

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей
(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы
(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему «Модернизация стенда для испытаний гидравлического
усилителя тормозов легкового автомобиля.»

Студент	А. Л. Юдин (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководител	канд. техн. наук, доцент И. В. Турбин (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультант	канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	канд. экон. наук С. Ю. Данилова (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	канд. педог. наук, доцент С. А. Гудкова (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2020

Аннотация

Целью данного дипломного проекта является модернизация стенда для испытаний гидравлического усилителя тормозов легкового автомобиля.

Вопросам улучшения тормозов автомобилей уделяется постоянно большое внимание, поэтому работа выполненная в данном направлении актуальна на сегодняшний день.

В дипломном проекте, проведен анализ существующих конструкций стендов для испытаний автомобиля на тормоза. Анализ продемонстрировал наличие некоторых проблем, что делает очевидной своевременность подобной работы. Благодаря своим техническим характеристикам конструкция лучше подходит для использования студентами. Проведение лабораторных работ на ней особенно важно и необходимо при изучении таких дисциплин как «Теория автомобиля», «Теория автоматического управления».

Разработаны и рассмотрены вопросы: «Обеспечение безопасности на слесарном участке механосборочного экспериментального производства», что обеспечивает безопасное создание и запуск лабораторной установки. «Экономический раздел», который позволяет на основе сетевых графиков осуществить расчет затрат на разработку и изготовление данной лабораторной установки, а также расходов по ее эксплуатации и обслуживанию.

Дипломный проект содержит 8 листов формата А1, 21 таблицы, 71 страницы пояснительной записки, которые включают в себя 6 разделов, введение, заключение и список источников и приложения.

Abstract

This graduation project is to modernize the test stand for the hydraulic brake booster of a passenger car.

Issues of improving the brakes of cars are constantly paid much attention, so the work done in this direction is relevant today.

In graduation project, the analysis of existing structures of stands for testing the car for brakes was carried out. The analysis highlighted some actual problems. The construction is more available for students, due to its technical characteristics. It allows to carry out laboratory work more effectively when studying such disciplines as «Theory of Cars» and «Automatic Control Theory».

The graduation project also deals with the most important issues on ensuring safety at the locksmith section of the experimental machine-assembling manufacture. Safe conditions are necessary for correct laboratory installation and launch of the test bench. The economic section of the graduation project concerns with network schedule diagrams to calculate the costs for development and manufacture of this laboratory unit. It also calculates the costs of its operation and maintenance.

The graduation project contains 8 broadsheets, 21 schedules and scales, 71 pages of explanatory notes. The notes include 6 parts, an introductory section, conclusions, a list of sources and some special Applications.

Содержание

Введение.....	6
1 Основное понятие и определение.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 История развития тормозных систем автомобиля.....	7
1.2 Классификация тормозов	20
2 Устройство тормозной системы	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Назначения.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Вакуумный усилитель	Ошибка! Закладка не определена. 5
3 Компрессор N111Y	29
3.1 Анализ компрессора.....	Ошибка! Закладка не определена.
4 Тягово-динамический расчёт	31
4.1. Подготовка исходных данных для тягового расчета	31
4.2 Определение передаточного числа главной передачи	33
4.3 Расчет внешней скоростной характеристики	34
4.4 Определение передаточных чисел коробки передач.....	36
4.5 Тяговый баланс автомобиля.....	38
4.6 Динамическая характеристика автомобиля	41
4.7 Разгон автомобиля	42
4.8 Время и путь разгона автомобиля	Ошибка! Закладка не определена. 6
4.9 Мощностной баланс автомобиля.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.10 Топливоно-экономическая характеристика.....	Ошибка! Закладка не определена.
5 Обеспечение безопасности на слесарном участке механосборочного экспериментального производства.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Меры безопасности при работе на стенде для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов.....	Ошибка! Закладка не определена.
6 Экономический раздел.....	54
6.1 Определение содержания и последовательности выполнения научно- исследовательской работы в дипломном проекте.....	Ошибка! Закладка не определена.

6.2 Определение трудоемкости и длительности цикла выполнения научно-исследовательской работы	56
6.3 Расчёт ранних сроков совершения событий до оптимизации сетевого графика	60
6.4 Определение затрат на научно-исследовательской работы	64
6.5 Заключение экономической части Ошибка! Закладка не определена.	
Заключение	67
Список используемых источников.....	68
Приложение А Спецификация.....	70

Введение

«Безопасность движения автомобилей с высокими скоростями в значительной степени определяется эффективностью действия и безопасностью тормозов.

Эффективность тормозного пути определяется, по определенной оценке, тормозного пути или временем движения автомобиля до полной остановки. Чем эффективнее действие тормозов, тем выше безопасная скорость, которую может допустить водитель, и тем выше скорость движения автомобиля на всем маршруте.

Торможение необходимо не только для быстрой остановки автомобиля при внезапном появлении препятствий, но и как средство управления скоростью его движения. Структура тормозного управления автомобиля и требования, предъявляемые к нему, обусловлены ГОСТ-22895-95 г.

Согласно этому стандарту тормозное управление должно состоять из четырех систем: рабочей, запасной, стояночной и вспомогательной. Системы могут иметь общие элементы, но не менее двух независимых органов управления.

Каждая из этих систем включает в себя тормозные механизмы, обеспечивающие создание сопротивления движению автомобиля и тормозной привод, необходимый для управления тормозными механизмами.

В конечном счете, современная тормозная система появилась из хаоса. Тормоза были приспособлены на все четыре колеса, тросы заменили толкатели, и затем гидравлика заменила тросы, были изобретены вакуумные усилители, чтобы уменьшить усилие на педали тормоза, колодочные тормоза были заменены дисковыми, была усовершенствована АБС, и асбест был устранен из материалов трения. Тем не менее, все еще имеется большое число возможностей для улучшения тормозных систем»[3].

1 Основные понятия и определения

«Тормозная система предназначена для снижения скорости движения и/или остановки транспортного средства или механизма. Она также позволяет удерживать транспортное средство от самопроизвольного движения во время покоя»[5].

1.1 История развития тормозных систем автомобиля

«Первые тормозные системы применялись ещё на гужевом транспорте. Лошадь разгоняла повозку до относительно больших скоростей, и сама не справлялась с её остановкой. Первые механизмы тормозили само колесо посредством ручного рычага или системы рычагов. Деревянная колодка, иногда с обитой кожей поверхностью прижималась непосредственно к ободу колеса, затормаживая его. В сырую погоду это было малоэффективно, к тому же, с распространением резиновых пневматических шин тормозить колесо таким образом стало просто невозможно, так как эффективность торможения была бы ничтожна, а резина от контакта с колодкой очень быстро бы стиралась.

С тех пор тормозной механизм претерпел серьёзную эволюцию. Наибольшее развитие в разработке тормозных систем произошло с появлением автомобиля.

Первые автомобили, имевшие колёса каретного типа со сплошными резиновыми шинами, использовали по сути тот же самый колодочный тормоз, что и конные экипажи (строго говоря, все распространённые тормозные механизмы, кроме ленточных, являются колодочными, так как используют в своей работе так или иначе устроенные колодки, однако более сложно устроенные тормозные механизмы принято называть по их наиболее

характерному конструктивному элементу — тормозному барабану, диску, и т. п.). Например, на первых автомобилях Бенца колёса тормозились именно колодками, обитыми кожей. Это было малоэффективно, к тому же кожа быстро истиралась, и на протяжении поездки порой приходилось несколько раз менять кожаные накладки. Усовершенствованный материал этого механизма используется до сих пор на сравнительно простых и мало скоростных велосипедах, правда колодки теперь делают из металла, накладки из фрикционного материала, и располагают их по бокам от обода колеса (на более дорогих и скоростных моделях используют уже дисковые тормоза)»[2].

«Уже в начале XX века серийные легковые автомобили стали развивать скорость более 100 км/ч, что сделало жизненно необходимым наличие эффективной тормозной системы.

Как ни странно, первыми появились дисковые тормоза: запатентованы они были англичанином в 1902, но на практике были использованы ещё в конце XIX века в форме, близкой к современным велосипедным. Главной их проблемой был ужасный скрип, издаваемый при контакте медных тормозных колодок с тормозным диском. По этой, а также иным причинам, на заре автомобилестроения наибольшее распространение получили не дисковые, а барабанные тормозные механизмы. Изначально существовало два их варианта.

Первый из них применённый ещё Даймлером ленточный тормоз: гибкая металлическая лента охватывала снаружи тормозной барабан и, будучи натянутой через систему рычагов, останавливала его вращение. Этот механизм применялся даже в двадцатых-тридцатых годах, например на Ford A / ГАЗ-А в приводе стояночного (не рабочего) тормоза. Второй барабанный тормоз с колодками полукруглой формы, расположенными внутри полого барабана и прижимающимися к его внутренней поверхности, — он был

запатентован Луи Рено в 1902 году. Сегодня под барабанным тормозом имеют в виду обычно именно такой механизм»[17].

«В том же 1902 году Рэнсом Олдс применил на гоночном «Олдсмобиле» ленточные тормоза собственной конструкции на задних колёсах с приводом от педали в полу. Эта конструкция оказалась для того времени удачной, и уже через пару лет её переняло большинство американских автомобилестроителей. В качестве рекламы, Олдс позднее провёл сравнение эффективности тормозов своей системы с традиционными колодочными на конном экипаже и барабанными на «безлошадном экипаже» другого производителя. Тормозной путь со скорости в 14 миль в час (22,5 км/ч) составил 6,5 м у «Олдсмобила», 11 м у безлошадного экипажа и 23,6 м у конного, что весьма убедительно говорило в пользу ленточных тормозов Олдса»[13].

«Тем не менее, в эксплуатации ленточные тормоза оказались менее удобны. Так, при остановке на склоне холма автомобиль с ними мог скатываться вниз из-за само распускания тормозной ленты на особо крутых подъёмах пассажиру приходилось вылезать из автомобиля и подставлять под его колёса деревянные клинья. Расположенные открыто тормозные ленты очень быстро изнашивались и сильно страдали от коррозии, требуя частой замены каждые несколько сотен километров. В сырую погоду тормозные ленты могли проскальзывать, как и в случае попадания под них грязи. Примерно теми же самыми недостатками страдали и барабанные тормозные механизмы с колодками, прижимаемыми к наружной поверхности барабана.

Поэтому уже в 1910-х годах на большинстве автомобилей стали использоваться барабанные тормоза, колодки которых были надёжно укрыты внутри барабанов, не проскальзывали и могли служить уже тогда до 1-2 тысяч километров пробега. Это были первые по-настоящему эффективные тормозные механизмы, принцип действия которых мало изменился до наших дней. Сначала колодки были чугунными, но потом на них стали делать

накладки из более износостойкого материала на основе асбеста (в отечественной печати тех лет называемого «ферадо» или «феродо», по торговой марке, использовавшейся одной из фирм-производителей)»[1].

«Барабанные тормозные механизмы в практически неизменном виде просуществовали вплоть до сороковых-пятидесятых годов в качестве основного и практически единственного типа тормозных механизмов на автотранспорте. Однако за это время существенно изменились системы привода тормозов.

Так, начиная с середины двадцатых годов тормозами стали в обязательном порядке снабжать все колёса — и передние, и задние. Пионеры автомобилестроения считали, что автомобиль с передними тормозами при замедлении станет неустойчивым, и ставили их только на задней оси. Впоследствии выяснилось, что автомобиль с передними тормозными механизмами при условии их правильной регулировки вполне управляем при торможении, более того расположенные спереди тормоза ощутимо более эффективны. Поначалу передние и задние тормоза имели отдельный привод на одну ось работала ножная педаль, а на вторую рычаг, приводимый в действие рукой (на мотоциклах такой отдельный привод переднего и заднего тормозов сохранился до настоящего времени). Начинали торможение только задними тормозами, чтобы предотвратить занос на высокой скорости, а до полной остановки автомобиль замедлялся уже всеми четырьмя колёсами»[6].

«В 1919 году на «Испано-Сюизе» появился механический привод тормозов обоих мостов от одной педали, что достигалось благодаря введению в конструкцию специальных рычагов-уравнителей, согласовывающих срабатывание передних и задних тормозных механизмов и тем самым в большинстве случаев исключавших возникновение заноса. Это способствовало распространению новинки: если на Нью-Йоркском автосалоне 1924 года тормоза на всех колёсах имелись только у автомобилей

Duesenberg и Rickenbacker, то уже несколько лет спустя они стали стандартом даже на недорогих «Фордах» и Плимутах»[12].

На тяжёлых грузовиках получают распространение пневматические тормозные системы.

«Со временем тормозные колодки изнашиваются и начинают слабее прижиматься к поверхности барабана, чем существенно снижается эффективность торможения. Для предотвращения этого эффекта в барабанных тормозах были предусмотрены механизмы (эксцентрики), позволяющие в процессе регулировки немного сместить тормозные колодки наружу, восстановив их контакт с поверхностью барабана при торможении («подвести» тормоза). Однако такие механизмы требовали постоянной регулировки, причём добиться равномерного торможения всеми четырьмя колёсами было сложно. Решением проблемы стало внедрение гидроцилиндров с особой конструкцией, обеспечивавшей «самоподвод» тормозных механизмов (как правило за счёт стопорных колец, плотно посаженных в цилиндр с усилием сдвига не менее 50...60 кг, которые по мере износа колодки постепенно продвигались вместе с поршнем в стороны выхода из цилиндра, но в отличие от него не возвращались в исходное положение при падении давления, компенсируя износ колодки и обеспечивая постоянную величину рабочего хода поршня). Впервые они появились на «Студебекере» в 1946 году. Это не только избавило владельца от весьма частой регулировки тормозов автомобиля, но и существенно повысило безопасность, так как при исправном механизме исключалась возможность неправильной регулировки или пренебрежения ей. Тем не менее, по соображениям экономии ещё долгое время многие автомобили не имели такой системы. Например, в США они имелись в списке доступного за доплату дополнительного оборудования для автомобилей марки «Меркури» 1957 года, а широкое распространение получили лишь в середине шестидесятых. Советский вариант Fiat 124 — ВАЗ-2101 также не имел

«самоподвода» задних барабанных тормозных механизмов, как и многие бюджетные европейские автомобили тех лет (при этом «Москвич-408 / 412» и «Волга» ГАЗ-24 уже имели)»[10].

В 1953 году в США Crosley Motors стала первым американским производителем, который установил дисковые тормоза. В 1949 году он был установлен на модель Crosley Hotshot, но в 1950 году был снят с производства. В этих тормозах, созданных компанией Auto Specialists Manufacturing Company (Ausco), использовались сдвоенные диски, которые раздвигались и натирались внутри чугунного барабана. Потребовалось меньшее давление на педали, чем на дисках суппорта, и была обеспечена большая поверхность трения, чем барабанные тормоза.

В 1962 году компания Bendix произвела впечатление на индустрию, выпустив четырехколесные дисковые тормоза в стандартной комплектации для высокопроизводительного Studebaker Advant и в качестве дополнительного оборудования для моделей Hawk и V8 Lark. Потребовалось всего несколько лет, чтобы другие автомобили освоили дисковые тормоза, поскольку увеличение скорости и размеров автомобилей больше не соответствовало возможностям барабанных тормозов.

В 1960-х годах многие производители автомобилей во всем мире начали заменять барабанные тормоза на дисковые. Некоторые из компаний, которые первыми сделали это в своих странах, были итальянская Lancia в 1960 году, немецкая Mercedes-Benz в 1961 году, французская Renault в 1962 году, японская Nissan в 1965 году и шведская Volvo в 1966 году.

Барабанные тормоза имеют закрытую конструкцию, при этом большинство компонентов удерживается пружиной. Это делает обслуживание проще и доступнее. Например, если вы хотите заменить комплект колодок, вам просто нужно ослабить пружины в тормозной системе, используя тормозной инструмент. Это эффективно вырвет весь тормозной узел в отдельности. Затем вы можете легко заменить колодки,

восстановить пружины и кронштейны, а затем снова поставить барабан на место. Это можно сделать менее чем за 10 минут, что потребует меньше труда и времени и, в действительности, потребует меньших затрат.

Некоторые производители автомобилей предпочитают использовать барабанные тормоза, поскольку они более экономичны по сравнению с дисковыми тормозами. А поскольку производство автомобиля стоит дешевле, цена продажи автомобиля также может быть меньше, что делает его более доступным и привлекательным для потенциальных покупателей.

Если вам необходимо свести к минимуму расходы на автомобиль, но вы хотите повысить производительность и безопасность вашего автомобиля, вы можете продолжать использовать барабанные тормоза для задней части колес и перейти на дисковые тормоза для передних.

В недостатками барабанных тормозов можно назвать поскольку он имеет закрытую конструкцию, когда тормозная полость намокает из-за дождя, наводнения или движения по луже, вода не может быть удалена сразу же. Собранная вода может снизить фрикционные свойства тормозной системы, и это может быть опасно, поскольку у транспортного средства снижена тормозная способность.

При движении вниз по склону, повторяющихся резких остановках или при панических остановках барабанные и тормозные накладки выделяют много тепла. Это тепло уменьшает количество трения между колодкой и барабаном, поэтому тормозная система автомобиля не будет настолько эффективной, как должна. Даже если водитель окажет дополнительное давление на тормоз, это не улучшит тормозную способность автомобиля из-за затухания тормоза.

Как уже упоминалось в первом недостатке, барабанные тормоза имеют закрытую конструкцию. Из-за этого количество воздуха, поступающего в тормозную систему, ограничено, что снижает охлаждение внутри. Затем тепло должно рассеиваться через опорную пластину и тормозной барабан. В

результате радиус барабана увеличивается больше, чем радиус тормозной колодки, создавая сдвиг давления между накладками и барабаном. Тормозная способность машины снижается примерно на 20 процентов из-за изменения в распределении давления между барабаном и накладками.

Для получения лучшего впечатления от лучших передовых тормозов для вашего автомобиля вы можете посетить [AutoLovins](#).

Дисковый тормоз почти используется на передних колесах автомобилей, таких как автомобили и легкие грузовики. Этот тормоз имеет 60% - 80%, чтобы эффективно остановить автомобиль. Регулирование дискового тормоза на переднем колесе автомобиля не требуется. При условии, что только дисковый тормоз может полностью соответствовать требованиям к эффективности торможения FMVSS 105. FMVSS 105 является стандартом эффективности торможения на MPV, грузовиках или автобусах, грузоподъемность которых превышает 3500 кг.

Все тормоза, как дисковые, так и барабанные, будут выделять тепло от поверхности трения между тормозными накладками и ротором или барабанами. Дисковый тормоз обладает преимуществами рассеивания тепла, пока этот тормоз не станет более устойчивым к выцветанию.

Дисковые тормоза больше отводят тепло из-за поверхности дискового тормоза, которая непосредственно подвергается воздействию открытого воздуха. Таким образом, тепло будет легко проходить мимо дисков, и температура на дисковых тормозах не поднимется. Кроме того, открытая поверхность воздуха больше, чем поверхность трения из-за процесса торможения.

Дисковые тормоза также не просто вызвать застревание воды между протектором тормоза и дисками, что приведет к разрушению тормозной поверхности и снижению тормозной мощности. Вода, попавшая в ловушку между тормозными колодками и диском, называется затуханием воды.

Во время его использования дисковые тормоза могут удалять частицы пыли, попавшие в ловушку. В дополнение к частицам пыли, мелкие частицы, образующиеся на поверхности тормозной накладки, также будут потрачены впустую.

Самонастройка - это процесс калибровки, выполняемый на тормозе для изменения расстояния между тормозными накладками с поверхностями барабана или ротора. На дисковых тормозах этот процесс отличается от барабанных. Барабанные тормоза требуют троса, рычагов, винтов, распорок и других механических соединений. Находясь на дисковом тормозе, процесс саморегулировки включает только поршневой суппорт. Этот поршень суппорта будет двигаться настолько далеко, насколько это необходимо для процесса торможения. После торможения этот поршень суппорта отодвинется достаточно назад и установит расстояние между протектором тормоза и диском в соответствии с существующим допуском.

Дисковые тормоза охлаждаются лучше: воздух может свободно циркулировать между диском и поверхностью колодки. Также есть вентилируемые диски, они имеют две поверхности трения. Большинство передних дисковых тормозов на современных автомобилях - вентилируемые. Большинство задних тормозов не вентилируемые. У них сплошной диск, потому что задние тормоза просто не выделяют много тепла.

Другим большим положительным качеством дисковых тормозов является то, что могут самостоятельно очищаться от воды и других загрязнений, таким образом, что при вращении все само сбрасывается с диска. А на барабане наоборот, все накручивало на себя.

Недостатки тормозных дисков - большие поверхности ротора будут издавать шумный звук. Поверхность тормозных колодок и диск стали жесткими причинами этого шума. Другим недостатком являются неэффективные дисковые тормоза при использовании в качестве стояночного тормоза. Это происходит потому, что тормозные колодки испытывают

трудности с сохранением гладкой поверхности ротора. Дисковая тормозная система эффективна только для снижения скорости транспортного средства, но она не так эффективна, как барабанные тормоза, способные самостоятельно заряжаться, чтобы оставаться неподвижными во время парковки.

«В конце шестидесятых годов появляется ещё одно важное усовершенствование антиблокировочная система тормозов ABS (англ. *Anti-lockBrakingSystem*). Эта система в её современном виде была разработана в США в конце шестидесятых годов фирмой Bendix и впервые появилась на автомобилях марки Imperial корпорации Chrysler в 1971 модельном году как дополнительное (опциональное, доступное по заказу за доплату) оборудование. Это была трёхканальная компьютеризированная электронная система. Аналогичные по функционалу механические системы находили весьма ограниченное применение и ранее (в авиации под названием «автомат растормаживания» с 1929 года), но они отличались низкой надёжностью и высокой ценой, вследствие чего не получили массового распространения на серийных автомобилях. В Европе аналогичные системы получили распространение ближе к концу семидесятых годов»[20].

«ABS стала особенно актуальной в связи с массовым распространением вакуумных усилителей в тормозных системах и эффективных, быстродействующих дисковых тормозных механизмов, которые в сочетании друг с другом легко позволяют при нажатии на педаль заблокировать колёсные тормозные механизмы. Колёса при этом прекращают вращаться и, как показали исследования, эффективность торможения автомобиля в таком режиме (движение «юзом», то есть, скольжение неподвижных колёс по асфальту) существенно снижается по сравнению со случаем, когда тормозящие колёса катятся (на грани срыва в «юз»). Кроме того, очень важно то, что при заблокированных передних колёсах машина становится неуправляемой, поскольку направление движения практически не зависит от

поворота передних колес, если они не катятся, а скользят. При таком торможении «юзом» шины не оказывают сопротивления боковому уводу, то есть, любая боковая сила (например, возникающая при наезде на неровность дорожного покрытия) может вызвать неконтролируемое водителем отклонение автомобиля от прямолинейного движения. В результате при торможении «юзом» машина с дисковыми тормозами и усилителем нередко испытывала опасную тенденцию к заносу задней оси. Применение автоматических регуляторов тормозных сил на задних тормозных механизмах решало данную проблему лишь отчасти.

ABS делает практически невозможной блокировку колёс за счёт управляемого электронным блоком снижения давления в контурах колёс, подверженных в данный момент блокировке, таким образом поддерживая их «на грани» блокирования торможение в этот момент считается наиболее эффективным. По сути, эта система имитирует приём прерывистого торможения на автомобилях без ABS он используется при движении по скользкому покрытию и также призван противодействовать блокировке колёс»[18]. Лишь в некоторых, сравнительно редко встречающихся в странах с развитой дорожной сетью условиях (например на грязи, песке, гравии или глубоком слое снега, когда заблокированное колесо способно эффективно останавливаться за счёт «зарывания» в рыхлый грунт) ABS может способствовать незначительному увеличению тормозного пути по сравнению с автомобилем без ABS, водитель которого использует специальных приёмы торможения. Более важно, однако, то, что автомобиль с ABS не теряет управляемости даже при экстренном торможении, его не заносит в одну сторону при блокировке одного из передних колёс. Также в системе тормозов с ABS отсутствуют сравнительно ненадёжные механические регуляторы давления, используемые в традиционной системе в контуре задних колёс.

Противоскольжение или антиблокировочная тормозная система впервые стали более распространенными на легковых и грузовых

автомобилях в 1990-х годах, что стало позитивным шагом на пути к повышению безопасности и контроля транспортных средств при резком торможении в скользких условиях.

Хотя ABS кажется сложным, на самом деле он довольно прост в работе. Если во время торможения вы столкнулись с заносом, модуль управления ABS обнаруживает замедление или паузу при вращении колеса, модулируя торможение, чтобы помочь вам избежать проблем. В обычном заносе рулевое управление теряется, и транспортное средство продолжает движение в направлении заноса. Затем антиблокировочная система тормозит тормоза, что приводит к улучшению контроля над заносом.

Типичная ABS состоит из четырех колесных датчиков (иногда двух или трех), антиблокировочного электронного модуля управления и гидравлического блока управления. В нормальных условиях эта система подает гидравлическое давление главного цилиндра на все четыре тормоза и пульсирующее давление на каждый тормоз при обнаружении заноса.

Ранние антиблокировочные тормозные системы были неэлектрическими, гидромеханическими моделями. Они были механически управляемы, чтобы модулировать торможение. Современные антиблокировочные тормозные системы представляют собой управляемые компьютером электрогидромеханические тормозные гидравлические системы. Электронный модуль или контроллер ABS могут быть встроены в контроллер гидромеханического торможения или могут быть отдельными. Также могут быть электрические реле, которые срабатывают, когда система вызывается на работу.

Датчики антиблокировочной тормозной системы обычно запускаются магнитным способом. Когда зубья реактора проходят датчик, нормальный пульсирующий ритм движения колеса указывает на нормальную работу. Именно когда скорость реактора на датчике резко изменяется (колеса замедляются или останавливаются), ABS будет приводить в действие

тормоз. Когда ABS срабатывает, он нагнетает гидравлическое давление на тормоза в режиме быстрой стрельбы, иногда так же быстро, как 15 раз в секунду, в зависимости от системы. Эта функция производит прерывистое торможение и некоторый уровень управления рулем.

Существует три основных типа антиблокировочной тормозной системы: четырехканальный четырех сенсорный, трехканальный трех сенсорный и одноканальный одно сенсорный. Наилучшим вариантом является четырехканальная система, поскольку она может управлять тормозом в заносе, пульсируя только на соответствующем колесе или колесах. Трехканальная система имеет два датчика ABS спереди и один сзади. Задний датчик ABS расположен в картере моста и влияет на оба задних тормоза. Одноканальная система - это задний антиблокировочный тормоз только с одним датчиком ABS в корпусе заднего моста. Обычно одноканальные системы распространены на грузовиках с задними антиблокировочными тормозами.

Правильный способ использования антиблокировочной системы - никогда не нажимать педаль тормоза во время резкого останова. Вместо этого, используйте твердую, устойчивую педаль и позвольте антиблокировочной тормозной системе делать то, для чего она была предназначена.

Модуль управления АБС транспортного средства предназначен для уведомления водителя с сигнальной лампой в случае неисправности в системе. Редко это неисправность модуля или самой АБС. Часто это один или несколько датчиков или проводка к датчикам. Наиболее распространенные проблемы с АБС возникают, когда датчики загрязняются мусором или металлической стружкой.

Неисправности также возникают, когда проводка датчика повреждается, что приводит к прерывистости или отсутствию непрерывности. В более агрессивных средах или при серьезном

пренебрежении тормозной системой тормозная жидкость может загрязниться, и гидравлический блок управления не будет работать.

Если у вас есть неисправность в АБС, сначала физически проверьте всю проводку и датчики тормоза. При проверке датчиков тормоза обратите внимание на наличие металлической стружки и других загрязнений, которые могут вызвать ложную обратную связь с электронным контроллером ABS. Ложная обратная связь заставляет ABS срабатывать, когда он не должен, или не функционировать, когда должен.

Возможно, у вас дома нет сканера ABS, но он есть в любой уважаемой ремонтной мастерской, и этот сканер не оценим, если вы не можете найти физическую причину проблем с ABS. После того, как диагностический прибор выдаст код неисправности, вы можете приступить к устранению неполадок с АБС. Безотносительно проблемы, ремонт намного легче, как только ошибка установлена.

1.2 Классификация тормозов

Когда-то можно было обойтись одним видом тормозов. Но авто конструкторы постоянно искали возможности улучшить их конструкцию, и на сегодняшний день мы имеем различные виды тормозных систем, отличающиеся по назначению, принципу работы и техническому исполнению. Да, учитывая, что именно ей мы обязаны жизнью и безопасностью, рабочая тормозная система по праву стоит на первом месте. Рабочая тормозная система соединена с системой ABS (антиблокировочной), которая помогает маневрировать в критической дорожной ситуации.

Назначение стояночного тормоза понятно из названия: фиксировать автомобиль на долгое время, чтобы он не покатился с горочки в отсутствие хозяина. В отличие от основной системы, стояночная предназначена для длительного включения без последствий для работоспособности.

Стояночный тормоз может выручить и в том случае, когда основные тормоза по какой-то причине не работают (такое бывает редко, но бывает). Как минимум, она поможет остановиться не в ближайшем столбе. Резервная, она же запасная, она же аварийная – специальная тормозная система, которая предназначена для страховки в случае отказа основных тормозов. Она может устанавливаться отдельно, может быть конструктивным элементом основных тормозов, а может и вообще отсутствовать в автомобиле. Если запасного тормоза нет, в случае чего придется спасаться стояночным, он поможет.

Ее называют еще горной, по основному назначению. Ставится вспомогательный тормоз в грузовые автомобили, и применяется в условиях, когда нужно постоянно оттормаживаться в течение долгого времени. Типичный пример – езда по горным дорогам с грузом. Обычные тормоза в таких условиях перегреваются, поэтому водители пользуются вспомогательными.

Вывод по разделу

Данный раздел показывает нам, как стремительно развивалась тормозная система в мире, так же классификацию тормозной системы на данный момент.

2 Устройство тормозной системы

2.1 Назначение

«Тормозная система служит для снижения скорости и быстрой остановки автомобиля, а также для удержания его на месте при стоянке. Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а, следовательно, эффективность при эксплуатации автомобиля. К тормозной системе автомобиля предъявляются высокие требования. Она должна обеспечивать возможность быстрого снижения скорости и полной остановки автомобиля в различных условиях движения. На стоянках с продольным уклоном до 16% полностью груженный автомобиль должен надежно удерживаться тормозами от самопроизвольного перемещения.

Современный автомобиль оборудуется рабочей, запасной, стояночной и вспомогательной тормозными системами.

Рабочая тормозная система служит для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной его остановки вне зависимости от его скорости, нагрузки и уклонов дороги.

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на горизонтальном участке или уклоне дороги и должна обеспечивать неподвижное состояние снаряженного легкового автомобиля на уклоне 23% включительно. Стояночная тормозная система выполняет также функцию аварийной тормозной системы в случае выхода из строя рабочей тормозной. Тормозная система предназначена для плавного снижения скорости движения автомобиля до остановки, в случае отказа полной или частичной рабочей системы; она может быть менее эффективной, чем рабочая тормозная система.

Запасная тормозная система предназначена для плавного снижения скорости движения автомобиля до остановки, в случае отказа полной или

частичной рабочей системы; она может быть менее эффективной, чем рабочая тормозная система.

Вспомогательная система тормозов предназначена для поддержания постоянной скорости автомобиля, при движении его на затяжных спусках горных дорог, с целью снижения нагрузки на рабочую тормозную систему при длительном торможении»[4].

«Каждая тормозная система состоит из тормозных механизмов, которые обеспечивают затормаживание колес или вал трансмиссий, и тормозного привода приводящего в действие тормозной механизм. Тормозной механизм может быть колесный, трансмиссионный, барабанный и дисковый.

Гидравлический привод предназначен для передачи усилия водителя через педаль с помощью тормозной жидкости, и состоит из: тормозного главного цилиндра, колесного тормозного цилиндра и соединительных трубок и шлангов, гидровакуумного усилителя и разделителя тормозов.

На автомобиле применена рабочая тормозная система с диагональным разделением контуров, что значительно повышает безопасность вождения автомобиля. Один контур гидропривода обеспечивает работу правого переднего и левого заднего тормозных механизмов, другого - левого переднего и правого заднего.

При отказе одного из контуров рабочей тормозной системы используется второй контур, обеспечивающий остановку автомобиля с достаточной эффективностью.

В гидропривод включены вакуумный усилитель и двухконтурный регулятор давления задних тормозов.

Компрессор служит для создания запаса воздуха под высоким давлением.

Устройство компрессора. Он состоит из: картера, блока цилиндров, головки, двух поршней, шатунов, коленчатого вала, двух нагнетательных и

двух впускных клапанов с пружинами, коромысел, двух плунжеров, двух шатунов и привода»[4].

«Предохранительный клапан служит для предохранения пневматической системы от неисправности регулятора давления, причем клапан установлен на правом воздушном болоне и отрегулирован на давление воздуха в системе, равное 0,9-0,95МПа.

Воздушный баллон служит для хранения запасов сжатого воздуха поступающего от компрессора. В них имеются краны для слива конденсата воды и масла и предохранительный клапан. Для накачки сжатым воздухом шин используется кран отбора воздуха, отверстие которого закрывается колпачковой гайкой, чтобы не был загрязнен. На автомобилях используют несколько баллонов.

Тормозной кран служит для управления тормозами автомобиля в результате регулировки подачи сжатого воздуха из баллонов к тормозным камерам. Тормозной кран также обеспечивает постоянное тормозное усилие при неизменном положении тормозной педали и быстром растормаживание при прекращении нажатия на педаль.

Соединительная головка на задней поперечине рамы и служит для соединения воздухопровода между отдельными прицепами.

Разобщительный кран служит для отключения магистрали от прицепа и устанавливается перед соединительной головкой. Кран открывают после присоединения пневматической системы прицепа.

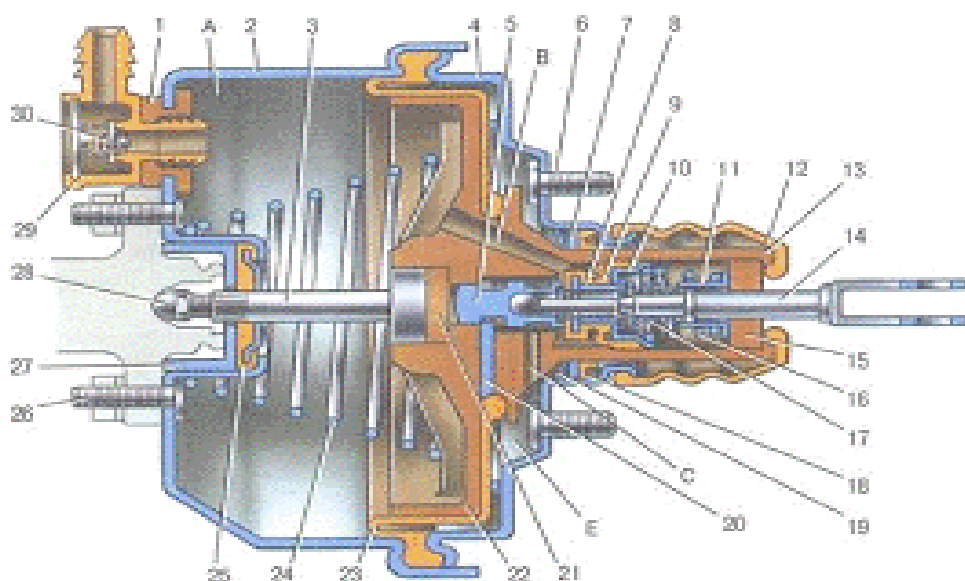
Манометр позволяет проверять давление воздуха, как в воздушных баллонах, так и в тормозных камерах системы пневматического привода. Для этого он имеет две стрелки и две шкалы. По нижней шкале проверяет давление в тормозных камерах, по верхней - в воздушных баллонах.

Воздушный фильтр предназначен для очистки воздуха, поступающего от компрессора в пневматическую систему от влаги и от масла. Он установлен на поперечной балке крепления воздушных баллонов.

Антифризионный насос не позволяет пневматической системе замерзать от конденсата в зимнее время года.

Работа пневматической системы тормозов: в компрессоре создается запас воздуха под давлением, который хранится в воздушных баллонах. При нажатии на педаль тормоза воздействует на тормозной кран, который создает давление в тормозных камерах»[4].

2.2 Вакуумный усилитель



«Рисунок 1. «Вакуумный усилитель»: 1 - фланец крепления наконечника; - корпус усилителя; - шток; - крышка; - поршень; - болт крепления усилителя; - дистанционное кольцо; - опорная чашка пружины клапана; - клапан; - опорная чашка клапана; - опорная чашка возвратной пружины; - защитный колпачок; - обойма защитного колпачка; - толкатель; - воздушный фильтр; - возвратная пружина клапана; - пружина клапана; - уплотнитель крышки корпуса; - стопорное кольцо уплотнителя; - упорная пластина; - буфер; - корпус клапана; - диафрагма; - возвратная пружина корпуса клапана; - уплотнитель штока; - болт крепления главного цилиндра; - обойма уплотнителя штока; - регулировочный болт; - наконечник шланга; - клапан;

А - вакуумная полость; В-канал, соединяющий вакуумную полость с внутренней полостью клапана; С - канал, соединяющий внутреннюю полость клапана с атмосферной полостью; Е - атмосферная полость»[23].

Каждая деталь играет свою, не маловажную роль. Стоит отметить, что в зависимости от типа топлива, строение вакуумного усилителя будет отличаться. Так для бензинового агрегата источником разряжения вакуума служит впускной коллектор, перед подачей топлива в цилиндры. Если говорить о дизельном двигателе, то в качестве системы разряжения вакуума служит специальный электрический вакуумный насос. Само разряжение вакуума в дизеле (во впускном коллекторе) незначительное, поэтому электрический насос является обязательным элементом.

«Корпус усилителя разделен диафрагмой на две камеры. Камера, обращенная к главному тормозному цилиндру, называется вакуумной. Противоположная к ней камера (со стороны педали тормоза) – атмосферная. Вакуумная камера через обратный клапан соединена с источником разряжения. В качестве источника разряжения обычно используется область в впускном коллекторе двигателя после дроссельной заслонки. Для обеспечения бесперебойной работы вакуумного усилителя на всех режимах работы автомобиля в качестве источника разряжения может применяться вакуумный электронасос. На дизельных двигателях, где разряжение во впускном коллекторе незначительное, применение вакуумного насоса является обязательным. Обратный клапан разъединяет вакуумный усилитель и источник разряжения при остановке двигателя, а также отказе вакуумного насоса»[15].

Атмосферная камера с помощью следящего клапана имеет соединение: в исходном положении – с вакуумной камерой, а при нажатии педали тормоза – с атмосферой.

«Толкатель обеспечивает перемещение следящего клапана. Он связан с педалью тормоза.

Со стороны вакуумной камеры диафрагма соединена со штоком поршня главного тормозного цилиндра. Движение диафрагмы обеспечивает перемещение поршня и нагнетание тормозной жидкости к колесным цилиндрам.

Возвратная пружина по окончании торможения перемещает диафрагму в исходное положение»[21].

«Для эффективного торможения в экстренной ситуации в конструкцию вакуумного усилителя тормозов может быть включена система экстренного торможения, представляющая собой дополнительный электромагнитный приводштока.

Дальнейшим развитием вакуумного усилителя тормозов является т.н. активный усилитель тормозов. Он обеспечивает работу усилителя в определенных случаях и, следовательно, нагнетание давления без участия водителя. Активный усилитель тормозов используется в системе ESP для предотвращения опрокидывания и ликвидации избыточной поворачиваемости.

Принцип действия вакуумного усилителя тормозов основан на создании разности давлений в вакуумной и атмосферной камерах. В исходном положении давление в обеих камерах одинаковое и равно давлению, создаваемому источником разряжения.

При нажатии педали тормоза усилие через толкатель передается к следящему клапану. Клапан перекрывает канал, соединяющий атмосферную камеру с вакуумной. При дальнейшем движении клапана атмосферная камера через соответствующий канал соединяется с атмосферой. Разряжение в атмосферной камере снижается. Разница давлений действует на диафрагму и, преодолевая усилие пружины, перемещает шток поршня главного тормозного цилиндра.

Конструкция вакуумного усилителя обеспечивает дополнительное усилие на штоке поршня главного тормозного цилиндра пропорциональное

силе нажатия на педаль тормоза. Другими словами, чем сильнее водитель нажимает на педаль, тем эффективнее будет работать усилитель.

При окончании торможения атмосферная камера вновь соединяется с вакуумной камерой, давление в камерах выравнивается. Диафрагма под действием возвратной пружины перемещается в исходное положение. Максимальное дополнительное усилие, реализуемое с помощью вакуумного усилителя тормозов, обычно в 3-5 раз превышает усилие от ноги водителя. Дальнейшее повышение величины дополнительного усилия достигается увеличением числа камер вакуумного усилителя, а также увеличением размера диафрагмы»[14].

Вывод по разделу

В данном разделе мы рассмотрели принцип работы вакуумного усилителя. А так же, какими тормозными системами оборудуются современные автомобили.

3 Компрессор N1113Y

3.1 Анализ компрессора

«Компрессор – служит для сжатия газа или воздуха. По принципу действия и основным конструктивным особенностям различают компрессоры:

Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, струйные, мембранные»[25].

«Поршневой компрессор в основном состоит из рабочего цилиндра и поршня; имеет всасывающий и нагнетательный клапаны, расположенные обычно в крышке цилиндра. Для сообщения поршню возвратно-поступательного движения в большинстве поршневых компрессоров имеется кривошипно-шатунный механизм с коленчатым валом, который получает вращательное движение от электродвигателя. Поршневые компрессоры бывают одно- и многоцилиндровые, с вертикальным, горизонтальным, V- или W-образным и другим расположением цилиндров, одинарного и двойного действия (когда поршень работает обеими сторонами), а также одноступенчатого или многоступенчатого сжатия. Работает он следующим образом: Открывается всасывающий клапан; поршень, создавая разрежение, движется вниз. Газообразный хладагент с низким давлением и температурой всасывается в компрессор; после заполнения камеры компрессора всасывающий клапан закрывается. Поршень движется вверх, сжимая газ. Открывается нагнетательный клапан и газ под большим давлением (до 25 атм.) и температурой устремляется в конденсатор. После этого нагнетательный клапан закрывается и цикл повторяется»[22].

Почему, например, поршневой компрессор пользовался совсем недавно, да и пользуется до сих пор таким огромным успехом? Дело все в том, что этот

тип оборудования имеет много положительных характеристик, которые ставили его на 1-е место среди подобного оборудования:

- первое, это простота обслуживания и эксплуатации;
- второе, поршневые компрессоры всегда просто и легко подвергались ремонту и восстановлению своих функций после поломки. Не случайно за ним закрепилось название «вечного агрегата», ибо такие компрессоры безупречно служили долгие десятилетия, если они вовремя обслуживались и ремонтировались;
- в-третьих, стоимость компрессора, которая всегда намного ниже стоимости другого компрессорного оборудования.

Среди существующих на данный момент типов компрессоров самыми простым и, соответственно, распространенными являются поршневые компрессорные устройства. Данный тип компрессорного оборудования не новый, он используется уже почти 200 лет и до последнего времени лидировал на рынке компрессорного оборудования, используемого для сжатия воздушной среды. В бывшем СССР, правда, выпускали центробежные компрессоры производительностью 100 кубических метров / минуту, хотя компрессоры винтового типа тогда не были еще распространены. Объяснялось это сложностью производства.

Из-за вышеперечисленного делаем вывод, что компрессоры поршневого типа наиболее эффективны при необходимости создания невысокого давления, составляющего около 20-30 атмосфер.

Вывод по разделу

Данный раздел посвящен компрессорам. В нем описано назначение компрессора и виды компрессоров.

4 Тягово-динамический расчёт

4.1 Исходные данные LADA KALINA 1117 Универсал

Параметры	Значения
Колесная формула	4,2
Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводная
Длина, мм	4040
Ширина, мм	1700
Высота, мм	1500
Снаряженная масса m_0 , кг	1100
Шины	185/60 R 14
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,014
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,43
Передаточное число главной пары	3,9
Передаточное число коробки передач	3,63; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78
Двигатель	1,4 л, 16 клапанов
$N_{e\max}$, кВт/об/мин	65,5/5250
$M_{e\max}$, Нм/об/мин	127/2700
$n_{e\min}$, об/мин	800-1000
Максимальная скорость $V_{\max}$, км/ч (м/с)	170 (47,22)
Коэффициент уклона	0,32
Количество мест	5
Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e\max}$	630^{-1} (6016 об/мин)

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_q(n) + m_6 \quad (3.1)$$

Где m_a – полная масса автомобиля;

m_0 – снаряженная масса автомобиля;

m_q – 75 кг масса человека;

n – число пассажиров, включая водителя;

m_6 – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира;

$m_a = 1100 + 375 + 50 = 1525$ кг.;

«Зная размер шин, определяем статический радиус колеса:

$$r_{ст} = 0.5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (3.2)$$

где d – посадочный диаметр.

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин».

$$H/B = 65 \text{ мм} \quad (3.3)$$

На дорогах с твердым покрытием $r_{ст} \approx r_d \approx r_k$, где r_d – динамический радиус колеса; r_k – радиус качения колеса.:

$$r_{ст} \approx r_d \approx r_k \quad (3.4)$$

$$r_{ст} = 0,27 \text{ м} \quad (3.5)$$

Часто применяемый в литературе коэффициент обтекаемости k связан с C_x следующей зависимостью:

$$k = C_x \cdot \rho / 2 \quad (3.6)$$

где ρ – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст

$\rho = 1,293$

$k = 0,43 \cdot 1,293 / 2 = 0,278 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$.

При расчетах лобовую площадь F легковых автомобилей со стандартным кузовом определяют по приближенной формуле:

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r \quad (3.7)$$

где B_r – габаритная ширина автомобиля, м.

H_r - габаритная высота автомобиля, м.

$$F = 0,8 \cdot 1,7 \cdot 1,5 = 2.04 \text{ м}^2 \quad (3.8)$$

«Механический КПД всей трансмиссии принимаем постоянным»[12]:

$$\eta_{пр} = 0,92 \quad (3.9)$$

Коэффициент сопротивления качению:

$$f = f_0(1 + V^2/2000) \quad (3.10)$$

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

V – скорость автомобиля, м/с.

$$f = 0,014 \cdot (1 + 47.22^2/2000) = 0,0296$$

4.2 Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи U_0 , принимаем как цепную передачу, которая составляет: 5,13

$$U_0 = \frac{Z_1}{Z_2} * \frac{Z_3}{Z_4} \quad (3.11)$$

Где Z - число зубьев шестерни.

Передаточное число главной передачи:

$$U_0 = \frac{0,2755}{0,78} \times \frac{630}{47.22} = 4.77 \quad (3.12)$$

4.3 Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \times \psi_v \times V_{max} + \frac{c_x}{2} \times \rho \times F \times V_{max}^3) \quad (3.13)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Полный вес автомобиля:

$$G_a = m_a \cdot g \quad (3.14)$$

$$G_a = 1100 \cdot 9,81 = 10791 \text{ Н} \quad (3.15)$$

$$\psi_v = f \quad (3.16)$$

Площадь цилиндра:

$$S = \pi \cdot r^2 \quad (3.17)$$

$$S = 3,14 \cdot 7^2 = 153,86 \text{ см}^2 \quad (3.18)$$

Сила двигателя:

$$F = P \cdot S \quad (3.19)$$

$$F = 80 \cdot 153,86 = 12308 \text{ Н} \quad (3.20)$$

Момент двигателя:

$$M = F \cdot R \quad (3.21)$$

$$M = 12308 \cdot 0,085 = 1046 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (3.22)$$

Максимальная мощность двигателя:

$$N = M \cdot \omega \quad (3.23)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (3.24)$$

$$n = 100 \frac{\text{об}}{\text{м}} \quad (3.25)$$

$$N = \frac{66936}{1 \cdot 1,11 + 1 \cdot 1,11^2 - 1 \cdot 1,11^3} = 65543 \text{ Вт} \approx 65,5 \text{ кВт} \quad (3.26)$$

Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}. \quad (3.27)$$

Выбрав 5 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости, $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчётов сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – «Зависимости эффективного момента двигателя».

ω_e	00	53	06	59	12	65	18	71	24	77	30
N_e , кВт	3,2045	1,1158	9,2461	7,276	4,8861	1,7573	7,5703	2,0057	4,7443	5,4668	3,8539
M_e , Нм	32,045	38,012	41,971	43,923	43,865	41,801	37,728	31,647	23,557	13,460	01,355

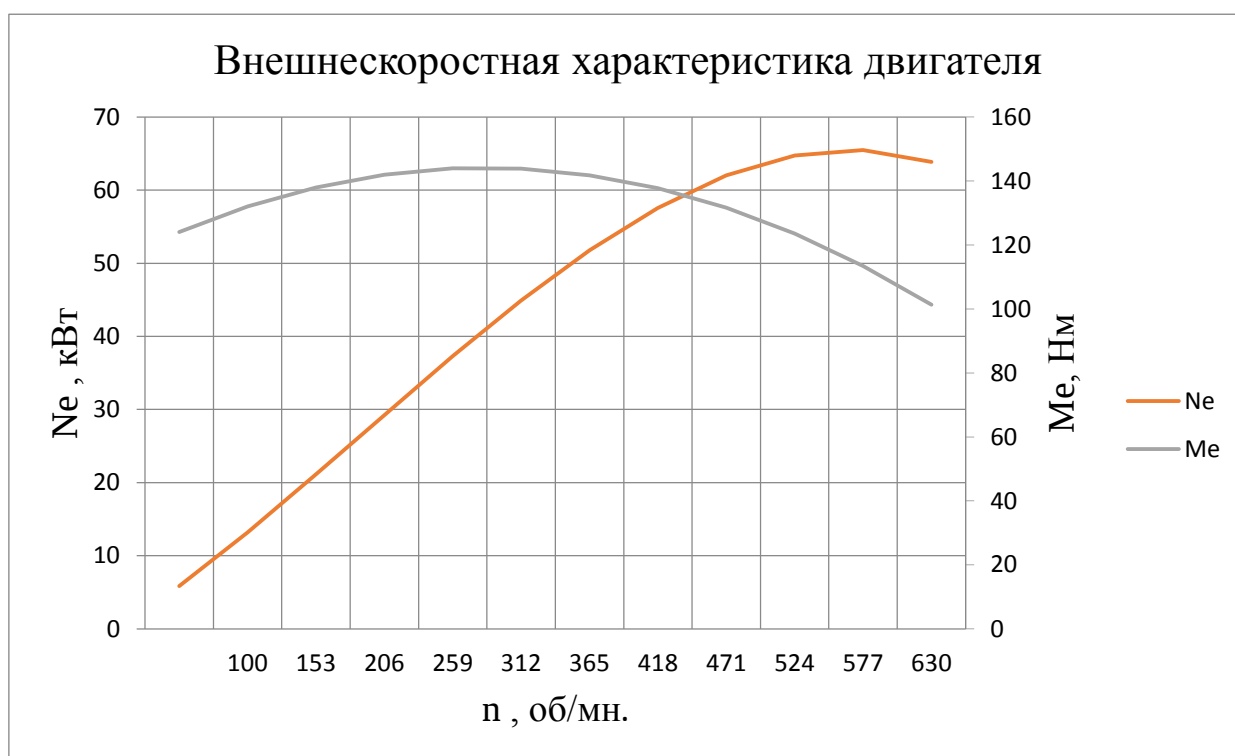


Рисунок 8 «Внешне скоростная характеристика двигателя».

4.4 Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа коробки передач мотоцикла «Урал» принимаем

$$U_I = 3.6 \quad (3.28)$$

$$U_{II} = 1,95 \quad (3.29)$$

$$U_{III} = 1.36 \quad (3.30)$$

$$U_{IV} = 0.94 \quad (3.31)$$

$$U_V = 0.78 \quad (3.32)$$

$$U_{3x} = 4.72 \quad (3.33)$$

Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи:

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k} \quad (3.34)$$

где U_n – передаточное число коробки передач.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 – «Значения передаточных чисел коробки передач».

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955	1,61	3,07	4,24	6,44	7,5
1461	2,46	4,69	6,48	9,86	11,4
1967	3,32	6,32	8,73	13,27	15,4
2473	4,17	7,95	10,97	16,69	19,4
2979	5,02	9,57	13,21	20,1	23,3
3486	5,88	11,2	15,46	23,51	27,3
3992	6,73	12,83	17,7	26,93	31,3
4498	7,59	14,45	19,95	30,34	35,3
5004	8,44	16,08	22,19	33,76	39,2
5510	9,29	17,71	24,44	37,17	43,2
6016	10,15	19,33	26,68	40,59	47,2

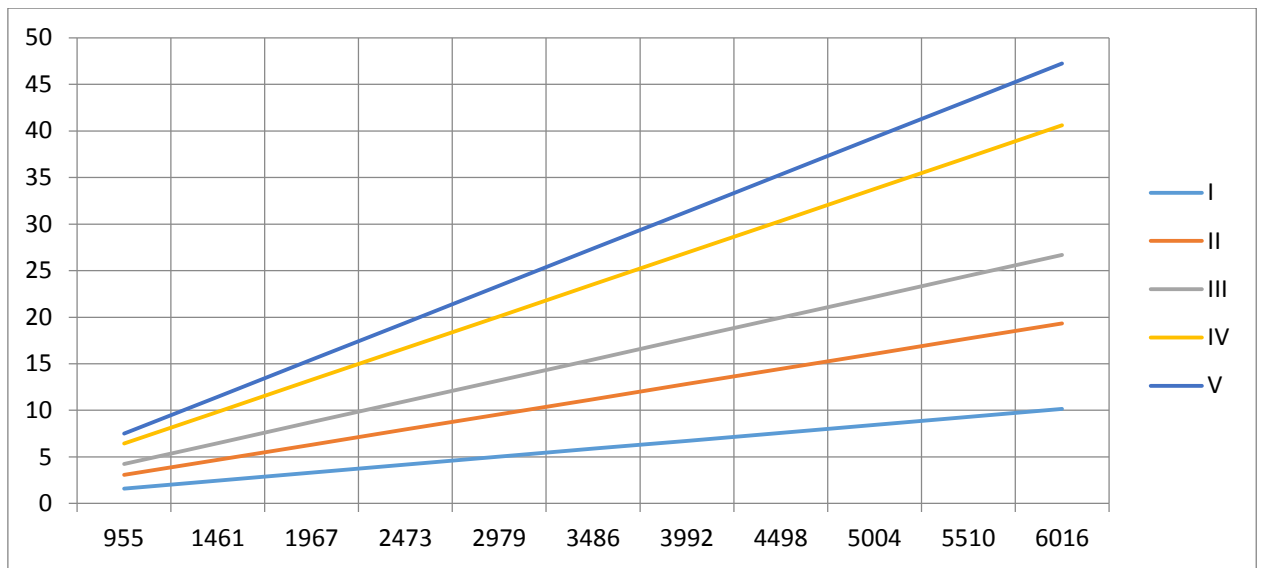


Рисунок 9 «Скорость на передаче, м/с».

4.5 Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса:

$$P_T = P_D + P_B + P_\Sigma. \quad (3.35)$$

где P_T – сила тяги ведущих колес.

P_D – сила дорожного сопротивления».

P_B - сила сопротивления воздуха.

P_Σ – сила сопротивления разгону автомобиля.

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k} \quad (3.36)$$

где « U_k – передаточное число коробки передач».

« M_e – величина эффективного момента двигателя (Нм)».

«Сила сопротивления дороги»:

$$P_d = G_a \times \psi \quad (3.37)$$

где « ψ – коэффициент сопротивления дороги».

« $\psi = f$, т.е.».

$$\psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \quad (3.38)$$

«Сила сопротивления воздуха»:

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2 \quad (3.39)$$

«Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.3».

Таблица 3.3 - «Тяговая сила на ведущих колёсах автомобиля».

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н				
	I	II	III	IV	V
955	7542,856	3958,973	2868,176	1885,71	1491,1
1461	7883,733	4137,886	2997,795	1970,93	1558,49
1967	8109,901	4256,594	3083,796	2027,48	1603,17
2473	8221,363	4315,096	3126,179	2055,34	1625,26
2979	8218,116	4313,392	3124,945	2054,53	1624,65
3479	8100,162	4251,483	3080,092	2025,04	1601,33
3996	7867,5	4129,367	2991,623	1966,88	1555,3
4498	7520,131	3947,045	2859,535	1880,03	1486,68
5004	7058,054	3704,517	2683,83	1764,51	1395,24
5510	6481,269	3401,784	2464,507	1620,32	1281,21
6016	5789,777	3038,845	2201,567	1447,44	1144,59

«Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления».

Таблица 3.4 - «Значения сил сопротивления».

Сила сопротивления на V передаче, Н		
P_B	P_D	P_{Σ}
31,9	184,57	216,47
74,61	191,33	265,94
135,2	200,92	336,12
213,66	213,34	427
310,26	228,63	538,89
424,52	246,72	671,24
556,66	267,63	824,29
706,67	291,37	998,04
875	318,02	1193,02
1060,81	347,43	1408,24
1264,5	379,67	1644,17

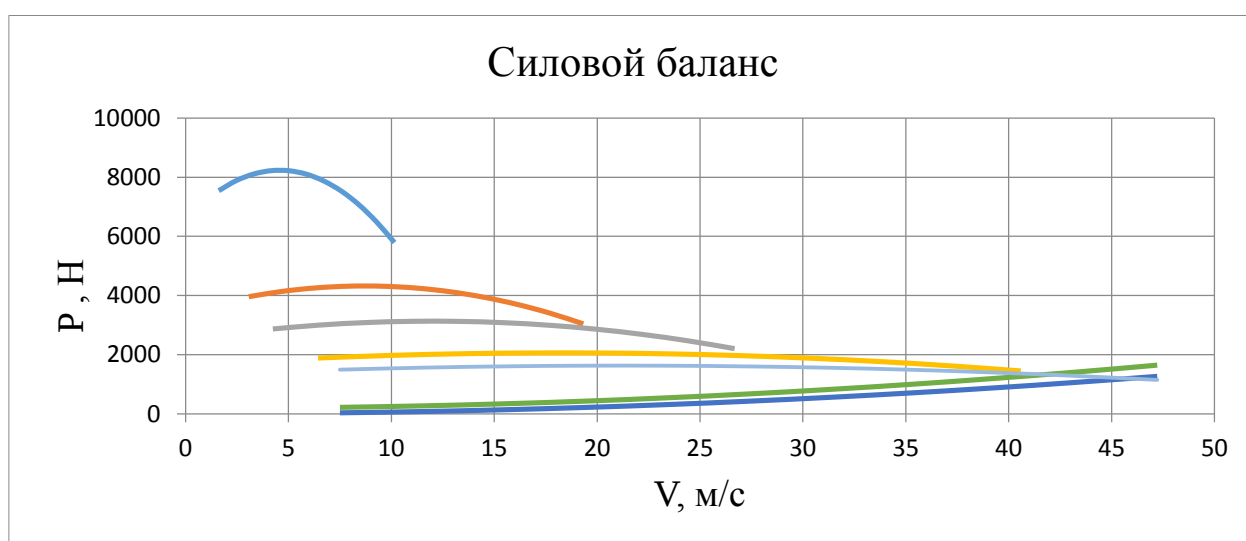


Рисунок 10 - «Тяговый баланс автомобиля».

«Рассчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчётов сведём в таблицу 3.5».

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P _В	V, м/с	P _В	V, м/с	P _В	V, м/с	P _В	V, м/с	P _В
1,61	1,47	3,07	5,34	4,24	10,2	6,44	23,52	7,5	31,9
2,46	3,43	4,69	12,47	6,48	23,81	9,86	55,13	11,47	74,61
3,32	6,25	6,32	22,65	8,73	43,22	13,27	99,86	15,44	135,2
4,17	9,86	7,95	35,84	10,97	68,25	16,69	157,97	19,41	213,66
5,02	14,29	9,57	51,94	13,21	98,96	20,1	229,12	23,39	310,26
5,88	19,61	11,2	71,14	15,46	135,55	23,51	313,45	27,36	424,52
6,73	25,69	12,83	93,35	17,7	177,67	26,93	411,28	31,33	556,66
7,59	32,67	14,45	118,41	19,95	225,71	30,34	522,03	35,3	706,67
8,44	40,4	16,08	146,64	22,19	279,24	33,76	646,36	39,28	875
9,29	48,94	17,71	177,87	24,44	338,74	37,17	783,52	43,25	1060,81
10,15	58,43	19,33	211,9	26,68	403,68	40,59	934,34	47,22	1264,5

Таблица 3.5 –Соппротивление воздуха на каждой передаче.

4.6 Динамическая характеристика автомобиля

«Динамический фактор на соответствующей передаче»:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (3.40)$$

где « P_B — сила сопротивления воздуха».

« P_T — тяговая сила на ведущих колесах автомобиля».

« G_a — полный вес автомобиля».

«Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче, результаты сведем в таблицу 3.6 ».

Таблица 3.6 – «Динамический фактор на каждой передаче».

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	I	I	II	V		I	I	II	V	V
955	0,5041	0,2643	0,191	0,1245	0,0975	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1461	0,5267	0,2758	0,1988	0,1281	0,0992	0,03	0,03	0,03	0,031	0,032
1967	0,5417	0,283	0,2032	0,1288	0,0981	0,03	0,03	0,031	0,032	0,033
2473	0,5489	0,286	0,2044	0,1268	0,0944	0,03	0,031	0,031	0,034	0,035
2979	0,5484	0,2849	0,2023	0,122	0,0879	0,03	0,031	0,032	0,036	0,038
3486	0,5401	0,2794	0,1968	0,1144	0,0787	0,03	0,031	0,033	0,038	0,041
3992	0,5242	0,2698	0,1881	0,104	0,0668	0,03	0,032	0,034	0,04	0,044
4498	0,5005	0,2559	0,1761	0,0908	0,0521	0,03	0,033	0,036	0,043	0,048
5004	0,4691	0,2378	0,1607	0,0747	0,0348	0,031	0,033	0,037	0,046	0,052
5510	0,43	0,2155	0,1421	0,0559	0,03	0,031	0,034	0,038	0,05	0,057
6016	0,3831	0,189	0,1202	0,0343	0	0,031	0,035	0,04	0,054	0,063

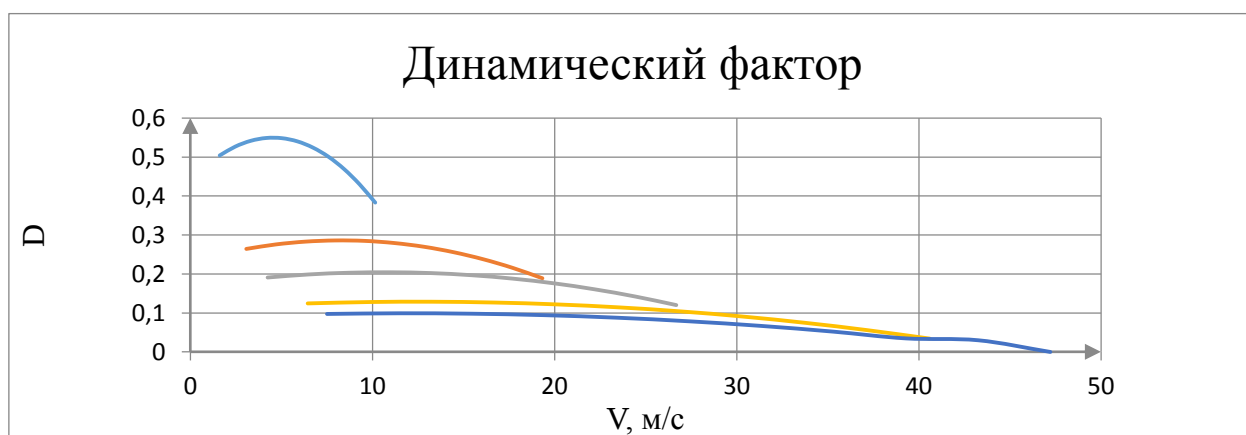


Рисунок 11– «Динамический фактор».

4.7 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге ($i=0$) с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия и буксования ведущих колес»[23].

«Ускорение находят из выражения»[23]:

$$J = \frac{(D-f) \times g}{\delta_{вр}} \quad (3.41)$$

где « $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс».

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \times \eta_{тр} \times U_{тр} + I_K) \times g}{G_a \times r_K^2} \quad (3.42)$$

где « I_M – момент инерции вращающихся частей двигателя».

« $U_{тр} = U_0 \cdot U_K$ – передаточное число трансмиссии».

« I_K – суммарный момент инерции ведущих колес».

«Определим коэффициент вращающихся масс по формуле»:

где, « $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс колес принимаем равным 1»[23].

«Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче, результаты сведем в таблицу 3.7»[23]:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right). \quad (3.43)$$

$$f_0 = 0,005 \quad (3.44)$$

Таблица 3.7 – «Коэффициент сопротивления качению каждой передачи»[23].

n, об/мин	I	II	III	IV
20	0,005	0,005	0,005	0,005
40	0,005	0,005	0,005	0,005
60	0,005	0,005	0,005	0,005
80	0,005	0,005	0,005	0,005
100	0,005	0,005	0,005	0,005

«Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу 3.8».

n, об/мин	Ускорение на передачи м/с ² :				
	I	II	III	IV	V
955	2,724	1,87	1,382	0,853	0,616
1461	2,854	1,961	1,449	0,885	0,632
1967	2,94	2,018	1,487	0,892	0,622
2473	2,981	2,042	1,497	0,874	0,588
2979	2,978	2,034	1,479	0,831	0,529
3486	2,931	1,99	1,432	0,762	0,446
3992	2,839	1,913	1,358	0,669	0,338
4498	2,703	1,803	1,255	0,55	0,204
5004	2,523	1,658	1,123	0,405	0,047

5510	2,299	1,481	0,964	0,236	0,004
6016	2,029	1,27	0,776	0,042	0

Таблица 3.8 – «Ускорения автомобиля на каждой передаче»[23].

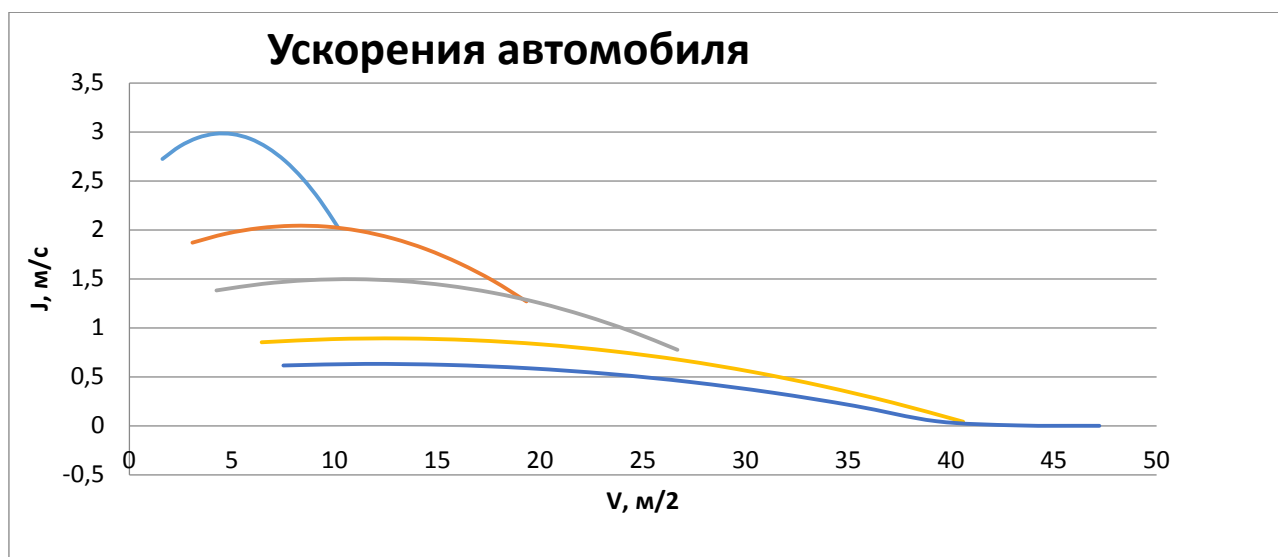


Рисунок 12 – «Ускорения автомобиля».

«Рассчитаем обратные ускорения»[23]:

«Поскольку при скоростях близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью» $V = (0,8 \dots 0,9) V_{\max}$. Полученные значения сведём в таблицу 3.9»[23].

Величина, обратная ускорению на передаче, c^2/m :				
I	II	III	IV	V
0,314	0,432	0,582	0,834	1,119
0,3	0,413	0,558	0,804	1,087
0,291	0,402	0,544	0,791	1,085
0,288	0,397	0,539	0,794	1,112
0,288	0,398	0,544	0,816	1,172
0,292	0,406	0,557	0,855	1,279
0,301	0,42	0,582	0,921	1,456

0,316	0,442	0,62	1,025	1,761
0,337	0,476	0,678	1,189	2,347
0,368	0,525	0,765	1,471	3,846
0,414	0,598	0,901	2,028	14,493

Таблица 3.9 – Обратные ускорения.

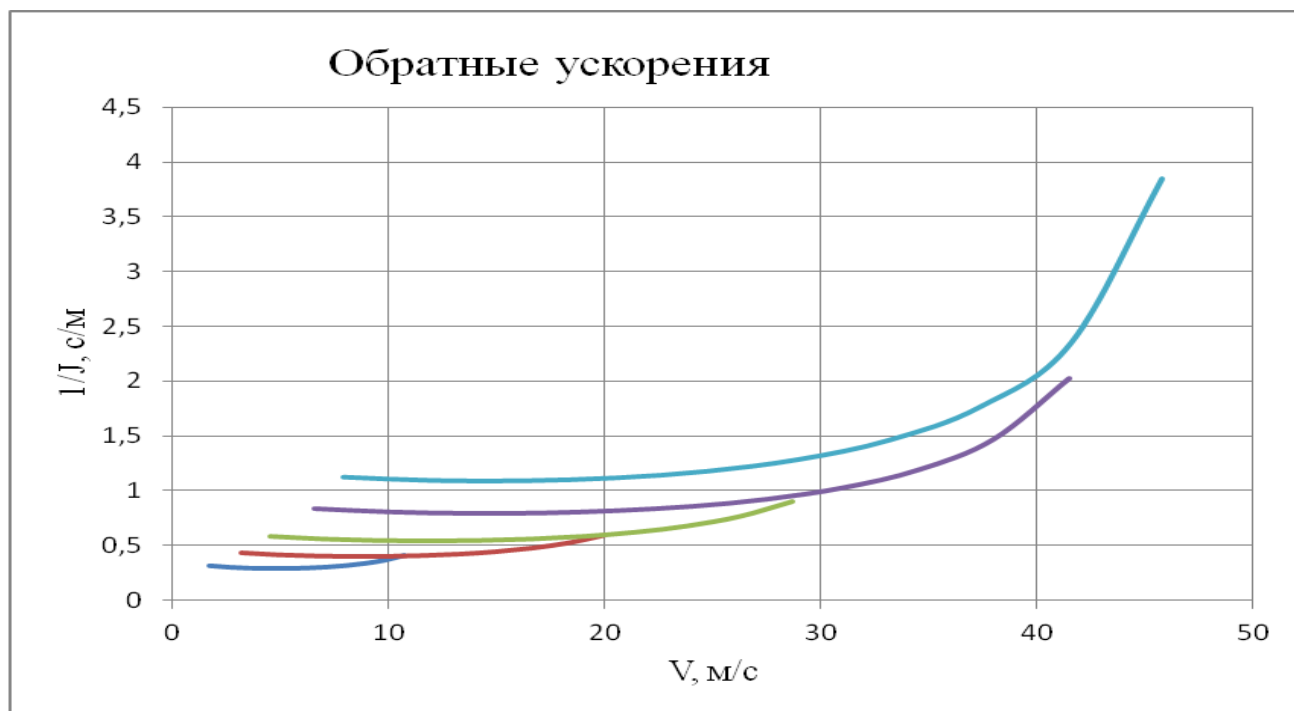


Рисунок 12 – «Обратные ускорения автомобиля».

4.8 Время и путь разгона автомобиля

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом»[23].

«Интегрирование заменяем суммой конечных величин»[23].

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times dV \approx \left(\frac{1}{j_{cp}} \right)_2 \times (V_2 - V_1) \quad (3.45)$$

$$V_{min} = 0,047 \text{ мс} \quad (3.46)$$

$$V_{max} = 0,652 \text{ мс} \quad (3.47)$$

$$0,652-0,047=0,605 \quad (3.48)$$

$$0,605/4=0,15 \quad (3.49)$$

«Определим из графика обратных ускорений величину $1/J$, а результаты сведем в таблицу 3.10»[23].

Таблица 3.10 –«Соотношение диапазона скоростей и времени к величине $1/J$ ».

V	t	1/J
0	0	0
1,4	1,472	0,32
6	3,122	0,33
11	5,122	0,4
16	7,672	0,51
21	9,792	0,53
25	13,092	0,66
30	18,542	1,09
35	25,042	1,3
40	33,442	2,1
44	43,442	2,5

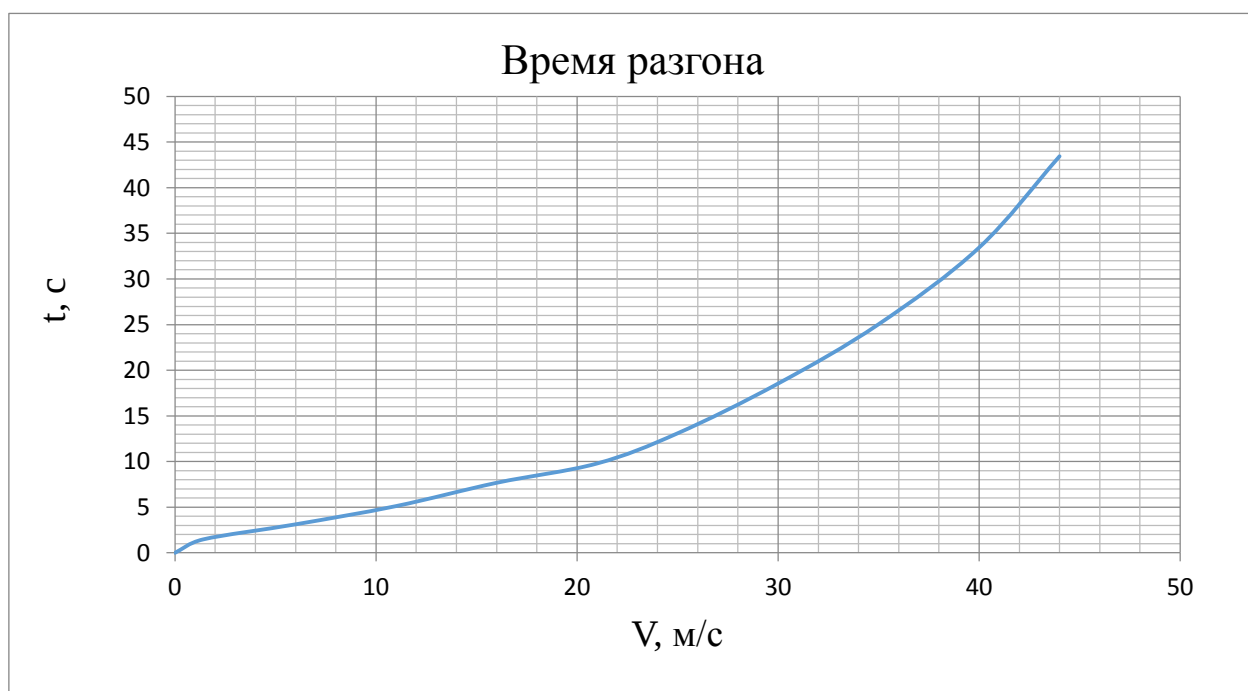


Рисунок 13 – «Путь разгона».

$$v_{cp} = \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ м/с}$$

(3.50)

$$v_{cp} = \frac{(0,35-0,15)}{2} + 0,15 = 0,25 \text{ м/с}$$

(3.51)

$$v_{cp} = \frac{(0,55-0,35)}{2} + 0,35 = 0,45 \text{ м/с}$$

(3.52)

« t возьмем из таблицы 3.10».

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t.$$

(3.53)

Таблица 3.11 – «Соотношение диапазона скоростей и времени к величине S ».

V, м/с	ΔS	S
0	0	0
1,4	1,0304	1,0304
6	6,105	7,1354
11	17	23,105
16	34,425	51,425
21	39,22	73,645
25	75,9	115,12
30	149,875	225,775
35	211,25	361,125
40	315	526,25
44	420	735

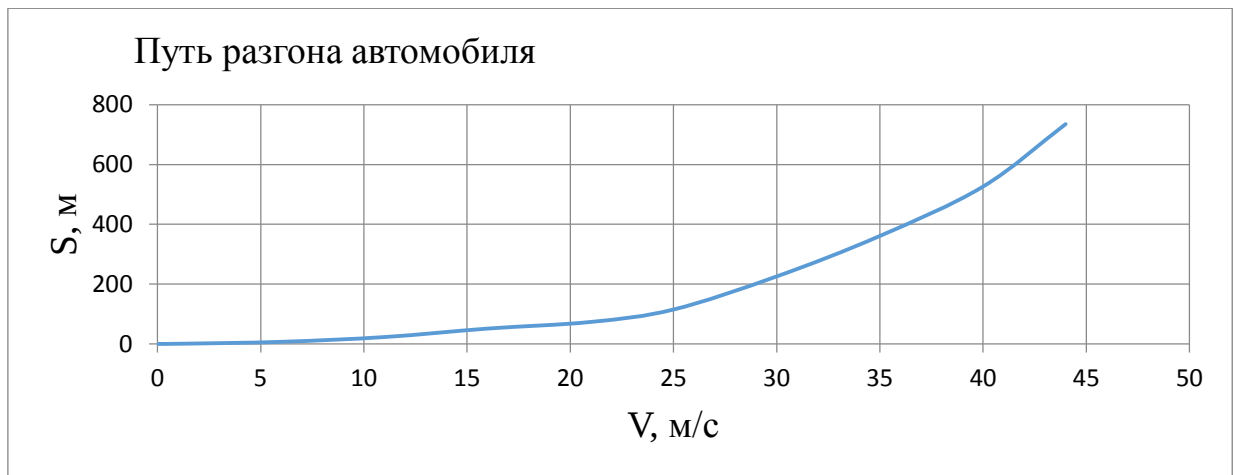


Рисунок 14 – Путь разгона.

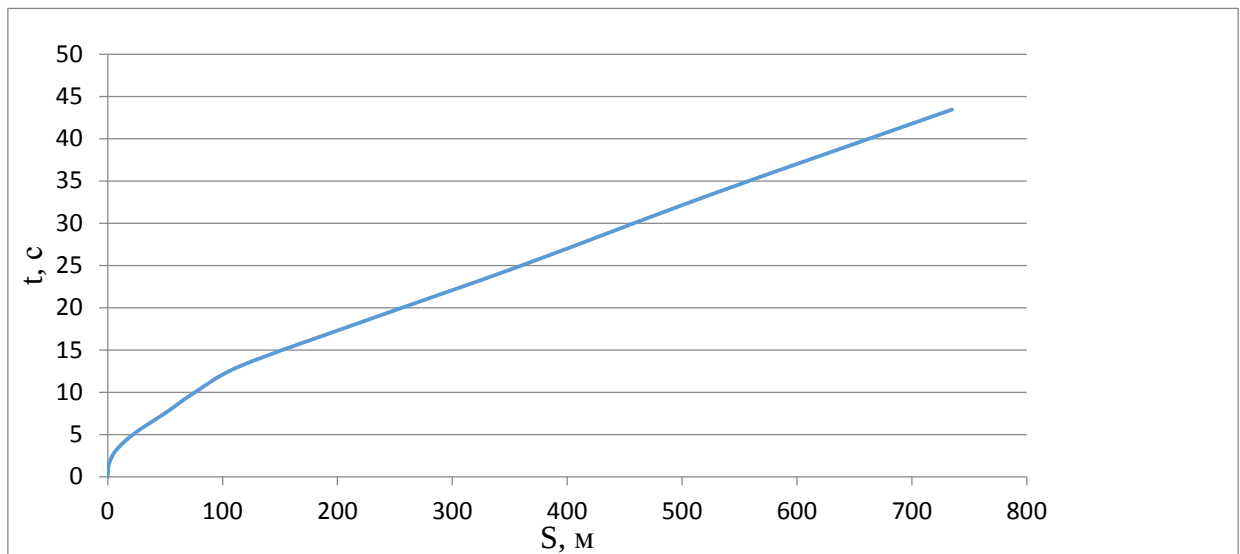


Рисунок 15 – Время разгона.

4.9 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса рассчитываем по формуле 3.54:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и} \quad (3.54)$$

Где N_T –тяговая мощность, или мощность подводимая к ведущим колесам;

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

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

сопротивлению качения колес;

$N_{\pi} = P_{\pi} \cdot V$ — мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_{\text{в}} = P_{\text{в}} \cdot V$ — мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуху;

$N_{\text{и}} = P_{\text{и}} \cdot V$ — мощность, затраченная на преодоление силы» «сопротивления инерции;

$N_{\text{д}} = P_{\text{д}} \cdot V = N_{\text{ф}} + N_{\pi}$ — мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Составим таблицу».

Таблица 3.12-Мощностной баланс

$v, \text{м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_{\text{е}}, \text{кВт}$	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75145,1
$N_{\text{м}}, \text{кВт}$	13574,34	29135,65	44754,80	58495,54	68428,33	72618,33	69133,49
$N_{\text{е}}, \text{кВт}$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,16	31415,55	49901,44
$N_{\text{д}}, \text{кВт}$	1272,32	2756,48	4771,05	7209,29	10602,13	14631,16	20038,08
$N_{\text{е}} + N_{\text{д}}$	1415,18	3927,94	8692,64	16523,77	28781,29	46046,71	69939,52
$(N_{\text{е}} + N_{\text{д}})/N_{\text{м}}$	0	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01

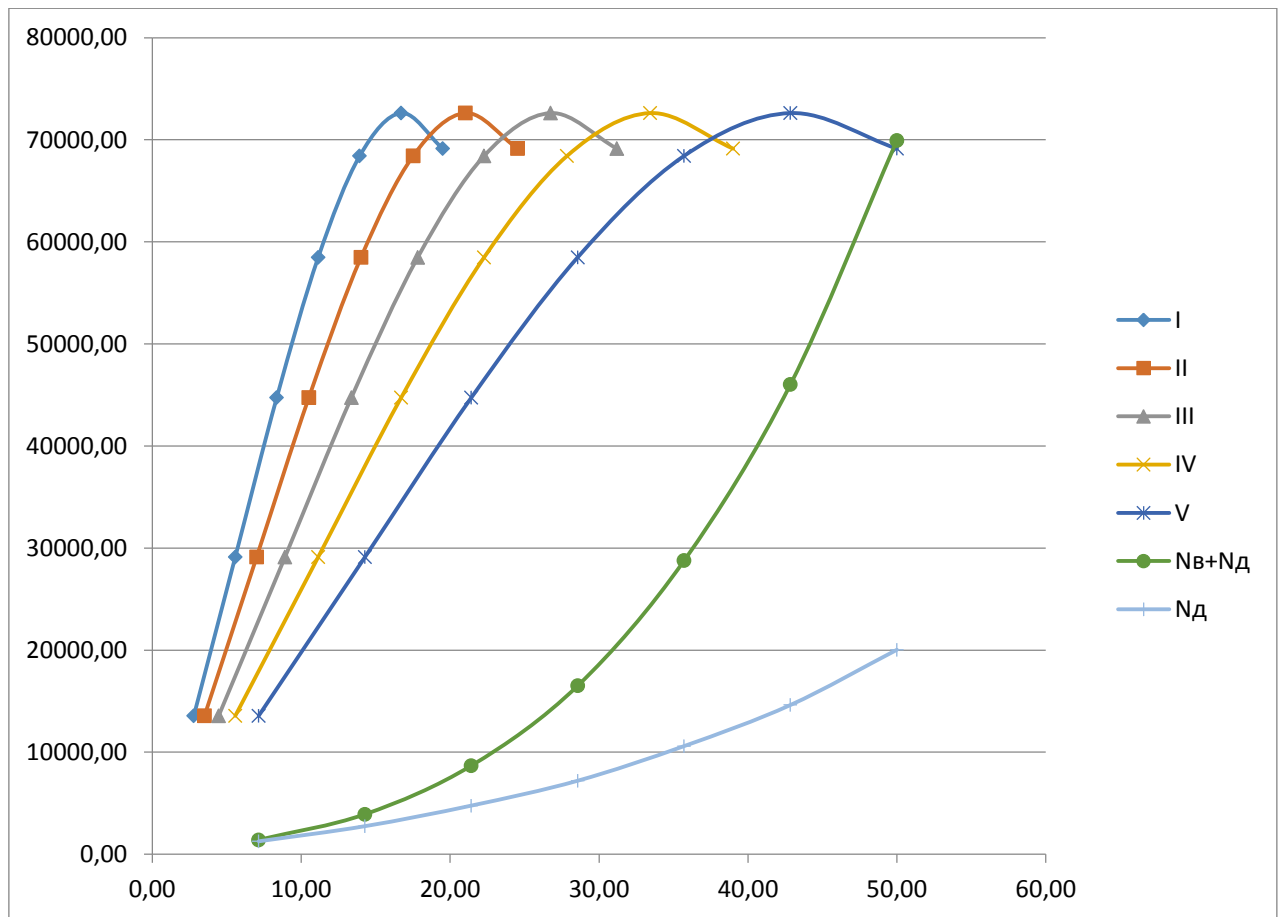


Рисунок 16-Мощностной баланс автомобиля

4.10 Топливоно-экономическая характеристика

$$q_{\Pi} = \frac{k_{\text{СК}} \cdot k_{\text{и}} \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{и}}) \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{тр}}} \quad (3.55)$$

«Где $k_{\text{СК}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от ω ;

$k_{\text{и}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от N ;

g_{emin} — минимальный эффективный расход топлива (принимается равным 340 г/кВт ч);

ρ_T — плотность топлива (принимается равной 0,72 кг/л).

Коэффициенты $k_{ск}$ и $k_{и}$ определяем по графикам».

Таблица 3.13 – Топливо-экономическая характеристика

$V, \text{ м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
ω_e/ω_N	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
$k_{ск}$	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_e + N_o)/N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
k_u	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
q_n	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35

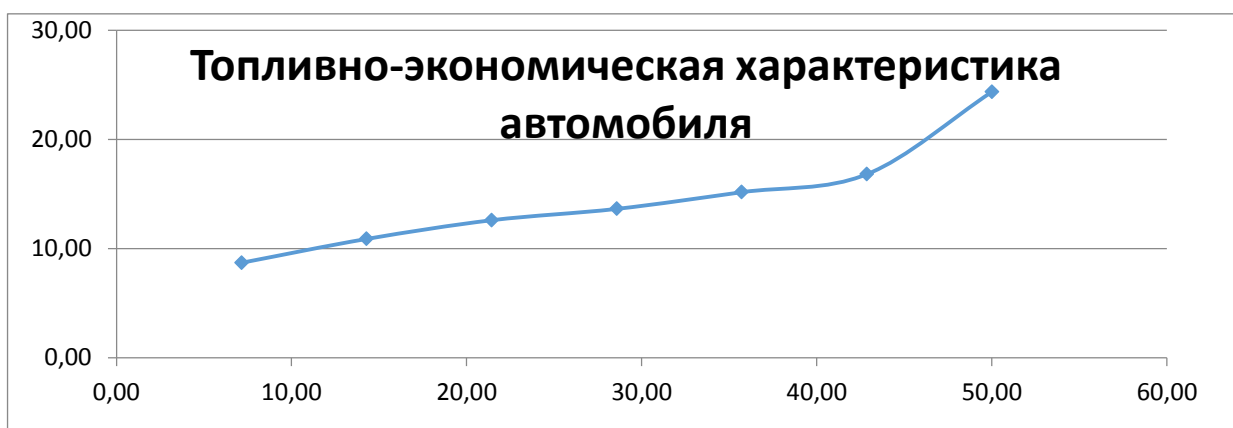


Рисунок 17-Топливо-экономическая характеристика автомобиля

5 Обеспечение безопасности на слесарном участке механосборочного экспериментального производства

5.1 Меры безопасности при работе на стенде для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов.

Стенд предназначен для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов. Для работы на стенде необходимы следующие предметы: манометр, вакуумный компрессор, вакуумометр.

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

А) Стенд:

– Перед началом работы проверить исправность всех механизмов, с помощью которых создается вакуум в баллоне.

– Проверить правильность установки педали тормоза. Она должна быть закреплена и свободно перемещаться.

– Проверить количество жидкости в бочке с тормозной жидкостью. Она должна быть на уровне риски «норма».

Б) Компрессор для создания вакуума.

Проверить провод компрессора на предмет повреждения, включить компрессор в розетку и создать разряжение до $0,2 \text{ кгс/см}^2$, отключить компрессор и с помощью манометра сверить показания.

Вредные и опасные производственные формы при работе со стендом

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

- Физические нагрузки при нажатии на педаль.
- Недостаточная освещенность рабочего места.
- Поражение электрическим током.

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

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

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

Вывод по разделу

В рамках раздела «Безопасность при использовании стенда» мною были рассмотрены меры безопасности при подготовке к работе стенда для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов в статичном положении, прибора для снятия измерений, а так же проведен ряд мероприятий по снижению и полному предотвращению производственных травм и приведению в неисправность приборов при работе на стенде.

6 Экономический раздел

«Целью данного раздела является построение и расчет параметров сетевого графика процесса проектирования»[2] данной лабораторной установки, расчет затрат на разработку и изготовление данной лабораторной установки, «а также расходов по ее эксплуатации»[2].

«В состав экономического раздела входят:

- расчет и построение сетевого графика;
- расчет затрат на проведение НИР;
- расчет эксплуатационных расходов;
- расчет экономического эффекта от внедрения результатов НИР»[2].

6.1. Определение содержания и последовательности выполнения научно-исследовательской работы в дипломном проекте.

«В результате проведения дипломного проекта научно-исследовательского направления большое значение уделялось как разработке методики исследования, так и определения последовательности выполнения отдельных этапов. В данном дипломном проекте присуща строго определённая последовательность выполнения различного рода действий на протяжении всего процесса исследования. Поэтому выполнение дипломного проекта проводим по очерёдности и, по возможности смещая и группируя в более крупные по своей величине и значимости части – этапы и стадии исследовательской работы. Проводимый перечень работ дипломного проекта приводим в таблице 5.1. Составленный классификатор работ полностью или частично удовлетворяет требованиям сетевого планирования таким образом, чтобы каждая проведённая самостоятельно работа, указанная в перечне, имела содержание и заканчивалась определённым результатом»[24].

Таблица 5.2 «Приводимый перечень работ при выполнении дипломного проекта научно-исследовательского направления».

Стадии проведения исследований.	Этапы научно-исследовательской работы.	Содержание проводимых работ.
1	2	3
Подготовительная стадия.	Выполнение комплекса подготовительных работ.	1. Составление (получение) задания на НИР.
		2. Анализ состояния вопроса. Литературный поиск.
Теоретическая разработка.	Разработка теоретической части исследования.	3.Изучение устройства тормозной системы.
		4. Изучение назначения тормозной системы.
		5.Меры безопасности при работе на стенде.
Экспериментальные работы.	Разработка чертежей, проведение комплекса экспериментальных работ, расчетов.	6.Тягово-динамический расчет автомобиля
		7.Определение передаточного числа главной передачи
		8.Расчёт внешней скоростной характеристики
		9.Определение передаточных чисел коробки передач
		10.Тяговый баланс автомобиля
		11.Время и путь разгона автомобиля
Заключительная стадия.	Обобщение, выводы и предложения.	12.Оформление результатов исследований.
		13. Написание заключения экономической части.
		14.Написание заключения части о мерах безопасности.
		15.Определение возможности использования результатов исследований в дальнейших разработках.
		16.Написание отчёта (пояснительной записки) к дипломному проекту.

6.2 Определение трудоёмкости и длительности цикла выполнения научно-исследовательской работы (НИР).

«В настоящее время трудоёмкость проведения научно-исследовательской работы (НИР) в большинстве случаев определяется экспериментальным путём или по эмпирическим формулам, полученным и выведенным в результате проведения эксперимента. Основой такого метода определения трудоёмкости является то, что трудоёмкость (НИР) представляется как функция от длительности цикла её проведения и количества участников»[24].

$$T = f(D_{\text{ц}} \times P), \quad (5.1)$$

где $D_{\text{ц}}$ – длительность цикла выполнения научно-исследовательской работы, дни;

P – количество участников, участвующих при выполнении НИР.

«Определение трудоёмкости выполнения каждой работы проводим на основании системы экспериментальных оценок и, как правило, методе трёх оценок (T_{min} , T_{max} , $T_{\text{ож}}$). Одновременно производим распределение исполнителей по всем видам работ и определение длительности цикла выполнения этапов и всей работы с учётом принятой численности исполнителей.

Ожидаемую трудоёмкость при выполнении каждой работы ($T_{\text{ож}}$) определяем по формуле:

$$T_{\text{ож}} = (3T_{\text{min}} + 2T_{\text{max}})/5, \quad (5.2)$$

где T_{min} – оптимистическая оценка трудоёмкости;

T_{max} – пессимистическая оценка трудоёмкости.

Ожидаемая трудоёмкость выполнения каждого этапа определяется как сумма трудоёмкости выполнения входящих в данный этап работ.

Зная ожидаемую трудоёмкость выполнения работ и этапов, определяем длительность цикла их выполнения с учётом численности задействованных исполнителей по формуле:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{ож}}/P, \quad (5.3)$$

Количество исполнителей, задействованных в проведении научно-исследовательской работы, принимаем равным $P = 3$ человека»[24].

Результаты расчётов представим в виде таблицы 12.2.

Таблица 5.3 Расчёт трудоёмкости и длительности цикла выполнения НИР.

№ этапов.	№ работ.	Трудоёмкость выполнения работ, дней.			Численность работников.				Длительность выполнения работ и этапов с учётом численности работников, дней.
		min	max	ож	Р _у ков. проекта	Преподаватели других кафедр	Студент	Итого	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	7	4	1		1	2	2
	2	8	3	0	1		1	2	5
Итого				4					7
2	3	8	3	0	1		1	2	5
	4	2	7	4	1		1	2	2
	5	1	4,5	2		1	1	2	1
Итого				6					8
3		0	5	2	1		1	2	6
	7	2	7	4	1		1	2	2
	8	2	7	4	1		1	2	2
	9	2	7	4	1		1	2	2
	0	2	7	4	1		1	2	2
	1	1	4,5	2		1	1	2	1
Итого				0					15

Продолжение таблицы 5.3

4	2	2	7	4	1		1	2	7
	3	1	4,5	2		1	1	2	1
	4	1	4,5	2		1	1	2	1
	5	0	5	2	1		1	2	6
	6	8	3	0			1	1	10
Итого				0					25
Всего				00					55

«В нашем случае ожидаемая трудоёмкость выполнения всего комплекса научно-исследовательских работ составляет 55 человеко-дней и длительность цикла выполнения проекта с учётом численности исполнителей составляет 53 дня.

Для разработки сетевого графика необходимо предварительно составить перечень событий и работ таблица 5.4»[24].

Таблица 5.4 Перечень событий и работ по выполнению НИР.

№ событий	Наименование работ и событий	Шифр работ	Продолжительность работ, дни
0	Решение о выполнении научно-исследовательской работы принято.		
1	Составление (получение) задания на НИР.	0-1	2
2	Анализ состояния вопроса, литературный поиск.	0-2	5
3	Изучение устройства тормозной системы.	2-3	5
4	Изучение назначения тормозной системы.	3-4	2
5	Меры безопасности при работе на стенде.	4-5	1
6	Тягово-динамический расчет автомобиля	4-6	6
7	Определение передаточного числа главной передачи	5-7	2
8	Расчёт внешней скоростной характеристики	7-8	2
9	Определение передаточных чисел коробки передач	8-9	2
10	Тяговый баланс автомобиля	8-10	2
11	Время и путь разгона автомобиля	10-11	1
12	Оформление результатов исследований	11-12	7
13	Написание заключения экономической части.	12-13	1
14	Написание заключения части о мерах безопасности.	12-14	1
15	Определение возможности использования результатов исследований в дальнейших разработках.	13-15	6
16	Написание отчёта (пояснительной записки) к дипломному проекту.	15-16	10

6.3 Расчёт ранних сроков свершения событий до оптимизации сетевого графика.

Расчёт ранних сроков свершения события

$$T_{pi+1} = T_{pi} + D_{i-(i+1)} \quad (5.4)$$

$$T_{p1} = T_{p0} + D_{0-1} = 0 + 2 = 2$$

$$T_{p2} = T_{p1} + D_{0-2} = 0 + 5 = 5$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{p3}^1 = T_{p1} + D_{1-3} = 2 + 0 = 2 \\ T_{p3}^2 = T_{p2} + D_{2-3} = 5 + 5 = 10 \end{array} \right\} \max \Rightarrow 10$$

$$T_{p4} = T_{p3} + D_{3-4} = 10 + 2 = 12$$

$$T_{p5} = T_{p4} + D_{4-5} = 12 + 1 = 13$$

$$T_{p6} = T_{p4} + D_{4-6} = 12 + 6 = 18$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{p7}^1 = T_{p5} + D_{5-7} = 13 + 2 = 15 \\ T_{p7}^2 = T_{p6} + D_{6-7} = 18 + 0 = 18 \end{array} \right\} \max \Rightarrow 18$$

$$T_{p8} = T_{p7} + D_{7-8} = 18 + 2 = 20$$

$$T_{p9} = T_{p8} + D_{8-9} = 20 + 2 = 22$$

$$T_{p10} = T_{p8} + D_{8-10} = 20 + 2 = 22$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{p11}^1 = T_{p9} + D_{9-11} = 22 + 0 = 22 \\ T_{p11}^2 = T_{p10} + D_{10-11} = 22 + 1 = 23 \end{array} \right\} \max \Rightarrow 23$$

$$T_{p12} = T_{p11} + D_{11-12} = 23 + 7 = 30$$

$$T_{p13} = T_{p12} + D_{12-13} = 30 + 1 = 31$$

$$T_{p14} = T_{p12} + D_{12-14} = 30 + 1 = 31$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{p15}^1 = T_{p13} + D_{13-15} = 31 + 6 = 37 \\ T_{p15}^2 = T_{p14} + D_{14-15} = 31 + 0 = 31 \end{array} \right\} \max \Rightarrow 37$$

$$T_{p16} = T_{p15} + D_{15-16} = 37 + 10 = 47$$

Расчёт поздних сроков свершения события.

$$T_{ni+1} = T_{ni} - D_{i-(i-1)} \quad (5.5)$$

$$T_{n15} = T_{n16} - D_{16-15} = 47 - 10 = 37$$

$$T_{n14} = T_{n15} - D_{15-14} = 37 - 0 = 37$$

$$T_{n13} = T_{n15} - D_{15-13} = 37 - 6 = 31$$

$$\left. \begin{array}{l} T'_{n12} = T_{n14} - D_{14-12} = 37 - 1 = 36 \\ T''_{n12} = T_{n13} - D_{13-12} = 31 - 1 = 30 \end{array} \right\} \min \Rightarrow 30$$

$$T_{n11} = T_{n12} - D_{12-11} = 30 - 7 = 23$$

$$T_{n10} = T_{n11} - D_{11-10} = 23 - 1 = 22$$

$$T_{n9} = T_{n11} - D_{11-9} = 23 - 0 = 23$$

$$\left. \begin{array}{l} T'_{n8} = T_{n10} - D_{10-8} = 22 - 2 = 20 \\ T''_{n8} = T_{n9} - D_{9-8} = 23 - 2 = 21 \end{array} \right\} \min \Rightarrow 20$$

$$T_{n7} = T_{n8} - D_{8-7} = 20 - 2 = 18$$

$$T_{n6} = T_{n7} - D_{7-6} = 18 - 0 = 18$$

$$T_{n5} = T_{n7} - D_{7-6} = 18 - 8 = 18$$

$$\left. \begin{array}{l} T'_{n4} = T_{n6} - D_{6-4} = 18 - 6 = 12 \\ T''_{n4} = T_{n5} - D_{5-4} = 18 - 1 = 17 \end{array} \right\} \min \Rightarrow 12$$

$$T_{n3} = T_{n4} - D_{4-3} = 12 - 2 = 10$$

$$T_{n2} = T_{n3} - D_{3-2} = 10 - 5 = 5$$

$$T_{n1} = T_{n2} - D_{2-0} = 5 - 0 = 5$$

$$\left. \begin{array}{l} T'_{n0} = T_{n2} - D_{2-0} = 5 - 5 = 0 \\ T''_{n0} = T_{n1} - D_{1-0} = 5 - 2 = 3 \end{array} \right\} \min \Rightarrow 0$$

Определяем резервы событий.

$$R_i = T_{ni} - T_{pi} \quad (5.6)$$

Длительность путей:

$T_1 = 47$ – критический (max).

$T_2 = 0 - 1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9 - 11 - 12 - 14 - 15 - 16 =$

$= 2 + 0 + 2 + 6 + 0 + 2 + 2 + 0 + 7 + 1 + 0 + 10 = 32$ – не напряжённый.

$$T_{opt} = \frac{47 + 32}{2} = 39,5$$

Таблица 5.5 Этапы оптимизации.

Путь.	Длительность	I этап.		II этап.		III этап.		IV этап.		V этап.		VI этап.	
		Изм.	Резул.	Изм.	Резул.	Изм.	Резул.	Изм.	Резул.	Изм.	Резул.	Изм.	Резул.
T ₁	47	-3	44	-1,25	42,75	-0,5	42,25	-0,25	42	-1	41	-1,5	39,5
T ₂	32	+3	35	+1,25	36,25	+0,5	36,75	+0,25	37	+1	38	+1,5	39,5

I этап: с 0-2 на 0-1 => 3 дня.

II этап: с 2-3 на 0-1 => 1,25 дня.

III этап: с 4-5 на 4-6 => 0,5 дня.

IV этап: с 5-7 на 4-6 => 0,25 дня.

V этап: с 10-11 на 8-9 => 1 день.

VI этап: с 12-13 на 12-14 => 1,5 дня.

Строится новый оптимизационный график с изменённым временем.

Сетевой график

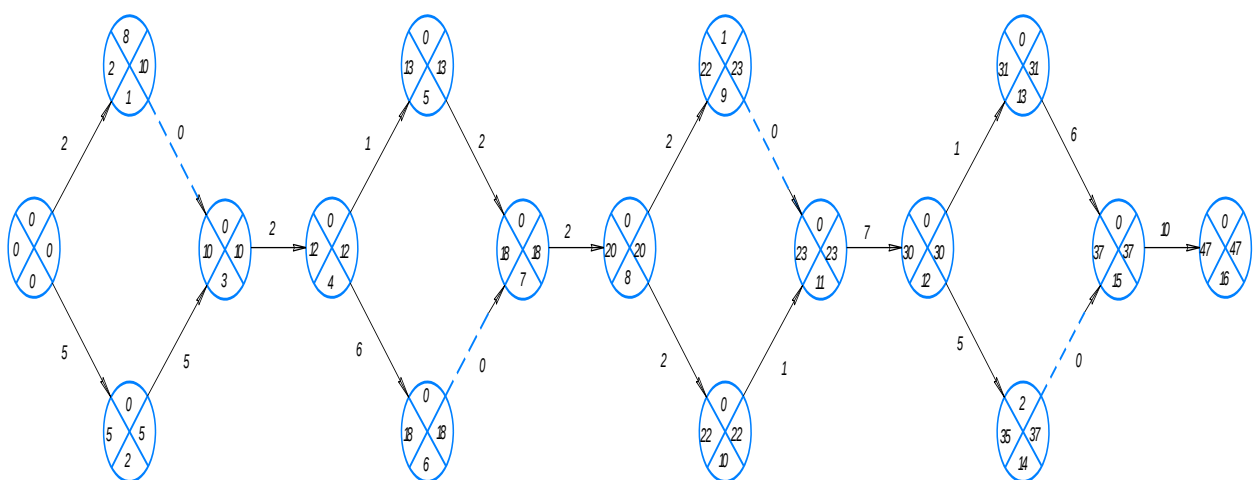


Рисунок 18-Сетевой график

Сетевой график(оптимизированный)

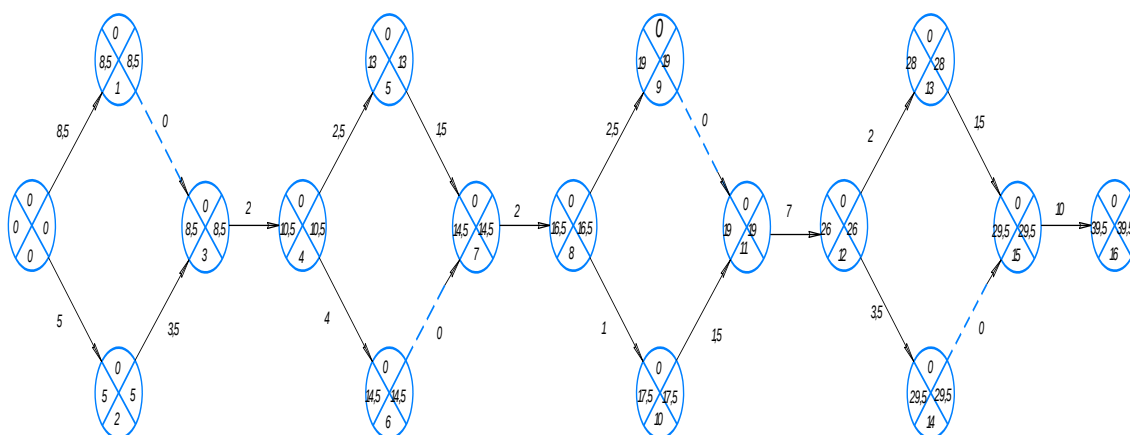


Рисунок 19-Сетевой график (оптимизированный)

6.4 Определение затрат на НИР.

Состав исполнителей по каждой теме проекта определяется штатным расписанием, в котором одновременно рассматривается и фонд заработной платы исполнителей (Таблица 5.6).

Таблица 5.6 Штатное расписание исполнителей и расчёт фонда заработной платы.

Наименование должностей.	Численность (чел.).	Средняя ставка (руб.).	Количество отработанных часов.	Сумма заработной платы (руб.).
Руководитель проекта	1	112	246	27552
Преподаватель по экономике	1	112	1	112
Преподаватель по БЖ	1	112	1	112
Студент.	1	37	330	12210
Итого:				39986

Определим сумму заработной платы для каждого исполнителя дипломного проекта по формуле:

$$З_{пл} = C_c \times D_{ф} \quad (5.7)$$

где $D_{ф}$ – фактически отработанное количество часов.

«Затраты на проведение НИР в нашем случае состоят из текущих затрат на проведение исследований.

Основные текущие затраты на проведение НИР определим по формуле:

$$C_{НИР} = З_{пл} + H_{зпл} + M + P_{э} + P_{а}, \text{ руб.}; \quad (5.8)$$

где $З_{пл}$ – затраты на заработную плату принимаем согласно (таблице 5.5), руб.;

$H_{зпл}$ – отчисления на социальное страхование, принимаем как (30,2% к заработной плате);

$P_{э}$ – стоимость потребляемой электроэнергии, руб.»[24];

Таблица 5.7 Произведем расчет затрат на НИР:

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	Источник информации
1	Тариф платы за электроэнергию	$C_{\text{э}}, \text{руб.}/\text{кВт}$	3,02	
2	Коэффициент отчисления на социальные нужды	K_c	0,302	
3	Установленная мощность электрического прибора	$M_y, \text{кВт.}$	10	Паспорт станка
4	Коэффициент использования токоприёмников по мощности	K_m	0,95	Паспорт станка
5	КПД электродвигателя	η	0,65	Паспорт станка

Затраты на проведение эксперимента:

Затраты на электроэнергию определим по формуле:

$$P_{\text{э}} = [(M_y \times K_m \times T_m \times n) / (\eta \times 60)] \times C_{\text{э}}, \text{руб.}; \quad (5.9)$$

где n – число экспериментов ($n = 5$);

M_y – установленная мощность, кВт ($M_y = 10$ кВт);

K_m – коэффициент использования токоприёмников по мощности ($K_m = 0,95$);

T_m – машинное время на один эксперимент ($T_m = 8$ ч.);

η – КПД электродвигателя ($\eta = 0,65$);

$\Pi_э$ – цена за один киловатт электроэнергии ($\Pi_э = 3,02$ р.).

Затраты на электроэнергию равны:

$$P_э = [(10 \times 0,95 \times 8 \times 5) / (0,65 \times 60)] \times 3,02 = 29,4 \text{ руб.}$$

6.5 Заключение экономической части

Таблица 5.8 Смета затрат на выполнение НИР.

Наименование статей затрат.	Сумма, р.	Процент к общему итогу.
Затраты на заработную плату.	39986	76,7
Отчисления на социальное страхование.	7612,2	23,2
Затраты на электроэнергию.	29,4	0,1
Итого:	47627,6	100

Вывод по разделу

В данном разделе идет построение и расчет параметров сетевых графиков, расчет затрат на установку и расходы ее эксплуатации.

Заключение

В данном дипломном проекте, была модернизирована лабораторная установка, для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов.

В разделе «Основные понятия и определения» была рассмотрена история развития тормозной системы автомобиля, а так же классификация тормозов автомобиля.

В разделе «Тягово-динамический расчет» мы получили значения, которые помогли нам рассчитать скорость, время и путь разгона легкового автомобиля.

В разделе «Обеспечение безопасности на слесарном участке механосборочного экспериментального производства» были рассмотрены меры безопасности при работе на стенде для определения статической характеристики гидровакуумного усилителя тормозов.

В разделе «Экономический раздел» происходит построение и расчет параметров сетевого графика а так же процесса проектирования данной лабораторной установки, определение трудоемкости и длительности цикла выполнения научно-исследовательской работы, расчет затрат на разработку и изготовление данной лабораторной установки, а также расходов по ее эксплуатации.

Данная установка, будет использоваться в учебных целях на кафедре Проектирование и эксплуатация автомобилей» института машиностроения Тольяттинского Государственного Университета.

В заключении можно сделать следующий вывод: предлагаемая модернизация стенда для испытаний гидравлического усилителя тормозов легкового автомобиля положительно сказывается на характеристику тормозной системы автомобиля.

Список используемых источников

1. «BOSCH. Автомобильный справочник»; М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004г. – 88 с.
2. «Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Мн.: «Вышэйшая школа», 1987г. – 101 с.
3. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Альянс, - 2014. – 25 с.
4. Артоболевский И.И. «Теория механизмов и машин», Издательство «Наука», Москва, 1988. – 78 с.
5. Богатырев А.В., Есеновский-Лашков Ю.К., Насоновский М.Л., Чернышев В.А.: «Автомобили»; М. : «КолосС», 2004г. – 56 с.
6. Боровских Ю.И., Кленников М.В., Сабинин А.А.: «Устройство автомобиля»; М. : «Высшая школа», 1983г. – 144 с.
7. Вахламов В.К.: «Автомобили: Конструкция и элементы расчета»; М.: ИЦ «Академия», 2006г. – 10 с.
8. Вахламов В.К.: «Автомобили: Основы конструкции»; М. : ИЦ «Академия», 2008г. – 133 с.
9. Вахламов В.К.: «Автомобили: Эксплуатационные свойства»; М. : ИЦ «Академия», 2006г. – 12 с.
10. Вишняков Н.Н., Вахламов В.К., Нарбут А.Н., Шлиппе И.С., Островцев А.Н.: «Автомобиль. Основы конструкции»; М. : «Машиностроение», 1986г. – 101 с.
11. Гуськов, В.В. Многоцелевые машины / В.В. Гуськов – М.: НИЦ Инфра-М, - 2012. – 50 с.
12. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; М. : ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г. – 73 с.
13. Иванов А.М., Солнцев А.Н.; Гаевский В.В.: «Основы конструкции

автомобиля»; М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005г. – 24 с.

14. Коловский, М.З. Теория механизмов и машин / М.З. Коловский – М.: ИЦ Академия,- 2013. – 10 с.

15. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М : МАМИ, 2000г. – 39 с.

16. Косенков А.А.: «Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей»; Ростов н/Д: «Феникс», 2003г. – 85 с.

17. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; М. : «Машиностроение», 1984г. – 44 с.

18. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К.: «Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета»; М. : «Машиностроение», 1989г. – 91 с.

19. Передерий В.П.: «Устройство автомобиля»; М. : ИД «ФОРУМ»: «ИНФРА-М», 2008г. – 46 с.

20. Смелягин А.И. «Структура механизмов и машин», Издательство «Высшая школа», Москва, 2006. – 51 с.

21. Смелягин «Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование: Учебное пособие», Издательство «НГТУ», Новосибирск, 2008. – 95 с.

22. «Тормозные системы легковых автомобилей»; сост. Деревянко В.А.; М. : «Петит», 2001г. – 87 с.

23. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г. – 35 с.

24. Черемисин А.С.: «Разработка технологических процессов сборки в автостроении. Методические указания к технологической части дипломного проекта для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г. – 67 с.

25. John, W. Machine theory / W. John – Inglis Charles, - 1989.

26. Dearholt, J. D. Career Paths Mechanics / J. D. Dearholt, - Express Publishing, 2012.

27. Duffy, J. E. Modern Automotive Technology / J. E. Duffy, - Liberty Publishing House, 2014.
28. Schnubel, M. Automotive Suspension and Steering Systems / M. Schnubel, - Express Publishing, 2013.
29. Ellis, J.R. Stock car racing engine technology / J.R. Ellis – Watts, - 2007.

Приложение А

Спецификация

[illegible]