

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал Федерального Государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Автомобилестроение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, _____
(должность)

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент*

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2018 г.

Диагностический стенд для проверки сход-развала легкового автомобиля
под нагрузкой

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ–23.05.01.2018.300.ВКП

Консультант, *к.э.н.*
Экономическая часть

Н.С. Комарова

_____ 2018 г.

Руководитель, *ведущий инженер*
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

М.И. Абрамов

_____ 2018 г.

Консультант, *к.т.н., доцент*
Безопасность жизнедеятельности

В.В. Краснокутский

_____ 2018 г.

Автор
студент группы *МиМс-656*

И.В. Шаленый

_____ 2018 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер*
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

М.И. Абрамов

_____ 2018 г.

Миасс, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	9
1.1 Сход – развал колес автомобиля	9
1.2 Параметры при регулировке колес автомобиля	12
1.2.1 Развал (Camber)	14
1.2.2 Схождение (Тое)	15
1.2.3 Поперечный наклон шкворня (King pin)	18
1.2.4 Плечо обкатки	18
1.3 Анализ производителей стендов сход – развала легковых автомобилей	20
1.3.1 Техно Вектор 4216 (Россия)	20
1.3.2 АМД КДС-5К (Россия)	22
1.3.3 Hofmann GEOLINER 550 PRISM (Германия)	25
1.3.4 Hunter PA130/17L-504 (США)	27
1.3.5 Выбор прототипа	29
Выводы по разделу один	29
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	30
2.1 Исходные данные	30
2.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя	31
2.3 Определение скорости движения и тяговой характеристика автомобиля	32
2.4 Расчет сил, действующих на автомобиль	33
2.5 Расчет динамического фактора автомобиля	34
2.6 Определение ускорения автомобиля	34
2.7 Время и путь разгона автомобиля	35

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Выводы по разделу два	41
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	42
3.1 Описание приспособления	42
3.2 Выбор и расчет основных элементов приспособления	44
Выводы по разделу три	51
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	52
4.1 Выбор технологической детали	52
4.2 Технологический процесс изготовления	54
4.3 Выбор оборудования	63
Выводы по разделу четыре	63
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	65
5.1 Требования к охране труда на автомобильном транспорте	65
5.2 Требования безопасности к участку с расположенным стендом	66
5.3 Инструкция по охране труда для оператора по работе с приспособлением для загрузки колес автомобиля	68
5.4 Перечень проводимых операций на проектируемом стенде	69
Выводы по разделу пять	71
6 Гражданская оборона	72
Выводы по разделу шесть	72
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	73
Выводы по разделу семь	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	90

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы существенно вырос парк автотранспорта в России, к сожалению состояние автомобильных дорог оставляет желать лучшего, отсутствие качественных дорог влияет на состояние работоспособности автомобиля. Возрастает нагрузка на авто сервисные предприятия, ремонтные предприятия не могут обеспечить достаточное качество обслуживания и ремонта автомобиля, а также что не мало важно, методы диагностирования достаточно не используются во многих сервисных предприятиях, что приводит к не полному обследованию автомобиля, и как следствие будущему ремонту.

Одним из наиболее важных направлений работ по существенному повышению производительности труда, сокращению затрат на содержание и эксплуатацию автомобилей, является совершенствование технологических процессов на основе применения современной и новой техники.

Необходимость сокращения производственного цикла при оказании сервисных услуг очевидна. Если раньше функционировала одна СТО на огромное количество автомобилей, то сейчас множество различных автосервисов предлагают свои услуги, и дефицита в этой сфере нет. Сейчас идет жесткая конкурентная борьба за клиентов между производителями услуг. И одной из важнейших составляющих конкурентоспособности автосервиса является сокращение производственного цикла и снижение себестоимости услуги, чем быстрее выполняются операции по техническому обслуживанию и ремонту над одним автомобилем, тем:

- меньше времени тратит клиент в ожидании своего автомобиля;
- больше пропускная способность поста;
- эффективней используется рабочее время;
- меньше себестоимость услуги.

Необходимость снижения себестоимости услуги тоже очевидна. Чем меньше затраты на услугу, тем ниже ее цена, а это тоже немаловажный показатель конкурентоспособности автосервиса

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Следует уделять внимание качественному и своевременному техническому обслуживанию ходовой части автомобиля, а также соблюдать межсервисный интервал для автомобиля, техническое состояние должно отвечать особым повышенным требованиям безопасности. В связи с этим следует рассмотреть возможность диагностики легкового автомобиля, своевременная диагностика положительно отразится на безопасности эксплуатации автомобиля и сократит вероятность наступления ДТП. Поэтому тема дипломного проекта: «Диагностический стенд для проверки сход-развала легкового автомобиля под нагрузкой», является актуальной.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1.1 Сход – развал колес автомобиля

Сход-развал колес автомобиля – это процедура, которая состоит из двух этапов регулировки колес относительно кузова: развал и схождение.

Данные регулировки необходимо проводить, чтобы не возникало проблем с управляемостью автомобиля, от которой напрямую зависит безопасность движения.

Если колеса относительно кузова настроены неправильно, машина будет хуже входить в повороты и «отзываться» на движения руля.

Кроме того, не выполняя своевременно сход-развал, водитель рискует столкнуться с проблемой быстрого износа резины. При особенно пагубной ситуации новая покрышка может стереться менее чем за 500 километров.

Регулировка схождения-развала колес в современных сервисах выполняется при помощи специальных стенов с оптическими датчиками, и проведения диагностики на компьютере. За счет этого удастся выставить максимально точные значения.



Рисунок 1.1 – Схема развал колес автомобиля

Под понятием «развал» понимается угол между плоскостью вращения колес и вертикальной прямой, отклонение колес на осях от вертикали. Развал бывает положительный и отрицательный.

Положительным называется развал, когда верхние части колес на одной оси находятся на большем расстоянии друг от друга, чем нижние. Положительный развал намеренно используется на грузовых автомобилях. Связано это с тем, что при загрузке автомобиля с положительным развалом колес, развал может выйти в ноль или максимально приблизиться к этому значению.

Отрицательным называется развал, когда верхние части колеса на одной оси находятся на меньшем расстоянии друг от друга, чем нижние. Отрицательный развал намеренно используется, чтобы увеличить устойчивость автомобиля при входе в повороты на высоких скоростях. При нулевом развале колес, когда верхние и нижние части покрышек находятся на одинаковом расстоянии вдоль одной оси друг от друга, удается достичь минимального износа покрышек.



Рисунок 1.2 – Схождение колес автомобиля

Под понятием «схождение» понимается угол между плоскостью вращения колес и продольным сечением автомобиля. Выделяют положительное и отрицательное схождение колес.

Положительным называется схождение, когда передние части колес находятся на меньшем друг от друга расстоянии, чем задние.

Отрицательным называется схождение, когда задние части колес находятся на меньшем друг от друга расстоянии, чем передние.

При неправильно выставленном схождении колес, в разы увеличивается износ колеса, гораздо значительнее, чем при неправильно выставленном развале.

При эксплуатации автомобиля следует обращать внимание на ряд признаков которые могут судить о неправильной регулировке сход-развала автомобиля, а именно:

- при вхождении в поворот на небольшой скорости слышится визг колес;
- для движения автомобиля по прямой руль требуется отклонить немного вправо или немного влево от центральной оси;
- если отпустить руль автомобиля, машину начинает самопроизвольно тянуть в одну из сторон;
- шины автомобиля быстро изнашиваются.

Также следует помнить, что при некотором ремонте, обязательно требуется регулировка сход-развала колес автомобиля:

- замена шаровых опор

Положение колес автомобиля напрямую зависит от шаровых опор. После их замены обязательно требуется провести развал-схождение колес. Это связано с тем, что в старой шаровой опоре в процессе эксплуатации образуется люфт, под который выполняется сход-развал колес. Когда устанавливается новая шаровая опора, люфт минимизируется, соответственно, изменяется наклон колес и требуется выполнять процедуру схождения-развала.

- замена рулевого наконечника

От настроек рулевого наконечника и зависит схождение колес. Соответственно, при их замене потребуются выполнить процедуру схождения-развала. Также она может потребоваться, если проводится замена рулевой рейки.

- замена шарнира равных угловых скоростей

Сама замена шарнира не влияет на подвеску автомобиля, но после подобной работы обязательно следует провести развал-схождение колес. Это связано с тем, что при замене шарнира равных угловых скоростей специалисты откручивают крепление рулевого наконечника или шаровой опоры, поскольку это необходимо, чтобы снять шарнир. После замены, установив новый шарнир,

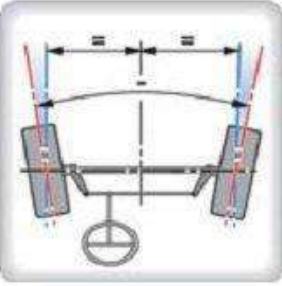
					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

при закручивании рулевого наконечника можно сбить его настройки, из-за чего руль будет тянуть автомобиль влево или вправо при движении по прямой.

1.2 Параметры при регулировке колес автомобиля

Автомобиль с правильно отрегулированными углами установки колес имеет хорошую курсовую устойчивость (отклонения от прямолинейного движения минимальны), отличную управляемость; маневренность и комфорт при движении, меньшую склонность к заносам и опрокидыванию в экстремальных ситуациях, а также экономию топлива и минимальный износ шин.

Таблица 1.1 – Параметры углов сход – развала

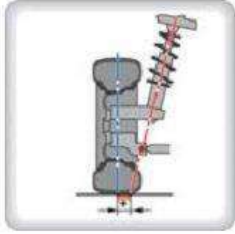
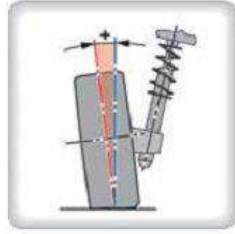
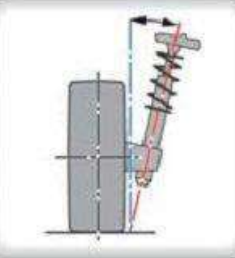
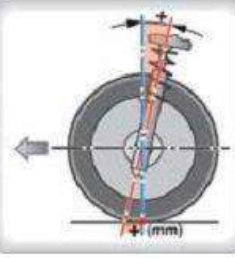
Параметр	Схема	Последствия нарушения
1	2	3
Угол тяги		Если значение угла тяги отлично от нуля, автомобиль имеет увод в сторону при постоянном положении руля Угол тяги не должен превышать более 0°03'
Угол схождения		Слишком большой отрицательный угол (отрицательное схождение): износ шин с внутренней стороны и плохая стабильность по удержанию направления Слишком большой положительный угол (положительное схождение): износ шин с наружной стороны и плохое выдерживание направления
Прямолинейность движения		Определяется таким положением передних колес, при котором индивидуальные углы схождения колес относительно продольной средней плоскости автомобиля равны. В этом положении осуществляется измерение углов установки колес задней оси
1	2	3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.300 ПЗ

Лист

12

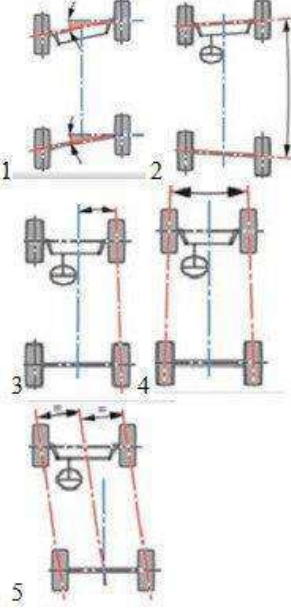
Плечо обкатки		<p>На плечо обкатки влияют развал, поперечный наклон оси поворота и вылет колесного диска, настраивать можно только косвенным образом, изменяя указанные параметры</p>
Угол развала		<p>Слишком большой отрицательный угол: возрастает чуткость к рулю, но снижается курсовая устойчивость. Так как пятно контакта смещается на внутреннюю сторону колеса повышается износ внутренней стороны шины Слишком большой положительный угол: возрастает усилие на руле и самовозврат руля при движении в повороте. Повышенный износ наружной стороны шины Допуск на разной левом и правом углах развала: Перед - не более $0^{\circ}15'$ - $0^{\circ}40'$ Зад – не более $0^{\circ}40'$ - $1^{\circ}00'$</p>
Поперечный наклон оси поворота		<p>Поперечный наклон слишком большой: увеличиваются усилия на руле, усиливается также стабилизирующий эффект на малых скоростях движения Поперечный наклон слишком мал: уменьшение угла наклона способствует улучшению устойчивости в повороте, но уменьшается самовозврат руля, что вызывает необходимость постоянного подруливания, возрастает, чувствительность к неисправностям шин, может привести к уводу автомобиля</p>
Угол продольного наклона оси поворота		<p>Слишком большой положительный угол: значительные силы, действующие на колеса при повороте и стабилизирующие силы Слишком большой отрицательный угол: плохое возвратное действие</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.300 ПЗ

Лист

13

1	2	3
<p>Повреждения кузова и деталей подвески</p>		<p>Угол смещения колеса служит масштабом измерения степени перекоса оси. Разница колесной базы. Боковое смещение. Разница ширины колеи. Смещение оси. Разница в динамике схождения. Разница в динамике правого и левого угла схождения не должна превышать более 0°05' Разница в динамике развала. Разница правого и левого угла развала в динамике не должна быть более 0°10' - 0°30'. Проверяется замером без нагрузки и с нагрузкой на проверяемый автомобиль</p>

1.2.1 Развал (Camber)

Развал (CAMBER) - это угол между вертикалью и плоскостью вращения колеса. Он способствует правильному положению катящегося колеса при работе подвески. Если верхняя часть колеса наклонена к центру автомобиля, то развал отрицательный, если наружу - положительный. Левый и правый развал по величине должны быть максимально приближены друг другу. Разность между ними выражает следующий параметр.

Разность развалов не должна превышать 30', т. к. может вызывать увод а/м от прямолинейного движения.

Продольный наклон является очень важным параметром. При движении автомобиля по криволинейной траектории наклон оси поворота колеса в продольном направлении провоцирует возникновение стабилизирующего момента. Под действием этого момента управляемые колеса стремятся занять положение соответствующие прямолинейному движению.

Производители закладывают угол развала в кузов автомобиля, и он в стоковом состоянии считается неизменным. Однако несложный тюнинг подвески

(болты с эксцентриком или регулируемые опоры стойки) позволяют изменить заложенный производителями развал.

Развал меняется с изменением крена автомобиля. Зрительно это заметно у некоторых тяжелых грузовиков: на незагруженном автомобиле такой большой развал задних колес, что машина едет только на внешних шинах. Нулевой развал обеспечивает минимальный износ шин и следовательно повышается срок службы покрышек. Отрицательный развал улучшает устойчивость автомобиля на поворотах.

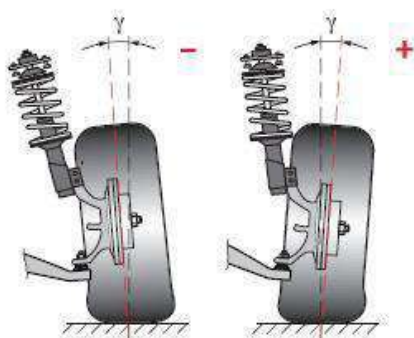


Рисунок 1.3 – Схема развала колес автомобиля



Рисунок 1.4 – Последствия неправильной регулировки развала колес

Эласто-кинематические свойства большинства типов современных подвесок таковы, что с увеличением веса, приходящегося на колесо, угол развала уменьшается. Чтобы при этом обеспечить максимальное сцепление колес с дорогой, логично их предварительно чуть «развалить».

1.2.2 Схождение (Toe)

Схождение или сход (TOE) - угол между плоскостью вращения колеса и продольной осью автомобиля. Схождение способствует правильному положению передних колес при различных скоростях движения и углах поворота автомобиля. В большинстве случаев схождение регулируется изменением длины боковых рулевых тяг. Схождение может быть как положительным (колеса сведены к оси впереди автомобиля) так и отрицательным (соответственно наоборот).

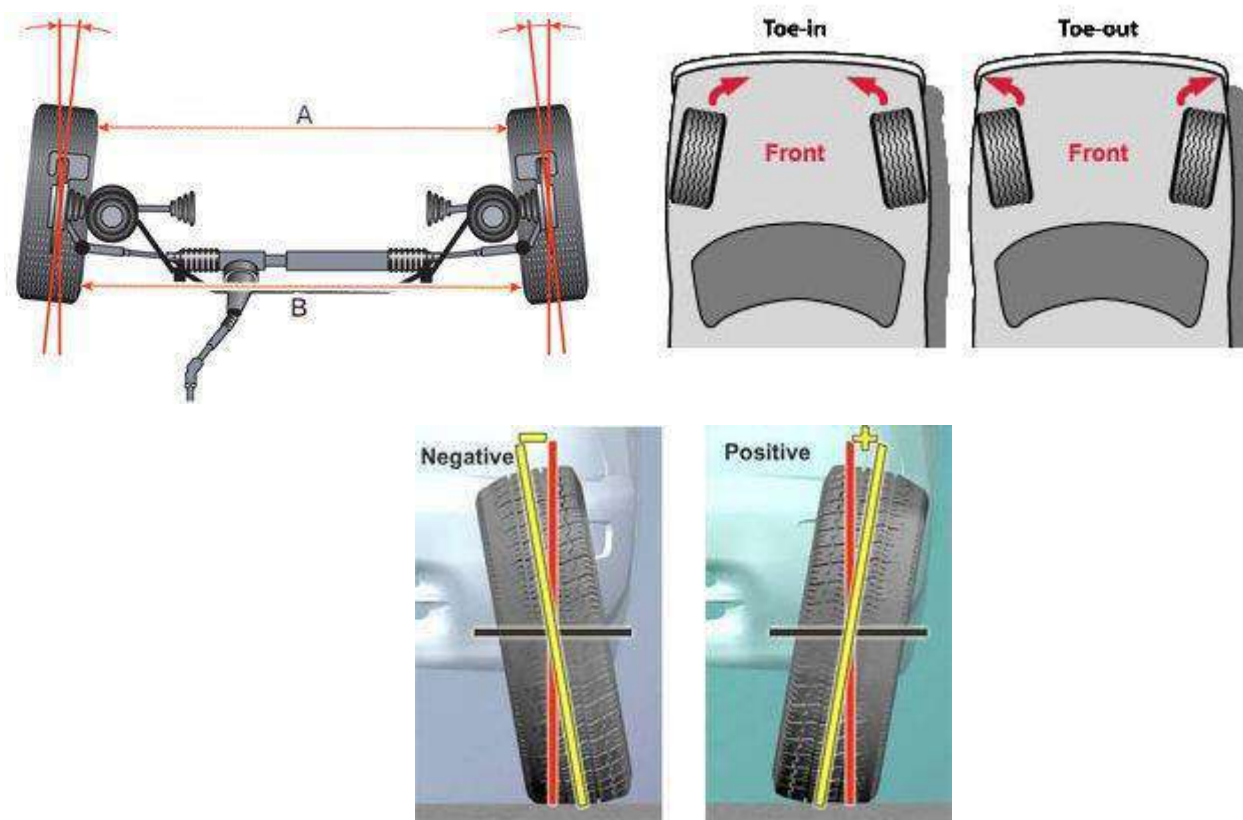


Рисунок 1.5 – Параметры схождения колес автомобиля

Схождение переднее раздельное (Partial TOE) - это угол между продольной осью автомобиля и плоскостью, проходящей через центр левого или центр правого колеса в отдельности.

Схождение переднее суммарное (Total TOE) получается в результате арифметического сложения значений раздельного схождения. Схождение — так

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

же может определяться разницей расстояний между передней (А) и задней (В) частью шин автомобиля.

При правильном «схождении» передние части колес должны быть ближе друг к другу, чем задние.

Схождение необходимо для компенсации небольших зазоров и упругости деталей подвески и рулевого управления. Рекомендуемое заводом изготовителем значение схождения колес соответствует точному параллельному расположению плоскостей вращения колес при движении автомобиля. По мере износа деталей подвески и рулевого управления требуется коррекция в сторону увеличения величины схождения колес. Схождение колес контролируется и регулируется в последнюю очередь. Схождение колес предназначено для стабилизации колес при движении на прямых участках дороги. Это происходит за счет натяжения шины в пятне контакта с дорогой.



Рисунок 1.6 - Последствия неправильной регулировки углов схождения

Схождение оказывает влияние на прямолинейность движения автомобиля и на его управляемость. При отсутствии схождения автомобиль "рыскает" по дороге и водитель постоянно должен подруливать, стараясь сохранить траекторию движения.

Повышенное схождение вызывает увеличение износа шин. Признаки отклонения схождения от нормы: сильный пилообразный износ шин (даже при

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

небольших отклонениях), визг шин в повороте, повышенный расход топлива из-за большого сопротивления качению передних колес (накат автомобиля намного меньше положенного).

1.2.3 Поперечный наклон шкворня (King pin)

Поперечный наклон оси поворота (KING-PIN) -это угол наклона оси поворота (шкворня) колеса в поперечной плоскости при виде спереди. Задается конструкцией поворотного кулака и не регулируется.

Прилежащий угол - суммарный угол развала и поперечного наклона шкворня.

Неправильная установка поперечного угла, может повлиять на устойчивость, стабильность, управляемость и рыскание автомобиля по дороге (неустойчивость, нестабильность автомобиля в колее). Если есть разница углов правой и левой стороны, то это может привести к уводу

Наклон оси поворота вместе с развалом служит для снижения восприятия ударов от дороги и снижения влияния неравномерности тормозных сил на рулевой механизм. Дорожные удары и неравномерное торможение будут вызывать реакцию на рулевом колесе за счет возникающего момента на плече, что делает автомобиль нестабильным и вызывает сильную реакцию на руле. Чрезмерные значения угла может загрузить компоненты.

1.2.4 Плечо обкатки

Плечо обкатки (SKRUB RADIUS) - это расстояние от линии пересечения центральной плоскости вращения колеса с опорной поверхностью до точки пересечения оси поворота колеса с этой же поверхностью.

Если точка пересечения оси поворота колеса с дорогой лежит с внутренней стороны от плоскости вращения колеса, то плечо обкатки

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

положительное, с наружной - отрицательное. На величину плеча обкатки влияет вылет колеса.

Различают положительное, отрицательное и нулевое плечо обкатки. Плечо обкатки определяется развалом, поперечным наклоном оси поворота и вылетом колесного диска.

При отрицательном плече обкатки колесо самостоятельно стремится повернуться в сторону, противоположную развороту, —рулевое колесо стремится вернуться в исходное положение.

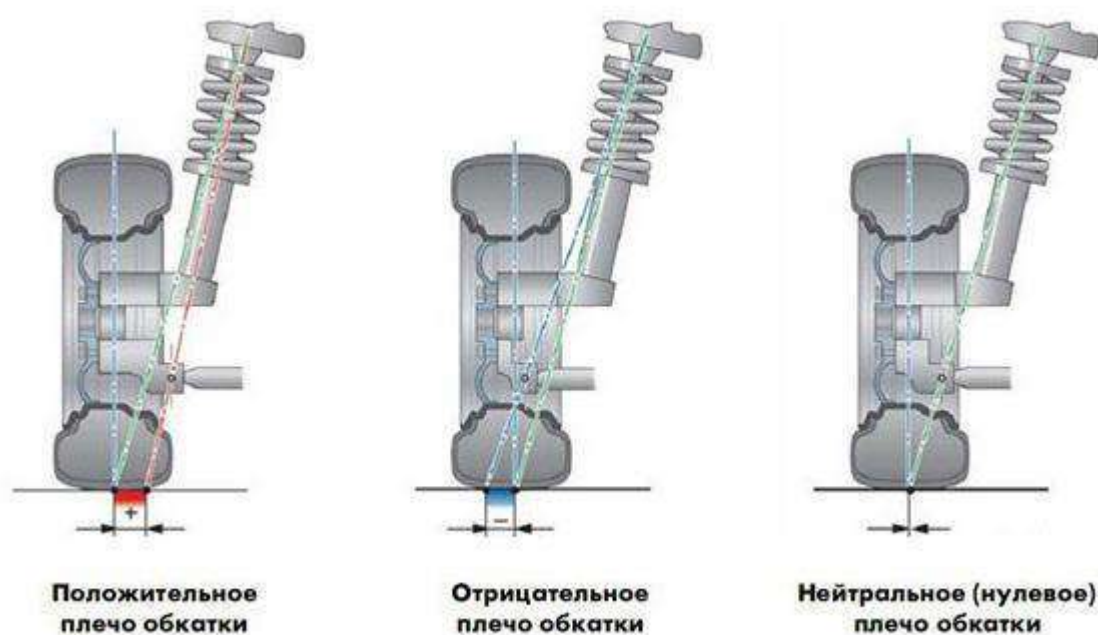


Рисунок 1.7 – Схема регулировки

При нулевом плече обкатки предупреждается передача посторонних сил на рулевое управление при торможении и при повреждении шины.

Плечо обкатки определяется не только конструкцией подвески, но и параметрами колес. При плече отличном от нулевого колесо начинает действовать как рычаг воздействуя на элементы подвески и рулевого управления, возникает дополнительный момент, который необходимо компенсировать рулем. При положительном плече обката случайное повышение силы сопротивления одного из колес способно вызвать поворот руля в эту же сторону и нарушить

курсовую устойчивость автомобиля. При установке дисков с нулевым или близким к нему вылетом плоскость вращения колеса сдвигается наружу, и плечо обкатки может приобрести большие положительные значения, руль начнет вырываться из рук на каждой неровности дороги, усилие на нем возрастет, а износ ступичных подшипников существенно увеличится.

1.3 Анализ производителей стандов сход – развала легковых автомобилей

1.3.1 Техно Вектор 4216 (Россия)

Компьютерный стенд для проверки и регулировки углов установки колес автомобилей является измерительным прибором и предназначен для контроля основных параметров положения осей колес любых типов легковых автомобилей с диаметром обода от 12 до 22 дюйма. 2 измерительных блока. Реализована процедура "Компенсация биения дисков" по 3-м точкам.



Рисунок 1.8 – Общий вид станда

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Особенности модели:

- 4 CCD камер и 4 датчиков измерителей вертикальных углов;
- измерительные блоки оснащены электронными уровнями и подключаются к компьютерной стойке посредством кабелей;
- новейшие магнито-резистивные датчики поворота и наклона с термокомпенсацией увеличивают точность и надежность изделия в целом;
- цифровая передача данных на центральный компьютер позволила еще больше увеличить стабильность работы;
- связь между компьютером через USB - порт повышает скорость обмена информацией;
- применение 12-ти разрядного АЦП увеличивает точность обработки сигнала датчиков;
- возможность регулировки продольного угла в реальном времени и наличие режима регулировки автомобиля с вывешенными колесами облегчает и ускоряет работу оператора.

Таблица 1.2 – Параметры регулировки стенда

Параметры	Максимальная погрешность измерений	Средняя статистическая погрешность
Углы развала колес	$\pm 5'$	$\pm 2'$
Угол суммарного схождения передних колес	$\pm 6'$	$\pm 3'$
Угол продольного наклона шкворня	$\pm 10'$	$\pm 6'$
Угол поперечного наклона шкворня	$\pm 10'$	$\pm 6'$
Углы поворота колес передней оси	$\pm 10'$	$\pm 6'$
Максимальный угол поворота колес	$\pm 30'$	$\pm 20'$
Углы развала колес	$\pm 5'$	$\pm 2'$
Угол суммарного схождения колес задней оси	$\pm 6'$	$\pm 3'$
Углы индивидуального схождения колес задней оси	$\pm 5'$	$\pm 2'$

Таблица 1.3 – Техническая характеристика стенда

Параметры	Значение
Напряжение, В	220 ± 10%
Частота, Гц	50/60
Диапазон крепления колесного адаптера (захвата), дюймы	12-22
Рабочая температура, °С	+10 ⁰ ... +35 ⁰
Потребляемая мощность, Вт	150
Масса, нетто, Кг,	182
Масса, брутто, Кг	212
Объем, м ³	1,3
Количество мест в упаковке	5
Климатическое исполнение прибора по ГОСТ	ГОСТ 15150-69
Стоимость, руб.	330 000

1.3.2 АМД КДС-5К (Россия)

Данная модель скомплектована мобильной тумбой

Классическая компьютерная диагностическая система (стенд) сход-развал КДС-5К, использующая датчики с кордовой связью. Каждый из датчиков содержит схемы компенсации температурных погрешностей во всем рабочем диапазоне температур. В соединительных кабелях применяются разъемы немецкой фирмы Binder, которые обеспечивают надежное соединение и малое проходное сопротивление. Для исключения возможности выхода из строя каскадов интерфейсов связи при нештатных ситуациях, вызванных обрывом кабелей, внедрены схемно-технические решения, обеспечивающие надежную защиту этих каскадов. Проводная связь задних измерительных блоков с компьютером проходит через передние блоки, что резко уменьшает их длину и, соответственно, вероятность их обрыва.



Рисунок 1.9 – Общий вид станда

Особенности модели станда:

- измеряет углы развала-схождения с точностью до 1', цифровая обработка данных;
- калибровочное устройство включено в состав базовой комплектации;
- для автомобилей с диаметром дисков от 12 до 22 дюймов;
- встроенная база данных автомобилей включает информацию по моделям, выпущенным за последние 25 лет, в том числе – с правым рулем;
- база данных автомобилей изначально построена с учетом особенностей российского автомобильного рынка;
- периодическое бесплатное обновление базы данных;
- возможность самостоятельного пополнения базы данных пользователем;
- мощная схемная и 3D-анимационная поддержка по узлам регулировки, встроенная инструкция по эксплуатации;

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.300 ПЗ					

- программное обеспечение интегрировано в лицензионную среду MS Windows XP;
- простая трехточечная компенсация биений дисков;
- функция измерения кастера в реальном времени;
- возможность регулировки автомобиля с вывешенными колесами;
- эргономичная минимизированная проводная связь: задние головки соединены с передними, передние – с компьютером (к компьютеру идут 2 кабеля, а не 4, что уменьшает вероятность отказов и поломок);
- возможность компенсации не горизонтальности площадки.

Таблица 1.4 – Техническая характеристика стенда

Параметр	Диапазон	Погрешность
Компенсация биения диска	$\pm 5^\circ$	$\pm 5'$
Суммарное схождение переднее	$\pm 7^\circ$	$\pm 5'$
Суммарное схождение заднее	$\pm 7^\circ$	$\pm 5'$
Схождение раздельное переднее	$\pm 3,5^\circ$	$\pm 3'$
Схождение раздельное заднее	$\pm 3,5^\circ$	$\pm 3'$
Развал передний	$\pm 7^\circ$	$\pm 5'$
Развал задний	$\pm 7^\circ$	$\pm 5'$
Продольный угол наклона оси поворота колес	$\pm 20^\circ$	$\pm 8'$
Поперечный угол наклона оси поворота колес	$\pm 20^\circ$	$\pm 8'$
Угол смещения передней оси	$\pm 3,5^\circ$	$\pm 5'$
Угол движения	$\pm 3,5^\circ$	$\pm 5'$
Максимальный угол поворота колес	$\pm 40^\circ$	$\pm 30'$
Разница углов поворота колес	$\pm 5^\circ$	$\pm 30'$
Угол смещения задней оси	$\pm 3,5^\circ$	$\pm 5'$
Напряжение, В	200...240	
Частота, Гц	50/60	
Диапазон крепления колесного зажима, дюймы	12...22	
Рабочая температура, °С	+10...+35	
Потребляемая мощность, Вт	250	
Масса, нетто, Кг./брутто, Кг	140/195	
Грузоподъемность платформ, Кг	по 1000	
Время непрерывной работы, Час	48	
Габаритные размеры, мм	1100x600x1500	
Стоимость, руб.	317 000	

1.3.3 Hofmann GEOLINER 550 PRISM (Германия)

Стенд сход развала Hofmann Geoliner 550 prism, использует технологии CCD и 3D. Snap-on Equipment имеет многолетний опыт создания приборов контроля углов установки колес и является пионером трехмерной техники измерений.

Для выполнения измерений прибор Geoliner 550 prism использует мишени на передних колесах и портативные устройства POD на задних колесах. При двухкамерной технологии оптическая связь на передней оси не может быть прервана, в связи с чем не требуется наличие спойлерных адаптеров.

Прибор обеспечивает измерение максимального угла поворота колес без электронных поворотных площадок, что экономит затраты на приобретение и последующие расходы.

И еще одно преимущество: на передних колесах отсутствуют какие-либо электронные компоненты, что дополнительно экономит затраты на обслуживание.

Современная техника измерений Geoliner 550 prism обеспечивает быстрое выполнение операции компенсации биения.

Используемая технология передачи данных Bluetooth не нуждается в кабелях, что существенно снижает затраты на обслуживание. Высокая надежность передачи данных обеспечивает постоянную точность результатов измерений.

Для прибора Geoliner 550 prism характерна исключительная гибкость, так дополнительная площадь для измерений не требуется, прибор может использоваться на различных рабочих местах.

Благодаря специальной технике измерений, прибор применим и для автомобилей с длинной колесной базой, так что от модели Smart до микроавтобусов достаточно иметь один прибор.

Меню интерфейса исключает ошибки при вводе информации и помогает оператору быстро и просто выполнить программу измерений. Нормативные

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

данные для автомобилей получены непосредственно от изготовителей, и потому они всегда актуальные, полные и точные. База данных содержит информацию для более, чем 25000 моделей за последние 25 лет, и поддерживает измерения даже для редко встречающихся автомобилей.



Рисунок 1.10 – Общий вид станда

Особенности станда:

- использование технологии CCD;
- использование технологии 3D, простота установки, обслуживания и эксплуатации;
- операционная система Windows XP с базой данных на автомобили за последние 25 лет;
- интегрированная система помощи, а также 3D анимация;
- возможность представления данных в различных системах измерений.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 1.5 – Техническая характеристика стенда

Параметры	Значение
Напряжение, В	220 ± 10%
Частота, Гц	50/60
Диапазон крепления колесного адаптера (захвата), дюймы	11-22
Рабочая температура, °С	+10 ⁰ ... +35 ⁰
Потребляемая мощность, Вт	170
Масса, нетто, кг	180
Масса, брутто, кг	215
Стоимость, руб.	810 000

1.3.4 Hunter PA130/17L-504 (США)

Стенд сход развала имеет 4 оптических датчика с 4 CCD сенсорами схождения и 4 сенсорами развала/продольного наклона.

Особенности стенда:

- для обработки сигналов и расчета УУК используются DSP процессоры;
- 3-х точечная компенсация биений подъемом с непрерывной коррекцией по углу поворота колеса ProComp. Для выполнения компенсации задних датчиков передние должны быть установлены. Датчики могут быть скомпенсированы в любом порядке. Допускается смещение оси вала датчика относительно оси ступицы колеса. Колесные адаптеры могут быть установлены на колесах в любом положении;
- для работы с низкоспойлерными автомобилями центральная ступица колесного адаптера может быть опущена;
- прочная конструкция;
- возможность измерения обратного схождения при повороте колес на 20°;
- система Level Reminder (Контроль уровня) - сообщает механику об отклонении уровня передних датчиков за допустимый предел;

- система RangeFinder вычиляет ширину колеи и колесную базу автомобиля.



Рисунок 1.11 – Общий вид станда

Таблица 1.6 – Техническая характеристика станда

Параметры	Значение
Напряжение, В	220 ± 10%
Частота, Гц	50/60
Диапазон крепления колесного адаптера (захвата), дюймы	12-22
Рабочая температура, °С	+10 ⁰ ... +35 ⁰
Потребляемая мощность, Вт	160
Масса, нетто, кг	150
Масса, брутто, кг	210
Стоимость, руб.	440 000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.300 ПЗ

Лист

28

1.3.5 Выбор прототипа

На основании выше изложенного анализа можно сделать вывод, что рассмотренные стенды имеют примерно одинаковые характеристики. Стоимость же существенно различается, наибольший интерес в данном анализе, представляют Российские разработчики, которые начали создавать вполне конкурирующие модели, отличающиеся от зарубежных аналогов в первую очередь существенно более низкой ценой, не уступающие по качеству, и легкостью обслуживания.

В настоящем дипломном проекте предлагается модернизация стенда диагностики сход развала, для проведения регулировок под нагрузкой, в качестве базового стенда выбирается отечественный стенд Техно Вектор, обеспечивающий большую точности при выполнении работ, работающий под ОС Windows, что также положительно скажется на обслуживании данного стенда.

Модернизация стенда, установка приспособления позволяющее производить нагрузку на автомобиль при регулировке сход развала позволит более точно производить регулировку и обслуживание легковых автомобилей, обеспечит более плавный износ шин, при условии полной загрузки автомобиля, а также положительно скажется на безопасности при эксплуатации автомобиля.

Выводы по разделу один

В данном разделе дипломного проекта был рассмотрен вопрос диагностики легкового автомобиля, было дано описание основных характеристик углов схождения и развала. Произведен анализ стендов для сход развала легкового автомобиля, на основании анализа был выбран стенд для диагностики.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

2 ТЯГОВО – ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Исходные данные

В данном разделе дипломного проекта, будет производиться тягово-динамический расчет легкового автомобиля, с определением основных тяговых и скоростных характеристик с построением графиков.

Таблица 2.1 – Исходные данные расчета

Масса автомобиля (полная), кг	1550
Максимальные обороты n , об/мин	5100
Передаточные числа коробки передач:	
U_1	3,667
U_2	1,95
U_3	1,36
U_4	1,0
U_5	0,82
Габаритные размеры:	
ширина B , м	1,70
высота H , м	1,50
Тип и размер шин	175/70R14
r_k – радиус качения колеса, м	0,4
Коэф. сопротивления воздуха K , $H \times c^2 / m^2$	0,2-0,35
f - коэффициент сопротивления качению	0,02
Условия эксплуатации: горизонтальный участок дороги с асфальтобетонным покрытием:	
коэф. сопротивления качению, f	0,014-0,018
коэф. сцепления, φ	0,7-0,8

2.2 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это график зависимости эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала на установившемся режиме работы двигателя. Кривую эффективной мощности $N_e=f(n_e)$ строим по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{e\max} \left(A_1 \frac{n_e}{n_{e\max}} + A_2 \frac{n_e^2}{n_{e\max}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e\max}^3} \right), \quad (2.1)$$

где N_e – мощность двигателя, кВт;

n_e – частота вращения двигателя, об/мин;

$A_1=A_2=1,0$ – для бензиновых двигателей.

Кривую крутящего момента $M_e=f(n_e)$ строим по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.2)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Н·м.

График внешней скоростной характеристики представлен на рисунке 2.1.

Таблица 2.2 - Параметры внешней скоростной характеристики двигателя

Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м
800	11,4	135,8
1400	21,1	143,8
2000	31,1	148,5
2600	40,8	149,9
3200	49,5	147,9
3800	56,7	142,7
4400	61,8	134,1
5100	64,0	119,9

2.3 Определение скорости движения и тяговой характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения на различных передачах $P_k=f(v_a)$. Силу тяги определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k} \quad (2.3)$$

где P_k – сила тяги на колесах автомобиля, Н;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии которая зависит от типа и конструкции автомобиля, усредненные значения для механических трансмиссии легкового автомобиля равны 0,9;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

$$i_{mp} = i_{кп} \cdot i_{гл}, \quad (2.4)$$

где $i_{кп}$ – передаточное число коробки передач;

$i_{гл}$ – передаточное число главной передачи, $i_{гл} = 4,1$.

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{mp}}. \quad (2.5)$$

$$i_{mp1} = 3,667 \cdot 4,1 = 15$$

$$i_{mp2} = 1,95 \cdot 4,1 = 8$$

$$i_{mp3} = 1,36 \cdot 4,1 = 5,6$$

$$i_{mp4} = 1 \cdot 4,1 = 4,1$$

$$i_{mp5} = 0,82 \cdot 4,1 = 3,4$$

Подставляем полученные значения в формулу (2.5) и строим график скорости автомобиля на различных передачах автомобиля который представлен на рисунке 2.2.

Подставляя полученные значения в формулу (2.3) строим график тяговой характеристики двигателя который представлен на рисунке 2.3.

2.4 Расчет сил, действующих на автомобиль

Максимальное значение тяговой силы по сцеплению колес с дорогой $P_{сц}$ определяем выражением:

$$P_{сц} = G_a^1 \times \varphi, \quad (2.6)$$

где G_a^1 - сцепной вес автомобиля (вес приходящийся на ведущие колеса), Н.

φ - коэффициент сцепления с дорогой.

$$G_a^1 = m_a \times g \times 0,54, \quad (2.7)$$

где m_a - полная масса автомобиля (вместе с грузом), кг.

g - ускорение свободного падения, m/c^2 .

$\varphi = 0,7 - 0,8$. Принимаем $\varphi = 0,8$.

$$P_{сц} = 0,54 \times 1550 \times 9,81 \times 0,8 = 6,57 \text{ кН}$$

Сила сопротивления качению P_k определяется выражением:

$$P_k = G_a \times f, \quad (2.8)$$

где G_a - вес автомобиля, Н;

f - коэффициент сопротивления качению.

$f = 0,014 - 0,018$, принимаем $f = 0,014$.

$$P_k = G_a \times f = m \times g \times f = 1550 \times 9,81 \times 0,014 = 0,21287 \text{ кН}$$

Сила сопротивления воздуха рассчитывается по формуле:

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^2, \quad (2.9)$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления, $C_x = 1$

F - площадь лобовой поверхности, m^2 ;

V_a - скорость движения автомобиля, m/c .

$$F = K_l \cdot B \cdot H, \quad (2.10)$$

где B и H ширина и высота автомобиля соответственно, м.

K_l - коэффициент заполнения лобового сечения,

$$F = 0,78 \cdot 1,7 \cdot 1,5 = 1,98 \text{ м}^2$$

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Рассчитаем значения $P_{в1}$ на первой передаче:

$$P_{W1} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a \min}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 1,98 \cdot 2,24^2 = 6,36 \text{ Н}$$

$$P_{W2} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a \max}^2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 1,98 \cdot 63^2 = 5029,5 \text{ Н}$$

2.5 Расчет динамического фактора автомобиля

Динамически фактор – это удельная избыточная тяговая сила, которая затрачивается на преодоление дорожных сопротивлений и разгон автомобиля.

$$D = \frac{P_{t.i} - P_{W.i}}{G_a}, \quad (2.11)$$

Рассчитываем значения динамического фактора и заносим их в таблицу.

Строим динамическую характеристику автомобиля (рисунок 2.4).

2.6 Определение ускорения автомобиля

Выражение для определения ускорения автомобиля имеет вид:

$$j_a = (D - \psi) \times \frac{g}{\delta}, \quad (2.12)$$

где ψ - суммарный коэффициент дорожных сопротивлений;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

δ - коэффициент учета вращающихся масс;

$$\psi = f \times \cos \alpha + \sin \alpha, \quad (2.13)$$

где α - уклон дороги, $^\circ$.

Так как расчет ведется для сухой горизонтальной асфальтобетонной дороги, то $\alpha = 0$.

Поэтому справедливо равенство:

$$\psi = f \times \cos 0^\circ + \sin 0^\circ = f \times 1 + 0 = f = 0.014$$

$$\delta = 1.04 + \sigma \times U_i^2, \quad (2.14)$$

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

где U_i – передаточное число i -ой передачи;

$\sigma = 0,04-0,08$, принимаем $\sigma = 0,08$.

Рассчитаем значение δ на 1-ой передаче:

$$\delta = 1,04 + \sigma \times U_i^2 = 1,04 + 0,08 \times 3,667^2 = 2,12$$

Остальные значения δ на других передачах рассчитываем аналогично приведенному выше.

Значение δ на всех передачах:

$$\delta_1 = 2,12; \delta_2 = 1,34; \delta_3 = 1,18; \delta_4 = 1,12; \delta_5 = 1,09.$$

Для примера определим одно из значений ускорения автомобиля на 1-ой передаче:

$$j_a = (D - \psi) \times \frac{g}{\delta} = (0,42 - 0,014) \times \frac{9,81}{2,12} = 1,87 \text{ м/с}^2$$

Аналогично приведенному примеру рассчитываем остальные значения ускорения на других передачах и заносим их в таблицу. Строим график ускорения автомобиля на всех передачах в j_a и V_a в координатах.

Для каждого из рассчитанных значений j_a определяем обратную величину $\frac{1}{j_a}$ и заносим полученные значения в таблицу.

2.7 Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{cp} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.15)$$

где j_{cp} – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, м/с^2 ;

j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей, м/с^2 ;

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

i – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от v_i до v_{i+1} среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$j_{cp} = \frac{v_{i+1} - v_i}{t_i} \quad (2.16)$$

где t_i – время разгона автомобиля в интервале скоростей от v_i до v_{i+1} , с.

Из формулы находим время разгона в i -м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{j_{cp}}, \quad (2.17)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_n^{i=1} t_i, \quad (2.18)$$

где t – время разгона автомобиля в интервале скоростей от v_{\min} до v_{\max} , с;

n – количество интервалов.

При расчете пути разгона приближенно считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью v_{cp} , которая определяется по формуле:

$$v_{cp} = 0,5(v_i + v_{i+1}), \quad (2.19)$$

где v_{cp} – средняя скорость в интервале от v_i до v_{i+1} , м/с.

Исходя из этого допущения путь разгона в интервале скоростей от v_i до v_{i+1} можно определить как:

$$S_i = v_{cp} \cdot t_i, \quad (2.20)$$

где S_i – путь, пройденный автомобилем за время t_i , м.

Тогда общий путь разгона автомобиля за время t определяется по формуле:

$$S = \sum_n^{i=1} S_i, \quad (2.21)$$

где S – общий путь разгона пройденный за время t , м.

При разгоне с места отсчет ведем от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя.

По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной 0,9-0,95 v_{\max} .

Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на 5-10 % меньше максимальной.

Определим угол подъема автомобиля:

$$\alpha_{\max f} = \arcsin \frac{D_{\max} - f \sqrt{1 - D_{\max}^2 + f^2}}{1 + f^2} \quad (2.22)$$

$$\alpha_{\max f} = \arcsin \frac{0,04 - 0,014 \sqrt{1 - 0,04^2 + 0,014^2}}{1 + 0,014^2} = 26^\circ$$

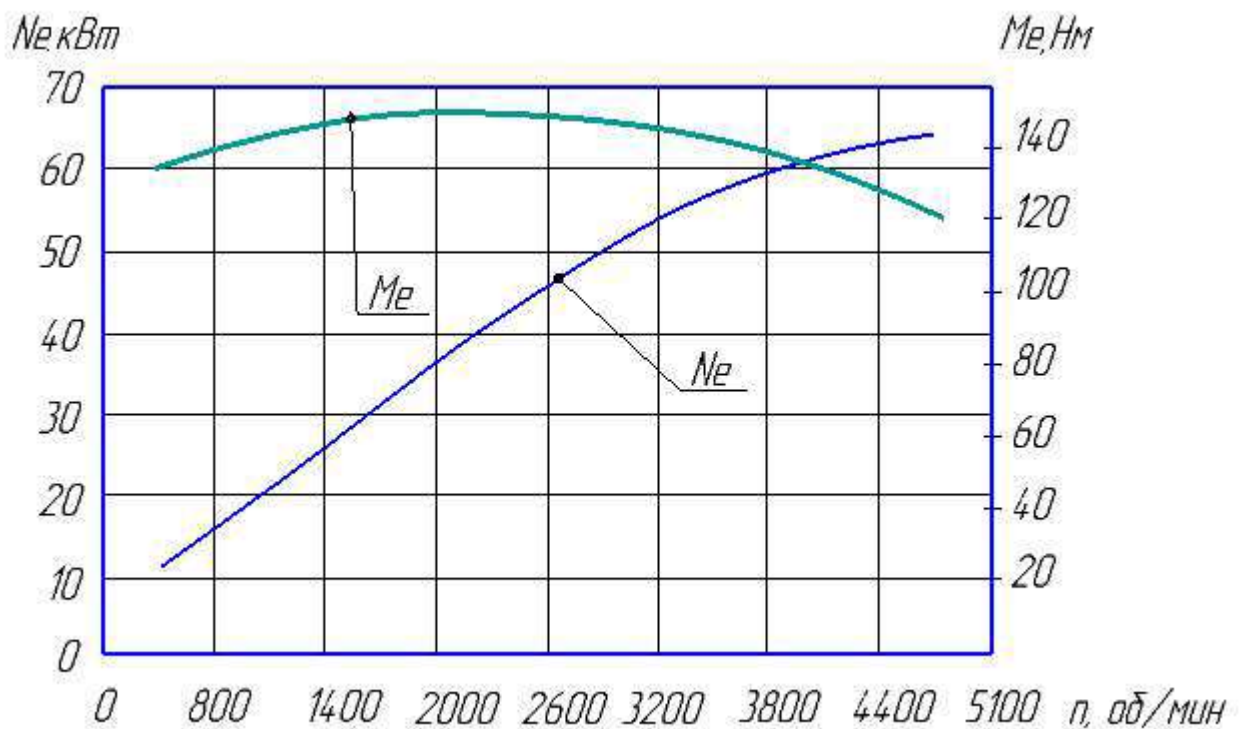


Рисунок 2.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

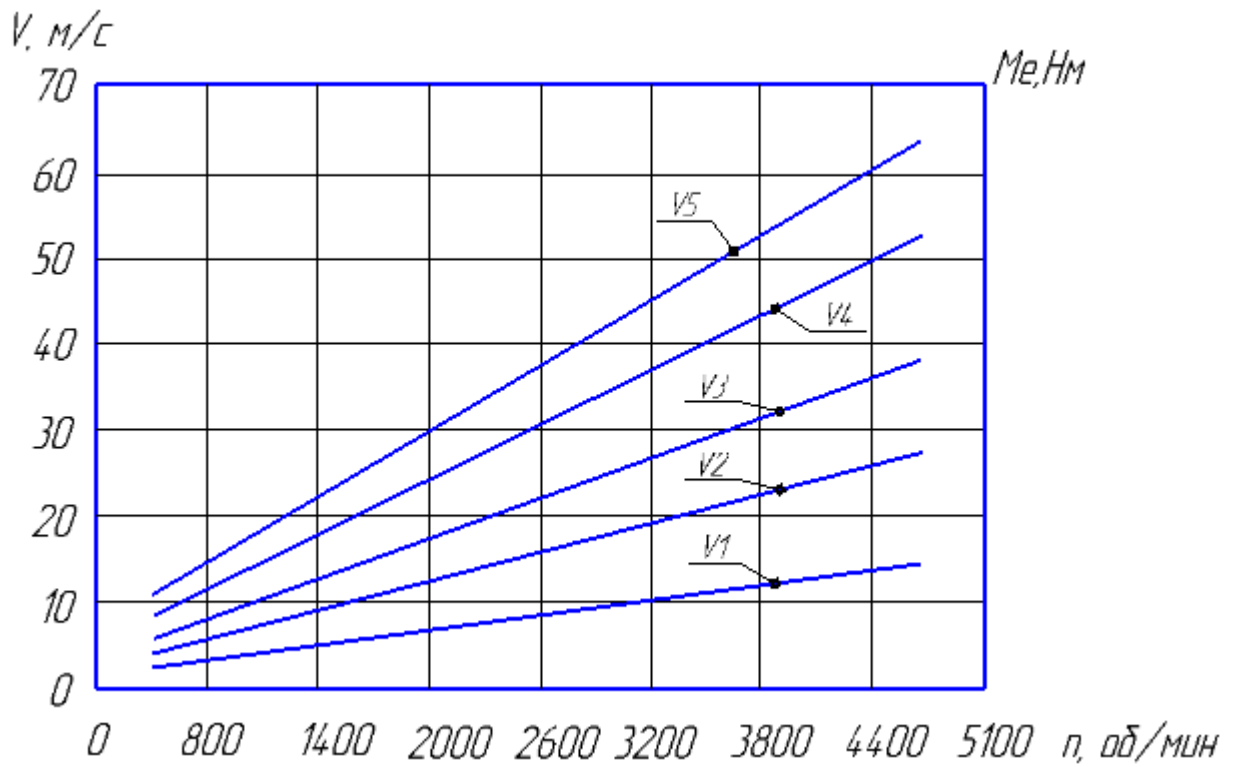


Рисунок 2.2 – График скорости автомобиля на различных передачах

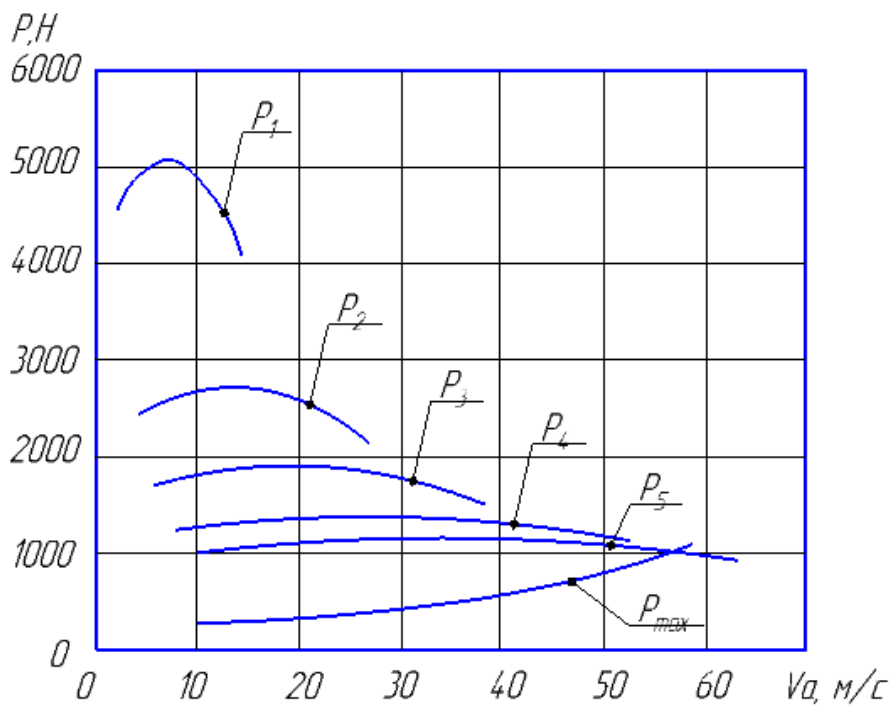


Рисунок 2.3 - Тяговая характеристика автомобиля

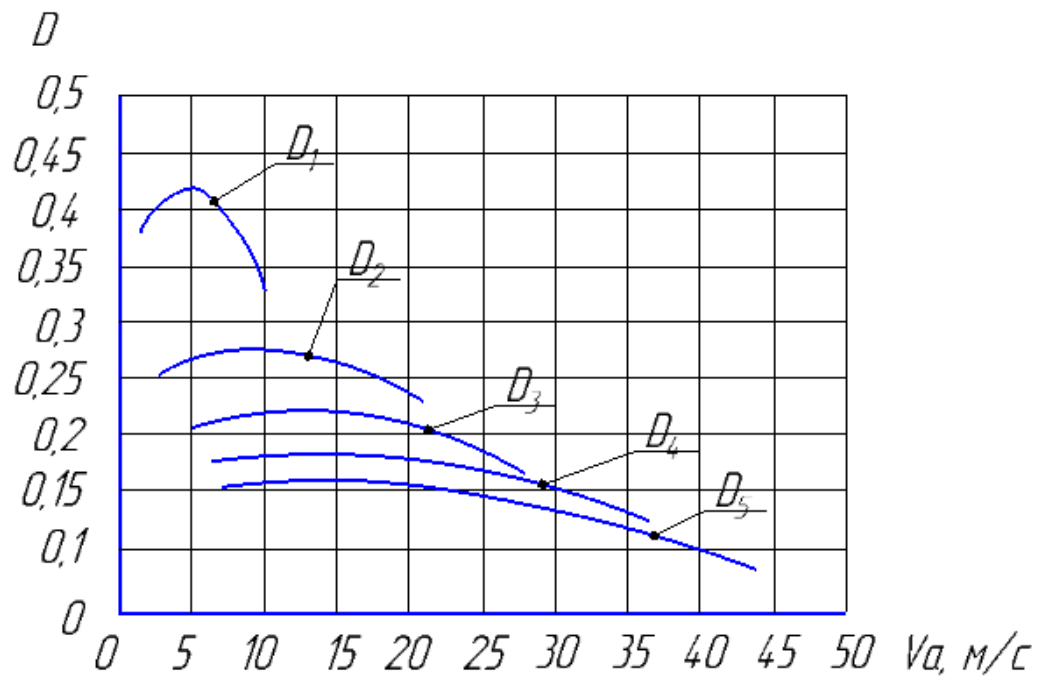


Рисунок 2.4 - Динамическая характеристика автомобиля

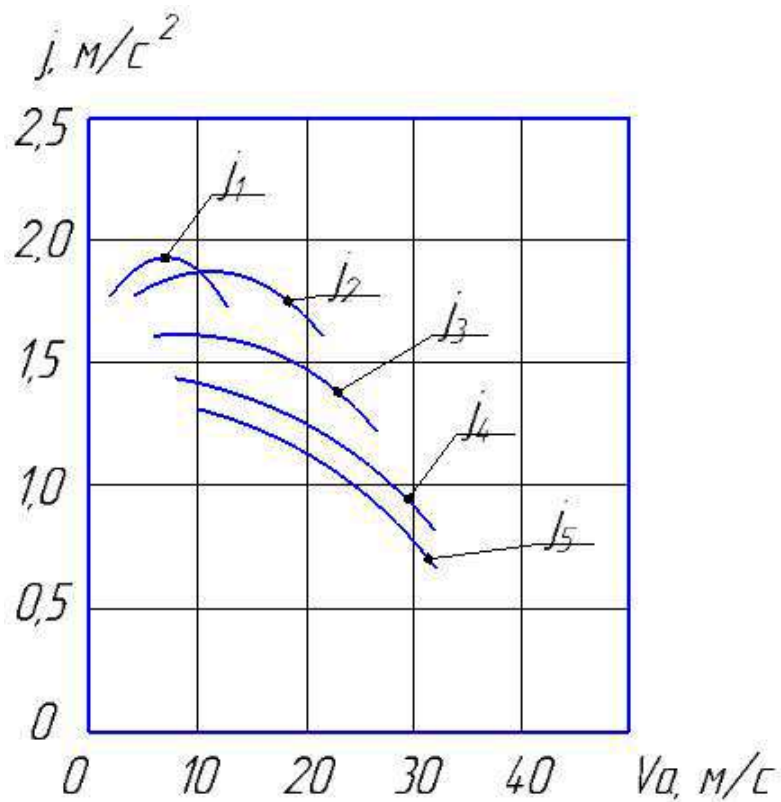


Рисунок 2.5 - График ускорения автомобиля

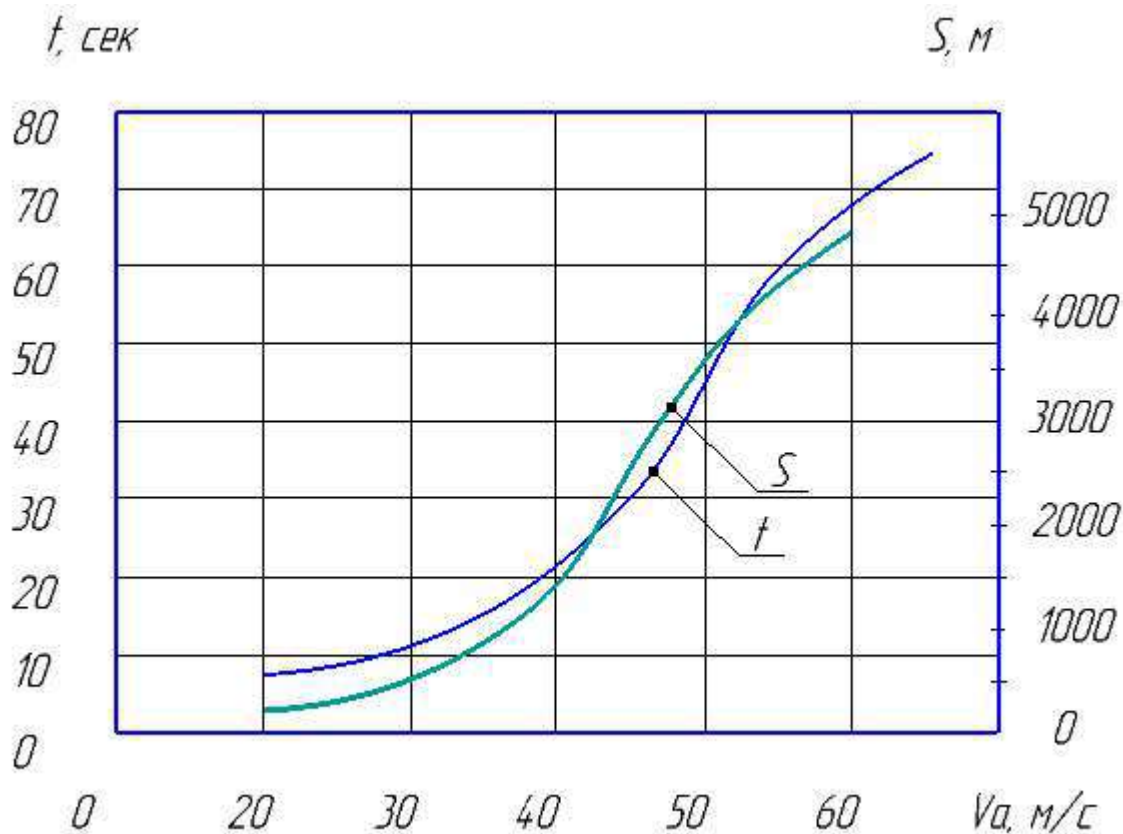


Рисунок 2.6 - График времени и пути разгона автомобиля

Таблица 2.3 – Данные расчета

Передача	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pк	Pв	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1	800	2,24	4581	6,36	0,40	10262	43,16	6835,8	1,80	0,56
	2	1400	3,92	4852	19,47	0,42	19021	231,31	11962,7	1,87	0,53
	3	2000	5,60	5011	39,74	0,42	28061	674,37	17089,6	1,92	0,52
	4	2600	7,28	5057	67,16	0,43	36819	1481,5	22216,5	1,92	0,52
	5	3200	8,96	4992	101,7	0,42	44731	2762,2	27343,4	1,89	0,53
	6	3800	10,64	4814	143,4	0,41	51231	4625,4	32470,3	1,83	0,55
	7	4400	12,32	4525	192,3	0,38	55755	7180,6	37597,1	1,72	0,58
	8	5100	14,28	4046	258,4	0,35	57783	11181	43578,5	1,56	0,64
II	1	800	4,20	2443	22,35	0,26	10262	284,5	12817,2	1,80	0,55
	2	1400	7,35	2587	68,46	0,26	19021	1524,7	22430,1	1,85	0,54
	3	2000	10,50	2672	139,7	0,27	28061	4445,2	32043,0	1,86	0,54
	4	2600	13,65	2697	236,1	0,26	36819	9766,2	41655,9	1,82	0,55
	5	3200	16,80	2662	357,6	0,25	44731	18207	51268,9	1,75	0,57
	6	3800	19,95	2568	504	0,23	51231	30490	60881,8	1,63	0,61
	7	4400	23,10	2413	676	0,21	55755	47333	70494,7	1,47	0,68
	8	5100	26,78	2158	908	0,18	57783	73708	81709,8	1,24	0,81

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
III	1	800	6,00	1710	45,6	0,21	10262	829,44	18310,3	1,62	0,62
	2	1400	10,50	1811	139	0,21	19021	4445,2	32043,0	1,62	0,62
	3	2000	15,00	1870	285	0,20	28061	12960	45775,8	1,58	0,63
	4	2600	19,50	1888	481	0,19	36819	28473	59508,5	1,48	0,68
	5	3200	24,00	1863	729	0,17	44731	53084	73241,2	1,33	0,75
	6	3800	28,50	1797	1029	0,15	51231	88892	86974,0	1,13	0,88
	7	4400	33,00	1689	1379	0,12	55755	137998	100706	0,88	1,13
	8	5100	38,25	1510	1853	0,08	57783	214894	116728	0,53	1,89
IV	1	800	8,20	1252	85,11	0,18	10262	2113,4	25009	1,43	0,70
	2	1400	14,34	1326	260,6	0,17	19021	11326	43766	1,37	0,73
	3	2000	20,49	1369	531,9	0,15	28061	33023	62523	1,24	0,80
	4	2600	26,63	1382	898,9	0,13	36819	72551	81279	1,04	0,96
	5	3200	32,78	1364	1361	0,10	44731	135262	100036	0,76	1,31
	6	3800	38,93	1316	1920	0,06	51231	226505	118793	0,41	2,43
	7	4400	45,07	1237	2574	0,01	55755	351629	137550	0,35	2,41
	8	5100	52,24	1106	3458	0,01	57783	547567	159433	0,36	2,38
V	1	800	9,88	1038	123,7	0,16	10262	3706,0	30158,1	1,32	0,76
	2	1400	17,29	1099	379	0,15	19021	19862	52776,8	1,21	0,83
	3	2000	24,71	1135	773,4	0,12	28061	5790	75395,4	1,00	1,00
	4	2600	32,12	1146	1307	0,09	36819	127222	98014,0	0,68	1,46
	5	3200	39,53	1131	1980	0,04	44731	237187	120632	0,28	3,61
	6	3800	46,94	1091	2792	0,04	51231	397185	143251	0,27	3,63
	7	4400	54,35	1025	3743	0,03	55755	616595	165869	0,21	3,65
	8	5100	63,00	917	5029	0,02	57783	960180	192258	0,20	3,62

Выводы по разделу два

В данном разделе дипломного проекта были определены основные тягово-динамические показатели легкового автомобиля, а также время и путь разгона автомобиля.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание приспособления

На станциях технического обслуживания при проверке, регулировке углов установки колес, в большинстве случаев не загружают колеса автомобиля, что приводит к не корректному измерению углов установки колес и их регулировке (на некоторых автомобилях вообще не возможно проводить измерение и регулировку без загрузки колес). Там, где происходит загрузка, ее проводят вручную, с использованием специальных грузов. Чтобы сократить время диагностики предлагается механизировать процесс загрузки колес автомобиля.

В России существует небольшое количество различных способов загрузки колес, способы приведены в таблице 3.1.

Способ загрузки колес автомобиля как правило ручное укладывание грузов в салон автомобиля. Недостатком этого способа является то, что работнику необходимо прикладывать большие физические нагрузки, около 400 килограмм при обслуживании только одного автомобиля, увеличивается время производственного цикла.

Загрузка колес автомобиля подвешиванием груза за переднюю часть автомобиля является не правильной, так как нарушается распределение нагрузки на колеса автомобиля, а регулировочные углы для проверки, указаны при определенной силе в определенных местах. Так же недостатком является, то что на работников возлагаются большие физические нагрузки.

Возможна регулировка углов установки колес без загрузки, но не на всех автомобилях, потому что не на все автомобили есть проверочные углы установки колес без нагрузки. На автомобилях, на которых возможна проверка без нагрузки, регулировка будет производиться с большой погрешность.

Проанализировав существующие методы подготовки автомобиля к регулировке углов установки колес, можно сделать вывод, что наиболее

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

эффективный способ, это применение приспособления для загрузки колес автомобиля (рисунок 3.1).

Таблица 3.1 – Анализ существующих способов загрузки колес автомобиля

Наименование конструкции	Схема конструкции	Преимущества	Недостатки
Загрузка груза в салон автомобиля		Равномерное распределение нагрузки Очень низкие капитальные вложения Универсальность	Большие физические нагрузки Большое время подготовки
Подвешивание груза за переднюю часть автомобиля		Небольшие затраты времени на подготовку к работе Возможность изготовления с помощью распространенных деталей	Неравномерное распределение сил на автомобиль Большие нагрузки при подготовке к работе
Без нагрузки		Минимальное время производственного цикла.	Большие погрешности при регулировке Невозможность регулирования некоторых автомобилей
Проектируемое устройство для загрузки колес автомобиля		Малое время подготовки Универсальность; Низкая трудоемкость.	Необходимость первоначальных монтажных работ Необходимость проведения ТО

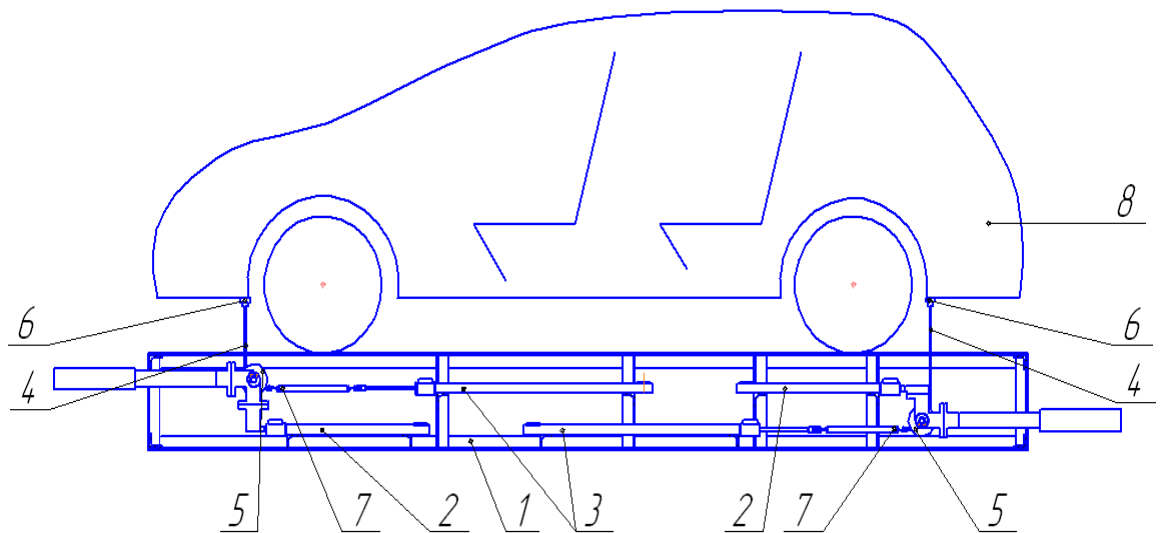


Рисунок 3.1 – Схема приспособления стенда для нагрузки колес
 1 – рама; 2 – гидроцилиндры передвигающие направляющие ролики;
 3 – натягивающие гидроцилиндры; 4 – натягивающие тросы;
 5 – направляющие ролики; 6 – магниты; 7 – трос; 8 – автомобиль

Нагрузка осуществляется по средства магнитов расположенных в задней и передней частях автомобиля, использование гидроцилиндров для перемещения тросов, позволит обеспечить плавность нагрузки на части автомобиля, существенно сократит время на подготовку и выполнение операций по регулировке и диагностике.

3.2 Выбор и расчет основных элементов приспособления

Для расчета конструкции необходимо определить исходные данные.

Исходные данные:

- индустриальное машинное масло 30;
- давление масла в гидравлической системе: 10 МПа.

Рассмотрим гидропривод поступательного движения.

Обозначим полезные площади силового цилиндра через F_1 и F_2 , а давления в этих полостях через P_1 и P_2 :

$$F_2 = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.1)$$

$$F_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (3.2)$$

где D и d - диаметры силового цилиндра и штока поршня.

Составим уравнение равновесия поршня силового цилиндра, пренебрегая силами инерции:

$$P_1 \cdot F_1 = P_2 \cdot F_2 + R + T, \quad (3.3)$$

где T - сила трения, приложенная к поршню.

Давление P_1 в определяется как:

$$P_1 = P_n - \Delta P_{зол.1} - \Delta P_1, \quad (3.4)$$

давление P_2 в полости:

$$P_2 = \Delta P_{зол.2} + \Delta P_2 + \Delta P_{дросс} + \Delta P_\phi, \quad (3.5)$$

где P_n - давление развиваемое насосом, МПа;

$\Delta P_{зол.1}$ и $\Delta P_{зол.2}$ - перепады давлений на гидрораспределителе, МПа;

ΔP_1 и ΔP_2 - перепады давлений в трубах l_1 и l_2 , МПа;

$\Delta P_{дросс}$ - перепад давления на дросселе, МПа;

ΔP_ϕ - перепад давления на фильтре, МПа.

Определим площади гидроцилиндра F_1 и F_2 , используя соотношения

$$v_{np} = \frac{S}{t_p}, \quad (3.6)$$

$$v_{nx} = \frac{S}{t_x}, \quad (3.7)$$

где v_{np} и v_{nx} - скорости поршня при рабочем и холостом ходе.

Преобразуем соотношения к виду:

$$\frac{v_{np}}{v_{nx}} = \frac{t_x}{t_p}, \quad (3.8)$$

Расход жидкости, поступающий в силовой цилиндр можно определить по формуле:

$$Q = v_n \cdot F, \quad (3.9)$$

Если расход жидкости, поступающий в силовой цилиндр при рабочем и холостом ходе одинаков, то:

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$Q = v_{np} \cdot F_1, \quad Q = v_{nx} \cdot F_2,$$

поэтому:

$$\frac{v_{np}}{v_{nx}} = \frac{F_2}{F_1}.$$

Из этого следует, что:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{t_x}{t_p} \quad \text{или} \quad \frac{t_x}{t_p} = \left(\frac{D^2}{D^2 - d^2} \right),$$

откуда:

$$d = \sqrt{D^2 - D^2 \frac{t_p}{t_x}}, \quad (3.10)$$

Следовательно, выражение площади поршня в штоковой полости примет вид:

$$F_1 = \frac{\pi \left(D^2 - \left(D^2 - D^2 \frac{t_p}{t_x} \right) \right)}{4}, \quad (3.11)$$

Зная выражения площадей F_1 и F_2 , сможем определить диаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4(P^2 + R + T)}{\pi \left(2P_1 - P_1 \frac{t_p}{t_x} \right)}}, \quad (3.12)$$

или

$$D = \sqrt{\frac{4(R + T)}{\pi \left[2(P_n - \Delta P_{зол.1} - \Delta P_1) - \frac{t_p}{t_x} (P_n - \Delta P_{зол.1} - \Delta P_1) - (\Delta P_{зол.2} + \Delta P_2 + \Delta P_{dp} + \Delta P_{\phi}) \right]}}}, \quad (3.13)$$

Следовательно, для определения диаметра поршня цилиндра D нужно найти силу трения T и перепады давлений. Сила трения T увеличивается с ростом давления жидкости в цилиндре и лежит в диапазоне:

$$T = (0,02...0,01)R, \quad (3.14)$$

Для определения перепадов давлений воспользуемся справочными данными, приведенными в таблице 3.2.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таблица 3.2 - Справочные данные для определения перепадов давлений в гидроаппаратуре при номинальном расходе

Гидроаппаратура	Перепад давлений, МПа	Гидроаппаратура	Перепад давлений, МПа
Золотник	0,2	Клапан редуционный	0,5
Обратный клапан	0,15	Гидроклапан давления	0,6
Дроссель	0,3	Напорные золотники	0,3
Регулятор потока (скорости)	0,3 (0,5)	Фильтр пластинчатый	0,1

Перепады давлений принимаем как:

$$\Delta P_{зол.1} = \Delta P_{зол.2} = 0,2 \text{ МПа};$$

$$\Delta P_{орос} = 0,3 \text{ МПа};$$

$$\Delta P_{\phi} = 0,1 \text{ МПа}.$$

Так как перепады давлений в трубах на первой стадии расчета определить нельзя, то примем предварительно

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0,2 \text{ МПа}.$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 (2,5 + 0,02 \cdot 2,5)}{3,14 \cdot 10^6 [2(10 - 0,2 - 0,2) - 0,9 \cdot (10 - 0,2 - 0,2) - (0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,1)]}} = 0,021 = 21 \text{ мм}$$

диаметр силового цилиндра в соответствии с ГОСТ12447-80 принимаем D=25 мм, диаметр штока принимаем d=12 мм.

Толщину δ стенки гидроцилиндра можно определить по формуле Ляме:

$$\delta = \frac{D}{2} \left[\sqrt{\frac{[\sigma] + 0,4P}{[\sigma] - 1,3P}} - 1 \right], \quad (3.15)$$

$$\delta = \frac{25}{2} \left[\sqrt{\frac{60 + 0,4 \cdot 10}{60 - 1,3 \cdot 10}} - 1 \right] = 8 \text{ мм}$$

Допускаемые напряжения на растяжение принимаются равными для стали $45 [\sigma] = 50 \dots 60 \text{ МПа}$ ($1 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$), для чугуна $[\sigma] = 15 \text{ МПа}$ ($1 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$). Коэффициент запаса $k = 1,25 \dots 2,5$.

Далее определяется расход жидкости, поступающей в левую поршневую полость силового цилиндра:

$$Q_{ц1} = v_{np} \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{0,8}{32} \cdot \frac{3,14 \cdot (0,025^2 - 0,012^2)}{4} = 0,00000943 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 566,4 \frac{\text{см}^3}{\text{мин}}$$

где v_{np} - скорость перемещения поршня, м/с.

Условный проход внутренних диаметров гидролиний:

$$d_m = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ц1}}{\pi \cdot v_{рж}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,43 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 3,2}} = 0,0055 \text{ м}$$

Найденное значение диаметра округляем до ближайшего стандартного в большую сторону согласно ГОСТ 16516-80 $d_T = 6 \text{ мм}$.

В гидроприводе применяются стальные бесшовные холоднодеформированные трубы по ГОСТ8734-75, медные трубы по ГОСТ617-72, алюминиевые трубы по ГОСТ18475-82, латунные трубы по ГОСТ494-76 и рукава высокого давления по ГОСТ6286-73.

Уточнив значение d_m , находим среднюю скорость движения жидкости в трубах:

$$v_{рж} = \frac{4 \cdot Q_{ц1}}{\pi \cdot d_m^2} = \frac{4 \cdot 9,43 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 36 \cdot 10^{-6}} = 1,05 \text{ м/с}.$$

Зная расходы и ориентировочные величины давлений, приступим к выбору гидроаппаратуры.

Подача насоса с учетом утечек рабочей жидкости определится по формуле

$$Q_n = Q_{ц1} + \Delta Q_{ц} + \Delta Q_{зол} + \Delta Q_{кл}, \quad (3.16)$$

где $\Delta Q_{ц}$ - утечки жидкости в силовом цилиндре;

$\Delta Q_{зол}$ - утечки в золотнике;

$\Delta Q_{др}$ - утечки через дросель;

$\Delta Q_{кл}$ - утечки через предохранительный клапан.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Если P_1 отличается от P^* , то действительные утечки жидкости в силовом цилиндре и в золотнике можно найти из выражений:

$$\Delta Q_{ц} = \Delta Q_{ц}^* \frac{P_1}{P^*} = 56 \frac{10 \cdot 10^6}{6,3 \cdot 10^6} = 88,8 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

$$\Delta Q_{зол} = \Delta Q_{зол}^* \frac{P_1}{P^*} = 50 \frac{10 \cdot 10^6}{6,3 \cdot 10^6} = 79,4 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

$$\Delta Q_{кп} = \Delta Q_{кп}^* \frac{P_1}{P^*} = 200 \frac{10 \cdot 10^6}{6,3 \cdot 10^6} = 317,4 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

Подставим полученные значения $Q_{ц1}$, $\Delta Q_{ц}$, $\Delta Q_{кп}$, $\Delta Q_{др}$ в уравнение, определяющее подачу насоса и найдем Q_n :

$$Q_n = 9,43 + 0,088 + 0,0794 + 0,317 = 9,96 \text{ л} / \text{мин}$$

Выбираем насос НШ10:

- рабочий объем: 10 см^3 ;
- номинальная подача: 9-15 л/мин;
- давление на выходе из насоса: 10 Мпа.

Частота вращения:

- номинальная: 1100 об/мин;
- max 1700 об/мин;
- min 1100 об/мин.

КПД при номинальном режиме работы:

- объемный: 0,83;
- полный: 0,75.

Аппаратуру для гидросистемы следует подбирать по номинальному расходу.

Гидроклапаны относятся к регулирующей гидроаппаратуре и служат для изменения давления, расхода и направления потока рабочей жидкости путем частичного открытия рабочего проходного сечения. Клапаны выбираются по номинальному расходу и давлению (1; 2,5; 6,3; 10; 20 и 32 МПа).

Выбираем предохранительный клапан ВГ54-3-2-УХЛ4:

- исполнение по присоединению: резьбовое;

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- исполнение по давлению: 10 МПа;
- исполнение по условному проходу: 10 мм.

Расход масла, л/мин:

- номинальный: 32;
- max: 45;
- min: 1.

Расход масла через полностью закрытый дроссель не более - 100 см³/мин.

Перепад давлений в дросселе не менее - 0,2 МПа.

Масса –3,5 кг.

Дроссели позволяют изменять расход масла, проходящего через гидролинию.

Выбираем дроссель КВМК:

- исполнение по условному проходу - 10 мм;
- расход масла через полностью закрытый дроссель не более 100 см³/мин;
- перепад давлений в дросселе не менее 0,2 МПа;
- масса: 0,7 кг.

Выбираем гидрораспределитель ВММ1044:

- исполнение по условному проходу: 10 мм;

Расход масла, л/мин:

- номинальный: 33;
- max: 80;
- min: 5.

Рабочее давление, МПа:

- номинальный: 10;
- min: 0,5;
- масса: 4,5 кг.

Выбираем фильтр ФС (25-25)/6,3 ТУ-053-1641-83Е.

Расход масла, л/мин:

- номинальный: 25;
- тонкость фильтрации: 25 мкм;

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- масса: 0,6 кг.

Выводы по разделу три

В данном разделе дипломного проекта была рассмотрена предложенная конструкция приспособления для нагрузки автомобиля при выполнении операций сход-развала автомобиля. Предложенная конструкция обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими способами нагрузки. Также был произведен выбор и расчет основных элементов приспособления.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Выбор технологической детали

Благосостояние общества и его положение в мировом сообществе в значительной мере определяются достигнутым уровнем производительности общественного труда. Современные условия характеризуются бурным развитием производства и все более широким использованием высокопроизводительных машин во всех отраслях народного хозяйства.

Это определяет приоритетное значение машиностроения, задачей которого является производство машин, облегчающих труд человека и повышающих его производительность. Производство машин является сложным процессом, в ходе которого из исходного сырья и заготовок изготавливают детали и собирают машины. Для обеспечения производства машин необходимо решить комплекс задач, связанных с технологической подготовкой их производства, и реализовать разработанные технологические процессы в действующих производственных системах – заводах, цехах, участках, обеспечивая при этом требуемое качество изделий на всех этапах технологического процесса в течение всего срока выпуска изделий.

Технология машиностроения синтезирует технические проблемы изготовления машин заданного качества, а с решением целого ряда организационных и экономических задач, вытекающих из необходимости обеспечить выпуск изделий в определенном производственной программой количестве, в заданные сроки и при наименьшей себестоимости. Для уже разработанных технологических процессов необходимо спроектировать, изготовить предусмотренные технологическими процессами станочные, сборочные и контрольные приспособления, вспомогательный и режущий инструмент. В современных условиях большое значение имеет обеспечение качества выпускаемых машин. При этом повышение качества машин в

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

значительной степени связано с повышением точности изготовления деталей и сборки изделий.

Технологический процесс является частью производственного цикла. Он непосредственно влияет на стабильность технических параметров и качество изделия.

Рационально выбранная технология обработки детали позволяет снизить ее себестоимость и улучшить качество продукции в целом.

В данной части дипломного проекта необходимо рассчитать четыре операции изготовления детали.

Деталью для которой разрабатываются технологические операции является Ось.

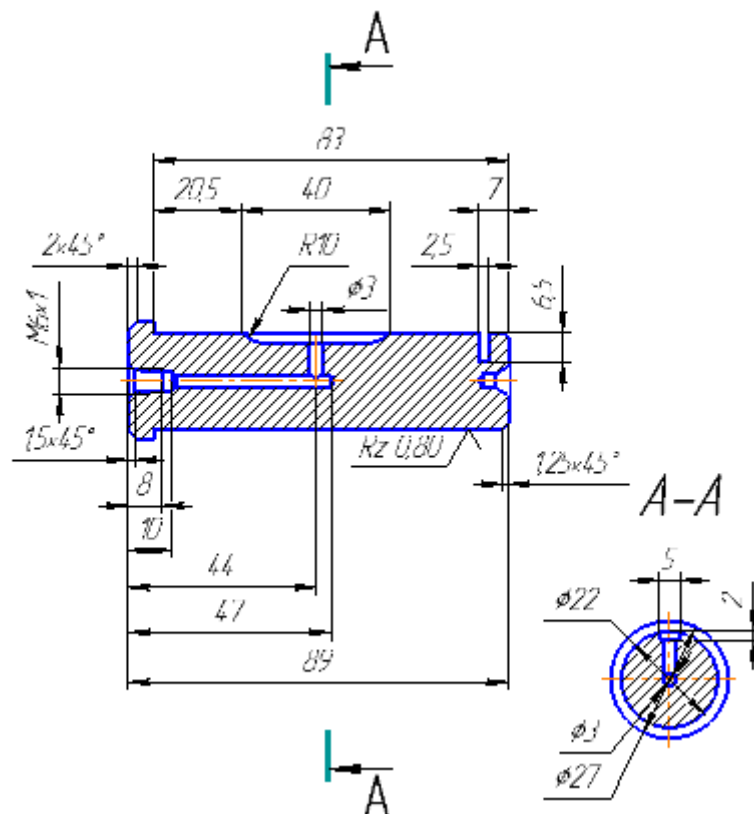


Рисунок 4.1 – Общий вид выбранной детали

Ось получают из круга 27 мм, материал сталь 45 ГОСТ 1050-88, назначение: круг стальной применяется для изготовления деталей укрепления

железобетонных перекрытий, соединительных трубок и в других областях строительства и машиностроения.

Сталь 45 ГОСТ 1050-88: Сталь конструкционная углеродистая качественная, используется в промышленности для изготовления вал-шестерни, коленчатых и распределительных валов, шестерен, кулачков и других нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Таблица 4.1 – Химический состав в % материала

C	Si	Mn	Ni	S	Cr	Cu
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	< 0,25	< 0,04	< 0,25	< 0,25

4.2 Технологический процесс изготовления

Операция 005 - Заготовительная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

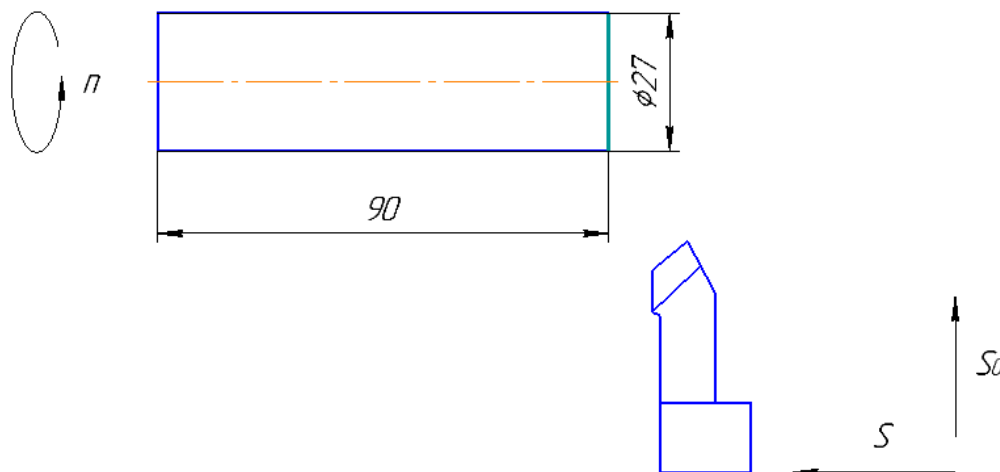


Рисунок 4.1 – Схема токарной операции

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (4.1)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм; $L_{рез} = 27$ мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм; $y = 2$ мм;

$L_{доп}$ – дополнительная длина хода, мм. $L_{доп} = 2$ мм;

$L_{р.х.} = 27 + 2 + 2 = 31$ мм;

Подача по паспорту станка $S = 0,08$ мм/об.

$$T_p = T_M \lambda \quad (4.2)$$

где T_M – стойкость инструмента, $T_M = 50$

$$\lambda = L_{рез} / L_{р.х.} \quad (4.3)$$

$$\lambda = 27 / 31 = 0,9, \quad T_p = 50 \times 0,9 = 45$$

Скорость резанья

$$V = T_p \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.4)$$

где K_{MV} – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала, $K_{MV} = 1$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от стойкости инструмента, $K_{IV} = 1,3$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру, $K_{IV} = 1$.

$$V = 45 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 58,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.5)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 58,5}{3,14 \cdot 27} = 690 \text{ об/мин}$$

Принимаем обороты, по паспорту станка $n_{пр.} = 700$ об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.6)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 700}{1000} = 59,3 \text{ м/мин}$$

Время обработки

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.7)$$

$$T_o = \frac{31}{700 \cdot 0,08} = 0,55 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

- переходы рабочего с грузом;
- установка и снятие детали;
- вспомогательное время по управлению станком;
- вспомогательное время на контрольные измерения.

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{перех} = 0,26 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,16 \text{ мин}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,55 + 0,54 = 1,09 \text{ мин.}$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,1 \text{ мин.}; \quad t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,02 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,02 + 0,1 + 1,09 = 1,21 \text{ мин}$$

Операция 010 - Токарная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

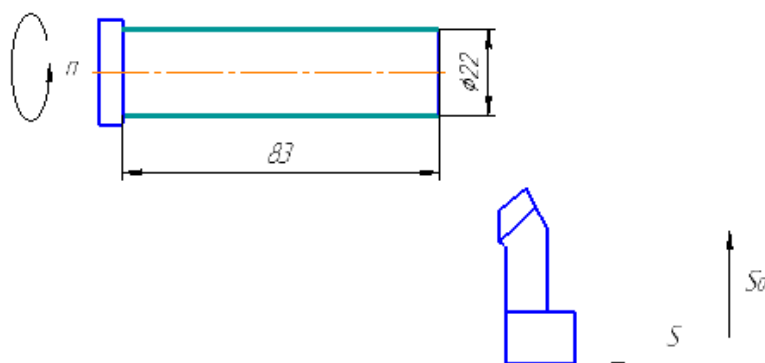


Рисунок 4.2 – Схема токарной операции

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (4.8)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм; $L_{рез} = 83$ мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм; $y = 2$ мм;

$L_{доп}$ – дополнительная длина хода, мм. $L_{доп} = 3$ мм;

$$L_{p.x.} = 83 + 2 + 3 = 88 \text{ мм};$$

Подача по паспорту станка $S = 0,08$ мм/об.

$$T_p = T_M \lambda \quad (4.9)$$

где T_M – стойкость инструмента, $T_M = 50$

$$\lambda = L_{рез} / L_{p.x.} \quad (4.10)$$

$$\lambda = 83 / 88 = 0,9, \quad T_p = 50 \times 0,9 = 45$$

Скорость резанья

$$V = T_p \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.11)$$

где K_{MV} – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала, $K_{MV} = 1$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от стойкости инструмента, $K_{IV} = 1,3$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру, $K_{IV} = 1$.

$$V = 45 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 58,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 58,5}{3,14 \cdot 22} = 846 \text{ об/мин}$$

Принимаем обороты, по паспорту станка $n_{пр.} = 850$ об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.13)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 850}{1000} = 58,7 \text{ м/мин}$$

Время обработки

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.14)$$

$$T_o = \frac{88}{850 \cdot 0,08} = 1,3 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

- переходы рабочего с грузом;
- установка и снятие детали;
- вспомогательное время по управлению станком;
- вспомогательное время на контрольные измерения.

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{перех} = 0,26 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,16 \text{ мин}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 1,3 + 0,54 = 1,84 \text{ мин.}$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,12 \text{ мин.}; \quad t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,04 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,04 + 0,12 + 1,84 = 1,96 \text{ мин}$$

Операция 030 - Токарная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

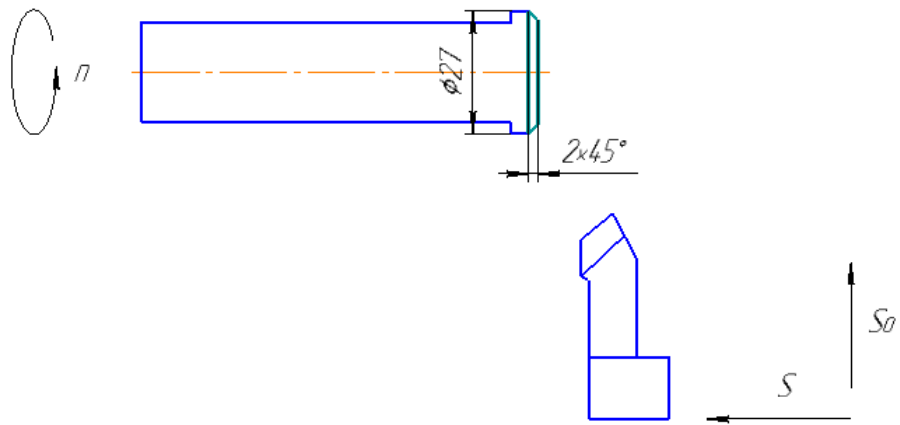


Рисунок 4.3 – Схема токарной операции

Длина рабочего хода:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (4.8)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{рез}$ – длина резания, мм; $L_{рез} = 2$ мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм; $y = 1$ мм;

$L_{доп}$ – дополнительная длина хода, мм. $L_{доп} = 1$ мм;

$$L_{р.х.} = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ мм};$$

Подача по паспорту станка $S = 0,08$ мм/об.

$$T_p = T_M \lambda \quad (4.9)$$

где T_M – стойкость инструмента, $T_M = 50$

$$\lambda = L_{рез} / L_{р.х.} \quad (4.10)$$

$$\lambda = 2/4 = 0,5, \quad T_p = 50 \times 0,5 = 25$$

Скорость резанья

$$V = T_p \cdot K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (4.11)$$

где K_{MV} – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала, $K_{MV} = 1$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от стойкости инструмента, $K_{IV} = 1,3$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру, $K_{IV} = 1$.

$$V = 25 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 32,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 32,5}{3,14 \cdot 27} = 383 \text{ об/мин}$$

Принимаем обороты, по паспорту станка $n_{пр.}=450$ об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.13)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 450}{1000} = 38,1 \text{ м/мин}$$

Время обработки

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.14)$$

$$T_o = \frac{4}{450 \cdot 0,08} = 0,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

- переходы рабочего с грузом;
- установка и снятие детали;
- вспомогательное время по управлению станком;
- вспомогательное время на контрольные измерения.

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{перех} = 0,26 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,16 \text{ мин}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,1 + 0,54 = 0,64 \text{ мин.}$$

$$t_{орг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,05 \text{ мин.}; \quad t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,01 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,01 + 0,05 + 0,64 = 0,7 \text{ мин}$$

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Операция 040 - Токарная

Исходные данные: гидрокопировальный полуавтомат 1722.

Инструмент-резец проходной Т5К10.

Длина рабочего хода:

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}, \quad (4.8)$$

где $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{\text{рез}}$ – длина резания, мм; $L_{\text{рез}} = 1,25$ мм;

y – величина подвода врезания и перебега инструмента, мм; $y=1$ мм;

$L_{\text{доп}}$ – дополнительная длина хода, мм. $L_{\text{доп}}=1$ мм;

$$L_{\text{р.х.}} = 1,25 + 1 + 1 = 3,25 \text{ мм};$$

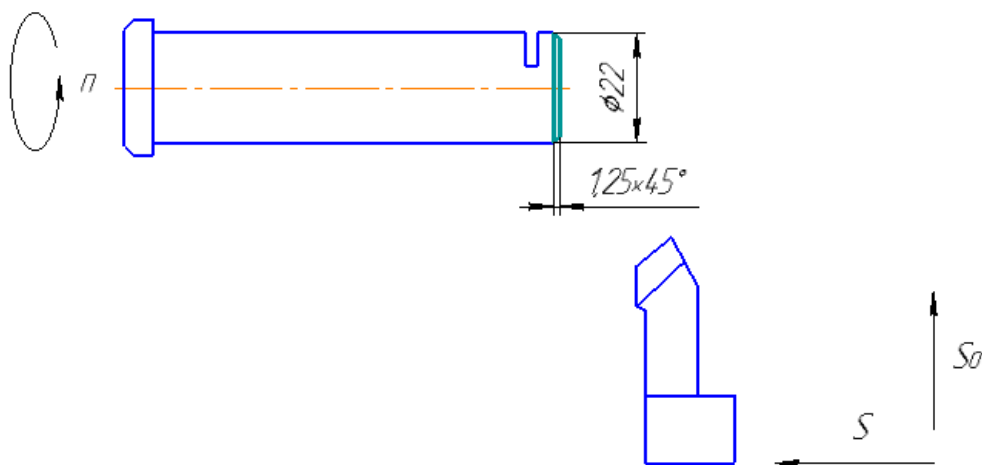


Рисунок 4.4 – Схема токарной операции

Подача по паспорту станка $S = 0,08$ мм/об.

$$T_p = T_M \lambda \quad (4.9)$$

где T_M – стойкость инструмента, $T_M = 50$

$$\lambda = L_{\text{рез}} / L_{\text{р.х.}} \quad (4.10)$$

$$\lambda = 1,25 / 3,25 = 0,4; T_p = 50 \times 0,4 = 20$$

Скорость резанья

$$V = T_p * K_{MV} * K_{IV} * K_{IV}, \quad (4.11)$$

где K_{MV} – коэфф., зависящий от обрабатываемого материала, $K_{MV} = 1$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от стойкости инструмента, $K_{IV} = 1,3$;

K_{IV} – коэфф., зависящий от отношения длины резания к диаметру, $K_{IV} = 1$.

$$V = 20 \cdot 1,3 \cdot 1 = 26 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 26}{3,14 \cdot 22} = 376 \text{ об/мин}$$

Принимаем обороты, по паспорту станка $n_{пр.} = 450$ об/мин.

Уточняем скорость резанья по принятым оборотам:

$$V_{пр.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр.}}{1000}, \quad (4.13)$$

$$V_{пр.} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 450}{1000} = 31 \text{ м/мин}$$

Время обработки

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{пр.} \cdot S}, \quad (4.14)$$

$$T_o = \frac{3,25}{450 \cdot 0,08} = 0,9 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает в себя:

- переходы рабочего с грузом;
- установка и снятие детали;
- вспомогательное время по управлению станком;
- вспомогательное время на контрольные измерения.

$$t_{уст} = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{перех} = 0,26 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,16 \text{ мин}$$

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{всп} = 0,12 + 0,26 + 0,16 = 0,54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,1 + 0,54 = 0,64 \text{ мин.}$$

$$t_{отг} = 7\% \cdot t_{оп} = 0,05 \text{ мин.}; \quad t_{отл} = 2\% \cdot t_{оп} = 0,01 \text{ мин.}$$

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = 0,01+0,05+0,64= 0,7 \text{ мин}$$

4.3 Выбор оборудования

Для токарных операций, токарный гидрокопировальный полуавтомат 1722, предназначен для обработки ступенчатых валиков, барабанов и других подобных деталей. Наличие специальной копирной линейки обеспечивает возможность обточки фасонных поверхностей. Наиболее рационально применение станка в условиях серийного и крупносерийного производства.

Техническая характеристика станка 1722

- Наибольшая перемещение суппорта, мм

продольное 420

поперечное. 110

- Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин. 50-650

- Скорость быстрого перемещения переднего суппорта, м/мин

копировального 4,4

поперечного 3,1

- Мощность главного электродвигателя, кВт 7

- Габаритные размеры, мм

длина 2065

ширина 1490

высота 2300

- Масса, кг 6400

Выводы по разделу четыре

В данном разделе дипломного проекта была выбрана деталь, для которой были рассчитаны четыре операции изготовления, также было выбрано

оборудование на котором эти операции выполняются, для выбранных станков
приведена техническая характеристика.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Требования к охране труда на автомобильном транспорте

Правила по охране труда на автомобильном транспорте являются отраслевым нормативным документом, действие которого распространяются на автотранспортные предприятия, независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности, осуществляющих услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств.

Правила по охране труда устанавливают на территории РФ требования по охране труда, обязательные для исполнения при организации и осуществлении перевозок, отдельных видов работ, при эксплуатации оборудования, подвижного состава, производственных территорий и помещений на автомобильном транспорте.

Правила определяют так же меры направленные на предупреждение воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников автомобильного транспорта.

На предприятии, помимо правил по охране труда, должны выполняться требования, установленные в нормативных актах ГОСГОРТЕХНАДЗОРА, ГОСКОМСАНЭПИДНАДЗОРА, ГОСЭНЕРГОНАДЗОРА и других органов, осуществляющих государственный и общественный надзор.

Правила по охране труда разработаны в соответствии с основами законодательства РФ об охране труда и другими нормативами и правовыми актами по охране труда.

Охрана труда на предприятии автотранспорта включает в себя вопросы трудового законодательства, технику безопасности, промышленную санитарию, гигиену труда, противопожарные мероприятия, безопасность движения транспортных средств.

Трудовое законодательство регламентирует, основные, общие нормы ведения трудовых процессов. Таких, как правовое регулирование времени работы

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

и отдыха, условия приема на работу порядок предоставления отпусков и т.д. Техника безопасности определяет обязательные требования и нормативы ведения производственных процессов, обеспечивает сохранность жизни и здоровья работающих при высокой производительности труда.

Промышленная санитария включает в себя комплекс мероприятий по оздоровлению и улучшению производственной среды и санитарно-бытового обслуживания рабочих и служащих. Гигиена труда дает рекомендации по ликвидации причин порождающих профессиональные заболевания.

Противопожарные мероприятия предусматривают: исключение причин возникновения и распространение пожаров, обеспечение успешной эвакуации людей и материальных ценностей с места пожара, создание условий для эффективного пожаротушения.

На предприятиях автотранспорта общего пользования вопросам охраны труда уделяется самое серьезное внимание. В соответствии с комплексными планами улучшения и оздоровление условий труда разрабатываемый на текущий год определяются меры по укреплению материально технической базы, внедрению механизации процессов ремонта и технического обслуживания подвижного состава, строительству и реконструкции санитарно-бытовых помещений, пропаганде безопасных приемов труда. Ход выполнения комплексных планов контролируется соответствующими хозяйственными и профсоюзными органами.

5.2 Требования безопасности к участку с расположенным стендом

Окна, обращенные в солнечную сторону, должны быть оснащены устройствами, обеспечивающими защиту от прямых солнечных лучей.

Световые проемы верхних фонарей должны быть застеклены армированным стеклом.

Очистка от загрязнения оконных стекол и фонарей в производственных помещениях должны производиться не менее двух раз в год.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Помещения и рабочие места должны обеспечиваться искусственным освещением, достаточным для безопасного выполнения работ, пребывание передвижения людей. На территории предприятия, открытых площадках, в производственных помещениях и на рабочих местах должна быть обеспечена не менее установленных норм.

Производственные, вспомогательные и санитарно – бытовые помещения должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Все вентиляционные системы должны быть в исправном состоянии. Помещения для хранения и технического обслуживания автомобиля где возможно быстрое повышение концентрации токсичных веществ в воздухе, должны оборудоваться системой автоматического контроля за состоянием воздушной среды в рабочей зоне и сигнализаторами.

Таблица 4.1 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м ³	Класс опасности
Оксиды азота (в пересчете на NC ₂)	5	3
Акролеины	0,2	2
Ангигрид сернистый	10	3
Ацетон	200	4
Бензин	100	4
Бутил ацетат	200	4
Соляная кислота	5	2
Водород фтористый	0,5	-
Изопрен	40	4
Кислота серная	1	2
Керосин (в С)	300	4

5.3 Инструкция по охране труда для оператора по работе с приспособлением для загрузки колес автомобиля

Требования к персоналу:

- к работе могут быть допущены лица, достигшие 18 лет, имеющие профессиональную подготовку для данного вида работ;
- выполнять только ту работу, которая предусмотрена нарядом, не допускать к ее выполнению посторонних лиц;
- при переводе на другую работу требовать проведение внепланового инструктажа;
- работать только на исправном оборудовании, пользоваться только исправным инструментом и приспособлениями;
- соблюдать правила передвижения на территории и участке;
- при подъеме тяжелых деталей (свыше 50 кг.) пользоваться грузоподъемными средствами;
- уметь оказывать первую медицинскую помощь;
- уметь пользоваться средствами тушения пожара;
- запрещается работать в состоянии алкогольного и наркотического опьянения;
- за нарушение данной инструкции виновные несут ответственность согласно Правилам внутреннего трудового распорядка.
- надеть рабочую одежду так, чтобы она не стесняла движений и не имела развивающихся и свисающих концов;

Требования безопасности во время работы станда:

- выполнять правила эксплуатации станда;
- перед пуском машины убедиться, что ее работа не причинит вреда окружающим;
- при работе использовать только стандартный инструмент;
- при возникновении каких-либо неисправностей немедленно отключить прибор;

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

- поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте;

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- при появлении посторонних шумов, запаха гари, дыма, искрения электрооборудования, повышение нагрева узлов немедленно остановить механизм;

По окончании работы:

- выключить прибор и привести в порядок рабочее место;

- убрать в специально отведенное место прибор, инструменты и одежду;

В процессе работы:

В процессе работы возможно проявление следующих опасных и вредных производственных факторов:

- разлив топлива;

- опасный уровень напряжения в электрической цепи;

- загазованность рабочей зоны;

- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;

- движущиеся машины и механизмы.

5.4 Перечень проводимых операций на проектируемом стенде

Таблица 5.1 – Перечень операций по услуге регулировка углов установки колес под нагрузкой

Наименование операции	Время, мин
1	2
Установка автомобиля на пост	3
Проверить техническое состояние подвески правого колеса	2
Проверить техническое состояние подвески левого колеса	2
Установить измерительные приборы на правые колеса	1
Установить измерительные приборы на левые колеса	1
Ввести данные в измерительный прибор во время перекачивания автомобиля	0,5

1	2
Перекачать автомобиль на 1 оборот колеса и обратно	0,5
Проверить параллельность передней и задней оси	0,5
Установить резиновые подушки на подъемник	0,5
Поднять автомобиль	0,5
Установить зацепное устройство системы нагружения подвески	0,5
Спустить автомобиль	0,5
Проверить угол развала колес, продольного и поперечного наклона стойки	0,5
Отключить систему нагружения подвески	0,2
Поднять автомобиль	0,5
Ослабить затяжку болтов, крепления оси нижнего рычага правого колеса	0,5
Ослабить затяжку болтов, крепления оси нижнего рычага левого колеса	0,5
Установить (снять) необходимое количество шайб на болты (правое колесо)	1,5
Установить (снять) необходимое количество шайб на болты (левое колесо)	1,5
Затянуть болты, крепления оси нижнего рычага правого колеса	0,5
Затянуть болты, крепления оси нижнего рычага левого колеса	0,5
Спустить автомобиль	0,5
Включить систему нагружения подвески автомобиля	0,2
Проверить угол развала колес, продольного и поперечного наклона стойки, угол схождения колес	0,5
Отключить систему нагружения подвески автомобиля	0,2
Поднять автомобиль	0,5
Ослабить затяжку стяжного хомутика на рулевой тяге правого колеса	1,0
Ослабить затяжку стяжного хомутика на рулевой тяге левого колеса	1,0
Повернуть резьбовую муфту на рулевой тяге правого колеса	1,0

1	2
Повернуть резьбовую муфту на рулевой тяге левого колеса	1,0
Затянуть болты стяжного хомутика на рулевой тяге правого колеса	1,0
Затянуть болты стяжного хомутика на рулевой тяге левого колеса	1,0
Спустить автомобиль	0,5
Включить систему нагружения подвески	0,2
Проверить угол схождения колес, углов схождения поворота колес	0,5
Снять измерительные приборы с правых колес	1,0
Снять измерительные приборы с левых колес	1,0
Выключить систему нагружения подвески автомобиля	0,2
Поднять автомобиль	0,5
Отсоединить зацепное устройство нагружения подвески автомобиля	0,5
Спустить автомобиль	0,5
Убрать резиновые подушки с подъемника	0,5
Съезд автомобиля с поста	3,0
ИТОГО:	35,5

Выводы по разделу пять

В настоящем разделе дипломного проекта были рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации, установке, и обслуживании проектируемого стенда

6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

При разработке и проектировании помещений, автомобилей, участков в современных условиях большое внимание уделяется вопросу использования их в составе подразделения гражданской обороны.

Выбранный автомобиль в качестве проектируемого, по техническим характеристикам дает возможность использовать его в данных условиях и целях. В случае военных действий возможен выход из строя электростанций, линий электропередач, железнодорожных магистралей, что скажется на пропускной способности автомагистралей. Поэтому автомобиль может оказаться единственным видом транспорта, который будет способен доставить специальное оборудование к местам назначения.

Многоместный пассажирский автомобиль Газель Next, позволяет произвести комфортную транспортировку 18 человек, на достаточно большие расстояния. Большие панорамные окна автомобиля, обеспечат достаточный приток света и тепла, в зимнее время года. Жесткая конструкция каркаса автомобиля обеспечит безопасность при транспортировке, защитит пассажиров от воздействия радиационного облучения и проникновения радиационной пыли в салон автомобиля. При использовании автомобиля в системе гражданской обороны он должен доукомплектовываться специальными мощными установками для проведения дезактивации, аптечкой для оказания первой медицинской помощи, а также герметичным бачком для хранения запаса питьевой воды. Таким образом, выбранный автомобиль, при достаточной доукомплектовки, может быть использован в условиях ЧС.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены вопросы гражданской обороны.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части произведен расчет экономической эффективности установки диагностического стенда для проверки сход-развала легкового автомобиля под нагрузкой.

Капитальные вложения - инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

Таблица 7.1 – Смета затрат на изготовление приспособления

Наименование работ	Время операции, ч	Тарифная ставка, руб./час	Затраты, руб.
Слесарные	3	27	81
Сварочные	4	35	140
Сборочные	4	27	108
Окрасочные	1	30	30
Монтажные	2	27	54
Токарные	7	30	210
Итого			623
Зарплата с учетом начислений ($\times 1,73$)			1077,79
Накладные расходы (200%)			1246
Всего			2946,79

Таблица 7.2 – Ведомость технологического оборудования на участке

Наименование оборудования	Цена оборудования руб.	Размеры, мм		Площадь, м ²	Количество
		длина	ширина		
Основное оборудование					
Подъемник ножничный	120 000	2000	1570	3,140	1
Стенд проверки	330 000	3300	1570	5,180	1
Стенд-нагрузатель подвески (разрабатываемое приспособление)	32 000 (29893+2946, 79)	3000	500	1,500	1
Вспомогательное оборудование					
Мебель и инвентарь					
Тележка инструментальная	3700	760	450	0,342	1
Шкаф гардеробный	6000	550	380	0,209	1
Производственная тара					
Ящик для хранения ветоши, крепежа	500	520	280	0,170	1
Инструмент и технологическая оснастка					
Набор ключей	1700				1
Организационная оснастка					
Урна	300	550	380	0,209	1
Щетка	50				1
Савок	50				1
Устройства охраны труда					
Освещение					
Вентиляция					
Стол	1800	1000	800	0,800	1
Стул	400	500	400	0,200	1
Итого:	496 500				

Таблица 7.3 – Капитальные вложения

Наименование показателей	Всего по проектно-сметной документации, тыс. руб.	Выполнено на момент начала работ, тыс. руб.	Подлежит выполнению до конца проекта, тыс. руб.
Капитальные вложения по утвержденному проекту, всего	499 447	0	499 447
в том числе:			
СМР	2 948	0	2 948
оборудование	496 500	0	496 500
прочие затраты	0	0	0

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в основные материалы с учетом запаса и капитальные затраты на приобретение оборудования.

Таблица 7.4 – Смета на покупные изделия и материалы

Наименование материалов	Ед. измерения	Кол.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Материалы:				
Уголок 50×50×4	м	15	170	2550
Труба квадратного сечения □ 100 мм	м	1,2	230	276
Труба квадратного сечения □ 90 мм	м	1,2	210	252
Соединительные трубки	м	7	265	1855
Комплектующие:				
Гидроцилиндр ЦРГ25×12×800	шт	2	2500	5000
Гидроцилиндр ЦРГ 25×12×500	шт	2	2000	4000
Трос	м	0,6	200	120
Пружина	шт	2	400	800
Магниты	шт	4	750	3000
Насос гидравлический НШ10	шт	1	970	970
Дроссель КВМК	шт	1	2000	2000
Клапан ВГ54-3-2-УХЛ4	шт	1	700	700
Фильтр ФС(25-25)/6,3	шт	1	1500	1500
Гидрораспределитель ВММ1044	шт	1	3700	3700
Электродвигатель	шт	1	3400	3400
Всего				29893

Смета составлена на основе прайсов за 2018 год цены взяты с учетом НДС.

Таблица 7.5 - Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
Капитальные вложения	499 447	499 447
Приобретение основных материалов	29 893	29 893
Итого - объем инвестиций	529 340	529 340

Источники финансирования проекта - собственные денежные средства, сформированные от амортизации основного капитала, отчислений из прибыли на инвестиционные нужды, денежные средства (расчетный счет).

Выручка от реализации продукции, производимой и реализуемой по договорам, определяется путем умножения планово-расчетной цена реализации единицы услуг на объем реализации в натуральном выражении.

В плановом 2019 году 249 рабочих дня.

Продолжительность рабочего дня 8 часов.

Средняя продолжительность услуги составляет 30 минут, следовательно количество услуг в час составляет в среднем 2 услуги.

Тогда возможный объем реализации при 100%-ой загрузки мощностей в год составит $2 * 8 * 249 = 3984$ шт.

При планировании производственной программы учтена минимальная загрузка машин $\approx 25\%$ (996 машин в год).

Норма прибыли может определяться исходя из различных критериев, например по относительному показателю – рентабельности продукции, либо исходя из соотношения спроса и предложения.

В данном случае цена реализации единицы услуги принята на уровне среднерыночной.

Производственная программа представлена в таблице 7.6.

Таблица 7.6 - Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
Объем производства в натуральном выражении	шт.	996	996	996
Объем реализации в натуральном выражении	шт.	996	996	996
Цена реализации за единицу продукции	руб.	1 500	1 500	1 500
Выручка от реализации продукции	руб.	1 494 000	1 494 000	1 494 000
в том числе НДС	руб.	268 920	268 920	268 920
Выручка без НДС	руб.	1 225 080	1 225 080	1 225 080

В результате технологического расчета получено необходимое число основных рабочих – 1 основной рабочий.

Таблица 7.7 – Численность персонала и месячный фонд оплаты труда

Должность, фонд оплаты труда	Кол – во работников	Форма оплаты труда	Месячная зар. плата тыс .руб.
Основные рабочие	1	Тариф	19 500
Общий фонд оплаты труда			234 000
Отчисления ФСС, 30%			70 200

На основании рассчитанных норм расхода материалов, общехозяйственных и общепроизводственных расходов рассчитаны затраты на весь объем реализации.

Ежегодные материальные затраты составляют 10% от выручки.

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (5% от выручки). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями на социальные нужды;

- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;

- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;

- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;

- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;

- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (3% от выручки). К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;

- содержание общехозяйственного персонала;

- амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;

- арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;

- расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;

- другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда - это заработная плата рабочих.

Отчисления ФСС – это обязательные страховые взносы в Фонды социального страхования, составляют 30% от заработной платы.

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (5% от выручки).

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

К коммерческим расходам относятся издержки:

- по доставке, погрузке и т.п.;
- на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;
- по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи товаров;
- на хранение товаров;
- по оплате труда продавцов;
- на рекламу;
- на представительские расходы;
- на иные аналогичные по назначению расходы.

Суммарные затраты на весь прогнозируемый объем реализации представлены в таблице 7.8

Таблица 7.8 - Общие текущие затраты по проекту

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Материальные затраты	149 400	149 400	149 400
Общехозяйственные затраты	44 820	44 820	44 820
Общепроизводственные затраты	74 700	74 700	74 700
Затраты на оплату труда	234 000	234 000	234 000
Отчисления ФСС	70 200	70 200	70 200
Коммерческие затраты	74 700	74 700	74 700
Всего затрат	647 820	647 820	647 820

По приобретаемому оборудованию начисляется амортизация линейным способом.

Амортизация - это перенесение по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).

Активы, в отношении которых начисляется амортизация должны обладать стоимостью в пределах лимита, установленного в учетной политике организации, но не более 40 000 рублей за единицу.

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется:

- при линейном способе - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере 1/12 годовой суммы (амортизационные отчисления = Стоимость оборудования / Срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 7.9.

Таблица 7.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. отчисл.	1 год	2 год	3 год
Основные фонды (оборудование)	0	450 000	0	0
здания и сооружения	0	0	0	0
оборудование	90 000	30 000	30 000	30 000
начисленная амортизация	90 000	30 000	30 000	30 000
Остаточная стоимость основных фондов по проекту	360 000			

Финансовые результаты - это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли.

Таблица 7.10 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Общая выручка от реализации продукции	1 494 000	1 494 000	1 494 000
НДС от реализации выпускаемой продукции	268 920	268 920	268 920
Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	1 225 080	1 225 080	1 225 080
Затраты на производство и сбыт продукции	647 820	647 820	647 820
Амортизация	30 000	30 000	30 000
Прибыль по проекту	547 260	547 260	547 260
Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0
Прибыль до налогообложения	547 260	547 260	547 260
Налог на прибыль	109 452	109 452	109 452
Прибыль чистая	437 808	437 808	437 808
Платежи в бюджет	378 372	378 372	378 372

Оценка эффективности инвестиционного проекта основана на расчете денежных потоков по трем видам деятельности и показателей эффективности.

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности наглядно представлены в таблице.

Денежный поток состоит из притока (поступления денежных средств) и оттока (затраты, платежи). Сальдо денежного потока – это разность притока и оттока.

К притоку от операционной деятельности относится выручка от реализации услуг и начисленная амортизация по проекту. К оттоку по операционной деятельности относятся затраты на производство и сбыт продукции, налоги и платежи в бюджет.

К притоку от инвестиционной деятельности относятся собственные денежные средства на реализацию проекта, к оттоку относятся инвестиционные вложения.

К притоку от финансовой деятельности относятся кредиты и займы. К оттоку по финансовой деятельности относятся выплаты осинового долга и процентов по кредиту (в данном примере отсутствуют).

Общее сальдо по всем видам деятельности должно быть положительно на всех расчетных шагах – это является обязательным условием финансовой реализуемости проекта.

Общее сальдо является чистым доходом по проекту. Так как чистый доход прогнозируется на несколько периодов (в данном проекте на 3 года) необходимо привести стоимость всех выплат и поступлений к начальному моменту времени, т.е. продисконтировать. Дисконтирование является базой для расчетов стоимости денег с учетом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (7.1)$$

где t – номер шага расчета,

E – ставка дисконтирования.

В российской практике ставка дисконтирования рассчитывается как сумма ставки рефинансирования (ключевая ставка), устанавливаемой Центробанком РФ и поправки на риск. Размер поправки на риск устанавливается в соответствии с методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов ВК477.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Таблица 7.11 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов.

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 7.2

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - \sum_{t=1}^T K_t \times a_t, \quad (7.2)$$

где R_t – поступления от реализации проекта, руб.;

Z_t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;

a_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – капитальные вложения в проект (инвестиции), руб.;

t – номер временного интервала реализации проекта;

T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом: $ЧДД > 0$. Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 7.3.

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \times a_t}, \quad (7.3)$$

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 7.4.

$$T = \frac{K}{P_q + A} \leq T_{эо} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_q} \leq T_{эо}, \quad (7.4)$$

где T – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы;

P_q – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

K – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.;

P_i – чистые поступления (чистая прибыль) в i -м году, руб.;

$T_{эо}$ – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы;

A – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

A_i – амортизационные отчисления на полное восстановление в i -м году, руб.;

$D_{\text{ч}} = P_{\text{ч}} + A$ - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 429 145 руб.

Во второй год необходимо окупить 529 340 руб. - 429 145 руб.

= 100 195 руб.

Эта сумма окупится за 100 195 руб. / 369 952 руб. = 0,3 года

Срок окупаемости 1 год 3 месяца.

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности. Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 7.13.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 7.12 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
Денежные поступления, всего	1 494 000	1 494 000	1 494 000
в том числе:			
Выручка	1 494 000	1 494 000	1 494 000
Денежные выплаты, всего	1 026 192	1 026 192	1 026 192
в том числе:			
Затраты по производству и сбыту продукции	647 820	647 820	647 820
Амортизация	30 000	30 000	30 000
Налоги и платежи в бюджет	378 372	378 372	378 372
Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	497 808	497 808	497 808
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Приток средств	529 340	0	0
Собственные денежные средства	529 340	0	0
Отток средств	529 340	0	0
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Общее сальдо потока по всем видам деятельности	497 808	497 808	497 808
Чистый доход	497 808	497 808	497 808
Инвестиции	-529 340		
Ставка дисконтирования	0,16		
Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
Приведенный эффект	429 145	369 952	318 925
Сумма приведенных эффектов	1 118 022		
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	588 682		
Индекс доходности (ИД)	2,1		

						23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			86

Таблица 7.13 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.	На весь выпуск, руб.
цена (без НДС)	1500	-
переменные расходы на 1 изд.	530	528 300
постоянные расходы на 1 изд.	120	119 520

Точка безубыточности = $119\,520 / (1500 - 530) \approx 123$ шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 7.1).

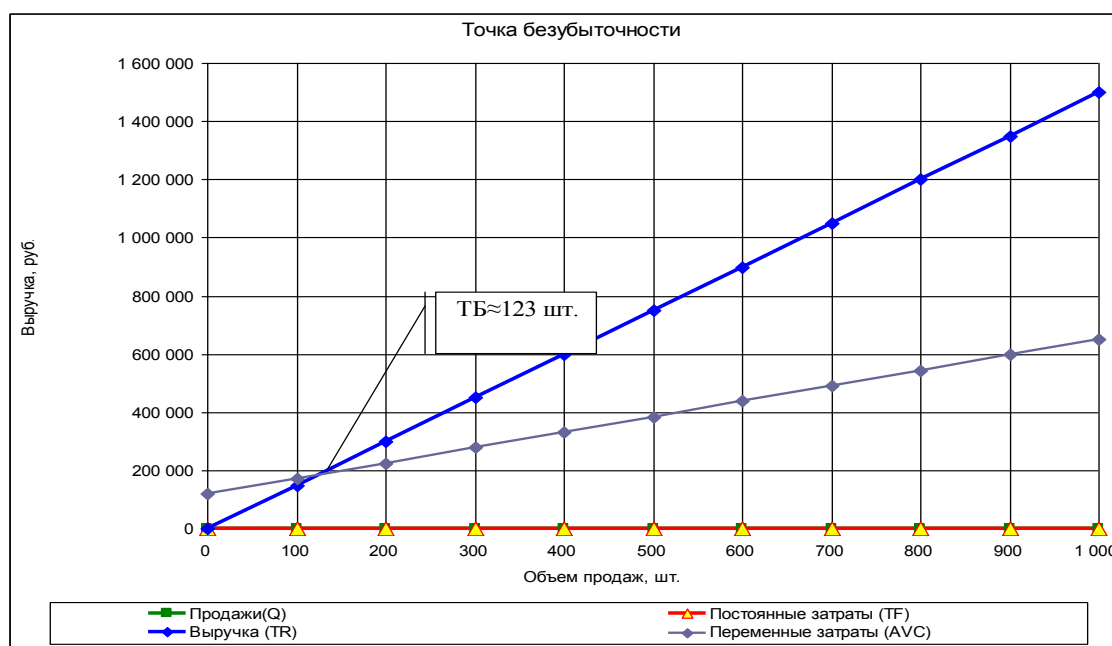


Рисунок 7.1 – График точки безубыточности

Таким образом, сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

Вывод по разделу семь

В данной части дипломного проекта была проведена оценка экономической целесообразности разработки стенда диагностики. По результатам проведенных расчетов установлена экономическая эффективность и окупаемость данного технического решения.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта была разработана конструкция приспособления для стенда сход-развала автомобиля. Предложенная конструкция имеет простую конструкцию, и не требует много подготовительного времени для осуществления операций по диагностике автомобиля, в отличие от применяемых способов в настоящее время. В качестве легкового автомобиля был выбран автомобиль модели ВАЗ, для которого был произведен тягово-динамический расчет, также в ходе выполнения дипломного проекта был произведен расчет и выбор основных элементов приспособления. Были рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации проектируемого стенда. В экономической части определен годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации, а также интегральный экономический эффект за срок службы.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
- 2 Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD: опыт преподавания и широта взгляда / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 427 с.
- 3 Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. М., Наука, 1974. – 560 с.
- 4 Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2000. – 352 с.
- 5 Общемашиностроительные нормативы режимов резания: в 2 т. / А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – Т.1. – 640 с.
- 6 Обработка металлов резанием. Справочник технолога / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 7 Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2. – 920 с.
- 8 Раздел «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах: Методические указания / сост. Е.С. Шапранова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. -76 с.
- 9 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 11 ГОСТ 12.1.033–81. Пожарная безопасность участка. Общие требования. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
- 12 ГОСТ 23360-76. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. – М.: Изд-во стандартов, 1976.
- 13 ГОСТ 8752-79. Манжеты армированные для валов. – М.: Изд-во стандартов, 1979.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

14 ГОСТ 13218.9-80. Корпуса типа РШ. Подшипников качения, конструкция и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

15 ГОСТ 831-75. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные. Типы и основные размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1975.

16 ГОСТ 2479-79. Машины электрические вращающиеся. Условные обозначения конструктивных исполнений по способу монтажа. – М.: Изд-во стандартов, 1979.

					23.05.01.2018.300 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91