

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей
(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка стенда для экспресс-проверки УУУК автомобилей»

Обучающийся

Е.О. Рассказов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

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

Тольятти 2023

Аннотация

Целью моей выпускной квалификационной работы является разработка стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес (УУУК) автомобилей.

В ходе выполнения бакалаврской работы был разработан проект модернизации стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес автомобилей.

В первом разделе работы проведен анализ существующих стендов для проверки УУУК автомобилей.

Во втором разделе представлен проект стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес автомобиля.

В третьем разделе проведена углубленная проработка участка диагностики углов установки колес автомобилей.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, составлен технологический процесс проведения диагностики с использованием стенда.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность модернизации стенда для экспресс - проверки УУУК автомобилей

Бакалаврская работа содержит 6 листов графической части, 17 иллюстраций и 23 таблицы.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования.....	7
1.1 Углы установки управляемых колес автомобилей и их влияние.....	7
1.2 Исследование достигнутого уровня техники.....	11
1.3 Сравнительный анализ аналогов.....	16
2 Разработка конструкции стенда экспресс–проверки УУУК автомобилей.....	20
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для экспресс-проверки УУУК автомобилей.....	20
2.2 Техническое предложение	23
2.3 Расчет конструкции.....	27
3 Углубленная проработка участка диагностики.....	33
3.1 Персонал и режим работы.....	33
3.2 Оборудование специализированного участка диагностики УУУК автомобилей.....	33
4 Технологический процесс диагностики.....	36
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5.1 Технологический паспорт.....	39
5.2 Оценка профессиональных рисков.....	40
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
5.5 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар).....	43
5.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	44
5.7 Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.....	45

6 Экономическая эффективность стенда.....	47
Заключение.....	54
Список использованных источников.....	56
Приложение А Спецификации.....	59

Введение

По данным АВТОСТАТА на 1 января 2023 года автомобильный парк в Российской Федерации уже составлял около 56,0 миллионов автомобилей и продолжает увеличиваться. Одновременно с этим улучшается качество автомобильных дорог и дорожной инфраструктуры, увеличивается скорость и интенсивность движения автомобильного транспорта. Особенно важными становятся вопросы безопасности дорожного движения, в том числе такие значимые технические свойства автомобилей как устойчивость и управляемость. «Без своевременной и качественной диагностики и регулировки углов установки управляемых колес автомобилей невозможно обеспечить соответствие автомобилей требованиям безопасности, экономичности и экологичности» [13]. «Диагностика и регулировка углов установки управляемых колес автомобилей проводится на участках диагностики СТО и АТП»)» [8]. Среди оборудования, стендов и приборов, имеющих на этих участках, часто используемым стендом является стенд для экспресс-проверки углов установки управляемых колес автомобилей. Поскольку модельный ряд автомобилей разнообразен и обширен, то у специалистов, работающих на участках диагностики, существует потребность в универсальных стендах экспресс проверки УУУК автомобилей. Которые позволяли бы работать с различными моделями автомобилей, и в то же время были бы надежными, безопасными и удобными в использовании.

Целью разработки стенда для экспресс-проверки углов установки управляемых колес автомобилей является модернизация конструкции и её удешевление за счет уменьшения количества деталей, повышения его технологичности, упрощения проектирования отдельных узлов, использования экономически более выгодных конструкций деталей. «Задачами выпускной квалификационной работы является – получить

навыки конструирования технологического оборудования, используемого в технической эксплуатации автомобилей, а также технологий его обслуживания и ремонта»[8]. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработке подлежат: техническое задание на разработку конструкции, техническое предложение конструкции стенда, непосредственно сама конструкция стенда экспресс – проверки УУУК автомобилей и технологическая карта процесса диагностики автомобилей.

Также проработке подлежит участок диагностирования углов установки управляемых колес автомобилей, где предполагается использование разрабатываемого стенда. В работе необходимо провести конструктивный анализ представленных на отечественном рынке стендов, провести сравнительную оценку основных параметров и определить наиболее подходящее устройство (прототип).

1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования

1.1 Углы установки управляемых колес автомобилей и их влияние

«Углы установки управляемых колес во многом определяют устойчивость и управляемость автомобиля на дороге. Положение управляемых колес определяется относительно геометрической оси движения автомобиля углами установки, то есть все измерения углов установки управляемых колес производятся от биссектрисы суммарного угла схождения задних колес» [13].

Определяют следующие основные углы установки управляемых колес:

- «угол развала – угол между плоскостью колеса и вертикальной плоскостью, параллельной оси автомобиля. Различают положительный и отрицательный углы развала, как показано на рисунке 1» [10].

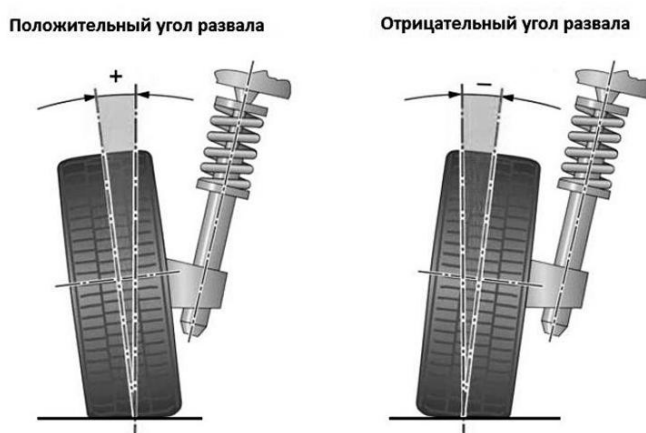


Рисунок 1– Положительный и отрицательный углы развала колеса

«Регулировкой и установкой оптимального угла развала обеспечивается перпендикулярное расположение колес при движении нагруженного автомобиля по отношению к поверхности дороги при наличии зазоров в шарнирных соединениях и деформации деталей переднего моста под действием масс передней части автомобиля. Слишком большой

отрицательный угол развала повышает чуткость рулевого управления, но снижает курсовую устойчивость. При этом происходит повышенный износ внутренней стороны шины, так как пятно контакта смещается на внутреннюю сторону колеса. При большом положительном угле развала возрастает усилие на руле, усиливается эффект самовозврата руля при движении в повороте и происходит повышенный износ наружной стороны шины» [13]. Допускаемое отклонение на различие установки углов развала левого и правого колеса составляет для передней оси не более $0^{\circ}15' - 0^{\circ}40'$ и не более $0^{\circ}40' - 1^{\circ}00'$ для задней оси.

- «угол схождения колес - угол между продольной осью автомобиля и плоскостью вращения колеса, а также это разность расстояний между внутренними поверхностями задней и передней частей шин заднего или переднего моста автомобиля, как показано на рисунке 2» [10]. Регулировкой и правильной установкой угла добиваются параллельного качения колес автомобиля.

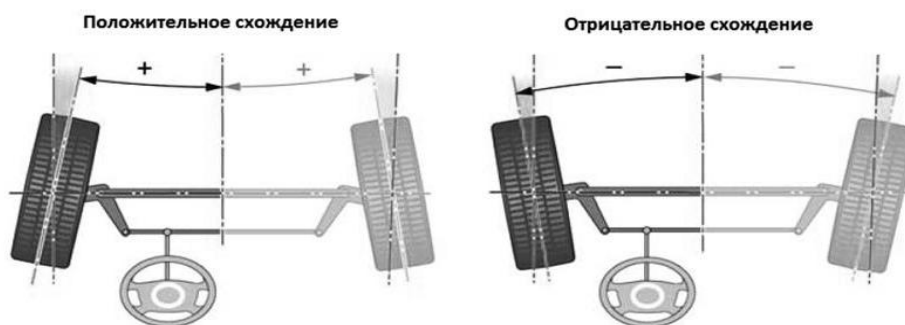


Рисунок 2 – Углы схождения колес

Так же, как и для углов развала, различают положительное и отрицательное схождение колес автомобиля. «Слишком большое отрицательное или положительное схождение ухудшает устойчивость автомобиля, появляется нестабильность прямолинейного движения и приводит к неравномерному износу шин» [10].

- «угол продольного наклона оси поворота колеса – это угол между осью поворота колеса и перпендикуляром к опорной поверхности в продольной плоскости автомобиля, как изображено на рисунке 3. Бывает положительный и отрицательный углы продольного наклона, влияет на курсовую устойчивость автомобиля. Регулировкой добиваются положения колеса, при котором его точка опоры несколько отнесена назад по отношению к оси поворота. При таком положении колесо всегда стремится занять исходное прямолинейное движение» [10].

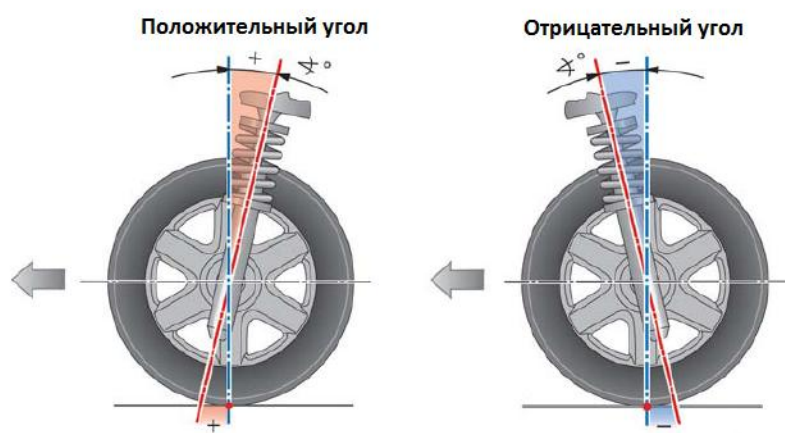


Рисунок 3 – Угол продольного наклона оси поворота колеса

- «поперечный угол наклона оси поворота колеса – это угол между осью стойки, верхняя часть которой отклонена внутрь, с вертикальной плоскостью (рисунок 4)» [10].

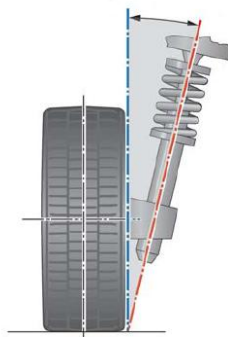


Рисунок 4 – Поперечный угол наклона оси поворота колеса

«Разность величин поперечного угла наклона правой и левой осей может приводить к уводу автомобиля с наклоном» [10].

Количество параметров для диагностирования и регулировки УУУК автомобилей индивидуально, в некоторых случаях еще рассматривают и проверяют угол тяги и плечо обкатки.

«Проверку УУУК автомобилей необходимо проводить в следующих случаях:

- После ремонта ходовой части: замены рулевых тяг, шаровых опор, маятникового рычага, рулевого редуктора или рулевой рейки, рычагов подвески, а также после замены сайлентблоков и пружин;
- После проведения работ по изменению клиренса автомобиля (осадки):
- При появлении увода автомобиля при прямолинейном движении;
- Если руль при прямолинейном движении имеет сильный наклон в ту или иную сторону;
- Автомобиль плохо держит дорогу (рыскает);
- При торможении автомобиль тянет в сторону;
- После жесткого наезда на препятствие, при деформации дисков, пробое подвески до упоров;
- Наблюдается повышенный или неравномерный износ резины;
- Плохой самовозврат руля при выходе из поворота.
- Пробег между плановым проведением диагностики УУУК составляет примерно 15 тысяч километров» [12].

Углы установки управляемых колес задаются производителем для каждой конкретной модели автомобиля, в зависимости от его назначения, особенностей настройки подвески. Однако на практике для экспресс-диагностики применяется комплексный показатель установки колес, без определения поэлементных неисправностей. Измеряется смещение от прямолинейного движения в метрах на 1 километр пути.

1.2 Исследование достигнутого уровня техники

«Оборудование для замера углов установки колес при диагностике УУУК автомобилей подразделяется на две группы: стационарное (стенды) и переносное (приборы).

Самым простым прибором для замера схождения передних колес является телескопическая линейка с отвесами, раздвигающаяся под действием пружины (рисунок 5). Измерение осуществляется перемещением шкалы относительно указателя, сначала в передней части колес, а затем в задней части. Далее рассчитывают разность расстояний, схождение.



Рисунок 5 – Телескопическая линейка с отвесами для измерения схождения колес

Для определения остальных углов установки управляемых колес применяют переносной жидкостный прибор (рисунок 6).



Рисунок 6 – Жидкостный прибор для замера углов установки колес

Точность измерения данных приборов определяется их шкалой, состоянием шин измеряемых колес и является невысокой» [5].

Для измерения углов установки с большей точностью используются разнообразные стенды. «В зависимости от принципа работы стенды делятся на две группы: статические и динамические. Статические стенды для проверки углов установки позволяют проводить измерения колес, находящихся в состоянии покоя. Динамические - позволяют измерять параметры установки углов на вращающихся колесах автомобиля» [5].

Классификация стендов для проверки углов установки управляемых колес представлена в таблице 1.

Таблица 1– Классификация стендов проверки УУУК автомобилей

Классификация	Тип, назначение стенда				
	По назначению	для экспресс - диагностики		для углубленного контроля и регулировки	
По принципу диагностики	динамические		статические		
По конструктивному исполнению	площадочные	роликовые	оптические	электронные	3D
	одно- и двух площадочные	одно- и двух роликовые	инфракрасные	кордовые	лазерные

Далее, исходя из темы моей работы, будем рассматривать только динамические стенды, поскольку статические стенды не предназначены для экспресс - диагностики УУУК автомобилей.

«Динамические стенды, в сравнении со статическими, обеспечивают проверку колес во время их вращения, являются более производительными и удобными в использовании, но менее точными. Поэтому большинство из них служит для экспресс-проверки углов установки колес» [21].

«На динамических стендах для экспресс-проверки правильности установки колес автомобилей измеряют комплексные параметры. Это могут быть силы, возникающие в контакте шин с опорной поверхностью при

вращении колес неподвижного автомобиля или при проезде автомобиля через стенд. Либо боковое перемещение опорного или измерительного элемента стенда, возникающее при проезде колес автомобиля. Чаще всего такой комплексный показатель измеряется как смещение от прямолинейного движения в метрах на 1 километр пути» [13]. Положительным результатом является смещение от 0 до 7 м/км, удовлетворительным – от 7 до 14 м/км, неудовлетворительным результатом является смещение более 14 метров на километр пути.

«Стенды, по измеряемым параметрам делятся на силовые (динамометрические), измеряющие боковую силу, возникающую в контакте шины колес от их схождения и развала, и не силовые (не динамометрические), предназначенные для фиксации боковых перемещений спорно-воспринимающего устройства. По типу опорно-воспринимающих устройств стенды подразделяются на роликовые (барабанные) и площадочные» [19]. Классификация динамических стендов представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация динамических стендов

Классификация	«Динамические стенды экспресс – проверки УУУК автомобилей» [10]	
«По назначению	для экспресс - диагностики	
По измеряемым параметрам	«Силовые (оснащены тензометрическими датчиками измерения боковой силы)» [10]	«Не силовые (оснащены датчиками линейного положения для измерения перемещения)» [10]
По конструктивному исполнению» [10].	площадочные	роликовые
	одно- и двух площадочные	одно- и двух роликовые

«Роликовые стенды состоят из двух одинаковых секций; каждая имеет один или два ролика. Воздействие от колеса в каждой секции воспринимает только один ролик, прижимающийся в процессе контроля к колесу автомобиля с постоянным усилием.

Площадочные стенды состоят из двух секций (площадок) или одной секции, как правило, предназначенной только для левого колеса автомобиля» [19].

«Стенды снабжены приборами, шкалы которых либо градуированы в заданных единицах или разбиты на зоны, окрашенные в зеленый, желтый и красный цвета, соответствующие положительному, удовлетворительному и неудовлетворительному состоянию установки колес автомобиля. Иногда вместо приборов применяются регистрирующие устройства, фиксирующие результаты контроля. Типовая конструкция динамических стендов состоит из: основания; опорно-воспринимающего устройства, служащего для установки или проезда колес и воспринимают их воздействие; электропривода спорно-воспринимающего устройства для вращения установленных на нем колес автомобиля (в проездных стендах электропривод отсутствует, так как они приводятся в действие от движения автомобиля); передаточного механизма, предназначенного для передачи импульса воздействия колес автомобиля от спорно-воспринимающего устройства к измерительным приборам или регистрирующим устройствам; измерительных приборов, сигнальных или регистрирующих устройств; прочих устройств - устройств включения и выключения стенда, освещения и электропитания» [19].

Принцип действия динамических стендов и проверка с их помощью состояния установки колес автомобиля сводится к следующему. «Колеса автомобиля при проезде стенда или вращении на нем создают в контакте шин боковую силу, воздействующую на спорно-воспринимающее устройство, которое под действием этой силы сдвигается в направлении, перпендикулярном движению. Опорно-воспринимающее устройство стенда передает воздействие колеса через передаточный механизм к измерительному прибору или регистрирующему устройству. По показаниям прибора или результатам, зафиксированным устройством, определяют параметры установки колес автомобиля» [5].

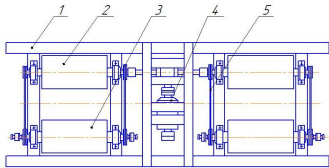
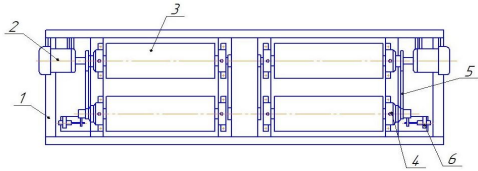
На отечественном рынке оборудования для экспресс – диагностики углов установки управляемых колес доминирующее положение занимает импортное оборудование. Такое, например, как площадочные стенды серии Minc производства фирмы MaHa (Германия) и стенды серии AT производства фирмы AHS PRUFTECHNIK (Германия). Имеется также аналогичное отечественное оборудование производства фирмы Мета (Россия). Наряду с очевидными достоинствами (высокая производительность и точность), данное оборудование имеет и недостатки.

Площадочные стенды не обладают универсальностью и предприятиям, обслуживающим разномарочный парк автотранспорта, необходимо иметь стенды, имеющие различную допустимую нагрузку на ось. При этом требуется большая производственная площадь и увеличиваются эксплуатационные расходы. Точность измерения площадочных стендов зависит от скорости и направления проезда автомобиля по измерительной плите. А также в условиях режима санкций в отношении нашей страны, затруднен доступ к запасным частям и программному обеспечению к импортному оборудованию. В этих условиях имеет смысл обратиться к отечественным разработкам стендов барабанного типа, обладающим высокой надежностью, приемлемой точностью и лишенным указанных недостатков. Для этого проведем сравнительный анализ существующих аналогов оборудования.

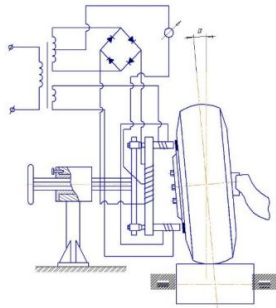
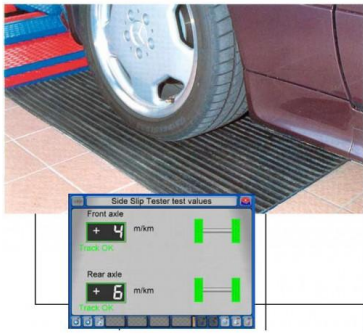
1.3 Сравнительный анализ аналогов

Для сравнительного анализа выбраны 4 конструкции, их характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики стендов проверки УУУК автомобилей

Наименование, модель	Нагрузка на ось, тн.	Стоимость, тыс.руб.	Вид, фото
1	2	3	4
<p>«Стенд для проверки и регулировки управляемых колес автомобиля».</p> <p>https://gp-gosudarstvennyu-avtotransportny-nauchno-issledovatelskiy-i-proektnyy-institut</p>	до 4	от 320,0 в зависимости от комплектации	 <p>Барабанный, двух роликовый стенд поз.1 -рама, поз. 2- беговой барабан, поз.3 – измерительный барабан, поз.4 – привод бегового барабана (электродвигатель с редуктором и электромагнитной муфтой)</p>
<p>«Стенд для проверки управляемых колес автомобилей».</p> <p>АО «Автотехника»</p> <p>http://www.infotable.ru/company/киевский_опытный_завод,ao_автотехника</p>	до 4	от 350,0 в зависимости от комплектации	 <p>«Барабанный двух роликовый стенд с приводом беговых барабанов от электродвигателей»</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
<p>«Стенд для определения углов установки управляемых колес автомобиля».</p> <p>ГосНИТИ</p> <p>http://gosniti.com/products.html</p>	до 3	от 420,0 в зависимости от комплектации	 <p>«Однороликовый стенд с приводом от мотор-редуктора и системой измерения»</p>
<p>«Стенд проверки бокового увода MINC 1 EURO».</p> <p>Ф.Маха, Германия</p> <p>https://www.maha.ru/products/26-stendy_proverki_bokovogo_uvoda_s_hozhdeniya_koles</p>	до 3	463,0	 <p>«Одноплощадочный стенд, с опорновоспринимающей плитой при проезде автомобиля».</p>

«Оцениваемые показатели представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оцениваемые показатели и степени значимости

Оцениваемые показатели	Степень значимости, С
1. Техническая оценка:	50 в том числе:
1.1. Простота конструкции	20
1.2. Основные технические характеристики и показатели	20 в том числе:
1.2.1. Вес оборудования (кг)	5
1.2.2. Нагрузка на ось (мм)	7
1.2.3. Площадь (м ²)	5
1.2.4. Срок эксплуатации (год)	3
1.3. Технические характеристики для обеспечения качества	10 в том числе:
1.3.1. Точность измерения (м/ на км пути)	10

Продолжение таблицы 4

2. Экспертная оценка:	50 в том числе:
2.1. Доступность запасных частей	10
2.2. Надежность оборудования	10
2.3. Простота обслуживания	10
2.4. Стоимость тыс.руб.	20
ИТОГО:	100

Заполним конъюнктурный лист на анализируемые модели стандов» [16].

Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Конъюнктурный лист

КОНЬЮНКТУРНЫЙ ЛИСТ											
ОЦЕНКИ АНАЛИЗИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ											
Лот № 1 _____, транс. № _____.											
Показатели	Степень знач С	Базовое значение P_{i0}	Стенд №1			Стенд №2			Стенд №3		
			Фак. зн. P_1	$У_1$	Π_1	Фак. зн. P_2	$У_2$	Π_2	Фак. зн. P_3	$У_3$	Π_3
Срок эксплуатации	3	10	10	1,0	300	10	1,0	300	8	0,8	240
Площадь м ²	5	2,1	1,7	1,3	650	2,1	1,0	500	1,9	1,1	550
Доступность запасных частей, балл	10	10	10	1,0	1000	10	1,0	1000	8	0,8	800
Простота обслуживания балл	10	10	10	1,0	1000	8	0,8	800	6	0,6	600
Стоимость, тыс.руб.	20	300	320	0,9	1875	350	0,9	1800	420	0,7	1400
Точность измерения, м/км пути	10	0,1	0,3	0,4	400	0,5	0,2	200	0,2	0,5	500
Нагрузка на ось, тн.	7	4	4	1,0	700	4	1,0	700	3	0,8	560
Надежность оборудования, балл	10	10	11	1,1	1100	9	0,9	900	8	0,8	800
Простота конструкции, балл	20	10	10	1,0	2000	11	1,1	2200	9	0,9	1800
Вес, кг.	5	1000	1200	0,8	400	1300	0,7	350	800	1,2	600
Итого:	100	×	×	×	9425	×	×	8750	×	×	7850

Построим циклограмму технического уровня по каждой модели стенда (рисунок 8).

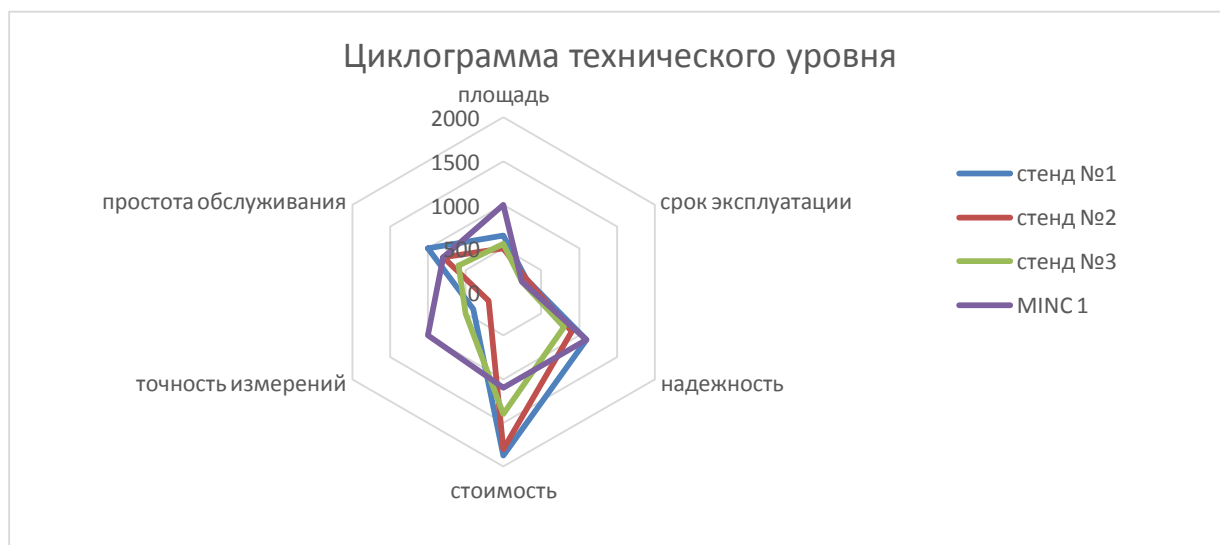


Рисунок 8 – Циклограмма технического уровня 4х моделей стендов.

Результаты оценки площади фигур представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Площадь циклограмм по моделям оборудования, определенная визуально.

Модель оборудования	Площадь многоугольника циклограммы, мм.
Стенд №1, ГП «ГАНИПИ»	265
Стенд №2, АО «Автотехника»	171
Стенд №3, ГосНИТИ	196
Стенд MINC 1 EURO	257,5

В результате сравнительного анализа уровня 4х моделей стендов для экспресс-проверки УУУК автомобилей, наибольшее количество баллов и наибольшую площадь циклограммы получил стенд №1 «Стенд для проверки и регулировки управляемых колес автомобиля» разработки ГП «ГАНИПИ». Примем эту модель стенда как базовую.

2 Разработка конструкции стенда экспресс – проверки УУУК автомобилей

2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для экспресс - проверки УУУК автомобилей

2.1.1 Наименование и область применения оборудования

«Стенд для экспресс-проверки углов установки управляемых колес автомобилей представляет собой стационарное оборудование, обеспечивающее измерение бокового увода автомобиля от прямолинейного движения» [10]. Данный стенд применяется в сухом, закрытом, отапливаемом помещении на участке диагностики или технического осмотра АТП при проведении проверки и диагностики технического состояния автомобиля. В помещении предусмотрено как естественное, так и искусственное освещение. Стенд монтируется в пол, с заглублением.

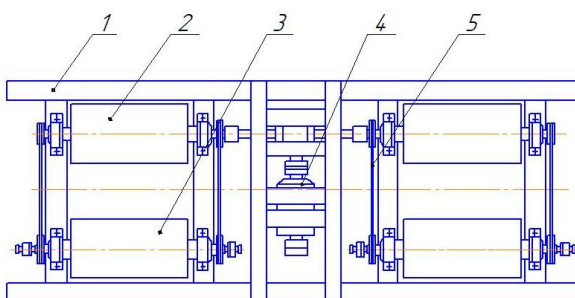
2.1.2 Основание для разработки

«Разработка стенда для экспресс - проверки УУУК автомобилей выполняется по заданию кафедры ПЭА ФГБОУ ВПО Тольяттинский государственный университет» [8].

2.1.3 Источники разработки

В качестве базового варианта (аналога) принять стенд для проверки и регулировки управляемых колес автомобиля (рисунок 9). «Конструкция стенда выполнена в виде рамы (поз.1), на которую смонтированы беговые и измерительные барабаны (поз. 2,3). Барабаны установлены в опорах, состоящих из шариковой втулки и подшипника качения. Стенд укомплектован приводом (поз.4) для вращения беговых барабанов, состоящим из электродвигателя и коническо - цилиндрического редуктора, соединенных электромагнитной муфтой. Беговые барабаны соединены с

измерительными барабанами клиноременными передачами (поз.5). Стенд измеряет боковую силу тензометрическими датчиками» [21].



1 - рама, 2- беговой барабан, 3 – измерительный барабан, 4 – привод бегового барабана (электродвигатель с редуктором и электромагнитной муфтой , 5 – клиноременная передача

Рисунок 9 – Стенд для проверки и регулировки управляемых колес автомобиля производства ГП «ГАНИПИ»

Габаритные размеры (ШхДхВ) 3410х1300х530 мм. Недостатками данного стенда являются невысокая точность измерения из-за влияния колебаний цапф измерительных барабанов на чувствительные тензометрические датчики, достаточно высокая стоимость (сравнимая с импортным оборудованием), невозможность регулировки плавности хода привода и высокий уровень шума – до 91дБ.

2.1.4 Технические требования

Вновь разрабатываемый стенд барабанного типа должен быть недорогим, легко разборным, иметь минимум деталей. Стенд должен обеспечивать надежное, устойчивое положение диагностируемого автомобиля.

Технические характеристики стенда:

Нагрузка на ось автомобиля, кг.....	4000;
Габаритные размеры, не более мм.....	3500х1400х550;
Точность измерения, м/км	±0,1;
Диапазон измерения, м/км.....	±20;

Время проведения диагностики не должно превышать 6 минут.

«В конструкции стенда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта РФ. Также необходимо предусмотреть защитные элементы конструкции, предотвращающие возможность травмирования от воздействия подвижных частей стенда.

Материал деталей и узлов стенда – углеродистые конструкционные нелегированные стали. Несущие и основные узлы стенда должны быть окрашены» [4].

«Конструкция стенда должна обеспечивать возможность транспортировки в разобранном состоянии, упакованном в ящики» [16].

2.1.5 Экономические показатели

Конструкция стенда должна быть недорогой, дешевле импортных аналогов. Лимитная цена разрабатываемого приспособления должна быть конкурентной, не выше 300 000 рублей.

2.1.6 Стадии и этапы разработки

Необходимые сроки этапов разработки:

- разработка технического предложения с эскизным проектом – 4 календарные недели, с даты получения технического задания;
- рассмотрение и утверждение проекта – 1 календарная неделя;
- разработка чертежей – 3 календарных недели;
- разработка руководства по эксплуатации – 2 календарные недели;

2.1.7 Порядок контроля и приемки

«Эскизный проект разрабатывается на основе технического предложения, в котором прорабатываются два варианта компоновки приспособления. Каждый оригинальный узел должен быть проработан с письменным обоснованием. Необходимо предоставить прочностной расчет. На утверждение заказчику предоставляется техническое предложение,

эскизный проект, прочностной расчет. Изготовление опытного образца не предусматривается» [16].

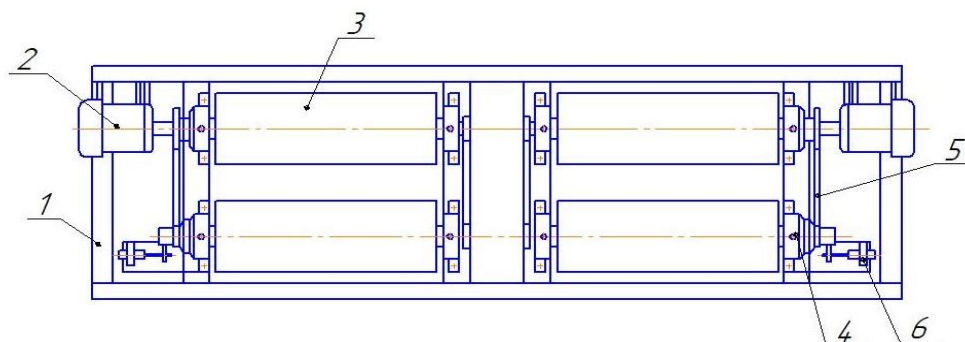
2.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать недорогую конструкцию стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес автомобилей роликового типа. В качестве исходного (базового) варианта предложено использовать «стенд для проверки и регулировки управляемых колес автомобиля», разработки ГП «ГАНИПИ» .

«Конструкция стенда выполнена в виде рамы, на которой закреплены беговые и измерительные барабаны. Барабаны установлены в опорах, состоящих из шариковой втулки и подшипника качения. Стенд укомплектован приводом для вращения беговых барабанов, состоящим из электродвигателя и коническо-цилиндрического редуктора, соединенных электромагнитной муфтой. Беговые барабаны соединены с измерительными барабанами четырьмя клиноременными передачами. Во время диагностики автомобиля, при вращении беговых барабанов, из-за наличия развала и схождения в месте контакта шин возникают боковые силы, смещающие измерительные барабаны. Цапфы измерительных барабанов воздействуют на тензометрические датчики.» [4]. Однако измерение боковой силы искажается из-за наличия крутильных колебаний и износа цапфы и точность измерения является недостаточной ($\pm 0,3$ м/км пути). По требованиям технического задания измененная конструкция должна обеспечивать точность измерения $\pm 0,1$ метр на километр пути.

Проведенный поиск аналогов показал, что имеется серийно выпускаемый стенд для проверки управляемых колес автомобиля производства АО «Автотехника». Стенд показан на рисунке 10 и имеет в

своей конструкции раму с беговыми и измерительными барабанами, приводные электродвигатели на каждый беговой барабан и клиноременные передачи.



1-рама, 2-электродвигатель, 3-беговой барабан, 4-шариковая втулка, 5-клиноременная передача, 6 – измерительный датчик линейных перемещений

Рисунок 10 - Стенд для проверки управляемых колес автомобилей

Данный стенд имеет так же, как и базовая модель, две пары барабанов (поз 3,4). Но имеет более высокое энергопотребление из-за наличия двух электродвигателей по 11кВт (поз.2), не имеет реверса и регулировки плавности пуска. Стоимость стенда также выше требуемой цены – составляет 350,0 тысяч рублей и изготавливается на заказ.

Известен также стенд разработки ГосНИТИ для определения углов установки управляемых колес автомобиля, представленный на рисунке 11.

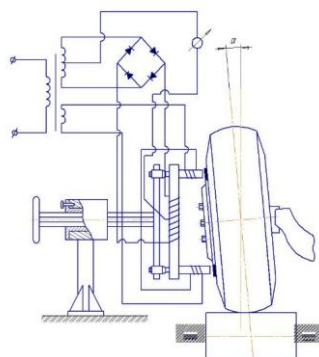


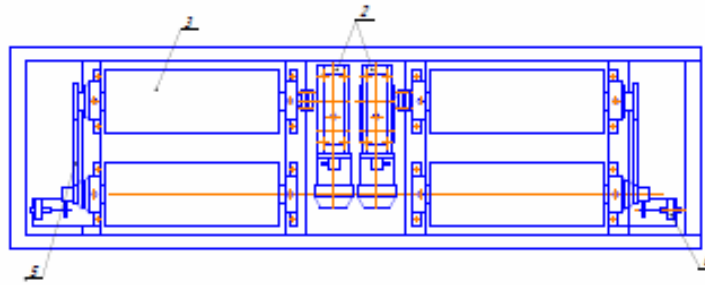
Рисунок 11– Стенд для определения углов установки управляемых колес автомобиля

Данный стенд, как и предыдущая модель, имеет в конструкции беговой барабан с приводом от мотор - редуктора, установленного внутри барабана. Отличие заключается в том, измерение производится за счет кронштейна, взаимодействующего с ободом колеса, установленного на поворотном валу с возможностью перемещения вдоль вала. Эта модель имеет большую трудоемкость на проведение диагностики, на установку измерительного кронштейна требуется от 10 до 15 минут. Что также не удовлетворяет условиям технического задания. Цена стенда, изготавливаемого на заказ, также выше лимитной цены и начинается от 420,0 тысяч рублей.

«Анализ конструктивных особенностей стендов – аналогов показал, что ни один из них не соответствует требованиям технического задания в полной мере. Это означает необходимость разработки новой конструкции» [16].

Для выполнения требований технического задания в новой конструкции стенда возможно отказаться от дополнительных клиноременных передач, за счет применения мотор-редукторов для приведения в действие беговых барабанов. Повысить точность измерения можно применением демпфера (гасителя) крутильных колебаний цапфы измерительного барабана. Также в конструкции предполагается применить промежуточный рычаг, соединенный с измерительным датчиком перемещения.

Предлагается вариант установки стенда с заглублением в бетонный пол (рисунок 12). По этому варианту беговые барабаны (поз.3) располагаются неподвижно по горизонтали и получают вращение от мотор-редукторов (поз.2). Измерительные барабаны соединяются с беговыми двумя клиноременными передачами.



1 – рама, 2 – мотор-редуктор, 3 – беговой барабан,
5 – клиноременная передача, 6 – датчик измерения линейных
перемещений

Рисунок 12 – Компоновка станда

Преимуществом данного варианта является применение мотор – редукторов для привода беговых барабанов, обеспечивающих плавный пуск, возможность реверса и высокую надежность. Снижен уровень шума на 3-4 дБ, а также упрощен доступ к элементам станда для обслуживания и ремонта (достаточно убрать защитный настил).

Рама станда (поз.1) составная сварная, достоинством варианта является меньшая трудоемкость изготовления, стоимость такой рамы тоже ниже.

В конструкции станда для обеспечения необходимой точности измерений предлагается применить гаситель крутильных колебаний (рисунок 13), что также увеличит срок службы датчика линейного положения. Поскольку гаситель крутильных колебаний является для станда покупной деталью и изготавливается на заказ, его конструкция подробно рассмотрена в графической части работы. Подобран датчик линейного положения MSI-P0400 с плавающим маркером положения и погрешностью измерения $\pm 0,03$ мм. Датчик соединяется с рычагом гасителя колебаний посредством тяги. Все это обеспечит требуемую точность измерения $\pm 0,1$ м/ на км пути.

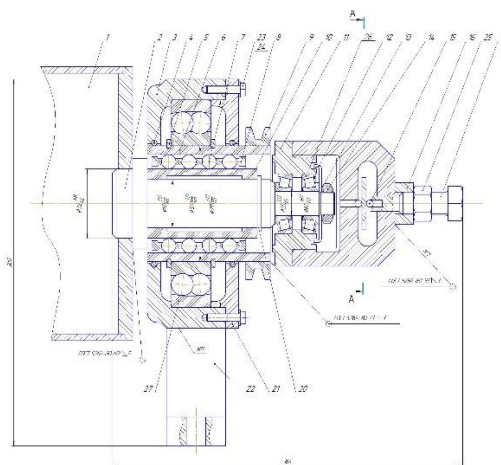


Рисунок 13 – Гаситель крутильных колебаний

В соответствии с техническим заданием детали приспособления предлагается изготовить из углеродистых сталей: сталь 3 для рамы, Сталь 40 для валов. Изготовление опытного образца не предусматривается. Окраска основных элементов и узлов стенда нитроэмалью.

2.3 Расчет конструкции

2.3.1 Выбор мотор - редуктора

«Определим общий вес автомобиля по формуле:

$$G = m_a \cdot q, \tag{1}$$

где m_a – масса автомобиля, кг; 8000 кг.

q – ускорение свободного падения, m/c^2 ; $9,81 m/c^2$ » [21].

$$G = 8000 \cdot 9,81 = 78480 \text{ Н} = 78,48 \text{ кН.}$$

Распределение нагрузки по осям автомобиля примем 50% на 50%, соответственно вес на одну ось составит 39,24 кН, для дальнейших расчетов примем 40,0 кН.

«Определим частоту вращения роликов одной секции стенда

$$n_p = (30 \cdot \omega_p) / \pi, \tag{2}$$

где ω_p – угловая скорость роликов одной секции стенда, c^{-1} ; $8,4 c^{-1}$ » [21].

$$n_p = (30 \cdot 8,4) / 3,14 = 80 \text{ мин}^{-1}$$

«По справочнику выбираем коническо - цилиндрический мотор-редуктор 9МЦКЦ-140-52 на лапах и цилиндрическим валом.

- номинальная частота вращения выходного вала, об/мин80;
- номинальный крутящий момент на выходном валу, Н•м.....740;
- номинальная передаваемая мощность, кВт6,67;
- диаметр выходного вала, мм.....40» [2].

2.3.2 Расчет балки

«Расчет будем производить на изгиб. Опасное сечение в центре балки.

Условно будем считать, что вся масса автомобиля сосредоточена в центре балки. Опорные реакции:

$$R_A = R_C = \frac{G}{2} = \frac{40000}{2} = 20000 \text{ Н.} \quad (3)$$

Максимальный момент в точке В так как нагрузка симметричная.

$$M_B = R_A \cdot a \quad (4)$$

где M_B - момент в точке В, кНм.

$$M_B = 20 \cdot 2,65 = 53 \text{ кНм.}$$

Условие прочности на изгиб:

$$\delta = \frac{M_{\max}}{W} \leq \sigma_{\text{доп}}, \quad (5)$$

где M_{\max} - максимальный момент, кНм;

W - осевой момент сопротивления, м³;

$\sigma_{\text{доп}}$ - допускаемое напряжение на изгиб, МПа.

Для стали ст 3 $\sigma_{\text{доп}} = 160 \text{ МПа}$ » [2].

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{доп}}}; \quad (6)$$

$$W = \frac{53}{160 \cdot 10^3} = 0,00033 \text{ м}^3 = 330 \text{ см}^3$$

Выбираем 4 швеллера №18а ГОСТ-8240-72, поперечные швеллеры

принимаем также №18а»[2].

2.3.3 Расчет болтового соединения

В конструкции имеется болтовое соединение (рисунок 14)

«Рассчитаем силу затяжки приходящейся на каждый болт:

$$F_{зат} = K_{зат} \frac{F}{4}, \quad (7)$$

где $K_{зат}$ – коэффициент затяжки 3...5;

F – сила, действующая на болт.» [2].

$$F_{зат} = 5 \frac{835}{4} = 1045 \text{ Н}.$$

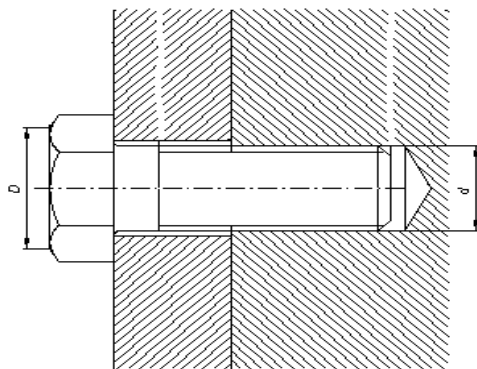


Рисунок 14 – Вид болтового соединения

Вычислим силу растяжения болта:

$$F_p = 1,3 \cdot F_{зат} + \lambda \cdot F_{вн}, \quad (8)$$

где $F_{вн}$ – внешняя нагрузка отсутствует;

λ - коэффициент внешней нагрузки (0,2...0,3).

$$F_p = 1,3 \cdot 1045 = 1360 \text{ Н}.$$

«Из условия прочности болтов определяем их диаметры:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot d^2} \leq \sigma_{\text{п}}, \quad (9)$$

отсюда получим формулу для диаметра:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot \sigma_T}} \quad (10)$$

Допускаемое напряжение:

$$\sigma_T = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (11)$$

где σ_T – предел текучести 220 МПа;

S – запас прочности 1,8...2,8.» [11].

$$\sigma_T = \frac{220}{2,5} = 88 \text{ МПа.}$$

Отсюда найдем диаметр болтов:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1360}{\pi \cdot 88}} = 6,8 \text{ мм.}$$

По справочнику принимаем стандартные болты М8. Общее количество болтов в расчетном соединении (крышка подшипника и корпус подшипника) принимаем 6 штук. В болтовом соединении (швеллер и корпус подшипника) принимаем количество болтов 8 штук.

2.3.4 Расчет вала

Расчет вала будем вести на изгиб.

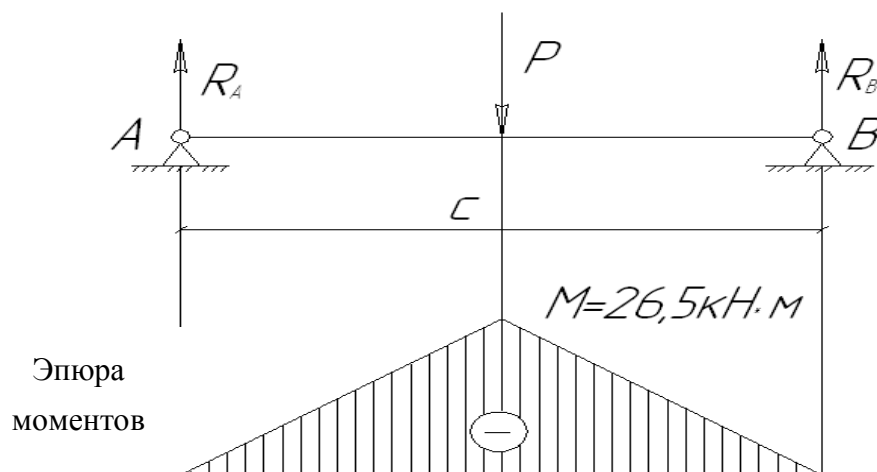


Рисунок 15– Расчетная схема балки

Опасное сечение в центре балки (рисунок 15). Условно будем считать,

что вся масса автомобиля сосредоточена в центре балки.

Опорные реакции

$$R_A = R_C = \frac{G}{2} = \frac{20000}{2} = 10000 \text{ Н.} \quad (12)$$

«Максимальный момент в точке В так как нагрузка симметричная:

$$M_B = R_A \cdot a \quad (13)$$

где M_B - момент в точке В, кНм;» [2].

$$M_B = 10 \cdot 2,65 = 26,5 \text{ кНм}$$

«Условие прочности

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (14)$$

где M_{\max} - максимальный момент, кНм;

W - осевой момент сопротивления, м³;

$\sigma_{\text{доп}}$ - допускаемое напряжение на изгиб, МПа.

Для стали 40 $\sigma_{\text{доп}} = 160 \text{ МПа}$ » [2].

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{доп}}}; \quad (15)$$

$$W = \frac{26,5}{160 \cdot 10^3} = 0,000165 \text{ м}^3 = 165 \text{ см}^3.$$

«Условие прочности на изгиб:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4G_3}{\pi d^2} \leq \tau_{\text{ср доп}} \quad (16)$$

где G_3 - нагрузка, кН;

d - диаметр вала, м;

$\tau_{\text{ср доп}}$ - допускаемое напряжение на срез, МПа.

$$G_3 = Q_3 \cdot q, \quad (17)$$

где Q_3 - масса приходящаяся на заднюю ось, кг

$$G_3 = 20000 \cdot 9,81 = 19,6 \text{ кН}$$

$$\sigma_{sp} = 0,4 \delta T, \quad (18)$$

где δT - предел текучести материала МПа;

Для стали 40 $\sigma_{sp} = 0,4 \cdot 400 = 160 \text{ МПа}$ » [2].

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 19,6}{\pi \cdot 160 \cdot 1000}} = 0,038 \text{ м.}$$

Принимаем вала $d = 40 \text{ мм}$.

Выводы по разделу.

В разделе «Разработка конструкции стенда экспресс–проверки УУУК автомобилей» подготовлены техническое задание и предложение на модернизацию конструкции стенда для экспресс – проверки углов установки управляемых колес автомобилей. Выполнены конструкторские расчеты модернизированных частей стенда.

3 Углубленная проработка участка диагностики

«Современно оснащенный участок диагностики позволяет полностью оценить техническое состояние автомобиля без его разборки» [9].

Участок диагностики и регулировки углов установки управляемых колес автомобилей, может быть выделен в специализированный. Рассмотрим его подробнее.

3.1 Персонал и режим работы

«Так как проведение диагностических операций требует обладания техническими знаниями и высокими навыками работы со сложным технологическим оборудованием, и от качества проведения диагностики зависит весь дальнейший процесс обслуживания и эксплуатации, то рекомендуется привлекать квалифицированный производственный персонал – механиков-диагностов 5-6 разрядов» [9]. В данном отделении выполнением всех работ занимаются 3 работника:

- 2 механика-диагноста 6-го разряда;
- 1 слесарь 4-го разряда;

«Режим работы отделения: отделение работает в 2 смены по 8 часов

График работ: начало работы 1 смены в 7-00, окончание в 16-00;

2 смены в 16-00, окончание в 01-00; Обед: с 11-00 до 12-00;

Технологические перерывы: 5 минут каждые 2 часа.

Рекомендуется делать уборку рабочего места в конце рабочей смены.

Уборку начинать за 15 минут до окончания смены.

Уборка рабочего места: в 1 смену с 15-45 до 16-00, во 2 смену с 0-45 до 01-00» [11].

3.2 Оборудование специализированного участка диагностики УУУК автомобилей

«Состав оборудования такого участка включает следующее стационарное оборудование:

- стенд для проверки бокового увода автомобиля в сторону от прямолинейного движения;
- подъёмник и система регулировки углов установки управляемых колёс автомобиля» [9].

При этом, некоторые виды диагностических работ, например проверку световых приборов и определение токсичности отработавших газов, также можно производить в этой зоне.

Весь перечень необходимого оборудования представлен в таблице оборудования (таблица 7).

Таблица 7– Табеля оборудования участка диагностики УУУК автомобилей

Наименование	Тип, модель	Технические характеристики
1	2	3
Стенд для экспресс-проверки УУУК автомобилей	разрабатываемый	Габаритные размеры, мм: 3400x1600
Стенд для измерения и регулировки УУУК автомобилей	BOSCH FWA 4310	Габаритные размеры, мм: 1600x780
Газоанализатор - дымомер	АВТОТЕСТ-01.04	Габаритные размеры, мм: 330x100
Прибор для проверки и регулировки световых приборов	СКО-СВЕТ-А	Габаритные размеры, мм: 570x550
Мобильная установка для вытяжки выхлопных газов	FAN 75M	Габаритные размеры, мм: 423x400
Компьютерный диагностический комплекс	АВТОМАСТЕР АМ1	Габаритные размеры, мм: 890x700
Подъёмник	Space SQ802	Габаритные размеры, мм: 6000x3300
Компрессор	СБ4/С-100.LB24А	Габаритные размеры, мм: 1100x490
Колонка воздухораздаточная	С-413М	Габаритные размеры, мм: 250x240

Продолжение таблицы 7

1	2	3
Верстак одностумбовый	WD-2	Габаритные размеры, мм: 1200x700
Комплект инструмента автомеханика наименований.	И – 132 ГАРО	Габаритные размеры, мм: 600x400
Тележка для инструмента	TOP TUL	Габаритные размеры, мм: 690x480

«Рассчитаем площадь участка:

$$F_{\text{пр.}} = K_{\text{пл.}} \cdot \sum F_{\text{обор.}} \quad (19)$$

где $F_{\text{обор}}$ – площадь оборудования;

$K_{\text{пл.}}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования, для участка диагностики равен 3,0» [9].

$$F_{\text{пр.}} = 3,0 \cdot (5,4 + 1,25 + 0,3 + 1,7 + 0,6 + 19,8 + 1,8) = 77,1$$

По центральному сквозному проезду поста располагаем проектируемый стенд экспресс-проверки УУУК и подъемник с диагностической системой, а по периметру вдоль стен нестационарное технологическое оборудование для выполнения диагностических работ по определению токсичности отработавших газов и проверки внешних световых приборов, с учетом свободных проходов и удобства. С учетом расстановки оборудования площадь участка принимаем 84 м².

Планировка специализированного участка диагностики и регулировки углов установки управляемых колес автомобилей представлена в графической части работы.

4 Технологический процесс

Основные неисправности УУУК и особенности их диагностирования и ремонта представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Основные неисправности УУУК автомобилей, причины и особенности диагностирования и ремонта.

Неисправность	Причины	Особенности диагностирования, ремонта
«Автомобиль смещается при движении вправо или влево.	«Разные значения развала колес одной оси; Разные значения углов наклона колес одной оси.	После подтверждения экспресс – диагностикой, выполнить углубленную проверку и регулировку с использованием статического стенда
Позиция руля не совпадает с траекторией автомобиля (после наезда на препятствие или аварии, либо со временем).	Увеличенные механические зазоры в элементах передней подвески и рулевого механизма; Колеса выровнены при неправильном положении руля.	«Проверить зазоры в элементах подвески, заменить изношенные детали, отрегулировать УУУК на статическом стенде.
Трудности с поворотом руля на стоянке.	Чрезмерный угол продольного наклона поворотного шкворня; Неправильный поперечный наклон поворотного шкворня; Чрезмерный угол развала.	Выполнить углубленную проверку и регулировку УУУК с использованием статического стенда.
Рулевой механизм автомобиля в движении имеет слишком большой или слишком малый ход.	Значение угла продольного наклона неправильное.	Выполнить проверку и регулировку продольного угла наклона колес.
Повышенный износ протектора колес.	Характеристики схождения неудовлетворительны (проявляются «пилообразным» износом внутренних либо наружных дорожек протектора); Угол развала неудовлетворителен (покрышки имеют характерный увеличенный износ с одного бока).	Выполнить углубленную проверку и регулировку УУУК с использованием статического стенда.
Свист при повороте» [5].	При правильно установленных углах неправильно установлено рулевое колесо (длина рулевых тяг — разная)» [18].	Выполнить регулировку длины рулевых тяг» [19].

Технологическая карта на проведение процесса экспресс-диагностики углов установки управляемых колес автомобиля ВАЗ представлена в таблице 9.

Исполнитель: слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда, общая трудоемкость: 0,08 чел./ч.

Таблица 9 – Технологическая карта на проведение процесса экспресс-диагностики углов установки управляемых колес автомобиля ВАЗ

Наименование операции, перехода	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
1	2	3	4
1 «Подготовка автомобиля			
1.1 «Проверить остаточную высоту рисунка протектора	Измерительный щуп	1,0	Не менее 1,6 мм
1.2 Проверить давление в шинах	Манометр	0,5	Не менее 2 МПа
1.3 Проверить загруженность автомобиля		0,5	Нагрузка должна соответствовать заводской инструкции
2 Подготовка стенда			
2.1 Осмотреть стенд и барабаны	Стенд	0,5	Наличие масла и влаги на барабанах не допускается
2.2 Включить пульт управления	-//-	0,3	
2.3 Проверить работоспособность стенда	-//-	0,5	Только при каждом новом включении стенда
3 Проведение экспресс- диагностики на стенде» [11].			
3.1 Установить автомобиль передними колесами на беговые барабаны	-//-	0,5	
3.2 Включить вращение барабанов стенда	-//-	0,06	Установить управляемые колеса прямо.
3.3 Снять показания датчика перемещения» [11].	-//-	0,1	После того как колесо пройдет путь не менее 1м.

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
3.4 Выключить вращение барабанов стенда	-//-	0,06	
4 Перемещение автомобиля			
4.1 Убрать автомобиль со стенда	-//-	0,5	
4.2 Заполнить диагностическую карту		0,1	

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический процесс» рассмотрены основные неисправности углов установки управляемых колес автомобилей, особенности их диагностирования и ремонта. Разработана технологическая карта на проведение процесса экспресс - диагностики углов установки управляемых колес автомобиля ВАЗ.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Технологический паспорт

Разработанный технологический паспорт для стенда экспресс – проверки углов установки управляемых колес автомобилей представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Технологический паспорт

Технологический процесс	Технологическая операция, вид производственных работ	Наименование должности сотрудника, выполняющего технологический процесс, операцию	Устройство, механизм, оборудование	Вещества, материалы
1	2	3	4	5
Подготовка автомобиля	«Проверки: 1 Остаточной высоты рисунка протектора 2 Давление в шинах 3 Загруженность автомобиля» [11].	«Слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда» [11]	Измерительный щуп Манометр	Перчатки, ветошь
Подготовка стенда	«Осмотр стенда и барабанов Включение пульта управления, проверка работоспособности стенда» [11].	«Слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда» [11]	Стенд	-
Постановка автомобиля на стенд	«Установка автомобиля передними колесами на центр барабанов» [11].		Стенд	-
Снятие параметров	«Снятие параметров бокового увода автомобиля» [11].		Стенд	-

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Освобождение стенда	«Съезд автомобиля со стенда» [11].		Стенд, автомобиль	-

5.2 Оценка профессиональных рисков

«Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязательств по трудовому соглашению» [6]. Идентифицированные профессиональные риски возникающие при проведении диагностики углов установки управляемых колес автомобилей представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень основных профессиональных рисков возникающие при работе на участке диагностики УУУК автомобилей

Производственно-технологический процесс, осуществляемые работы	Вредные и опасные технологически-производственные факторы	Очаг происхождения опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
<p>Экспресс проверка углов установки управляемых колес автомобиля:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка автомобиля 2. Подготовка стенда 3. Постановка автомобиля на стенд 4. Снятие параметров 5. Освобождение стенда 	<p>«Физические опасные и вредные факторы: недостаточный уровень освещенности на рабочем месте; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; повышенный уровень шума Психофизиологические опасные и вредные факторы: - перенапряжение зрительных анализаторов -монотонность труда» [17].</p>	<p>«Острые кромки, инструмента, детали динамического роликового стенда проверки УУУК автомобиля, недостаточная освещенность оборудования находящегося вдали от оконных приемов» [17].</p>

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Разработанные мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Опасные и вредные производственные факторы	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
1	2	3
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования» [17].	«- инструктажи по охране труда; - содержание технических устройств в надлежащем состоянии» [17]	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля и диагностического стенда»[17]	«Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: - обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; - предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. - знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием» [17].	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)
«Повышенный уровень шума» [17].	«Применение звукоизоляции, звукопоглощения, группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение дополнительных перерывов».	«Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [17]

Продолжение таблицы 12

1	2	3
Опасные и вредные производственные факторы	«Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ» [17].	Средства индивидуальной защиты
«Напряжение зрительных анализаторов. Монотонность труда» [17].	«Оздоровительно-профилактические мероприятия: - медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; - правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; -используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе - отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования - установление оптимального режима труда и отдыха» [17].	—

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок подразделение и применяемое на нем оборудование	Класс пожароопасности	Вредные и опасные факторы при пожаре
Участок диагностики углов установки управляемых колес автомобилей. Технологическое оборудование в отделении	Б	«Основные факторы: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода. Сопутствующие проявления пожара: Осколки, части разувшихся зданий, сооружений, опасные факторы взрыва, воздействие огнетушащих веществ» [17].

5.5 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар)

Проведем анализ допустимых мероприятий по противопожарной безопасности при проведении диагностики УУУК автомобилей в таблице 14.

Таблица 14 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при проведении диагностики УУУК автомобилей.

Наименование технологического процесса, оборудования	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Участок диагностики углов установки управляемых колес автомобиля, стенд экспресс- проверки УУУК автомобилей.	«Инструктажи по пожарной безопасности» [17].	«Своевременное и регулярное проведение различных видов инструктажей под роспись» [17]

Продолжение таблицы 14

1	2	3
	«Регулярное выполнение предупредительных и ремонтных работ, модернизации и оптимизация работы энергетического оборудования» [17].	«Проведение профилактических работ в соответствии с заранее разработанным графиком. Назначение приказом сотрудника, ответственного за проведение работ» [17].
	Наличие предусмотренных законодательством знаков, информационных табличек	Использование знаков и информационных табличек безопасности, установленных в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
	Расстановка технологического оборудования не создающая затруднений к подходу к средствам пожаротушения	«Должно быть обеспечено беспрепятственное движение персонала к эвакуационным путям» [17].
	«Своевременно производить зарядку первичных средств пожаротушения» [17].	Огнетушители и других средства пожаротушения всегда должны быть в исправном состоянии. «Не допускается использовать средства пожаротушения с истекшим сроком использования» [17].
	«Разработка плана по эвакуации при пожаре» [17].	Наличие действующего эвакуационного плана эвакуации на предприятии, своевременное размещение планов эвакуации в доступных местах.

5.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентифицированные негативные (вредные, опасные) экологические факторы, возникающие при технологическом процессе экспресс – проверки углов установки управляемых колес легкового автомобиля на роликовом стенде сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Идентификация экологических факторов

«Наименование технического объекта или технологического процесса»	«Где предполагается использовать приспособление, устройство, механизм и кем»	«Влияние технологического устройства на атмосферу (опасные и вредные выбросы в окружающую среду)»	«Влияние технологического устройства на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)»	«Влияние технологического устройства на литосферу (почву, растительность, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, и т.д.)» [6].
Участок диагностики	Стенды и оборудование, производственный персонал	«Испарения моторного топлива, масел»[17].	Не обнаружено	Изнюшенная спецодежда, упаковки от запчастей, масло отработанное, лом черных и цветных металлов.

5.7 Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

«Для защиты окружающей среды от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения её вредными веществами определим перечень защитных мероприятий и сведем их в таблицу 16» [6].

Таблица 16 – Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы устройства, оборудования

Наименование технического объекта	Участок диагностики
1	2
«Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на атмосферу» [14].	«Применение фильтров в имеющихся на участке вытяжных шкафах (зондах). Контроль за состоянием качества воздуха в зоне выполнения работ» [14].
«Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на гидросферу» [14].	«Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды. Слив воды из установки для мойки агрегатов осуществляется в специальный сток, ведущий к очистным сооружениям» [14].

Продолжение таблицы 16

1	2
«Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на литосферу» [14].	«Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Металлолом хранится на площадке и после накопления определенного количества вывозится подрядной организацией. Индивидуальная ответственность за сохранность окружающей среды» [14].

Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технологического оборудования».

«В разделе проведен анализ основных характеристик технологических процессов происходящих на участке диагностики, перечислены технологические операции, производственно-техническое оборудование (таблица 10). Идентифицированы профессиональные риски осуществляемого технологического процесса, выполняемых технологических операций, видов производимых работ (таблица 11). Опасными и вредными производственными факторами определены такие факторы как: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточная освещенности на рабочем месте, подвижные элементы производственного оборудования, монотонность работы.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности участка диагностики. Были идентифицированы класс пожарной опасности и опасные факторы пожара, а также проработаны меры по обеспечению пожарной безопасности (таблицы 12, 13). Выявлены экологически опасные факторы (таблица 15) и проработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на техническом оборудовании (таблица 16)» [6].

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции барабанного стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес автомобилей воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д.}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{сб.п.}} + C_{\text{п.д.}} + C_{\text{о.н.}} \quad (20)$$

где $C_{\text{к.д.}}$ - стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д.}}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п.}}$ - полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д.}}$ - цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н.}}$ - общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [20].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д.}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}} \quad (21)$$

где $Q_{\text{к}}$ - масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$C_{\text{к}}$ - средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб/кг.; » [17].

В таблице 17 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 17– Стоимость изготовления корпусных деталей.

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама из швеллера	Ст3	209	209	81	16929
Итого:	–	–	–	–	16929

$$C_{\text{к.д.}} = 209 \cdot 81 = 16929 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{o.d.} = C_{прн} + C_m \quad (22)$$

где $C_{прн}$ - заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_m - стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.;

Зарботную плату рассчитаем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_ч \cdot k_t \quad (23)$$

где t - средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, барабан ведущий, измерительный – по 2 шт.; вал – 8 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: барабан ведущий – 3 чел.-ч., барабан измерительный – 3,0 чел.-ч., вал – 1,6 чел.-ч.

$C_ч$ - часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_t - коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем 1,030;» [20].

$$t = (2 \cdot t_{б.в.} + 2 \cdot t_{б.и.} + 8 \cdot t_{вала}), \quad (24)$$

$$t = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 8 \cdot 1,6 = 24,8 \text{ чел.-ч.}$$

Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 января 2023 года МРОТ составляет 16242 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $16242 / (7 \cdot 21) = 110,49$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80. Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $110,49 \cdot 1,42 = 156,90$ р./ч.

$$C_{пр} = 24,8 \cdot 156,90 \cdot 1,03 = 4007,9 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_d = (5 \dots 12) \cdot C_{пр} / 100 \quad (25)$$

$$C_d = 10 \cdot 4007,9 / 100 = 400,79 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}) / 100 \quad (26)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (4007,9 + 400,79) / 100 = 1322,61 \text{ р.}$$

$$C_{\Sigma} = 4007,9 + 400,79 + 1322,61 = 5731,3 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 18 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	4007,79
Дополнительная заработная плата	400,79
Начисления на заработную плату	1322,61
Итого:	5731,3

«Стоимость материалов для изготовления оригинальных заготовок определяем по формуле:

$$C_{\text{м}} = \text{Ц} \cdot Q_{\text{з}}, \quad (27)$$

где Ц – цена 1 килограмма материала заготовок, руб./кг.;

$Q_{\text{з}}$ – масса заготовки, кг. » [20].

В таблице 19 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 19 - Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей.

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Барабан ведущий	Сталь 40	2	192	82,7	15878
Барабан измерительный	Сталь 40	2	192	82,7	15878
Вал	Сталь 40X	8	35,7	90	3213
Итого:	–	–	–	–	34966

$$C_{од} = 34966 + 5731,3 = 40700,3 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{сб.п.} = C_{сб.} + C_{д.сб.} + C_{соц.сб.}, \quad (28)$$

где $C_{сб.}$ - основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб.}$ - дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб.}$ - страховые взносы в фонды, р.

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{сб.} = T_{сб.} \cdot C_{д.сб.} \cdot k_t, \quad (29)$$

где $T_{сб.}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел. –ч.;» [20]

«Значение определяем по формуле:

$$T_{сб.} = k_c \cdot \sum t_{сб.}, \quad (30)$$

где k_c - коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1..1,5;

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 27 чел.-ч. » [11].

$$T_{сб.} = 1,25 \cdot 27 = 33,75 \text{ чел.-ч.}$$

Заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке составит:

$$C_{сб.} = 33,75 \cdot 156,9 \cdot 1,3 = 5454,24 \text{ р.}$$

$$C_{д.сб.} = 0,1 \cdot 5454,24 = 545,42 \text{ р.}$$

$$C_{соц.сб.} = 0,3 \cdot (5454,24 + 545,42) = 1799,9 \text{ р.}$$

$$C_{сб.п.} = 5454,24 + 545,42 + 1799,9 = 7799,56 \text{ р.}$$

В таблице 20 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции стенда.

Таблица 20 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	5454,24
Дополнительная заработная плата	545,42
Страховые взносы в фонды	1799,9
Итого	7799,56

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{он} = (C'_{пр} \cdot R_{он})/100, \quad (31)$$

где $C'_{пр}$ – заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;» [20].

$R_{он}$ - процент общепроизводственных накладных расходов, 35%;

$$C'_{пр} = C_{пр} + C_{сб.} \quad (32)$$

$$C'_{пр} = 4007,9 + 5454,24 = 9462,14 \text{ р.}$$

$$C_{он} = 9462,14 \cdot 35/100 = 3311,75 \text{ р.}$$

Для сборки конструкции стенда необходимо, приобрести следующие комплектующие: шкив – 4 шт., мотор-редуктор -2 шт., ремень клиновой – 2 шт., демпфер крутильных колебаний – 2 шт., датчик линейных перемещений – 2 шт., подшипник шариковый радиальный однорядный - 6 шт., метизы.

Перечень покупных изделий представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Шкив	4	2648	10592
Подшипник шариковый радиальный однорядный 211	6	230	1380
Датчик линейных перемещений	2	13250	26500
Муфта	2	3120	6240
Ремень клиновой	2	154,5	309
Мотор-редуктор	2	28300	56600

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4
Демпфер крутильных колебаний	2	13400	26800
Болт	50	3	150
Гайка	50	2,9	145
Шайба	70	2	140
Эмаль НЦ 132	1	1100	1100
Итого:			129956

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 22.

$$C_{\text{кон}} = 129956 + 3311,75 + 16929 + 40700,3 + 7799,56 = 198696,61 \text{ р.}$$

Таблица 22 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	16929
Затраты на изготовление оригинальных деталей	40700,3
Затраты на сборку	7799,56
Общепроизводственные накладные расходы	3311,75
Стоимость покупных изделий (деталей)	129956
Итого:	198696,61

«Рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки. Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{\text{пр}} - C_{\text{кон}} , \quad (33)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость прототипа (лимитная цена), 300000 руб.; » [20].

$$\mathcal{E}_Г = 300000 - 198696,61 = 101303,39 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{\text{ок}} = C_{\text{кон}} / \mathcal{E}_Г \quad (34)$$

$$O_{\text{ок}} = 198696,61 / 101303,39 = 1,96 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{\text{кон}} \quad (35)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 101303,39 - 0,15 \cdot 198696,61 = 71498,9 \text{ р.}$$

В таблице 23 представлены основные показатели проекта.

Таблица 23 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	руб.	300000	198696,61
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	руб.	--	101303,39
Экономический эффект	руб.	--	71498,9
Срок окупаемости	год	--	1,96

Выводы по разделу.

«В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки барабанного стенда для экспресс – проверки углов установки управляемых колес автомобилей с экономической стороны» [20]. Стоимость разработки конструкции стенда составляет 198696,61 рубль, что ниже лимитной цены указанной в техническом задании. Годовая экономия составила 101303,39 рублей, срок окупаемости равен 1,96 года, что является приемлемым для данного типа производственного оборудования.

Заключение

В моей выпускной квалификационной работе была разработана конструкция роликового стенда для экспресс – проверки углов установки управляемых колес автомобилей. «В ходе выполнения работы было сделано следующее:

- проведен обзор технической литературы о углах установки управляемых колес легкового автомобиля, их назначении, влиянии и способах проверки;

- выполнен обзор и сравнительный анализ известных моделей оборудования для проверки углов установки управляемых колес автомобилей;

- разработано техническое задание и техническое предложение на модернизацию стенда в соответствии с заданием;

- выполнены расчеты базовых элементов роликового стенда для проверки УУУК транспортных средств. На основании проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что предлагаемая конструкция стенда может быть применена на АТП как недорогая и эффективная конструкция для диагностики углов установки управляемых колес легковых транспортных средств;

- выполнена планировка участка диагностики углов установки управляемых колес автомобилей;

- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость, составлен технологический процесс экспресс – диагностики углов установки управляемых колес автомобилей с использованием разрабатываемого стенда;

- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;» [8].

- определена эффективность разработки барабанного стенда с экономической стороны. Срок окупаемости равен 1,96 года, стоимость изготовления составляет 198696,61 рублей, что значительно дешевле аналогичных вариантов стендов.

В результате выполненной работы представлен вариант модернизации конструкции стенда для экспресс - проверки углов установки управляемых колес автомобилей.

Подготовлены презентационные листы, чертежи общего вида конструкции, проведены расчеты деталей, узлов конструкции, составлена технологическая карта проведения диагностики углов установки управляемых колес автомобилей ВАЗ. В графической части работы также представлены планировочное решение участка диагностики УУУК и сравнительный анализ аналогичных конструкций оборудования.

Список использованных источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова". - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

2 Ануриев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя : В 3-х т. / В.И. Ануриев.- 6–е изд., перераб. и доп. – Машиностроение, 1982.-Т.2.- М.: Машиностроение, 1982. – 584 с.

3 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

4 Власов Ю. А. Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

5 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.

6 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф.

"Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

7 Графкина М.В. Михайлов В.А. Нюнин Б.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов ВУЗов. – М.: «Велби Проспект», 2014. – 608 с.

8 Епишкин В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») [Текст] / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.

9 Епишкин В.Е., Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец – Тольятти: ТГУ, 2008. – 284 с.

10 Проверка углов установки колес – основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vw.Avto-city.ru/ttkh/pps_448 (дата обращения: 19.02.2023).

11 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога - машиностроителя. В 3-х т. - М.: Машиностроение, 2012. – 407с.

12 Кузнецов Е.С., Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. – 535 с.

13 Литвинов А.С. Устойчивость и управляемость автомобиля. -М: Машиностроение, 1971.-416 с.

14 Лиханов В.А., Лопатин О.П. Экологическая безопасность: Учебное пособие. - Киров: ВГСХА, 2006. – 126 с.

15 Маевская Е. Б. Экономика организации [Текст] : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва :ИНФРА-М , 2017. -351 с. : ил.

16 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см;

17 Никифоров, Л.Л. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для бакалавров / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. - М.: Дашков и К, 2015. - 496 с.

18 Раймпель Й. Шасси автомобиля. Конструкция подвесок / Й. Райпель – М.: Машиностроение, 1989. – 215 с.

19 Тарасик В.П. Теория движения автомобиля / В.П. Тарасик Теория движения автомобиля – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478с.: ил.

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21 Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). - Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Сплав. №					<i>Документация</i>		
	A1			23.ПБ.ПЭА.186.61.01.СБ	Сборочный чертеж		
					Сборочные единицы		
			1	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.001	Беговой барабан	1	
					<i>Детали</i>		
	A3	2		23.ПБ.ПЭА.186.61.01.002	Ось	1	
			3	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.003	Корпус	1	
			4	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.004	Кольцо	2	
			5	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.005	Кольцо стопорное	2	
			6	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.006	Втулка	1	
			7	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.007	Шарик	64	
			2	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.008	Сепаратор	1	
	A4	9		23.ПБ.ПЭА.186.61.01.009	Шкив	1	
			10	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.010	Втулка	1	
	A4	11		23.ПБ.ПЭА.186.61.01.011	Обойма	1	
			12	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.012	Стопор	1	
			13	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.013	Шайба прижимная	2	
		14	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.014	Гайка	1		
		15	23.ПБ.ПЭА.186.61.01.015	Шарик	2		
A4	16		23.ПБ.ПЭА.186.61.01.016	Седло	1		
A4	17		23.ПБ.ПЭА.186.61.01.017	Болт упорный	1		
				23.ПБ.ПЭА.186.61.01.000.СП			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разрад.		Рассказов Е.О.				Лит.	Лист
Проб.		Епишкин В.Е.					1
Н.контр.						Листов	
Утв.		Бодровский А.В.				2	
Гаситель крутильных колебаний						ТГУ, ИМ, каф.ПЭА гр.ЭТКдп-1802а	
Копировал						Формат А4	

Рис. А.1 – Спецификация гасителя крутильных колебаний

