

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 проверки тяговых качеств легковых автомобилей»

Обучающийся

С.В. Рукавишников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., Л.А. Угарова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на тему: «Разработка стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей».

В данной работе произведен технологический расчет таксомоторного предприятия. В первом разделе определена структура производственных подразделений, количество постов технического обслуживания и ремонта подвижного состава, приведены необходимые расчеты.

Во втором разделе представлена анализ патентов, рассмотрены существующие разработки на избранную тему, глубиной исследования в 25 лет.

В третьем разделе представлена разработка СТК, выполненная на основании задания кафедры. Для разработки осуществлена проработка ТЗ и ТП, рассчитаны конструкторские составляющие стенда, которые показали соблюдение условий при выборе технических решений.

В четвертом разделе представлена технологическая карта диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ.

В пятом разделе проведен анализ и оценка профессиональных рисков, которые действуют на работников автосервиса, для снижения рисков представлены мероприятия. В разделе также представлен анализ пожарной и экологической безопасности которые регламентирует ряд нормативных документов для их соблюдения.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1 Проект производственного участка	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Расчеты участка.....	8
2 Патентные исследования «Стенд тяговых качеств»	25
2.1 Описание объекта исследования	25
2.2 Программа исследования	27
2.3 Выбор существующих патентов.....	27
2.4 Анализ результатов патентно-информационного поиска	31
3 Стенд тяговых качеств инерционный для легковых автомобилей	34
3.1 Техническое задание.....	34
3.2 Техническое предложение	37
3.3 Конструкторские расчеты	41
4 Технологический процесс диагностики тяговых характеристик легкового автомобиля.....	46
5 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций.....	49
Заключение	53
Список используемой литературы и используемых источников.....	55

Введение

«Стенды тяговых качеств, или стенды контроля тяговых качеств автомобиля (СТК), имитируют движение автомобиля с разными скоростными режимами и нагрузками на двигатель. Они используются для тестирования комплексных параметров, таких как мощность, тяговое усилие, скорость», расход топлива и время разгона [29]. Также СТК позволяют проводить диагностику и контролировать работу различных систем автомобиля, например, сцепление, трансмиссия и спидометр. Актуальность разработки и совершенствования оборудования для проверки тяговых качеств легковых автомобилей заключается в постоянном росте и обновлении автомобильного парка, для эксплуатации и обслуживания которого также требуется применение современных методов диагностики для определения технического состояния автомобилей.

Кроме того, современные методы обслуживания автотранспорта требуют высокого уровня технического оснащения и специалистов, обладающих теоретическими и практическими знаниями. Диагностика тяговых характеристик автомобиля позволяет максимально точно определить возможные технические проблемы и источники неисправностей.

В этой связи, разработка нового оборудования способствует снижению затрат на ремонт и обслуживание автомобилей, а также повышению качества предоставляемых услуг на станциях технического обслуживания, поэтому тема бакалаврской работы «Разработка стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей», актуальна.

Объектом работы является – процесс проверки тяговых качеств легковых автомобилей с помощью стенда.

Предмет – оборудование для проверки тяговых качеств легковых автомобилей.

Цель работы – разработать стенд для проверки тяговых качеств легковых автомобилей.

Задачи бакалаврской работы:

- представить проект производственного участка, на котором производятся работы по проверке тяговых качеств легковых автомобилей;
- представить проект перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей;
- провести анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа;
- оформить техническое задание;
- оформить техническое предложение от лица поставщиков оборудования;
- представить технологию проведения работ на спроектированном оборудовании;
- описать возможные негативные воздействия на слесарей, осуществляющих работу на производственном участке и разработаны мероприятия по их минимизации.

Термины и определения

Достигнутый уровень разработки – степень готовности технологии к промышленному внедрению.

Патентная чистота объекта – юридическое свойство объекта, которое означает возможность неограниченного использования этого объекта на территории определённой страны без нарушения чужих патентных прав.

Патентный поиск – получение информации из фондов патентной документации (официальных реестров по заявкам на регистрацию изобретений, промышленных образцов или полезных моделей) с целью её дальнейшей обработки.

Перечень сокращений и обозначений

АТП – автотранспортное предприятие.

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание.

ИТР – инженерно-техническая разработка.

КР – капитальный ремонт.

МПК – международная патентная классификация.

ПК – персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение.

СТК – стенд тяговых качеств.

УМР – уборочно-моечные работы.

1 Проект производственного участка

1.1 Исходные данные

В данном разделе произведем расчет участка, на котором будет эксплуатироваться разработка, представленная в данной ВКР. Разработку представим на основании автомобиля ВАЗ-2190 «LADA Granta» (для кузова седан). Параметры участка представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры участка

Параметр	Обозначение	Значение
Тип предприятия	—	Комплексное таксомоторное
Марка и модель ТС	—	ВАЗ-2190
Среднесписочное число ТС	A_{cc}	350 штук
Количество рабочих дней в году	$D_{рг}$	365 дней
Количество рабочих дней зон ТО-2 и ТР	$D_{рг}$	305 дней
Природно-климатический район	—	Самарская область (умеренный)
Категория условий эксплуатации	—	Ш
Пробег с начала эксплуатации	$L_{общ}$	35 000 км.
Время в наряде	T_n	12 ч.
Нормативный пробег до КР	$L_{кр}^n$	120 000 км.
Среднесуточный пробег	L_{cc}	320 км.
Нормативный пробег до ЕТО в соответствии с сервисной книжкой автомобиля	$L_{ЕТО}^n$	15 000 км.
Габаритные размеры автомобиля, мм		4200x1700x1500

Исходные данные «для расчёта необходимы для определения производственной программы и объёма работ автотранспортного предприятия, они включают в себя тип и количество подвижного состава, среднесуточный пробег автомобилей, дорожные и природно-климатические условия эксплуатации, режимы работы подвижного состава» и технического

обслуживания, а также виды и периодичность технического обслуживания и ремонта автомобилей [29].

Эти данные используются для обоснования выбора оборудования, организации рабочих мест и составления графиков выполнения работ. «Для определения годовой трудоемкости каждого обслуживания и численности рабочих производится расчет производственной программы по количеству ЕО, ЕТО и ТР» [7].

1.2 Расчеты участка

«Для расчёта программ профилактических воздействий ЕО, ЕТО, Д-1, Д-2 принят цикловой метод расчёта, где в основу положен нормируемый пробег автомобиля и нормируемые периодичности воздействий. Периодичность ЕО равна среднесуточному пробегу, обычно выполняется водителем (кроме УМР). Рассчитаем периодичность УМР» [11].

$$L_M = L_{cc} \cdot D_M, \quad (1)$$

где « D_M – средняя продолжительность мойки, принимаем – 1 день;

L_{cc} – среднесуточный пробег, принимаем – 320 км» [11].

$$L_M = 320 \cdot 1 = 320.$$

«Периодичность ЕТО» [11]:

$$L_{TO} = L_{ETO}^H \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2)$$

где « L_{ETO}^H – нормативная периодичность ЕТО, км;

K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации, принимаем для третьей категории эксплуатации – 0,8» [11];

« K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий, для умеренного климата принимаем – 1» [11].

$$L_{ТО} = 1500 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1200 \text{ км.}$$

«Определим пробег автомобиля до капитального ремонта» [11]:

$$L_{КР} = L_{КР}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3)$$

Где « $L_{КР}^H$ – норма пробега автомобиля до капитального ремонта, по заданию равно $L_{ч}$ и равно 120 000км (таблица 1);

K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации ТС и организации его работы, принимаем для базового автомобиля – 1» [11].

$$L_{КР} = 120\,000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 96000 \text{ км.}$$

Корректировочные расчёты сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Корректировочные расчёты

Вид воздействия	Обозначение пробега	Пробег, км		
		Скорректированные по коэффициентам	Скорректированные по кратности	Принятые для расчета
ЕО-1	L_{cc}	–	–	320
До ЕТО	$L_{ТО}$	12000	$320 \cdot 37$	11840
До КР	$L_{КР}$	96000	$11840 \cdot 8$	94720

Рассчитаем «производственную программу по количеству обслуживания в соответствии с методикой, основанной на цикле, т.е. на пробеге автомобиля до КР. Количество обслуживаний по одному автомобилю за цикл» [13]:

$$N_{\text{КР}} = \frac{L_{\text{ч}}}{L_{\text{КР}}} \quad (4)$$

$$N_{\text{ТО}} = \frac{L_{\text{ч}}}{L_{\text{ТО}}} - N_{\text{КР}} \quad (5)$$

$$N_{\text{М}} = \frac{L_{\text{ч}}}{L_{\text{М}}} \quad (6)$$

$$N_{\text{ЕО}} = \frac{L_{\text{ч}}}{L_{\text{СС}}} \quad (7)$$

где $N_{\text{КР}}$, $N_{\text{ТО}}$, $N_{\text{М}}$, $N_{\text{ЕО}}$ – количество КР, ТО, УМР, ЕО» [13];

$L_{\text{ч}}=L_{\text{КР}}=94720$ км – «скорректированный пробег за цикл» [11].

$$N_{\text{КР}} = \frac{94720}{94720} = 1,$$

$$N_{\text{ТО}} = \frac{94720}{11840} - 1 = 7,$$

$$N_{\text{М}} = \frac{94720}{320} = 296,$$

$$N_{\text{ЕО}} = \frac{94720}{320} = 296.$$

«Рассчитаем переводной коэффициент от числа обслуживаний за цикл к годовому числу обслуживаний одного автомобиля» [14]:

$$\mu_r = \frac{D_{ГЭ}^Г}{D_{ГЭ}^Ч} = \frac{\alpha_r \cdot D_u^Г}{D_{ГЭ}^Ч}, \quad (8)$$

где $D_{ГЭ}^Ч$ – «число дней за цикл, когда автомобиль годен к эксплуатации» [11]:

$$D_{ГЭ}^Ч = \frac{L_{ч}}{L_{сс}} \quad (9)$$

где $D_{ГЭ}^Г$ – «число дней за год, когда автомобиль годен к эксплуатации» [11];

$D_u^Г$ – «число дней работы автомобиля за год» [11];

$$D_u^Г = 365 - D_{НП}^Г, \quad (10)$$

Где « $D_{НП}^Г$ – число дней нормируемых простоев в год, т.к. АТП работает 365 дней, принимаем – 0;

α_r – коэффициент технической готовности автомобиля» [11]:

$$\alpha_r = \frac{D_{ГЭ}^Ч}{D_{ц}} = \frac{D_{ГЭ}^Ч}{D_{ГЭ}^Ч + D_p^Ч}, \quad (11)$$

где $D_{ц}$ – число дней в цикле;

$D_p^Ч$ – «суммарное число дней простоя автомобиля в ТО-2, ТР, КР за цикл» [11]:

$$D_p^Ч = D + D_{кр} \cdot N_{кр} = \frac{d \cdot L_{кр}}{1000} + D_{кр} \cdot N_{кр}, \quad (12)$$

где D – «суммарное число дней простоя в ТО-2 и ТР за цикл» [11];

$D_{кр}$ – «простой автомобиля в капитальном ремонте, дней» [11]:

$$D_{кр} = D_{кр}^Н + D_{дос}, \quad (13)$$

где « $D_{кр}^Н$ – норма простоя автомобиля на специализированном предприятии, принимаем – 7 дней» [11];

$D_{\text{дос}}$ – «транспортировка ТС на специализированное предприятие и обратно, т.к. ремонтное предприятие и таксомоторный парк располагаются в одном городе, принимаем - 1 день» [11];

d – «простой автомобиля в ТО-2 и ТР, дн/1000 км» [11].

$$d = d_{\text{н}} \cdot K_4 \cdot K_{\text{см}}, \quad (14)$$

где $d_{\text{н}}$ – норма простоя в ТО-2 и ТР, принимаем – 0,18 дней/1000км;

K_4 – «коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации, принимаем – 0,7» [11];

$K_{\text{см}}$ – «коэффициент учёта планируемой сменности работы производственных зон ТО-2 и ТР, принимаем по статистическим данным – 0,8» [11].

$$d = 0,18 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = \frac{0,1 \text{ дн}}{1000 \text{ км}}$$

$$D_{\text{кр}} = 7 + 1 = 8 \text{ дней.}$$

$$D_{\text{р}}^{\text{ч}} = \frac{0,1 \cdot 94720}{1000} + 8 \cdot 1 = 17,47 \text{ дней.}$$

$$D_{\text{гэ}}^{\text{ч}} = \frac{94720}{320} = 296 \text{ дней.}$$

$$\alpha_r = \frac{296}{296 + 17,47} = 0,944.$$

$$D_{\text{и}}^{\text{г}} = 365 - 0 = 365 \text{ дней.}$$

$$\mu_r = \frac{365 \cdot 0,944}{296} = 1,16.$$

Тогда «количество обслуживаний одного автомобиля за год» [11]:

$$N_{\text{ТО}}^{\Gamma} = N_{\text{ТО}} \cdot \mu_r, \quad (15)$$

$$N_{\text{М}}^{\Gamma} = N_{\text{М}} \cdot \mu_r, \quad (16)$$

$$N_{\text{ЕО}}^{\Gamma} = N_{\text{ЕО}} \cdot \mu_r, \quad (17)$$

$$N_{\text{КР}}^{\Gamma} = N_{\text{КР}} \cdot \mu_r, \quad (18)$$

$$N_{\text{ТО}}^{\Gamma} = 7 \cdot 1,16 = 8,12.$$

$$N_{\text{М}}^{\Gamma} = 296 \cdot 1,16 = 343,36.$$

$$N_{\text{ЕО}}^{\Gamma} = 296 \cdot 1,16 = 343,36.$$

$$N_{\text{КР}}^{\Gamma} = 1 \cdot 1,16 = 1,16.$$

Рассчитаем «годовую производственную программу по группе автомобилей» [11]:

$$\Sigma N_{\text{ТО}} = N_{\text{ТО}}^{\Gamma} \cdot A_{\text{И}}, \quad (19)$$

$$\Sigma N_{\text{М}} = N_{\text{М}}^{\Gamma} \cdot A_{\text{И}}, \quad (20)$$

$$\Sigma N_{\text{ЕО}} = N_{\text{ЕО}}^{\Gamma} \cdot A_{\text{И}}, \quad (21)$$

$$\Sigma N_{\text{КР}} = N_{\text{КР}}^{\Gamma} \cdot A_{\text{И}}, \quad (22)$$

$$\Sigma N_{\text{ТО}} = 8,12 \cdot 350 = 2842.$$

$$\Sigma N_{\text{М}} = 343,36 \cdot 350 = 120176.$$

$$\Sigma N_{\text{ЕО}} = 343,36 \cdot 350 = 120176.$$

$$\Sigma N_{\text{КР}} = 1,16 \cdot 350 = 406.$$

«Суточная программа по ТО по группе автомобилей» [11]:

$$N_{\text{ТО}}^{\text{С}} = \frac{\Sigma N_{\text{ТО}}}{D_{\Gamma}}, \quad (24)$$

$$N_{\text{М}}^{\text{С}} = \frac{\Sigma N_{\text{М}}}{D_{\text{и}}^{\Gamma}}, \quad (25)$$

$$N_{\text{ЕО}}^{\text{С}} = \frac{\Sigma N_{\text{ЕО}}}{D_{\text{и}}^{\Gamma}}, \quad (26)$$

где D_{Γ} – «число дней работы зон ТО-2 и ТР в году, принимаем 305 дней (таблица 1)» [11].

$$N_{\text{ТО}}^{\text{С}} = \frac{2842}{305} = 9,12 \sim 9.$$

$$N_{\text{М}}^{\text{С}} = \frac{120176}{365} = 329,21 \sim 329.$$

$$N_{\text{ЕО}}^{\text{С}} = \frac{120176}{365} = 329,21 \sim 329.$$

«Рассчитаем годовую производственную программу по диагностированию Д-1» [22]:

$$N_{Д1}^Г = \Sigma N_{Т0} + N_{ТР Д1}^Г, \quad (27)$$

где $N_{ТР Д1}^Г$ – «годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-1 после ТР» [22].

$$Д_{ТР Д1}^Г = 0,1 \cdot \Sigma N_{Т0}, \quad (28)$$

$$Д_{ТР Д1}^Г = 0,1 \cdot 2842 = 284.$$

$$N_{Д1}^Г = 2842 + 284 = 3126.$$

«Годовая производственная программа по диагностированию Д-2» [11]:

$$Д_{Д2}^Г = 0,5 \Sigma N_{Т0} + Д_{ТР Д2}^Г, \quad (29)$$

где $Д_{ТР Д2}^Г$ – «годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-2 после ТР» [11]:

$$Д_{ТР Д2}^Г = 0,05 \cdot \Sigma N_{Т0}, \quad (30)$$

$$Д_{ТР Д2}^Г = 0,05 \cdot 2842 = 142.$$

$$Д_{Д2}^Г = 0,5 \cdot 2842 + 142 = 1563.$$

«Суточная производственная программа по соответствующему виду диагностирования» [11]:

$$N_{Di}^C = \frac{N_{Di}^r}{D_{\text{раб}}}, \quad (31)$$

$$N_{D1}^C = \frac{3126}{305} = 10.$$

$$N_{D2}^C = \frac{1563}{305} = 5,1 \sim 5.$$

«Рассчитаем трудоёмкости ЕО, ЕТО и ТР, чел.-ч» [11]:

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (32)$$

$$t_{TO} = t_{TO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (33)$$

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (34)$$

где t_{EO} , t_{TO} , t_{TP} , – исходные нормативы трудоёмкостей ЕО, ЕТО и ТР соответственно, согласно нормативам, принимаем $t_{EO}^H = 0,3$ чел-ч, $t_{TO}^H = 7,0$ чел-ч, $t_{TP}^H = 18$ чел-ч/1000км» [11];

K_1 – «коэффициент корректирования нормативных трудоёмкостей в зависимости от условий эксплуатации [1], принимаем 1,2» [11];

K_2 – «коэффициент корректирования нормативных трудоёмкостей в зависимости от модификации ТС и организации его работы, принимаем 1» [11];

K_4 – «коэффициент корректирования нормативов удельной трудоёмкости в зависимости от пробега с начала эксплуатации, принимаем 0,7» [11];

K_5 – «коэффициент корректирования нормативов трудоёмкостей ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП и количества совместимых групп подвижного

состава, для 350 легковых автомобилей и 1 группы принимаем 0,85» [11];

K_M – «коэффициент учёта степени сокращения нормативной трудоёмкости, принимаем согласно нормативам 0,7» [11].

Расчетные данные представим в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Скорректированные трудоёмкости обслуживаний

Виды воздействий	Нормативная трудоёмкость, чел.-ч.	Коэффициенты						Скорректированная трудоёмкость, чел.-ч.
		K1	K2	K3	K4	K5	KM	
t_{EO}	0,3	–	1,0	1,0	–	0,85	0,50	0,128
t_{TO}	7,0	–	1,0	1,0	–	0,85	1,0	5,95
t_{TP}	1,8	1,2	1,0	1,0	0,7	0,85	0,70	0,900

«Годовой объём EO, ETO и TP для группы автомобилей, чел.-ч» [11].

$$T_{EO} = \Sigma N_{EO} \cdot t_{EO}, \quad (35)$$

$$T_{TO} = \Sigma N_{TO} \cdot t_{TO}, \quad (36)$$

$$T_{TP} = \frac{L_{cc} \cdot D_{и}^{\Gamma} \cdot \alpha_T \cdot t_{TP} \cdot A_{и}}{1000}, \quad (37)$$

«Находим годовые объёмы работ» [11]:

$$T_{EO} = 120176 \cdot 0,128 = 15382,4 \text{ чел} - \text{ч.}$$

$$T_{TO} = 2842 \cdot 5,95 = 16909,9 \text{ чел} - \text{ч.}$$

$$T_{\text{ТР}} = \frac{320 \cdot 365 \cdot 0,94 \cdot 0,9 \cdot 350}{1000} = 34584,48 \text{ чел} - \text{ч.}$$

«Общая трудоёмкость всех видов ТО и ТР подвижного состава» [11]:

$$T = T_{\text{ЕО}} + T_{\text{ТО}} + T_{\text{ТР}}, \quad (38)$$

$$T = 15382,4 + 16909,9 + 34584,48 = 66877 \text{ чел} - \text{ч.}$$

«Годовой объём работ по самообслуживанию предприятия» [11]:

$$T_c = T \cdot K_c, \quad (39)$$

где K_c – «коэффициент объёма работ по самообслуживанию предприятия, для среднего предприятия принимаем 0,25» [11].

$$T_c = 66877 \cdot 0,25 = 16719,2 \text{ чел} - \text{ч.}$$

«Распределение работ по самообслуживанию АТП по видам работ оформим в таблицу 4» [27].

Таблица 4 - Распределение работ по самообслуживанию АТП по видам работ

Виды работ	Самообслуживание	
	%	чел-ч
Электротехнические	25	4179,8
Ремонтно-строительные	6	1003,2
Сантехнические	22	3678,2
Слесарные	16	2675,1
Выполняемые в ОГМ	69	11536,2

Продолжение таблицы 4

Виды работ	Самообслуживание	
	%	чел-ч
Медницкие	1	167,2
Жестяницкие	4	668,8
Сварочные	4	668,8
Механические	10	1671,9
Столярные	10	1671,9
Кузнечные	2	334,4
Выполняемые в производственных цехах	31	5183,0
Итого	100	16719,2

«Трудоемкость диагностических работ при всех видах воздействий суммируются и распределяются между Д-1 и Д-2» [11]:

$$T_D = T_{ДЕТО} \cdot T_{ДТР}, \quad (40)$$

Где « $T_{Д1}$ – трудоемкость диагностических работ при ЕТО (таблица 4)» [11];

« $T_{ДЕТО} = 2029,19$ чел-ч;

$T_{ДТР}$ – трудоемкость диагностических работ при ТР (таблица 4)» [11].

$$T_D = 2029,19 \cdot 691,7 = 2720,89 \text{ чел} - \text{ч},$$

Рассматриваемое АТП осуществляет перевозки пассажиров, в этой связи «принимается $T_{Д1} = 0,6T_D$; $T_{Д2} = 0,4T_D$ » [11].

$$T_{Д1} = 0,6 \cdot 2720,89 = 1633 \text{ чел} - \text{ч},$$

$$T_{Д2} = 0,4 \cdot 2720,89 = 1088 \text{ чел} - \text{ч},$$

«Трудоемкость диагностирования для одного автомобиля» [11]:

$$t_{Д1} = \frac{T_{Д1}}{N_{Д1}^{\Gamma}}, \quad (41)$$

$$t_{Д2} = \frac{T_{Д2}}{N_{Д2}^{\Gamma}}, \quad (42)$$

где $N_{Д1}^{\Gamma}$ и $N_{Д2}^{\Gamma}$ – «годовые производственные программы по виду диагностирования, принимаем соответственно: 3126 и 1563 [11].

$$t_{Д1} = \frac{1633}{3126} = 0,52 \text{ чел} - \text{ч}.$$

$$t_{Д2} = \frac{1088}{1563} = 0,70 \text{ чел} - \text{ч}.$$

Скорректируем годовые объемы работ ЕТО и ТР, а также трудоемкости обслуживания одного автомобиля при ЕТО» [11]:

$$T_{ТО}^K = T_1 - T_{Д1}, \quad (43)$$

$$T_{ТР}^K = T_{ТР} - T_{ДТР}, \quad (44)$$

где $T_{ТО}^K$ и $T_{ТР}^K$ T_{IPn}^K – «скорректированные годовые объемы постовых работ ЕТО, постовых работ ТР» [11].

$$T_{ТО}^K = 15827,7 - 2029,19 = 13798,48 \text{ чел} - \text{ч}.$$

$$T_{ТР}^K = 13142,3 - 691,7 = 12450,6 \text{ чел} - \text{ч}.$$

«Скорректированная трудоемкость обслуживания одного автомобиля» [11]:

$$t_{\text{ТО}}^{\text{к}} = \frac{T_{\text{ТО}}^{\text{к}}}{\Sigma N_{\text{ТО}}}, \quad (45)$$

$$t_{\text{ТО}}^{\text{к}} = \frac{12450,6}{2842} = 4,38 \text{ чел-ч.}$$

Таким образом, сведем данные в таблицу 5.

Таблица 5 – Данные программы

Наименование	Обозначение	Показатель
Годовая программа	$\Sigma N_{\text{ЕО}}$	120176 ТС
Суточная программа	$N_{\text{М}}^{\text{с}}$	329 ТС
Трудоемкость ЕО	$t_{\text{ЕО}}$	0,128 чел-ч.
Годовой объем работ	$T_{\text{ЕО}}$	15382,4 чел-ч.

«Определим суточную программу наружной косметической и углубленной моек» [11]:

$$N_{\text{сут}}^{\text{усл}} = N_{\text{сут}}^{\text{ТО}} + N_{\text{сут}}^{\text{Д}} \quad (46)$$

где $N_{\text{сут}}^{\text{ТО}}$ - суточная программа ЕТО, принимаем 9 автомобилей» [11];

$N_{\text{сут}}^{\text{Д}}$ - ориентировочная суточная программа диагностирования, принимаем 15 автомобилей» [11].

$$N_{\text{сут}}^{\text{усл}} = 9 + 15 = 24 \text{ автомобиля.}$$

«Определим суточную программу косметической мойки автомобилей» [11]:

$$N_{\text{сут}}^{\text{нар}} = N_{\text{ЕО}}^{\text{с}} - N_{\text{с}}^{\text{усл}} \quad (47)$$

$$N_{\text{сут}}^{\text{нар}} = 329 - 24 - 305 \text{ автомобилей.}$$

«Определим ритм производства, который представляет собой время работы зоны, приходящееся на выполнение одного обслуживания» [11]:

$$R_{\text{УМР}} = \frac{T_{\text{об}} \cdot 60}{N_{\text{сут}}^i}, \quad (48)$$

где $T_{\text{об}}$ – продолжительность работы зоны в сутки, принимаем 12 ч» [11];

$N_{\text{сут}}^i$ - количество обслуживаний в сутки» [11].

$$R_{\text{УМР}} = \frac{12 \cdot 60}{329} = 2,18 \text{ мин.}$$

Определим такт линии ежедневного обслуживания. «Такт представляет собой время простоя автомобиля на обслуживании на данном посту и определяется пропускной способностью моечной установки» [11]:

$$\tau_{\text{УМР}}^i = \frac{60}{N_{\text{ц}}^i}, \quad (49)$$

где $N_{\text{ц}}^i$ – производительность моечной установки для

соответствующего вида мойки. Пропускная способность механизированной наружной мойки – 30 авт./час, т.е. $N_{\text{ц}}$ - 30 авто/час.

$$\tau_{\text{УМР}}^i = \frac{60}{30} = 2 \text{ мин.}$$

Необходимая скорость конвейеров поточных линий:

$$V_k = \frac{L_a \cdot a}{\tau}, \quad (50)$$

Где « L_a - 4,1 – габаритная длина автомобиля;

a – расстояние между автомобилями на постах поточной линии ЕО, учитывая габариты принимаем 1,5 м» [11].

$$V_k = \frac{4,1 \cdot 1,5}{1,5} = 3,73 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определим число линий:

$$m^i = \frac{\tau_{\text{л}}^i}{R^i}, \quad (51)$$

$$m = \frac{2,0}{2,18} = 0,92 \sim 1.$$

Принимаем число рабочих постов – 4.

Уборочные работы производятся на посту, расположенном перед автоматической моечной установкой. На этом посту производится ручная уборка салона механизированными средствами и ручными щётками. Также здесь проводятся работы по заправке автомобилей техническими эксплуатационными жидкостями и проверке их внешнего состояния.

Рассчитаем «количество рабочих на постах уборки салона автомобиля и углубленной мойки» [11]:

$$P_{\text{ЕО}} = \frac{t_{\text{ЕО}} \cdot K \cdot 60}{\tau}, \quad (52)$$

где K – «доля ручного труда при выполнении ЕО, принимаем для легковых автомобилей 0,3» [11].

$$P_{\text{ЕО}} = \frac{0,128 \cdot 0,3 \cdot 60}{2,0} = 2,11 \sim 2 \text{ человека.}$$

«Рассчитаем площадь зоны ЕО» [11]:

$$F = f_a \cdot x \cdot k_{\Pi}, \quad (53)$$

где f_a – «площадь горизонтальной проекции автомобиля, принимаем 6,64м²» [11];

X – число постов в зоне ЕО, у нас по расчетам - 4;

k_{Π} – «коэффициент плотности расстановки постов, принимаем 4,5» [11].

$$F = 6,64 \cdot 4 \cdot 4,5 = 119,52 \sim 120 \text{ м}^2$$

Выводы: таким образом по исходным данным произведены расчеты проекта, проведено распределение работ в АТП по их видам, годовые объемы работ, определен такт линии ежедневного обслуживания, рассчитаны площади и другие расчеты, соответствующие тематике бакалаврской работы.

2 Патентные исследования «Стенд тяговых качеств»

2.1 Описание объекта исследования

«Стенды тяговых качеств, или стенды контроля тяговых качеств автомобиля (СТК), имитируют движение автомобиля с разными скоростными режимами и нагрузками на двигатель. Они используются для тестирования комплексных параметров, таких как мощность, тяговое усилие, скорость», расход топлива и время разгона. Также СТК позволяют проводить диагностику и контролировать работу различных систем автомобиля, например, сцепление, трансмиссия и спидометр. Рассмотрим устройство стенда» [29].

Основание стенда является конструкцией, выполненной из сварной рамы. На основании установлен тормозной барабан в виде пневматической шины. Тормозной барабан предотвращает поворот вокруг своей оси.

«На геометрической оси расположено гнездо подшипника, в котором установлена цапфа кривошипа. Кривошип так связан с коленчатым валом 5, что может изменяться его эксцентриситет от нуля, до максимального значения, определяемого либо моментом сопротивления повороту, либо условием его долговечности» [20].

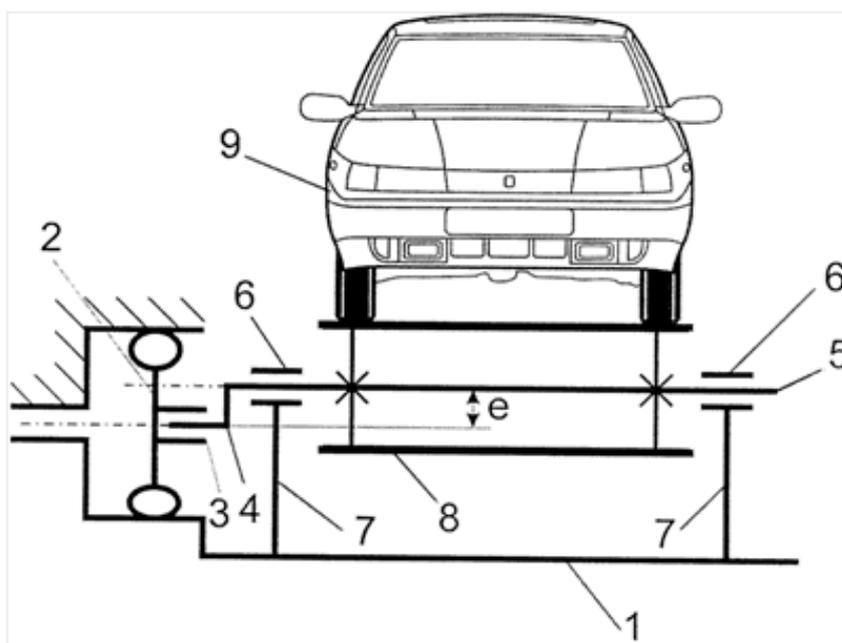
«Коленчатый вал установлен на основании посредством коренных подшипников и стоек. На нем неподвижно установлен опорный беговой барабан. На беговой барабан устанавливают легковой автомобиль» [20].

Порядок испытания легкового автомобиля на стенде тяговых качеств включает следующие этапы:

- подготовка автомобиля. Устанавливают автомобиль на стенд, подключают датчики и проверяют работоспособность систем;
- запускают двигатель, и прогревают до рабочей температуры;

- выбирают режим испытания, определяют скорость движения автомобиля и нагрузки на двигатель;
- проведение испытания. Автомобиль в процессе испытания движется по беговому барабану стенда, датчики фиксируют параметры мощности, скорости, расхода топлива и другие показатели;
- проведение анализа результатов испытания. На этом этапе сравнивают полученные данные с расчётными значениями и определяют соответствие автомобиля заявленным требованиям;
- техническое заключение. Проводят оценку состояния основных систем и агрегатов автомобиля, выявление возможных проблем и рекомендации по их устранению.

На рисунке 1 представлена схематично процедура испытаний.



1 – основание, 2 – тормозной барабан, 3 – гнездо подшипника, 4 – кривошип, 5 – коленчатый вал, 6 – коренные подшипника, 7 – стойки, 8 – барабан, 9 – транспортное средство.

Рисунок 1 – Схема стенда для испытаний

В процессе испытаний, «величина момента сопротивления вращению ведущих колес может регулироваться дополнительно давлением воздуха в тормозном барабане, при этом меняется его податливость в окружном и радиальном направлении, меняются затраты на энергию деформации тормозного барабана, а следовательно, и момент сопротивления вращению опорного бегового барабана. Регулировка внутреннего давления в тормозном барабане может осуществляться обычным способом путем подкачки или стравливания воздуха из пневматической шины» [18].

Анализируя имеющуюся на предприятии конструкцию стенда, отметим, что СТК неудобен в использовании и материалоемок. В этом заключается основной недостаток.

2.2 Программа исследования

Целью исследования: выявление лучших эксплуатационных показателей СТК. Выявленные показатели помогут разработать наиболее эффективный СТК с отсутствием недостатков, указанных в разделе 2.1.

Проверку существующих результатов исследования будем осуществлять по исследованиям стран: РФ, страны Западной Европы, США, Япония, Китай.

2.3 Выбор существующих патентов

В соответствии с установленным порядком, установим глубину патентного поиска (примем 25 лет, в связи медленной разработкой новых устройств), определим рубрику МПК и индекса УДК (таблица 6)» [19].

Таблица 6 – Классификация МПК

Наименование раздела	Показатель
Раздел G	Физика
Класс G 01	Измерение; испытание
Подкласс G 01 M	«Проверка статической и динамической балансировки машин или конструкций; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам» [11].
«Главная дробная рубрика G 01 M 15/00» [11].	«Испытание машин и двигателей» [11].
Код УДК	629 «Техника средств транспорта»

Аналитика патентно-информационного поиска представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Аналитика поиска

Предмет поиска	Рубрики (МПК, УДК)	Страна	Ретроспективность	Информационный фонд
СТК	МПК G 01 M 15/00, УДК 629.	РФ, страны Западной Европы, США, Япония, Китай	25 (1998-2023)	Сайты: www.fips.ru, www.zr.ru, www.garo.ru espacenet.com

Поиск существующих разработок по тематике ВКР представлен в таблице 8. Патентная чистота объекта является юридическим свойством объекта, которое означает возможность неограниченного использования этого объекта на территории определённой страны без нарушения чужих патентных прав. Достигнутый уровень разработки является степенью готовности технологии к промышленному внедрению. Он определяется с помощью ответов на вопросы, содержащих качественные и количественные показатели. Уровень присваивается исследователями, научно-исследовательскими институтами и организациями, занятыми в соответствующей области, а также независимыми экспертами.

Таблица 8 - Патентно-информационный поиск

Объект	МПК, УДК	Описание	Подлежит детальному исследованию (да/нет)	
			Достигнут ый уровень	Патент ная чистота
Стенд для силовых испытаний колесного транспортного средства. Обозначение (LSP 3000 PKW 4WD).	МПК G 01 M 15/00. Автор: Березин В.С. Дата: 02.04.2007, патент № 2335753, РФ	«Стенд для силовых испытаний колесного транспортного средства, содержащий основание, опорный беговой барабан, неподвижно установленный на коленчатом валу, смонтированном на основании, нагружающее устройство, отличающийся тем, что нагружающее устройство установлено на кривошипе коленчатого вала на подшипниковой опоре в виде тормозного барабана, неподвижно закрепленного относительно основания и выполненного в виде катка с пневматической шиной, при этом геометрическая ось тормозного барабана смещена относительно оси вращения опорного бегового барабана на величину эксцентриситета коленчатого вала, а тормозной барабан выполнен с возможностью регулировки внутреннего давления» [5].	да	да
Устройство для определения тяговой силы на ведущих колесах. Обозначение (СДМ 2.3500-200).	G01M15/00. Автор: Мазур В.И. Дата: 04.06.2010, патент № 2427816, РФ	«Устройство для измерения тяговой силы на ведущих колесах автомобиля при качении по барабанам стенда, содержащее в своей конструкции регистрирующую аппаратуру и тормозной балансирный динамометр, ротор которого соединен с беговыми барабанами, отличающееся тем, что тензометрическая тяга одним концом шарнирно крепится к фланцу статора, а другим к неподвижному кронштейну» [18].	да	да

Продолжение таблицы 8

Объект	МПК, УДК	Описание	Подлежит детальному исследованию (да/нет)	
			Достигнут ый уровень	Патент ная чистот а
Стенд для испытания тяговых характеристик ТС. Обозначение (MSR 500).	G01M15/00. Автор: TIANLONG JING. Дата: 2010.06.21, патент № CN20169778 9, Китай	«Стенд для испытания тяговых характеристик содержит корпус, динамометр, устройство регулирования скорости, датчик скорости, датчик измерения силы, две пары связанных приводных роликов и приводных валков и систему управления, при этом датчик скорости и датчик для измерения силы расположены на динамометре; приводные ролики и ведомый ролик параллельно расположены на раме» [30].	да	да
Стенд для исследования влияния боковой силы на тяговые качества одноосного колесного движителя. Обозначение (ROBOTEST 2WD).	G01M15/00. Автор: Гудков В.В.. Дата: 16.09.2020, патент № SU 1580211 A1, РФ	В стенд дополнительно введены механизм поворота рамы, закрепленный к раме и водилу, измеритель силы, установленный во втулке, состоящий из соосно расположенных внешней и внутренней обойм и закрепленных между ними вдоль направления оси водила первого и второго датчиков силы, причем внутренний диаметр втулок соответствует внешнему диаметру внешней обоймы, а внутренний диаметр внутренней обоймы соответствует диаметру фиксирующего пальца, датчик угла поворота рамы, установленный на раме, а также последовательно соединенные пульт ввода данных и блок управления, выход которого соединен с механизмом поворота рамы, а выход первого датчика силы, выход второго датчика силы и выход датчика угла поворота рамы соединены со вторым, третьим и четвертым входами блока управления соответственно.	да	да

Продолжение таблицы 8

Объект	МПК, УДК	Описание	Подлежит детальному исследованию (да/нет)	
			Достигнут ый уровень	Патент ная чистота
		Технический результат - расширение функциональных возможностей стенда для определения влияния боковой силы на тяговые качества колесного движителя и его траекторию при криволинейном движении [9].		

Таким образом, патентный поиск позволил выявить 4 технических решения, 3 из них отечественные разработки, 1 разработка – Китай.

2.4 Анализ результатов патентно-информационного поиска

За основу разработки, в рамках настоящей ВКР возьмем первый объект из таблицы 8. Объект является отечественной разработкой, что предпочтительнее в связи со сложившейся политической ситуацией. Признаки ИТР и аналогов представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Признаки ИТР

Конструкция объекта	П.О.	Аналоги	
		А 1 «Стенд проверки мощностных характеристик»	А 2, патент № 2335753
Основание	0	+	+
Вращающийся элемент	0	–	+
Силовой агрегат	0	+	+
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		3	4

Таким образом, анализ показал, что на один балл больше набрал объект А2.

Рассмотрим технические характеристики СТК (таблица 10).

Параметры	LSP 3000 PKW 4WD	СДМ 2.3500- 200	MSR 500	ROBOTEST 2WD
Максимальная скорость движения, км/ч.	260	200	300	280
Допустимая нагрузка на ось, т.	2,5	3,5	2,5	3,5
Тяговое усилие на оси, кН	6000	3000	8500	6000
Занимаемая площадь, м ²	22,1	15,4	22,1	8,2
Примерная стоимость	2670000	1600000	2820000	4005000

Циклограмма представлена на листе формата А1 в графической части. Площади циклограмм представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Площади циклограмм

Номер	СТК	Площадь, мм ²
1	СДМ 2.3500-200	24486
2	MSR 500	24940
3	ROBOTEST 2WD	31584
4	LSP 3000 PKW 4WD	23720

Таким образом, по результатам патентных исследований и анализа сравнительных характеристик оборудования, выбираем СТК LSP. Данная разработка осуществлена отечественным инженером, минимизирует указанные в начале раздела недостатки. Данную разработку автора В.С. Березина возьмем за аналог для разработки конструкции стенда тяговых качеств ТС.

Выводы: в разделе проведен анализ патентных разработок с глубинной исследования 1998-2023 год (25 лет). Патентная чистота объекта является юридическим свойством объекта, которое означает возможность неограниченного использования этого объекта на территории определённой страны без нарушения чужих патентных прав. Стенды тяговых качеств, или стенды контроля тяговых качеств автомобиля (СТК), имитируют «движение автомобиля с разными скоростными режимами и нагрузками на двигатель. Они используются для тестирования комплексных параметров, таких как мощность, тяговое усилие, скорость», расход топлива и время разгона [29].

Также СТК позволяют проводить диагностику и контролировать работу различных систем автомобиля, например, сцепление, трансмиссия и спидометр. Анализируя существующие конструкции стенда, отметим, что СТК неудобны в использовании и материалоемки. В этом заключается основной недостаток. анализ показал, что на один балл больше набрал объект А2. Данная разработка осуществлена отечественным инженером, минимизирует указанные в начале раздела недостатки. Данную разработку автора В.С. Березина возьмем за аналог для разработки конструкции стенда тяговых качеств ТС.

3 Стенд тяговых качеств инерционный для легковых автомобилей

3.1 Техническое задание

Техническое задание (ТЗ) необходимо для выполнения следующих функций:

- сформулировать чёткие требования к конечному продукту;
- проверить компетентность исполнителя;
- перечислить его характеристики, свойства и составные элементы;
- детально описать обязанности каждой из заинтересованных сторон (исполнителя и заказчика);
- установить основные этапы и сроки выполнения поставленных задач;
- определить критерии оценки характеристик конечного продукта и соответствия заданным параметрам.

СТК является инерционным, динамическим оборудованием. Для его эксплуатации необходимо соблюдение ряда требований:

- «установка должна быть смонтирована на твёрдом покрытии пола, например, бетонной стяжке;
- установка должна быть вмонтирована в пол и установлена заглублённым способом;
- помещение, где используется стенд, должно иметь температуру воздуха от +15 до +40 °с и влажность от 60 до 80%;
- освещённость помещения должна обеспечиваться как внутренним, так и внешним освещением;
- электрическая энергия должна подаваться через сеть переменного тока с напряжением 380 В» [11].

«Испытательный стенд должен представлять собой совокупность механических и программных средств, предназначенных для реализации диагностики легковых автомобилей по средствам раскручивания маховых масс, с приводом от ведущих колес автомобиля, и в процессе испытания должно отслеживаться: замедление/разгон; тормозной путь; время срабатывания привода и тормозных механизмов; дистанционное представление информации оперативному и инженерному персоналу в виде таблиц и графиков параметров энергетической зависимости снимаемых характеристик с диагностируемого автомобиля. СТК может быть использован для проведения обкатки автомобиля после сборки (ремонта) для обеспечения приработки сопрягаемых деталей и узлов, для проведения ресурсных испытаний или приемо-сдаточных испытаний» [29].

Задание на разработку СТК выдала кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей». На кафедре ранее прототипы стенда не проводились.

В соответствии с заданием, итогом ВКР должны явиться: описание конструкции СТК и конструкторская документация, на основании которых можно будет впоследствии разработать прототип на мощностях и площадях кафедры.

Целью является улучшение эксплуатационных показателей СТК, снижение себестоимости посредством минимизации деталей стенда и замены узлов и компонентов на стандартные и покупные изделия. Источники информации, взятые за основу разработки, представлены в разделе «Список литературы и используемых источников». Одним из условий, в соответствии с ТЗ – СТК должно быть изготовлено силами АТП. Срок эксплуатации СТК предусмотрен от 10 лет. Патентная чистота СТК проведена в разделе 2.

СТК должен применяться по назначению. Характеристики СТК представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристика СТК

Наименование	Показатель
Тип	стационарный, с маховыми массами
Осевая нагрузка на ролики	<1500 кг
Скорость испытания	<60 км/ч
Колея роликов	1370мм
Ширина роликов	<400мм
Габаритные размеры	600х1500х2000мм
Масса	<500 кг

Стенд проверки тяговых качеств автомобиля состоит из следующих узлов и деталей:

- опорное устройство: два блока роликов, мотор-редуктор, ведущий и поддерживающий ролики, датчики силоизмерительной системы, рычаг, опоры, основание, пневмораспределитель;
- ПК, монитор, ПО;
- силоизмерительное устройство.
- силовой шкаф, блок приборов, пульт дистанционного управления;
- тормозное устройство.

Согласно требованиям по надежности и работоспособности, СТК «должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция стенда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течение хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки» [28].

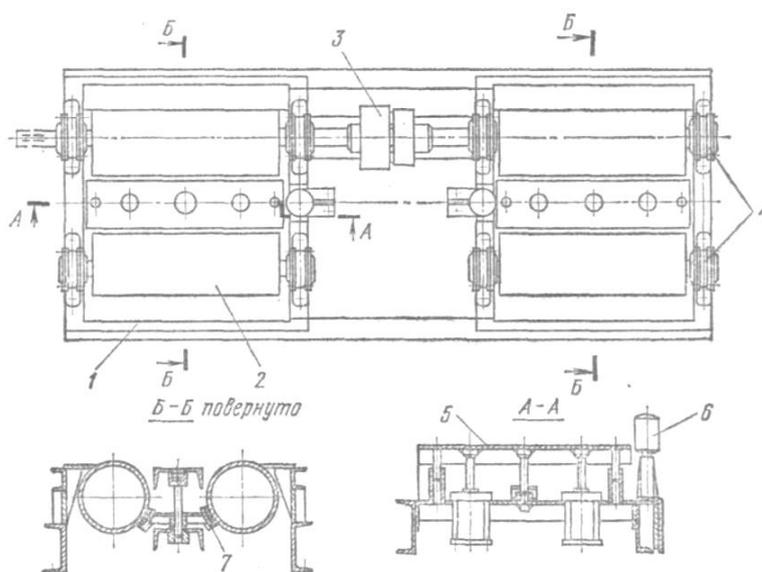
«В разрабатываемой конструкции оборудования должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта. В конструкции должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо» [2].

Эксплуатация СТК должна осуществляться с учетом требований безопасности. Подробно требования представлены в разделе 5. Эстетичность

и эргономичность СТК «должна соответствовать основным требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, общая концепция стенда не должна оказывать морального давления на психику человека. Оборудование должно удовлетворять условиям сборки-разборки» [1].

3.2 Техническое предложение

Выявлено, что СТК с беговыми барабанами имеют сходную конструкцию, поэтому достаточно рассмотреть одну из существующих конструкций (рисунок 2).



- 1 – основание, 2 – беговые барабаны, 3 – упругая муфта, 4 – опорный подшипник, 5 – подъемные площадки, 6 – отбойный ролик, 7 – колодочный тормоз

Рисунок 2 - Инерционный стенд тяговых качеств с беговыми барабанами

Анализируя конструкцию СТК, представленную на рисунке 2, выявим существенные недостатки:

- массивность, множество каркасных конструкций, большое количество металлических деталей, что значительно увеличивает стоимость конструкции;
- большое количество подвижных и сложных элементов конструкции. Это негативным образом сказывается на показателях надежности и безотказности;
- необходимость трудоемкой настройки.

Для упрощения конструкции СТК вместо двух секций барабанов, оставим только одну. Эту секцию будем размещать под ведущие колеса ТС. Еще одним предложением будет замена парного исполнения барабанов на одинарное. Удерживать автомобиль от скатывания автомобиля с барабанов СТК будут специальные фиксаторы, которые прочно удерживают ведущие колеса. За счет удаления некоторых элементов СТК, при том, что качество работы не снижается, позволит значительно снизить стоимость стенда, что и требуется в задании. На рисунке 3 схематично указано положения автомобиля на стенде.

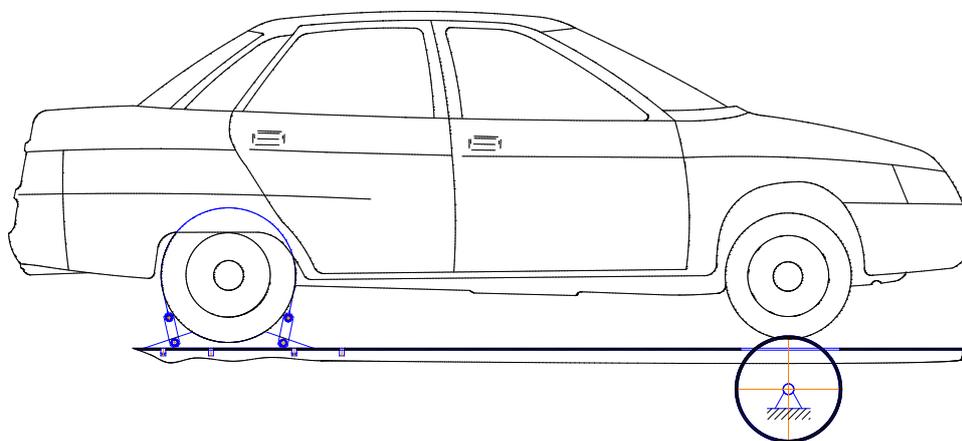


Рисунок 3 - Схема положения автомобиля на стенде

Упростим конструкцию посредством уменьшения количества узлов и деталей СТК без снижения его эффективности. Уменьшить количество узлов предлагаем за счет их объединения в одну группу покупного объекта, поскольку

необходимо исключить удаление деталей, необходимых для участия в процессе работы стенда. В качестве покупного объекта предлагаем рассмотреть возможность применения заднего моста от автомобиля ГАЗель. Блок маховых масс предлагаем разместить внутри корпуса какого-нибудь неисправного электродвигателя. Данный пример позволит нам удешевить конструкцию и сделать ее более простой в использовании.

«Задний мост автомобиля ГАЗель идеально подходит как по выполнению условия кинематической компоновочной схемы нашего стенда, так и по силовым нагрузочным режимам работы стенда (при условии блокировки его дифференциала). Таким образом, такое конструктивное решение позволяет одновременно решить несколько поставленных задач: упростить и повысить показатель надежности и увеличить время безотказной наработки за счет объединения всех элементов кинематической цепочки в один компактный узел, не требующий настройки каждого из элементов в отдельности; удешевить конструкцию стенда в целом – так как теперь не нужно приобретать каждый дорогостоящий узел отдельно, и изготавливать всевозможные переходники для их взаимодействия между собой; значительно сократить сроки изготовления за счет того, что готовый задний мост легко приобрести в торговых сетях дилерских центров ГАЗ – т.е. не требуется самостоятельного изготовления данного изделия» [25].

Размещение блока маховых масс внутри корпуса готового электродвигателя позволит снизить расходы на изготовление подшипниковых корпусов и вала.

В результате предложенных изменений получим конструкцию СТК, схема которой представлена на рисунке 4.

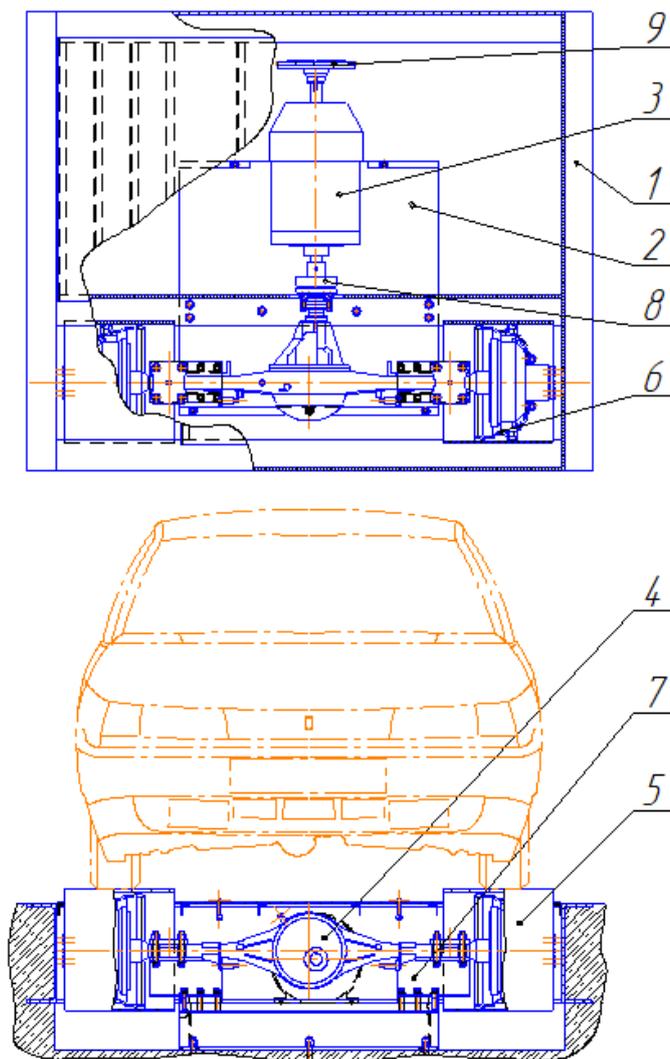


Рисунок 4 - Компоновка конструкции СТК

«Конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае это максимальное использование симметрии в расположении парных узлов. Результирующая форма очертаний узлов и деталей проста и строга и не подразумевает двойственного назначения. Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Симметричность формы стенда придает ему более выраженную степень статичности и устойчивости. Окраска стенда должна производиться также в соответствии с эстетическими требованиями. Все корпусные части стенда в зеленый цвет, так

как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью, защитные кожухи окрашивать в желтые цвета» [17].

3.3 Конструкторские расчеты

Определение основных параметров диагностического стенда. «Длина барабана определяется по формуле» [12]:

$$l_{\sigma} = \frac{K_H - K_B}{2} + a, \quad (54)$$

где K_H и K_B – «величины наружной и внутренней колеи автомобиля.

Принимаем $K_H = 1680$ мм, $K_B = 1410$ мм [15];

a – величина, учитывающая тип автомобиля, принимаем 100 мм» [4].

$$l_{\sigma} = \frac{1680 - 1410}{2} + 100 = 235 \text{ мм.}$$

С учетом универсальности стенда и «принятой схемы с возможностью увода колес, принимается длина барабана 400 мм» [4].

Диаметр барабана:

$$d_{\sigma} \geq 0,2 \cdot d_k, \quad (55)$$

где d_k – диаметр колеса автомобиля, принимаем 560 мм» [4].

$$d_{\sigma} \geq 0,2 \cdot 560 \geq 116 \text{ мм.}$$

Принимаем равным 440 мм или 0,44 м» [3].

«Частота вращения барабанов на стенде» [4]:

$$n_B = \frac{30 \cdot V_a}{\pi \cdot r_B}, \quad (56)$$

где r_B – «величина радиуса барабана стенда принимаем 0,44 мм;

V_a – скорость вращения колес автомобиля на стенде принимаем 30 км/ч» [4].

$$\frac{30 \cdot 30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 0,44 \cdot 60 \cdot 60} = 90,8 \text{ мин}^{-1}.$$

«Максимальная тяговая сила на колесе для определения мощности привода стенда» [4]:

$$D_{\tau_{\text{ис}}} = G \cdot \varphi, \quad (57)$$

где G – «максимальный вес, приходящийся на приводимый ролик, принимаем 650 кг;

φ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана, принимаем 0,6» [4].

$$D_{\tau_{\text{ис}}} = 650 \cdot 0,6 = 325 \text{ кг}.$$

«Рассчитаем мощность, передаваемую барабаном стенду» [4]:

$$N = \frac{D_{\tau_{\text{ис}}} \cdot V_a}{270 \cdot 1,36}, \quad (58)$$

где V_a – скорость вращения колес автомобиля на стенде, принимаем 30 км/ч» [4].

$$N = \frac{325 \cdot 30}{270 \cdot 1,36} = 26,5 \text{ кВт}.$$

«Конструктивно предполагается использовать в нагрузочном устройстве маховики в виде дисков одинаковых размеров. Соответственно, расчет сводится к определению количества и размеров используемых маховиков» [6]:

$$E_{\text{п}} = E_{\text{м}}, \quad (59)$$

где « $E_{\text{п}}$ – кинетическая энергия, развиваемая на барабане» [6];

m – условная вращаемая масса барабана, кг, равна силе, развиваемой на барабане» [10];

R – условный радиус вращения массы» [4];

n – частота вращения барабана стенда, мин^{-1} , $n = 90,8 \text{ мин}^{-1} = 1,51 \text{ с}^{-1}$ » [4].

«Кинетическая энергия маховых масс» [10]:

$$E_{\text{м}} = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (60)$$

где I – «момент инерции маховых масс всего блока маховых масс, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ » [10].

n – количество маховиков, шт» [10].

«Маховик изготавливается в виде плоского диска с отверстием. Приближенно $I_{\text{м}}$ можно определить по формуле» [10]:

$$I_{\text{м}} \approx G \cdot D^2 / 2,5 = 16,5 \cdot 0,24^2 / 2,5 = 92,38 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

где G – «масса маховика, принимаем 16,5 кг;

D – диаметр маховика, принимаем 0,24 м» [10].

«Определим количество маховиков из условия» [10]:

$$\frac{m \cdot n^2 \cdot R^2}{2} = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (61)$$

$$N = \frac{m \cdot R^2}{I_M} = \frac{325 \cdot 1,51^2}{92,38} = 8,02 \text{ шт.}$$

Исходя из расчетов, предлагаем использовать 7 маховиков в виде стальных плоских дисков диаметром 240 мм. Восьмой маховик используется конструктивно совмещенный с устройством подсчета оборотов вращения барабана. «После подбора муфты производят проверочный расчет пальцев и упругих колец. Окружное усилие, приложенное к пальцам» [10]:

$$P = \frac{2 \cdot M_{кр} \cdot \kappa}{D_1}, \quad (62)$$

где « $M_{кр}$ – полезная нагрузка, принимаем 71,5 кг·м» [10];

κ – коэффициент режима работы, принимаем 1,15» [10];

D_1 – диаметр, на котором расположены пальцы, принимаем 100 мм» [10].

$$P = \frac{2 \cdot 71,5 \cdot 1,15}{0,1} = 1650 \text{ кг.}$$

«Отсюда условие прочности для пальцев» [10]:

$$\sigma_{уз} = \frac{P \cdot l_2}{2 \cdot z \cdot 0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma_{уз}], \quad (63)$$

где « z – число пальцев муфты, принимаем 6» [10];

$[\sigma_{уз}] = 800 \dots 1000 \text{ кг/см}^2$ – для стали 45» [4];

l_2 – ширина нагруженной части пальца, принимаем 33 мм» [3];

d^3 – диаметр резьбы пальца, принимаем 10 мм» [3].

$$\sigma_{uz} = \frac{1650 \cdot 3,3}{2 \cdot 6 \cdot 0,1 \cdot 10^3 \cdot 10} = 453,75 \leq [\sigma_{uz}] = 800.$$

Условие верно. Проверим напряжение смятия упругих колец» [4]:

$$\sigma_{cm} = \frac{\kappa \cdot P}{z \cdot 4 \cdot B_k \cdot d} \leq [\sigma_{cm}], \quad (64)$$

где «z – число пальцев муфты, принимаем 6» [4];

« $[\sigma_{cm}] = 100 \text{ кг/см}^2$ » [4];

« $P = 1650 \text{ кг}$ P – окружное усилие, приложенное ко всем пальцам, принимаем 7650 кг» [4];

«K - коэффициент режима работы, принимаем 1» [4];

« $B_k = 7 \text{ мм}$ – ширина кольца» [4];

«d – диаметр резьбы пальца, принимаем 10 мм» [4].

$$\sigma_{cm} = \frac{1650 \cdot 1}{6 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 10} = 98,21 \leq [\sigma_{uz}] = 100.$$

Согласно проведенным расчетам, условие соблюдается, подбор муфты произведен правильно.

Выводы: в разделе представлена разработка СТК, выполненная на основании задания кафедры. Для разработки осуществлена проработка ТЗ и ТП, рассчитаны конструкторские составляющие стенда, которые показали соблюдение условий при выборе технических решений.

4 Технологический процесс диагностики тяговых характеристик легкового автомобиля

Актуальность процесса диагностики тяговых характеристик легкового автомобиля обусловлена постоянным ростом цен на автомобильное топливо и необходимостью контролировать топливную экономичность автомобилей. Это особенно важно в условиях, когда цены на топливо продолжают расти, а экологические нормы становятся всё более строгими. Техническое состояние двигателя автомобиля определяется следующими тяговыми качествами:

- крутящий момент – качественная величина, которая характеризует силу вращения коленчатого вала.
- мощность – показатель вырабатываемой двигателем работы в единицу времени.
- динамика – отношение избыточной силы тяги к полной массе автомобиля.
- ускорение – способность автомобиля быстро трогаться с места и увеличивать скорость движения.

«СТК служат для комплексного диагностирования автомобиля по таким основным показателям его эксплуатационных свойств, как мощность и топливная экономичность. Они позволяют имитировать в стационарных условиях тестовые нагрузочные и скоростные режимы работы автомобиля. СТК позволяют проводить ряд работ, связанных с углубленным поэлементным диагностированием автомобиля. При испытании автомобилей на барабанных стендах применяют режимы: максимальной тяговой силы или максимального крутящего момента, максимальной скорости, частичной нагрузки двигателя, принудительной прокрутки ведущих колес и трансмиссии автомобиля» [20].

Перед началом каждого испытания температура масла в картере двигателя должна быть не ниже +80 и не выше +100°С. Необходимо иметь в виду, что

проверке могут подвергаться двигатели после пробега не менее 5000 км. Перед испытаниями следует проверить и при необходимости привести в исправное состояние ходовую часть автомобиля. Двигатель и агрегаты шасси перед началом испытаний должны быть прогреты пробегом автомобиля на средних скоростях в течение 30 мин. Путь свободного качения (выбег) автомобиля определяют с установившейся скорости 50 км/ч до полной остановки. Для замера выбега при движении автомобиля необходимо быстро включить сцепление и немедленно перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение. Выбег технически исправного автомобиля должен быть не менее 450 м» [20]. Технологическая карта на проведение процесса диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ. «Исполнитель: слесарь по ремонту автомобилей 6-го разряда Общая трудоемкость: 0,14 чел·ч» (таблица

Таблица 13 – Технологическая карта

Операция	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
Подготовка ТС			
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
Подготовка стенда			
2.1 Осмотреть стенд и барабан	Стенд	0,5	Наличие масла и влаги на барабане не допускается
2.2 Включить пульт управления	—	0,3	—
2.3 Проверить работоспособность стенда	—	0,5	Только при каждом новом включении стенда
Постановка ТС на стенд			
3.1 Зафиксировать барабан стопором	—	0,5	Стопор совместить с отверстием в барабане

Продолжение таблицы 13

Операция	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
3.2 Заблокировать задние колеса лентой-фиксатором	—	1,0	Убедиться в полной фиксации автомобиля
3.3. Расфиксировать барабаны	—	0,5	Вытащить стопор из направляющей
Произвести замеры			
4.1 Произвести разгон автомобиля от 40 до 80 км/ч	—	0,5	На четвертой передаче
4.2 Произвести замер времени разгона	—	0,1	
4.3 Выжать сцепление	—	0,1	Убрав ногу с педали газа, переключиться на «нейтраль»
4.4 Замерить время выбега	—	0,5	От момента нажатия на сцепления, до момента полной остановки
4.5 Сделать выводы о работоспособности автомобиля	—	—	—
Освободить стенд			
5.1 Произвести расфиксирование колес автомобиля	—	1,0	—
5.2 Осуществить съезд автомобиля со стенда	—	0,5	—

Выводы: в разделе представлен технологическая карта процесса, осуществляемого с использованием спроектированного СТК. Разработка технологической карты процесса диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ необходима для стандартизации и оптимизации процесса и позволяет: определить последовательность действий и операций, необходимых для проверки технического состояния двигателя; установить требования к квалификации персонала, оборудованию и инструментам, используемым при диагностике; обеспечить контроль качества выполнения работ и своевременное выявление возможных проблем и неисправностей двигателя; сократить время и затраты на диагностику, повысить эффективность работы специалистов.

5 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций

Характеристика процесса диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристика процесса диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ

Технологический процесс	Наименование технологической операции	Исполнитель (должность разряд)	Оборудование	Расходные материалы
диагностика тяговых качеств автомобиля ВАЗ	Подготовка ТС, подготовка стенда, установка ТС на стенд, проведение замеров, анализ результатов	слесарь по ремонту автомобилей 5-6 разряда	СТК, датчики, ПК, монитор	трансмиссионное масло, ветошь, болты крепления, электроэнергия, порошок

Описание конструкции СТК представлена в разделе 3.

Проведем оценку рисков (таблица 15).

Таблица 15 – Оценка уровня рисков

Наименование технологической операции или перехода	Наименование ОВПФ	Источник производственного фактора
Подготовка ТС	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; отсутствие или недостаток естественного освещения» [21]	Детали и узлы ТС
Подготовка стенда		Подвижные части СТК
Установка ТС на стенд		Подвижные части СТК, ТС

Продолжение таблицы 15

Наименование технологической операции или перехода	Наименование ОВПФ	Источник производственного фактора
Проведение замеров, анализ результатов	«вредные испарения топлива и технических жидкостей» [21].	Считывание информации с датчиков, обработка информации

По результатам анализа представим мероприятие по устранению рисков, действующих на слесарей-механиков (таблица 16) [24].

Таблица 16 – Мероприятия по улучшению условий и охраны труда

Опасное событие (ID)	Мероприятие на основании «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 776н» [24].	Мероприятие на основании «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 771н» [23].
8.1 «Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [24].	«8.1.1 Применение средств индивидуальной защиты специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстро движущиеся элементы производственного оборудования» [24]. «8.1.5 Допуск к работе работника, прошедшего обучение и обладающего знаниями в объеме предусмотренным техническим описанием данного оборудования и общими правилами безопасности» [24].	«4. Устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [23].

Рассмотрим пожарную безопасность объекта, на котором эксплуатируется СТК (таблица 17).

Таблица 17 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок ТО	СТК, ТС	«класс пожара В. Класс пожара В означает, что происходит возгорание плавящихся твёрдых и жидких горючих веществ и материалов» [26].	«пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения, дым, осколки и части разрушившихся установок» [26].	«взрывы, выбросы опасных веществ, распространение пламени, выделение токсичных газов и паров» [26].

Средства обеспечения пожарной безопасности на участке ремонта и диагностики автомобилей включают:

- огнетушители минимум два, должны быть размещены в помещении автосервиса, сотрудники должны знать, как пользоваться огнетушителями и в каких случаях их применять;
- план эвакуации из помещения на стенах участка ремонта и диагностики, с которым должны быть ознакомлены все сотрудники;
- противопожарная сигнализация – автоматическая пожарная сигнализация должна регулярно проверяться и работать исправно;
- устройства автоматического пожаротушения: автоматические генераторы огнетушащего аэрозоля могут быть установлены для предотвращения распространения огня и минимизации материальных потерь в случае возгорания.

Автосервис негативно воздействует на биосферу, загрязняя все её компоненты: атмосферный воздух, воду и почву (таблица 18).

Таблица 18 – Антропогенная нагрузка автомобильного транспорта

Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
«Оксид углерода, соединения свинца, акролеин, оксиды азота, углеводороды, сажа, пыль» [16].	«Технические жидкости, масла и нефтепродукты, сточные воды, загрязнённые нефтепродуктами, минеральные и органические загрязнения, соли, соединения тяжёлых металлов» [16].	«Остатки масел и нефтепродуктов, моющие средства, использованные масляные фильтры, абсорбенты, аккумуляторы, галогеновые лампы, отработанные масла, изношенные покрышки, ветошь, пластмассы, растворители» [8].

Во время обслуживания и ремонта автомобилей выделяются следующие загрязняющие вещества:

- «оксид углерода (образуется при неполном сгорании топлива);
- соединения свинца (поступают в воздушную среду при пайке и ремонте аккумуляторов);
- акролеин (поступает в воздух вместе с отработавшими газами дизельных двигателей);
- оксиды азота (образуются при сжигании всех видов топлива);
- углеводороды (выбрасываются с отработавшими и картерными газами двигателей внутреннего сгорания);
- сажа (образуется при термическом распаде молекул углеводорода);
- пыль (образуется при горении топлива, обдирке, заточке, шлифовке и полировке деталей, пульверизационной окраске изделий, сварке и деревообработке)» [16].

Выводы: в разделе проведен анализ и оценка профессиональных рисков, которые действуют на работников автосервиса, для снижения рисков представлены мероприятия. В разделе также представлен анализ пожарной и экологической безопасности которые регламентирует ряд нормативных документов для их соблюдения.

Заключение

В первом разделе по исходным данным произведены расчеты проекта, проведено распределение работ в АТП по их видам, годовые объемы работ, определен такт линии ежедневного обслуживания, рассчитаны площади и другие расчеты, соответствующие тематике бакалаврской работы.

Во втором разделе проведен анализ патентных разработок с глубинной исследования 1998-2023 год (25 лет). Патентная чистота объекта является юридическим свойством объекта, которое означает возможность неограниченного использования этого объекта на территории определённой страны без нарушения чужих патентных прав.

Также СТК позволяют проводить диагностику и контролировать работу различных систем автомобиля, например, сцепление, трансмиссия и спидометр. Анализируя существующие конструкции стенда, отметим, что СТК неудобны в использовании и материалоемки. В этом заключается основной недостаток. анализ показал, что на один балл больше набрал объект А2. Данная разработка осуществлена отечественным инженером, минимизирует указанные в начале раздела недостатки. Данную разработку автора В.С. Березина возьмем за аналог для разработки конструкции стенда тяговых качеств ТС.

В третьем разделе представлена разработка СТК, выполненная на основании задания кафедры. Для разработки осуществлена проработка ТЗ и ТП, рассчитаны конструкторские составляющие стенда, которые показали соблюдение условий при выборе технических решений.

В четвертом разделе представлен технологическая карта процесса, осуществляемого с использованием спроектированного СТК. Актуальность процесса диагностики тяговых характеристик легкового автомобиля обусловлена постоянным ростом цен на автомобильное топливо и необходимостью контролировать топливную экономичность автомобилей.

Это особенно важно в условиях, когда цены на топливо продолжают расти, а экологические нормы становятся всё более строгими.

Разработка технологической карты процесса диагностики тяговых качеств автомобиля ВАЗ необходима для стандартизации и оптимизации процесса и позволяет: определить последовательность действий и операций, необходимых для проверки технического состояния двигателя; установить требования к квалификации персонала, оборудованию и инструментам, используемым при диагностике; обеспечить контроль качества выполнения работ и своевременное выявление возможных проблем и неисправностей двигателя; сократить время и затраты на диагностику, повысить эффективность работы специалистов.

В пятом разделе проведен анализ и оценка профессиональных рисков, которые действуют на работников автосервиса, для снижения рисков представлены мероприятия. В разделе также представлен анализ пожарной и экологической безопасности которые регламентирует ряд нормативных документов для их соблюдения.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Андреева Н. А. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Андреева. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. 180 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/145115> (дата обращения: 21.10.2024).
2. Андреева Н. А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. С. Ащеулов. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. 129 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/193886> (дата обращения: 18.10.2024).
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т.3. 5-е изд. - М.: Машиностроение, 1980.
4. Атапин В.Г. Основы конструирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Атапин. Новосибирск : НГТУ, 2021. 182 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244337.html> (дата обращения: 10.10.2024).
5. Березин В.С. Стенд для силовых испытаний колесного транспортного средства [Электронный ресурс] : В.С. Березин, патент на изобретение G01M 17/007(2006.01). URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2335753C1_20081010?ysclid=m3hmr5cfi6765373784 (дата обращения: 10.10.2024).
6. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. 224 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/628> (дата обращения: 24.10.2024).
7. Богданов А.Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : учебное

пособие / А. Ф. Богданов, С. В. Урушев. Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. 118 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/66420> (дата обращения: 08.10.2024).

8. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 304 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/168903> (дата обращения: 25.10.2024).

9. Гудков В.В. Стенд для исследования влияния боковой силы на тяговые качества одноосного колесного движителя [Электронный ресурс] : В.В. Гудков, патент на изобретение G01M 17/02(2006.01). URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2744344C1_20210305?ysclid=m3hn848vbt638261657 (дата обращения: 10.10.2024).

10. Датчик крутящего момента T10F [Электронный ресурс] : официальный сайт. URL: <http://www.kwt.ru/catalog/torque/datchik-krutyashchego-momenta-t10f/> (дата обращения: 05.10.2024).

11. Епишкин В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. ТГУ. Тольятти : ТГУ, 2012. 194 с. URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/316> (дата обращения: 03.10.2024).

12. Живоглядов Н.И. Методические указания к расчету технологического оборудования. Тольятти, ТолПИ, 1994 - 67с.

13. Иванов А.С. Типаж и эксплуатация технологического оборудования автотранспортных предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. С. Иванов. Пенза : ПГАУ, 2019. 117 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/131181> (дата обращения: 17.10.2024).

14. Коваленко Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Коваленко. Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. 229 с. URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/525206> (дата обращения: 24.10.2024).

15. Кузьмин А.В. Автомобили. Технический сервис [Электронный ресурс] учебное пособие / А.В. Кузьмин, С.Н. Шуханов, А.И. Мартыненко, В.Д. Коваливнич. Иркутск : Иркутский ГАУ, 2015. 191 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143172> (дата обращения: 29.10.2024).

16. Лупанов А. П. Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. П. Лупанов, В. В. Силкин. М.: Издательство АСВ, 2016. 256 с. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301819.html> (дата обращения: 16.10.2024).

17. Люманов Э.М. Безопасность технологических процессов и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э. М. Люманов и др. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 224 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/205970> (дата обращения: 05.10.2024).

18. Мазур В.С. Устройство для определения тяговой силы на ведущих колесах автомобиля при качении по барабанам стенда [Электронный ресурс] : В.С. Мазур, патент G01M 17/007(2006.01). URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2427816C1_20110827?ysclid=m3hmwmjs0639819227 (дата обращения: 10.10.2024).

19. Малкин В.С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / В.С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2019. 62 с. : ил. - Прил. : с. 54-62. URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8846> (дата обращения: 05.10.2024).

20. Малкин В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2016. 451 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/139784> (дата обращения: 05.10.2024).

21. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 10.10.2024).

22. Мишин М. М. Проектирование предприятий технического сервиса [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М.М. Мишин, П.П. Кузнецов. Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2008. 24 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/47180> (дата обращения: 03.10.2024).

23. Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402380/ (дата обращения: 30.10.2024).

24. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения: 01.11.2024).

25. Смирнов Ю.А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов. 1-е изд. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 236 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/202997> (дата обращения: 18.10.2024).

26. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 10.11.2024 года).

27. Трофимов Б.С. Производственно-техническая инфраструктура автотранспортного предприятия: общие положения и типовые решения [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Б. С. Трофимов, Н. Г.

Певнев. Омск : СибАДИ, 2021. 56 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/192321> (дата обращения: 02.10.2024).

28. Шиловский В. Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Шиловский, А. В. Питухин, В. М. Костюкевич. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 240 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/206006> (дата обращения: 28.10.2024).

29. Юнусов Г.С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. С. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 160 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/167904> (дата обращения: 08.10.2024).

30. Tianlong Jing. A test bench for the traction characteristics of a vehicle / a patent for an invention №Ch12358-4851с. 2020. P.12