

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)

13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
(код и наименование направления подготовки)

Проектирование и эксплуатация автомобилей с гибридными силовыми установками
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка тормозного стенда для оценки показателей легковых гибридных автомобилей

Обучающийся

В.С. Еркаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук А.В. Зотов

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

Консультанты

канд. эконом. наук Л.Л. Чумаков

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

канд. физ.-мат. наук Д. А. Романов

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

Тольятти 2025

Аннотация

Бакалаврская работа посвящена разработке тормозного стенда для оценки показателей легковых гибридных автомобилей. Актуальность исследования обусловлена растущим спросом на гибридные транспортные средства, которые сочетают в себе преимущества традиционных двигателей внутреннего сгорания и электрических силовых установок. Особенности работы гибридных систем, такие как рекуперативное торможение, требуют специализированных методов диагностики и оценки эффективности.

В связи с этим цель данной бакалаврской работы заключается в создании универсального тормозного стенда, способного учитывать специфику гибридных автомобилей, включая анализ работы рекуперативной тормозной системы, оценку энергоэффективности и безопасности. В рамках исследования проведен анализ существующих решений, разработана концепция стенда, предложена методика тестирования и проведены расчеты основных параметров.

Abstract

The thesis is devoted to the development of a brake test bench for evaluating the performance of hybrid passenger vehicles. The relevance of the study is driven by the growing demand for hybrid vehicles, which combine the advantages of traditional internal combustion engines and electric powertrains. The specific features of hybrid systems, such as regenerative braking, require specialized diagnostic methods and performance evaluation.

In this regard, the objective of this thesis is to create a universal brake test bench capable of accounting for the specifics of hybrid vehicles, including the analysis of regenerative braking system operation, assessment of energy efficiency, and safety. The study involved an analysis of existing solutions, development of the bench concept, proposal of a testing methodology, and calculations of key parameters.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический расчет.....	7
1.1 Исходные данные к технологическому расчету	7
1.2 Расчет производственной программы гибридных автомобилей	9
1.3 Расчет годовых объемов работ предприятия по ТО и ТР.....	15
2 Проект участка диагностики гибридных автомобилей Д-1.....	21
2.1 Выбор технологического оборудования.....	22
2.2 Организация работ	23
2.3 Расчет площади отделения.....	24
2.4 Принятое объемно-планировочное решение для производственного корпуса	42
3 Патентный исследование аналогов	43
3.1 Обоснование необходимости патентных исследований.....	43
3.2 Обзор аналогов	45
3.3 Анализ технических решений аналогов и их качественная оценка	53
4. Технологический процесс диагностики тормозов.....	54
4.1 Параметры диагностирования состояния тормозов	54
4.2 Наиболее характерные неисправности	59
4.3 Технологический процесс диагностирования тормозов.....	60
5 Безопасность и экологичность объекта	64
5.1 Производственно-технологические и эксплуатационные профессиональные риски	65
5.2 Средства и методы защиты	67
5.3 Обеспечение пожарной безопасности стенда	68
Заключение	72
Список используемой литературы и используемых источников.....	73

Введение

Современный автомобильный рынок переживает значительные изменения, связанные с активным внедрением гибридных и электрических транспортных средств. Гибридные автомобили, сочетающие в себе традиционные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и электрические силовые установки, становятся всё более популярными благодаря своей экологичности, экономичности и высокой энергоэффективности. Одной из ключевых особенностей гибридных автомобилей является использование рекуперативного торможения, которое позволяет преобразовывать кинетическую энергию движения в электрическую, заряжая аккумуляторную батарею. Однако такая технология требует новых подходов к диагностике и оценке тормозных систем, что делает актуальной разработку специализированного оборудования для тестирования систем гибридных транспортных средств.

Тормозная система является одним из важнейших элементов безопасности автомобиля. Её эффективность напрямую влияет на управляемость, устойчивость и общую безопасность транспортного средства. Для гибридных автомобилей оценка тормозных характеристик усложняется из-за наличия двух контуров торможения: традиционного механического и рекуперативного. В связи с этим возникает необходимость в разработке специальных стендов для оценки тормозных качеств.

Целью данной дипломной работы является разработка тормозного стенда, адаптированного для оценки показателей легковых гибридных автомобилей с двухконтурной системой торможения. В задачи исследования входит анализ особенностей работы тормозных систем гибридных автомобилей, изучение существующих решений в области диагностики тормозных систем, разработка концепции стенда, а также создание методики тестирования, позволяющей оценить как механическое, так и рекуперативное торможение.

Актуальность темы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, рост числа гибридных автомобилей на дорогах требует развития инфраструктуры для их обслуживания, диагностики, ремонта и заправки. Во-вторых, особенности работы рекуперативных систем торможения требуют новых подходов к оценке их эффективности и безопасности, поскольку такие системы предъявляют повышенные требования к знаниям и компетенциям обслуживающего персонала по причине высокой технологичности и сложности. В-третьих, отсутствие специализированного оборудования для тестирования гибридных автомобилей создаёт пробел в области их сертификации и контроля качества для дальнейшего использования на территории РФ.

В рамках работы предполагается провести анализ современных гибридных систем торможения, изучить их преимущества и недостатки, а также выявить ключевые параметры, которые необходимо учитывать при разработке тормозного стенда. На основе полученных данных предложить конструкцию стенда, включающую в себя: измерительный модуль, для оценки тормозного пути и времени срабатывания тормозной системы; модуль распределения усилий между механическим и рекуперативным контурами, а также модуль энергоэффективности рекуперации.

В первой главе работы рассматриваются теоретические аспекты работы гибридных автомобилей, включая принципы работы рекуперативного торможения и его влияние на общую эффективность тормозной системы. Во второй главе проводится анализ существующих тормозных стендов и их применимости для гибридных автомобилей. Третья глава посвящена разработке концепции нового стенда, включая выбор измерительных приборов, разработку программного обеспечения и методики тестирования. В заключительной части работы представлены результаты расчётов, а также рекомендации по практическому применению разработанного стенда.

1 Технологический расчет

1.1 Исходные данные к технологическому расчету

Категория условий эксплуатации подвижного состава, таблица 1, – III – асфальтобетонные, цементобетонные и приравненные к ним дороги в больших городах (более 100 тыс. жителей). Исходные данные для проектирования – таблица 2.

Природно-климатический район расположения АТП - умеренный.

Число рабочих дней АТП за год – 356.

Число рабочих дней для зон ЕО, Д-1, Д-2, ТО-1 и ТО-2 за год – 356.

Таблица 1 – Списочный состав автомобильного парка по моделям

Модель транспортного средства	Численность парка, шт.	Среднесуточный пробег, км
Toyota Prius	375	345

Таблица 2 – Исходные данные

Наименование данных	Обозначение	TOYOTA PRIUS
Пробег с начала эксплуатации, тыс. км	L_{OB}	77,5
Периодичность мойки, дни	L_{CC}	1
Число рабочих дней автомобиля за год	$D_{РАБ}$	356
Распределение по группам	–	авто

Выбор коэффициентов корректирования представлен в таблицах 3, 4, 5, 6, 7:

Таблица 3 – K_1 – коэффициент учёта категории условий эксплуатации

Наименование	Значение коэффициента K_1
Периодичность ТО	0,8
Удельная трудоемкость ТР	1,2
Пробег до капитального ремонта а/м	0,8
Расход запасных частей а/м	1,25
Пробег до КР двигателя	0,7
Расход запасных частей двигателя	1,4

Таблица 4 – K_2 – коэффициент учета типов и модификаций подвижного состава и организации его работы

Наименование	Значение коэффициента K_2
Периодичность ТО и ТР	1
Пробег до КР	1
Расход запчастей	1,1

Таблица 5 – K_3 – коэффициент учёта природно-климатических условий

Наименование	K'_3	K''_3	K_3
Периодичность ТО	1,0	1,0	1,0
Удельная трудоемкость ТР	1,0	1,0	1,0
Пробег до капитального ремонта	1,0	1,0	1,0
Расход запасных частей	1,0	1,0	1,0

Таблица 6 – K_4 – коэффициент учета степени изношенности автомобилей

Наименование	Значение коэффициента K_4
Пробег с начала эксплуатации, тыс.км	77,5
Нормативный пробег до 1-го КР, тыс. км	360
Удельная трудоемкость ТР	0,5
Простои в ТО и ТР	0,7

Таблица 7 – K_5 – коэффициент учёта нормативов трудоемкости ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых автомобилей в АТП и количество технологически совместимых групп подвижного состава

Кол-во а/м, обслуживаемых и ремонтируемых АТП	Кол-во технологически совместимых групп ПС	Значение коэффициента K_5
375	до 3	0,85

1.2 Расчет производственной программы гибридных автомобилей

Производственная программа по ТО и ремонту гибридных автомобилей определяет объёмы работ, необходимые ресурсы, а также планирование загрузки оборудования и персонала. Для гибридных автомобилей расчёт производственной программы усложняется из-за специфики их конструкции, которая включает как традиционные компоненты (двигатель, трансмиссия, тормозная система), так и элементы электрической силовой установки (электродвигатели, аккумуляторы, системы управления). В связи с этим требуется дополнительно учитывать новые виды работ, такие как диагностика и обслуживание высоковольтных систем, проверка рекуперативного торможения и контроль состояния аккумуляторных батарей.

Для начала проведём определение годовой трудоёмкости каждого обслуживания и численности рабочих. Проведём расчёт производственной программы по количеству ЕО, ТО-1, ТО-2 и КР.

Периодичность ЕО равна среднесуточному пробегу, обычно выполняется водителем (кроме уборочно-моечных работ). При расчёте производственной программы учитываем периодичность только уборочно-моечных работ:

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

где D_M – средняя периодичность мойки автомобилей;

$D_M = 2$ дня – для грузовых а/м;

L_{CC} – среднесуточный пробег, км.

$L_{CC} = 345$ км.

Периодичность ТО-1 и ТО-2:

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2)$$

$$L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (3)$$

где L_1^H, L_2^H – нормативные периодичности ТО-1 и ТО-2, км;

K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации: $K_1 = 0,8$;

K_3 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природноклиматических условий: $K_3 = 1$.

Пробег автомобиля до капитального ремонта:

$$L_{KP} = L_{KP.H.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4)$$

где $L_{KP.H.}$ – норма пробега автомобиля до капитального ремонта;

K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы: $K_2 = 1$.

Расчеты по формулам 1, 2, 3 и 4 сведены в таблице 8.

Таблица 8 - Расчет для TOYOTA PRIUS

Вид воздей ствий	Обозначение пробега	Пробеги, км		
		Скорректированные по коэффициентам	Скорректиро ванные по кратности	Принятые для расчета
ЕО	L_{CC}	-	-	345
УМР	L_M	$L_{CC} \cdot D_M = 345$	345	345
ТО-1	L_1	$L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3 = 3200$	$345 \cdot 9$	3 105
ТО-2	L_2	$L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3 = 12800$	$3105 \cdot 4$	12 420
КР	L_{KP}	$L_{KP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 288000$	$12420 \cdot 23$	285 660

Таблица составлялась с учетом следующей особенности: периодичность ТО-1, ТО-2 и пробег до КР должны быть кратными среднесуточному пробегу.

Для расчёта производственной программы по количеству обслуживаний применим наиболее распространённую методику, основанную на цикле, т.е. на пробеге до КР.

Количество обслуживаний по одному автомобилю за цикл:

$$N_{KP} = \frac{L_{Ц}}{L_{KP}}; \quad (5)$$

$$N_2 = \frac{L_{Ц}}{L_2} - N_{KP}; \quad (6)$$

$$N_1 = \frac{L_{Ц}}{L_1} - (N_2 + N_{KP}); \quad (7)$$

$$N_M = \frac{L_{Ц}}{L_M}; \quad (8)$$

$$N_{EO} = \frac{L_{Ц}}{L_{EO}}; \quad (9)$$

где N_{KP} , N_2 , N_1 , N_M , N_{EO} – количество соответственно капитальных ремонтов, ТО-2, ТО-1, уборочно-моечных операций и ЕО;

$L_{Ц}$ – пробег за цикл, км.

Результаты расчетов по формулам 5-9 сведены в таблицу 9.

Таблица 9 - Количество обслуживаний автомобиля за цикл

Наименование воздействий	Обозначение	Значение
КР	N_{KP}	1,008
ТО-2	N_2	22,18
ТО-1	N_1	69,565
УМР	N_M	834,783
ЕО	N_{EO}	834,783

Переводной коэффициент от числа обслуживаний за цикл к годовому числу:

$$\eta_{\Gamma} = \frac{D_{\Gamma\Xi}^{\Gamma}}{D_{\Gamma\Xi}^{\Pi}} = \frac{D_{\Pi}^{\Gamma} \cdot \alpha_T}{D_{\Gamma\Xi}^{\Pi}} \quad (10)$$

где $D_{\Gamma\Xi}^{\Gamma}$ – число дней в году, когда автомобиль годен к эксплуатации;

$D_{\Gamma\Xi}^{\Pi}$ – число дней за цикл, когда автомобиль годен к эксплуатации:

$$D_{\Gamma\Xi}^{\Pi*} = \frac{L_{\Pi}}{L_{CC}} = \frac{285660}{345} = 828;$$

D_{Π}^{Γ} – число рабочих дней автомобиля за год; $D_{\Pi}^{\Gamma} = D_{\Pi\Gamma} = 356$ дней.

α_T – коэффициент технической готовности автомобиля:

$$\alpha_T = \frac{D_{\Gamma\Xi}^{\Pi}}{D_{\Gamma\Xi}^{\Pi} + D_P^{\Pi}}; \quad (11)$$

где D_{Π} – число дней в цикле;

D_P^{Π} – суммарное число дней простоя автомобиля в ТО-2, ТР и КР за цикл:

$$D_P^{\Pi} = D + D_{KP} \cdot N_{KP} = \frac{d \cdot L_{KP}}{1000} + D_{KP} \cdot N_{KP}; \quad (12)$$

где D – суммарное число дней простоя автомобиля в ТО-2 и ТР за цикл;

D_{KP} – простой автомобиля в капитальном ремонте, дней:

$$D_{KP} = 25.$$

d – простой автомобиля в ТО-2 и ТР, дн./1000 км:

$$12 \quad (13)$$

$$d = d_H \cdot K_4 \cdot K_{CM};$$

где d_H – норма простоя в ТО-2 и ТР, дн./1000 км;

$$d_H = 0,6.$$

K_{CM} – коэффициент сменности: $K_{CM} = 0,5$ ($T_H = 16$).

$$d = 0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 0,21.$$

$$D_P^H = \frac{0,21 \cdot 285660}{1000} + 25 \cdot 1 = 85,685 \text{ (дн)}.$$

$$\alpha_T = \frac{828}{828 + 85,685} = 0,906.$$

$$\eta_T = \frac{356 \cdot 0,906}{828} = 0,387.$$

Пробег 1-го автомобиля за год:

$$L_T = L_{KP} \cdot \eta_T \quad (14)$$

$$L_T = 285660 \cdot 0,387 = 111\,400 \text{ (км)}.$$

Количество обслуживаний одного автомобиля за год:

$$N^T = N \cdot \eta_T; \quad (15)$$

Результаты расчетов по формуле 15 сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Количество обслуживаний автомобиля за год

Наименование воздействий	Обозначение	Значение
КР	N_{KP}^T	0,39
ТО-2	N_2^T	8,578
ТО-1	N_1^T	26,905
УМР	N_M^T	322,861
ЕО	N_{EO}^T	322,861

Годовая производственная программа по группе автомобилей с однородными нормативными данными:

$$\sum N = N^T \cdot A_H; \quad (16)$$

где A_H – число автомобилей в группе: $A_H^* = 650$.

Годовая производственная программа по диагностированию Д-1:

$$N_{Д-1}^Г = \sum N_1 + \sum N_2 + N_{ТРД-1}^Г; \quad (17)$$

где $N_{ТРД-1}^Г$ – годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-1 после ТР:

$$N_{ТРД-1}^Г = 0,1 \cdot \sum N_1 \quad (18)$$

Годовая производственная программа по диагностированию Д-2:

$$N_{Д-2}^Г = \sum N_2 + N_{ТРД-2}^Г; \quad (19)$$

где $N_{ТРД-2}^Г$ – годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-2 после ТР:

$$N_{ТРД-2}^Г = 0,2 \cdot \sum N_2 \quad (20)$$

Результаты расчетов по формулам 16-20 сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Годовая производственная программа

Наименование воздействий	Обозначение	Значение
КР	$\sum N_{КР}$	146,233
ТО-2	$\sum N_2$	3 217
ТО-1	$\sum N_1$	10 090
УМР	$\sum N_M$	121 100
ЕО	$\sum N_{EO}$	121 100
Д-1	$N_{Д-1}^Г$	14 320
Д-2	$N_{Д-2}^Г$	3 860

Суточная программа по техническому обслуживанию по группе автомобилей:

$$\sum N^c = \frac{\sum N}{D_G}; \quad (21)$$

где D_G – число дней работы зон ТО-2 и ТР в году:

$D_T = 356$ дней.

Суточная производственная программа по соответствующему виду диагностирования:

$$\sum N_{Di}^C = \frac{N_{Di}^T}{D_H^T}; \quad (22)$$

Результаты расчетов по формулам 21, 22 сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Суточная производственная программа

«Наименование воздействий	Обозначение	Значение
ТО-2	N_2^C	9
ТО-1	N_1^C	28
УМР	N_M^C	340
ЕО	N_{EO}^C	340
Д-1	$N_{Д-1}^C$	40
Д-2	$N_{Д-2}^C$	11» [11]

1.3 Расчет годовых объемов работ предприятия по ТО и ТР

Расчеты «годовых объемов работ по ТО и ТР производятся на основании нормативов трудоемкостей ЕО, ТО-1, ТО-2, удельной трудоемкости ТР и коэффициентов корректирования.

Трудоемкость работ ЕО при применении механизированных моечных установок уменьшается за счет исключения из общей трудоемкости ЕО моечных работ. При механизации других видов работ трудоемкость ЕО также снижается.

В расчетах будем использовать коэффициент учета степени сокращения нормативной трудоемкости ЕО $K_M = 0,3$. При поточном методе производства

ТО-1 и ТО-2 $K_M = 1,0$. Для ТР K_M зависит от планируемого уровня механизации ТР. Для ТР K_M в расчетах примем равным 0,7» [7].

Трудоемкости ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР, чел-час:

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M; \quad (23)$$

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M; \quad (24)$$

$$t_2 = t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M; \quad (25)$$

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (26)$$

где t_i^H – исходные нормативы трудоемкостей ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР соответственно:

Результаты расчетов по формулам 23-26 сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Скорректированные трудоемкости обслуживания

Вид воздействий	Нормат. тр-ть, чел-час	Скоррект. тр-ть, чел-час
ЕО	1,8	0,459
ТО-1	13,5	11,475
ТО-2	47	39,95
ТР	11	3,927

Годовой объем ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР для группы автомобилей, в чел-час, рассчитывается по формулам:

$$T_{EO} = \sum N_M \cdot t_{EO}; \quad (27)$$

$$T_i = \sum N_i \cdot t_i; \quad (28)$$

$$T_{TP} = L_{CC} \cdot D_H^r \cdot \alpha_T \cdot t_{TP} \cdot A_H / 1000; \quad (29)$$

Общая трудоемкость всех видов ТО и ТР подвижного состава, в чел-час, рассчитывается по формуле:

$$T = T_{EO} + T_1 + T_2 + T_{TP}; \quad (30)$$

Результаты расчетов по формулам 27-30 сведены в таблицу 14 [27].

Таблица 14 – Результаты расчетов

Вид воздействий	Обозначение	Значение
ЕО	T_{EO}	55 570
ТО-1	T_1	115 800
ТО-2	T_2	128 500
ТР	T_{TP}	163 900
Всего:	ΣT	463 770

Согласно «Положению-86» ежедневное обслуживание предназначено для выполнения следующих работ, а также представленных в таблице 15:

- работы по поддержанию надлежащего внешнего вида - косметическая мойка;
- работы по подготовке агрегатов к обслуживанию и ремонту - углубленная мойка;
- уборка салона с влажной обработкой пола и влажной обработкой стен внутри салона;

С целью экономии воды и во избежание ненужного вымывания смазки, а также для сокращения объемов работ углубленную мойку выполняют только для автомобилей, которым предстоят ТО-1, ТО-2, ТР и диагностика.

Таблица 15 – Исходные данные зоны ЕО

Наименование	Обозначение	Значение
Годовой объем работ, чел-час	T	55570
Годовая производственная программа	ΣN_G	121100
Среднесуточная программа	N_C	340

Средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$$t = 0,459 \text{ чел-час,}$$

Такт поста, или время обслуживания автомобиля на данном посту, мин:

$$\tau = \frac{t_i \cdot 60}{P_{\Pi}} + t_{\Pi}, \quad (31)$$

где t_i – трудоемкость «работ данного вида обслуживания, выполняемого на посту, чел-час;

t_{Π} – время на перемещение автомобиля с поста на пост, мин;

P_{Π} – среднее число рабочих на одном посту.

$$\tau_{EO} = \frac{t_i \cdot 60}{P_{\Pi}} + t_{\Pi} = \frac{0,459 \cdot 60}{3} + 4 = 13.18 \text{ мин.}$$

Ритм поста или доля времени работы на выполнение одного обслуживания, мин:

$$R = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_i^C}, \quad (32)$$

где T_{OB} – продолжительность работы зоны в сутки, ч.;

N_i^C – число обслуживаемых единиц подвижного состава в сутки.

$$R_{EO} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{EO}^C} = \frac{16 \cdot 60}{340} = 2.824 \text{ минут.}$$

Число постов:

$$X = \frac{\tau}{R}, \quad (33)$$

$$X_{EO} = \frac{\tau}{R} = \frac{13.18}{2.824} = 4.668 \text{ поста} \rightarrow \text{принимаем 5 постов.}$$

Расчет численности рабочих производится по каждой зоне, цеху, участку в соответствии с видом работ осуществляется в следующем порядке:

Штатное количество рабочих определяется по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{шт}}, \quad (34)$$

где T_i – годовой фонд рабочего времени зоны, цеха, участка, чел-час;

$\Phi_{шт}$ – годовой фонд штатного рабочего,

Явочное количество рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_{ЯВ} = P_{ШТ} \cdot \eta_{шт}, \quad (35)$$

где $\eta_{шт}$ – коэффициент штатности.

Результаты расчетов по формулам 34, 35 сведены в таблицу 16» [10].

Таблица 16 – Численность персонала участка ЕО

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{ШТ}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
55570	1860	0,93	29,878	30	28

Режим работы зоны – 16 ч в сутки:

1 смена → 10 часов (с 12⁰⁰ до 18⁰⁰ и с 20⁰⁰ до 0⁰⁰);

2 смена → 6 часов (с 3⁰⁰ до 9⁰⁰).

Распределение производственного персонала по сменам:

1 смена – 14 человек;

2 смена – 14 человек.

Распределение постов по видам работ осуществляется следующим образом:

2 поста → углубленная мойка → 6 человек,

2 поста → косметическая мойка с сушкой → 6 человек,

1 пост → уборка салона → 2 человека.

Расчет площади участка производится по формуле:

$$F = f_a \cdot X \cdot K_{пл}, \quad (36)$$

где f_a – площадь горизонтальной проекции автомобиля (по габаритным размерам), м²;

X – число постов в зоне;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки постов и оборудования (таблица 17).

Таблица 17 – Значения коэффициента плотности расстановки постов и оборудования.

«Производственные зоны, цеха, участки	Коэффициент плотности
Слесарно-механический, медницкий, аккумуляторный, электротехнический, ремонта приборов системы питания, обойный, малярный.	3÷4
Агрегатный, шиномонтажный, ремонта оборудования и инструмента.	3,5÷4,5
Сварочный, жестяницкий, арматурный, зона ТО и ТР автомобилей.	4÷5
Кузнечно-рессорный, деревообрабатывающий	4,5÷5,5
Складские помещения» [14]	2,5

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 4,5 \cdot 5 \approx 928 \text{ м}^2$.

В результате проведения технологического расчёта была получена информация касательно объёмов выполняемых работ, необходимых в соответствии с ГОСТ площадей помещений, количества работников и их квалификации.

2 Проект участка диагностики гибридных автомобилей Д-1

При Д-1 диагностируется состояние всех узлов и деталей, отвечающих за безопасность дорожного «движения»:

- состояние тормозов,
- рулевое управление,
- светотехнические устройства,
- проверка и регулировка углов установки управляемых колес,
- оценивается экологичность автомобиля (токсичность ОГ).

Расчет численности рабочих осуществляется в следующем порядке:

Штатное количество рабочих определяется по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{шт}}, \quad (37)$$

где T_i – годовой фонд рабочего времени зоны, цеха, участка, чел-час;

$$T_i = 13620 \text{ чел-час};$$

$\Phi_{шт}$ – годовой фонд штатного рабочего

$$\Phi_{шт} = 1840;$$

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{шт}} = \frac{13620}{1840} = 7.4 \text{ (чел)}$$

Явочное количество рабочих рассчитывается по» [14] формуле:

$$P_{яв} = P_{шт} \cdot \eta_{шт}, \quad (38)$$

где $\eta_{шт}$ – коэффициент штатности:

$$\eta_{шт} = 0,93.$$

$$P_{яв} = 7,4 \cdot 0,93 = 6,88(\text{чел})$$

Принимаем $P_{я} = 7$ человек.

Участок диагностики Д-1 работает 16 ч в сутки (с 18⁰⁰ до 2⁰⁰ и с 2³⁰ до 10³⁰)

Рабочий процесс осуществляется в две смены:

4 человека в 1 смену

3 человека во 2 смену.

Распределение рабочих по разрядам выглядит следующим образом:

бригадир – 2 человека,

слесарь-диагност 5-го разряда – 5 человек.

Специализация персонала приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Специализация производственного персонала УД-1 по видам работ

Разряд слесаря	Количество человек	Виды выполняемых работ
5-ий	1	проверка тормозной системы автомобиля
5-й	2	проверка состояния передней подвески, карданной передачи и рулевого управления
5-й	1	проверка светотехнических устройств и токсичности отработавших газов

2.1 Выбор технологического оборудования

В соответствии с вышеперечисленными видами работ, выполняемыми в проектируемом отделении, необходимо предусмотреть весь перечень технологического оборудования необходимого для бесперебойного осуществления производственного процесса в нужном объеме и с обеспечением необходимого качества – таблица 19.

Таблица 19 – Табель технологического оборудования

Наименование	Модель	Количество	Габаритные размеры, мм
Газоанализатор	Автотест	1	600х300
Прибор для проверки светотехнических устройств	Новатор	1	400х350
Пульт управления стендом для проверки тормозов		1	800х400
Стенд для проверки рулевого управления и углов установки управляемых колес		1	600х1200
Силовой щит		1	50х500
Стенд для проверки тормозной системы		1	650х1192

2.2 Организация работ

«Разработка планировочного решения участка производится в соответствии с технологической последовательностью работ, требованиями научной организации труда, ОНТП и ВСН.

Расстановка оборудования на участке выполняется с учетом необходимых условий техники безопасности, удобства обслуживания и монтажа оборудования при соблюдении нормативных расстояний между оборудованием и элементами зданий.

Технологический процесс диагностики автомобилей осуществляется в следующем порядке:

Автомобиль попадает на участок после уборочно-моечных работ. На посту проверяют тормозную систему автомобиля на тормозном стенде: передние и задние тормоза, стояночный тормоз. Далее автомобиль проверяется развал и схождение колес, а также люфты рулевого управления» [3]

2.3 Расчет площади отделения

Площадь «производственных участков можно рассчитать по удельной площади на каждого рабочего в наиболее загруженную смену, а также с учетом плотности расстановки оборудования.

Расчет площади первым из указанных выше способов осуществляется по формуле 20:

$$F = f_a \cdot X \cdot K_{\Pi}, \quad (20)$$

где f_a – площадь горизонтальной проекции автомобиля (по габаритным размерам), м^2 ;

X – число постов в зоне;

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки постов и оборудования» [16].

$$F = 41,25 \cdot 3 \cdot 4,5 \approx 557 \text{ м}^2.$$

Посты «диагностики размещены в линию, что обеспечивает поточность метода. Данный метод обуславливается тем, что процесс диагностирования является основным этапом определения производственной программы АТП, поэтому должен проходить быстро и точно, чтобы обеспечить оперативность работы.

Пост расположен над осмотровой канавой. Это позволяет визуально проверять агрегаты и узлы, находящиеся под днищем автомобиля.

На посту диагностики в порядке исключения допускается устранение мелких неисправностей. Объём таких работ не должен быть больше 20% общего объёма работ поста. Если при диагностике выявлен дефект, который нельзя устранить на месте, автомобиль направляется на соответствующий участок, а затем возвращается для окончательного диагностирования» [5].

При Д-1 «диагностируется состояние всех узлов и деталей, отвечающих за безопасность дорожного движения, таблица 20:

– состояние тормозов,

- рулевого управления,
- светотехнические устройства:
- оценивается экологичность автомобиля (токсичность ОГ).

Трудоемкость диагностических работ при всех видах воздействий суммируется и распределяется между Д-1 и Д-2:

$$T_D = T_{1D} + T_{2D} + T_{TRD}, \quad (21)$$

где T_{1D} – трудоемкость диагностических работ при ТО-1, чел-час;

T_{2D} – трудоемкость диагностических работ при ТО-2, чел-час;

T_{TRD} – трудоемкость диагностических работ при ТР, чел-час» [22, 27];

$$\text{Трудоемкость Д-1:} \quad T_{D-1} = 60\% \cdot T_D \quad (22)$$

$$\text{Трудоемкость Д-2:} \quad T_{D-2} = 40\% \cdot T_D \quad (23)$$

Таблица 20 – Исходные данные для участка Д-1

Наименование	Обозначение	Значение
Годовой объем работ, чел-час	T	13620
Годовая производственная программа	ΣN_{Γ}	14320
Среднесуточная программа	N_C	40

Трудоемкость диагностирования одного автомобиля рассчитывается по формуле:

$$t_{Di} = \frac{T_{Di}}{N_{Di}^{\Gamma}}, \quad (24)$$

где N_{Di}^{Γ} – годовая производственная программа по i-му виду (Д-1 или Д-2) диагностирования. Численность персонала приведена в таблице 21.

Средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$$t = 0,951 \text{ чел-час,}$$

Такт поста:

$$\tau_{Д-1} = \frac{t_{Д-1} \cdot 60}{P_{Д-1}} + t_{II} = \frac{0,951 \cdot 60}{1} + 2 = 59.03 \text{ минуты.}$$

Ритм поста:

$$R_{Д-1} = \frac{T_{ОБ} \cdot 60}{N_{ЕО}^C} = \frac{16 \cdot 60}{40} = 24 \text{ минуты.}$$

Число постов Д-1:

$$X_{Д-1} = \sum \frac{\tau_{Д-1}}{R_{Д-1} \cdot \eta_M} = \frac{59.03}{24 \cdot 0,85} = 2.896 \rightarrow 3 \text{ поста.}$$

Таблица 21 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
13620	1840	0,93	7,401	7	7

Участок диагностики Д-1 работает 16 ч в сутки (с 18⁰⁰ до 2⁰⁰ и с 2³⁰ до 10³⁰)

Рабочий процесс осуществляется в две смены:

4 человека в 1 смену

3 человека во 2 смену.

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 3 \cdot 4,5 \approx 557 \text{ м}^2$.

При Д-2 выполняются следующие виды работ:

- общая оценка автомобиля на стенде тяговых качеств,
- поэлементная диагностика.

Исходные данные для проектирования Д-1 представлена в таблице 22.

Расчётная численность персонала в таблице 23.

Таблица 22 – Исходные данные

Наименование	Обозначение	Значение
Годовой объем работ, чел-час	T	9078
Годовая производственная программа	ΣN_{Γ}	3860
Среднесуточная программа	N_C	11

Средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$$t = 2,352 \text{ чел-час.}$$

Такт поста:

$$\tau_{Д-2} = \frac{t_{Д-1} \cdot 60}{P_{Д-1}} + t_{\Pi} = \frac{2.352 \cdot 60}{2} + 1 = 71.549 \text{ минут.}$$

Ритм поста:

$$R_{Д-2} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{EO}^C} = \frac{8 \cdot 60}{11} = 43.636 \text{ минут.}$$

Число постов Д-2:

$$X_{Д-2} = \sum \frac{\tau_{Д-2}}{R_{Д-2} \cdot \eta_M} = \frac{71.549}{43.636 \cdot 0,83} = 1.976 \rightarrow 2 \text{ поста.}$$

Таблица 23 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
9078	1840	0,93	4,934	5	5

Режим работы зоны Д-2 – 8 часов в сутки в одну смену $\rightarrow$ 8 часов (с 7⁰⁰ до 15⁰⁰)

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 2 \cdot 4,5 \approx 371 \text{ м}^2$.

Подробный «перечень работ ТО-1 изложен в приложении к Положению-86. В укрупненном виде к этим работам относятся, таблица 24:

– смазочные по номенклатуре (замена масла в картерах, промывка систем, замена фильтрующих элементов, смазочные работы по консистентным смазкам);

– регулировочные по агрегатам с малой периодичностью (пробегу) и малыми объемами (натяжение ремня привода генератора; свободный ход педали привода тормозов, сцепления; рабочий ход педали привода тормозов, сцепления; восстановление направления и силы пучка света фар» [22, 23].

– крепежные «работы по всем винтовым соединениям (для обеспечения прочности соединения);

– сопутствующие операции ТР в объемах не более 10÷15% от нормативной трудоемкости ТО-1.

Таблица 24 – Исходные данные зоны ТО-1

Наименование	Обозначение	Значение
Годовой объем работ, чел-час	T	105400
Годовая производственная программа	ΣN_{Γ}	10090
Среднесуточная программа	N_C	28» [22, 1]

Средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$$t = 11,475 \text{ чел-час}$$

Такт поста:

$$\tau_{TO-1} = \frac{t_{TO-1} \cdot 60}{P_{TO-1}} + t_{\Pi} = \frac{11,457 \cdot 60}{3} + 3 = 232,5 \text{ минут.}$$

Ритм поста:

$$R_{TO-1} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{TO-1}^C} = \frac{12 \cdot 60}{28} = 25,714 \text{ минут.}$$

Число постов ТО-1:

$$X_{TO-1} = \frac{\tau_{TO-1}}{R_{TO-1}} = \frac{232.5}{25.714} = 9.042 \rightarrow 9 \text{ постов.}$$

Численность персонала представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Численность персонала

Годовой фонд раб. Времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
105400	1840	0,93	57,257	57	53

Режим работы зоны ТО-1 – 12 ч в сутки (с 18⁰⁰ до 6⁰⁰)

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 9 \cdot 4,5 \approx 1671 \text{ м}^2$.

Положением-86 в объеме ТО-2, таблица 26, предусмотрено выполнение «работ:

- все работы, входящие в структуру ТО-1 (слесарные и смазочные);
- все без исключения виды регулировок по всем элементам автомобиля»

[22, 27]. Численность персонала в таблице 27.

Таблица 26 – Исходные данные

Наименование	Обозначение	Значение
Годовой объем работ, чел-час	T	119500
Годовая производственная программа	ΣN_T	3217
Среднесуточная программа	N_C	9

Средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$t = 39,95$ чел-час,

Такт поста:

$$\tau_{TO-2} = \frac{t_{TO-1} \cdot 60}{P_{TO-2}} + t_{II} = \frac{39.95 \cdot 60}{3} + 2 = 801 \text{ минут.}$$

Ритм поста:

$$R_{TO-2} = \frac{T_{OB} \cdot 60}{N_{TO-2}^C} = \frac{16 \cdot 60}{9} = 106.667 \text{ минут;}$$

Число постов ТО-2:

$$X_{TO-2} = \frac{\tau_{TO-2}}{R_{TO-2} \cdot \eta_M} = \frac{801}{106.667 \cdot 0,85} = 8.835 \rightarrow 9 \text{ постов.}$$

Таблица 27 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
119500	1840	0,93	64,957	65	60

«Режим работы зоны ТО-2 – 16 ч в сутки (с 18⁰⁰ до 2⁰⁰ и с 2³⁰ до 10³⁰)

Рабочий процесс осуществляется в 2 смены:

30 человек в 1 смену

30 человека во 2 смену.

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 9 \cdot 4,5 \approx 1671 \text{ м}^2$.» [22, 25]

Зона ТР предназначена для выполнения комплекса работ по замене агрегатов и узлов автомобиля [26].

Суммарная «трудоемкость работ на постах ТР:

$$T_{II} = 163 \text{ 900 чел-час.}$$

Число постов ТР определяется по формуле:

$$X_{ТР} = \frac{T_{II} \cdot K_{ТР} \cdot \varphi}{D_{РАБ.Г} \cdot T_C \cdot P_{II} \cdot \eta_{II}}, \quad (25)$$

где T_{II} – суммарная трудоемкость работ на постах ТР, чел-час;

K_{TP} – коэффициент учета объема работ на постах ТР в наиболее загруженную смену: $K_{TP} = 0,6 \dots 0,8$;

φ – коэффициент учета неравномерного поступления автомобилей на посты ТР: $\varphi = 1,2 \dots 1,5$;

$D_{РАБ.Г}$ – число рабочих дней в году;

T_C – продолжительность рабочей смены, ч.

Число постов ТР:

$$X_{TP} = \frac{T_{II} \cdot K_{TP} \cdot \varphi}{D_{РАБ.Г} \cdot T_C \cdot P_{II} \cdot \eta_{II}} = \frac{163900 \cdot 0,8 \cdot 1,44}{356 \cdot 16 \cdot 3 \cdot 0,8} = 13,812 \rightarrow 14 \text{ постов} \gg [22, 24].$$

Численность персонала представлена в таблицах 28, 29 и 30.

Таблица 28 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
163900	1840	0,93	89,079	89	83

Режим «работы зоны ТР – 16 ч в сутки: (с 18⁰⁰ до 2⁰⁰ и с 2³⁰ до 10³⁰);

Рабочий процесс осуществляется в 2 смены:

1 смена $\rightarrow$ 42 человека;

2 смена $\rightarrow$ 41 человек.

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 14 \cdot 4,5 \approx 2599 \text{ м}^2$.

Кузовной участок предназначен для выполнения работ по рихтовке, правке, замене элементов кузова.

Суммарная трудоемкость работ на постах кузовного участка:

$$T_{II} = 15590 \text{ чел-час;} \gg [22, 12]$$

Число постов кузовных работ:

$$X_{KVЗ} = \frac{T_{\Pi} \cdot K_{TP} \cdot \varphi}{D_{РАБ.Г} \cdot T_C \cdot P_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi}} = \frac{15590 \cdot 0,8 \cdot 1,5}{356 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,8} = 2,736 \rightarrow 3 \text{ поста.}$$

Таблица 29 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{ШТ}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
15590	1840	0,93	8,47	8	7

Режим работы участка – 12 ч в сутки: (с 7⁰⁰ до 19⁰⁰)

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 3 \cdot 4,5 \approx 557 \text{ м}^2$.

«Малярный участок предназначен для подготовки к окраске и окраски кузова и его деталей.

Суммарная трудоемкость работ на постах малярного участка:

$$T_{\Pi}^* = 14750 \text{ чел-час.}$$

Число постов малярных работ:

$$X_{МАЛ}^* = \frac{T_{\Pi} \cdot K_{TP} \cdot \varphi}{D_{РАБ.Г} \cdot T_C \cdot P_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi}} = \frac{4827 \cdot 0,89 \cdot 1,49}{356 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9} = 0,982 \rightarrow 1 \text{ пост} \gg [22, 10]$$

Таблица 30 – Численность персонала

Годовой фонд раб. времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{ШТ}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
14750	1610	0,90	9,162	9	8

Режим работы участка – 12 ч в сутки: (с 7⁰⁰ до 19⁰⁰)

Площадь участка составляет: $F = 41,25 \cdot 2 \cdot 4,5 \approx 371 \text{ м}^2$.

Предназначено для проведения разборочно-сборочных, моечных, ремонтно-восстановительных и контрольных работ по двигателю. Расчётная численность персонала представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Численность персонала моторного отделения

Годовой фонд раб. Времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
11470	1840	0,93	6,235	6	6

Рабочий процесс осуществляется в 2 смены:

1 смена – 3 человека,

2 смена – 3 человека.

Площадь производственных участков можно рассчитать по удельной площади на каждого рабочего в наиболее загруженную смену:

$$F = f_1 + f_2 \cdot (P_{я} - 1), \quad (26)$$

где F – площадь участка (цеха), м^2 ;

f_1 – удельная площадь на первого рабочего, м^2 ;

f_2 – удельная площадь на каждого из последующих рабочих, м^2 ;

$P_{я}$ – наибольшее число рабочих в смену.

Площадь отделения составляет: $F = 15 + 12 \cdot (3 - 1) = 39 \text{ м}^2$.

Слесарно-механическое отделение на станции технического обслуживания автомобилей предназначено для выполнения широкого спектра работ, связанных с механической обработкой деталей, ремонтом узлов и агрегатов, а также восстановлением геометрии и функциональности различных элементов автомобиля. В этом отделении проводятся операции, требующие использования специализированного оборудования, такого как токарные, фрезерные, сверлильные и шлифовальные станки, а также ручного слесарного инструмента.

Основная задача слесарно-механического отделения заключается в обеспечении точности и качества ремонтных работ. Здесь производится восстановление или изготовление деталей, подвергшихся износу или повреждению, например, проточка тормозных дисков и барабанов, шлифовка коленчатых валов, ремонт резьбовых соединений, обработка посадочных мест под подшипники и втулки. Также в этом отделении могут выполняться работы по расточке цилиндров, фрезеровке головок блока, правке шатунов и других критически важных элементов двигателя и трансмиссии.

Кроме того, в слесарно-механическом отделении проводится диагностика и устранение сложных неисправностей, связанных с механическими дефектами. Численность персонала представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Численность персонала слесарно-механического отделения

Годовой фонд раб. Времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
9834	1840	0,93	5,345	5	5

Рабочий процесс осуществляется в 2 смены:

1 смена – 3 человека,

2 смена – 2 человека.

Площадь отделения составляет: $F = 10 + 8 \cdot (3 - 1) = 26 \text{ м}^2$.

Меднилко-радиаторное отделение (МРО) на СТО специализируется на ремонте и обслуживании систем охлаждения, отопления и кондиционирования автомобилей. В этом отделении выполняются работы по пайке, промывке, опрессовке и восстановлению радиаторов, конденсаторов, интеркулеров, патрубков и других компонентов.

Для организации работы МРО необходимо выполнить расчет его основных параметров, включая: производственную мощность (количество обслуживаемых автомобилей); необходимое оборудование и инструменты; численность персонала; площадь помещения; затраты на материалы и себестоимость услуг.

Необходимое количество рабочих:

Годовой фонд времени одного рабочего (при 40-часовой неделе) составляет 1970 часов (с учетом отпусков и больничных).

Требуемое количество рабочих:

$3000 \text{ нормо-часов} / 1970 \approx 1,52 \rightarrow 2 \text{ человека.}$

Оборудование на одно рабочее место: верстак с тисками, опрессовочная установка для проверки герметичности, паяльная лампа или станок для аргонодуговой сварки, моечная ванна для промывки радиаторов, компрессор для продувки, набор инструментов (труборезы, развальцовщики, паяльники). Численность персонала медницко-радиаторного отделения представлена в таблице 33.

Таблица 33 – Численность персонала медницко-радиаторного отделения

Годовой фонд раб. Времени, T_i	Годовой фонд штатного рабочего, $\Phi_{шт}$	Коэффициент штатности, $\eta_{шт}$	Число штатных рабочих		Число явочных рабочих
			расчетное	принятое	
3278	1820	0,92	1,782	2	2

Рабочий процесс осуществляется в одну смену.

Норма площади на одного рабочего – 10–15 м² (с учетом оборудования и зоны складирования). Для двух рабочих: $2 \times 15 = 30 \text{ м}^2$. Дополнительно учитывается место для хранения радиаторов и материалов – еще 10–15 м².

Итого: 40–45 м².

Агрегатное отделение занимается ремонтом и восстановлением узлов и агрегатов автомобиля (двигателей, коробок передач, редукторов, раздаточных коробок, рулевых механизмов и т. д.). Это подразделение, требует специализированного оборудования и высокой квалификации мастеров.

Для эффективной организации работы агрегатного отделения необходимо выполнить расчет производственной мощности (количество ремонтов в месяц/год); необходимого оборудования и инструментов; численности персонала; площади помещения;

Определение объема работ и загрузки отделения.

Основные факторы среднее количество заказов – зависит от типа СТО (универсальная или специализированная), трудоемкость ремонта агрегатов (разборка, диагностика, замена деталей, сборка), сезонность (например, зимой чаще ремонтируют коробки передач из-за нагрузок на трансмиссию).

Допустим, СТО выполняет 3 капитальных ремонта агрегатов в день.

В году 300 рабочих дней $\rightarrow 3 \times 300 = 900$ ремонтов в год.

Средняя трудоемкость одного ремонта – 20 нормо-часов.

Общая трудоемкость: $900 \times 20 = 18\,000$ нормо-часов в год.

Расчет количества рабочих мест и персонала

Необходимое количество рабочих определим через годовой фонд времени одного рабочего ≈ 1970 часов. При этом требуемое количество рабочих составит: $18\,000 \text{ нормо-часов} / 1970 \approx 9,14 \rightarrow 10$ человек.

Оборудование на одно рабочее место: стенды для разборки/сборки (двигателей, КПП, редукторов); моечная машина для очистки деталей; пресс гидравлический (для запрессовки подшипников, втулок); станок для шлифовки плоскостей (головок блока, клапанных крышек); кран-балка или тельфер (для перемещения тяжелых агрегатов); измерительные инструменты (микрометры, нутромеры, индикаторы).

Расчет площади помещения

Норма площади на одного рабочего – 15–20 м² (с учетом оборудования и зоны хранения агрегатов) составит для 10 рабочих: $10 \times 20 = 200$ м².

Дополнительно следует учесть: зона хранения запчастей – 30 м²; моечный участок – 20 м²; зона испытаний (обкатки двигателей) – 50 м².

Итого: ~300 м².

Рассмотрим работы по самообслуживанию АТП, включающие следующие направления: 1. техническое обслуживание и ремонт оборудования, в которое входит проверка и наладка станков, подъёмных механизмов, компрессоров; замена изношенных деталей, смазка узлов, регулировка оборудования; мелкий ремонт электроинструментов и оснастки. 2. Обслуживание зданий и помещений, включающего текущий ремонт производственных цехов, складов, административных зданий (шпаклёвка, покраска, замена дверей, окон); устранение неисправностей в системах отопления, вентиляции, водоснабжения; поддержание чистоты: уборка цехов, мойка полов, вывоз мусора. 3. Обслуживание инженерных сетей, включающего проверку и ремонт электропроводки, осветительных систем, розеток; обслуживание канализационных и водопроводных систем (прочистка засоров, замена труб); контроль работы котельных, насосных станций, вентиляционных установок. 4. Обслуживание территории АТП, включающего уборку территории от мусора, снега, листьев; ремонт дорожного покрытия (ямочный ремонт, асфальтирование); обслуживание ограждений, ворот, шлагбаумов. 5. Транспортное самообслуживание: мойка и уборка служебного транспорта предприятия; заправка автомобилей топливом, проверка давления в шинах; мелкий ремонт погрузчиков и внутризаводского транспорта. 6. Хозяйственные работы: приём и учёт материалов для самообслуживания; изготовление простых металлоконструкций (стеллажи, ограждения); поддержание порядка на рабочих местах, расстановка инвентаря.

Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия, в человеко-часах, рассчитывается «по формуле:

$$T_C = \sum T_{\text{атп}} \cdot \frac{K_C}{100}, \quad (27)$$

где K_C – объем работ по самообслуживанию предприятия, %.

$$T_C = 463800 \cdot 25 / 100 = 115900 \text{ (чел-час)} \gg [22, 5]$$

Распределение T_C по видам работ представлена в таблице 34.

Таблица 34 – Распределение T_C по видам работ.

Виды работ	%	T	P _{яв}	S, м ²
Электротехнические	25%	28990	15	155
Сантехнические	20%	23190	12	125
Слесарно-механические	50%	57970	30	305
Строительные	5%	5797	3	35

Расчет площади складских и вспомогательных помещений.

Расчет «складских помещений по удельным нормам пробега осуществляется по формуле:

$$F_{CK} = \frac{L_{CC} \cdot A_H \cdot D_{PG} \cdot \alpha_T}{10^6} \cdot f_v \cdot K_{ПС} \cdot K_{СК} \cdot K_P \quad (28)$$

где α_T – коэффициент технической готовности автомобилей парка;

f_v – удельная площадь складских помещений на 1 млн.км пробега;

$K_{ПС}$ – коэффициент учета типа подвижного состава: $K_{ПС} = 0,8$;

$K_{СК}$ – коэффициент учета списочного количества подвижного состава:

$$K_{СК} = 0,7;$$

K_P – коэффициент учета разномарочности автомобилей парка: $K_P = 1$.

Результаты расчетов по формуле 1.45 сведены в таблицу» [22, 7] 36.

Площади складских помещений представлена в таблице 35.

Таблица 35 – Площади складских помещений

Наименование складских помещений	Площадь на 1 млн.км пробега, м ²	Площадь складских помещений, м ²	Принятые площади, м ²
Запасных частей	3,0	70,12	72
Агрегатов	6,0	140,241	138
Материалов	3,0	70,12	72
Шин	3,2	74,795	72
Смазочных материалов	4,3	100,506	102
Лакокрасочных материалов	1,5	35,06	36
Химикатов	0,23	5,376	6
Инструментально-раздаточная кладовая	0,25	5,843	6
Промежуточный склад	-	96	96

Площади «приняты с учетом использования стеллажей.

Определение площади бытовых помещений.

Число рабочих во всех сменах: $P_{\text{общ.}} = 279$ человек.

Площадь гардеробной: $F_{\text{гар}} = 0,25 \cdot P_{\text{общ.}} = 70 \text{ м}^2$

Площадь туалетов: $F_{\text{т}} = 3 \cdot P_{\text{общ.}} / 30 = 27,9 \text{ м}^2$

Площадь душевой: $F_{\text{душ}} = 0,25 \cdot P_{\text{см.}} = 21 \text{ м}^2$

Определение площади вспомогательных помещений.

Принимаем площадь компрессорной и трансформаторной по 18 м^2 .

Определение площади зоны хранения (стоянки) автомобилей.

Число автомобиле-мест хранения:

$$A_{CT} = A_{II} - (A_{KP} + X_{TP} + X_{OB} \cdot K_X + X_{II}) - A_L \quad (29)$$

где A_{KP} – число автомобилей на капитальном ремонте;

X_{TP} – число постов ТР;

X_{OB} – число постов ТО;

K_X – коэффициент учета степени использования постов ТО под хранение автомобилей;

X_{II} – число постов ожидания (подпора);

$A_{\text{л}}$ – среднее число отсутствующих на предприятии автомобилей» [22, 12]

$$A_{CT} = 375 - (20 + 14 + 18 \cdot 0 + 0) - 0 = 341$$

Площадь стоянки:

$$F_{CT} = A_{CT} \cdot f_a \cdot q \quad (30)$$

где f_a – площадь, занимаемая автомобилем в плане по габаритным размерам, м;

q – коэффициент удельной площади на одно автомобиле-место:

$$q = 2,3.$$

$$F_{CT} = 341 \cdot 41,25 \cdot 2,3 = 35170 \text{ м}^2.$$

Расчет площадей административных помещений сведен в таблицу 36.

Таблица 36 – Площади административных помещений

Наименование помещения	Удельная площадь	Количество человек	Площадь, м ²
Кабинет директора	12	1	12
Кабинет 1 ^{го} заместителя	12	1	12
Кабинет 2 ^{го} заместителя	12	1	12
Кабинет главного инженера	12	1	12
Технический отдел	3,5	4	14
Плановый отдел	3,5	4	14
Отдел эксплуатации	3,5	4	14
Бухгалтерия	4	3	12
Помещение для водителей	1,5	20	30

Сравнительная таблица расчетных и принятых площадей.

Расчетные площади и принятые сведены в таблицу 37.

Таблица 37 – Расчетные площади

«Наименование	Расчетная площадь	Принятая площадь
Участок ЕО	928	788
Зона Д-1	557	562
Зона Д-2	371	384
Зона ТО-1	1671	1636
Зона ТО-2	1671	1486
Зона ТР	2599	2592
Кузовной участок	557	473
Малярный участок	371	285
Моторное отделение	39	39
Слесарно-механическое отделение	26	32
Меднико-радиаторное отделение	18	19
Агрегатное отделение	51	52
Электротехническое отделение	25	25
Аккумуляторное отделение	15	17
Цех топливной аппаратуры	20	22
Шинное отделение	25	30
Кузнечно-рессорное отделение	50	54
Обойное отделение	15	16
Арматурное отделение	8	12
Сварочное отделение	15	19
ОГМ электротехнический	155	158
ОГМ сантехнический	125	140
ОГМ слесарно-механический	305	298
ОГМ строительный	35	43
Склад запасных частей	72	78
Склад агрегатов	138	146
Склад материалов	72	93
Склад шин	72	79
Склад смазочных материалов	102	135
Склад лакокрасочных материалов	36	39
Склад и химикатов	6	7
Инструментально-раздаточная кладовая	6	7
Промежуточный склад	96	97
Гардеробная	69,75	72
Туалеты	27,9	28
Душевая	12	24
Компрессорная	12	18
Трансформаторная	12	19
10385,65	10024» [22]	

2.4 Принятое объемно-планировочное решение для производственного корпуса

Здание «принимается в форме прямоугольника 156 х 72 м. применяем железобетонные колонны сечением 500 х 500 мм. Сетка колонн 18 х 24 м. пролеты перекрыты фермами на 24 м. в пролетах установлены светоаэрационные фонари. Наружные стены состоят из легкобетонных панелей толщиной 400 мм, внутренние стены – кирпичные, толщиной 250 мм. Оконные проемы – разделенные, высотой 1,8 м с деревянными рамами. Расстояние от пола до низа строительных конструкций – 6 м.

После уборочно-моечных работ, которые производятся в отдельном корпусе рядом с производственным корпусом, автомобиль в случае необходимости, выявленной по результатам диагностики накануне, поступает для осуществления рекомендованных технологических воздействий на соответствующий производственный участок» [2, 14].

В нем находятся участки диагностики Д-1 и Д-2, куда поступают в случае необходимости автомобили после уборочно-моечных работ, моторное отделение, где производится ремонт двигателей, снятых с автомобиля, агрегатное отделение, где ремонтируются агрегаты, снятые с автомобиля, зона ТР для автомобилей TOYOTA PRIUS (для выполнения работ по принципу «снять-поставить»), а также промежуточный склад оборотного фонда запасных частей и агрегатов для бесперебойного функционирования зоны ТР. Кроме того здесь располагаются: зоны ТО-1 и ТО-2, цех топливной аппаратуры, аккумуляторное, электротехническое отделения, кузовной и малярный участки, обойное, арматурное и сварочное отделения, а также подразделения ОГМ, выполняющие электротехнические, строительные, сантехнические и слесарно-механические работы по обеспечению бесперебойного функционирования технологического, энергетического, силового оборудования, зданий и инженерных коммуникаций» [7, 22].

3 Патентный исследование аналогов

3.1 Обоснование необходимости патентных исследований.

На начальном этапе необходимо провести анализ существующих технических решений в данной области через изучение патентной документации. Это позволит оценить текущий уровень развития технологии и выявить перспективные направления для внедрения инновационных решений. Вполне вероятно, что среди рассмотренных аналогов обнаружатся конструкции, отдельные элементы которых могут быть адаптированы в рамках проекта.

С точки зрения патентного права, разрабатываемый стенд относится к категории испытательного оборудования и характеризуется совокупностью конструктивных признаков, включая геометрическую форму, компоновку узлов, габаритные соотношения и другие параметры. В качестве объекта исследования выделен именно стенд в целом, поскольку он интегрирует в себе все ключевые функциональные компоненты.

Анализ технической сущности стенда выявил три основных составляющих: общую конструктивную схему; систему регистрации и обработки данных; механизм создания нагрузочного воздействия.

При этом наибольший интерес для дальнейшего исследования представляет именно конструкция стенда в целом, так как она определяет базовые эксплуатационные характеристики устройства, тогда как остальные компоненты носят вспомогательный характер и могут быть рассмотрены на последующих этапах проектирования.

При исследовании на достигнутого уровня развития техники и новизну будем производить «обзор информации по конкретной тематике, так как нам не известны ни номера патентов, ни фамилии изобретателей. Из-за отсутствия банка соответствующих данных за последние 2-3 года, за глубину поиска

возьмем тот интервал лет, в период которого данная тематика интенсивно развивалась.

Для проведения патентного поиска предварительно определяют шифр МКИ. Для этого по сводному тому определяется класс, а затем по тематическому классификатору определяется подкласс и группа МКИ. По официальному бюллетеню просматривается найденный МКИ. Для этого используют систематический указатель бюллетеня. Он печатается в конце, а напротив шифра МКИ проставляется либо номер заявки, либо номер патента.

Инженерно-техническое решение «тормозной стенд» относится к устройствам для проведения испытаний, поэтому поиск будем вести в разделе G «Физика». Устройство предназначено для измерения величины тормозных усилий, поэтому может быть отнесено к классу G 01 «Измерение», к подклассу G 01 M «Проверка балансировки машин, испытания различных устройств», G 01 M 17/00 «испытание транспортных средств».

Просматриваются источники информации в соответствии с регламентом поиска. В просмотренных источниках информации выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к инженерно-техническому решению «стенд для испытания тормозов транспортных средств». По этим документам знакомимся с рефератами, аннотациями, формулами изобретений, чертежами» [22].

Перечень патентной документации и научно-технической литературы, известных из ссылочных или сигнальных источников, но не обнаруженных в процессе поиска.

Патентный поиск представлен в таблице 38.

Таблица 38 – Патентный поиск

Предмет поиска	Наименование сигнального или ссылочного источника, содержащего сведения об искомой документации с приведением выходных библиографических данных	Вид искомой документации (патент, книга, журнал, каталог, проспект) с указанием выходных библиографических данных
Конструкция в целом	Краепольский С.Е. Техническое обслуживание автомобильного транспорта, М.: Транспорт, 1980	Авторское свидетельство СССР № 319464, кл. G 01 М 17/00, 1971.

3.2 Обзор аналогов

По результатам поиска найдены следующие аналоги:

Стенд для испытания транспортных средств по а.с. № 853465 представлен на рисунке 1.

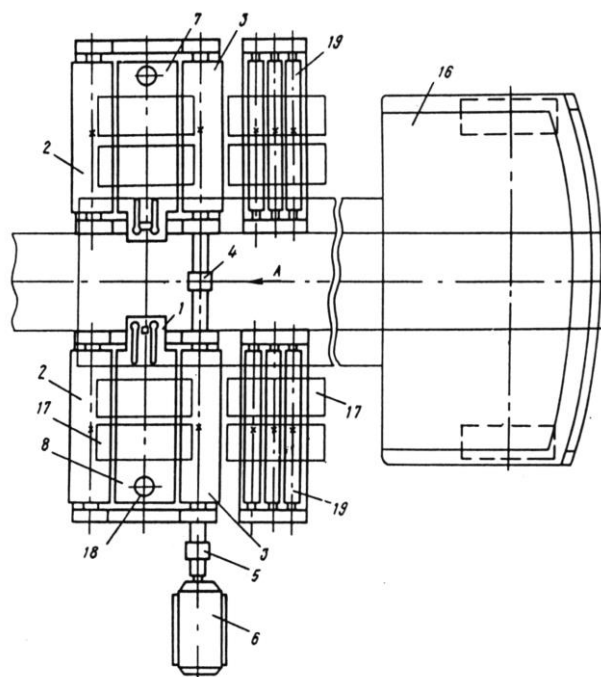


Рисунок 1 – Стенд для испытания транспортных средств по а.с. № 853465

«Стенд состоит из основания 1, на котором попарно установлены беговые барабаны 2 и 3. Беговые барабаны 3 посредством управляемой муфты 4 кинематически соединены между собой и с помощью управляемой муфты 5

с электродвигателем 6. Между беговыми барабанами 2 и 3 размещены площадки 7 и 8, связанные с подъемным механизмом, выполненным в виде пневмоцилиндра 9. Шток 10 пневмоцилиндра 9 шарнирно связан с площадкой 7, корпус пневмоцилиндра 9 закреплен на направляющих 11, жестко связанных с основанием 1. На направляющих 11 установлены ролики 12, контактирующие с дополнительными направляющими 13, прикрепленными к площадкам 7, 8. К площадкам 7, 8 прикреплены гибкие звенья 14, охватывающие ведущий мост 15 испытываемого транспортного средства 16, имеющего колеса 17. Для предотвращения перемещения транспортного средства в поперечном направлении на площадках 7, 8 установлены колесоотбойные ролики 18. На основании 1 установлены также дополнительные беговые ролики 19» [25].

«Перед началом испытаний площадки 7 и 8 с помощью подъемного механизма поднимают и верхнее положение до уровня беговых барабанов 2 и 3. Испытываемое транспортное средство 16 заезжает на стенд, при этом его ведущие колеса 17 устанавливаются на площадках 7 и 8. Гибкие звенья 14 перекидывают через ведущий мост 15 и закрепляют на площадках 7 и 8. Далее опускают подъемные площадки 7 и 8, подавая сжатый воздух в штоковую полость пневмоцилиндра 9, при этом ведущие колеса 17 плавно устанавливаются на беговые барабаны 2 и 3 и опорные ролики 19. Опуская площадки 7 и 8 на определенную величину, с помощью гибких звеньев 14 прижимают колеса 17 к беговым барабанам 2 и 3 с заданным усилием, соответствующим различной степени загрузки кузова транспортного средства.

При проверке тормозных качеств электрическая машина 6 работает в режиме двигателя, а при проверке мощностных качеств — в режиме генератора» [22].

Стенд для испытания колесных транспортных средств по а.с. № 1712813, представлен на рисунке 2.

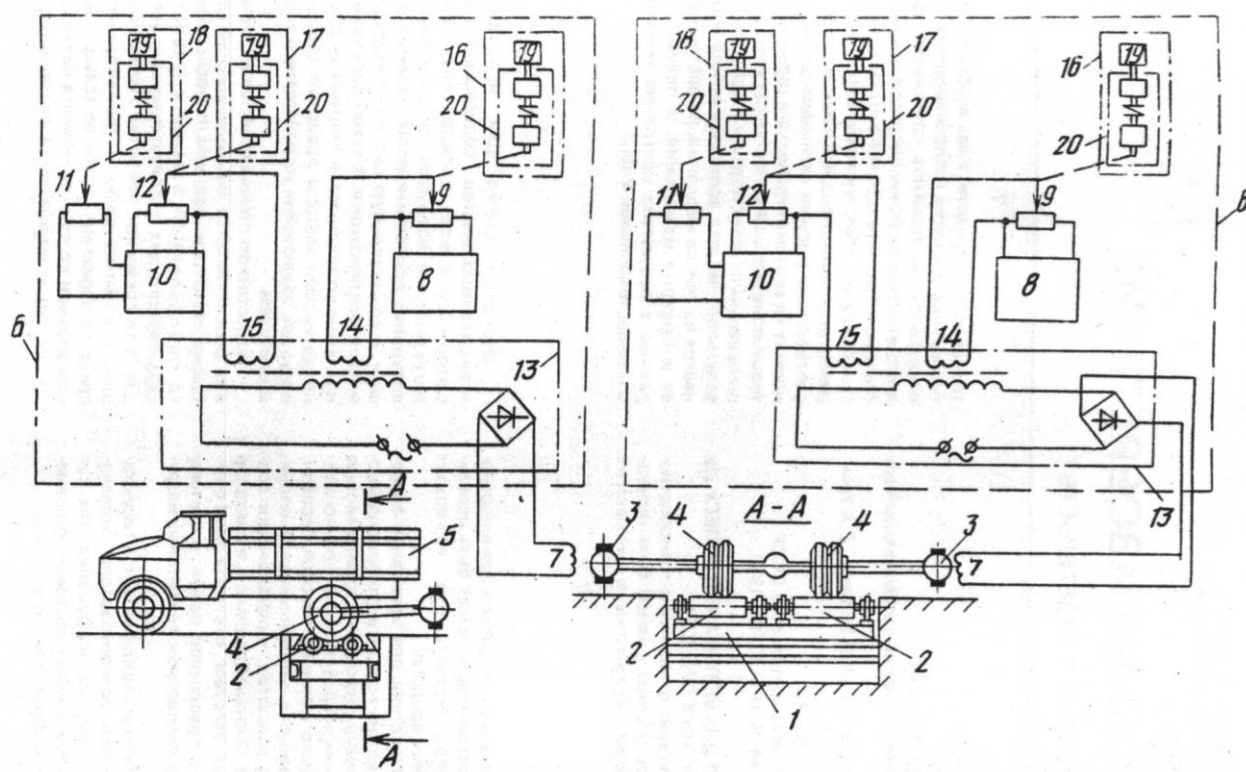


Рисунок 2 – Стенд для испытания колесных транспортных средств по а.с. № 1712813

«Стенд содержит основание 1, опорные беговые барабаны 2, шарнирно установленные на основании, нагрузочный генератор 3 постоянного тока, кинематически соединенный с ведущими колесами 4 испытываемого транспортного средства 5, и регулятор 6 момента сопротивления, выход которого подключен к обмотке 7 возбуждения нагрузочного генератора 3 постоянного тока и имеющего в своем составе источник 8 постоянного тока с регулятором 9 выходного напряжения и генератор 10 синусоидальных колебаний с регулятором 11 частоты и регулятором 12 амплитуды выходного напряжения, магнитный усилитель 13, имеющий обмотки 14 и 15 управления и регулирующие устройства 16, 17 и 18, каждое из которых имеет программный блок 19 и исполнительный привод 20, подключенный к

программному блоку. При этом выход источника 8 постоянного тока подключен к обмотке 14 управления магнитного усилителя 13. выход генератора 10 синусоидальных колебаний - к обмотке 15 управления магнитного усилителя 13, выход которого подключен к обмотке 7 возбуждения нагрузочного генератора 3 постоянного тока. а выходные звенья исполнительных приводов 20 кинематически соединены соответственно с регулятором 9 выходного напряжения источника 8 постоянного тока, с регулятором 11 частоты и регулятором 12 амплитуды выходного напряжения генератора 10 синусоидальных колебаний, датчики 21 и 22 момента, установленные на валах нагрузочных генераторов 3 постоянного тока. два канала обработки информации, каждый из которых выполнен в виде последовательно соединенных элемента 23 выделения синусоидальной составляющей момента, вход которого соединен с соответствующим датчиком момента. преобразователя 24 амплитуды момента в напряжение постоянного тока, подключенного к выходу элемента 23 выделения синусоидальной составляющей момента, регистрирующий прибор 25, подключенный к выходу преобразователя 24 амплитуды момента в напряжение постоянного тока» [22].

«Каждый датчик момента включает в себя два металлических диска 26 и 27, закрепленных неподвижно один относительно другого на соответствующем валу, преобразователи 28 и 29 импульсные щелевые, установленные вблизи вала, вычитающий элемент 30 на двух резисторах, выпрямитель 31, сглаживающий конденсатор 32. выходной резистор 33. Каждый элемент выделения синусоидальной составляющей имеет конденсатор 34 и резистор 35. каждый преобразователь амплитуды момента в напряжение постоянного тока - конденсатор 36, диод 37, резистор 38 и фильтр 39 низших частот.

Стенд работает следующим образом». Посредством беговых барабанов 2 двигателем автомобиля транспортного средства 5 «установленного на беговые барабаны, колесами сообщается определенная частота вращения, при этом из-за инерции бегового барабана может обеспечиваться только очень

медленное изменение этой частоты вращения в процессе измерения мощности на колесах транспортного средства» [19].

Для «осуществления более быстрых изменений частоты вращения бегового барабана 2 включается источник 8 постоянного тока и генератор 10 синусоидальных колебаний, при этом в обмотку 7 возбуждения нагрузочного генератора 3 постоянного тока подается напряжение. В соответствии с этими сигналами возникает момент на валу нагрузочного генератора 3 постоянного тока, кинематически соединенного с ведущими колесами транспортного средства 5, который прикладывается к ступице колеса. В результате этого частота вращения колеса претерпевает быстрые изменения.

Момент, возникающий на валу нагрузочного генератора 3 постоянного тока, оперативно измеряется с помощью регистрирующего прибора постоянного тока, показания которого пропорциональны амплитуде синусоидальной составляющей момента на валу генератора 3. Металлические диски 26 и 27 при вращении вала проходят в щели преобразователей 28 и 29, в результате чего на электрических выводах преобразователей 28 и 29 формируются прямоугольные импульсы одинаковой высоты и длительности, которые поступают на вход вычитающего элемента 30. Преобразователи 28 и 29 подключены к вычитающему элементу 30 таким образом, что их выходные импульсные сигналы находятся в противофазе» [16].

С «появлением момента на валу возникает фазовое смещение выходных импульсных процессов, при этом на выходе вычитающего элемента 30 появляется сигнал, который выпрямляется и сглаживается» [22].

«С помощью элемента 23 выделения синусоидальной составляющей момента отделяется синусоидальная составляющая момента, которая изображена на фиг.5. и при открытом диоде 37 конденсатор 36 заряжается с малой постоянной времени до значительной величины. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе 36 станет больше мгновенного значения измеряемого переменного напряжения, диод 37 закроется. Затем конденсатор 36 разряжается. Так как постоянная времени разряда значительно больше, чем

заряда, то разряжается конденсатор 36 только на некоторую величину. Поэтому в установившемся режиме конденсатор 36 практически заряжается до амплитуды входного на преобразователь 24 сигнала.

Напряжение на резисторе 38 представляет собой синусоидальное напряжение. постоянная составляющая которого практически равна амплитуде входного на преобразователь 24 переменного сигнала. Напряжение с резистора 38 сглаживается фильтром 39 и регистрируется прибором 25 постоянного тока. В процессе проведения испытаний на стенде в соответствии с заданным эксплуатационным режимом работы транспортного средства прибором 25 регистрируется амплитуда синусоидальной составляющей момента сопротивления на валу нагрузочного генератора» [22].

Таким образом, разрабатываемый испытательный стенд позволяет существенно повысить точность моделирования реальных эксплуатационных режимов работы колесного транспортного средства. Это достигается за счет реализации принципиально нового подхода к измерению динамических характеристик, основанного на анализе амплитуды переменной составляющей момента, возникающего на валу нагрузочного генератора.

Ключевым преимуществом предложенного решения является возможность регистрации не только статических, но и динамических параметров работы тормозной системы в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации. Особое значение имеет использование современных датчиков момента с высокой частотой дискретизации, что позволяет фиксировать даже незначительные колебания крутящего момента в процессе тестирования.

Стенд для испытания тормозов транспортных средств по а.с. № 375515
представлен на рисунке 3.

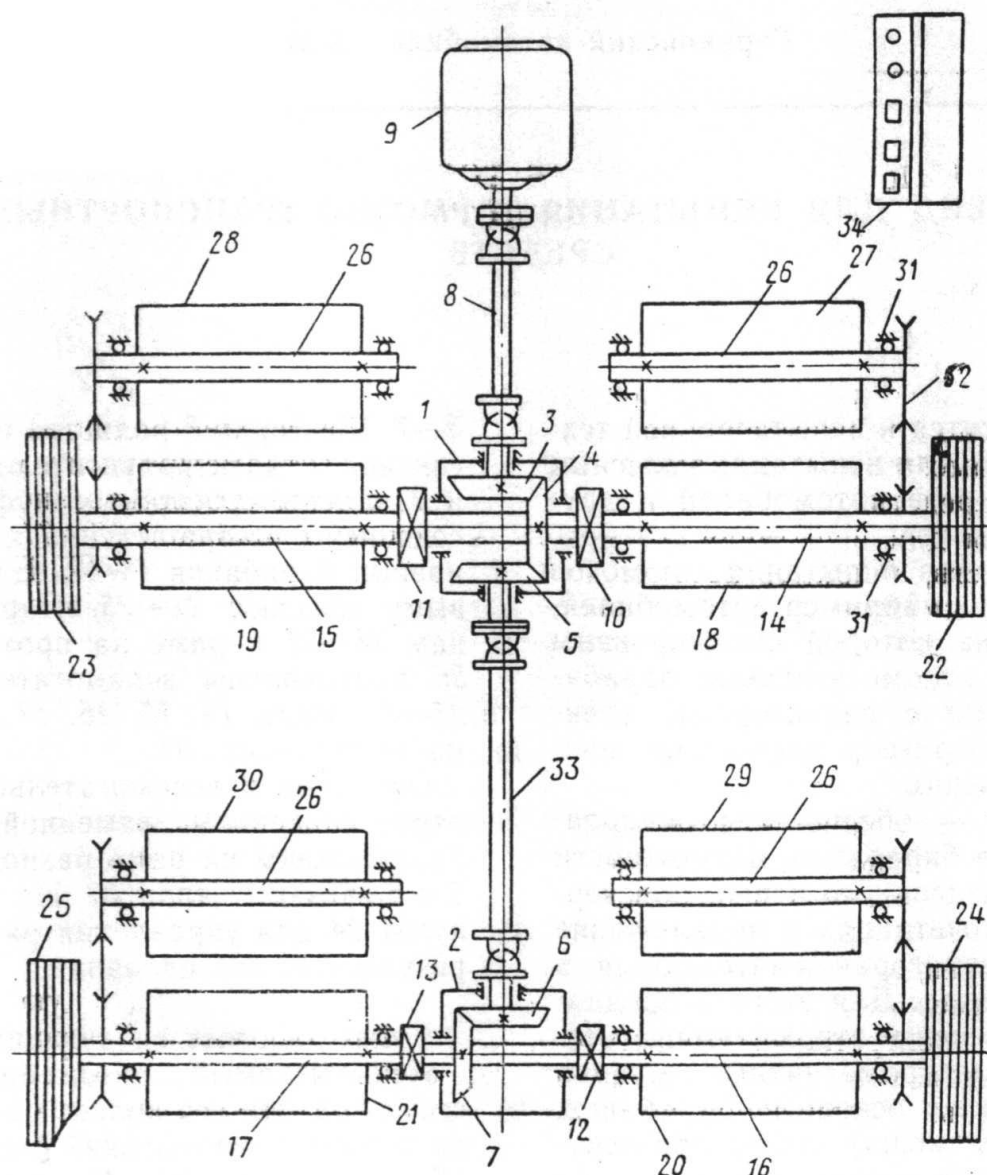


Рисунок 3 – Стенд для испытания тормозов транспортных средств по
а.с. № 375515.

«Стенд содержит смонтированные на раме редукторы 1 и 2 с коническими шестернями 3—7. Шестерня 3 является ведущей и валом 8 связана с электродвигателем 9. Шестерни 4 и 7 электромагнитными муфтами 10—13 присоединены соответственно к валам 14—17 основных барабанов»

[19] 18—21 с наборными дисковыми массами 22—25. «Параллельно барабанам 18—21 к. раме на промежуточных валах 26 прикреплены вспомогательные барабаны 27—30. Валы 14, 15, 16, 17 и 26 установлены на подшипниках 31.

Основные и вспомогательные барабаны попарно соединены ременной передачей 32 и расположены на раме разноговысоко. Шестерни 5 и 6 связаны валом 33. На раме смонтирован пульт 34 для управления работой и фиксации результатов исследования.

Стенд работает следующим образом. Испытываемый автомобиль заезжает на стенд так, что его колеса располагаются между парами разноговысоких барабанов 18, 27, 19, 28. 20, 29 и 21, 30. На концах валов основных барабанов набирается расчетное число дисков, эквивалентное массе автомобиля и приходящейся на данное колесо.

Муфты 10—13 замкнуты. Электродвигателем 9 задается разгон барабанов и колес автомобилей до оборотов, соответствующей заданной скорости испытания, что фиксируется тахометром на пульте управления.

При достижении заданной скорости водитель нажимает на тормозную педаль автомобиля с заданным усилием. При этом одновременно размыкаются электромагнитные муфты, отсоединяя электродвигатель от барабанов, а во вращении остаются только расчетные массы. Нажатие на педаль может быть автоматическим. При нажатии на тормозную педаль происходит процесс торможения на всех колесах, при котором определяется тормозной путь, температура тормозных накладок и т. д. При испытании с приводом от двигателя автомобиля вал 8 отключается» [22].

В «остальном работа стенда повторяется, т. е. производится имитация дорожного торможения, но без влияния таких факторов, как атмосферные осадки и состояние поверхности дорог в условиях безопасности.

При соответствующих включениях электромагнитных муфт представляется возможным производить исследование различного сочетания тормозов автомобиля» [22].

3.3 Анализ технических решений аналогов и их качественная оценка

Оценку преимуществ выполним в виде таблицы 39. Будем оценивать показатели положительного эффекта от 0 до 5 баллов.

Таблица 39 – Достоинства технических решений аналогов

Показатели положительного эффекта	Аналоги		
	А.с. №853465	А.с. №1712813	А.с. №375515
Трудоемкость работ	5	5	4
Точность диагностирования	4	5	4
Надежность	5	4	5
Простота конструкции	5	3	4
Стоимость	5	3	4
Суммарный положительный эффект	24	20	21

Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков аналогов показал, что наибольшую сумму баллов имеет аналог по а.с. №853465. Следовательно, данное техническое решение является наиболее прогрессивным. Его принимаем для использования в проектируемой конструкции.

4 Технологический процесс диагностики тормозов.

4.1 Параметры диагностирования состояния тормозов

Диагностирование технического состояния автомобиля имеет первостепенное значение. От их исправности зависят безопасность движения, топливная экономичность, продолжительность эксплуатации шин и долговечность ряда агрегатов и механизмов автомобиля. Надежность тормозов является одним из условий безаварийной и высокопроизводительной работы транспортных средств. Поэтому к тормозным системам подвижного состава предъявляются высокие требования, сущность которых сводится к постоянному обеспечению минимального тормозного пути в данных условиях движения.

Диагностика технического состояния тормозных систем осуществляется по комплексным и частным параметрам (симптомам). Комплексные симптомы позволяют оценить состояние тормозов в целом. К таким симптомам относятся:

1. Тормозная сила, т.е. сила, развиваемая тормозом каждого колеса, либо суммарная сила, действующая на автомобиль при торможении.
2. Время срабатывания тормозной системы, складываемое из двух периодов – срабатывания привода и срабатывания тормозных механизмов.
3. Величина тормозного пути, расстояние, проходимое автомобилем до полной остановки автомобиля с момента нажатия на педаль тормоза.
4. Величина максимального замедления автомобиля.

Диагностику тормозной системы проводят на специализированных стендах, из которых можно выделить стенды следующих типов: силовые тормозные стенды и инерционные тормозные стенды.

Так как на разрабатываемом нами участке диагностики Д-1 располагается стенд силового типа, то при разработке технологии

диагностики будет принято во внимание особенности проведения диагностики на стендах данного типа.

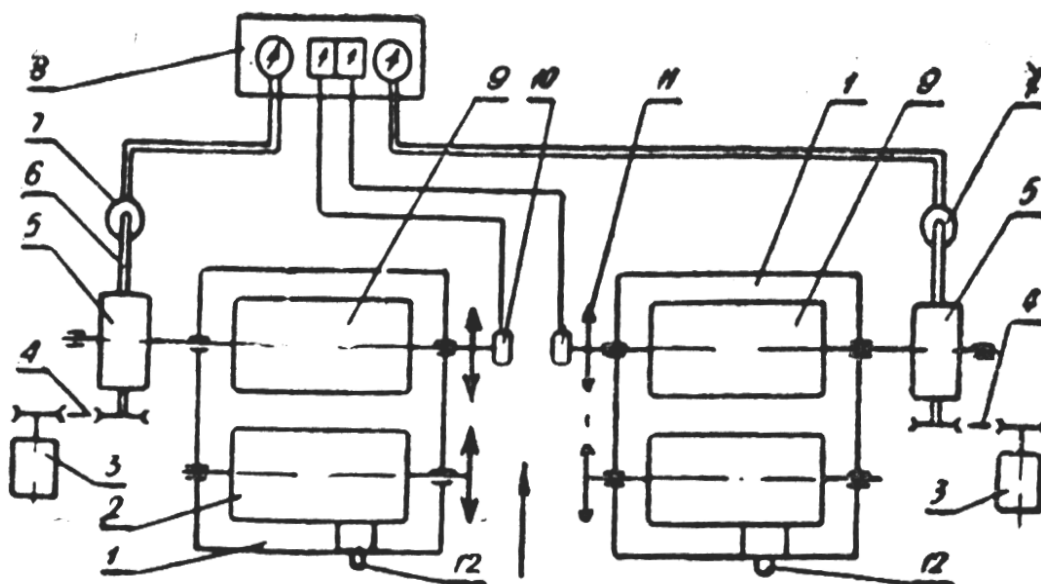
Силовые тормозные стенды, у которых барабаны вращаются с постоянной заданной скоростью, имеют широкое распространение в нашей стране и за рубежом. Они позволяют определять:

- тормозную силу каждого колеса,
- суммарную тормозную силу автомобиля,
- время срабатывания привода тормозной системы,
- время срабатывания каждого тормозного механизма в отдельности,
- наличие овальности (износов на эллипсность) барабанов,
- эффективность действия стояночного тормоза,
- чистоту выключения тормозных механизмов.

Стенды этого типа характеризуются относительной простотой устройства и обслуживания, надежны в работе и обеспечивают точность и стабильность измерений, вполне достаточные для практики.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема силового тормозного стенда для одновременного диагностирования тормозов колес одной оси автомобиля.

Он состоит из двух секций: левой и правой. Каждая из них имеет раму 1, на которой расположены передний 9 и задний 2 барабаны одинакового диаметра. Они соединены цепной передачей 11, вследствие чего оба являются ведущими относительно опирающегося на них автомобильного колеса. Этим достигается наилучшее использование сцепного веса. Приводное устройство состоит из редуктора 5 и электромотора 3, соединенных клиноременной передачей. Пульт 8, на котором находятся измерительные приборы и органы управления стендом, общий на две секции.



1—рама секции, 2 и 9—барабаны, 3—электродвигатель, 4—передача клиноременная, 5—редуктор балансирный, 6—рычаг мессдозы, 7—мессдоза, 8—пульт станда, 10—датчик инерционный, 11—цепная передача, 12—фиксатор.

Рисунок 4 – Тормозной стенд барабанного типа

На рисунке 5 показан «тормозной барабанный стенд КИ-4998 ГосНИТИ. При диагностировании состояния тормозов на этом стенде измеряются симптомы:

- тормозная сила (каждого колеса отдельно),
- одновременность срабатывания тормозных механизмов,
- время срабатывания привода
- усилие нажатия на педаль» [22].

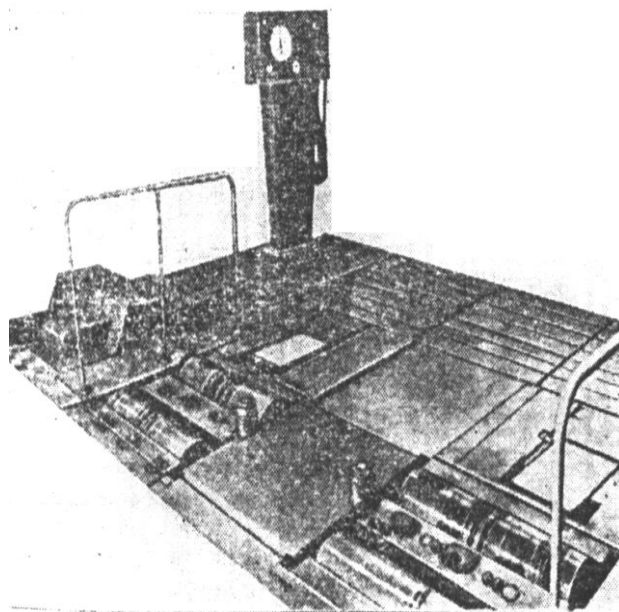


Рисунок 5 – Барабанный стенд КИ-4998 ГосНИТИ для диагностики тормозов

Контроль тормозов осуществляется следующим образом: «после установки автомобиля на стенде и включения привода колеса вращаются с постоянной скоростью, определяемой параметрами привода. Для разных стендов этого типа она колеблется от 2 до 15 км/час. При нажатии на тормозную педаль и срабатывании привода возникает реактивный момент, который стремится повернуть корпус балансирного редуктора 5 в сторону, противоположную направлению вращения барабанов. В связи с тем, что реактивный момент пропорционален тормозному, рычаг 6, закрепленный на корпусе редуктора, воздействует на датчик 7 с усилием, пропорциональным тормозной силе. Величину тормозной силы можно прочесть на указателе пульта. Одновременно с этим срабатывает инерционный датчик 10, а его указатель (на пульте) измерит время срабатывания тормозного механизма.

Величина тормозной силы зависит от усилия нажатия на педаль тормозного привода, поэтому при диагностировании тормозов с гидравлическим приводом применяется специальное переносное устройство, называемое «пневмонога». Оно отрегулировано на заданное усилие и

устанавливается и кабине автомобиля так, чтобы по команде оператора нажимало своим штоком на педаль привода. У пневматических тормозов усилие в тормозном приводе устанавливается по манометру.

Техническое состояние стояночного тормоза оценивается по величине тормозной силы. Для этого устанавливают автомобиль задними колесами на барабаны, раскручивают и тормозят их ручным тормозом» [22].

Инерционные «(динамические) тормозные стенды с беговыми барабанами так же широко распространены, как и силовые. Их отличительной особенностью является наличие маховых масс и число пар барабанов под все колеса диагностируемого автомобиля. Эти массы рассчитаны из условия равенства кинетической энергии поступательно движущегося автомобиля и вращающихся масс стенда, а также распределения тормозных моментов по осям. Маховые массы кинематически связаны с соответствующими барабанами, а через них с колесами диагностируемого автомобиля.

На таких стендах можно измерять: тормозной момент, тормозной путь, замедление, время срабатывания привода и время срабатывания тормозных механизмов. Следует особо отметить, что в этом случае тормозной момент измеряется при динамическом коэффициенте трения тормозных накладок о барабан. Динамический коэффициент не равен статическому, как это иногда принимают в практике. Кроме того, симптом—тормозной (остановочный) путь является наиболее емким и наглядным для оценки технического состояния тормозной системы в целом, т. к. любая неисправность в ней влияет на его величину. В международной практике (в США, Канаде, Швеции и др. странах) эффективность тормозов оценивается, как правило, величинами тормозного пути или замедления (иногда сразу двумя этими параметрами).

Важным преимуществом инерционных стендов является возможность получения высоких скоростей вращения колес автомобиля, что позволяет приближать режимы контроля к эксплуатационным условиям. Наряду с проведением контроля тормозной системы можно на этих стендах проверять тяговые качества (по интенсивности разгона), состояние ходовой части (по

пути затухания движения), топливную экономичность при заданной скорости и т. п.» [22]

4.2 Наиболее характерные неисправности

При проведении работ по диагностике и ремонту приходится сталкиваться с рядом наиболее типичных для гидравлических барабанных тормозов неисправностей, таблица 40.

Таблица 40 – Частые неисправности

Частные симптомы	Возможные неисправности в тормозной системе
Мал свободный ход педали	а) Уменьшен зазор между накладкой и тормозным барабаном
Посторонние шумы при торможении	а) Износ поверхности барабана б) Разрушение тормозной колодки или попадание посторонних предметов в тормозной барабан в) Износ втулки оси крепления колодки
«Проваливание» педали	а) Нарушение герметичности подводящих рукавов б) Попадание воздуха в систему привода
Уменьшение тормозной силы	а) Утечки в системе привода б) Повышенный износ барабана и накладок в) Нарушение регулировки тормозов
Не работает отдельный тормозной механизм	а) Замасливание накладок тормоза. б) Заклинивание поршнейков цилиндра. в) Нарушение регулировки тормозного механизма
Резкое колебание величины тормозной силы (при измерении)	а) Неравномерный износ (овальность) барабана и накладок. б) Нарушение положения одной из колодок
Самозотормаживание одного из колес	а) Уменьшен зазор между барабаном и накладками б) Поломка пружин возврата колодки в) Заклинивание поршнейков гидроцилиндра
Не одновременность срабатывания тормозных механизмов	а) Нарушение зазоров между барабаном и накладками б) Засорение или перекручивание одного из рукавов в) Повреждение уплотнительных колец поршня одного из тормозных механизмов
Слабое или недостаточное затормаживание одного из колес	а) Заедание или заклинивание поршнейков гидроцилиндра б) Обрыв стяжной пружины в тормозном механизме в) Обрыв накладки на одной из колодок

4.3 Технологический процесс диагностирования тормозов

На специализированном стенде «КИ-4998 ГосНИТИ предполагается проверка и регулировка тормозов автомобиля. Автомобиль, поступив на пост, закрепляется, после чего производится замер по всем основным параметрам состояния тормозного механизма в соответствии с методикой проведения замера. После формирования отчета об имеющихся неисправностях в тормозной системе производятся все необходимые регулировки или ремонт. В случае невозможности устранения неисправностей на участке Д-1, автомобиль отправляется в зону ТО или ТР, где и осуществляются необходимые ремонтные операции. После осуществления всех регулировок, автомобиль покидает стенд» [22]. Технологическая карта на проведение процесса диагностики тормозов представлена в таблице 41.

Таблица 41 – Технологическая карта на проведение процесса диагностики тормозов

Наименование операции, перехода	Место выполнения	Исполнитель	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
Подготовка автомобиля	Пост ожидания	Слесарь 3-го разряда			
1.1 Проверить остаточную высоту рисунка протектора	То же	То же	Измерительный щуп	1,0	Не менее 1,5 мм
1.2 Проверить давление в шинах	-	-	Манометр	0,5	Не менее 2,2 Мпа
1.3 Проверить загруженность автомобиля	-	-		0,5	Нагрузка должна соответствовать заводской инструкции

Продолжение таблицы 41

Подготовка стенда	Пост диагност ики	Мастер - диагно ст			
2.1 Осмотреть стенд и барабаны	То же	То же		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
Постановка автомобиля на стенд	-	Водите ль- перего нщик			
3.1 Установить автомобиль передними колесами на центр барабанов	-	То же		0,5	
3.2 Зафиксировать автомобиль	-	Слесар ь 3-го разряд а		1,0	Убедиться в полной фиксации автомобиля
Произвести замер усилия нажатия на педаль					
4.1 Установить динамометр на педаль		Слесар ь 3-го разряд а		0,5	
4.2 Произвести замер усилия нажатия на педаль		То же		0,5	
4.3 Сделать вывод о достаточном усилии		Мастер - диагно ст		0,5	Сообразно параметрам тормозного механизма данной модификации
Измерение времени срабатывания привода	-				
5.1 Установить на педаль «пневмоногу»	-	Слесар ь 3-го разряд а		1,5	

Продолжение таблицы 41

5.2 Произвести имитацию нажатия на педаль	-	Мастер - диагно ст		0,5	
5.3 Произвести замер времени от момента нажатия на педаль до момента появления «схватывания» колеса	-	То же		0,5	
5.4 Сделать вывод о времени срабатывания тормоза	-	-		0,5	Сообразно параметрам тормозного механизма данной модификации
Измерения тормозной силы каждого колеса отдельно	-				
6.1 Произвести пуск барабанов стенда	-	Мастер - диагно ст		1,0	
6.2 Произвести нажатие на педаль тормоза	-	Водите ль- перего нщик		0,5	Блокировка колес не допускается
6.3 Произвести замер тормозной силы в зависимости от показаний на различных реактивных барабанах	-	Мастер - диагно ст		0,5	Операция выполняется для каждого из колес
6.4 Сделать вывод о достаточности тормозной силы	-	То же		0,5	Сообразно параметрам тормозного механизма данной модификации
Измерение синхронности срабатывания тормозов	-				
7.1 Произвести пуск барабанов стенда		Мастер - диагно ст		0,5	
7.2 Произвести нажатие на педаль тормоза	-	Водите ль- перего нщик		0,5	Блокировка колес не допускается

Продолжение таблицы 41

7.3 Произвести замер нарастания тормозной силы для пары колес	-	Мастер-диагност		0,5	
7.4 Сделать вывод о синхронности срабатывания тормозов	-	То же			Сообразно параметрам тормозного механизма данной модификации
Постановка автомобиля на стенд	-	Водитель-перегонщик			
8.1 Установить автомобиль задними колесами на центр барабанов	-	То же		0,5	
8.2 Зафиксировать автомобиль	-	Слесарь 3-го разряда		1,0	Убедиться в полной фиксации автомобиля
Измерение времени срабатывания привода	-				
Выполнить операции 5.1 – 5.4	-				
Измерения тормозной силы каждого колеса отдельно	-				
Выполнить операции 6.1 – 6.4	-				
Измерение синхронности срабатывания тормозов	-				
Выполнить операции 7.1 – 7.4	-				
Освободить стенд	-				
12.1 Произвести расфиксирование автомобиля	-	Слесарь 3р		0.5	
12.2 Поднять площадки стенда	-	Мастер-диагност		0,5	
12.3 Осуществить съезд автомобиля со стенда		Водитель			

В результате разработки раздела была получена таблица проведения процесса диагностики тормозов транспортного средства.

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика

Далее рассмотрим конструктивно-технологическую характеристику стенда для проверки масляного насоса. «Этот стенд является важным инструментом для тестирования и диагностики масляных насосов, обеспечивая безопасность и эффективность работы.

Одним из ключевых аспектов, который необходимо учитывать при создании такого стенда, является травмоопасность для человека. Важно, чтобы все части стенда были безопасными и не представляли угрозы для работающего персонала. Кроме того, риски травм и возможные опасности должны быть минимизированы за счет применения современных технологий и передовых конструкций.

Еще одним важным аспектом является экологичность стенда. При разработке стенда для проверки масляных насосов необходимо учитывать возможное загрязнение окружающей среды. Все материалы, используемые при производстве стенда, должны быть экологически чистыми и безопасными для окружающей среды. Таким образом, можно обеспечить сохранение природы и здоровья человека.

Безопасность для человека – один из главных приоритетов при создании стенда для проверки масляного насоса. Все элементы стенда должны быть надежными и долговечными, чтобы исключить возможные аварийные ситуации и травмы. Также важно предусмотреть специальные меры безопасности, такие как предохранительные устройства и аварийные кнопки, чтобы оператор мог быстро и безопасно остановить работу стенда в случае необходимости.

Таким образом, конструктивно-технологическая характеристика стенда для проверки масляного насоса должна учитывать множество аспектов, включая травмоопасность для человека, риски, экологичность, загрязнение

окружающей среды и безопасность. Только при соблюдении всех этих факторов можно создать надежный и эффективный стенд, который будет обеспечивать безопасность и качество работы» [22].

5.1 Производственно-технологические и эксплуатационные профессиональные риски

Идентификация «производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков в процессе эксплуатации стенда для ремонта масляного насоса является ключевым шагом для обеспечения безопасности труда и эффективности работы. Ремонт масляного насоса может быть опасным процессом из-за масляных загрязнений, острых деталей и других потенциально опасных факторов.

Использование стенда для ремонта масляного насоса автомобиля можно классифицировать следующим образом:

- Неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека - вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания; опасные производственные факторы, приводящие к травме,

- По опасным и вредным производственным факторам стенд можно отнести к факторам, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;

- По опасным и вредным производственным факторам и характеру их действия во времени, стенд относится к постоянно действующим факторам;

- По опасным и вредным производственным факторам и по характеру их действия в пространстве стенд относится к локализованным при нормальных ситуациях, но разлетающиеся (движущиеся,

распространяющиеся) в пространстве производственной среды при аварийных ситуациях;

- По опасным и вредным производственным факторам и по характеру их пространственного распределения стенд относится к распределенные (в поле действия которых находится человек, его рабочее место и т.п.);

- По опасным и вредным производственным факторам производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека стенд относится к факторам, воздействие которых носит физическую природу.

Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, для стенда проверки масляного насоса относятся опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека.

По степени опасности химических веществ, связанных с путями их попадания в организм человека через кожные покровы стенд относится к раздражающим факторам.

Одним из основных рисков является возможность попадания масляных загрязнений на кожу работников. Масляные вещества могут вызвать раздражение, аллергические реакции или даже химические ожоги. Для предотвращения этого риска необходимо обеспечить работников специальной защитной одеждой и средствами индивидуальной защиты.

Другим важным аспектом является осторожное обращение с острыми деталями масляного насоса. Неправильное обращение с такими деталями может привести к травмам, порезам или другим повреждениям. Поэтому необходимо обеспечить работников соответствующими инструкциями по

безопасному обращению с острыми предметами, а также предоставить специальные средства защиты, такие как перчатки и очки.

Кроме того, важно учитывать возможные риски, связанные с оборудованием и технологическими процессами на стенде для ремонта масляного насоса. Неправильная эксплуатация оборудования или несоблюдение технологических процессов может привести к авариям, пожарам или другим негативным последствиям. Поэтому необходимо обеспечить обучение персонала по правильной эксплуатации оборудования, а также проводить регулярные проверки и техническое обслуживание стенда.

В целом, идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков в процессе работы на стенде для ремонта масляного насоса позволяет уменьшить вероятность происшествий, повысить безопасность труда и обеспечить эффективную работу. Регулярное обучение персонала, обеспечение необходимыми средствами защиты и соблюдение правил безопасности являются основными шагами по минимизации рисков и обеспечению безопасной и продуктивной работы на стенде для ремонта масляного насоса» [22].

5.2 Средства и методы защиты

Анализ «эффективности используемых и предлагаемых новых организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной и техногенной безопасности при использовании стенда ремонта масляных насосов является важным этапом для обеспечения безопасности работников и предотвращения возможных аварийных ситуаций. В данном случае ключевую роль играют средства защиты, методы защиты и управления рисками, связанными с шумом, вибрацией, электро-магнитным излучением, вращающимися частями и машинным маслом, которое перекачивает насос.

Одним из основных средств защиты при работе на стенде ремонта масляных насосов являются индивидуальные средства защиты (ИЗЗ), такие

как наушники, защитные очки, респираторы и другие. Использование ИЗЗ позволяет снизить воздействие шума, вибрации на органы чувств и дыхательную систему работников.

Однако одни только ИЗЗ часто недостаточно для полноценной защиты работников от потенциальных опасностей. Поэтому важно также использовать коллективные средства защиты, такие как зоны снижения шума и вибрации, экранирование электро-магнитного излучения, установка предохранительных кожухов на вращающиеся части и системы очистки воздуха от масляных паров.

Помимо средств защиты, важным аспектом является использование методов защиты, например, изменение технологического процесса работы на стенде ремонта масляных насосов с целью снижения воздействия опасных факторов на работников. Например, можно организовать сменный график работы, чтобы снизить время воздействия вредных факторов на одного работника.

Оценка эффективности используемых и предлагаемых мероприятий по обеспечению пожарной и техногенной безопасности на стенде ремонта масляных насосов должна проводиться систематически с учетом изменений в технологическом процессе, обновлении оборудования, появлении новых опасных факторов и других аспектов. Только таким образом можно обеспечить высокий уровень безопасности и предотвратить возможные аварийные ситуации» [22].

5.3 Обеспечение пожарной безопасности стенда

При «работе с машинным маслом необходимо соблюдать все меры пожарной безопасности, чтобы избежать возможных пожаров и ожогов. Масло является воспламеняющимся веществом, поэтому важно быть крайне внимательным и осторожным.

Одним из основных средств тушения пожара является песок. Песок может быть использован для углубления и затушения пламени, а также для охлаждения горячей поверхности. При возгорании масла необходимо осторожно и равномерно распределить песок на месте пожара.

Еще одним эффективным средством тушения пожара является пена. Пена образует плотный слой, который изолирует горящий материал от доступа кислорода и тем самым прекращает горение. При этом необходимо помнить, что пена не подходит для тушения электроприборов и электроустановок.

Вода также может быть использована для тушения пожара, однако при работе с маслом следует быть особенно осторожными. Вода может привести к возникновению огненного шара и усилить пламя, поэтому рекомендуется использовать ее только в крайнем случае.

Для предотвращения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

Не допускать перегрева масла при работе с техникой.

Следить за чистотой и порядком на рабочем месте, избегая скопления легковоспламеняющихся материалов.

Иметь под рукой необходимые средства тушения пожара: песок, пена, огнетушитель.

Проводить регулярные проверки электрооборудования и избегать перегрузки электросети.

Пожаробезопасность агрегатного отделения обеспечивается наличием на участке пожарной сигнализации, включающей датчики тепла и датчики наличия дыма. «К первичным средствам пожаротушения на участке относятся огнетушители типа ОУП (огнетушитель углекислотный порошковый), расположенные на стене, а также емкость с песком для присыпания случайно разлитых легковоспламеняющихся жидкостей.

Вероятный класс пожара на участке – В.

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 кв.м. Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50% их расчетного количества. Агрегатное отделение относится к категории пожароопасности Г.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. В зимнее время (при температуре ниже 1 °С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях. К первичным средствам пожаротушения на участке относятся огнетушители типа ОУП (огнетушитель углекислотный порошковый)» [22].

Емкость с песком для присыпания случайно разлитых легковоспламеняющихся жидкостей. Ящики для песка должны иметь объем 0,5, 1,0, и 3,0 куб.м и комплектоваться совковой лопатой по ГОСТ 3620-76.

Емкости для песка, входящие в конструкцию пожарного стенда, должны быть вместимостью не менее 0,1 куб.м. Конструкция ящика должна обеспечивать удобство извлечения песка и исключать попадание осадков.

Дополнительно в отделении располагается асбестовое одеяло. Асбестовые полотна, грубошерстные ткани и войлок размером не менее 1х1 м предназначены для тушения небольших очагов пожаров при воспламенении веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха.

«Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории объектов должны оборудоваться пожарные щиты (пункты).

При работе с масляным насосом необходимо соблюдать максимальную осторожность и следовать всем правилам безопасности. В случае несоблюдения этих правил, возможно возникновение пожара, что может

привести к серьезным последствиям и угрозе для жизни и здоровья работников.

Одной из основных причин возникновения пожара при работе с масляным насосом является перегрев оборудования из-за неправильного использования или неисправности. Поэтому очень важно регулярно проводить техническое обслуживание и контроль за состоянием насоса.

Для того чтобы в случае возгорания была возможность быстро и эффективно тушить пожар, необходимо иметь специальное оборудование на рабочем месте. Огнетушители должны быть легкодоступными и обязательно проходить регулярную проверку на работоспособность.

В случае возникновения пожара необходимо немедленно применить огнетушитель и попытаться потушить возгорание. При этом следует помнить о своей безопасности и не подвергать себя лишнему риску. Если возгорание не удастся ликвидировать самостоятельно, необходимо вызвать пожарную бригаду.

Важно помнить, что профессионализм и ответственность каждого работника играют ключевую роль в предотвращении пожаров и обеспечении безопасности на рабочем месте. Поэтому необходимо строго соблюдать все правила и инструкции по технике безопасности, проводить регулярные тренировки и обучения сотрудников по действиям в чрезвычайных ситуациях» [22].

В результате выполнения раздела «Безопасность и экологичность объекта» проведена идентификация возникающих профессиональных рисков по осуществляемому производственно-технологическому процессу стендового ремонта масляного насоса автомобиля выполняемым технологическим операциям, видам производимых основных и вспомогательных работ.

Заключение

В результате проведенного исследования в рамках бакалаврской работы был разработан специализированный испытательный комплекс для диагностики масляных насосов. Научная новизна работы заключается в реализации комплексного подхода к проектированию испытательного оборудования, включающего анализ технических требований, изучение эксплуатационных характеристик и разработку методики контроля параметров работы насосных агрегатов.

Техническая значимость проекта подтверждается созданием модульной конструкции стенда, обеспечивающей адаптацию к различным типам масляных насосов за счет вариативной компоновки измерительных модулей. В ходе проектирования были теоретически обоснованы и практически реализованы решения по обеспечению требуемых режимов испытаний, включая проведение прочностных расчетов несущей конструкции и гидравлических расчетов рабочего контура.

Разработанная методика испытаний основана на принципах точной метрологии и предусматривает комплексную оценку рабочих характеристик насосов, включая производительность, давление нагнетания и энергетические параметры. Практическая ценность исследования заключается в создании универсального диагностического оборудования, применимого как в научно-исследовательских учреждениях для изучения рабочих процессов масляных систем, так и на производственных предприятиях для входного и выходного контроля качества.

Полученные результаты имеют существенное значение для развития методов технической диагностики в автомобилестроении, обеспечивая новый уровень контроля качества компонентов смазочных систем. Перспективы дальнейших исследований связаны с автоматизацией процессов измерения и внедрением методов прогнозной аналитики на основе обработки диагностических данных.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Александров А.В. Техническая эксплуатация, диагностирование и ремонт двигателей внутреннего сгорания : учебник (с электронными приложениями) / А.В. Александров, С.В. Алексахин, И.А. Долгов [и др.]. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2024. — 448 с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т.3 [Текст] - 5-е изд. - М.: Машиностроение, 1980.
3. Безопасность труда в промышленности [Текст] / Ткачук К.Н.: Техника, 1982-220с.
4. Болштянский А.П. Основы конструкции и содержания автомобиля. Системы зажигания ДВС. Трансмиссия автомобиля. Подвеска автомобиля : учебное пособие / А. П. Болштянский, В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко, А. С. Тегжанов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-1412-8.
5. Васильев, П. А. Грузовое АТП на 400 автомобилей Соболь БИЗНЕС 2752-757. Моторное отделение [Текст] – Тольятти: ТГУ, 2018.
6. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2024. – 22 с.
7. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация".
8. Гоц А. Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени : учеб. пособие / А.Н. Гоц. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Форум; НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с.
9. Губский, Д. О. Пассажирское АТП на 400 автобусов ЛиАЗ-5256. Зона текущего ремонта [Текст] – Тольятти: ТГУ, 2018.
10. Живоглядов, Н.И. Методические указания к расчету технологического оборудования [Текст] - Тольятти, ТолПИ, 1994 - 67с.

11. Кобозев, А.К. Тракторы и автомобили: теория ДВС [Электронный ресурс] : курс лекций / А.К. Кобозев, И.И. Швецов. - Ставрополь: СтГАУ, 2014. - 189 с.
12. Ковалевский, В. И. Автомобильные двигатели. Основы теории : учебное пособие / В. И. Ковалевский. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 224 с.
13. Крамаренко, Г.В. Техническое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] / Г.В. Крамаренко, И.В. Барinov. - М.: Транспорт, 1985. - 230 с.
14. Кудинова, Г.Э. Методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» и по направлению 190500 «Эксплуатация транспортных средств» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») [Текст] - Тольятти: ТГУ, 2011.-25 с.
15. Макушев, Ю. П. Динамика двигателей внутреннего сгорания : учебно-методическое пособие / Ю. П. Макушев. - Омск : СибАДИ, 2022. - 56 с.
16. Малкин, В.С., Епишкин В.Е. Методические указания по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] - Тольятти: ТГУ, 2008 -59с.
17. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] / Г.М. Напольский [Текст] - М.: Транспорт, 1991. - 320 с.
18. Петин Ю.П. Технологический расчет предприятий автомобильного транспорта: Метод. указания [Текст] / Сост. Петин Ю.П., Соломатин Н.С. - Тольятти: ТолПИ, 1991 -65 с.
19. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию МАЗ [Текст] / Корсаков В.В., Кузин Н.И. - М.: Третий Рим, 2001-144 с.

20. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 368 с.

21. Сысоев К.А. Проектирование региональной БЦТО и Р автомобилей по Поволжскому региону. Корпус по ремонту легковых автомобилей [Текст] / Сысоев К. А.: Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей. ВКР. 2017.

22. Технологический расчет предприятий автомобильного транспорта: Метод. указания [Текст] / Сост. Петин Ю.П., Соломатин Н.С. - Тольятти: ТолПИ, 1991 -65 с.

23. Zhang J., Li Y., Wang H. Regenerative Braking Systems in Hybrid Vehicles: Testing and Evaluation // International Journal of Automotive Technology. 2020. Vol. 21, No. 5. P. 1237–1250. DOI: 10.1007/s12239-020-0123-7.

24. García P., Fernández R., Boada M. J. Design and Implementation of a Brake Test Bench for Hybrid and Electric Vehicles // 2020 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES). 2020. P. 1–6. DOI: 10.1109/ICVES.2019.8906403.

25. Thompson S., Harris M. Development of a Universal Test Rig for Hybrid Vehicle Braking Systems // SAE Technical Paper. 2021. No. 2021-01-0865. DOI: 10.4271/2021-01-0865.

26. Kim S., Park J., Lee K. Performance Analysis of Regenerative Braking in Hybrid Vehicles Using Dynamometer Testing // Energies. 2022. Vol. 15, No. 5. Art. 1672. DOI: 10.3390/en15051672.

27. Müller B., Braun T. A Novel Approach to Brake Testing for Hybrid Electric Vehicles // FISITA World Automotive Congress. 2020. P. 1–10.