

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

направленность (профиль)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Пассажирское АТП на 340 автобусов малого и среднего класса. Участок ЕО.

Обучающийся

М.А. Гончаров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Зотов

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

Консультанты

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

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

Тольятти 2024

Аннотация

Проведено проектирование производственного корпуса автотранспортного предприятия (АТП) на 340 автобусов малого и среднего класса. Разработана планировка производственного корпуса и участков косметической и углубленной мойки. Проработаны вопросы автоматизации управления установками для бесконтактной мойки автобуса.

Выполнен расчет установки для бесконтактной мойки под высоким давлением. Разработаны сборочный чертеж и рабочие чертежи некоторых деталей установки.

Разработана технологическая карта операций по уборке салона и косметической мойке кузова автобуса. Проведен расчет себестоимости косметической мойки одного автобуса.

Пояснительная записка бакалаврской работы состоит из введения, 5-ти разделов, заключения, и списка используемой литературы: 78 стр., 10 рисунков, 34 таблиц. Графическая часть дипломного проекта состоит из 1 листа формата А2х3 и 5 листов формата А1.

Содержание

Введение	5
1 Автотранспортное предприятие – технический проект	6
1.1 Техническо-экономическое обоснование проекта	6
1.2 Технологический расчет АТП	10
1.2.1 Определение производственной программы и годовых объемов работ	10
1.2.2 Расчет необходимого числа постов по видам работ и численности рабочих	19
1.2.3 Расчет площади операционных зон и производственных помещений	28
1.3 Планировочное решение производственного корпуса	32
2 Зона ЕО. Рабочий проект	33
2.1 Основные технологические процессы зоны ЕО	33
2.2 Персонал и оборудование зоны ЕО	34
2.3 Расчет площади участка ЕО автопредприятия	35
2.4 Инженерные коммуникации	37
2.5 Меры по автоматизации и организации работ в зоне	39
2.6 Противовирусные мероприятия в период ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки	40
3 Конструкторская часть	42
3.1 Техническое задание на проектирование установки	42
3.1.1 Область применения проектируемой установки	42
3.1.2 Условия эксплуатации проектируемой установки	43
3.1.3 Основание и цель разработки установки для мойки	44
3.1.4 Технические требования к установке мойки автобусов	44
3.1.5 Порядок контроля и приёмки установки мойки автобусов	47
3.2 Техническое предложение по конструкции установки мойки	47
3.2.1 Выбор общей концепции установки	47

3.2.2	Определение конструкторского решения	50
3.3	Конструктивные расчеты установки	52
3.4	Руководство по эксплуатации установки для мойки автобусов	58
3.4.1	Техническая характеристика	58
3.4.2	Требования к монтажу и транспортировке установки	58
3.4.3	Общие меры безопасности при эксплуатации установки	59
3.4.4	Техническое обслуживание установки	59
3.5	Сравнение технических характеристик спроектированной мойки с существующими конструкциями	60
4	Технологический процесс косметической мойки автобусов	62
4.1	Цели и задачи косметической мойки автобусов	62
4.2	Описание техпроцесса	63
4.3	Разработка карты технологических операций	64
5	Экономический раздел	67
5.1	Технико-экономическое обоснование производимых расчетов	67
5.2	Определение затрат на материалы на участке косметической мойки	67
5.3	Определение величины амортизационных отчислений на участке косметической мойки	68
5.4	Расчет затрат на электроэнергию на участке косметической мойки	69
5.5	Расчет затрат на заработную плату основных производственных рабочих участка	70
5.6	Определение величины стоимости нормо-часа и стоимости мойки одного автобуса	72
	Заключение	75
	Список используемых источников	76

Введение

В крупных городах с интенсивным развитием промышленности и высокой плотностью населения возникает необходимость в эффективной организации перевозок внутри города и прилегающих населенных пунктах. Для обеспечения такого объема пассажиров необходимо задействовать автобусную связь, а в больших городах «миллионниках» применяется метрополитен. На маршрутах с небольшим количеством пассажиров и вне часа-пика предпочтительнее эксплуатация автобусов меньшей и средней вместимости по соображениям экономической целесообразности. В эпоху угрозы COVID-19 и других вирусных инфекций, эксплуатация малогабаритных автобусов снижает число пассажиров внутри одного транспортного средства. Уменьшение количества потенциальных контактов снижает риск быстрого распространения инфекции.

Основной целью автодорожного пассажирского транспорта является удовлетворение потребностей граждан в перемещениях, обеспечивая при этом безопасность и соблюдение установленных временных рамок. Для поддержания финансовой стабильности автомобильных предприятий важно реализовать стратегии сокращения эксплуатационных расходов.

Обеспечение надежности функционирования автобусного парка достигается за счет создания соответствующего своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта.

1 Автотранспортное предприятие – технический проект

1.1 Технико-экономическое обоснование проекта

В большинстве городов автотранспорт проводит основную часть городских пассажирских перевозок, выполняя как внутригородские, так и пригородные и междугородные направления. В периоды максимальной нагрузки на маршрутах с большим числом пассажиров логично задействовать автобусы с увеличенным объемом посадочных мест. На менее популярных направлениях и вне пиковых часов целесообразнее задействовать автобусы меньшей и средней вместимости, обеспечивая наиболее эффективную частоту отправок.

Анализ потенциальной применимости проекта АТП на 340 автобусов малого и среднего класса возможен без привязки к определенному городу, так как, предприятие такого масштаба больше подходит для больших городов, нежели для малонаселенных городов или районных административных центров. Этот проект способен стать дополнением к действующим транспортным организациям. Взамен старых или плохо расположенных транспортных объектов стоит рассмотреть возможность возведения такого сооружения в большом городе.

В исследовании [25] о транспортной системе Нижнего Новгорода выявлено, что благодаря наличию обширных районов с малоэтажным строительством и развитым промышленным комплексом, реализация автономного транспортного проекта может оказаться эффективной.

Для увеличения производительности компании при покупке автобусов стоит обратить внимание на отечественные марки с высокой степенью локализации производства, особенно когда есть вероятность введения карантинных мер. Также необходимо достичь высокой степени стандартизации компонентов и сборочных единиц, благодаря чему сократится количество хранящихся запасных частей. Рекомендуется наличие

нескольких типов салонов для успешной адаптации к разнообразным маршрутам. Продукция Павловского автобусного завода, обладает высоким уровнем локализации, что очень важно при введенных против РФ санкциях. На рисунках 1 и 2 представлены модели автобусов ПАЗ малого и среднего класса.



Рисунок 1 - Автобус ПАЗ-320402



Рисунок 2 - Автобус ПАЗ-320412

По сравнению с базовой моделью, ПАЗ-320412 обладает удлиненной на 960 миллиметров колесной базой и улучшенной подвеской, что способствует повышению устойчивости при движении по скользкой дороге и комфортности для пассажиров.

Две двери облегчают операцию входа/выхода для пассажиров, а водитель имеет свою личную дверь. На рисунке 3 продемонстрировано рабочее пространство водителя, которое оснащено передовым оборудованием, гарантирующим комфортность и соответствие анатомическим особенностям человека.



Рисунок 3 - Вид рабочего места водителя автобусов ПАЗ-320402(412)

Завод поставляет на рынок различные модификации автобусов, которые хорошо специализируются для городских, пригородных и междугородних перевозок. Варианты реализаций таких решений представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 - Автобус ПАЗ-320412, варианты планировки салона

Создание оптимального автобусного парка для разных пассажирских направлений становится возможным благодаря обширной линейке салонных модификаций. Для определения числа автобусов различных типов и моделей необходимо изучить фактическую транспортную нагрузку, однако данный аспект не исследуется в рамках этой работы. Согласно техническому заданию, автобусный парк будет насчитывать 340 единиц техники.

Проектирование здания автотранспортного предприятия возможно без точной классификации автобусов, так как модели ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 основываются на единой структурной платформе.

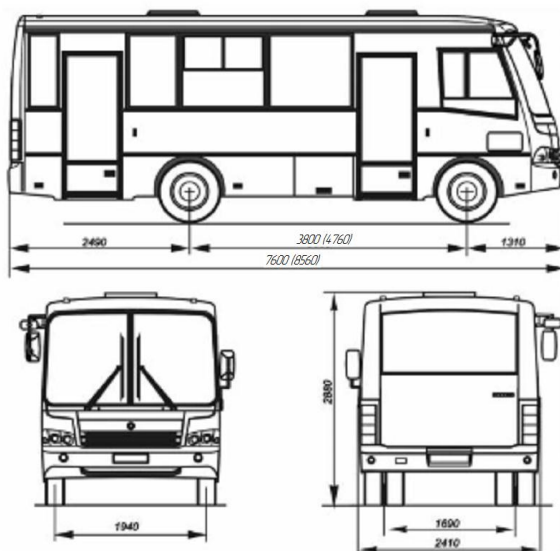


Рисунок 5 - Автобусы ПАЗ-320402 (ПАЗ-320412)

Из материалов [1] получены габаритные размеры базовых моделей автобусов и представлены на рисунке 5 и в таблице 1.

Таблица 1 - Габаритные размеры выбранных автобусов

Габаритный параметр	ПАЗ-320402	ПАЗ-320412	Максимум
ширина, мм	2410	2410	2410
длина, мм	7600	8560	8560
высота, мм	2880	2880	2880

Основные ключевые параметры выбранных автобусов представлены в таблице 2. Так как различные модификации автобусов имеют разную максимальную вместимость, согласно данных таблицы 2 от 43 до 60 пассажиров, то такая валитарность позволит реализовывать рациональный подход к организации пассажирских перевозок, как внутри городских, так и межрайонных.

Таблица 2 - Технические характеристики выбранных автобусов

Параметр транспортного средства	ПА3-320402	ПА3-320412
ДВС - дизель	Cummins ISF 3.8s3168	
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	122 (166) при 2500 об/мин	
Рабочий объем, см ³	3760	
Экологическая безопасность двигателя	EURO – 4	
КПП	ZF S5-42, мех., 5-ст.	
Максимальный расход топлива, л/100 км		
- при 80 км/ч	21,50	22,80
- при 60 км/ч	17,00	17,90
Полная вместимость	53-43	60-52
Количество сидений	17-25	21-30
Снаряженная масса автобуса, кг	5580	6910
Полная масса автобуса, кг	10000	11500
Колея задней оси автобуса (между серединами сдвоенных шин), мм	1690	1780
Колея передней оси автобуса, мм	1940	2075
Внешний минимальный радиус поворота автобуса по зеркалам, мм	8900	11000

1.2 Технологический расчет АТП

1.2.1 Определение производственной программы и годовых объемов работ

В рамках этого проекта разрабатывается технический план для автобусного парка, включающего 340 транспортных средств малого и среднего класса. На основе единого шасси были выбраны подходящие модели автобусов – ПА3-320402 и ПА3-320412 в предыдущем разделе. При разработке проекта определится аналог размеров автобуса, соответствующих самым большим параметрам выбранных моделей, это позволит размещаться любой из выбранных моделей (даже с некоторым запасом) в зонах ТО и ТР. При этом также необходимо учитывать при проектировании выполнения различных маневров внутри производственного корпуса, что минимальный радиус поворота выбранных моделей составляет 11м.

Проведя анализ технического задания на проектную работу, разместим исходные данные для технологического проекта АТП в таблицу 3.

Таблица 3 - Исходные данные для технологического проекта АТП

Наименование данных	Обозначение	Значение
Число обслуживаемых автобусов, шт.	A_u	340
Количество рабочих дней в году для автопредприятия	D_z	365
Количество рабочих дней в году для ТО и ТР	D_{zmo}	305
Категория эксплуатации	-	III
Пробег с начала эксплуатации, км	L	$(0,56 \div 0,70) \text{LCП}$
Среднесуточный пробег, км	l_{cc}	150
Нормативный пробег до ТО-1, км	L_{1H}	6000
до ТО-2, км	L_{2H}	12000
до КР, км	L_{TPH}	320000
Цикл мойки автобусов, дн.	D_M	1
Габаритные размеры авт. длина, мм	D_a	8560
для макс. габарита ширина, мм	$Ш_a$	2410
высота, мм	B_a	2880
Площадь проекции автобуса, м ²	f	20,63

Проведем расчёт УМР используя выражение:

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

$$L_M = 1 \cdot 150 = 150 \text{ км}$$

Выполнение расчетов по периодичности ТО-1, ТО-2 и текущего ремонта осуществляется с использованием корректирующих нормативных параметров K_1 - K_5 . В таблице 4 представлены конкретные значения корректирующих коэффициентов, применяемых в данном проекте. Для условий средней полосы Российской Федерации определены коэффициенты коррекции. Учитывая эти параметры, рассчитывается расстояние до проведения первого технического обслуживания:

$$L_1 = L_{1H} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2)$$

$$L_1 = 6000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4800 \text{ км}$$

Таблица 4 - Величины коэффициентов корректировки нормативных параметров

Наименование корректировочного коэффициента	Обозначение	Значение
«Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от условий эксплуатации»[4]	K_1	0,80
«Коэфф. учета типов и модификаций подвижного состава»[4]	K_2	1,00
«Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от природно-климатических условий»[4]	K_3	1,00
«Коэфф. учета степени изношенности транспортных средств»[4]	K_4	1,40
«Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от количества технологически совместимых групп»[4]	K_5	0,85

Согласно методики расчётов, «определим пробег до ТО-2 (L_2), с учетом коэффициентов корректировки нормативных параметров, определенных для условий средней полосы РФ по данным из материалов [18].

$$L_2 = L_{2H} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (3)$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 9600 \text{ км}$$

Учитывая коэффициенты корректировки, определяем пробег до выполнения работ по КР»[21]:

$$L_{TP} = L_{TPH} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (4)$$

$$L_{TP} = 320000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 256000 \text{ км}$$

Пробеги до ТО-1, ТО-2 и ТР сделаем кратными суточному пробегу. Результаты расчетов представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Цикловые пробеги скорректированные

Вид обслуживания	Базисный пробег, км	Коэффициент кратности	Скорректированный пробег, км
ТО-1	150	32	4800
ТО-2	4800	2	9600
ТР		54	259200

Установим цикловой пробег равным пробегу до капремонта:

$$L_{Ц} = L_{КР} = 259200 \text{ км}$$

Таким образом, число капремонтов автобуса за цикл, естественно получили равным единице.

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

$$N_{КР} = \frac{259200}{259200} = 1$$

Число обслуживаний автобуса в ТО-2 за цикл определяется выражением:

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

$$N_2 = \frac{259200}{9600} - 1 = 26$$

Число обслуживаний автомобиля в ТО-1 определяется выражением

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

$$N_1 = \frac{259200}{4800} - (26 + 1) = 27$$

Цикловое число обслуживаний автобуса в ЕО определяем по формуле:

$$N_{ЕО} = \frac{L_{Ц}}{L_{СС}} \quad (8)$$

$$N_{ЕО} = \frac{259200}{150} = 1728$$

Число обслуживаний автобуса в косметической мойке определим по формуле:

$$N_M = \frac{L_{Ц}}{L_M} \quad (9)$$

$$N_M = \frac{259200}{150} = 1728$$

Устанавливаем число дней нормативного простоя равным нулю:

$$D_{нпг} = 0 \text{ дн.}$$

Определяем количество рабочих дней в году из выражения:

$$D_{гц} = D_{г} - D_{нпг} \quad (10)$$

$$D_{гц} = 365 - 0 = 365 \text{ дн.}$$

Определяем число дней эксплуатации автобуса за цикл:

$$D_{гэц} = \frac{L_{ц}}{L_{сц}} \quad (11)$$

$$D_{гэц} = \frac{259200}{150} = 1728 \text{ дн.}$$

Нормативный простой автобуса в ТО и ТР устанавливаем согласно рекомендациям [4]:

$$d_{н} = 0,25 \text{ дн./1000км при коэффициенте сменности 1.}$$

Согласно рекомендаций [4] нормативный простой автобуса в ТО и ТР можно определить по формуле:

$$d = d_{н} \cdot K_4 \cdot K_{см} \quad (12)$$

$$d = 0,25 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,35 \text{ дн./1000км}$$

Для определения времени, необходимого для ремонта автобуса в специализированной мастерской, важно учесть ряд факторов:

$$D_{дос} = 0 \text{ дн.}$$

Простой автомобиля в капитальном ремонте:

$$D_{крн} = 0 \text{ дн.}$$

Сумма затрат на капитальный ремонт автобуса составит значение, рассчитанное на основе вышеуказанных данных:

$$D_{кр} = D_{крн} + D_{дос} \quad (13)$$

$$D_{кр} = 0 + 0 = 0 \text{ дн.}$$

Вычислим общее число дней планового простоя при проведении ТО и ТР за цикл эксплуатации одного автобуса:

$$D_{PI} = \frac{d \cdot L_{II}}{1000} + D_{KP} \cdot N_K \quad (14)$$

$$D_{PI} = \frac{0,35 \cdot 259200}{1000} + 0 \cdot 1 = 91 \text{ дн.}$$

Рассчитаем величину коэффициента технической готовности:

$$\alpha = \frac{D_{ГЭЦ}}{D_{ГЭЦ} + D_{PI}} \quad (15)$$

$$\alpha = \frac{1728}{1728 + 91} = 0,95 \text{ о.е.}$$

Отношение количества ежегодных технических осмотров автобуса к общему количеству его обслуживания за этот период времени:

$$\eta = \frac{D_G \cdot \alpha}{D_{ГЭЦ}} \quad (16)$$

$$\eta = \frac{365 \cdot 0,95}{1728} = 0,201$$

Отношение количества ежегодных технических осмотров к общему количеству циклических проверок автобусов:

$$N_G = N \cdot \eta \quad (17)$$

$$\sum N = N_G \cdot A_H \quad (18)$$

В таблицу 6 внесены данные расчетов годового плана производства предполагаемого завода согласно формулам 17 и 18.

Таблица 6 - Годовая производственная программа автопредприятия

Вид технического воздействия	Число обслуживаний за цикл N, авт.	η	Аи, авт.	Число обслуживаний автобуса за год N _Г , авт.	Годовая производственная программа, авт.
КР	0	0,201	340	0	0
ТО-1	27			5	1700
ТО-2	26			5	1700
Мойка	1728			347	117980
ЕО	1728			347	117980

Определение объема ежедневной программы по техобслуживанию автобусов осуществляется с помощью формулы:

$$N_c = \frac{\sum N}{D_{\Gamma}} \quad (19)$$

Сначала рассчитаем суточную производственную программу по формуле 19, после чего внесем данные в таблицу номер семь.

Таблица 7 – Суточная программа предприятия

Вид технического воздействия	Годовая производственная программа $\sum N$, авт.	Количество рабочих дней в году D_{Γ} , дни	Суточная программа N_c , авт.
ТО-1	1700	305	6
ТО-2	1700	305	6
ЕО	117980	365	323
Мойка	117980	365	323

Определение годовой программы технического обслуживания автобусов на станциях типа Д-1 возможно с помощью формулы:

$$N_{Д1\Gamma} = \sum N_{ТО1} + \sum N_{ТО2} + 0,1 \cdot \sum N_{ТО1} \quad (20)$$

$$N_{Д1\Gamma} = 1700 + 1700 + 0,1 \cdot 1700 = 3570 \text{ авт.}$$

Определение годовой программы технического обслуживания автобусов на станциях типа Д-2 возможно с использованием формулы:

$$N_{Д2\Gamma} = \sum N_{ТО2} + 0,2 \cdot \sum N_{ТО2} \quad (21)$$

$$N_{Д1\Gamma} = 1700 + 0,2 \cdot 1700 = 2040 \text{ авт.}$$

Определение суточной программы обслуживания автобусов на постах Д-1 возможно с помощью формулы:

$$N_{Д1C} = \frac{N_{Д1\Gamma}}{D_{\Gamma}} \quad (22)$$

$$N_{Д1C} = \frac{3570}{305} = 12 \text{ авт.}$$

Определение суточной программы обслуживания автобусов на постах Д-2 возможно с помощью формулы:

$$N_{Д2С} = \frac{N_{Д2Г}}{Д_Г} \quad (23)$$

$$N_{Д1С} = \frac{2010}{305} = 7 \text{ авт.}$$

Исходя из предоставленной информации, таблица 8 содержит данные о расчетных ежегодных объемах выполненных работ. Согласно указанным рекомендациям [4], определены коэффициенты механизации для технических обслуживаний и текущих ремонтов – 0,8, и для ежегодных осмотров – 0,7.

Таблица 8 - Трудоемкость по видам технического воздействия

Вид технического воздействия	Обозначение параметра	Нормативная трудоемкость	Единица измерения
ЕО	$t_{EOн}$	0,6	чел.·ч
ТО-1	$t_{ТО1н}$	5,5	чел.·ч
ТО-2	$t_{ТО2н}$	15,5	чел.·ч
ТР	$t_{ТРн}$	5,0	чел.·ч /1000км

Определение скорректированных трудоемкостей осуществляется с помощью формул для каждого типа работы:

$$t = t_H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M \quad (24)$$

$$t_{ТР} = t_H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M \quad (25)$$

Результаты расчетов разместим в таблице 9.

Таблица 9 – Обслуживание автобусов включает скорректированные годовые трудоемкости всех видов воздействий

Вид тех. воздействия	Обозначение параметра	Расчетные данные	Трудоемкость корр., чел.·ч
ЕО	t_{EO}	$0,6 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,7$	0,36
ТО-1	$t_{ТО1}$	$5,5 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8$	3,74
ТО-2	$t_{ТО2}$	$15,5 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8$	10,54
ТР	$t_{ТР}$	$5 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,85 \cdot 0,8$	3,81

Определение годовых объемов основных видов деятельности автопредприятия возможно через использование соответствующих математических формул:

$$T = \sum N \cdot t \quad (26)$$

$$T_{TP} = \frac{L_{CC} \cdot D_{\Gamma} \cdot \alpha \cdot A_{II}}{1000} \quad (27)$$

Результаты расчетов разместим в таблице 10.

Таблица 10 - Основными видами технических воздействий

Вид технического воздействия	Годовая произв. программа АТП ΣN, авт.	Скорректированная трудоемкость, чел.·ч	Годовой объем работ АТП, чел.·ч
ТО-1	1700	3,74	6358
ТО-2	1700	10,54	17918
ЕО	117980	0,36	42119
ТР	150 · 305 · 0,95 · 3,81 · 340 / 1000		56301
Суммарная трудоемкость ΣТ, чел.·ч			122696

«Доля трудоемкости по диагностированию рассчитывается относительно годовой трудоемкости технического обслуживания и ремонта. Для ТО-1 доля составит 8%, для ТО-2 – 6%, а для ремонтных работ – всего лишь 2%. Диагностические работы распределяются между Д-1 и Д-2 в соотношении 60% к 40%»[4]. Определим объемы работ по Д-1 и Д-2. Результаты расчетов разместим в таблице 11.

Таблица 11 – Скорректированные данные о трудоемкости работ

Вид воздействия	Доля работ по диагностике	Тд, чел.·ч	Д-1, чел.·ч	Д-2, чел.·ч	Скорр. трудоемкость работ, чел.·ч
ТР	2%	1126,0	675,6	450,4	55175,3
ТО-1	8%	508,6	305,2	203,5	5849,4
ТО-2	6%	1075,1	645,0	430,0	16842,9
ИТОГО	-	2709,7	1625,8	1083,9	77867,6

Рассчитаем трудоемкости диагностических работ (Д-1 и Д-2):

$$t_{д1} = \frac{T_{д1Г}}{\sum N_{д1Г}} \quad (28)$$

$$t_{ТО1} = \frac{1769,3}{3885} = 0,46 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{д2} = \frac{T_{д2Г}}{\sum N_{д2Г}} \quad (29)$$

$$t_{ТО2} = \frac{1179,5}{2220} = 0,53 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

Определим трудоемкости обслуживания для одного автобуса в ТО-1 и ТО-2:

$$t_{ТО1} = \frac{T_{ТО1Г}}{\sum N_{ТО1Г}} \quad (30)$$

$$t_{ТО1} = \frac{6365,5}{1850} = 3,44 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{ТО2} = \frac{T_{ТО2Г}}{\sum N_{ТО2Г}} \quad (31)$$

$$t_{ТО1} = \frac{18329,1}{1850} = 9,91 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

Для каждого типа задач определим объем работы, учитывая место их реализации – внутри подразделений и на рабочих станциях.

1.2.2 Расчет необходимого числа постов по видам работ и численности рабочих

При выполнении косметического ухода за автобусами осуществляются операции по очистке, мытью и сушке. В рамках ЕО осуществляется глубокая очистка, а при угрозе распространения COVID-19 выполняются дополнительные мероприятия по обеззараживанию салонов. После завершения маршрута автобус требует немедленной дезинфекции. До тех пор, пока точный срок выполнения этих задач остается неясным, их классифицируют как временные проекты, реализация которых может

осуществляться через привлечение дополнительных сотрудников или же заключением договора с внешним исполнителем[20].

Используя формулу, мы определим величину программы для глубокой очистки автобусов за сутки:

$$N_{yc} = 1,6 \cdot (N_{1c} + N_{2c}) \quad (32)$$

$$N_{yc} = 1,6 \cdot (6 + 6) = 20 \text{ авт.}$$

Определение суточной программы косметического обслуживания автобусов осуществляется с помощью данного математического выражения:

$$N_{kc} = N_{eoc} - N_{yc} \quad (33)$$

$$N_{kc} = 323 - 20 = 303 \text{ авт.}$$

Из-за большого объема работы по программе, было решено разместить станции для мытья автобусов в форме конвейера. Определение количества линий и выбор оптимального числа стойки для мытья автобусов косметического типа потребует расчета. Формулы, указанные ниже, применяются для получения данных, представленных в таблице 12.

Формула позволяет определить такт линии:

$$\tau = \frac{t_i \cdot 60}{P_l} + t_n, \quad (34)$$

где t_i – трудоемкость выполнения моечных работ, чел.·ч;

t_n – время на перемещение автомобиля между постами, мин.;

P_l – число рабочих на линии.

Ритм работы производственной линии определяем по формуле:

$$R = \frac{(T_{об} \cdot 60)}{N_c}, \quad (35)$$

где $T_{об}$ – время работы оборудования линии в сутки;

N_c – суточная программа по виду мойки, авт.

Необходимое количество линий обслуживания определяется выражением:

$$m_{eo} = \frac{\tau}{R} \quad (36)$$

Процесс производства косметического обслуживания автобуса состоит из четырех стадий очистки корпуса с использованием аппаратов, функционирующих под большим напором. Сначала происходит смачивание автомобиля на первой станции, затем на второй удаляются грязь и пыль под сильным напором воды, после этого на третьей наносятся очищающие средства, и в завершение на четвертой проводится тщательное ополаскивание. Эффективность использования времени достигается за счет одновременного выполнения внутренней уборки салона и внешнего мытья автомобиля, что способствует сокращению общего времени на косметическую мойку.

Таблица 12 - Расчет косметической мойки автобусов

Вид мойки	t_D , чел.·ч	$T_{об}$, час	P_L , чел.	t_n , мин.	τ , мин.	R, мин.	m_{EOpac} , линий	m_{EOpr} , линий
Косметическая	0,36	8	4	0,8	5,08	1,58	3,9	4

Решение о развертывании четырех линий производства косметических средств для мытья принято после проведения соответствующих расчетов; их планируется разместить в западной секции производственного здания. Влагонепроницаемая стена полностью отделяет мойку от основной конструкции здания, а также предусмотрены герметизаторы на дверях для блокировки проникновения влажности. Процесс становится более удобным и непрерывным благодаря тому, что каждая линия мойки обладает возможностью сквозного проезда через корпус[20].

Определение количества процедур глубокой очистки основывается на использовании определенных математических формул.

Формула позволяет определить такт сообщения:

$$\tau = \frac{t_{on} \cdot 60}{P_{on}} + t_3, \quad (37)$$

где t_{on} – трудоемкость выполнения операции на посту, чел. · ч;

t_3 – время на заезда/выезда автомобиля на пост, мин.;

P_{on} – число рабочих выполняющих операцию на посту.

Ритм работы поста определяем по формуле:

$$R = \frac{(T_{об} \cdot 60)}{N_c}, \quad (38)$$

где $T_{об}$ – время работы оборудования поста в сутки;

N_c – суточная программа по выполняемой операции, авт.

Необходимое число постов обслуживания определяется выражением:

$$x_d = \frac{\tau}{R} \quad (39)$$

С помощью формул 37-39 определим количество циклов глубокой очистки, после чего данные будут представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Расчет постов для углубленной мойки

Вид мойки	t_D , чел. · ч	$T_{об}$, час	P_n , чел.	t_n , мин.	τ , мин.	R, мин.	$x_{расч}$, постов	$x_{пр}$, постов
Углубленная	0,50	8	1,8	2	16,8	24,0	0,7	1

На автопредприятии предусмотрена установка одного многофункционального рабочего места для проведения углубленной мойки с применением мобильного оснащения. На данной станции осуществляются очистка моторного отсека, охватывающая двигатель, и мойка нижней части автобусов. Исходя из проведенных подсчетов, общая численность сотрудников, необходимых для реализации всех типов очистительных процедур, равна 18, что соответствует сумме произведений 4 на 4 плюс 2 на углубленной мойке.

Определение штатного числа сотрудников в зоне ЕО осуществляется с помощью формулы.

$$P_{шт} = \frac{T_{оп}}{\Phi_{шт}}, \quad (40)$$

где $T_{оп}$ – трудоемкость выполнения операции, чел.·ч;

$\Phi_{шт}$ – годовой фонд рабочего времени рабочего, принимаем 1860 ч.

В зоне ЕО производится расчет численности штата и фактического количества рабочих, представленный в таблице 14.

Таблица 14 - Зона ЕО, штатное и явочное число рабочих

Вид воздействия	Тео, чел·ч	Фшт, ч	$\eta_{шт}$	Ршт, чел	Ряв, чел
Мойка	42119	1860	0,93	23	18

Проведем расчёт площади зоны проведения работ по ЕО, используя формулу:

$$F_{ео} = (x_{еоу} \cdot m_y + x_{еок} \cdot m_k) \cdot f \cdot k, \quad (41)$$

где $x_{еоу}$ – число постов на углубленной мойке;

$x_{еок}$ – число постов на линии косметической мойки;

f – площадь проекции автомобиля, из табл.3, м²;

k – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

$$F_{ео} = (1 \cdot 1 + 4 \cdot 4) \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 1485 \text{ м}^2$$

Таким образом расчётная площадь зоны ежедневного обслуживания составляет порядка полутора тысяч квадратных метров.

В соответствии с нормативами ГОСТ Р 51709-2001, диагностику осуществляют с такой же регулярностью, как и техническое обслуживание первого и второго уровня. Используя формулы 37-39, мы определим количество диагностических сообщений. Результаты расчетов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет числа постов Д-1 и Д-2

Вид диагностических работ	t_D , чел.·ч	$T_{об}$, час	P_L , чел.	t_n , мин.	τ , мин.	R, мин.	$x_{расч}$, постов	$x_{пр}$, постов
Д-1	0,46	8	1,5	1	28,8	40,0	0,7	1
Д-2	0,53	8		1	33,4	68,6	0,5	1

Определение штатного числа сотрудников для проведения диагностики осуществляется с использованием формулы 40. Для определения количества рабочих, задействованных в диагностических зонах, используется следующая формула, которая основывается на требуемом интервале обслуживания и степени занятости рабочих мест:

$$P_{яв} = P_{шт} \cdot \eta_{шт}, \quad (42)$$

где $\eta_{шт}$ – коэффициент штатности, принимаем 0,93.

Результаты расчетов представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Зона диагностики, штатное и явочное число рабочих

Виды диагностических работ	T_D , чел.·ч	$\Phi_{шт}$, ч	$\eta_{шт}$	$P_{шт}$, чел.	$P_{яв}$, чел.
Д-1	1625,8	1840	0,93	1	1
Д-2	1083,9	1840	0,93	1	1

Используем формулу для определения размера площади, необходимого для размещения зон Д-1 и Д-2:

$$F_D = (x_{Д1} \cdot m_1 + x_{Д2} \cdot m_2) \cdot f \cdot k, \quad (43)$$

где f – площадь проекции автомобиля, из табл.3, м²;

$x_{Д1}$ – число постов Д-1 из таблицы 15;

$x_{Д2}$ – число постов Д-2 из таблицы 15;

k – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

$$F_D = (1+1) \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 185,7 \text{ м}^2$$

Зоны Д-1 и Д-2 будут работать в первую смену совместно с зонами ТО и ТР, что исключит временные разрывы в обслуживании подвижного состава. Определению количества требуемых постов для реализации задач ТО-1 и ТО-2 способствует анализ списка работ, указанных производителем в технической документации автомобиля. Кроме выполнения обычных действий, следует осуществить контроль над всеми системами, оказывающими воздействие на надежную работу автобусов. Для обеспечения эффективности работы на этом автопредприятии, где объем задач велик, был выбран поточный подход для реализации проектов в зонах ТО-1 и ТО-2.

В таблице 17 приведена информация о распределении задач между позициями на производственных линиях для проведения технических обслуживаний первого и второго уровня. Обслуживание каждого автобуса предполагает возможность адаптации распределения согласно его индивидуальным потребностям.

Таблица 17 – Линии ТО, распределение работ и сотрудников по постам

Вид работ	Номер поста линии ТО		
	1	2	3
ТО-1	Обслуживание подвески передних колес и элементов рулевого управления - 1 чел.	Обслуживание тормозной системы и системы питания - 2 чел.	Обслуживание электрооборудования, системы освещения и сигнализации - 1 чел.
ТО-2	Обслуживание систем связанных с пуском двигателя - 2 чел.	Обслуживание систем и узлов, не связанным с пуском двигателя - 3 чел.	Проверка уровней рабочих жидкостей, замена масел и жидкостей - 2 чел.

Используя формулы 37-39, мы рассчитываем количество производственных линий и заносим данные в таблицу 18.

Таблица 18 – Зона ТО, число линий с учетом выбранного числа сотрудников

Вид работ	t_D , чел.·ч	$T_{об}$, час	P_L , чел.	t_n , мин.	τ , мин.	R , мин.	$m_{EOpacч}$, линий	m_{EOnp} , линий
ТО-1	3,44	8	4	1,5	53,1	80	0,7	1
ТО-2	9,91	8	7	1,5	86,4	80	1,1	1

Определение числа постоянных и временных сотрудников осуществляется с помощью формулы 40, после чего данные будут представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Зона ТО, штатное и явочное число рабочих

Вид работ по техобслуживанию	Т, чел.-ч	Ф _{шт} , чел.	η _{шт}	Р _{яв} , чел.	Р _{шт} , чел.
ТО-1	5849,4	1840	0,93	3	3
ТО-2 без ОГМ	13729,7	1840	0,93	7	8

Формула для расчета площади под установкой линий ТО-1 и ТО-2 выглядит следующим образом:

$$F_{TO} = (x_{TO1} \cdot m_1 + x_{TO2} \cdot m_2) \cdot f \cdot k, \quad (44)$$

где x_{TO1} – число постов ТО-1 из таблицы 19;

x_{TO2} – число постов ТО-2 из таблицы 19;

f – площадь проекции автомобиля, из табл.3, м²;

k – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

$$F_{TO} = (3 \cdot 1 + 3 \cdot 1) \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 557 \text{ м}^2$$

При обнаружении поломок или в случае потребности проводится текущий ремонт, который также осуществляется после технического осмотра. На специализированных рабочих станциях и в соответствующих подразделениях выполняются работы по техническому обслуживанию, куда транспортируются демонтированные с автобусов компоненты и сборочные единицы для проведения ремонтных мероприятий. Определение количества требуемых постов для реализации технических требований происходит согласно определенной математической модели:

$$x_{TP} = \frac{T_{TP} \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_{\Gamma} \cdot T_C \cdot P_{\Pi} \cdot 0,93}, \quad (45)$$

где « k_{TP} » - коэффициент учета объема работ по ТР в наиболее загруженную

смену $k_{\text{тр}}=0,7$;

$T_{\text{тр}}$ - трудоемкость постовых работ ТР, чел. · ч;

$P_{\text{п}}$ - среднее число рабочих на посту ТР, согласно рекомендаций берем 1,25 чел.;

ϕ – коэффициент учета неравномерности поступления автомобилей на посты ТР, $\phi=1,35$;

$D_{\text{г}}$ - количество рабочих дней в году зоны ТР;

$T_{\text{с}}$ - время работы зоны ТР, продолжительность смены 8 ч»[4].

В результате вычислений с указанными данными получаем следующий результат:

$$x_{\text{ТР}} = \frac{12979,1 \cdot 0,7 \cdot 1,35}{305 \cdot 8 \cdot 1,25 \cdot 0,93} = 4,3 \text{ поста}$$

Опираясь на трудоемкости отдельных видов работ определим потребности в специализированных постах текущего ремонта.

Результаты расчетов представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Зона ТР, расчет специализированных постов

Специализация постов по видам работ	$T_{\text{тр}}$, ч	$x_{\text{тр}}$
Кузовные работы	2841,5	0,9
Крупные агрегаты	5627,9	1,9
Малые агрегаты	579,1	0,2
Электротехническое оборудование	1655,3	0,6
Ремонт двигателя	938,0	0,3
Топливная аппаратура	689,7	0,2
Ходовая часть	206,9	0,1

Поскольку для большинства видов работ требуется менее одного поста ТР, работы по текущему ремонту будут выполняться на четырех универсальных постах. Такое решение приводит к некоторому увеличению стоимости оборудования и инструментов на универсальном посту ТР, но улучшает возможности по организации работ, особенно в условиях случайного возникновения видов неисправностей устраняемых при текущем ремонте.

С помощью формулы 40 определим штатное и явочное количество рабочих для зоны ТР. Результаты расчетов представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Зона ТР, штатное и явочное число рабочих

Вид работ	$T_{тр}$, чел.-ч	$\Phi_{шт}$, ч	$\eta_{шт}$	$P_{яв}$, чел.	$P_{шт}$, чел.
ТР	12979,7	1840	0.93	7	8

1.2.3 Расчет площади операционных зон и производственных помещений

Следующее выражение позволяет определить расчетную площадь зоны текущего ремонта:

$$F_{ТР} = x_{ТР} \cdot f \cdot k, \quad (46)$$

где f – площадь проекции автомобиля, из табл.3, m^2 ;

k – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

$$F_{ТР} = 4 \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 371,3 m^2$$

«Плановое техническое обслуживание автобусов проходит по графику, в то время как поступление на ремонт зависит от случайных факторов. Для равномерной загрузки постов ТО, диагностики и ТР предусмотрены посты ожидания, где автобусы находятся до начала обслуживания. Количество постов ожидания определяется как определенная доля от числа рабочих постов для ТО и ТР»[4]. Результаты расчетов представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет необходимых постов ожидания

Место расположения поста	Количество линий или постов, х	Процентная доля, %	Количество постов ожидания, $x_{ож}$
ТР	4	25	1
ТО-1	1	12	1
ТО-2	1	35	1
ИТОГО			3

Годовой объем работ по самообслуживанию устанавливается на уровне 25% от трудоемкости работ по ТО и ТР:

$$T_{CAM} = 0,25 \cdot \sum T \quad (47)$$

$$T_{CAM} = 0,25 \cdot 133522 = 33381 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

Поскольку работы по самообслуживанию предприятия выполняются частично в цехах и частично в отделе главного механика (ОГМ), произведем распределение этих работ согласно рекомендациям [4]. Результаты расчетов представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Работы по самообслуживанию предприятия, распределение между ОГМ и цехами предприятия

Работы, выполняемые в цехах			Работы, выполняемые в ОГМ		
Виды работ	%	T, чел.·ч	Виды работ	%	T, чел.·ч
Механические	10	3067,4	Слесарные	16	4907,8
Медницкие	1	306,7	Электротехнические	25	7668,5
Сварочные	4	1227,0	Сантехнические	22	6748,3
Жестяницкие	4	1227,0	Строительные	6	1840,4
Кузнечные	2	613,5	-	-	-
Столярные	10	3067,4	-	-	-
ИТОГО в цехах	31	9509	ИТОГО в ОГМ	69	21165

С помощью формул 40 и 42 определим количество штатных и явочных рабочих для ОГМ. Результаты расчетов представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Штатное и явочное число рабочих ОГМ

Вид работ	T _{ео} , чел.·ч	Φ _{шт} , ч	η _{шт}	P _{шт} , чел.	P _{яв} , чел.
ОГМ	21165,1	1840	0,93	12	11

Для вычисления площади участков ОГМ, используем следующее выражение:

$$F_{ОГМ} = f_1 + f_2 \cdot (P_{ЯВ} - 1), \quad (48)$$

где «f₁ - площадь для первого рабочего в отделении, f₁=15 м²

f₂ – удельная площадь для каждого последующего рабочего после

первого, $f_2 = 10 \text{ м}^2/\text{чел.}$

$P_{\text{яв}}$ - явочное число рабочих, чел.»[4].

$$F_{\text{огм}} = 15 + 10 \cdot (11 - 1) = 115 \text{ м}^2$$

Зная рассчитанные годовые объемы работ по отделениям и используя формулы 40 и 42, определим необходимое количество штатных и явочных рабочих для каждого отделения АТП[2]. Площадь отделений рассчитаем по формуле 48.

Результаты расчетов представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Производственный корпус, расчет площади отделений

Наименование отделения	T, чел. · ч	Φ _{шт} , чел. · ч	η _{шт}	P _{шт} , чел.	P _{яв} , чел.	f ₁ , м ²	f ₂ , м ²	F, м ²
Агрегатное	9697,5	1840	0,93	5,3	5	15	12	63,0
Моторное	11605,7	1840	0,93	6,3	6	15	12	75,0
Аккумуляторное	1678,4	1820	0,92	0,9	1	15	10	15,0
Электротехническое	3458,6	1840	0,93	1,9	2	10	5	15,0
Шинное	2169,4	1820	0,92	1,2	1	15	10	15,0
Топливное	2153,3	1820	0,92	1,2	1	8	5	13,0
Малярное	1655,3	1610	0,9	1,0	1	10	8	10,0
Слесарно-механическое	5826,2	1840	0,93	3,2	3	12	10	32,0
Кузовное	9653,9	1840	0,93	5,2	5	30	15	90,0

В таблице 25 уже учтено, что часть работ отдела главного механика (ОГМ) фактически выполняется в цехах, вследствие чего трудоемкость работ на соответствующих участках была увеличена.

Для расчета числа постов в малярном отделении АТП используем следующую формулу:

$$x_M = \frac{T_M \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_T \cdot T_C \cdot P_{II} \cdot 0,93}, \quad (49)$$

где « T_M - трудоемкость постовых работ в малярного отделения, из таблицы 25, чел · ч;

$k_{тр}$ - коэффициент учета объема работ в наиболее загруженную смену,

$k_{тр}=0,7$;

ϕ - коэффициент неравномерности поступления автобусов, $\phi=1,3$;

$P_{п}$ - среднее число рабочих на посту, $P_{п}=1$ чел.;

T_c - время работы постов малярного отделения АТП, $T_c=8$ ч;

D_r - количество рабочих дней в году для малярного отделения»[4].

Используя выше рассчитанные данные и подставляя их в формулу 49, получим:

$$x_M = \frac{1801,3 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,93} = 0,7 \text{ поста}$$

Таким образом, согласно расчетам, в малярном отделении АТП будет размещен один пост. Для определения площади малярного отделения подставим значения в формулу 46 и получим необходимую площадь отделения:

$$F_M = 1 \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 92,8 \text{ м}^2$$

Для расчета площади складских помещений АТП воспользуемся выражением, которое учитывает удельные нормы пробега автобусов. Это позволит определить оптимальный размер складов в зависимости от требований к запасам материалов и комплектующих, связанных с пробегом:

$$F_{СК} = \frac{L_{СС} \cdot A_{II} \cdot D_{ГЦ} \cdot \alpha}{1000000} \cdot f_y \cdot K_{ПС} \cdot K_{СК} \cdot K_P, \quad (50)$$

где « K_P - коэффициент учета различности марок автобусов;

f_y – удельная площадь складов на пробег в 1 млн. км, м^2 ;

$K_{СК}$ - коэффициент учета количества автобусов;

$K_{ПС}$ - коэффициент учитывающий тип эксплуатируемых автобусов»[4].

По формуле 50 выполним расчет размеров складских помещений для различных видов материально-технического снабжения АТП.

Расчетные площади некоторых складов получились слишком маленькие, и на такой площади невозможно организовать работу склада. В связи с этим при разработке планировки корпуса проведено объединение некоторых складов.

1.3 Планировочное решение производственного корпуса АТП

Полученные выше результаты позволили разработать планировку производственного корпуса АТП, которая представлена на листе 1 данной работы (чертеж 24.РБ.ПЭА.203.ПК). Корпус спроектирован одноэтажный, двухпролетный. Согласно принятому в строительстве шагу колонн кратному 6м, размеры корпуса получились 36 на 102 метра. Высота от пола до стропильных конструкций составляет 5,4 м, что позволяет установить кран-балки. Учитывая все функциональные требования, предусмотрены специализированные участки и зоны для косметической и углубленной мойки, ТО, текущего ремонта и диагностики, а также складские и вспомогательные помещения[19].

Для поддержания эффективной логистики и снижения издержек по перемещению узлов и агрегатов, основные производственные участки расположены вблизи зоны ТР. Объекты с повышенными требованиями безопасности (например, кузовное и малярное отделения) оснащены отдельными выездами и складом для лакокрасочных материалов с независимым выходом.

Особенности отделки и покрытия полов выполнены с учетом условий эксплуатации: влагостойкие покрытия в зоне мойки, асфальт в основной части корпуса, и металлическая плитка в пожароопасных участках. Дополнительное освещение обеспечивается светодиодными лампами. Свето-аэрационные фонари в пролетах должны обеспечить естественное освещение и вентиляцию.

Конструкция корпуса, для обеспечения пожароустойчивости и экономичности, использует железобетонные колонны и фермы.

2 Зона ЕО. Рабочий проект

2.1 Основные технологические процессы зоны ЕО

Так как в конструкторской части работы ставится задача спроектировать бесконтактную мойку кузова автобуса, то рассмотрим более подробно особенности автоматизации работ при косметической мойке автомобиля.

Для повышения производительности труда при мойке кузова автобуса нужно применять автоматизированные моечные установки, которые конструктивно могут быть контактного и бесконтактного вида. «Моечные установки всех конструкций должны отвечать следующим основным требованиям: иметь высокую производительность, гарантировать качество мойки и экономию воды. При механизированной мойке расход воды значительно увеличивается по сравнению с затратами воды при ручной мойке. Это недостаток мойки, поскольку стоимость воды составляет 80... 85 % общих затрат на мойку. Уменьшив число сопел, повысив давление воды в трубопроводах и применив качающиеся сопла, расход воды можно снизить в 2 — 3 раза»[24]. Еще одним способом уменьшения расхода воды на мойке является использование своих очистных сооружений с реализацией повторного использования очищенной воды, что и показано в разделе 2.5 ниже по тексту.

При выполнении операции мойки «смывание загрязнений струей холодной воды с полированных лакокрасочных поверхностей не обеспечивает полного снятия даже первого слоя. Всегда остаются мелкие до 30 мкм частицы пыли, которые удерживаются в тонкой водяной пленке и при высыхании образуют осадок в виде матовых пятен. Это объясняется образованием при мойке на поверхности тончайшего пограничного практически неподвижного слоя воды, который не дает струе воды удалять загрязнения. Такую водяную пленку в процессе мойки можно разрушить

только механическим воздействием, например щеткой. Нижние слои загрязнений водой не смываются, поэтому применяют различные моющие средства. Моющие растворы уменьшают силу поверхностного натяжения водяной пленки, образующейся на обмываемой поверхности, и растворяют маслянистые отложения, дают эмульсии и суспензии, которые легко смываются. Эти процессы ускоряются при повышении температуры, поэтому моющие растворы целесообразно подогревать до 40 - 45° С, но для сохранности лакокрасочных покрытий температура раствора не должна превышать температуру поверхности кузова более чем на 18 - 20°С»[24]. Однако если подогревать моющий раствор (что конечно приведет к повышенным энергетическим затратам), то хотя и повысится качество мойки, но в зимних условиях обеспечить рекомендуемый перепад температур между кузовом и моющим раствором будет крайне затруднительно. Ведь для этого надо будет прогревать кузов автобуса от наружных температур до 20°С, что достаточно затратно, как энергетически, так и по времени. Поэтому подогрев моющего раствора не предусматриваем.

2.2 Персонал и оборудование зоны ЕО

В таблице 26 проведено определение численности рабочих зоны ЕО исходя из годовых объемов работ. Согласно расчета, принимаем явочное число рабочих в зоне ЕО 23 человека в одну смену.

Таблица 26 - Численность рабочих на мойках

Виды работ зоны ЕО	Процентная доля	Трудоемкость, час.	Явочное число рабочих
Углубленная мойка	7	3208	2
Мойка салона	66	27798	15
Мойка кузова	27	11372	6
ИТОГО	100	42119	23

Участок косметической мойки будет работать в третью смену с 22 часов до 6 часов, чтобы не мешать основной маршрутной деятельности

автобусов. А участок углубленной мойки будет работать в первую смену совместно с ремонтными участками.

Подберем необходимый набор оборудования для выполнения планируемых техпроцессов в зонах МК и МУ, и заполним им таблицу 27.

Таким образом занимаемая оборудованием площадь составляет (без учета набора материалов) 101,7 м².

Таблица 27 – Перечень оборудования зоны ЕО

Наименование оборудования	Марка оборудования	Площадь, м ²	Кол-во	Итого площадь, м ²
Калорифер воздушный	б/н	0,5	8	4
Установка для бесконтактной мойки автобусов	24.БР.ПЭА.085.00.000	2,8	24	67,2
Пылесос	Delvir WD640	0,4	5	2
Переносная моечная установка	AR BlueClean112	0,4	6	2,4
Профессиональный пылесос	Delvir	0,35	4	1,4
Комплект инструментов для уборки	б/н	0,3	16	4,8
Бак для мусора	б/н	0,5	3	1,5
Всего	-	-	-	101,7

2.3 Расчет площади участка ЕО автопредприятия

В разделе 1.2.4 была рассчитана площадь зоны ЕО по числу постов. И расчётная площадь составила 1485 м².

Для уточненного расчета площади моек воспользуемся формулой:

$$F_y = (F_{об} + f \cdot N_n) \cdot k, \quad (51)$$

где $F_{об}$ – площадь, занятая оборудованием, м²;

k – коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5;

f – площадь проекции автомобиля, из табл.3, м²;

N_{Π} – число постов для размещения автобусов в зоне ЕО, включая также позиции отстоя, $N_{\Pi}=16$.

С учетом выбранных параметров уточненная расчетная площадь участка составит:

$$F_v = (101,7 + 20,63 \cdot 16) \cdot 4,5 = 1943 \text{ м}^2$$

На планировке площадь зоны ЕО составила 924 м². Это значительно меньше расчетной величины. Однако следует учитывать, то что при расчётах мойка салона выполняется на отдельном посту, а в проекте реализован метод параллельного выполнения операций по мойке кузова и мойке салона.

Планировка участка углубленной мойки представлена на рисунке 6.

Планировка участка косметической мойки представлена на рисунке 7. На рисунке представлены все 4 линии косметической мойки.

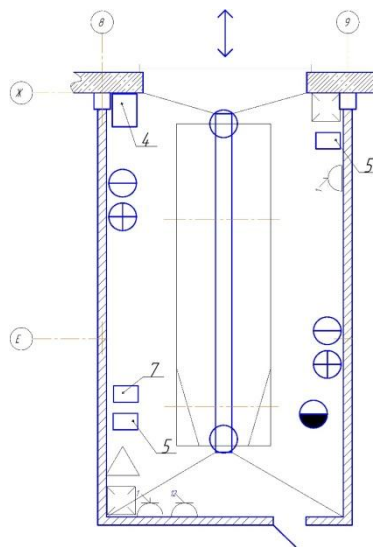


Рисунок 6 - Планировка зоны мойки углубленной

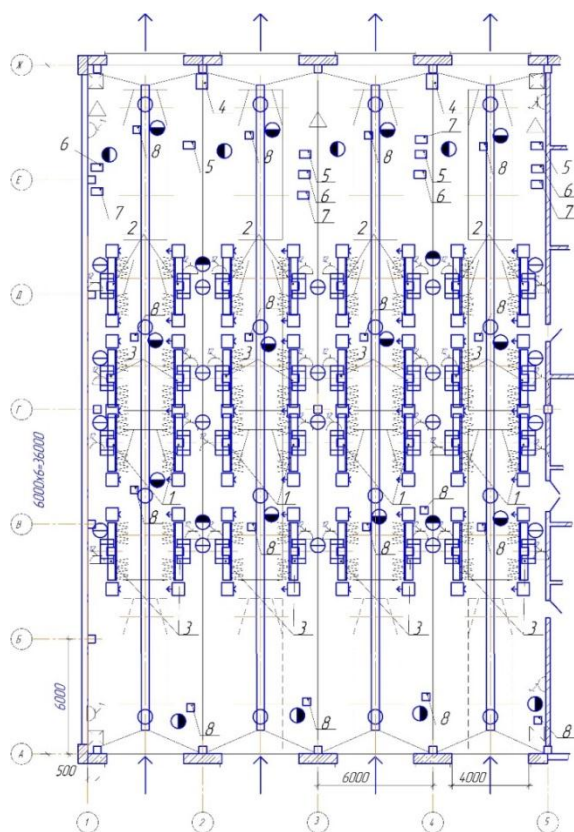


Рисунок 7 - Планировка зоны мойки косметической

2.4 Инженерные коммуникации зоны ЕО

В зоне косметической мойки всегда наблюдается повышенная влажность, поэтому необходимо соблюдать повышенные требования к электробезопасности. Использование высокого напряжения (220/380В) крайне нежелательно. Спроектированные установки бесконтактной мойки не требуют подключения высокого напряжения для их привода. Привод осуществляется от высокого давления моющего раствора. Давление создается насосными станциями, которые территориально располагаются в компрессорной. Непосредственно на установках располагаются электромагнитные клапаны (работающие от напряжения 24В) и кнопки дистанционного запуска и аварийной остановки, которые управляют магнитными пускателями насосных станций. Системы автоматизации работы моечных установок (оптические датчики контроллеры управления) тоже питаются напряжением 24в или 12В. Для мойки салона используется

переносное оборудование с питанием от аккумуляторов. Зарядка аккумуляторов производится в аккумуляторном отделении.

Из-за невозможности использования пассивной сушки из-за временных ограничений, связанных с необходимостью множества сушильных установок, применяется метод сушки с использованием тепловых воздушных калориферов. Сжатый воздух по магистрали доставляется до последних постов косметической мойки, которая находится вблизи компрессорной установки.

В связи с повышенной влажностью внутри моек, там функционирует усиленная приточно-вытяжная вентиляционная система, которая активизируется в периоды отдыха сотрудников и продолжает работать определенное время после окончания рабочего дня. В здании предусмотрены системы естественного проветривания, включая автоматически регулируемые окна световых и аэрационных люков, а также возможность открывания ворот во время прибытия и отправления автобусов.

На рисунке 8 изображена схема замкнутого контура водоснабжения, который применяется из-за необходимости большого объема воды для процесса мойки. Водосборник отправляет воду в многокамерный отстойник, где тяжелые элементы опускаются вниз, а загрязнения на верхней поверхности собирает плавучий маслосборник. После использования насоса жидкость поступает в фильтр с мембраной, где происходит поглощение пеной остаточных следов моющих веществ и нефтяных продуктов.

На рисунке 8 показан вариант реализации замкнутой системы водоснабжения, который можно использовать для проектируемой мойки. В целях сокращения расхода воды в конструкции мойки заложены две независимые системы водоснабжения. Для споласкивания используется вода из городской системы водоснабжения, которая предварительно очищена. Система фильтрации предоставляет очищенную воду для второго контура, который выполняет функции увлажнения, очистки от загрязнений и применения чистящих составов.

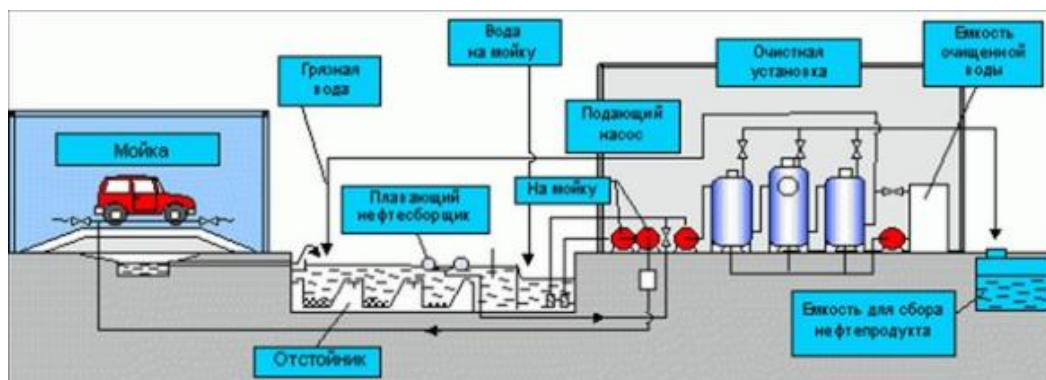


Рисунок 8 - Схема замкнутой системы водоснабжения

Система очистки, требующая инвестиций в ее сооружение и поддержку, но способна сократить потребление воды до 90%.

2.5 Меры по автоматизации и организации работ в зоне косметической мойки

Для уменьшения трудоемкости работ по управлению моечными установками и снижения расхода воды на каждой моечной установке установлены оптические датчики на входе и выходе установки. При перекрытии луча входного датчика соответствующая моечная установка включается за счет открытия клапана с электроприводом на впуске воды в установку. Для разгона установки после включения требуется небольшой промежуток времени, порядка 2-3 секунд, поэтому входной датчик размещается перед установкой (за 0,8 – 1,4 м) с учетом этой задержки. Конкретное расстояние подбирается экспериментально. Датчик на выходе установки подает команду для закрытия клапана с электроприводом, таким образом, обеспечивается автоматическая работа каждой установки только в том случае, если через нее проходит автобус. На каждой установке имеется кнопка аварийной остановки, эта кнопка обеспечивает остановку всех установок в группе в случае возникновения аварийной ситуации (поломки установок или попадания человека в зону работы установок).

Линия установок должна оборудоваться светофором. Необходимость установки светофора объясняется тем, что при работающих установках затруднена обзорность, и можно на выходе с линии мойки наткнуться на автобус стоящий в зоне сушки. Логика работы светофора следующая: когда работает хотя бы одна из установок мойки или зона отстоя на выходе с линии занята, то на светофоре горит «красный сигнал», иначе горит «зеленый сигнал».

Кроме этого въездные и выездные ворота на мойке должны иметь механизм автоматического открытия по сигналу с электронного брелока управления. Соответствующие электронные брелоки водители, перегонщики автобусов, получают в начале смены у диспетчера и сдают их в конце рабочей смены. Такая организация работы въездных/выездных ворот сокращает трудоемкость их открытия/закрытия, а также облегчает поддержание закрытого состояния ворот особенно в зимнее время.

2.6 Противовирусные мероприятия в период ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки

В периоды обострения санитарно-эпидемиологической обстановки (угроза распространения COVID-19, вирусов гриппа и ОРВИ) дезинфекция общественных транспортных средств играет ключевую роль в предотвращении распространения инфекций.

Рекомендуется проводить дезинфекцию каждого автобуса по завершению рабочего дня или не реже двух раз за день согласно указаниям Роспотребнадзора. На протяженных автобусных маршрутах необходимо обеспечивать постоянную вентиляцию салонов и проводить их тщательную влажную очистку. Регулярная обработка дезинфицирующими препаратами должна проводиться по отношению к поверхностям, которые часто используются пассажирами, включая ручки дверей, перила, подлокотники,

откидывающиеся столы, ремни безопасности, панели управления и спинки сидений.

Проведение данных мероприятий отражено при разработке технологического процесса косметической мойки автобусов выполненного в 4 разделе данной работы.

Предрейсовые осмотры обязаны проходить все кондукторы и водители. Работники не имеют права появляться на рабочем месте при наличии симптомов простуды или повышенной температуры тела свыше 37,2 градусов Цельсия. Обеспечение сотрудников одноразовыми масками, дезинфицирующими салфетками и антисептиками является обязательной задачей для работодателя, причем маски необходимо заменять через каждые три часа.

Во время обострения санитарно-эпидемиологической обстановки водителям общественного транспорта следует особенно тщательно обрабатывать антисептиками рабочие места и контактные поверхности, такие как руль, кнопки управления и дверные ручки, чтобы минимизировать риск заражения. Сначала на ткань или салфетку наносят дезинфицирующий раствор, после чего очищают поверхности.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на проектирование установки

3.1.1 Область применения проектируемой установки

«По целевому назначению, характеру производственно-хозяйственной деятельности, подчиненности и формам собственности АТП могут быть: ведомственные, акционерные, частные и др.

По организации производственной деятельности АТП подразделяются на автономные и кооперированные.

К автономным АТП относятся самостоятельные предприятия, которые осуществляют транспортную работу, хранение и все виды ТО и ТР подвижного состава. Размер таких АТП зависит в основном от численности и типа подвижного состава. Типаж автономных АТП имеет широкий диапазон; для грузовых – от 100 до 500 единиц подвижного состава, для автобусных – от 100 до 400, для легковых таксомоторных – от 200 до 1000 единиц.

На автомобильном транспорте общего пользования имеются крупные автономные АТП (автокомбинаты) с числом автомобилей от 600 до 1500 и более, в том числе специализированные по виду перевозок и типу подвижного состава.

К кооперированным относятся АТП, деятельность которых осуществляется на основе централизации транспортной работы, а также полной или частичной специализации и кооперации производства ТО и ТР подвижного состава[22].

Совершенствование организации эксплуатационной и инженерно-технической службы обуславливает выделение в составе АТП эксплуатационных и производственных филиалов. В эксплуатационных филиалах предусматривается хранение подвижного состава, выполнение ежедневного обслуживания (ЕО), в отдельных случаях ТО-1 и нетрудоемких работ ТР. Эти филиалы организуются преимущественно в местах

интенсивных грузо- и пассажиропотоков, вблизи пунктов массовой загрузки и разгрузки, конечных станций маршрутов пассажирского транспорта, что способствует приближению подвижного состава к потребителям (сокращению нулевых пробегов).» [16]

Согласно техническому заданию, необходимо разработать проект системы для автоматизированной мойки автобусов, которая будет интегрирована в процесс ежедневного технического осмотра. Проектируемое автотранспортное предприятие обслуживает значительное количество единиц транспорта, а именно 340 автобусов, что предъявляет высокие требования к производительности установки[23]. Система должна обеспечивать быстрый и качественный процесс очистки, чтобы минимизировать временные затраты на мойку и поддерживать автобусы в чистом и исправном состоянии, готовом для безопасной эксплуатации на маршрутах.

3.1.2 Условия эксплуатации проектируемой установки

«Разработанное устройство мойки можно эксплуатировать в крытом, помещении, в котором предусмотрено отопление, при естественном и искусственном освещении. Полы в данном помещении мойки должны быть бетонные с гидроизоляцией, с выложенной керамической плиткой и иметь систему слива воды. В помещении мойки используется общая вентиляция. Проведен подвод инженерных систем в виде электрической сети 380 и 220 В а так же подвод сжатого воздуха. Подвод чистого моющего раствора (воды) производится с помощью гидравлической сети. Отработанный моющий раствор собирается в регенерационную систему очистки. Подача к установке чистого моющего раствора (воды), отвод отработанного моющего раствора в регенерационную систему очистки с помощью гидравлической сети. На участке ЕО необходимо иметь оборудование по приготовлению и регенерации моющих растворов. При выполнении мойки не будем использовать системы принудительного передвижения. Автобус

самостоятельно осуществляет движение на малой скорости через спроектированную моечную установку» [14].

3.1.3 Основание и цель разработки установки для мойки

В Тольяттинском государственном университете на факультете "ПЭА" студентом-бакалавром разрабатывается проект установки для автоматической мойки автобусов. В процессе данного проекта осуществляется разработка базовой схемы конструкции, определение рабочих параметров и оценка потенциала для фактического использования оборудования. По результатам проектирования можно будет оценить положительные особенности установки, и возможные проблемы при изготовлении и эксплуатации установки. Так же возможно принять решение об изготовлении макета установки [12].

3.1.4 Технические требования к установке мойки

«В процессе эксплуатации автомобильная техника подвергается загрязнениям, которые ухудшают эстетические показатели, препятствуют проведению обслуживания и ремонта, ускоряют износ сопрягаемых пар, коррозию, старение металлов, приводят к порче перевозимых грузов. Поэтому производят, периодическую очистку автомобилей. Методы очистки можно подразделить на механические, физико-химические и биологические, Механический метод основан на удалении загрязнений путем приложения к ним сил воздействия. Физико-химический метод предполагает ; удаление или преобразование загрязнений за счет молекулярных превращений, растворения, создания эмульсий и других физико-химических процессов. Биологические методы основаны на разрушении загрязнений микроорганизмами и не нашли применения из-за сложности их реализации и поэтому далее не рассматриваются»[17].

«Известно, что присутствие в составе загрязнений автомобильной техники масел и смазочных материалов, а также продуктов их

физикохимических превращений (асфальтосмолистых, нагара, осадков и т.д.) придает загрязнениям сильные полярные свойства, во много раз увеличивая адгезию загрязнений на поверхности. Входящие в состав масел присадки способствуют усилению адгезии. Поэтому применение механических методов для очистки поверхностей от нефтемасляных загрязнений часто не дает желаемого результата. Решение проблемы очистки техники от загрязнений, пропитанных маслами, смазочными материалами и продуктами их превращений заключается в совмещении механических и физикохимических способов очистки. Например, мойку автомобилей производят струями воды, в которую добавляют синтетические моющие средства (СМС). Основу СМС составляют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Кроме ПАВ в состав СМС входят и щелочные добавки. Молекулы ПАВ обладают гидрофобно-гидрофильными свойствами, т.е. в присутствии масел и воды одна часть молекулы ПАВ всегда ориентируется в сторону молекул воды, а другая в сторону масла. Благодаря этому ПАВ располагаются вокруг загрязнений, пропитанных маслами, в виде плотных тончайших молекулярных пленок, создают расклинивающее давление, отрывают загрязнения и переводят их в раствор. Значения расклинивающих давлений могут достигать 100 МПа»[17].

«В соответствии с техническим заданием одним из важнейших условий является простота ее изготовления. Желательно, чтобы установка состояла из ряда покупных узлов и деталей, а остальные детали для своего изготовления на требовали сложного и дорогостоящего оборудования. Очевидно, что проектируемая установка не будет изготавливаться массово. А для эффективного единичного производства простота изготовления является важнейшим условием. В крайнем случае, единичные детали, сложные для изготовления, могут быть заказаны в виде небольшой партии на сторонних производствах. Конструкция мойки должна обладать высокой надежностью и ремонтпригодностью. В конструкции мойки должны быть предусмотрены защитные экраны, обеспечивающие безопасную работу установки, и

исключающие случайное прикосновение персонала. Для электропривода мойки, если потребуется, должна использоваться сеть напряжением до 380 В с изолированной нейтралью. Однако для повышения безопасности выполняемых работ в помещении с повышенной влажностью желательно вообще не использовать высокое напряжение, а для управления использовать напряжение 12 В» [15].

Проектируемая установка должна быть эффективна в эксплуатации, при этом главными показателями являются:

- остаточная загрязненность кузова должна быть не более 4 мг/см², то это оценивается как высокий уровень очистки кузова;
- скорость мойки: оптимальное время для одной мойки не должно превышать 4²/₃ минут, обеспечивая быструю обработку каждого автобуса;
- качество мойки: оценка производится при средней степени загрязненности транспортного средства, что позволяет обеспечить объективную проверку результатов работы установки.

Кроме того, установка для бесконтактной мойки автобусов должна соответствовать определённым техническим ограничениям:

- рабочая производительность: установка должна иметь возможность обслуживать до 12 автобусов в час, что обеспечит её эффективность в условиях интенсивной эксплуатации;
- максимальная высота автобуса: система должна быть способна обслуживать автобусы высотой до 3,20 м;
- водоснабжение: система должна смешивать водоснабжение автотранспортного предприятия с очищенной водой, полученной из установки для очистки, чтобы создать эффективную моющую жидкость;
- температура раствора: рабочая температура раствора должна варьироваться от 5 до 50 °С, что позволит обеспечить качественную мойку в разных климатических условиях;

- электропитание: для работы системы рекомендуется использовать напряжение 12 В, что является стандартным показателем для подобных установок;
- габариты установки: должны обеспечивать последовательное расположение в поточную линию четырёх установок с размещением линии в производственном корпусе, или специальном корпусе для мойки. Из размеров корпуса следуют ограничения по габаритам не более: длина- 3000 мм, ширина -2500 мм, высота - 3200 мм;
- масса установки не должен превышать 1000 кг, это обеспечит удобство монтажа установок в производственном корпусе.

3.1.5 Порядок контроля и приёмки установки мойки автобусов

На этапе проектирования установки необходимо обеспечить регулярные проверки всех технических решений, выполненных расчетов и документации с главным координатором проекта для согласования всех аспектов и предотвращения возможных ошибок. Это позволит убедиться в соответствии проекта техническим требованиям и стандартам. После завершения проектной стадии важно провести детальный совместный осмотр с клиентом, чтобы не только оценить правильность выбранных решений, но и определить, оправдан ли переход к этапу изготовления прототипа устройства. Такой подход поможет своевременно внести необходимые коррективы, если они потребуются, и обеспечить высокое качество и соответствие конечного продукта ожиданиям заказчика.

3.2 Техническое предложение по конструкции установки мойки

3.2.1 Выбор общей концепции установки

Для поддержания автобуса в чистоте требуется установка для тщательной мойки корпуса, салона и всех элементов его шасси. Чистая вода, прямо из системы водоснабжения или нагретая до температуры между 20 и

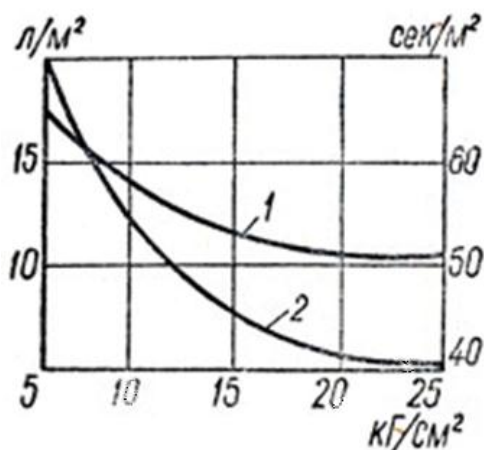
30 градусами Цельсия, применяется для мойки пылевых и грязевых загрязнений, а жировые или маслянистые загрязнения требуют применения специальных моющих растворов.

Мойки делятся на две категории в зависимости от силы напора воды: до 10 атмосфер и более 10 атмосфер. Различие между типами моек происходит по степени механизации, где есть ручной, полуавтоматический и полностью автоматизированный варианты. При механической мойке машины некоторые её элементы очищаются автоматически, тогда как другие требуют ручного вмешательства. Струйные или струйно-щеточные системы применяются в механизированных моечных агрегатах.

В условиях больших автопарков активно используются механические средства, чтобы сократить затраты времени и улучшить рабочие условия, так как мойка требует много усилий и составляет до 40 процентов от общего объема работы по ежедневному обслуживанию. Для достижения высокой эффективности, сохранения качества очистки и сокращения расхода воды необходимо правильно подобрать моечную установку. Особенно стоит обратить внимание на тот факт, что расходы на воду составляют немалую долю общих затрат на процесс мытья. Вода собирается, очищается и повторно используется благодаря системе, установленной в этих устройствах. От качества мойки зависят параметры струи, такие как сила напора, угол падения и дистанция между соплом и очищаемым объектом[11].

На рисунке 9 представлены диаграммы, демонстрирующие снижение потребления воды и сокращение времени мытья машины при росте давления и уменьшении размера форсунки. Для достижения максимальной эффективности рекомендуется применение оборудования со смещаемыми соплами, обеспечивающего изменение траектории потока воды согласованно с перемещением транспортного средства посредством соответствующего устройства[10].

Для успешной очистки от грязи лучше всего использовать мощную струю воды, способную сохранять свою узкую форму на значительных дистанциях, тем самым разбивая и удаляя загрязнения.



1 - расход воды; 2 - время мойки;

Рисунок 9 - Зависимость расхода воды и времени мойки от давления

«На крупных автотранспортных предприятиях применяют механизированные моечные установки, которые классифицируются по конструкции рабочего органа - струйные, щеточные, струйнощеточные (комбинированные)»[17].

В струйных моечных агрегатах ключевые функциональные компоненты представлены форсунками в форме сопел, интегрированными в трубопроводную систему коллекторов, имеющих возможность быть как статичными, так и мобильными. Вода или моющее средство подаются через эти трубы. Синтетические моющие средства позволяют струйным мойкам обрабатывать разнообразную технику — от грузовиков и автопоездов до легковушек и автобусов[18].

Установки со струйными щетками объединяют функционал ротационных щеток и моющих сопел, однако использование щеток с контактом вызывает ряд проблем, таких как необходимость складывания или демонтажа зеркал заднего обзора, что приводит к увеличению рабочего времени. Кроме этого, использование щеточных моек может привести к

повреждению лака и краски, что в свою очередь вызывает ржавление автомобильного корпуса. Струйной тип моечной установки был выбран для проектирования, так как он обеспечивает минимальный контакт с поверхностью и снижает вероятность повреждений.

3.2.2 Определение конструкторского решения

Для обеспечения успешности бесконтактного очищения необходимо сочетание мощного напора и интенсивной подачи чистящего состава, что способствует тщательному устранению грязевых образований, экономит воду и сокращает общую продолжительность процедуры. Особенно значима эта задача, учитывая необходимость обеспечения технической поддержки всего автобусного парка, состоящего из 340 единиц.

Для обеспечения герметичности при подаче раствора через сопло под высоким давлением необходимо использование сальниковых или манжетных уплотнительных элементов, вызывающих заметное сопротивление, что вынуждает устанавливать на установку приводной электродвигатель[7].

Применение в конструкции современных торцевых уплотнителей, обеспечивающих герметизацию путем поджатия между неподвижной и вращающейся торцевыми поверхностями, может служить альтернативой традиционным уплотнительным решениям. Несмотря на потенциальные микроутечки (примерно 0,01%) в торцевых уплотнителях, они не представляют угрозы при значительных объемах потребления воды во время мытья. Важнее всего убедиться, что смазка остается внутри, а подшипники защищены от возможного вымывания смазки[8].

Обработка поверхностей трения шириной от 4 до 10 миллиметров имеет ключевое значение для обеспечения герметичности торцевых уплотнителей. В рабочем пространстве размещены пружины давления и вращающийся элемент, в то время как двойной тип предусматривает дополнительную подвижную деталь[3].

На рисунке 10 представлен торцевой уплотнитель Tramel, который предлагается к поставкам компанией "ПромМеханика".

«Выбранные торцевые уплотнители обладают следующими эксплуатационными параметрами:

- среда: топливо, кислота, химические растворы и т.д.;
- давление: ≤ 2.4 МПа;
- температура: -40 °C ~ 260 °C;
- линейная скорость: ≤ 25 м/с» [15].



Рисунок 10 - Внешний вид торцевого уплотнителя Tramel BST8-1

Использование установки с торцевым уплотнителем значительно снижает трение между движущимися частями, что в свою очередь позволяет отказаться от дополнительных приводных электродвигателей. Вместо приводных электродвигателей для придания соплам вращательного движения используется сила реактивного действия от истекания моющего раствора через сопла.

Значительного повышения эффективности бесконтактной мойки (в том числе и уменьшение общего расхода воды) удастся достичь путем разделения процесса мойки на следующие друг за другом этапы:

- смачивание обрабатываемых поверхностей;
- смывание основного слоя грязи струями воды под высоким давлением;

- обработка моющим раствором для разрушения стойких загрязнений;
- смывание/споласкивание для завершающей очистки.

Разделение процесса мойки на указанные этапы позволяет добиться более тщательной и качественной очистки, что существенно повышает общую эффективность системы.

3.3 Конструктивные расчеты установки

Для начала определим рекомендуемый объем воды на один автобус, чтобы затем провести гидродинамические расчеты и установить основные характеристики системы. На графике 1 видно, что среднее потребление воды на квадратный метр при работе мощной мойки и давлении жидкости 1,5 мегапаскалей (или 15 килограммов на квадратный сантиметр) достигает 12л/м².

«Для автобуса ПАЗ-320412, площадь кузова и крыши которого составляет 83,8 м², расчетный расход воды на один автобус составляет:

$$83,8 \times 12 = 1006 \text{ л}$$

При учете дополнительной утечки воды во время активации и деактивации оборудования, предположим, что потребление воды на один автобус составляет 1100 литров (1,1 кубометра) для последующих вычислений.

Далее, используя подходящую формулу, определим потребность в воде для каждого сопла системы мойки.

$$Q_c = \frac{Q_\Sigma \cdot q_{on}}{N_c \cdot t}, \quad (52)$$

где q_{on} – доля общего расхода воды для выполнения данной операции, о.е.;

Q_Σ – суммарный нормативный расход воды для мойки автобуса, м³;

t – время работы установки на данной операции, с;

N_c – число сопел на данной операции (на паре установок), шт.

Установка функционирует столько времени, сколько автобус проезжает мимо нее на постоянной скорости:

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a}, \quad (53)$$

где V_a – скорость движения автобуса в мойке, принимаем

1,5 км/ч=0,417 м/с;

L_a – длина автобуса, 8,56м;

L_y – длина одной установки, 2,8м.

Определяем время, за которое автобус проходит между двумя станциями мойки, используя классическое уравнение скорости:

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a} = \frac{8,56 + 2,8}{0,417} = 27,3 \text{ с}$$

Чтобы определить скорость воды, выходящей из сопла, применим соответствующую формулу:

$$V_c = \frac{Q_c \cdot 4}{\pi \cdot d_c^2}, \quad (54)$$

где d_c – диаметр сопла, который подбирается для каждой операции мойки.

Для обеспечения рабочего давления в 1,5 МПа на основных этапах процесса мойки, диаметры сопел будут подобраны с учетом возможности их изготовления без использования особых инструментов. Чтобы найти требуемый перепад давления жидкости при установленной скорости течения через сопло, применяется такая формула:

$$H = \frac{(1+z) \cdot V_c^2}{2 \cdot g}, \quad (55)$$

где g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

z – коэффициент местного гидравлического сопротивления, $z=0,5$.

Определение величины давления воды осуществляется с помощью формулы, которая позволяет рассчитать требуемый перепад напора:

$$P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (56)$$

где ρ – плотность воды – 1000кг/м³.

В результате выполнения гидравлических расчетов согласно формулам 52, 54-56 мы составили таблицу 28, включающую данные о четырех операциях мойки» [13].

Таблица 28 - Определение расчетных давлений воды на различных операциях

Вид операции мойки	Удельный расход воды на операцию, %	Число форсунок на паре установок	Диаметр сопла, мм	Расход воды через одно сопло, л/с	Скорость струи на выходе из сопла, м/с	Потери напора в сопле, м	Давление на входе установки, МПа
Смачивание поверхности	11,1	20	3,5	0,224	23,3	41,5	0,41
Удаление грязи с поверхностей	44,4	28	4,2	0,640	46,2	163,4	1,60
Нанесение моющего раствора	11,1	20	3,5	0,224	23,3	41,5	0,41
Споласкивание	33,3	28	3,7	0,480	44,7	152,6	1,50

На ключевых стадиях процесса мойки уровень давления воды колеблется между 1,5 и 1,6 мегапаскалей, что полностью совпадает с первоначально установленным параметром, представленным на рисунке 9. Давление в 0,4 МПа вполне достаточно для проведения процедур смачивания и нанесения моющего раствора.

«Определение реактивного усилия, возникающего при выходе воды под давлением из сопла, возможно с использованием определенной формулы:

$$F = \rho v^2 S = 2 \rho g h S \quad (57)$$

Согласно чертежа сопла 24.РБ.ПЭА.203.00.001-003, струю воды можно направить под углом 20° от оси установки, при этом создаваемый для вращения момент может изменяться за счет поворота сопла вокруг собственной оси. Данный поворот изменяет направление струи воды

относительно перпендикуляра к оси вращения. Максимальное усилие от одного сопла можно определить по формуле:

$$F_x = F \cdot \sin(\alpha), \quad (58)$$

где α – максимальный угол наклона струи воды из сопла относительно перпендикуляра к оси вращения, в нашем случае 20° .

Сумма моментов вращения от всех сопел одной установки, даст величину максимально создаваемого момента вращения:

$$M_{\max} = \sum_{i=1}^{N_c} (F_i \cdot l_i), \quad (59)$$

где l_i – плечо реактивной силы.

Для определения осевого усилия на подшипник вычислим разность силы давления жидкости на торец вала и осевой составляющей реактивных сил от сопел:

$$F_o = \frac{P \cdot \pi \cdot d_b^2}{4} - \frac{F \cdot N_c \cdot \cos(\alpha)}{2}, \quad (60)$$

где d_b – диаметр вала, на который установлено уплотнение, 0,06м.

Силу трения в подшипнике можно определить по формуле:

$$F_{TP} = k_{TP} \cdot F_o, \quad (61)$$

где k_{TP} – для шарикоподшипников коэффициент трения 0,0015-0,006, для расчетов принимаем $k_{TP}=0,006$ [13].

«Основная задача ПТБ – обеспечение требуемого уровня технической готовности подвижного состава для выполнения перевозок при наименьших трудовых и материальных затратах.

Уровень развития ПТБ во многом определяется размерами и формами организации производственной деятельности АТП. На транспорте общего пользования преимущественно получили развитие автономные АТП, в которых выполняются все работы по ТО и ТР подвижного состава без специализации и кооперации производства, что требует наличия в каждом предприятии всего комплекса производственных и вспомогательных участков, складских, технических и подсобных помещений, а также

оснащения ПТБ всей номенклатурой рабочих постов и технологического оборудования [9]. Это приводит к малоэффективному использованию производственных мощностей, нерентабельным затратам и низкой фондоотдаче ПТБ. Средний размер таких АТП составляет 260–280 автомобилей. Значительный удельный вес смешанных АТП (до 50 %), включающих подвижной состав различного типа (грузовые автомобили, автобусы, автомобили-такси). Большая разномарочность подвижного состава в смешанных АТП затрудняют организацию ПТБ и выполнение ТО и ТР.

Существующая сеть ПТБ характеризуется большим износом (45–65 %) и недостаточной обеспеченностью производственными площадями, постами и средствами механизации, что отрицательно сказывается на уровне работоспособности подвижного состава»[15].

«Используя классическое выражение для момента определим величину момента трения в подшипнике:

$$M_{TP} = F_{TP} \cdot R_{II}, \quad (62)$$

где R_{II} – радиус размещения шариков установленного подшипника, 0,0405 м.

Максимальную круговую частоту вращения лопастей установки можно определить по формуле:

$$\omega = \sqrt{\frac{M_{\max} - (k + 1) \cdot M_{mp}}{k_a \cdot R^2 \cdot S}}, \quad (63)$$

где k – кратность роста потерь на трение в уплотнителе по сравнению с подшипниками, берем 4;

k_a – коэффициент аэродинамического сопротивления вращения лопастей, принимаем 0,45;

R – средний радиус лопастей для приложения аэродинамического сопротивления вращению, принимаем 1 м;

S – площадь сечения лопастей, подверженная аэродинамическому сопротивлению при вращении установки, принимаем 0,16 м².

Частота вращения из круговой частоты получаем преобразованием $n=\omega/(2\cdot\pi)$. Величина утечки воды через зазор работающего торцевого уплотнителя, согласно рекомендаций стандарта ОСТ 26-06-1493-87, может быть определена по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi \cdot h^3 \cdot (P_1 - P_0)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)} + \frac{4 \cdot \pi \cdot h^3 \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)}, \quad (64)$$

где μ – вязкость воды динамическая, составляет $1,138 \cdot 10^{-3}$ Па*с для 15°C;

ρ – плотность воды, берем 999,1 кг/м³ для 15°C;

h – зазор, возникающий при работе торцевого уплотнителя»[13].

В таблице 29 приведены результаты расчетов для четырех операций мойки, «демонстрирующие значительную максимальную скорость вращения оборудования, особенно на стадиях очистки от грязи и ополаскивания, когда моющее средство подаётся под наибольшим напором. Оптимизация процесса очистки достигается за счет возможности корректировки скорости оборотов лопастей через изменение направления струй, выходящих из сопел установки» [15].

Таблица 29 – Расчетные технико-эксплуатационные параметры при различных видах операций

Вид операции мойки	Усилие от 1 сопла, Н	Макс. радиальное усилие от 1 сопла, Н	Макс. радиальное усилие в подшипнике, Н	Макс. крутящий момент на установке, Н·м	Расчетный момент сопротивления трения, Н·м	Макс. частота вращения, об./мин.	Макс. утечка через зазор уплотнителя, см ³ /мин.
Смачивание поверхности	5,2	1,80	1098	15,2	0,22	133	0,20
Удаление грязи	29,6	10,4	4115	127,5	0,83	395	1,75
Нанесение моющего раствора	5,2	1,80	1098	15,2	0,22	133	0,20
Споласкивание	21,4	7,3	3930	92,4	0,80	335	1,25

3.4 Руководство по эксплуатации установки для мойки автобусов

3.4.1 Техническая характеристика установки

«Спроектированная установка для мойки автобусов имеет следующие характеристики:

- Тип мойки - проходная, струйная высокого давления, с подвижными соплами;
- Привод лопастей с соплами - реактивные струи моющего раствора под высоким давлением;
- Регулировка скорости вращения подвижных сопел – давление раствора и изменяемый угол направления струй из сопел;
- По способу сушки – отсутствует;
- Габаритные размеры одной установки в сборе:
длина х ширина х высота 2920 х 850 х 2960 мм.
- Масса установки в сборе 110 кг.

Эти характеристики обеспечивают высокую производительность установки и эффективное удаление загрязнений» [13].

3.4.2 Требования к монтажу и транспортировке установки

«Правила транспортировки и монтажа установки:

- Монтаж и сдача-приемка установки в эксплуатацию должны производиться в соответствии с требованиями СНиП Ш-31-78.
- Установка производится на бетонированный пол, с обязательным водостоком. Крепление установки выполняется анкерными болтами.
- При транспортировании установки не допускать повреждений установки» [15].

Соблюдение вышеперечисленных правил позволит избежать повреждений установки во время транспортировки установки к месту монтажа, а также правильность монтажа установки, что обеспечит надёжную работу установки во время эксплуатации[9].

3.4.3 Общие меры безопасности при эксплуатации установки

Обеспечение безопасных условий труда сотрудников является государственной задачей и регламентируется рядом законодательных актов РФ. Поэтому спроектированная установка для мойки автобусов должна гарантировать возможность безопасной эксплуатации. При этом должны строго выполняться безопасные регламенты работ при ремонте и эксплуатации установок.

Во-первых, перед проведением любых ремонтных работ или обслуживания необходимо выполнить отключение установки: перекрыть вентилем подачу моющего раствора и отключить систему электронного управления. Для исключения случайного включения установки на вентиль и на панель управления обязательно вешается предупредительный знак с надписью: «Не включать! Работают люди».

Во-вторых, во время функционирования установки строго запрещается нахождение посторонних лиц на территории мойки. Это правило помогает избежать ненужных инцидентов и гарантирует, что только подготовленные работники будут находиться в зоне работы оборудования. Эксплуатировать установку могут только операторы, прошедшие специальное обучение и инструктаж по технике безопасности. Следование этим предостережениям необходимо для защиты обслуживающего персонала и минимизации рисков возникновения несчастных случаев.

3.4.4 Техническое обслуживание установки

Качественное обслуживание техники должно осуществляться исключительно специалистами высокого уровня, обеспечивая тем самым стабильную работу оборудования. Основопологающим фактором безопасного использования является регулярный технический осмотр, который зачастую игнорируется, однако его роль крайне значима. В процессе регулярной проверки осуществляются такие действия:

- Проверка крепления защитного экрана;
- Проверка отсутствия механических повреждений;
- Отсутствие дефектов шлангов и надежность их соединения;
- При проверке установки на предмет утечки жидкости важно учитывать, что даже при работе системы допускается потеря до двух кубических сантиметров в минуту через техническое отверстие внизу конструкции, но при этом она должна быть полностью герметична в нерабочем состоянии.

Процедуры технического обслуживания выполняются каждые три месяца или после 350 рабочих часов, и они охватывают следующий перечень действий:

- Проверка статической балансировки установки (динамическая балансировка не требуется из-за невысоких скоростей вращения лопастей);
- Очистка и промывка форсунок от загрязнений и отложений;
- Для обеспечения стабильности соединений необходимо контролировать состояние конструктивных деталей, герметичность трубопроводной системы, натягивание гибких шлангов и надежность крепежных узлов;
- Контроль состояния электронной системы управления и контрольных датчиков.

Для увеличения срока использования техники и обеспечения более безопасной работы применяются определенные методы.

3.5 Сравнение технических характеристик спроектированной мойки с существующими конструкциями

Спроектированная установка бесконтактной мойки, имеет характеристики, определённые расчётным путём, главным образом на базе гидравлических расчётов, точность которых может оказаться недостаточной.

Сравнивать цифры с имеющимися аналогами может оказаться неверным решением. Для определения эффективности работы, водопотребления необходимы модельные эксперименты. Возможно осуществить детальный анализ разработанной системы по отношению к имеющимся моделям.

Достоинства:

- Бесконтактные системы по сравнению с традиционными методами обеспечивают меньший риск деформации окраски автомобиля. Процесс очистки становится проще благодаря отсутствию необходимости складывать зеркала заднего вида при использовании бесконтактной технологии;
- Отсутствие необходимости в высоком напряжении для привода вращения является преимуществом, поскольку вращение сопла происходит благодаря реактивным силам, возникающим от струи моющего раствора, подаваемой под давлением. Установка становится более электробезопасной благодаря размещению насосов в защищенных, сухих зонах;
- Установка, разработанная таким образом, обладает более компактными размерами, благодаря чему сокращается необходимая территория для её установки.

Недостатки:

- Для сокращения затрат на воду и обеспечения эффективной рециркуляции необходимо установить мощную систему очистки, учитывая повышенный расход воды при использовании бесконтактной мойки;
- Для устранения застарелых пятен бесконтактный метод оказывается недостаточно продуктивным, поэтому часто возникает необходимость во второй цикл очистки для получения приемлемого эффекта после первоначального применения.

Благодаря этим характеристикам можно определить плюсы и минусы установки еще до изготовления опытного образца.

4 Технологический процесс косметической мойки автобусов

4.1 Цели и задачи косметической мойки автобусов

Нормативы уборки салонов автобусных транспортных средств регламентируются «Правилами перевозки пассажиров и багажа автомобильным транспортом», утвержденными постановлением Правительства РФ. Одним из таких постановлений является СП 2.5.3650-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры" со сроком действия с 01.01.2021 до 01.01.2027. Также должны учитываться требования муниципальных нормативных актов и статей муниципальных контрактов, устанавливающих требования к уборке общественного транспорта. Требования по регионам страны немного отличаются, и сводятся, в общем, к тому, что должна проводиться ежедневная уборка и дезинфекция салонов транспортных средств. Согласно «Правил дорожного движения» должны быть чистыми обзорные стекла, приборы светотехники, зеркала заднего вида и регистрационные номерные знаки. Это обеспечит соблюдение норм пассивной безопасности.

Основной целью проведения мойки является создание комфортных условий пассажирам при выполнении поездки в общественном транспорте (отсутствие загрязнений, приятный внешний вид, отсутствие неприятных запахов и т.д.), а также уменьшения рисков распространения болезнетворных вирусов и бактерий особенно в период ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки в районе эксплуатации подвижного состава.

«Технологически уборочно-моечные работы проводятся в следующей последовательности: убирают кабину и салон автобуса или кузов автомобиля; моют автомобиль снаружи (верхние и боковые поверхности); обсушивают автомобиль или протирают стекла всей наружной осветительной и сигнализационной аппаратуры, зеркала заднего вида, стекла

кабины и кузова, номерные знаки. Низ автомобиля и подкапотное пространство (моторный отсек) моют по потребности и при каждой постановке автомобиля на ТО и в соответствующий ремонт»[24]. Эти работы выполняются на посту углубленной мойки автобусов.

4.2 Описание техпроцесса

Рассмотрим необходимый перечень операций для выполнения техпроцесса по косметической мойке кузова и уборке салона автобуса.

Для того, чтобы не мешать дневной эксплуатации подвижного состава, косметическую мойку кузова и уборку салона будем выполнять в третью смену. После рабочего дня автобусы расположены на стоянке. Для выполнения операций мойки автобус необходимо подогнать к производственному корпусу. Эту операцию выполняют водители, которым перед перегонем автобуса необходимо подойти к нему, что и показано в операции 1.1. Очевидно, что время выполнения данной операции будет не фиксированным, а некоторым диапазоном, так как расстояние до перегоняемого автобуса будет различное. Далее водитель перегоняет автобус на пост ожидания мойки, открывая ворота корпуса при помощи электронного брелока. На посту ожидания мойки в зимнее время проводится прогрев кузова автобуса до положительных температур с использованием теплового воздушного калорифера. При положительных наружных температурах прогрев кузова не нужен.

На посту ожидания мойки водитель открывает двери автобуса и запускает в салон мойщиков-уборщиков подвижного состава. Мойщики проверяют закрытие окон и люков, и закрывают их при необходимости. О окна и люки должны закрывать водители после возвращения с маршрута в парк, но если по невнимательности они забудут это выполнить, то на автоматической мойке в салон автобуса может попасть большой объем воды. Уборщики протирают сидения моющим средством и убирают пол автобуса

переносным моющим пылесосом. Раз в неделю, по смещенному графику в седьмой части автобусов производится мытье окон в салоне. После этого проводят протирку ручек и поручней дезинфицирующим раствором. Раз в неделю или ежедневно при ухудшении санитарно-эпидемиологической обстановки в районе обслуживания АТП проводится дезинфекция салона с использованием переносных распылителей. Также мойщики проводят удаление влаги и протирку лобового стекла, зеркал заднего вида, фар и фонарей, а также номерных знаков автобуса.

Операции уборки салона проводятся параллельно с прогревом кузова, косметической мойкой и сушкой кузова. При косметической мойке автобус движется с минимальной скоростью, и это не должно мешать проведению уборочных работ.

После возможной операции прогрева кузова, водитель по зеленому сигналу светофора осуществляет поезд на скорости 1,5-2 км/ч по линии косметической мойки. Автобус проезжает мимо автоматически включающихся установок обеспечивающих смачивание, смывание грязи, нанесение моющего раствора и споласкивание кузова. В конце линии автобус встает в зоне сушки кузова. Для ускорения сушки используется тепловой воздушный калорифер.

После сушки автобус перегоняется на стоянку.

4.3 Разработка карты технологических операций

При разработке технологической карты на операции по уборке и косметической мойке автобуса будем описывать операции последовательно применительно к объекту операции – автобусу. Однако следует учитывать, что операции по уборке салона могут и должны выполняться параллельно (одновременно) с операциями прогрева кузова (в зимнее время) и операциями автоматизированной мойки кузова на линии установок мойки.

Основываясь на описании техпроцесса, приведенных выше, заполним карту технологической операции по уборке и мойке автобуса в таблице 30.

Таблица 30 - Карта технологическая операций по уборке и мойке автобуса

№ оп.	Наименование операции, перехода	Оборудование, инструмент	Трудоемк., мин.	Примечание
1	Перегон автобуса со стоянки на пост ожидания мойки		4-13	
	Исп.: водитель категории D			
1.1	Дойти до места стоянки		1-4	
1.2	Перегнуть автобус на пост ожидания мойки	Брелок открытия въездных дверей	2-4	
1.3	Открыть двери автобуса, поставить на стояночный тормоз, заглушить ДВС		1	
1.4	Стоянка для прогрева кузова до положительных температур	Тепловой воздушный калорифер	0-4	Операция выполняется только в зимнее время
2	Уборка салона автобуса		21,5-23	
	Исп.: мойщик-уборщик подвижного состава 2 р. – 3 чел.			
2.1	Убедиться в закрытии окон и люков, при необходимости закрыть		0,5-2	
2.2	Вымыть сидения в салоне	Моющее средство, ветошь	3	
2.3	Вымыть окна в салоне	Пульверизатор с моющим раствором, водосгон, ветошь	4	Еженедельно, по смещенному графику
2.4	Уборка пола салона	Переносной моющий пылесос	4	
2.5	Дезинфекция ручек и поручней	Дезинфицирующее средство, ветошь	3	
2.6	Дезинфекция салона	Переносной распылитель средства дезинфекции.	3	Еженедельно или ежедневно при ухудшении санитарно-эпидем. обстановки
2.7	Удаление влаги и протирка лобового стекла, зеркал заднего вида, фар и фонарей, номерных знаков	Водосгон, ветошь	3	
2.8	Регистрация работ в журнале обслуженного автобуса		1	Запись в журнале о выполненной уборке и выявленных дефектах
3	Косметическая мойка кузова		5-6,5	
	Исп.: водитель категории D			
3.1	Завести ДВС, закрыть двери, при зеленом сигнале светофора заехать на линию косметической мойки		0,5	

Продолжение таблицы 30

№ оп.	Наименование операции, перехода	Оборудование, инструмент	Трудоемк., мин.	Примечание
3.2	Проезд по линии мойки через установки смачивания, удаления загрязнений, нанесение моющего раствора и споласкивание	Установки бесконтактной мойки	1,5-2	Скорость движения автобуса 1,5-2 км/ч
3.3	В зоне сушки открыть двери автобуса, заглушить двигатель	Тепловой воздушный калорифер	3-4	
4	Перегон автобуса из зоны сушки на стоянку		3-5	
	Исп.: водитель категории D			
4.1	Открыть выездные ворота, завести ДВС, закрыть двери автобуса, выехать из корпуса, закрыть выездные ворота	Брелок открытия въездных дверей	1	
4.2	Перегнать автобус на место стоянки, заглушить ДВС, поставить на стояночный тормоз		2-4	

Выводы: в разделе спроектирована технологическая операция по уборке и мойке автобуса. Общая трудоемкость операции в зависимости от различных условий составляет от 33,5 до 47,5 минут. Однако длительность процесса для одного автобуса меньше, так как операции по уборке салона выполняют 3 мойщика, и к тому же уборка салона выполняется параллельно мойке и сушке кузова.

5 Экономический раздел

5.1 Техничко-экономическое обоснование производимых расчетов

В конструкторском разделе работы была спроектирована установка для мойки автобусов бесконтактным способом. Использование последовательно четырех групп по две моечных установки с каждого борта автобуса позволяет создать поточную линию для мойки автобусов. Согласно выполненным расчетам для выполнения суточной программы по косметической мойке необходимо 4 поточные линии мойки. Для оценки эффективности проекта в экономическом разделе проведем расчет себестоимости нормо-часа проведения работ на участке. А также выясним себестоимость операции косметической мойки одного автобуса[5].

5.2 Определение затрат на материалы на участке косметической мойки

Различные виды материалов и ресурсов, включая воду и сжатый воздух, задействованы в технологическом процессе. При определении расходов учитывается ежегодный норматив потребления каждого ресурса. При расчете затрат на техническую воду и сжатый воздух транспортные издержки не учитываются, так как расходы на доставку уже включены в цену данных материалов. Результаты расчетов представлены в таблице 31.

Расчет годовых материальных затрат выполняется по формуле:

$$MЗ = \sum(CM_i * KM_i * КТИ_i), \quad (65)$$

где CM_i – цена за единицу определенного вида материала, руб./ед.;

KM_i – годовые затраты определенного вида материала, ед.;

$КТИ_i$ – коэффициент учета транспортных затрат при поставке определенного вида материала.

Таблица 31 – Расчет годовых материальных затрат на мойке косметической

Вид используемого материала, ед.изм.	Цена за единицу материала, руб./ед.	Годовая норма расхода, ед.	Коэффициент транспортных издержек, о.е.	Сумма затрат, руб.
Концентрат ПАВ, кг	420,00	775	1,03	335265,00
Сменные картриджи для пылесосов, ед.	125,00	525	1,02	66937,50
Дезинфицирующие жидкости, л	350,00	360	1,02	128520,00
Ветошь, кг	72,00	740	1,02	54345,60
Вода техническая, м ³	31,87	19800	-	631026,00
Водоотведение, м ³	24,22	19800	-	479556,00
Воздух сжатый, м ³	1,40	54000	-	75600,00
Итого				1771250,10

5.3 Определение величины амортизационных отчислений на участке косметической мойки

«Амортизационные отчисления – это часть стоимости объекта основного фонда, рассчитанная определенным образом, с целью постепенного и систематического переноса затрат, понесенных в момент приобретения или производства актива на расходы предприятия на протяжении всего срока полезного использования самого объекта»[21]. Сумма амортизационных отчислений для каждого вида оборудования определяется нормой амортизационных отчислений ($Наот_i$), которая является частью балансовой стоимости оборудования ежегодно переносимой на себестоимость производимой продукции или услуг.

Расчет производим по формуле:

$$A_{об} = \frac{\sum(CO_i \cdot H_i \cdot TP_i \cdot Наот_i / 100)}{2040}, \quad (66)$$

где CO_i – цена единицы используемого оборудования, руб.;

H_i – количество единиц используемого оборудования, шт.;

TP_i – время работы оборудования для выполнения моечных работ в течении года, ч.

Результаты расчетов представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Расчет величины амортизационных отчислений на участке мойка косметическая

Наименование оборудования участка косметической мойки	Стоимость оборудования, руб	Число единиц оборудования, шт	Годовая норма работы оборудования, ч	Норма амортизационных отчислений, %	Сумма амортизационных отчислений, руб
Комплект инструментов для уборки	6500	6	2020	25	9654,41
Переносная моечная установка	24500,00	4	2040	18	17640,00
Насосная станция для подачи воды на установки	145000	4	2040	15	87000,00
Установки для бесконтактной мойки автобусов с различными соплами	235000,00	32	2040	15	1128000,00
Пылесос	35000,00	2	2020	22	15249,02
Пылесос профессиональный	43000,00	2	2020	20	17031,37
Итого					1274574,80

5.4 Расчет затрат на электроэнергию на участке косметической мойки

В затраты на электроэнергию на участке включается вся потребленная технологическим оборудованием электроэнергия. Так как участок по косметической мойке работает в ночную смену, то стоимость электроэнергии (Сээ) берем по ночному тарифу. В настоящее время (II полугодие 2024 года) по Тольятти он составляет 3,21 руб./кВт*ч. Обычно затраты на освещение учитывают в общецеховых затратах, но так как наш участок работает в третью смену, и освещение используется постоянно, включим затраты на освещение в основную технологическую себестоимость.

Расчет затрат выполним с использованием следующего выражения:

$$\Xi = \sum (M_{об_i} * N_i * T_{р_i} * K_{зм_i}) * C_{ээ}, \quad (67)$$

где $M_{об_i}$ – мощность оборудования, кВт;

N_i – число единиц оборудования данного вида, шт.;

$T_{р_i}$ – время работы оборудования, ч;

$K_{зм}$ – коэффициент загрузки по мощности, о.е.

Результаты расчетов представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Расчет затраты на электрическую энергию на участке косметической мойки

Наименование оборудования	Мощность оборудования, кВт	Число единиц оборудования, шт.	Время работы оборудования в год, ч	Коэффициент загрузки по мощности, о.е.	Сумма затрат, руб.
Переносная моечная установка	0,85	4	2040	0,8	17811,65
Насосная станция для подачи воды на установки	3,5	4	2040	0,9	82509,84
Установки для бесконтактной мойки автобусов с различными соплами	0,2	32	2040	0,4	16763,91
Пылесос	0,35	2	2020	0,8	3631,15
Пылесос профессиональный	1,2	2	2020	0,75	11671,56
Светильник освещения светодиодный	0,04	192	2040	1,0	50291,71
Итого					182679,81

5.5 Расчет затрат на заработную плату основных производственных рабочих участка

При выполнении работ по мойке автобусов АТП рабочим участка косметической мойки (мойщикам салона, операторам моечной установки, водителям) выплачивается заработная плата. Проведем расчет затрат на

основную заработную плату в течении года рабочих участка согласно штатного расписания. Расчет проведем в табличной форме умножая размер тарифной ставки на длительность смены и число рабочих дней в течении года. Результаты расчетов представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Расчет затрат на основную заработную плату основного персонала участка

Рабочая профессия	Число рабочих	Тарифная ставка,	Длительность смены,	Число рабочих дней,	Годовая заработная плата
		$Sc_{т.}$, руб./ч	q час.	$t_{i, дн.}$	Руб.
Мойщик салона автобуса	13	190	8	305	6026800
Оператор моечной установки	2	215	8	305	1049200
Водитель	16	230	8	305	8979200
Итого	31	Итого			16055200

Для поощрения качественной и эффективной работы сотрудников выплачивается дополнительная заработная плата (компенсационные и стимулирующие выплаты). «Дополнительная заработная плата обычно рассчитывается следующим образом:

$$З_{доп} = З_о * К_д, \quad (68)$$

где $К_д$ – коэффициент дополнительной заработной платы,

$$К_д=0,25»[21].$$

$$З_{доп} = 16055200 * 0,25 = 4013800 \text{ руб.}$$

Так как для повышения эффективности использования подвижного состава АТП, косметическая мойка автобусов организуется в ночное время, которое согласно ст. 96 ТК РФ длится с 22:00 до 6:00, то занятым сотрудникам необходимо производить доплату (надбавку к зарплате) за работу в ночное время. Согласно ст. 154 ТК РФ размер доплаты не может быть меньше 20% за каждый час работы в ночное время. Таким образом коэффициент доплат за работу в ночное время ($К_{нв}$) принимаем равным 0,2.

Определим величину доплат мойщикам и водителям за работу в ночное время по формуле:

$$З_{нв} = З_0 * К_{нв}, \quad (69)$$

$$З_{нв} = 16055200 * 0,2 = 3211040 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование до 2023 года взносы делились на пенсионные, медицинские, по материнству и болезни, а также по травматизму. Сейчас первые 3 типа взносов объединили в единый тариф, а травматизм по прежнему администрирует СФР (ранее ФСС). Величина коэффициента отчислений на соцстрах ($К_{соц}$) регламентируется постановлением Правительства РФ №1883 от 10.11.2023 и ежегодно индексируется. В 2024 году коэффициент отчислений на соцстрах, согласно таблице тарифов равен 30%, следовательно $К_{соц}$ равен 0,3. Величину отчислений на соцстрах определим по формуле:

$$З_{соц} = З_0 * К_{соц} \quad (70)$$

$$З_{соц} = 16055200 * 0,3 = 4816560 \text{ руб.}$$

Годовой фонд оплаты труда участка косметической мойки равен:

$$ФОТ = З_0 + З_{доп} + З_{нв} + З_{соц} \quad (71)$$

$$ФОТ = 16055200 + 4013800 + 3211040 = 28096600 \text{ руб.}$$

5.6 Определение величины стоимости нормо-часа и стоимости мойки одного автобуса

«В технологической себестоимости продукции учитывают затраты на закупку материалов и комплектующих, затраты на амортизацию оборудования, затраты на электроэнергию и затраты на оплату труда сотрудников с учетом отчислений на социальное страхование»[21]. Технологическую себестоимость работы участка определим используя следующее выражение:

$$ТС = МЗ + А_{об} + Э + ФОТ \quad (72)$$

$$TC = 1771250,1 + 1274574,80 + 182679,8 + 28096600 = 31325104,72 \text{ руб.}$$

«При определении цеховой себестоимости к технологической себестоимости добавляют дополнительные цеховые расходы, в частности затраты на работу бухгалтерии, инженерно-технических работников и др. Для облегчения расчетов перечисленные затраты учитываются как доля к технологической себестоимости. Обычно данную долю считают равной примерно 20%, и потому коэффициент цеховых затрат (Кц) считают равным 1,2»[21]. С учетом этого цеховая себестоимость определяется по формуле:

$$ЦС = TC * K_{ц} \quad (73)$$

$$ЦС = 31325104,72 * 1,2 = 37590125,66 \text{ руб.}$$

При определении производственной себестоимости к цеховой себестоимости добавляют дополнительные производственные (общезаводские) расходы. «К общезаводским расходам можно отнести затраты на содержание административно-управленческого персонала, не связанного с производственным процессом, амортизацию и прочие расходы по содержанию ОС и аренду и обслуживание помещений, относящихся именно к этой структуре компании, расходы на оплату информационных, аудиторских, консультационных услуг, другие аналогичные по назначению управленческие расходы»[21]. Для облегчения расчетов, что невозможно сделать на этапе проектных расчетов, перечисленные затраты учитываются как доля к цеховой себестоимости. Обычно данную долю считают равной примерно 35%, и потому коэффициент производственных затрат (Кп) считают равным 1,35. С учетом этого производственная себестоимость определяется по формуле:

$$ПС = ЦС * K_{п}, \quad (74)$$

$$ПС = 37590125 * 1,35 = 50746669,65 \text{ руб.}$$

При определении полной себестоимости к производственной себестоимости добавляют вне производственные затраты связанные с реализацией продукции (транспортировка, затраты на рекламу и продажу продукции). Так как операция мойки автобусов выполняется для автобусов

принадлежащих АТП, то внешних затрат нет, и полная себестоимость для участка мойки равна производственной себестоимости.

В случае если будет реализовываться услуга по мойке автотранспорта сторонних собственников, то тогда в составе полной себестоимости появятся дополнительные затраты, и их надо будет учитывать.

На основании выше изложенного полная себестоимость (Сполн) равна 50746669,65 руб.

Годовую трудоемкость работ (Тг) рабочих на участке косметической мойки можно определить по данным представленным в таблице 33. Для 31 рабочего годовая трудоемкость составит 75640 часов.

Себестоимость нормо-часа на участке косметической мойки рассчитаем как отношение полной себестоимости к годовой трудоемкости работ:

$$C_{н/ч} = C_{полн} / T_{г}, \quad (75)$$

$$C_{н/ч} = 50746669,65 / 75640 = 670,90 \text{ руб.}$$

Согласно выполненным расчетам стоимость одного рабочего часа на участке косметической мойки равна 670,90 рублей.

Определим себестоимость мойки одного автобуса используя выражение:

$$C_{ма} = C_{полн} / N_{г}, \quad (76)$$

где $N_{г}$ - годовая производственная программа АТП по косметической мойке, согласно таблицы 6 раздела 1.2.2 равняется 117980 автобусов.

$$C_{ма} = 50746669,65 / 117980 = 430,13 \text{ руб.}$$

Таким образом, себестоимость косметической мойки одного автобуса на участке составляет 430,13 руб. С учетом того, что на коммерческих мойках практически такая же цена мойки легкового автомобиля, то можно сделать вывод о том что спроектированная установка бесконтактной мойки и линии косметической мойки достаточно эффективны [6].

Заключение

Представленная работа соответствует заданию. Выполнен проект АТП на 340 автобусов. Был проведён анализ тех. характеристик присутствующих на рынке автобусов, по итогам которого определены автобусы модели ПАЗ-320402(412) производства Павловского автомобильного завода. Произведен подсчет параметров корпуса автобусного транспортного предприятия. В рамках транспортной компании выполнена оценка потребности в техническом обслуживании по всем подразделениям. Создано пространственное планирование здания производства площадью 102 на 36 метров, включая зоны для косметического ухода и глубокой очистки. В рамках проекта по оснащению зоны ЕО был осуществлен подбор необходимого технического оборудования и инструментов.

Выполнены проектные расчеты установки для бесконтактной мойки автобусов под высоким давлением. Разработан сборочный чертеж мойки на трех листах А1. В качестве элемента уплотнения использован торцевой уплотнитель, что позволило исключить из конструкции приводной электродвигатель.

Разработана технологическая карта на операции уборки салона и косметической мойки кузова автобуса. Выполнен расчет стоимости нормо-часа при выполнении косметической мойки и мойки салона, а также определена себестоимость мойки одного автобуса.

Список используемых источников

1. Автобусы ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 руководство по эксплуатации 320402-3902010 РЭ онлайн. сайт URL: http://sinref.ru/avtomobili/PAZ/002_paz_320402_i_320412_rukovodstvo_po_ekspluatac_2011/001.htm (дата обращения 18.09.24).
2. Анурьев, Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев.- М.: Машиностроение, 2006.
3. Беляев, Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. –М.: Наука, 1976 – 608 с.
4. Болбас, Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Расчет производственной программы и объема работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств. Методическое пособие / М.М. Болбас, Н.М. Капустин, А.С. Сай, И.М. Флерко, – Минск: БИТУ, 2012
5. Бычков В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Электронный ресурс] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104787-3(online).
6. Володько О. В. Экономика организации [Электронный ресурс] : учеб.пособие / О. В. Володько, Р. Н. Грабар, Т. В. Зглюй ; под ред. О. В. Володько. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 399 с. - ISBN 978-985-06-2560-1.
7. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник / Р.И. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 1984. 464 с.
8. ГОСТ 10902-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры (с Изменениями N 1, 2) / [Электронный ресурс] // Я 360: [сайт]. — URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1667544553&tld=ru&lang=ru&name=gost_10902-77.pdf (дата обращения: 24.10.2024).

9. ГОСТР 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». от 01.03.2007 - сайт URL: www.gosthelp.ru/gost/gost2246.html(дата обращения 18.10.23).

10. ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия—сайт URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200036308>(дата обращения 23.10.23).

11. ГОСТ 8724-81. Резьба метрическая. Диаметры и шаги / База нормативной документации - <http://www.complexdoc.ru/gost/8724-81> (дата обращения 23.10.23).

12. Епишкин В.Е., Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 190600.62/ В.Е.Епишкин.- Тольятти: ТГУ, 2013. – 113 с.

13. Живоглядов Н.И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Н.И. Живоглядов. – Тольятти: ТолПИ, 2002.

14. Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб.пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 – Внадзаг.:Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

15. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные. Технические условия, ГОСТ 30245-2003 / зав. изд. отд. Л.Ф. Калинина. – М.: ФПУП ЦПП, 2004. 30 с. - сайт URL: <http://vsegost.com/Catalog/84/8428.shtml> (дата обращения 22.10.23).

16. Методические указания к расчету технологического оборудования / сост. Н.И. Живоглядов. —Тольятти: ТолПИ, 1994. - 68с.

17. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, ТГУ, Тольятти: 2021.

18. Организация технического обслуживания автобусов / [Электронный ресурс] // Строй-Техника.ру : [сайт]. — URL: <https://stroy-technics.ru/article/organizatsiya-tekhnicheskogo-obsluzhivaniya-avtobusov>. (дата обращения: 02.10.2024).

19. Петин, Ю.П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб.-метод. пособие / Ю.П. Петин, Г.В. Мураткин, Е.Е. Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. –103 с.

20. Технологическое проектирование производственных зон и участков: учебно-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; сост.: В.Н. Хрянин, А.А. Железнов. – Новосибирск, 2012. – 91 с.

21. Сайт «Современный предприниматель». сайт URL: <https://spmag.ru/articles/uchet-obshcheproizvodstvennyh-i-obshchehozyaystvennyh-rashodov> (дата обращение 01.11.24).

22. СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 - сайт URL: <https://docs.cntd.ru/document/120007115> (дата обращения 14.10.23).

23. Фещенко В.Н., Справочник конструктора. Комплект в двух книгах. Издание 2-е / В.Н. Фещенко, - М., 2017.

24. Филатов М.И. Технология и оборудование уборочно-моечных работ: Методические указания / М.И. Филатов; Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ОГУ, 2018. – 33 с.

25. Ясенов, Анализ проблем в работе городского пассажирского транспорта г.Нижнего Новгорода: Материалы 87-й Международной научно-технической конференции «Эксплуатационная безопасность автотранспортных средств». / В.В. Ясенов, М.Е. Елисеев, А. В. Липенков, - 2014.