

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры полностью)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

Пассажирское АТП на 370 автобусов малого и среднего класса.

Участок ЕО.

Студент(ка)

В.Ю. Хальзов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Угарова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора - директор
института машиностроения

А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2018

АНОТАЦИЯ

Бакалаврская работа на тему «Пассажирское АТП на 370 автобусов малого и среднего класса. Участок ЕО». Спроектировано АТП для автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412, определены участки работ ежедневного обслуживания, технического обслуживания и текущего ремонта, выполнено объемно-планировочное решение производственного корпуса, выбрано технологическое оборудование, в том числе разработанная установка для бесконтактной мойки под высоким давлением. В конструкторском разделе разработана установка для бесконтактной мойки под высоким давлением. Выполнены конструкторские расчеты, определяющие основные размеры и характеристики установки. В технологическом разделе разработан технологический процесс снятия и установки КПП на автобус. Рассмотрены вопросы организации безопасных условий труда на участке выполнения моечных работ, выполнены расчеты искусственного освещения и защитного заземления. В экономическом разделе проведен расчет технологической себестоимости спроектированной установки для мойки автобусов в сравнении с базовым вариантом.

Пояснительная записка бакалаврской работы состоит из введения, 4-х разделов, заключения, списка используемой литературы, и приложения: 78 стр., 34 рисунка, 12 таблиц. Графическая часть дипломного проекта состоит из 1 листа формата А2х3 и 6 листов формата А1.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Автотранспортное предприятие – технический проект	6
1.1 Техническо-экономическое обоснование проекта	6
1.2 Технологический расчет АТП	12
1.2.1 Исходные данные для технологического расчета	12
1.2.2 Расчет объема производственной программы по ЕО, ТО-1,2, ТР и Д-1,2	14
1.2.3 Годовые объемы работ по ТО, ТР автомобилей и самообслуживанию предприятия	18
1.2.4 Расчет зоны ЕО	20
1.2.5 Расчет параметров зоны диагностики	23
1.2.6 Расчет зоны ТО-1, ТО-2	25
1.2.7 Расчет зоны ТР	27
1.2.8 Число постов смазки	29
1.2.9 Расчет числа постов ожидания	29
1.2.10 Расчет объема работ по самообслуживанию предприятия	29
1.2.11 Технологический расчет отделений	31
1.2.12 Определение площади складских помещений	33
1.2.13 Определение необходимой площади для хранения автомобилей	33
1.2.14 Планировочное решение производственного корпуса	34
2 Зона ЕО. Рабочий проект	38
2.1 Услуги, работы и основные технологические процессы	38
2.2 Персонал и режим его работы	39
2.3 Оборудование и инструмент	40
2.4 Расчет площади участка	40
2.4 Инженерные коммуникации	42
3 Конструкторская часть	45
3.1 Техническое задание на проектирование установки для мойки автобусов	45

3.1.1 Область применения	45
3.1.2 Условия эксплуатации	45
3.1.3 Основание для разработки	46
3.1.4 Цель и назначение разработки	46
3.1.5 Технические требования к проектируемой конструкции	46
3.1.6 Порядок контроля и приёмки	48
3.2 Техническое предложение	48
3.2.1 Выбор общей концепции установки	48
3.2.2 Определение конструкторского решения	51
3.3 Конструктивные расчеты установки	55
3.4 Руководство по эксплуатации установки для мойки автобусов	60
3.4.1 Техническая характеристика	60
3.4.2 Транспортировка и монтаж установки	60
3.4.3 Общие меры безопасности	61
3.4.4 Общие положения инструкции по эксплуатации установки	61
3.4.5 Техническое обслуживание установки	62
3.5 Сравнение технических характеристик спроектированной мойки с существующими конструкциями	63
4 Технологический процесс замены коробки переключения передач автобуса ПАЗ-3204XX	65
4.1 Условия работы агрегата	65
4.2 Наиболее характерные неисправности КПП	66
4.3 Технологический процесс снятия и установки коробки передач автобуса ПАЗ-3204xx	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72
ПРИЛОЖЕНИЕ	75

ВВЕДЕНИЕ

Важной задачей пассажирского автомобильного транспорта является своевременное и качественное удовлетворение потребностей населения в пассажирских перевозках при этом необходима минимизация затрат материальных и трудовых ресурсов с безусловным обеспечением безопасности выполняемых работ.

Решение поставленной задачи требует активного развития автомобильного транспорта общего пользования, повышения объема пассажирооборота, снижения времени поездки пассажиров (с учетом времени ожидания транспорта), оптимизации загрузки транспортом дорожной структуры, укрепления и модернизации материально-технической базы автотранспортных предприятий, сосредоточения автобусов на крупных автотранспортных предприятиях, что позволит повысить качество технического обслуживания и ремонта автобусов. Достижение высокой эксплуатационной надежности автобусов является важной задачей, стоящей перед предприятиями, обеспечивающими работу общественного автомобильного транспорта. Эта проблема решается с одной стороны автомобильной промышленностью путем выпуска более надежных автомобилей, а с другой стороны – более совершенными методами технической эксплуатации автомобилей. Задача решается путем формирования необходимой ремонтной базы АТП для поддержания автобусов в исправном состоянии, и использования прогрессивных процессов технического обслуживания и ремонта, внедрением средств роботизации и автоматизации производственных процессов. Необходимо также организовать процесс непрерывного повышения квалификации персонала.

1 Автотранспортное предприятие – технический проект

1.1 Технико-экономическое обоснование проекта

В настоящее время на рынке оказания услуг по перевозке пассажиров в городах, где нет метрополитена сложилась ситуация, когда пассажирский автомобильный транспорт несет на себе основную нагрузку. Он приобретает практически монополистическое значение, как в местных, так и в пригородных и в междугородних перевозках.

Наиболее эффективным и экономически целесообразным является использование при пассажирских перевозках автобусов малого и среднего класса. Автобусы малого класса наиболее эффективно использовать при внутрирайонных и межрайонных перевозках, особенно в утреннее, вечернее и межпиковое время. Перевозки пассажиров в это время характеризуются неполной загрузкой и их экономически более целесообразно выполнять автобусами небольшой вместимости, подбирая эффективный интервал движения автобусов. Так же небольшие автобусы позволяют увеличить количество маршрутов общественного транспорта, что повышает удовлетворенность пассажиров, особенно в зонах малого пассажиропотока.

В задании не указан город, для которого производится разработка АТП на 370 автобусов малого и среднего класса. Проанализируем возможные варианты использования данного проекта. Проектируемое АТП достаточно большое. Оно может быть реализовано как дополнительное АТП к уже существующему в городе. При этом это может быть или крупный областной город, или крупный промышленный центр (например Тольятти, Новокузнецк или набережные Челны). Или может рассматриваться вариант постройки единственного АТП в крупном населенном пункте взамен одного или нескольких старых АТП. При этом автобусы малого и среднего класса очень эффективно использовать на протяженных не критически загруженных маршрутах, например, если в населенном пункте достаточно большую площадь занимают постройки частного сектора и дома небольшой

этажности, при этом в городе имеется достаточное количество средних и крупных предприятий, для которых необходимо организовать доставку и возврат рабочих смен. В работе [1] рассмотрены проблемы организации работы общественного транспорта г. Нижний Новгород. В этом городе имеется довольно большая площадь малоэтажной застройки и домов частного сектора, и имеется много промышленных предприятий в различных районах города. Из анализа проблем можно сделать вывод, что в этом городе вполне возможно эффективное функционирование проектируемого АТП.

Для выбора марок используемых автобусов, проведем анализ требований для повышения эффективности работы проектируемого предприятия. В связи с режимом санкций ряда государств лучше ориентироваться на Российских автопроизводителей с высоким уровнем локализации производства. С другой стороны, желательно обеспечить высокий уровень унификации узлов и агрегатов на автобусах различных классов. Высокий уровень унификации позволит значительно сократить запасы запчастей на складах и сократить затраты на подготовку специалистов по обслуживанию и ремонту подвижного состава. Также желательно иметь различные модификации автобусов, что позволит их эффективно использовать при внутри городских, пригородных и междугородних перевозках.

Анализ показывает, что всем перечисленным ограничениям прекрасно соответствует продукция Павловского автобусного завода. Завод производит автобусы малого класса ПАЗ-320402. Внешний вид автобуса представлен на рисунке 1.1. На базе этого автобуса был спроектирован и выпускается автобус среднего класса ПАЗ-320412. Автобус ПАЗ-320412 имеет большую на 960 мм базу и некоторые изменения в подвеске. Внешний вид автобуса ПАЗ-320412 представлен на рисунке 1.2.



Рисунок 1.1 Внешний вид автобуса ПАЗ-320402



Рисунок 1.2 Внешний вид автобуса ПАЗ-320412

Автобусы имеют удобное и хорошо оборудованное рабочее место водителя, представленное на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 Рабочее место водителя автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412

Автобусы ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 выпускаются различных модификаций с планировками салона для городских пригородных и междугородних перевозок. На рисунке 1.4 представлены варианты планировки салона ПАЗ-320412.



Рисунок 1.4 Варианты планировки салона ПАЗ-320412

Такое разнообразие модификаций позволит сформировать парк автобусов, который сможет эффективно решать задачи по организации различных видов перевозок пассажиров. Конкретное распределение количества автобусов по классам и модификациям без анализа транспортной загрузки и пассажиропотоков города размещения АТП невозможно, поэтому в рамках данной работы этот вопрос не рассматривается. Считается что общее количество автобусов в АТП составляет 370 единиц. Отсутствие распределения количества автобусов по классам не препятствует проведению проектирования производственного корпуса АТП, так как, во-первых, автобусы ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 практически идентичны и их надежность, и циклы обслуживания (периодичность ТО-1, ТО-2) совпадают. А с другой стороны проектирование корпуса выполняется с учетом максимальных габаритных размеров обслуживаемых автобусов, и посты

обслуживания проектируются с возможностью обслуживания любой модификации из имеющихся в АТП автобусов.

На рисунке 1.5 приведены габаритные и базовые размеры используемых автобусов.

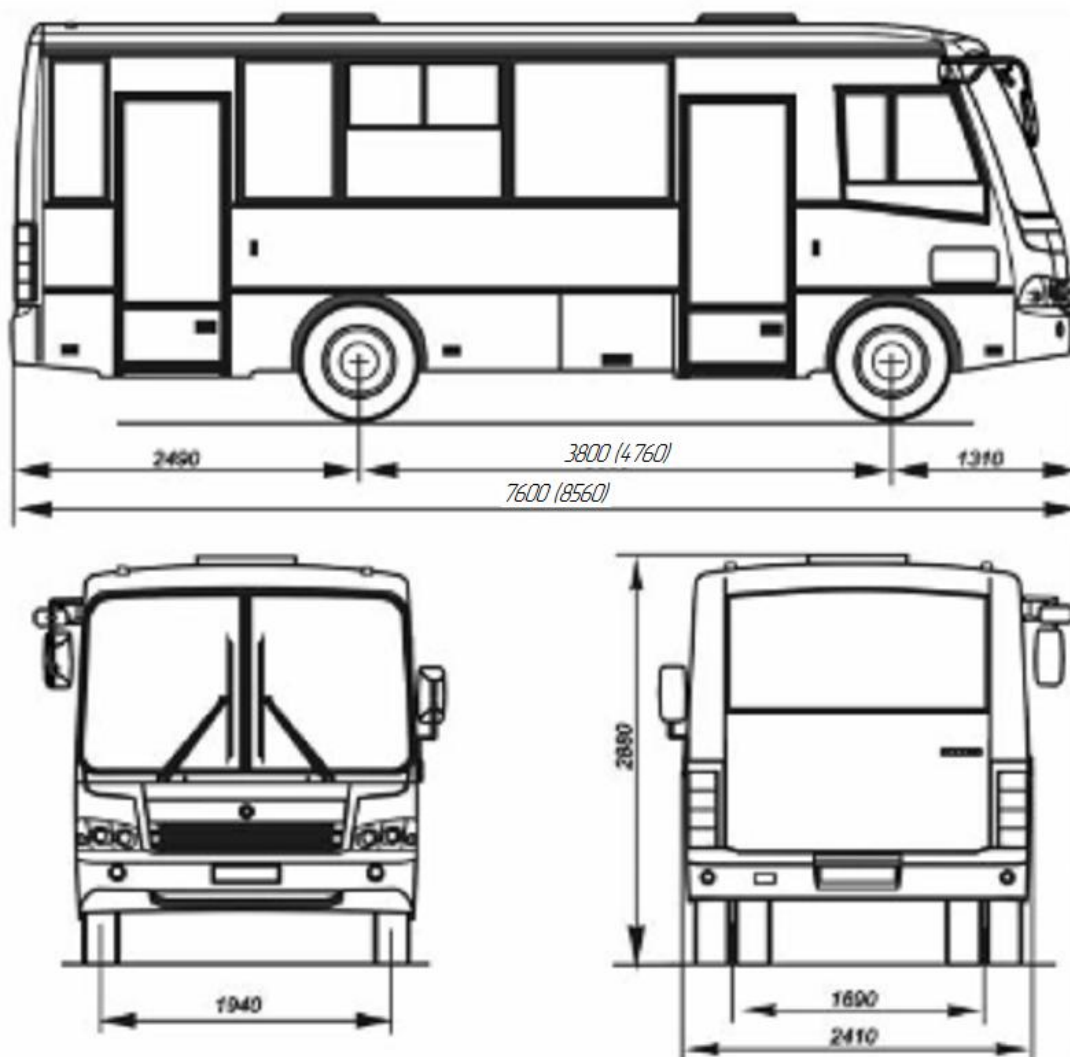


Рисунок 1.5 Габаритные размеры автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412, в скобках размеры для ПАЗ-320412

В таблице 1.1 представлены габаритные размеры автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412, и определен максимальный габарит для проектирования постов обслуживания.

Таблица 1.1 Габаритные размеры автобусов

Параметр	ПА3-320402	ПА3-320412	Максимум
Габариты: длина, мм	7600	8560	8560
ширина, мм	2410	2410	2410
высота, мм	2880	2880	2880

В таблицу 1.2 сведены основные технические характеристики используемых в АТП автобусов. Как видно из таблицы, за счет выбора различных модификаций автобусов, вместимость может изменяться от 43 до 60 пассажиров. Это позволит организовать более рациональную систему перевозок.

Таблица 1.2 Основные технические характеристики автобусов

Параметр	ПА3-320402	ПА3-320412
ДВС - дизель	Cummins ISF 3.8s3168	
Экологическая безопасность двигателя	EURO – 4	
Рабочий объем, см ³	3760	
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	122 (166) при 2500 об/мин	
КПП	ZF S5-42, мех., 5-ст.	
Количество сидений	17-25	21-30
Полная вместимость	53-43	60-52
Максимальный расход топлива, л/100 км		
- при 60 км/ч	17,0	17,9
- при 80 км/ч	21,5	22,8
Колея передней оси, мм	1940	2075
Колея задней оси (между серединами сдвоенных шин), мм	1690	1780
Полная масса, кг	10000	11500
Снаряженная масса	5580	6910
Внешний минимальный радиус поворота по зеркалам, мм	8900	11000

1.2 Технологический расчет АТП

1.2.1 Исходные данные для выполнения технологического расчета АТП

Назначение проектируемого предприятия пассажирское автотранспортное предприятие на 370 автобусов малого и среднего класса.

В обосновании проекта (предыдущий раздел) были выбраны автобусы марок ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412. Эти автобусы построены на одной базе и имеют различия в размере базы и некоторые отличия по деталям подвески. Поэтому расчет трудозатрат проведем по базовой модели ПАЗ-320402.

Таблица 1.3 Набор исходных данных для технологического проекта

Наименование данных	Обозначение	Значение
Число обслуживаемых автобусов, шт.	$A_{и}$	370
Количество рабочих дней в году для АТП	$D_{г}$	365
Количество рабочих дней в году для ТО и ТР	$D_{гто}$	305
Категория эксплуатации		III
Пробег с начала эксплуатации, км	L	$(0,56-0,70) \cdot L_{сп}$
Среднесуточный пробег, км	$l_{сс}$	150
Нормативный пробег до ТО-1, км	$L_{1н}$	6000
до ТО-2, км	$L_{2н}$	12000
до КР, км	$L_{трн}$	320000
Время работы зоны ТО-1, час	$T_{обТО-1}$	8
ТО-2, час	$T_{обТО-2}$	8
ЕО, час	$T_{обЕО}$	8
ТР, час	$T_{обТР}$	8
Периодичность мойки автобусов, дн	$D_{м}$	1
Габаритные размеры автобуса длина, мм		8560
ширина, мм		2410
высота, мм		2880
Площадь проекции автобуса, м ²	f	20.63

Так как автобусы, эксплуатируемые в АТП, имеют различие в габаритных размерах, то формируем эквивалентный габарит транспортного средства по максимальным габаритам планируемых к использованию автобусов. Такой подход обеспечит возможность размещения любого из

эксплуатируемых на предприятии автобусов в зонах возможного размещения.

УМР можно определить используя следующее выражение:

$$L_M = D_M \cdot l_{cc} \quad (1.1)$$

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

Расчет периодичности работ по ТО-1, ТО-2, и ТР проводим учитывая коэффициенты корректирования нормативных параметров (K_1 - K_5), величины которых представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 Коэффициенты корректировки нормативных параметров

Наименование коэффициента	Обозначение	Значение
Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от условий эксплуатации	K_1	0.80
Коэфф. учета типов и модификаций подвижного состава	K_2	1.00
Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от природно-климатических условий	K_3	1.00
Коэфф. учета степени изношенности транспортных средств	K_4	1.40
Коэфф. корректирования нормативов, в зависимости от количества технологически совместимых групп подвижного состава	K_5	0.85

Учитывая коэффициенты корректировки для условий средней полосы России, определяем пробег до выполнения работ по ТО-1:

$$L_1 = L_{1н} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (1.2)$$

$$L_1 = 6000 \cdot 0.8 \cdot 1 = 4800 \text{ км}$$

Учитывая коэффициенты корректировки для условий средней полосы России, определяем пробег до выполнения работ по ТО-2:

$$L_2 = L_{2н} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (1.3)$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0.8 \cdot 1 = 9600 \text{ км}$$

Учитывая коэффициенты корректировки для условий эксплуатации в средней полосы России, определяем пробег до выполнения работ по КР:

$$L_{\text{тр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot L_{\text{трн}} \quad (1.4)$$

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

Согласно методическим указаниям [4] проведем корректировку пробегов до ТО-1, ТО-2 и ТР доведя ее до целочисленной кратности к среднесуточному пробегу. В таблице 1.5 представим результаты.

Таблица 1.5 Данные расчета скорректированных цикловых пробегов

Пробеги	Среднесуточный пробег / Пробег до ТО-1, км	Коэфф. Кратности	Скорректированный пробег, км
ТО-1	150	32	4800
ТО-2	4800	2	9600
ТР		54	259200

Полученные скорректированные цикловые пробеги (см. таблицу 1.5) используем для дальнейших расчетов.

1.2.2 Расчет объема производственной программы по ЕО, ТО-1,2, ТР и Д-1,2

Цикловой пробег определим равным пробегу до капремонта:

$$L_{\text{ц}} = L_{\text{кр}} = 2592000 \text{ км}$$

Определим число капремонтов за эксплуатационный цикл:

$$N_{\text{кр}} = L_{\text{ц}} / L_{\text{кр}} \quad (1.5)$$

$$N_{\text{кр}} = 259200 / 259200 = 1$$

Число обслуживаний автобуса в ТО-2 за цикл определим по формуле:

$$N_2 = (L_{\text{ц}} / L_{2\text{к}}) - N_{\text{кр}} \quad (1.6)$$

$$N_2 = (259200 / 9600) - 1 = 26$$

Число обслуживаний автобуса в ТО-1 определим по формуле:

$$N_1 = (L_{\text{ц}} / L_{1\text{к}}) - (N_2 + N_{\text{кр}}) \quad (1.7)$$

$$N_1 = (259200 / 4800) - (26 + 1) = 27$$

Цикловое число обслуживаний в ЕО определяем по формуле:

$$N_{\text{ео}} = L_{\text{ц}} / L_{\text{сб}} \quad (1.8)$$

$$N_{eo}=259200/150=1728$$

Число обслуживаний в косметической мойке определим по формуле:

$$N_M=L_{ц}/L_M \quad (1.9)$$

$$N_M=259200/150=1728$$

Устанавливаем число дней нормативного простоя равным нулю:

$$D_{НПГ}=0 \text{ дн.}$$

Определяем число рабочих дней автобуса в календарном году из выражения:

$$D_{гц}=D_{г}-D_{НПГ} \quad (1.10)$$

$$D_{гц}=365-0=365 \text{ дней}$$

Определяем число дней эксплуатации автобуса за цикл:

$$D_{гэц}=L_{ц}/L_{сс}$$

$$D_{гэц}=259200/150=1728 \text{ дней}$$

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

$$d_n=0,25 \text{ дн./1000 км при коэффициенте сменности } K_{см}=1.0.$$

Согласно рекомендаций [4] нормативный простой автобуса в ТО и ТР определяем как:

$$d=d_n \cdot K_4 \cdot K_{см} \quad (1.12)$$

$$d=0,25 \cdot 1.4 \cdot 1=0,35 \text{ дн./1000км}$$

Определяем время нахождения автобуса во внешнем ремонтном спецпредприятии:

$$D_{дос}=0 \text{ дн.}$$

Простой автомобиля в капитальном ремонте:

$$D_{крн}=0 \text{ дн.}$$

Суммарный простой автобуса в капитальном ремонте:

$$D_{кр}=D_{крн}+D_{дос} \quad (1.13)$$

$$D_{кр}=0+0=0 \text{ дн.}$$

Определяем общее число дней планового простоя в операциях ТО и ТР за цикл эксплуатации:

$$D_{pc} = \frac{d \cdot L_y}{1000} + D_{kp} \cdot N_K \quad (1.14)$$

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

Определим коэффициент технической готовности:

$$\alpha = D_{гэц} / (D_{гэц} + D_{pc}) \quad (1.15)$$

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

Коэффициент перехода от числа цикловых обслуживаний к числу обслуживаний за год:

$$\eta = \frac{D_r \cdot \alpha}{D_{гэц}} \quad (1.16)$$

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

Определим годовую программу и число обслуживаний по формулам:

$$N_r = N \cdot \eta \quad (1.17)$$

$$\Sigma N = N_r \cdot A_{и} \quad (1.18)$$

Результаты вычислений по формулам 1.17 и 1.18 занесем в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 Данные по годовой производственной программе проектируемого предприятия

Вид технического воздействия	Число обслуживаний автобуса за цикл N, авт.	η	A _и , авт.	Число обслуживаний автобуса за год N _г , авт.	Годовая производствен- ная программа ΣN , авт.
ЕО	1728	0,201	370	347	128390
Мойка	1728			347	128390
ТО-1	27			5	1850
ТО-2	26			5	1850
КР	0			0	0

Объем суточной программы технического обслуживания определяем используя формулу:

$$N_c = \Sigma N / D_r \quad (1.19)$$

Результаты расчета суточной производственной программы (с использованием формулы 1.19) выполним в таблице 1.7.

Таблица 1.7 Суточная производственная программа АТП

Вид технического воздействия	Годовая производственная программа ΣN , авт.	Число рабочих дней D_r , дни	Суточная программа N_c , авт.
ЕО	128390	365	352
Мойка	128390	365	352
ТО-1	1850	305	6
ТО-2	1850	305	6

Выполним расчет годовой производственной программы обслуживания автобусов на постах Д-1 используя выражение:

$$N_{д1г} = \Sigma N_{то-1} + \Sigma N_{то-2} + 0,1 \cdot \Sigma N_{то-1} \quad (1.20)$$

$$N_{д1г} = 1850 + 1885 + 0,1 \cdot 1850 = 3885 \text{ авт.}$$

Определение годовой производственной программы обслуживания автобусов на постах Д-2 выполняем, используя следующую формулу:

$$N_{д2г} = \Sigma N_{то-2} + 0,2 \cdot \Sigma N_{то-2} \quad (1.21)$$

$$N_{д2г} = 1850 + 0,2 \cdot 1850 = 2220 \text{ авт.}$$

Суточную производственную программу обслуживания автобусов на постах Д-1 определим следующим образом:

$$N_{д1с} = N_{д1г} / D_r \quad (1.22)$$

$$N_{д1с} = 3885 / 305 = 13 \text{ авт.}$$

Суточную производственную программу обслуживания автобусов на постах Д-2 определим следующим образом:

$$N_{д2с} = N_{д2г} / D_r \quad (1.23)$$

$$N_{д2с} = 2220 / 305 = 8 \text{ авт.}$$

1.2.3 Годовые объемы работ по ТО, ТР автобусов и самообслуживанию предприятия

Используя данные по нормативным трудоемкостям, представленные в [4], определяем годовые объемы работ по видам воздействия, и размещаем результаты в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 Трудоемкость по видам технического воздействия

Вид воздействия	Обозначение	Трудоемкость	Ед. измерения
ЕО	t_{EOH}	0,60	чел.·ч
ТО-1	t_{TO-1H}	5,5	чел.·ч
ТО-2	t_{TO-2H}	15,5	чел.·ч
ТР	t_{TPH}	5,0	чел.·ч /1000км

Примем величину коэффициента механизации для видов работ:

- для работ по ТО и ТР - $K_M=0,8$;

- для работ по ЕО - $K_M=0,7$.

Рассчитаем скорректированные трудоемкости, а результаты разместим в таблицу 1.9. Расчет для всех видов работ производится по формулам:

$$t = t_H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M \quad (1.24)$$

$$t_{TP} = t_H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_M \quad (1.25)$$

Таблица 1.9 Скорректированные трудоемкости по всем видам воздействия

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

Рассчитаем годовые объемы работ, и результаты расчета разместим в таблице 1.10. Расчет произведем по следующим формулам:

$$T = \sum N \cdot t \quad (1.26)$$

$$T_{TP} = L_{CC} \cdot D_r \cdot \alpha \cdot t_{TP} \cdot A_H / 1000 \quad (1.27)$$

Таблица 1.10 Годовой объем работ по основным видам воздействий

Вид работ	Годовая производственная программа ΣN , авт.	Трудоемкость корректированная, чел.·ч	Годовой объем работ, чел.·ч
ЕО	128390	0,36	45835
ТО-1	1850	3,74	6919
ТО-2	1850	10,54	19499
ТР	150 · 305 · 0,95 · 3,81 · 370 / 1000		61269
Суммарная трудоемкость ΣT , чел.·ч			133522

Объем годовых работ по Д-1 и Д-2 выразим как долю в процентах от годовых объемов работ по ТО и ТР. По материалам, приведенным в [4], процентная доля диагностических работ в ТО-1 составляет 8%, а в ТО-2 - 6%, а также для ТР - 2% от объема. При этом в этих работах объемы работ по Д-1 составляют от 50 до 60%, а по Д-2 - 40-50% от общего объема. Определим трудоемкость работ Д-1 и Д-2, и соответствующим образом скорректируем объемы работ по ТО-1, ТО-2 и ТР. Результаты корректировки разместим в таблице 1.11.

Таблица 1.11 Скоррект. годовая трудоемкость работ по видам воздействий

Вид работ	Процент работ по диагн.	Тд, чел.·час	Д-1, чел.·ч	Д-2, чел.·ч	Скорректированная трудоемкость, чел.·час
ТО-1	8%	553,4	332,1	221,3	6365,5
ТО-2	6%	1169,9	702,0	468,0	18329,1
ТР	2%	1225,5	735,2	490,2	60043,7
ИТОГО	-	2948,8	1769,3	1179,5	84738,2

Нормативная трудоемкость диагностических работ, согласно ранее выполненным расчетам, составляет:

$$t_{д1} = T_{д1г} / N_{д1г} \quad (1.28)$$

$$t_{д1} = 1769,3 / 3885 = 0,46 \text{ чел.·ч/авт.}$$

$$t_{д2} = T_{д2г} / N_{д2г} \quad (1.29)$$

$$t_{д2} = 1179,5 / 2220 = 0,53 \text{ чел.·ч/авт.}$$

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

$$t_{\text{ТО1}} = T_{\text{ТО1Г}} / \Sigma N_{\text{ТО1Г}} \quad (1.30)$$

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

$$t_{\text{ТО2}} = T_{\text{ТО2Г}} / \Sigma N_{\text{ТО2Г}} \quad (1.31)$$

$$t_{\text{ТО2}} = 18329,1 / 1850 = 9,91 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / \text{авт.}$$

Рассчитаем трудоемкости по отдельным видам работ, при этом проводя учет разделения мест выполнения работ на постах или в отделениях. Полученные результаты расчета поместим в таблице 1.12.

1.2.4 Расчет зоны ЕО

Работы по косметической мойке автобусов, включают в себя все уборочные, моечные работы и работы по сушке, обтирке, а также углубленную мойку, и все они проводятся в зоне ЕО.

Суточную программу по углубленной мойке автобусов определим используя выражение:

$$N_{\text{yc}} = 1,6 \cdot (N_{1\text{c}} + N_{2\text{c}}) \quad (1.32)$$

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

На основании ранее рассчитанных данных определяем суточную программу по косметической мойке, используя следующую с формулу:

$$N_{\text{кc}} = N_{\text{еос}} - N_{\text{yc}} \quad (1.33)$$

$$N_{\text{кc}} = 352 - 20 = 332 \text{ авт.}$$

Опираясь на объем суточной программы, принимаем решение по организации постов мойки в виде производственной линии. Выполним расчет числа линий и выбор числа постов мойки. Результаты вычислений разместим в таблице 1.13, при этом расчеты произведем по следующим формулам:

Такт линии определяем по формуле:

$$\tau = (t_i \cdot 60 / P_{\text{л}}) + t_{\text{п}}, \quad (1.34)$$

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

Таблица 1.12 Разделение годовой трудоемкости по видам работ и отделениям в АТП

Наименование агрегатов, систем, узлов и работ	ТО-1		ТО-2						ТР						Всего на постах, чел.ч	Всего в отделении и, чел.ч
			Всего		На постах		В отделении		Всего		На постах		В отделении			
	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч		
Двигатель	6,5	413,8	4,4	806,5	90	725,8	10	80,6	22	13209,6	5,0	660,5	95	12549,1	1800,1	12629,8
Системы охлаждения и смазки	10,5	668,4	4,3	788,1	95	748,7	5	39,4	4	2401,7	15,0	360,3	85	2041,5	1777,4	2080,9
Всего по отделению	17	1082,1	8,7	1594,6	-	1474,6	-	120,1	26	15611,4	-	1020,7	-	14590,6	3577,4	14710,7
Сцепление	1,2	76,4	1	183,3	90	165,0	10	18,3	4,5	2720,0	15	408	85	2312	649,3	2330,3
КПП	0,8	50,9	1,5	274,9	90	247,4	10	27,5	3,7	2221,6	10	222,2	90	1999,5	520,5	2026,9
Рулевое управление	9,5	604,7	4	733,2	95	696,5	5	36,7	8	4803,5	60	2882,1	40	1921,4	4183,3	1958,1
Тормозная система	8	509,2	15	2749,4	90	2474,4	10	274,9	12	7205,2	45	3242,4	55	3962,9	6226,0	4237,8
Всего по отделению	19,5	1241,3	21,5	3940,7	-	3583,3	-	357,4	28,2	16950,3	-	6754,6	-	10195,7	11579,2	10553,1
Аккумулятор. батарея	6,2	394,7	3,8	696,5	5	34,8	95	661,7	2	1200,9	3	36,0	97	1164,8	465,5	1826,5
Генератор, стартер, реле, предохранители	1,4	89,1	2,8	513,2	90	461,9	10	51,3	3	1801,3	10	180,1	90	1621,2	731,1	1672,5
Система зажигания	1,6	101,8	3,7	678,2	85	576,4	15	101,7	2	1200,9	15	180,1	85	1020,7	858,4	1122,5
Освещение и сигнализация	4,8	305,5	2,2	403,2	98	395,2	2	8,1	4	2401,7	60	1441,0	40	960,7	2141,8	968,8
Всего по отделению	14	496,5	12,5	2291,1	-	1433,5	-	857,6	11	6604,8	-	1801,3	-	4803,5	3731,3	5661,1
Система питания	5	318,3	2,5	458,2	80	366,6	20	91,6	5	3002,2	25	750,5	75	2251,6	1435,4	2343,3
Колеса	5,4	343,7	6	1099,7	15	165	85	934,8	2,5	1501,1	5	75,1	95	1426	583,8	2360,8
Подвеска	8,6	547,4	8	1466,3	95	1393	5	73,3	2,5	1501,1	10	150,1	90	1351	2090,5	1424,3
Кузов	6,5	413,8	3,5	641,5	60	384,9	40	256,6	9,5	5704,2	10	570,4	90	5133,7	1369,1	5390,3
Эл. интерьера	4,2	267,4	8	1466,3	80	1173,1	20	293,3	2,5	1501,1	70	1050,8	30	450,3	2491,2	743,6
Эл. экстерьера	3,8	241,9	11	2016,2	80	1613	20	403,2	3,5	2101,5	70	1471,1	30	630,5	3325,9	1033,7
Всего по отделению	14,5	923	22,5	4124	-	3170,9	-	953,1	15,5	9306,8	-	3092,3	-	6214,5	7186,2	7167,6
Слесарно-механические работы	0	0	0	0	-	0	100	0	5	3002,2	0	0,0	100	3002,2	0	3002,2
Малярные	0	0	0	0	-	0	100	0	3	1801,3	0	0,0	100	1801,3	0	1801,3
Итого по отделениям	84	4952,3	81,7	14974,8	-	11586,9	-	3387,9	98,7	59281,1	-	13644,6	100	45636,5	30183,9	49024,5
Смазочные работы	10,5	668,4	16,5	3024,3	100	3024,3	0	0	0,5	300,2	0	0,0	100	300,2	3692,7	300,2
Осмотр и диагностика	5,5	350,1	1,8	329,9	100	329,9	0	0	0,8	480,3	100	480,3	0	0	1160,4	0
Всего по АТП	100	6365,5	100	18329,1	-	14941,1	-	387,9	100	60043,7	-	14125,0	-	45936,7	35431,6	49324,7

$t_{\text{п}}$ – время, необходимое на перемещение автомобиля между постами, мин.;

$P_{\text{л}}$ - число рабочих на линии.

Для моечного поста определение ритма работы производим по формуле:

$$R = (T_{\text{об}} \cdot 60) / N_{\text{с}} \quad (1.35)$$

где $T_{\text{об}}$ - время работы оборудования линии в сутки, ч;

$N_{\text{с}}$ - суточная программа по анализируемому виду мойки, авт.

Необходимое количество линий для обслуживания определяем выражением:

$$m_{\text{ЕО}} = \tau / R \quad (1.36)$$

На производственной линии косметической мойки производим мойку кузова спроектированными установками мойки под высоким давлением. Мойка осуществляется последовательной обработкой четырьмя группами установок, выполняющими смачивание, удаление грязи, нанесение моющего раствора, и споласкивание. Мойку салона автобуса выполняем во время мытья наружных поверхностей автобуса. Углубленную мойку выполняем на одном универсальном посту, где производится, используя универсальное переносное оборудование, мойка днища автобуса, мойка подкапотного пространства, включая двигатель.

Таблица 1.13 Количество линий на косметической мойке

Вид мойки	t_i , чел.·ч	$T_{\text{об}}$, час	$P_{\text{л}}$, чел.	$t_{\text{п}}$, мин.	τ , мин.	R , мин.	$m_{\text{ЕО}}^{\text{расч}}$, линий	$m_{\text{ЕО}}^{\text{пр}}$, линий
Косметическая	0,36	8	5	0,8	5,08	1,45	3,5	4

Таблица 1.14 Количество постов углубленной мойки

Вид мойки	$t_{\text{д}}$, ч	$T_{\text{об}}$, ч	$t_{\text{п}}$, мин.	$P_{\text{п}}$, чел.	τ , мин	R , мин.	$X^{\text{расч}}$, постов	$X_{\text{д}}$, постов
Углубленная	0,50	8	1,8	2	16,8	24,0	0,7	1

По принятой организации выполнения моечных работ определяем общее явочное количество рабочих на всех видах мойки $5 \cdot 4 + 2 \cdot 1 = 22$ чел.

Штатное число рабочих в зоне ЕО определяем используя формулу:

$$P_{\text{шт}} = T_{\text{ео}} / \Phi_{\text{шт}}, \quad (1.37)$$

где $T_{\text{ео}}$ - годовой объем работ по ЕО предприятия, определен в табл.1.10, чел.·ч;

$\Phi_{\text{шт}}$ - годовой фонд рабочего времени штатного рабочего, принимаем равным 1860 ч.

Расчет необходимого числа рабочих в зоне ЕО представим в виде таблицы 1.15.

Таблица 1.15 Расчет штатного и явочного числа рабочих в зоне ЕО

Вид воздействия	$T_{\text{ео}}$, чел·ч	$\Phi_{\text{шт}}$, ч	$\eta_{\text{шт}}$	Ршт, чел	Ряв, чел
Мойка	45835	1860	0,93	25	22

Рассчитаем площадь зоны проведения работ по ЕО (для косметической и углубленной моек):

$$F_{\text{ео}} = (x_{\text{ЕОу}} \cdot m_{\text{у}} + x_{\text{ЕОк}} \cdot m_{\text{к}}) \cdot f \cdot k, \quad (1.38)$$

где $x_{\text{ЕОу}}$, - число постов на углубленной мойке;

$x_{\text{ЕОк}}$ - число постов на линии косметической мойки;

f - площадь проекции обслуживаемого автобуса из табл.1.3, м^2

k - коэффициент плотности размещения оборудования, обычно $k=4,5$

$$F_{\text{ео}} = (1 \cdot 1 + 3 \cdot 4) \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 1114 \text{ м}^2$$

1.2.5 Расчет параметров зоны диагностики

В зоне Д-1 проводится диагностика состояния деталей и агрегатов автомобиля, оказывающих прямое влияние на безопасность дорожного движения и параметры экологичности эксплуатации.

При выполнении этих работ, необходимо соблюдать требования изложенные в ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки».

В зоне Д-2 проводится общая оценка автобуса и его узлов и агрегатов. Основной целью является выявление возникших неисправностей и мест их расположения.

Оба вида диагностики (Д-1 и Д-2) имеют периодичности, приравненные периодичностям первого и второго технических обслуживаний соответственно.

Рассчитаем необходимое количество постов для работ по диагностированию Д-1 и Д-2. Результат расчетов представим в виде таблицы 1.16. Расчеты проведем по следующим формулам, для такта поста:

$$\tau = \frac{t_d \cdot 60}{P_{\text{п}}} + t_{\text{п}}, \quad (1.39)$$

где t_d - трудоемкость проведения диагностики, час;

$P_{\text{п}}$ - число рабочих на посту диагностики, чел.;

$t_{\text{п}}$ –необходимое на перемещение между постами время, мин.

Для определения ритма поста диагностики используем формулу:

$$R = \frac{T_{\text{об}} \cdot 60}{N_d}, \quad (1.40)$$

где $T_{\text{об}}$ - время работы диагностического оборудования в сутки, час.;

N_d - суточная программа по диагностике, авт.

Для определения количества постов используем формулу:

$$x_d = \frac{\tau}{R} \quad (1.41)$$

Таблица 1.16 Число постов по диагностике автобусов

Вид диагностич. работ	t_d , ч	$T_{\text{об}}$, ч	$t_{\text{п}}$, мин.	$P_{\text{п}}$, чел.	τ , мин.	R , мин.	$x_{\text{расч}}$, пост.	x_d , пост.
Д-1	0,46	8	1,5	1	28,8	36,9	0,8	1
Д-2	0,53	8		1	33,4	60,0	0,6	1

Проведем расчет штатного числа рабочих для проведения диагностики используя формулу 1.37.

Явочное число рабочих в зонах диагностики определяем используя формулу:

$$P_{\text{яв}} = P_{\text{шт}} \cdot \eta_{\text{шт}}, \quad (1.42)$$

где $\eta_{\text{шт}}$ - коэффициент штатности, принимается равным 0,93.

Результаты представим в таблице 1.17

Таблица 1.17 Число штатных явочных рабочих в зоне Д-1 и Д-2

Вид диагностич. работ	T_d , чел.·ч	$\Phi_{\text{шт}}$, ч	$\eta_{\text{шт}}$	$P_{\text{шт}}$, чел.	$P_{\text{яв}}$, чел.
Д-1	1769,3	1840	0,93	1	1
Д-2	1179,5	1840	0,93	1	1

Расчетную площадь, для организации зоны диагностики, определим используя формулу:

$$F_{\text{ео}} = (x_{\text{Д-1}} + x_{\text{Д-2}}) \cdot f \cdot k, \quad (1.43)$$

где f - площадь проекции автобуса согласно данных табл.1.3, м^2 ;

k - коэфф. плотности расстановки оборудования, принимаем равным 4,5.

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

Назначаем работу зон Д-1 и Д-2 в одну первую смену.

1.2.6 Расчет зон ТО-1, ТО-2

Проведем расчет числа постов ТО-1 и ТО-2 а АТП. В ТО-1 проводятся работы по обслуживанию систем и агрегатов, которые отвечают за безопасность эксплуатации автобуса (рулевое управление, тормозная система, светотехнические устройства). Выполняются следующие работы: контрольные, крепежные, регулировочные, смазочные. В ТО-2 выполняются работы с системами, которые отвечают за работоспособность автобуса. Эти работы направлены на предупреждение и устранение неисправностей, снижения интенсивности износа узлов и агрегатов, а также уменьшения уровня токсичных выбросов в окружающую среду.

В связи с достаточно большим суточным объемом работ принимаем для зон ТО-1 и ТО-2 поточный метод. Расчеты выполняем по выше приведенным формулам 1.39 - 1.41. Полученные результаты расчетов разместим в таблицах 1.18 и 1.19.

Таблица 1.18 Распределение работ по постам ТО

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

Таблица 1.19 Расчет числа линий в зоне ТО

Вид работ	t_i , чел-час	$T_{об}$, час	$R_{л}$, чел.	$t_{п}$, мин.	τ , мин.	R , мин.	$m_{расч}$, линий	$m_{пр}$, 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

По формуле 1.37 рассчитаем штатное и явочное количество рабочих в зонах ТО-1, и ТО-2, результаты представлены в таблице 1.20.

Таблица 1.20 Число явочных и штатных рабочих в зоне ТО-1 и ТО-2

Вид работ по техобслуживанию	T , чел.-ч	$\Phi_{шт}$, чел.	$\eta_{шт}$	$R_{яв}$, чел.	$R_{шт}$, чел.
ТО-1	6365,4	1840	0,93	3	3
ТО-2	14941,1	1840	0,93	8	9

Следующее выражение позволяет определить необходимую площадь под размещение зоны техобслуживания (ТО-1 и ТО-2):

$$F_{eo}=(x_{TO-1} \cdot m_1 + x_{TO-2} \cdot m_2) \cdot f \cdot k, \quad (1.44)$$

где x_{TO-1} - число постов на линии ТО-1 из таблицы 1.19;

x_{TO-2} - число постов на линии ТО-2 из таблицы 1.19;

f - площадь проекции автобуса из таблицы 1.3, м²;

k - коэфф. плотности расстановки оборудования, $k=4,5$.

$$F_{eo}=(3 \cdot 1+3 \cdot 1) \cdot 20,63 \cdot 4,5=557,0 \text{ м}^2$$

1.2.7 Расчет зоны ТР

Зона ТР предназначена для проведения работ устранению неисправностей путем ремонта или замены деталей, узлов и агрегатов, поврежденных или износившихся во время эксплуатации. В зоне ТР выполняются сборочно-разборочные, сварочные и слесарные работы, а также и работы, связанные с устранением самых различных возникающих неисправностей. Текущий ремонт может производиться как по мере возникающей необходимости, так и во время технического обслуживания, при обнаружении неисправности. Выполняется ТР на специализированных постах, а также в отделениях, в которые отправляют снятые с автобуса узлы и агрегаты. Расчет числа необходимых постов ТР выполняется по следующей формуле:

$$x_{TP} = \frac{T_{TP} \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_G \cdot T_C \cdot P_n \cdot 0,93}, \quad (1.45)$$

где T_{TP} - трудоемкость постовых работ ТР, берется из табл.1.10, чел.·ч;

k_{TP} - коэффициент учета объема работ по ТР в наиболее загруженную смену $k_{TP}=0,7$;

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

P_n - среднее число рабочих на посту ТР, согласно рекомендаций берем 1,25 чел.;

T_C - время работы зоны ТР, берется равным выбранной продолжительности смены 8 ч;

D_r - количество дней работы зоны ТР за год.

В результате вычислений с указанными данными получаем следующий результат:

$$x_{TP} = \frac{14125 \cdot 0,7 \cdot 1,35}{305 \cdot 8 \cdot 1,25 \cdot 0,93} = 4,15 \text{ поста}$$

По формуле 1.45 проводим расчет необходимого числа постов ТР разделенных по основным видам проводимых работ, это выполняется с целью выявления возможной необходимости в организации специализированных постов ТР. При вычислениях берем данные из таблицы 1.12 и подставим в формулу как трудоемкость постовых работ по каждому виду работ. Результаты расчета представляем в виде таблицы 1.21.

Таблица 1.21 Число необходимых специализированных постов в зоне ТР

Специализация постов по видам работ	$T_{тр}, ч$	$x_{тр}$
Ремонт двигателя	1020,7	0,3
Малые агрегаты	630,2	0,2
Крупные агрегаты	6124,5	1,9
Электротехническое оборудование	1801,3	0,5
Топливная аппаратура	750,5	0,3
Ходовая часть	225,2	0,1
Кузовные работы	3092,3	1,0

Для выполнения работ по текущему ремонту устанавливаем 4 универсальных поста.

Расчет количества штатных и явочных рабочих в зоне ТР выполняем по формуле 1.37, и результаты представляем в таблице 1.22.

Таблица 1.22 Штатное и явочное числа рабочих в зоне ТР

Вид работ	$T_{тр}, \text{чел.}\cdot\text{ч}$	$\Phi_{шт}, ч$	$\eta_{шт}$	$P_{яв}, \text{чел.}$	$P_{шт}, \text{чел.}$
ТР	14125	1840	0.93	7	8

Для определения площади зоны текущего ремонта используем следующее выражение:

$$F_{\text{тр}} = x_{\text{тр}} \cdot f \cdot k, \quad (1.46)$$

где f - площадь проекции автомобиля из таб.1.3, м^2 ;

k - коэффициент. плотности расстановки оборудования, k 4,5.

$$F_{\text{тр}} = 4 \cdot 20,63 \cdot 4,5 = 371,3 \text{ м}^2$$

1.2.8 Число постов смазки

Для выполнения смазочных работ не выделяем отдельный пост, т.к. наблюдается малый объем данного вида работ, и выполняем эти работы на постах ТО-1 и ТО-2 по мере необходимости.

1.2.9 Расчет числа постов ожидания

Для обеспечения бесперебойного поступления автомобилей на ТО и ТР необходимы посты ожидания, на которых отстаиваются автомобили перед обслуживанием. В холодное время года на постах ожидания обеспечивается также тепловая подготовка автомобилей для прохождения ТО и ТР. Число постов ожидания выбирается как процент от числа рабочих постов обслуживания. В таблице 1.23 приведен расчет необходимого числа постов ожидания.

1.2.10 Расчет объема работ по самообслуживанию предприятия

Общий годовой объем работ по самообслуживанию предприятия принимается в размере 25 % от общей трудоемкости всех видов работ по ТО и ТР приписанного подвижного состава.

$$T_{\text{сам}} = 0,25 \cdot \Sigma T \quad (1.47)$$

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

Таблица 1.23 Число постов ожидания

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

В таблице 1.24 выполним распределение работ по самообслуживанию между ОГМ и производственными цехами.

Таблица 1.24 Определение объема работ по самообслуживанию предприятия

Работы, выполняемые в ОГМ			Работы, выполняемые в цехах		
Виды работ	%	T, чел.·ч	Виды работ	%	T, чел.·ч
Электротехнич.	25%	8345,1	Медницкие	1%	333,8
Строительные	6%	2002,8	Жестяницкие	4%	1335,2
Сантехнические	22%	7343,7	Сварочные	4%	1335,2
Слесарные	16%	5340,9	Механические	10%	3338,1
-	-	-	Столярные	10%	3338,1
-	-	-	Кузнечные	2%	667,6
ИТОГО в ОГМ	69%	23032,6	ИТОГО в цехах	31%	10348

По приведенной выше формуле 1.37 рассчитываем необходимое штатное и явочное количество рабочих для работы ОГМ, результат представляем в таблице 1.25.

Таблица 1.25 Расчетная численность рабочих в ОГМ

Вид работ	$T_{сo}$, чел.·ч	$\Phi_{шт}$, ч	$\eta_{шт}$	$P_{шт}$, чел.	$P_{яв}$, чел.
ОГМ	23032,6	1840	0,93	13	12

Рассчитаем площадь участков ОГМ используя следующее выражение:

$$F_{огм} = f_1 + f_2 \cdot (P_{яв} - 1), \quad (1.48)$$

где f_1 - производственная площадь необходимая для первого рабочего в отделении, $f_1=15 \text{ м}^2/\text{чел.}$

f_2 – производственная площадь для каждого последующего рабочего после первого, $f_2 = 10 \text{ м}^2/\text{чел.}$

$P_{\text{яв}}$ - явочное число рабочих, чел.

$$F_{\text{огм}}=15+10\cdot(12-1)=125,0 \text{ м}^2$$

1.2.11 Технологический расчет отделений

По известному расчетному годовому объему работ, приведенному в таблицах 1.10 и 1.23, выполним расчет необходимых площадей отделений АТП. Расчет числа рабочих в отделении выполняется по формулам 1.37 и 1.42.

Следующее выражение позволяет определить расчетную площадь отделений:

$$F=f_1+f_2\cdot(P_{\text{яв}}-1), \quad (1.49)$$

где f_1 - производственная площадь для первого рабочего в отделении [7], $\text{м}^2/\text{чел.}$

f_2 – производственная площадь на каждого последующего рабочего, кроме первого [7], $\text{м}^2/\text{чел.}$

$P_{\text{яв}}$ - явочное число рабочих в отделении рабочую смену, чел.

Результаты расчетов площадей отделений по формуле 1.49 представляем в виде таблицы 1.26.

Используя следующее выражение произведем расчет постов для малярного отделения:

$$x_M = \frac{T_M \cdot k_{\text{тр}} \cdot \varphi}{D_{\text{г}} \cdot T_{\text{с}} \cdot P_{\text{п}} \cdot 0,93}, \quad (1.50)$$

где T_M - трудоемкость постовых работ в малярном отделении, из табл.1.25, чел·ч;

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

$$k_{\text{тр}} = 0,7;$$

Таблица 1.26 Площадь отделений расчетная

Наименование отделения	T, чел.·ч	Фшт, чел.·ч	$\eta_{шт}$	Ршт, чел.	Ряв, чел.	$f_1, м^2$	$f_{2,3}, м^3$	F, $м^2$
Моторное	12629,8	1840	0,93	6,9	6	15	12	75
Агрегатное	10553,1	1840	0,93	5,7	5	15	12	63
Электротехническое	3763,7	1840	0,93	2	2	10	5	15
Аккумуляторное	1826,5	1820	0,92	1	1	15	10	15
Топливное	2343,3	1820	0,92	1,3	2	8	5	13
Шинное	2360,8	1820	0,92	1,3	1	15	10	15
Кузовное	10505,7	1840	0,93	5,7	5	30	15	186
Слесарно-механическое	6340,2	1840	0,93	3,4	3	12	10	32
Малярное	1801,3	1610	0,9	1,1	1	10	8	10

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

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

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

$D_{г}$ - количество рабочих дней малярного отделения в году.

Подставив определенные выше данные в формулу 1.50, определим:

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

В малярном отделении располагаем один пост, то есть $x_M = 1$.

По формуле 1.46 определяем расчетную площадь малярного отделения:

$$F_M = x_M \cdot f \cdot k,$$

где x_M - число постов в малярном отделении;

f - площадь проекции автомобиля из таб.1.3, $м^2$;

k - коэффициент плотности расстановки оборудования, $k = 4,5$.

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

1.2.12 Определение площади складских помещений

Учитывая удельные нормы пробега автобусов можно определить площади складских помещений, выполняя расчеты по следующей формуле:

$$F_{CK} = \frac{L_{CC} \cdot A_H \cdot D_{ГЦ} \cdot \alpha}{1000000} \cdot f_y \cdot K_{ПС} \cdot K_{СК} \cdot K_P, \quad (1.51)$$

где f_y – уд. складская площадь на пробег 1 млн. км, м²;

$K_{ПС}$ - коэффициент учитывающий тип эксплуатируемых автомобилей;

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

K_P - коэффициент учета различности марок автомобилей.

В таблице 1.27 приведем результаты расчета площадей всех складов.

Таблица 1.27 Определение площади складских помещений

Наименование склада	f_y , м ²	$K_{ПС}$	$K_{СК}$	K_P	$F_{СК}$, м ²
Склад масел	4,3	0,3	0,9	1	22,3
Склад материалов	3				15,6
Склад запчастей	3				15,6
Склад агрегатов	6				31,2
Склад автошин	3,2				16,6
Склад лакокрас. материалов	1,5				7,8
Склад химикатов	0,23				1,2
Инструм. кладовая	0,15				0,8

1.2.13 Определение необходимой площади для хранения автобусов

Необходимое число мест стоянки автобусов в зоне хранения можно определить по формуле:

$$A_{ст} = A_{и} - (A_{кр} + x_{тр} + x_{то} \cdot k_x + x_{ож}) - A_{л}, \quad (1.52)$$

где $A_{кр}$ - число автобусов на капремонте, авт.;

$x_{тр}$ - число постов ТР;

$x_{то}$ - число постов ТО;

$x_{ож}$ - число постов ожидания;

k_x - коэффициент учета степени использования постов ТО под хранение, $k_x = 0,7$;

$A_{л}$ - число постоянно отсутствующих на предприятии автобусов, авт.,
 $A_{л} = 6$.

$$A_{\text{ст}}=370-(1+3+(3+7)\cdot 0,7+3)-6=353 \text{ авт.}$$

Следующее выражение позволяет определить площадь стоянки автобусов:

$$F_{\text{с}}=A_{\text{ст}}\cdot f\cdot q, \quad (1.53)$$

где q - коэффициент удельной площади на одно автомобиле-место, $q=2,4 \text{ м}^2/\text{авт.}$

$$F_{\text{с}}=353\cdot 20,63\cdot 2,4=17478 \text{ м}^2$$

Учитывая данные выше проведенных расчетов, сведенные в таблицу 1.28, а также учитывая, что необходимо добавить некоторую площадь, нужную для маневрирования автобусов с ограничениями по минимальному радиусу поворота и необходимость включения в проект проходов и коридоров, принимаем к габаритному проектированию здание следующих размеров:

- общая длина здания 102 м;
- общая ширина здания 36 м с двумя пролетами по 18 м;
- площадь в осях составит 3672 м^2 .

1.2.14 Планировочное решение производственного корпуса АТП

Разместим производственный корпус АТП в одноэтажном здании. Такое решение объясняется относительной дешевизной одноэтажных зданий, и существующей возможностью использования разреженной сетки колонн. Разреженная сетка колонн упрощает проектирование участков АТП уменьшая проблемы с маневрированием подвижного состава автобусов в корпусе.

В некоторых пролетах корпуса необходимо установить подвесные кран-балки грузоподъемностью от 1,0 до 5,0 тонн, с помощью которых будет проводится подъем и транспортировка по корпусу тяжелых узлов и агрегатов.

Таблица 1.28 Перечень площадей участков производственного корпуса

Наименование зон, помещений и участков	Площадь, м ²	Площадь факт., м2
Посты ЕО	978	924
Посты Д-1	167	252
Посты Д-2		
Зона ТО-1	557	421
Зона ТО-2		
Зона ТР	571	540
Посты ожидания	190	288
Склад масел	27	22
Медницко-радиаторное отделение	26	37
Моторное отделение	63	58
Агрегатное отделение	111	94
Аккумуляторное отделение	15	21
Электротехническое отделение	20	39
Топливное отделение	13	
Шинное отделение	15	18
Кузнечно-рессорное отделение	20	35
Кузовное отделение	228	148
Малярное отделение	82	81
Отделение слесарно-механическое	42	45
ОГМ	155	93
Склад запасных частей	19	18
Кладовая инструментальная	1	
Склад агрегатов	37	31
Склад шин	20	21
Склад лакокрасочных материалов	9	12
Склад материалов	19	18
Склад химикатов	1	
Душевые и гардеробные	112	109
Туалеты	18	20
Компрессорная	32	35
Комната мастеров	18	18
Мойка узлов и деталей	48	56
Комната отдыха	45	54
ИТОГО	3722	

Для обеспечения возможности применения унифицированных стеновых и оконных панелей колонны в крайних рядах устанавливаем с шагом 6 м. В среднем ряду устанавливаем колонны с шагом 12 м, что обеспечивает достаточную прочность и устойчивость корпуса и в то же время не загромождает середину корпуса внося проблемы с маневрированием автобусов и размещения оборудования. Длину пролётов выбираем равной 12м.

Участки производственного корпуса разместим следующим образом. В западной части корпуса разместим участок с линиями косметической мойки. перед въездом на линию косметической мойки имеется место под пост ожидания, что улучшает ритмичность работы линий и позволяет в зимнее время прогреться кузову автобуса перед проведением мойки.

Участок углубленной мойки разместим между зоной ТО-1 и ТО-2 и участками диагностики и ТР. Участки диагностики и ТР разместим вдоль северной стены корпуса с обеспечением проезда ближе к центру здания. Въезд на диагностику и ремонт располагается между постами диагностики и углубленной мойкой. В зоне въезда размещены три поста ожидания. Для выезда с ремонта или диагностики на восточной стене корпуса предусмотрен отдельный выезд, что облегчает маневрирование и исключает встречные потоки движения.

Между косметической мойкой и участками ТО-1 и ТО-2 размещаем компрессорную, участки ОГМ, комнату мастеров и комнату отдыха.

В непосредственной близости от участка ТР размещаем моторное и агрегатное отделения, шинное отделение и склад шин, что снижает затраты при перемещении всех узлов и деталей. Причем до входа в эти помещения груз можно перемещать с помощью установленной кран-балки грузоподъемностью 3 т.

Кузовное и молярное отделения размещаем в юго-восточном углу корпуса. Кузовное отделение оборудовано кран-балкой грузоподъемностью

3т. Площадь малярного участка по расчету (с учетом постановки автобуса) несколько превышает площадь, фактически изображенного на чертеже. Данное явление объясняется необходимостью выполнения планировки в соответствии с требованиями расположения панелей в разделительных перегородках. При этом несколько меньшая площадь компенсируется рациональной расстановкой оборудования. Участки, чья площадь превышает расчетную (шинный, топливный, кузнечно-рессорный и др.), также выполняются в соответствии с требованиями расстановки перегородок. Избыточная площадь предполагается для размещения дополнительного оборудования на перспективу развития предприятия. В непосредственной близости к малярному отделению размещаем склад лакокрасочных материалов, который имеет свой независимый выход.

Остальные участки и помещения размещаем на оставшейся площади корпуса, стараясь разместить производственные участки ближе к зоне ТР. В корпусе выполнено асфальтовое покрытие пола, а на участках с повышенной степенью пожароопасности пол выполнен в виде бетонной стяжки с металлической плиткой.

В серединах пролетов в фермах предусмотрена установка свето-аэрационных фонарей. Такое решение позволяет повысить естественную освещенность в середине корпуса, и организовать естественную вентиляцию корпуса, которая дополняет искусственную вытяжную и приточную вентиляцию. В качестве дополнительного освещения используются лампы дневного освещения и светодиодные панели, которые более энергоэкономичны. Для перекрытия корпуса используем железобетонные фермы и плиты. Такое решение достаточно экономично и главное обладает высокой пожароустойчивостью. Каркас корпуса собирается из железобетонных колонн сечением 400 x 400 мм.

Высота от уровня пола до нижней перекладины фермы 5,4 м, что позволяет разместить в корпусе кран-балки.

2 Зона ЕО. Рабочий проект

2.1 Услуги, работы и основные технологические процессы

При ежедневном осмотре выполняются следующие работы:

1. Работы, выполняемые ежедневно персоналом, не входящим в штат производственных рабочих (водителем, механиком КТП, оператором АЗС).

2. Мойку косметическую (МК), выполняемую с установленной периодичностью и обеспечивающую чистоту поверхности автобуса и чистоту салона.

3. Мойку углубленную (МУ), обеспечивающую чистоту двигателя, агрегатов трансмиссии, ходовой части, выполняемую перед ТО и ТР.

В зоне ЕО выполняются последние две.

Зона МК расположена в корпусе АТП, в котором осуществляются работы по ТО-1, ТО-2 и текущего ремонта автобусов. С целью удобства перемещения автобуса для проведения мойки, данный участок расположен с краю корпуса и имеет сквозной проезд.

Зона МК предназначена для косметической мойки кузова и уборки салона. Данные работы планируются для каждого автобуса проводить ежедневно.

Целями проведения МК являются:

- поддержание чистоты в салоне и привлекательного внешнего вида автобуса;
- своевременное выявление повреждений лакокрасочного покрытия кузова для устранения возможных очагов коррозии;
- очистка узлов и агрегатов перед ТО и ТР;
- повышение уровня безопасности эксплуатации.

Так как за сутки в зоне МК необходимо вымыть 332 автобуса, то в корпусе размещены 4 параллельные поточные линии для косметической мойки кузова и уборки салона. С целью уменьшения времени нахождения автобуса в зоне МК, предлагается уборочные работы в салоне автобуса

выполнять во время мойки кузова. Для этого рабочий, выполняющий уборку салона, заходит в салон автобуса в зоне отстоя и начинает уборку, закрыв все окна в салоне. После того как автобус пройдет зону автоматической мойки кузова, рабочий выходит из салона, выкидывает мусор, и возвращается снова в зону отстоя.

Зона мойки углубленной (МУ) располагается рядом с въездом на диагностику и ремонт.

2.2 Персонал и режим его работы

В зоне ЕО численность рабочих рассчитывается исходя из объемов работ по МК и МУ. См. таблица 2.1.

Таблица 2.1 Численность рабочих на мойках

Виды работ	%	Трудоемкость, ч-час	Число рабочих явочное
Мойка кузова	27	12375	5
Мойка салона	66	30251	15
Углубленная мойка	7	3208	2
ИТОГО	100	45835	22

Следовательно, исходя из общей трудоемкости и учитывая технологические особенности процесса, в котором наиболее трудоемка и слабо автоматизируема операция мойки салона, принимаем явочное число рабочих в зоне ЕО 22 человека.

Итого на участке ЕО: 22 человека в одну смену.

Из них:

Бригадир операторов 4-5 разряд, 4 операторов моечных машин - 3-го разряда, 3 оператора моечных машин - 3-го разряда, 1 слесаря 3-го разряда.

Бригадир мойщиков 4 разряд, 5 мойщиков 3-го разряда, 10 мойщиков 2-го разряда.

Режим работы персонала:

Начало смены – 22.00

Перерыв – 2.00-2.30

Окончание смены– 6.00

2.3 Оборудование и инструментарий

Для возможности осуществления требуемого техпроцесса в зоне МК и МУ необходимо разместить следующее оборудование:

Таблица 2.2 Оборудование в зоне МК и МУ и занимаемая им площадь

Наименование оборудования	Марка	Площадь, м ²	Кол-во	Итого площадь, м ²
Установка для мойки автобусов	18.БР.ПЭА.267.00.000	2,5	8	20
Установка для мойки автобусов	18.БР.ПЭА.267.00.000	2,5	8	20
Установка для мойки автобусов	18.БР.ПЭА.267.00.000	2,5	16	40
Бак для мусора	-	0,5	3	1,5
Переносная моечная установка	AR BlueClean112	0,3	6	1,8
Профессиональный пылесос	Delvir	0,3	4	1,2
Пылесос	Delvir WD640	0,3	5	1,5
Комплект инструментов для уборки	-	0,2	16	3,2
Всего				89,2

2.4 Расчет площади участка

Площадь участка МК и МУ рассчитанная по числу постов на участке (п.1.2.4):

$$F_{eo} = 978,5 \text{ м}^2$$

Для уточненного расчета площади моек воспользуемся формулой:

$$F_y = (F_{об} + F_{авт} * N_{п}) * K_{об}, \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

где F_y – площадь, занятая оборудованием, м²

$K_{об}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования,

$$K_{об} = 4,5$$

$F_{авт}$ – площади горизонтальной проекции автобуса, m^2

$$F_{авт} = 20,63 m^2$$

$N_{п}$ – число постов размещения автобуса на ЕО включая позиции отстоя, $N_{п}=16$.

Тогда размер уточненной расчетной площади участка составит.

$$F_y = (89,2 + 20,63 \cdot 16) \cdot 4,5 = 1886 m^2$$

Фактическая площадь участка составляет $924 m^2$, что меньше расчетного. Но в расчетах не учитывается параллельное выполнение операции по мойке салона и возможности компактного расположения установок автоматической мойки кузова.

На рисунке 2.1. представлена планировка зоны МУ, а на рис. 2.2 планировка зоны МК.

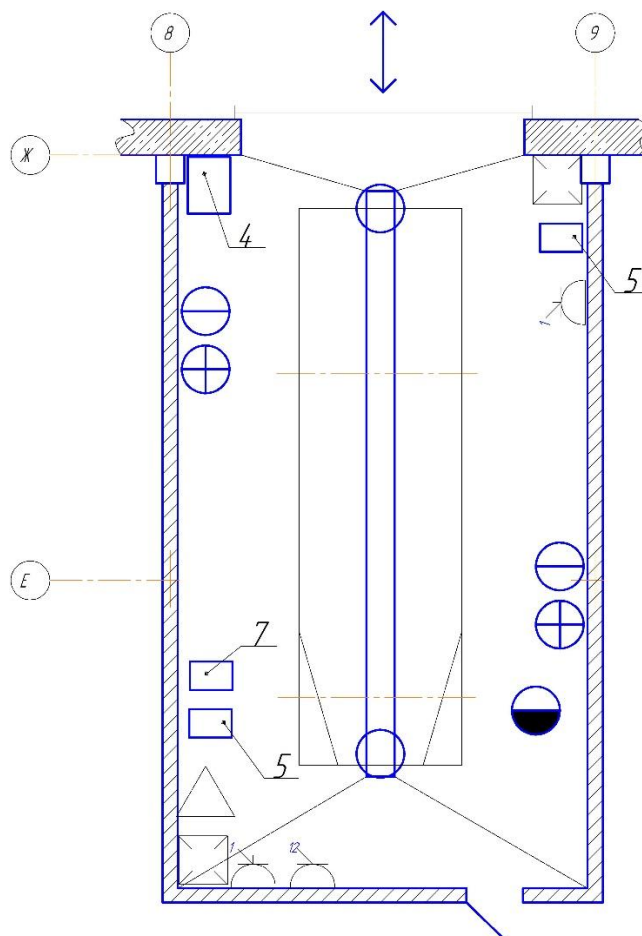


Рисунок 2.1 Планировка зоны МУ

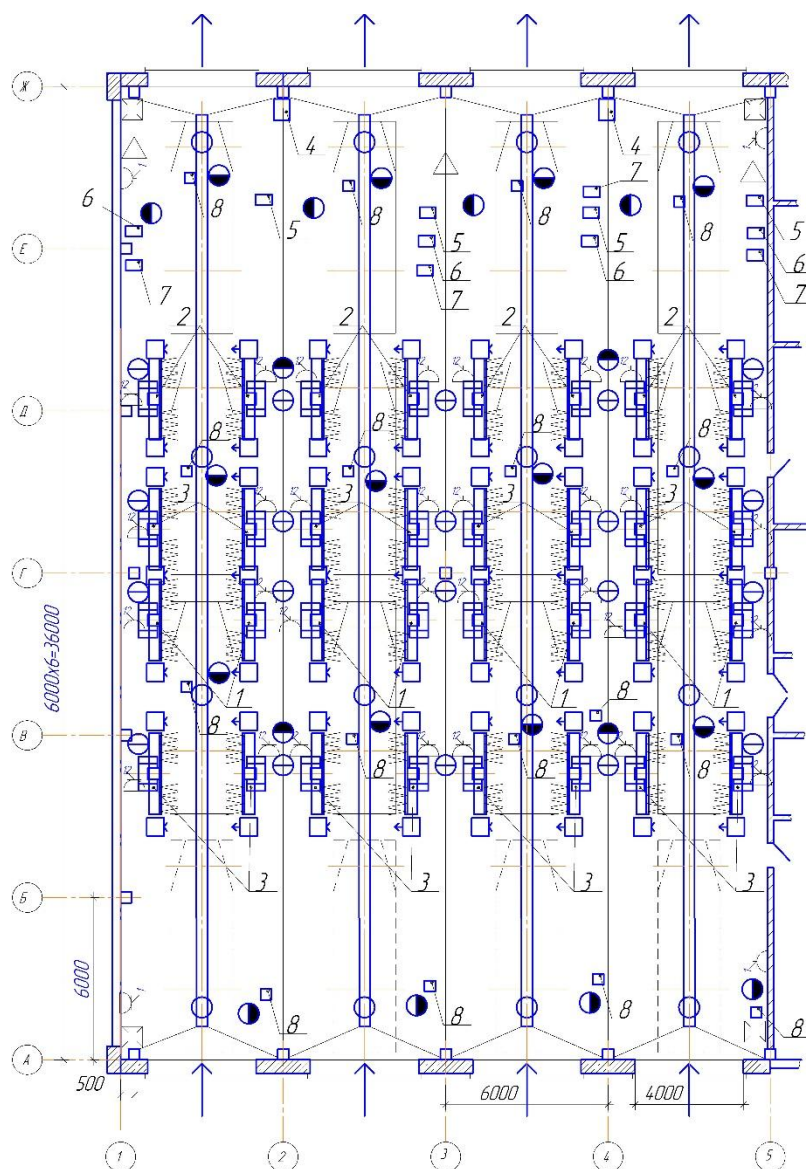


Рисунок 2.2 Планировка зоны МК

2.4 Инженерные коммуникации зоны ЕО

Электроснабжение электрооборудования в помещении моек с целью повышения безопасности выполнения работ можно осуществлять для целей освещения пониженным напряжением, например, 12 или 36В, а для потребителей с напряжением в 220В организовать сеть с изолированной нейтралью с обязательным заземлением используемого оборудования.

Для возможности осуществления операций продувки для удаления воды из критически важных полостей (особенно это важно в зимнее время при отрицательных температурах) в помещение мойки из компрессорной, находящейся по соседству, подводится магистраль сжатого воздуха.

В отделении мойки организована естественная и принудительная вентиляция. Управляемая (организованная) естественная вентиляции осуществляется через свето-аэрационные фонари расположенные на фермах перекрытия. Неорганизованная естественная вентиляция осуществляется за счет пористости материалов ограждающих конструкций и не плотностей в остеклении, а также при открытии ворот для въезда/выезда обслуживаемых автобусов. Так как в помещении мойки очень влажный микроклимат, то помещение в обязательном порядке оборудуется мощной приточной и вытяжной вентиляцией, которая включается на усиленный режим во время перерывов, и на некоторый период времени по окончании рабочей смены.

В отделении мойки необходим подвод воды. Для уменьшения расхода воды используется собственный закрытый контур водоснабжения для мойки. Схема контура представлена на рисунке 2.3. Слив с мойки подается в многоступенчатый отстойник с плавающим нефтесборником, затем в накопитель. При этом в отстойнике из воды удаляются крупные частицы загрязнения. Из нефтесборника жидкость напорным насосом в мембранный фильтр (флотатор). В нем производится пропускание воздуха под давлением через керамические мембраны и стоки насыщаются пузырьками. В результате создается пена, которая абсорбирует остатки нефтепродуктов и моющих средств. Напорная фильтрация (флотация) удаляет мелкий шлам и взвеси из стоков. Эти частицы попадают в накопитель отходов, откуда периодически удаляются для дальнейшей переработки.

После первого фильтра (флотатора) вода поступает в емкости с фильтрами для тонкой очистки. Данные установки рассчитаны на многократное использование, так как фильтры регулярно промываются обратным током очищенной воды, которая затем попадает в накопительную емкость для стоков.

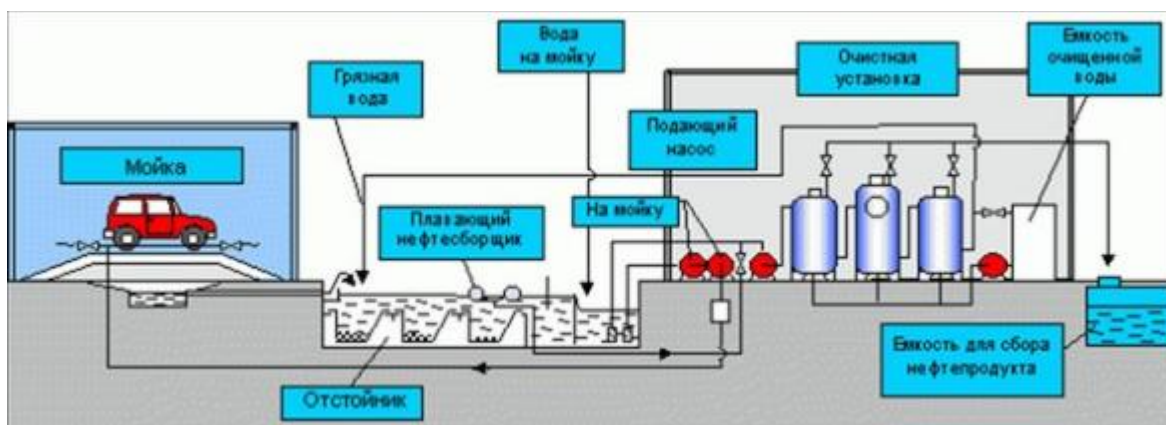


Рисунок 2.3 Схема замкнутой системы водоснабжения

Мойка оборудуется двумя водными контурами. Один контур наполнен чистой водой из системы городского водоснабжения, а второй – очищенной оборотной водой. Очищенная вода после переработки применяется в первичной мойке. Ее пользуют для первичного смачивания, удаления грязи и при нанесении моющих средств. Чистой водой осуществляется ополаскивание автобусов. Такой подход позволяет избежать появления белых разводов на поверхности автобусов.

Оборотное водоснабжение мойки составляет до 90%, а на свежую воду для ополаскивания, приходится порядка 10%.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на проектирование установки для мойки автобусов

3.1.1 Область применения

Разрабатываемое устройство относится к оборудованию для мойки автобусов. Оно может быть использовано при проведении ЕО автобусов а так же для выполнении подготовительных работ для ТО и ремонта. Данная мойка может использоваться и на авторемонтных предприятиях и на мойках для грузового автотранспорта небольшой грузоподъёмности.

3.1.2 Условия эксплуатации

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.

3.1.3 Основание для разработки

Проектирование моечной системы выполняется согласно задания кафедры "ПЭА" ТГУ. Ранее подобные установки не проектировались и экспериментальные работы не проводились.

3.1.4 Цель и назначение разработки

В данной дипломной работе нами проводится первичная проработка конструкции для проверки возможности реализации устройства подобного типа и в дальнейшем может быть изготовлен опытный образец моечной установки. В случае успешных испытаний предложенное нами техническое решение может быть запущено в мелкое серийное производство.

3.1.5 Технические требования к проектируемой конструкции

В соответствии с техническим заданием конструкция моечной установки обязана удовлетворять требованиям надёжности. При этом предлагаемая конструкция должна быть безотказна в процессе эксплуатации. Так же предлагаемая нами установка должна иметь малую трудоемкость в процессе ремонта и высокие эксплуатационные характеристики. При этом быть технологичной в изготовлении, сохраняя работоспособность после хранения и транспортировки.

По техническому заданию в установке мойки автобуса будем использовать только бесконтактную струйную мойку специальным составом. Не должно быть механического воздействия так например, вращающейся щетки и/ или сушки и/ или протирки.

В соответствии с требованиями государственного стандарта, в конструкции, нами проектируемой установки, применяются покупные изделия. Такие как гидравлические насосы, приводные электродвигатели, крепежные изделия и т.д. При этом нами предусматриваются варианты для дальнейшей модернизации конструкции.

В соответствии заданием установка мойки должна отвечать и эстетическим требованиям таким как: внешние очертания конструкции они должны быть четкими, логически выверенными и предпочтительно иметь прямоугольную форму. При этом общая концепция конструкции в целом не должна оказывать морального давления на психику рабочего и отвлекать его.

В процессе эксплуатации моечной установки безусловно должны выполняться все требования документов и стандартов по безопасности труда.

Для электропривода мойки может использоваться переменный ток с напряжением сети до 380 В, но желательно, с точки зрения электробезопасности из-за повышенной влажности в помещении где ведется эксплуатация, использовать пониженное напряжение в 12В.

Основные параметры в оценке качества и эффективности моечной установки:

- показатель остаточной загрязненности на автобусе не должен быть более 3 мг/см²;
- установка должна быть эффективна по времени.

Для проверки эффективности предлагаемой нами конструкции мойки принимаем:

- длительность процесса мойки не более 5 минут;
- мойка анализируется при средней загрязненности автобуса.

Рекомендуемые технические характеристики мойки:

1. Тип - стационарная, проездного типа, бесконтактная мойка

2. Производительность, авто/ч - 12

3. Высота автобуса, м - 2,88

4. Моющая жидкость - вода системы водоснабжения АТП плюс

вторичная вода из системы водоочистки.

5. Температура моющей жидкости, К - 353...363

6. Напряжение, В - 12 (рекомендуемое)

7. Габаритные размеры установки, мм, не более

длина - определяется возможностями участка ЕО

ширина - 5800

высота - 3000

8.Масса, кг, не более - 1000

3.1.6 Порядок контроля и приёмки

В процессе выполнения дипломной работы вся конструкторская документация и результаты расчетов на этапе технического проекта согласовывалась с руководителем проекта и техническими экспертами, рекомендованными кафедрой.

По окончании разработки конструкции мойки, должно производиться согласование конструкции с заказчиком, для анализа возможности запуска установки в серию. Необходимо также провести испытания опытного образца установки.

3.2 Техническое предложение

3.2.1 Выбор общей концепции установки

Мойка предназначена для тщательного удаления пыли и грязи с наружных частей шасси и кузова автомобиля. Моют автомобиль обычно холодной или теплой ($20 - 30^{\circ} \text{C}$) чистой водой и реже - с применением моющих растворов. Во избежание порчи окраски кузова автобуса разница между температур воды и кузова не должна быть больше $18 - 20^{\circ} \text{C}$. В связи с этим зимой перед мойкой автомобиль следует поставить в помещение для обогрева.

В зависимости от давления воды различают мойку при низком давлении равном $0,196 - 0,686 \text{ МПа}$ ($2 - 7 \text{ кГ/см}^2$) и при высоком – $0,980 - 2,5 \text{ МПа}$ ($10 - 25 \text{ кГ/см}^2$).

По способу выполнения мойка может быть ручной, полумеханизированной и механизированной.

Ручная мойка производится из шланга; при полумеханизированной мойке одну часть автомобиля (шасси или кузов) обмывают ручным

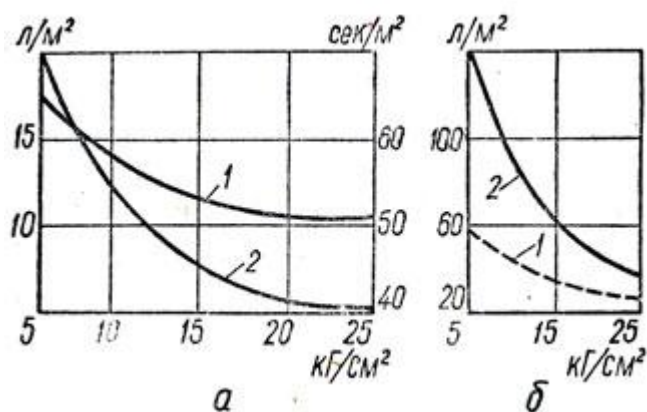
способом, а другую - механизированным; при механизированной мойке применяют струйные или струйно-щеточные установки, действующие автоматически или управляемые оператором.

Мойка автомобилей является трудоемким процессом (составляет 30 - 40% трудоемкости ежедневного обслуживания), поэтому в крупных автохозяйствах широко применяется механизация моечных работ, позволяющая снизить их себестоимость и улучшить условия труда рабочих. Моечные установки должны обеспечивать высокую производительность, хорошее качество мойки и минимальный расход воды. Последнее требование имеет большое значение, так как стоимость потребляемой воды при механизированной мойке автомобилей и автобусов составляет значительную часть основных затрат на мойку. Поэтому предусматривается сбор использованной воды, ее очистка и повторное использование. Качество мойки зависит от давления струи воды, угла наклона ее к обмываемой поверхности (угла атаки струи) и расстояния сопел от нее. На рис. 3.1а показан расход воды и затраты времени на мойку в зависимости от давления струи воды на выходе из сопла.

Из графиков на рис. 3.1б видно, что общий расход воды на мойку автомобиля заметно сокращается при увеличении давления струи, а также при уменьшении сечения сопла.

Наиболее целесообразно применять установки с подвижными соплами, обеспечивающими необходимое изменение направления струи воды в процессе мойки автомобиля в сочетании с его движением через моечную установку.

Для разрушения и удаления загрязнений при мойке автомобилей эффективной является сосредоточенная струя воды, обладающая достаточной кинетической энергией и сохраняющая свою компактную форму на большом расстоянии.



а - расход воды и время мойки в зависимости от давления струи у сопла:

1 - расход воды; 2 - время мойки;

б - расход воды в зависимости от давления струи: 1 - сопло диаметром 2,5 мм ; 2 - сопло диаметром 3,5 мм

Рис. 3.1 Зависимость расхода и времени мойки от давления струи воды

Существуют следующие типы моек автобусов струйные, щеточные, струйно-щеточные.

Самой «важной составляющей частью струйной моечной установки являются насадки в виде сопел (форсунок), встроенные в систему неподвижных или подвижных трубопроводов — коллекторов. По этим трубопроводам к соплам подводится вода или моющий раствор. Струйные автомойки предназначены, в основном, для мойки грузовых автомобилей и автопоездов. Хотя в последнее время, благодаря появлению синтетических моющих средств, они успешно применяются для мойки легковых автомобилей и автобусов.»¹

Основным рабочим органом щеточных автомоек являются цилиндрические вращающиеся ротационные щетки. К ним по подсоединенным трубопроводам подается моющий раствор либо вода. В этих щеточно - моечных установках производят мойку легковых автомобилей, автобусов, автопоездов и фургонов.

¹ РГР Методические указания ГРЦ АХ Организации ремонтно - обслуживающей п.

В моечных установках со струйно-щеточным органом имеются ротационные щетки, а так же и моющие сопла. При этом для мойки грузовых автомобилей с кузовом фургон, автобусов и легковых автомобилей на производстве пользуются комбинированными струйно-щеточными установками.

2. с возможностью относительного перемещения обрабатываемого объекта а так же рабочих органов установки:

- проездные - автомобиль перемещается на конвейере, или своим ходом через всю моечную установку;

- подвижные – в процессе мойки обрабатываемый автомобиль остается неподвижным, а вдоль /вокруг него перемещаются подвижные щетки.

3. по условиям применения самой конструкции мойки:

- стационарные, установленные в конкретном месте;

- передвижные, мойку можно перевозить и устанавливать в нужном Вам месте. Все озвученные выше виды моечных систем используются для мойки грузовых автомобилей и автобусов. Работа данных моек осуществляется не на основной базе а при работе автомобилей, например в период уборочной кампании или на конечных остановках автобусов и т. д.

Таким образом, нам необходимо нам необходимо спроектировать стационарную проездную установку струйного типа. Выбор струйного типа объясняется тем, что применение щеточных установок на автобусах Богдан затруднительно из-за далеко выступающих зеркал заднего вид, которые при использовании щеточной мойки приходится или снимать, или складывать, что ведет к дополнительным трудозатратам.

3.2.2 Определение конструкторского решения

Для повышения эффективности бесконтактной мойки необходимо использовать высокое давление и высокую скорость моющего раствора, что обеспечит качественную мойку с меньшим расходом воды и выполняемую за меньшее время.

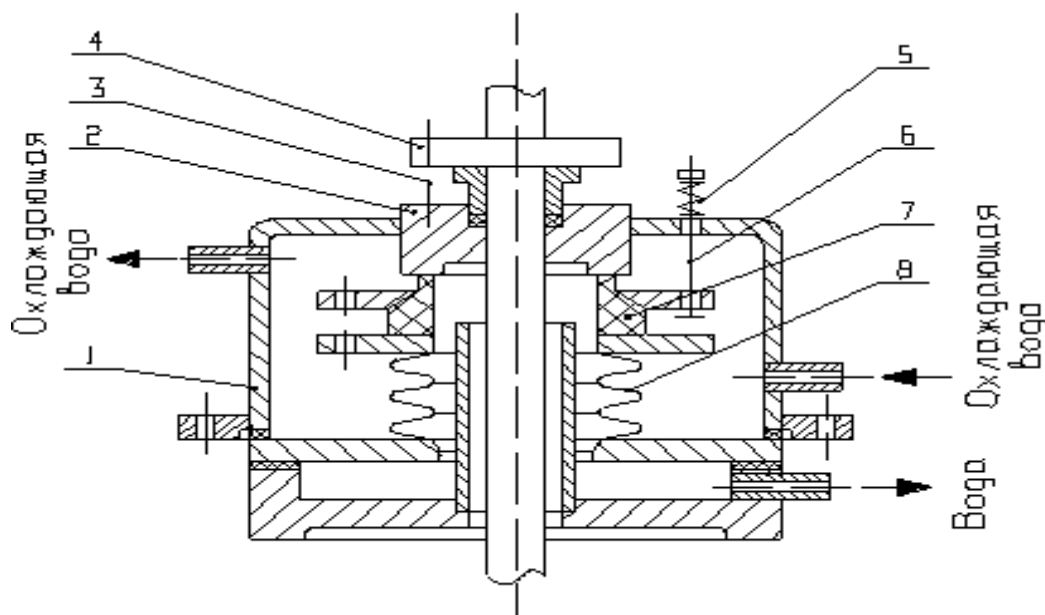
Использование высокого давления требует, при подведении моющего раствора к подвижным соплам, использовать сальниковые или манжетные уплотнения, в которых наблюдается повышенное трение. Из-за повышенного трения в установки приходится вводить электропривод, который усложняет конструкцию и ведет к тому же к дополнительным расходам электроэнергии.

Постараемся в нашей конструкции избежать проблем с высоким трением в подвижном уплотнении за счет использования в конструкции современных торцевых уплотнителей. Одним из недостатков торцевых уплотнителей является постоянная небольшая утечка из-под них во время работы установки. В нашем случае это не является проблемой, так как мы проектируем мойку в которой всегда присутствуют водяные потоки и небольшие утечки практически не на что не влияют главное, что бы они не попадали в конструктивно важные системы, например в подшипники.

«Торцевое уплотнение. В этом уплотнении герметичность достигается за счет плотного поджатия по торцевым плоскостям двух деталей – вращающейся и неподвижной. Герметичность в таком соединении может быть достигнута только при высоком качестве обработке прилегающих поверхностей. Неровности 1мм нарушают нормальную работу торцевого уплотнения. Поверхности трения подвергаются шлифовке и притирке, и имеют высокую чистоту обработки, они могут быть плоскими, сферическими или конусными. Плоские поверхности применяются чаще, т.к. при доводке легче получить хорошую чистоту поверхности трения, ширина кольцевой поверхности трения не должна быть большой (меньше 6 - 8 мм).

В химической промышленности торцевые уплотнения применяются не только для реакторов, но и для центробежных насосов. Торцевое уплотнение для герметизации аппаратов представлено на рисунке 3.2. Кольцо 2 получает вращение от вала через водило 4, состоящее из двух половинок, стягивающих вал, и через шпильки 3. Неподвижное кольцо 7 соединено с

сильфоном. Тяги 6 с пружиной дают возможность регулировать силу поджатия колец 2 и 7, сильфон 8 позволяет компенсировать биение вала.»²



1 - корпус; 2 - вращающееся кольцо; 3 - шпилька; 4 - водило; 5 - пружина; 6 - тяга; 7 - неподвижное кольцо; 8- сильфон.

Рисунок 3.2 Вариант выполнения торцевого уплотнения

«Уплотнение работает при давлении $2 \cdot 10^3$ - $1,6 \cdot 10^6$ Па, температуре до 250 °С и частоте вращения до 10 1/с.

Положительная сторона данного уплотнения – радикальное снижение утечки, по сравнению в сальнике. В процессе работы под вакуумом отсутствует подсос воздуха поэтому и потери мощности будут составлять десятые доли от потерь мощности на трение в самом сальнике, при этом не требуется обслуживания. В этом случае увеличивается износостойкость пары трения и следовательно увеличивается долговечность а так же улучшается работа при биениях вала.

Недостатки – высокая стоимость и сложность ремонта.

Основным узлом торцевого уплотнения является пара трения.

Материал, из которого она изготовлена, должен обладать износостойкостью

² Сайт: refwin.ru уплотнения. Последнее обращение 01.06.2018г.

и малым коэффициентом трения. Используются следующие материалы: кислотостойкая сталь – одно кольцо; углеграфит, бронза или фторопласт – другое кольцо. Фторопласт применяется только в случае небольших давлений и при невысоких скоростях пары трения, так как он обладает хладотекучестью. Также при изготовлении колец могут использоваться графит, карбид кремния, карбид вольфрама. Конструктивно торцевое уплотнение может быть внутренним и внешним, одинарным и двойным. Уплотнение, изображенное на рисунке 3.2, является внешним.

При реализации конструкции внутреннего уплотнения нажимные пружины и вращающееся уплотнительное кольцо расположены в рабочей среде внутри установки. При реализации двойного уплотнения практически реализуется два последовательных одинарных подвижных уплотнения. При этом рабочая запирающая среда, размещенная между двумя парами трения, предотвращает утечки и служит для отвода тепла из зоны трения.

Компания ПромМеханика предлагает торцевые уплотнители Tramel, внешний вид одного из которых представлен на рис.3.3.



Рисунок 3.3 Внешний вид торцевого уплотнителя Tramel BST8-1

Основные эксплуатационные параметры уплотнителя следующие:

Температура: $-40^{\circ}\text{C} \sim 260^{\circ}\text{C}$;

Давление: $\leq 2.4 \text{ МПа}$;

Линейная скорость: $\leq 25 \text{ м/с}$;

Среда: топливо, кислота, химические растворы и т.д.

Используемые материалы для изготовления:

Вращающееся кольцо: карбид кремния, графит, карбид вольфрама;
Неподвижное кольцо: карбид кремния, керамика, карбид вольфрама;
Вторичные уплотнения: NBR/EP/PTFE/VITON/Графит;
Пружины и другие части: SS304/SS316.

Использование такого уплотнителя, обеспечит низкое трение в подвижном уплотнителе и позволит отказаться в конструкции от использования дополнительного электропривода для вращения сопел, а использовать реактивные силы выбрасываемой воды.

Эффективная работа бесконтактной мойки может быть реализована при работе мойки в виде нескольких последовательных операций, а именно:

1. Смачивание - когда смачивается вся поверхность которая требует мойки и грязь размокает;
2. Смывание основной грязи - мощным напором воды смывается основная масса грязи с обрабатываемой поверхности;
3. Нанесение моющего раствора – на поверхность наносится моющий раствор, чтобы размягчить или растворить стойкие фрагменты грязи;
4. Споласкивание – происходит удаление моющего раствора с обрабатываемых поверхностей, выполняется чистой водой, обычно на этом этапе проводят добавление свежей воды в системы с повторной очисткой воды.

3.3 Конструктивные расчеты установки

Определим общий расход воды на один автобус исходя из данных по расходу приведенному на рис. 3.1. При давлении воды в 15 Атм удельный расход воды составляет 12 л/м^2 . Для автобуса Богдан площадь боковых поверхностей, плюс торцевых поверхностей и крыши составляет $73,1 \text{ м}^2$. Следовательно общий расход на один автобус составляет $73,1 * 12 = 878 \text{ м}^3$ воды. Что несколько меньше действующих нормативов. Для дальнейших расчетов, учитывая потери воды на включении/выключении установок, принимаем равным 1100 м^3 .

Расход воды через одно сопло (форсунку) для одного автобуса на каждой операции определяем из следующего выражения:

$$Q_c = \frac{Q_{\Sigma} \cdot q_{on}}{N_c \cdot t}, \quad (3.1)$$

где Q_{Σ} – суммарный нормативный расход воды на один автобус;

q_{on} – доля общего расхода воды на данной операции, ;

N_c – число сопел на данной операции (на двух установках);

t – время работы установки на данной операции.

Время работы установки на данной операции определяется временем прохождения автобуса мимо установки. Данное можно определить из следующего выражения:

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a}, \quad (3.2)$$

где L_a – длина автобуса, 7.88м;

L_y – длина одной установки, 2.8м;

V_a – скорость движения автобуса в мойке, принимаем 1.5 км/ч=0.417м/с.

При этих данных время работы установки составит 25.6 с.

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a} = \frac{7.88 + 2.8}{0.417} = 25.6 \text{ с}$$

Скорость воды на выходе из сопла можно определить исходя из расхода воды на каждой операции и диаметра сопла:

$$V_c = \frac{Q_c \cdot 4}{\pi \cdot d_c^2}, \quad (3.3)$$

где d_c – диаметр сопла, подбираем исходя с одной стороны из возможностей изготовления, с другой стороны для создания рабочего давления на основных операциях порядка 1.5МПа как было определено ранее.

Необходимый напор воды для обеспечения определенной скорости, определяется выражением:

$$H = \frac{(1+z) \cdot V_c^2}{2 \cdot g}, \quad (3.4)$$

где z – коэффициент местного сопротивления, для отверстия с непритупленными кромками z равно 0.5;

g – ускорение свободного падения, 9.81 м/с^2 .

Давление воды для создания необходимого напора определяется выражением:

$$P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (3.5)$$

где ρ – плотность воды – 1000 кг/м^3 .

Результаты расчетов для четырех операций мойки сведем в табл.3.1.

Таблица 3.1 Технические режимы работы установок на различных операциях

Операция мойки	Удельный расход воды, %	Число форсунок	Диаметр сопла, мм	Расход воды через 1 сопло, л/с	Скорость струи, м/с	Напор, м	Давление, МПа
Смачивание	11.1	20	3.5	0.238	24.8	47.0	0.46
Удаление грязи	44.4	28	4.4	0.681	44.8	153.4	1.51
Нанесение моющего раствора	11.1	20	3.5	0.238	24.8	47.7	0.46
Споласкивание	33.3	28	3.8	0.511	45.0	155.2	1.52

Как видно из результатов расчета давление воды, на основных по затратам воды операциях удаления грязи и споласкивания составляет примерно 1.5МПа, как и планировалось при установлении общего режима установки, на операциях смачивания и нанесения моечного раствора давление составляет 0.5 МПа.

Определим усилие (реактивное) создаваемое вытекающей из сопла струей воды. Это усилие можно определить из выражения:

$$F = \rho v^2 S = 2 \rho g h S \quad (3.6)$$

Так как сопла можно направить с отклонением под углом 20° от нормали к кузову автобуса, определим максимальное усилие от сопла, которое можно создать для получения крутящего момента. Это усилие определяется выражением:

$$F_x = F \cdot \sin(\alpha), \quad (3.7)$$

где α – угол наклона струи воды из сопла, в нашем случае 20° .

Максимальный создаваемый момент определяется как сумма моментов сил от всех сопел установки:

$$M_{\max} = \sum_{i=1}^n (F_{xi} \cdot l_i), \quad (3.8)$$

где l_i – плечо силы, расстояние от сопла до оси вращения установки.

Осевое усилие на подшипник можно определить, как разность сил возникающих от действия давления на торец вала, на который установлено уплотнение, и суммы реактивных сил вытекающих из сопел воды:

$$F_o = P \cdot \pi \cdot d_b^2 / 4 - F \cdot N_c \cdot \cos(\alpha) / 2, \quad (3.9)$$

где d_b – диаметр вала, 0.06м.

Сила трения в подшипнике определяется выражением:

$$F_{\text{тр}} = k_{\text{тр}} \cdot F_o, \quad (3.10)$$

где $k_{\text{тр}}$ – коэффициент трения, для шарикоподшипников 0,0015-0,006, принимаем худший вариант $k_{\text{тр}} = 0,006$.

Момент сопротивления трения определяется по следующей формуле:

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot R_{\text{п}}, \quad (3.11)$$

где $R_{\text{п}}$ – средний радиус подшипника, 0,0405м.

Круговую частоту вращения установки можно определить по формуле

$$\omega = \sqrt{\frac{M_{\max} - (k + 1) \cdot M_{\text{тр}}}{k_a \cdot R^2 \cdot S}}, \quad (3.12)$$

где k – кратность, во сколько раз потери на трение в уплотнителе больше чем в подшипниках, принимаем 4;

k_a – коэффициент аэродинамического сопротивления, принимаем 0,45;

R – приведенный средний радиус лопастей, принимаем 1м;

S – площадь сечения лопастей подверженная аэродинамическому сопротивлению, принимаем $0,16 \text{ м}^2$.

Частота вращения определяется выражением $n = \omega / (2 \cdot \pi)$.

Величину утечки через зазор торцевого уплотнения можно определить по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi \cdot h^3 \cdot (P_1 - P_0)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)} + \frac{4 \cdot \pi \cdot h^3 \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)}, \quad (3.13)$$

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

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

h – зазор в уплотнителе, так как уплотнитель выполнен с высокой точностью и уплотнение постоянно поджимается дополнительным усилием то принимаем $h=10^{-5}$ м.

Результаты расчетов для четырех операций мойки сведем в табл. 3.2.

Таблица 3.2 Технические параметры на различных операциях

Операция мойки	Усилие от 1 сопла, Н	Радиальное усилие от 1 сопла, Н	Радиальное усилие на подшипнике, Н	Макс крутящий момент на установке, Н*м	Момент сопротивления трения, Н*м	Макс частота вращения, об./мин.	Макс утечка в зазоре, см ³ /мин.
Смачивание	5.9	2.0	1243	17	0.25	142	0.23
Удаление грязи	30.5	10.4	3827	131	0.77	402	1.80
Нанесение моющего раствора	5.9	2.0	1243	17	0.25	142	0.23
Споласкивание	23.0	7.9	3979	99	0.81	347	1.35

Полученная в результате расчетов максимальная скорость вращения несколько высоковата, и следовательно, у нас имеется некоторый запас по скорости. А уменьшить скорость вращения лопастей, можно отрегулировав по месту направления струй от сопел.

3.4 Руководство по эксплуатации установки для мойки автобусов

3.4.1 Техническая характеристика

1. Тип мойки - проходная, струйная, с подвижными соплами, использует чистую воду без подогрева, с подключением автоматизированного подмешивания моющего раствора.

2. По степени использования воды - с многократным использованием моющего раствора, с очистными устройствами (с резервуарами - отстойниками).

3. По способу сушки - отсутствует.

4. Характеристика привода лопастей с соплами: от реактивной струи моющего раствора.

5. Габаритные размеры одной установки в сборе, мм

длина 2920;

ширина 850;

высота 2960.

6. Масса установки в сборе, кг 110

3.4.2 Транспортировка и монтаж установки

1. Установка транспортируется к месту назначения на внутризаводском транспорте.

2. Транспортирование производить самоходным электроштабелером или автопогрузчиком.

3. При транспортировании установки не допускать случайных ударов о посторонние предметы.

4. Установка монтируется на подготовленную площадку бетонированного пола (с обязательным водостоком) на анкерные болты согласно монтажной схеме и сборочного чертежа.

5. Монтаж и сдача-приемка стенда в эксплуатацию должны производиться в соответствии с требованиями СНиП Ш-31-78.

3.4.3 Общие меры безопасности

1. К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с настоящим руководством и прошедшим инструктаж по соблюдению правил техники безопасности при работе с установками, работающими при высоком давлении и с вращающимися агрегатами.

3. Не допускается нахождение постороннего персонала на территории моечной установки во время ее работы, а также недопустимо осуществлять прочистку сопел при работающем насосе.

4. Все ремонтные и обслуживающие работы необходимо проводить при отключенной установке.

3.4.4 Общие положения инструкции по эксплуатации установки

Что бы обеспечить надежную и безаварийную работу установки, необходимо перед началом работы на ней изучить устройство установки и правила ее эксплуатации. Непосредственно на рабочем месте рабочий должен быть ознакомлен с правилами техники безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии.

Перед началом проведения моечных работ необходимо проверить: исправность вентиля с электроприводом - осмотреть на наличие трещин, крепежа и других механических повреждений (которые не допускаются в процессе эксплуатации).

Затем необходимо проверять наличие моющего раствора (воды) в резервуаре - отстойнике установки в нужном объеме, а также общую целостность конструкции, наличие протечек и других повреждений конструкции и включить общий насос подачи моющего раствора.

Процесс мойки ведется в следующей последовательности действий

Автобус, двигаясь своим ходом - с минимально возможной скоростью, при приближении автобуса к паре установок срабатывает датчик, и система управления подает команду на открытие вентиля с электроприводом на

установках. В установку подается вода с заданным давлением и поверхности автобуса обрабатываются моющим раствором.

После того как автобус проедет установки, другая пара датчиков через систему управления подаст команду на закрытие вентиля с электроприводом и установки будут отключены до подхода следующего автобуса.

При настройках системы следует учитывать время срабатывания вентиля с электроприводом которое составляет 5.6 с.

В случае возникающей необходимости, когда поверхность кузова автобуса сильно загрязнена или имеются застарелые загрязнения, то допускается повторное прохождение автобусом автоматической мойки. Если на автобусе присутствуют битумные загрязнения, то их желательно перед мойкой обработать вручную специальными растворителями.

3.4.5 Техническое обслуживание установки

1. Безопасная и надежная работы установки достигается проведением ежедневного технического контроля. При проведении контроля выполняются следующие работы:

- а) внешний осмотр установки с целью выявления возможных механических повреждений;
- б) проверяется надежность крепления защитного экрана;
- в) проверяется отсутствие утечек воды или моющего раствора при выключенной и работающей установке (во время работы допускается технологическая утечка из зоны торцевого уплотнения не более $2\text{см}^3/\text{мин.}$).

2. Техническое обслуживание установки проводят через 200...250 часов работы установки. При этом производятся следующие работы:

- а) выполняется проверка состояния установленного электрооборудования, надежность установки электрических колодок и их фиксация;

б) проверка элементов конструкции установки и надежность затяжки элементов крепления, проверка целостности трубопроводов и затяжки присоединительных шлангов;

в) проводится чистка и промывка форсунок подачи моющего раствора;

г) проводится проверка статической балансировки установки.

Если техническое обслуживание выявляет какие-либо механические повреждения, чрезмерный износ либо другие отклонения в работе установки необходимо произвести соответствующие регулировки, наладку, а при необходимости и замену (или ремонт) узлов конструкции.

При выводе установки из эксплуатации необходимо провести слитие моющего раствора из внутренней системы установки. Открутить и промыть все сопла, выполнить общую чистку мойки. Удаление раствора из установки можно произвести путем медленного проворачивания установки при открученных соплах.

3.5 Сравнение технических характеристик спроектированной мойки с существующими конструкциями

Так как спроектированная установка бесконтактной мойки, по сути носит только концептуальный характер, и ее технические характеристики определены расчетным путем (причем основу составляют гидравлические расчеты, которые не могут быть выполнены с достаточной точностью), поэтому числовые характеристики для сравнения с существующими конструкциями несколько некорректно. С уверенностью можно определить только с качественными достоинствами и недостатками спроектированной конструкции по сравнению с существующими. Для получения точных числовых параметров по производительности, расходу воды, качеству выполнения мойки нужны натурные испытания, поэтому выполним качественные сравнения спроектированной конструкции с существующими.

По сравнению с контактными мойками, спроектированная мойка наносит значительно меньше повреждений лакокрасочному покрытию кузова

обрабатываемого автомобиля, также бесконтактный способ мойки позволяет не складывать зеркала заднего обзора, которые затрудняют работу контактных моек. Кроме этого преимуществом спроектированной мойки является отсутствие подвода к ней высокого напряжения для привода вращения моющих щеток, так как привод вращения установки осуществляется от моющего раствора подаваемого под большим давлением, а насосы создающее это давление могут быть расположены в более безопасном (более сухом) помещении, следовательно, спроектированная установка более электробезопасна. Так же достоинством спроектированной конструкции является значительно меньшие габаритные размеры установки и следовательно возможность разместить установку на меньшей площади.

Из недостатков конструкции можно отметить следующие, во-первых бесконтактная мойка расходует большее количество воды и поэтому потребуется более мощная очистительная установка для обеспечения экономии расхода воды; во-вторых бесконтактная мойка хуже справляется с большими засохшими загрязнениями, что потребует более часто использовать прием с повторной мойки некачественно обработанного автобуса после первого прохода мойки.

4 Технологический процесс замены коробки переключения передач автобуса ПАЗ-3204хх

4.1 Условия работы агрегата.

Коробка переключения передач (КПП) служит для передачи и изменения тягового момента от ДВС к колесам. КПП позволяет изменять величину и направление тягового момента, а также обеспечивает отключение ДВС от трансмиссии во время стоянки. Так как величину крутящего момента на колесах необходимо изменять в широких пределах, а возможности управления ДВС при этом ограничены, то регулировка осуществляется путем выбора соответствующей передачи в КПП, и чем шире необходимый диапазон регулирования, тем больше передач в КПП необходимо. Большое количество передач в КПП позволяет выбирать более оптимальные режимы работы ДВС и обеспечивать меньший расход топлива, однако КПП с большим количеством передач более сложные, более дорогие и менее надежные. На автобусах ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 устанавливается 5-ти ступенчатая механическая КПП ZF S5-42.

Узлы и детали КПП при переключениях и в движении автобуса испытывают постоянное и импульсное нагружение. Наибольшие напряжения возникают в парах зубчатых колес и синхронизаторах. Нагрузка от моментов также воздействует на валы коробки передач и подшипники. В зоне зацепления зубьев возникают знакопеременные нагрузки, что приводит к их постепенному износу и разрушению. При возникновении ударных нагрузок может происходить выкрашивание фрагментов зубьев и синхронизаторов. Кроме указанных нагрузок, необходимо добавить неблагоприятные нагружения, возникающие при зимней эксплуатации КПП, когда загустевшее масло плохо поступает в зоны трения. При отрицательных температурах увеличивается хрупкость металла, что увеличивает вероятность возникновения микротрещин и в дальнейшем поломки элемента конструкции.

4.2 Характерные неисправности КПП ZF S5-42

Статистика возникающих неисправностей КПП ZF S5-42 позволяет указать предварительные признаки, характеризующие скорое их возникновение. Набор типичных неисправностей их проявлений и методов устранения приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Виды неисправностей КПП и методы устранения

Признаки неисправности	Причина	Метод устранения
Затруднения при включении передач, скрежет при переключении	Происходит неполное выключение сцепления (сцепление «ведет»)	Необходимо отрегулировать свободный ход педали сцепления
При переключении на II, III, IV, V передачу наблюдается удары и скрежет	а) значительный износ колец синхронизаторов	Требуется замена синхронизаторов
	б) значительный износ блокирующих фасок каретки или пальцев	Требуется замена синхронизаторов
Наблюдается самовыключение передач при движении автобуса	а) возникает неполное включение передачи из-за неисправности механизма переключения или сбита регулировки	Отрегулировать механизм или устранить неисправность
	б) значительный износ вилок переключателей	Заменить изношенные детали
	в) ослабло крепления вилок или головок	Подтянуть и зафиксировать крепление
Наблюдается не включение передач	а) поломка пальцев или фиксаторов синхронизаторов	Необходимо заменить синхронизаторы на новые
	б) нарушение регулировки дистанционного привода управления	Отрегулировать привод управления
Наблюдается повышенный шум при работе коробки передач	а) произошло ослабление крепежных деталей	Проверить и подтянуть крепеж
	б) значительный износ или выкрашивание зубьев шестерен	Выявить и заменить поврежденные детали
	в) разрушение или повышенный износ подшипников	Заменить подшипники

Продолжение таблицы 4.1

Признаки неисправности	Причина	Метод устранения
Наблюдается течь масла из КПП	а) произошло нарушение герметичности по уплотняющим поверхностям	Заменить прокладки
	б) возникает повышенное давление в картере коробки	Промыть сапун
	в) нарушение герметичности по уплотняющим поверхностям	Подтянуть крепежные детали, заменить прокладки

Для устранения ряда неисправностей КПП необходимо снять с автобуса, чтобы получить доступ во внутреннее пространство коробки. В следующем разделе рассмотрим технологический процесс сначала снятия, а затем установки КПП ZF S5-42 на автобус.

4.3 Технологический процесс снятия и установки коробки передач автобуса ПАЗ-3204xx

Снятие КПП ZF S5-42 с автобуса.

Автобус, с неисправной КПП, отбуксировать на участок ТР и установить над осмотровой канавой. Поставить с обеих сторон под передние колеса противооткатные упоры, и вывесить подъемником задний мост (можно только с одной стороны). Установка упоров должна быть проконтролирована, так как это является важнейшим условием безопасного выполнения работ.

Далее производится слив масла из КПП и отсоединение присоединенных элементов, и снятие крепежа КПП. Последовательность операций приведена в технологической карте.

Установка КПП на автобус.

Последовательность операций по установке КПП на автобус приведена в технологической карте. Следует обратить внимание на предупреждения,

приведенные в “Руководстве по эксплуатации автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412” 320402-3902010 РЭ [10].

1. Не допускается смешивать масла разных марок. Если производится переход на другую марку масла, то необходимо выполнить промывку КПП промывочным маслом.
2. При смене масла необходимо соблюдать меры предосторожности, что бы внутрь КПП не попали загрязнения.
3. Заливка масла в КПП производится через заливное (контрольное) отверстие, закрывающееся пробкой. Заливка масла производится пока оно не начнет переливаться из заливного отверстия.

Таблица 4.2 Технологическая карта на проведение процесса снятия-установки КПП автобуса ПАЗ-3204хх.

№ п/п	Наименование операции, перехода	Место выполнения	Исполнитель	Оборудование	Трудоемкость, мин.	Примечание
1	Подготовка автомобиля					
1.1	Произвести очистку низа автобуса от загрязнений	Пост МУ	Оператор	Установка для мойки днища	25,0	В районе крепления КПП
1.2	Установить автобус на пост	Пост ТР	Слесарь 4 разряда		1,5	Установить упоры под передние колеса
1.3	Снять панель, закрывающую двигательный отсек	Пост ТР	Слесарь 3 разряда		2,5	
1.4	Снять передний коврик пола, крышку люка рычага и уплотнитель	Пост ТР	Слесарь 3 разряда		3,5	
1.5	Снять рычаг переключения передач	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Отвертка	1,5	
1.6	Отвернуть гайки приемной трубы глушителей	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 02.7812.95000	5,0	
1.7	Открыть контрольную и сливную пробки картера коробки передач и слить масло (продолжить следующие операции не ожидая окончания слива масла)	Пост ТР	Слесарь 3 разряда	Ключ 13-14 Емкость для сбора масла	4,0	Исключить попадание масла на дно ямы
1.8	Завести подъемник под автобус и вывесить автобус	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Мобильный подъемник	2,5	На необходимую для проведения работы высоту
	Итоговая трудоемкость				45,5	
2	Отсоединение сопутствующих узлов					
2.1	Ослабить стяжной хомут	Пост ТР	Слесарь 4	Ключ	5,0	

Продолжение таблицы 4.2

№ п/п	Наименование операции, перехода	Место выполнен ия	Исполни тель	Оборудов ание	Трудоем кость, мин.	Примечание
	приемной трубы с трубой глушителя		разряда	13-14		
2.2	Отсоединить хомут крепления приемной трубы к коробке передач	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	3,5	
2.3	Снять трубу	Пост ТР	Слесарь 4 разряда		2,5	Снять вниз
2.4	Отвернуть болты крышки картера сцепления	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	5,0	
2.5	Отсоединить провод «масса»	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 10-12	2,0	
2.6	Отцепить оттяжную пружину от вилки выключения сцепления	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Пассатижи	1,0	
2.7	Снять шплинт с толкателя вилки выключения сцепления	Пост ТР	Слесарь 4 разряда		1,5	
2.8	Отсоединить рабочий цилиндр от картера сцепления	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	2,5	Цилиндр остается на автобусе
2.9	Отсоединить спидометр от привода спидометра	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	3,0	
2.10	Рассоединить эластичную муфту с фланцем коробки передач	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	5,0	
2.11	Освободить стартер	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 02.7812.950 00	5,0	
	Итоговая трудоемкость				36,0	
3	Снятие КПП					
3.1	Отвернуть гайки крепления задней подвески двигателя	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	5,0	
3.2	Отвернуть гайки крепления поперечины	Пост ТР	Слесарь 3 разряда	Ключ 13-14	3,0	КПП необходимо поддерживать снизу
3.3	Отвернуть болты крепления картера сцепления к блоку цилиндров	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ А.55035	4,0	
3.4	Снять КПП	Пост ТР	Слесарь 4 разряда, Слесарь 3 разряда		3,5	Извлечь вал КПП из гнезда. Не опирать вал на фланец нажимной пружины сцепления.
	Итоговая трудоемкость				15,5	
4	Установка КПП					
4.1	Смазать шлицевой конец ведущего вала КПП	Пост ТР	Слесарь 3 разряда		1,0	Смазка ЛСЦ-15
4.2	Опцентровать ведомый диск сцепления	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Оправка А.70081	1,5	
4.3	Установить КПП на подъемное устройство, поднять и установить вал на место	Пост ТР	Слесарь 4 разряда, Слесарь 3 разряда	Мобильный подъемник	8,0	
4.4	Завернуть болты крепления картера сцепления к блоку цилиндров	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ А.55035	4,0	

Продолжение таблицы 4.2

№ п/п	Наименование операции, перехода	Место выполнен ия	Исполни тель	Оборудов ание	Трудоем кость, мин.	Примечание
4.5	Установить поперечину и закрутить гайки крепления	Пост ТР	Слесарь 3 разряда	Ключ 13-14	4,0	
4.6	Завернуть гайки крепления задней подвески двигателя	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Ключ 13-14	5,0	
4.7	Произвести установку коробки передач и дополнительных узлов в соответствии с пунктами 1.3-2.11, выполненными в обратном порядке.	Пост ТР	Слесарь 4 разряда	Отвертка Ключ 02.7812.95000 Ключ 13-14 Ключ 10-12 Пассатижи Ключ 02.7812.95000	50,0	
4.8	Залить масло в КПП, контролируя уровень и закрутить пробки сливную и заливного отверстия	Пост ТР	Слесарь 4 разряда		8,0	Залить всесезонное масло ТАП-15в. Усилие затяжки пробок 50Н*м
4.9	Отогнуть автобус с поста ТР	Пост ТР	Слесарь 4 разряда или перегонщик		2,0	Убрать упоры из под передних колес
	Итоговая трудоемкость				83,5	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте на тему «Пассажирское АТП на 370 автобусов малого и среднего класса. Участок ЕО». Спроектировано АТП для автобусов ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412, определены участки работ ежедневного обслуживания, технического обслуживания и текущего ремонта, проведена разработка планировочного решения производственного корпуса размером 102х36м. Разработана технологическая планировка участков зоны ЕО (МК и МУ), выбрано и размещено технологическое оборудование, в том числе установка для бесконтактной мойки автобусов под высоким давлением.

В конструкторском разделе разработан сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей установки для бесконтактной мойки автобусов. Выбраны уплотнения, подшипники и соединительная арматура, промышленно выпускаемые и предлагаемые поставщиками. Выполнены конструкторские расчеты, определяющие основные размеры и характеристики установки. Проведен расчет и выбор подшипников. Разработаны рабочие чертежи сопла, вала и лопасти. В разработанной установке за счет включения в конструкцию электроуправляемого клапана, можно провести комплекс работ по организации автоматического включения/выключения моечных установок по мере прохождения мимо них автобусов, что снизит расход воды, потребляемый мойкой. А использование в конструкции торцевого уплотнения, позволило отказаться от использования для вращения установки дополнительного электродвигателя, что снижает потребление электроэнергии при выполнении мойки автобусов.

В технологическом разделе разработан технологический процесс снятия и установки КПП на автобус. Трудоемкость снятия и установки КПП составляет 97 и 83,5 мин. соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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
2. Best Operational and Maintenance Practices for City Bus Fleets to Maximize Fuel Economy. Helping Cities Meet Their Energy Challenges of the New Century. ENERGY EFFICIENT CITIES INITIATIVE - сайт URL: https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL_EECI-BusGuideNote_BN010-11.pdf (дата обращения 11.04.18).
3. Фещенко, Справочник конструктора. Комплект в двух книгах. Издание 2-е / В.Н. Фещенко, - М., 2017
4. Mario G. Beruvides, Phillip T. Nash, James L. Simonton. Public Transportation Maintenance Knowledge and Resource-Sharing Project. сайт URL: https://www.regionalserviceplanning.org/maintenance/documents/txdot_iac_51-7xxia006_t1ar.pdf (дата обращения 21.04.18).
5. Епишкин, Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 190600.62 / В.Е. Епишкин. - Тольятти: ТГУ, 2013. – 113 с.
6. Mechanical Face Seals. TRELLEBORG SEALING SOLUTIONS. Сайт URL: https://tss-static.com/remotemedial/media/globalformastercontent/downloadsautomaticallycreatedbyscript/catalogs/mechanical_face_seals_en.pdf (дата обращения 27.04.18).
7. 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

8. Mechanical Face Seals - Heavy Duty Seals. Trelleborg Sealing Solutions. TRELLEBORG. Сайт URL: https://www.tss.trelleborg.com/global/en/products_2/mechanicalfaceseals/mechanical-face-seals-heavy-duty-seals.html#conversion-342452606 (дата обращения 27.04.18).
9. Анурьев, Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев.- М.: Машиностроение, 2006.
10. 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 07.04.18).
11. Беляев, Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. –М.: Наука, 1976 – 608 с.
12. Mechanical Face Seals. DICHTA. – сайт URL: <https://kavial.ee/products/dichkomatik/MECH%20FACE%20SEAL%20.pdf> (дата обращения 21.04.18).
13. ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». Изменение №1 от 01.03.2007 - сайт URL: www.gosthelp.ru/gost/gost2246.html (дата обращения 21.04.18).
14. 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 21.04.18).
15. Методические указания к расчету технологического оборудования / сост. Н.И. Живоглазов. —Тольятти: ТолПИ, 1994. - 68с.
16. Mechanical Face Seals. Indiamart. - сайт URL: <https://dir.indiamart.com/impcat/mechanical-face-seals.html> (дата обращения 21.04.18).

17. Петин, Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта. Учебное пособие для студентов вузов / Ю.П. Петин, Г.В. Мураткин, Е.Е. Андреева. – Тольятти, ТГУ, 2010 -121с.
18. Отраслевой стандарт. Уплотнения торцевые валов насосов. Типы. Основные параметры и размеры. ОСТ 26-06-1493-87/
<http://www.gosthelp.ru/text/OST2606149387Uplotneniyat.html> (дата обращения 26.04.18).
19. Обратное водоснабжение – экономия воды и защита окружающей среды. сайт URL: <http://otepleivode.ru/vodosnabzhenie/oborotnoe-vodosnabzhenie.html> (дата обращения 22.04.18).
20. Уплотнения сайт: refwin.ru (дата обращение 01.06.2018г.)
21. Federal Mogul. Goetze. Federal-Mogul Friedberg GmbH. сайт URL: <http://sml-group.ru/d/292082/d/goetze-face-seals-katalog.pdf> (дата обращения 22.04.18).

ПРИЛОЖЕНИЕ

[illegible]

форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		30		Болт М6х20 ГОСТ 7805-70	6	
		31		Болт М8х20 ГОСТ 7805-70	6	
		32		Болт М8х25 ГОСТ 7805-70	13	
		33		Болт М14х85 ГОСТ 7805-70	7	
		34		Болт М14х105 ГОСТ 7805-70	2	
		35		Гайка М14 ГОСТ 5915-70	9	
		36		Гайка М27х1,5-22А	16	
				ГОСТ 13958-74		
		37		Гайка М36х1,5-22А	1	
				ГОСТ 13958-74		
		38		Гайка накидная	14	
				18-022 ГОСТ 16047-70		
		39		Тройник фланцевый	13	
				1-18-22А ГОСТ 13966-74		
		40		Угольник фланцевый	4	
				1-18-22А ГОСТ 13966-74		
		41		Кольцо А60 ГОСТ 13943-86	1	
		42		Кольцо 018-022-25	1	
				ГОСТ9833-73		
		43		Кольцо 030-035-30	1	
				ГОСТ9833-73		
		44		Кольцо 060-068-46	1	
				ГОСТ9833-73		
		45		Кольцо 108-115-46	1	
				ГОСТ9833-73		
		46		Подшипник 80212	2	
				ГОСТ 7242-81		
		47		Шайба 6 65Г ГОСТ 6402-70	6	
		48		Шайба 8 65Г ГОСТ 6402-70	18	
						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	18.БР.ПЭА.267.00.000	

[illegible]