

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Пассажирское АТП на 280 автобусов малого и среднего класса.
Участок ЕО

Обучающийся

П.Г. Нигай

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

старший преподаватель В.Г. Доронкин

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

Консультант

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

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

Тольятти 2022

Аннотация

Проведено обоснование выбора автобусов ПАЗ-320425 Vector Next 8.8, ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 для использования в качестве базовых в проектируемом пассажирском автотранспортном предприятии (АТП). Проведен технологический расчет производственного корпуса для обслуживания 280 автобусов. Построена планировка производственного корпуса АТП и зон косметической и углублённой мойки (МК и МУ). Выбрано технологическое оборудование для участков МК и МУ. В конструкторском разделе выполнены конструкторские расчеты, определены основные размеры и характеристики установка для бесконтактной под высоким давлением мойки автобусов. Рассмотрены особенности технологического процесса снятия и установки коробки переключения передач (КПП) на автобус. Выполнены расчеты по определению стоимости нормо-часа на операции косметической мойки автобусов.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 5 |
| 1 Пассажирское АТП – технический проект | 6 |
| 1.1 Анализ технических и экономических параметров проекта | 6 |
| 1.2 Технологический расчет АТП | 11 |
| 1.2.1 Исходные данные для технологического расчета | 11 |
| 1.2.2 Расчет объемов производственной программы обслуживания по ЕО, ТО-1,2, ТР и Д-1,2 | 13 |
| 1.2.3 Определение годовых объемов работ | 17 |
| 1.2.4 Расчет зоны косметической мойки | 19 |
| 1.2.5 Расчет числа универсальных постов по ТО-1/2, Д-1/2 и МУ | 21 |
| 1.2.6 Расчет числа постов в зоне ТР | 22 |
| 1.2.7 Расчет штатного и явочного числа рабочих АТП | 23 |
| 1.2.8 Определение площади операционных зон | 24 |
| 1.2.9 Определение числа постов ожидания | 24 |
| 1.2.10 Расчет объема работ по самообслуживанию | 25 |
| 1.2.11 Технологический расчет отделений | 26 |
| 1.2.12 Определение площади складских помещений | 28 |
| 1.3 Объемно-планировочное решение производственного корпуса | 29 |
| 2 Рабочий проект зоны ЕО | 32 |
| 2.1 Основные операции зоны ЕО | 32 |
| 2.2 Персонал зоны ЕО и режим его работы | 33 |
| 2.3 Инструменты и оборудование в зоне ЕО | 34 |
| 2.4 Определение площади зоны ЕО | 34 |
| 2.5 Инженерные коммуникации зоны ЕО | 36 |
| 2.6 Противозаразительные мероприятия в АТП | 38 |
| 3 Проектирование установки мойки автобусов | 40 |
| 3.1 Техническое задание на разработку мойки автобусов | 40 |
| 3.2 Техническое предложение на разработку установки | 41 |

| | | |
|-----|---|----|
| 3.3 | Определение конструкции уплотнителя | 44 |
| 3.4 | Расчет основных параметров и характеристик установки | 45 |
| 3.5 | Управление включением и выключением установок | 52 |
| 3.6 | Результаты проектирования установки | 52 |
| 4 | Технологический процесс обслуживания и замены карданного вала автобуса ПАЗ-320402(412) | 54 |
| 4.1 | Устройство карданной передачи автобуса | 54 |
| 4.2 | Процедуры обслуживания карданной передачи автобуса | 55 |
| 4.3 | Проверка карданных валов автобусов | 56 |
| 4.4 | Возможные неисправности карданной передачи | 57 |
| 4.5 | Разработка технологической карты для операции снятия и установки карданной передачи | 58 |
| 5 | Экономический раздел | 60 |
| 5.1 | Технико-экономическое обоснование | 60 |
| 5.2 | Затраты на материалы | 60 |
| 5.3 | Амортизационные отчисления от основных фондов | 61 |
| 5.4 | Расчет затрат на электроэнергию | 62 |
| 5.5 | Расчет затрат на заработную плату | 63 |
| 5.6 | Расчет стоимости нормо-часа зоны ЕО | 64 |
| | Заключение | 66 |
| | Список используемых источников | 67 |
| | Приложение А Материалы по проектированию производственного корпуса пассажирского АТП | 70 |
| | Приложение Б Спецификация сборочного чертежа 22.БР.ПЭА.454.00.000СБ | 71 |

Введение

В современном обществе население должно обладать возможностями высокой мобильности. Площади жилой застройки стали очень большими. Жителям постоянно надо перемещаться от места жительства, до места работы или других социальных объектов. При этом может реализовываться или модель, когда население в большинстве случаев самостоятельно на своем транспорте решает эту проблему, например как в США, когда люди в большинстве поездок используют личные автомобили (может только кроме случаев организации поездок детей в школу). Или реализуется модель с организацией движения общественного автотранспорта, как сложилось на территории Российской Федерации (РФ). Основной целью работы общественного транспорта является своевременное и качественное удовлетворение потребностей населения в пассажирских перевозках.

С одной стороны, необходима организация сети маршрутов общественного транспорта, которая перекрывает потребности населения в перевозках, с другой стороны на маршрутах должны работать комфортабельные надежные (редко выходящие из строя при перевозках) транспортные средства. Надежность работы транспортных средств во многом определяется своевременным и качественным проведением технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Именно организацией технического обслуживания и ремонта подвижного состава и должно заниматься проектируемое, согласно задания, пассажирское автотранспортное предприятие (АТП). При этом только крупные и средние АТП могут обеспечить использование полного комплекса современного оборудования при диагностике, ремонте и техобслуживании автотранспортных средств.

1 Пассажирское АТП – технический проект

1.1 Анализ технических и экономических параметров проекта

В настоящее время большинство перевозок пассажиров в городах, небольших населенных пунктах, и в пригородных перевозках выполняется автобусами. В часы пик на маршрутах с большим пассажиропотоком эффективно используются автобусы большой вместимости, однако не в пиковое время использование таких автобусов малоэффективно из-за высокого расхода топлива, и высокой стоимости обслуживания таких автобусов.

По вместимости пассажиров автобусы делятся на 5 классов: особо малой (до 10 мест), малой (до 25), средней (40-50), большой (60-80), особо большой вместимости (100-120 мест).

На малозагруженных маршрутах (или в период малой загрузки) эффективнее использовать автобусы малого и среднего класса. Автобусы малого и среднего класса также хорошо используются для доставки на работу и с работы сотрудников небольших предприятий. Так же хорошей рыночной нишей для использования автобусов малого и среднего класса является организация пассажирских перевозок в пригородной зоне. Эти автобусы обеспечивают необходимый объем перевозок, имеют хорошую проходимость и маневренность. Таким образом использование автобусов малого и среднего класса для перевозки пассажиров может быть достаточно эффективным и приносить прибыль.

Задание на проектирование АТП не привязывает проект к конкретному местоположению. Рассмотрим возможные варианты применения проекта. АТП на 280 автобусов это достаточно большое предприятие, и в небольшом населенном пункте для такого количества будет не хватать загрузки. За исключением случаев в населенном пункте развита туристическая

инфраструктура, и требуется перевозка большого количества туристических групп.

В общем случае, без учета значительного туристического использования, пассажирское АТП такого размера может использоваться в крупных районных центрах, с населением более 200 тысяч человек. Или такое АТП может быть построено в крупном областном центре, в качестве второго или третьего пассажирского АТП. Таким образом определено условие территориального размещения проектируемого АТП.

Рассмотрим выбор марки автобусов для использования на проектируемом АТП. Использование импортных марок автобусов, например, Фиат или Форд, сейчас в период санкций можно вообще не рассматривать. При использовании автобусов китайского производства так же можно столкнуться с проблемами поставок запчастей как по качеству самих запчастей, так и по срокам поставок. Поэтому будем рассматривать автобусы российского производства. Наибольшим разнообразием выпускаемых автобусов обладают Горьковский и Павловский автозаводы. ГАЗ в основном выпускает автобусы малого класса, а у ПАЗа более широкий ряд выпускаемых автобусов, в том числе и попадающих под определение среднего класса, поэтому будем рассматривать использование на АТП автобусов производства Павловского автобусного завода. ПАЗ выпускает автобусы с 1952 года. Завод придерживается концепции удовлетворения широких слоев потребителей за счет создания у базовой модели большого количества модификаций, с различной вместимостью и различным числом посадочных мест. На рисунках 1 и 2 представлен внешний вид двух моделей автобусов ПАЗ, современного ПАЗ-320425 Vector Next 8.8, и более старой версии ПАЗ-320412. Автобусы имеют современный дизайн и имеют модификации с одной рабочей дверью для пассажиров и с двумя рабочими дверями. ПАЗ-320425 имеет вариант с низким полом на задней посадочной площадке, что очень удобно для перевозки людей с ограниченными возможностями.



Рисунок 1 -АвтобусПАЗ-320425 Vector Next 8.8



Рисунок 2 -Автобус ПАЗ-320412

У автобусов имеется дверь для посадки водителя на рабочее место. Рабочее место имеет хорошую обзорность и оборудовано современным удобным сидением и информационной панелью приборов. Варианты реализации рабочего места водителя в автобусах ПАЗ-320402(412) и ПАЗ-320425 Vector Next 8.8представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Организация рабочего места водителя автобусов ПАЗ-320402(412) и ПАЗ-320425 Vector Next 8.8

Полученные из открытых источников [2] основные технические характеристики автобусов ПАЗ-320425 и ПАЗ-320412 представлены в таблице 1. Автобусы имеют достаточно высокий уровень экологической безопасности и даже поставлялись, до начала спецоперации на Украине, в еврозону. В автобус ПАЗ-320425 устанавливается российский двигатель Ярославского моторного завода, поэтому из-за введения санкций против РФ не возникнет катастрофических проблем изготовлением двигателей для установки на новые автобусы и поставки запчастей для ремонта автобусов.

Таблица 1 -Технические характеристики автобусов

| Параметр транспортного средства | ПАЗ-320425 | ПАЗ-320412 |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| ДВС - дизель | ЯМЗ 53423 | CumminsISF 3.8s3168 |
| Мощность двигателя, кВт (л.с.) | 124,2(168,9) | 122 (166) |
| Экологическая безопасность двигателя | EURO – 5 | EURO – 4 |
| КПП | мех. Fast Gear/авт. Allison/ ГАЗ | ZF S5-42, мех., 5-ст. |
| Количество сидений | 19-24 | 21-30 |
| Вместимость полная | 56-61 | 52-60 |
| Полная масса автобуса, кг | 12500 | 11500 |
| Мин. радиус разворота, м | 7,5 | 7,4 |

Как уже упоминалось выше, ПАЗ выпускает много модификаций салона автобуса на одной несущей платформе. Некоторый, далеко не полный, набор модификаций салона автобуса представлен на рисунке 4. Имеются варианты для выполнения городских перевозок, в которых уменьшено количество сидячих мест, зато имеются большие свободные площадки около дверей, что облегчает перемещение пассажиров при входе/выходе из автобуса и сокращает время нахождения автобуса на остановке. Большие свободные площадки у дверей позволяют повысить пассажироместимость автобуса, правда за счет снижения комфортности поездки, но в условиях короткой внутри городской поездки комфортность не является критическим показателем.



Рисунок 4 -Автобус ПАЗ-320412, варианты планировки салона

Имеется также модификация для междугородних перевозок, в которой число посадочных мест максимизировано. Эта модификация так же удобна для организации корпоративных перевозок и выполнения заказов по перевозке туристических групп. Существует и промежуточная модификация для пригородных перевозок. Кроме этого выпускаются специализированные модификации салона, например для ритуальных услуг, грузопассажирские варианты.

Таким образом, проектируемое АТП может иметь набор различных модификаций автобусов на базе автобусов ПАЗ, и выполнять на рынке услуг различные виды пассажироперевозок, обеспечивая комфортность поездок при различных требованиях к перевозке. В таблице 2 приведены габаритные размеры автобусов различных модификаций.

Таблица 2 - Габаритные размеры выбранных автобусов

| Габаритный параметр | ПАЗ-320412 | ПАЗ-320425 Vector Next 8.8 | ПАЗ-320402 | Максимум |
|---------------------|------------|-------------------------------|------------|----------|
| ширина, мм | 2410 | 2445 | 2410 | 2445 |
| длина, мм | 8560 | 8800 | 7600 | 8800 |
| высота, мм | 2880 | 2915 | 2880 | 2915 |

Для выполнения технологического расчета АТП необходимо определиться с предельными габаритными размерами обслуживаемого

транспортного средства. Определенный максимальный габарит приведен в последней колонке таблицы 2.

1.2 Технологический расчет АТП

1.2.1 Исходные данные технологического расчета АТП

В работе производится технологическое проектирование пассажирского АТП на 280 автобусов малого и среднего класса. Исходные данные для проектирования приведены в таблице 3. В предыдущем разделе проведен обоснованный выбор марок автобусов построенных на одной базе - ПАЗ-320425 и ПАЗ-320412. Сформируем эквивалентный габарит автобуса по максимальным габаритам выбранных типов автобусов, что гарантирует размещение любого из типов автобусов в проектных зонах размещения.

Таблица 3 Исходные данные для технологического расчета

| Наименование данных | Обозначение | Значение |
|--|-------------|---------------------|
| Число обслуживаемых автобусов, шт. | A_u | 280 |
| Количество рабочих дней в году для автопредприятия | D_z | 365 |
| Количество рабочих дней в году для ТО и ТР | $D_{zто}$ | 256 |
| Категория эксплуатации | - | III |
| Пробег с начала эксплуатации, км | L | $(0,56-0,70)L_{сн}$ |
| Среднесуточный пробег, км | $l_{сс}$ | 150 |
| Нормативный пробег до ТО-1, км | $L_{1н}$ | 20000 |
| до ТО-2, км | $L_{2н}$ | 40000 |
| до КР, км | $L_{ТРн}$ | 360000 |
| Цикл мойки автобусов, дн. | D_M | 3 |
| Габаритные размеры авт. длина, мм | D_a | 8800 |
| для макс. габарита ширина, мм | $Ш_a$ | 2445 |
| высота, мм | B_a | 2915 |
| Площадь проекции автобуса, м ² | f | 21,52 |

Определим средний пробег автобуса между косметическими мойками:

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

$$L_M = 3 \cdot 150 = 450 \text{ км}$$

Согласно методики расчётов, «определим пробег до ТО-1 (L_1) и до ТО-2 (L_2), с учетом коэффициентов корректировки нормативных параметров, определенных для условий средней полосы РФ по данным из материалов [21].

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

где K_1 - коэффициент корректирования нормативов, в зависимости от условий эксплуатации, принимаем 0,8;

K_3 – коэффициент корректировки нормативов, в зависимости от природно-климатических условий, принимаем 1» [21, с. 10].

$$L_1 = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км}$$

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

$$L_2 = 40000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 32000 \text{ км}$$

Принимаем коэффициенты корректировки (K_1, K_2, K_3) например для условий г. Тольятти, вычислим пробег до КР:

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

$$L_{TP} = 360000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 288000 \text{ км}$$

Пробеги до ТО-1, ТО-2 и ТР сделаем кратными суточному пробегу. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Цикловые пробеги скорректированные

| Вид обслуживания | Базисный пробег, км | Коэффициент кратности | Скорректированный пробег, км |
|------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| ТО-1 | 150 | 106 | 15900 |
| ТО-2 | 15900 | 2 | 31800 |
| ТР | | 18 | 286200 |

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

Для дальнейших расчетов установим цикловой пробег равным скорректированному пробегу до капремонта:

$$L_{Ц} = L_{КР} = 286200 \text{ км}$$

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

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

$$N_{КР} = \frac{286200}{286200} = 1$$

Определяем число обслуживаний автобуса за цикл в ТО-1 (N_1) и ТО-2 (N_2):

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

$$N_2 = \frac{286200}{31800} - 1 = 8$$

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

$$N_1 = \frac{286200}{15900} - (8 + 1) = 9$$

Определим число обслуживаний автобуса в ЕО (N_{EO}) и в косметической мойке (N_M) за цикл:

$$N_{EO} = \frac{L_{Ц}}{L_{CC}} \quad (8)$$

$$N_{EO} = \frac{286200}{150} = 1908$$

$$N_M = \frac{L_{Ц}}{L_M} \quad (9)$$

$$N_M = \frac{286200}{450} = 636$$

Устанавливаем число дней нормативного простоя равным нулю:

$$D_{НПГ} = 0 \text{ дн.}$$

Определяем количество рабочих дней в году из выражения:

$$D_{ГЦ} = D_{Г} - D_{НПГ} \quad (10)$$

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

Определяем число дней эксплуатации автобуса за цикл:

$$D_{ГЭЦ} = \frac{L_{Ц}}{L_{СС}} \quad (11)$$

$$D_{ГЭЦ} = \frac{286200}{150} = 1908 \text{ дн.}$$

Нормативный простой автобуса в ТО и ТР устанавливаем согласно рекомендациям [21] $d_n=0,25$ дн. на 1000 км пробега при коэффициенте сменности $K_{см}=1,0$.

Согласно рекомендаций [21] нормативный простой автобуса в ТО и ТР можно определить по формуле:

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

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

Время нахождения автобуса во внешнем ремонтном спецпредприятии:

$$D_{ДОС} = 0 \text{ дн.}$$

Простой автомобиля в капитальном ремонте:

$$D_{КРН} = 0 \text{ дн.}$$

Простой автобуса в капитальном ремонте будет равен:

$$D_{КР} = D_{КРН} + D_{ДОС} \quad (13)$$

$$D_{KP} = 0 + 0 = 0 \text{ дн.}$$

Определим число дней планового простоя на ТО и ТР за цикл эксплуатации:

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

$$D_{PЦ} = \frac{0,35 \cdot 286200}{1000} + 0 \cdot 1 = 100 \text{ дн.}$$

Величина коэффициента технической готовности:

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

$$\alpha = \frac{1908}{1908 + 100} = 0,95 \text{ о.е.}$$

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

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

$$\eta = \frac{365 \cdot 0,95}{1908} = 0,182$$

Годовую программу и число обслуживаний можно определить по формулам:

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

$$\sum N = N_G \cdot A_{II} \quad (18)$$

Результаты вычислений по годовой производственной программе проектируемого предприятия (формулы 17 и 18). Результаты расчетов представлены в таблице 5.

Объем суточной программы технического обслуживания автобусов определяем используя формулу:

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

Таблица 5- Годовая и суточная производственная программа

| Вид воздействия | η | Аи, авт. | Число обслуживаний автомобиля | | Производственная программа | |
|-----------------|--------|----------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| | | | за цикл N, авт. | за год Nг, авт. | годовая ΣN , авт. | суточная Nс, авт. |
| ЕО | 0,182 | 280 | 1908 | 347 | 97160 | 266 |
| Мойка | | | 636 | 116 | 32480 | 89 |
| ТО-1 | | | 9 | 2 | 560 | 2 |
| ТО-2 | | | 8 | 2 | 280 | 2 |
| КР | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Годовую производственную программу обслуживания автобусов на постах Д-1 можно определить по формуле:

$$N_{д1г} = \sum N_{ТО1} + \sum N_{ТО2} + 0,1 \cdot \sum N_{ТО1} \quad (20)$$

$$N_{д1г} = 560 + 280 + 0,1 \cdot 560 = 896 \text{ авт.}$$

Годовая производственная программа обслуживания на постах Д-2:

$$N_{д2г} = \sum N_{ТО2} + 0,2 \cdot \sum N_{ТО2} \quad (21)$$

$$N_{д1г} = 280 + 0,2 \cdot 280 = 336 \text{ авт.}$$

Суточную производственную программу обслуживания автобусов на постах Д-1 и Д-2 определяем по формулам:

$$N_{д1с} = \frac{N_{д1г}}{D_g} \quad (22)$$

$$N_{д1с} = \frac{896}{256} = 4 \text{ авт.}$$

$$N_{д2с} = \frac{N_{д2г}}{D_g} \quad (23)$$

$$N_{д2с} = \frac{336}{256} = 2 \text{ авт.}$$

1.2.3 Определение годовых объемов работ

«Расчеты годовых объемов работ по ТО и ТР производятся на основании нормативов трудоемкостей ЕО, ТО и удельной трудоемкости ТР и коэффициентов корректирования.» [21, с.14]

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

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

Используемые в формулах 24 и 25 коэффициенты подробно описаны выше по тексту, и используются те же выбранные ранее величины.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6–Нормативная и скорректированная трудоемкости

| Техническое воздействие | Параметр | Нормативная трудоемкость, чел.·ч | Параметр | Расчетные данные | Труд-сть корр., чел.·ч |
|-------------------------|------------|----------------------------------|-----------|--|------------------------|
| ЕО | $t_{ЕОн}$ | 0,70 | $t_{ЕО}$ | $0,70 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,7$ | 0,47 |
| ТО-1 | $t_{ТО1н}$ | 5,5 | $t_{ТО1}$ | $5,5 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8$ | 4,18 |
| ТО-2 | $t_{ТО2н}$ | 18,0 | $t_{ТО2}$ | $18,0 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8$ | 13,68 |
| ТР | $t_{ТРн}$ | 5,3* | $t_{ТР}$ | $5,3 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 0,8$ | 4,51 |

* Измеряемая в чел.·ч/1000км нормативная трудоемкость для ТР.

Годовые объемы работ автопредприятия по основным видам воздействий можно определить по формулам:

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

$$T_{ТР} = \frac{L_{CC} \cdot D_{Г} \cdot \alpha \cdot A_{н}}{1000} \quad (27)$$

Результаты расчетов разместим в таблице 7.

Таблица 7 -Годовой объем работ

| Вид технического воздействия | Годовая произв. программа АТП ΣN, авт. | Скорректированная трудоемкость, чел.·ч | Годовой объем работ АТП, чел.·ч |
|-----------------------------------|--|--|---------------------------------|
| ТО-1 | 560 | 4,18 | 2340,8 |
| ТО-2 | 280 | 13,68 | 17918 |
| ЕО | 997160 | 0,47 | 3830 |
| ТР | 150·256·0,95·4,51·280/1000 | | 46067 |
| Суммарная трудоемкость ΣТ, чел.·ч | | | 97466 |

«Так как диагностирование (Д-1 и Д-2) выполняется на выделенных постах, необходимо скорректировать годовые объемы постовых работ ТО и ТР, а также определить трудоемкости обслуживания одного автомобиля при ТО-1, ТО-2» [21, с. 18].

Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8–Скорректированная трудоемкость работ

| Вид воздействия | Доля работ по диагностике | Тд, чел.·ч | Д-1, чел.·ч | Д-2, чел.·ч | Скорр.трудоёмкость работ, чел.·ч |
|-----------------|---------------------------|------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| ТР | 2% | 921,3 | 552,8 | 368,5 | 45145,6 |
| ТО-1 | 8% | 187,3 | 112,4 | 74,9 | 2153,5 |
| ТО-2 | 6% | 229,8 | 137,9 | 91,9 | 3600,6 |
| ИТОГО | - | 1338,4 | 803,1 | 535,4 | 50899,7 |

Определим трудоемкости диагностических работ и работ по ТО для одного автобуса:

$$t_{Д1} = \frac{T_{Д1Г}}{\sum N_{Д1Г}}, \quad (28)$$

$$t_{Д1} = \frac{803,1}{896} = 0,90 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{Д2} = \frac{T_{Д2Г}}{\sum N_{Д2Г}}, \quad (29)$$

$$t_{Д2} = \frac{535,4}{336} = 1,59 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{TO1} = \frac{T_{TO1Г}}{\sum N_{TO1Г}} \quad (30)$$

$$t_{TO1} = \frac{2153,5}{560} = 3,85 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

$$t_{TO2} = \frac{T_{TO2Г}}{\sum N_{TO2Г}} \quad (31)$$

$$t_{TO1} = \frac{3600,6}{280} = 12,86 \text{ чел.} \cdot \text{ч/авт.}$$

Рассчитаем трудоемкости по видам работ, проведя учет разделения места выполнения работ на постах и в отделениях. В Приложении А в таблице А.1 разместим все результаты расчетов трудоемкостей.

1.2.4 Расчет зоны косметической мойки

Выполним расчет по определению числа поточных линий для выполнения работ по косметической мойке. Суточную программу по углубленной мойке, используя данные таблицы 5, вычислим используя выражение:

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

$$N_{yc} = 1,6 \cdot (2 + 1) = 5 \text{ авт.}$$

Используя данные таблицы 5, суточная программа по косметической мойке определяется, используя следующее выражение:

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

$$N_{kc} = 89 - 5 = 84 \text{ авт.}$$

«Для специализированных постов такт поста, т.е. время обслуживания на данном посту:

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

где t_i – трудоемкость работ для одного автомобиля, чел.·ч;

P_i – число рабочих на одном посту;

t_i – время установки, снятия и перемещения между постами, мин» [21, с. 23-24].

«Ритм производства, т.е. время работы поста на одно обслуживание:

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

где $T_{об}$ – продолжительность работы поста, сутки;

N_c – суточная программа обслуживания на посту» [21, с. 24].

Необходимое количество линий обслуживания определяется выражением:

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

Результаты выполнения расчетов по формулам 34 – 36 сведем в таблицу 9.

Таблица 9 - Количество линий на косметической мойке

| Вид мойки | t_d , чел.·ч | $T_{об}$, час | P_l , чел. | t_n , мин. | τ , мин. | R, мин. | m_{EOpac} , линий | $m_{EOпр}$, линий |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|------------------------|-----------------------|
| Косметическая | 0,47 | 8 | 3 | 0,8 | 10,11 | 5,71 | 1,8 | 2 |

Две линии мойки справятся с выполнением суточной программы.

1.2.5 Расчет числа универсальных постов по ТО-1/2, Д-1/2 и МУ

«Метод универсальных постов предусматривает выполнение всех работ ТО или ТР в полном объеме на одном посту рабочими различных специальностей или рабочими универсалами. При этом ТО или ТР производится специализированными бригадами, звеньями или отдельными исполнителями, которые меняются местами, т. е. переходят со своим инструментом с поста на пост по определенной схеме.» [21, с. 21]

«Для специализированных постов такт поста, т.е. время обслуживания на данном посту:

$$\tau = \frac{t_i \cdot 60}{P_i} + t_i, \quad (37)$$

где t_i – трудоемкость работ для одного автомобиля, чел.·ч;

P_i – число рабочих на одном посту;

t_i – время установки, снятия и перемещения между постами, мин.» [21, с.23-24].

«Ритм производства, т.е. время работы поста на одно обслуживание:

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

где $T_{об}$ – продолжительность работы поста, сутки;

N_c – суточная программа обслуживания на посту» [21, с.24].

Объемы суточной программы для всех видов работ берем из таблицы 4.

Необходимое число постов обслуживания определяется выражением:

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

Используя выражения 37-39, проведем расчет числа постов для всех видов работ, а результаты расчетов разместим в таблице 10.

Таблица 10 – Количество универсальных постов

| Вид работ | t _д , чел.·ч | T _{об} , час | P _л , чел. | t _п , мин. | τ, мин. | R, мин. | X _{расч} , постов | X _{пр} , постов |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|---------|----------------------------|--------------------------|
| Д-1 | 0,90 | 8 | 1 | 1,5 | 55,3 | 120 | 0,5 | 1 |
| Д-2 | 1,59 | 8 | 1 | 1,5 | 97,1 | 240 | 0,4 | 1 |
| ТО-1 | 3,85 | 8 | 1 | 1 | 231,7 | 240 | 1,0 | 1 |
| ТО-2 | 12,86 | 8 | 1 | 1 | 772,6 | 480 | 1,6 | 2 |
| Углубленная мойка | 0,50 | 8 | 1 | 1,8 | 31,8 | 96 | 0,3 | 1 |

1.2.6 Расчет числа постов в зоне ТР

«При расчете числа постов зоны ТР следует учитывать два фактора:

большое число неисправностей, устранение которых требует не более одного исполнителя;

большие потери рабочего времени по организационным причинам (перемещение автомобилей с поста на пост, ожидание ремонтных агрегатов, узлов и деталей, хождение исполнителей по цехам, складам и т. д.).

Число постов ТР определяется выражением

$$x_{ТР} = \frac{T_{ТР} \cdot k_{ТР} \cdot \varphi}{D_r \cdot T_c \cdot P_n \cdot 0,93}, \quad (40)$$

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

$T_{ТР}$ - трудоемкость постовых работ ТР, берется из табл.А.1, чел.·ч;

P_n - среднее число рабочих на посту ТР, берем 1,2 чел.;

φ – коэффициент учета неравномерности поступления автомобилей на посты ТР, $\varphi = 1,5$;

D_r - количество рабочих дней в году зоны ТР;

T_c - время работы зоны ТР, берется равным выбранной продолжительности смены 8 ч.

D_r - количество дней работы зоны ТР за год» [21, с.26].

В результате вычислений с указанными данными получаем следующий результат:

$$x_{TP} = \frac{10620 \cdot 0,7 \cdot 1,35}{256 \cdot 8 \cdot 1,25 \cdot 0,93} = 3,3 \text{ поста}$$

Текущий ремонт будем выполнять на трех универсальных постах.

1.2.7 Расчет штатного и явочного числа рабочих АТП

«К производственным рабочим относятся рабочие, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР автотранспортных средств. Штатное число рабочих учитывает предоставление отпуска, командировки, невыход рабочих по болезни и другим причинам и определяется по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_{оп}}{\Phi_{шт}}, \quad (41)$$

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

$\Phi_{шт}$ – годовой фонд рабочего времени на операции, ч» [21, с. 19].

Данные по трудоемкости операций берем из таблицы 7.

«Технологически необходимое (явочное) число рабочих определяется следующим образом:» [21, с. 20]

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

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

Результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Штатное и явочное число рабочих

| Вид воздействия | $T_{оп}, \text{чел.} \cdot \text{ч}$ | $\Phi_{шт}, \text{ч}$ | $\eta_{шт}$ | $P_{шт}, \text{чел}$ | $P_{яв}, \text{чел}$ |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|----------------------|----------------------|
| Д-1 | 803.1 | 1840 | 0.93 | 1 | 1 |
| Д-2 | 535.4 | 1840 | 0.93 | 1 | 1 |
| ТО-1 | 2153.536 | 1840 | 0.93 | 1 | 1 |
| ТО-2 | 2935.0 | 1840 | 0.93 | 2 | 2 |
| Мойка | 45228 | 1840 | 0.93 | 24 | 22 |
| ТР | 10620.3 | 1840 | 0.93 | 6 | 5 |

1.2.8 Определение площади операционных зон

Расчетную площадь операционных зон можно определить по формуле:

$$F_{он} = x_{он} \cdot f \cdot k, \quad (43)$$

где $x_{он}$ – число операционных постов;

f – площадь проекции автомобиля, из таблицы 3, м^2 ;

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

Результаты расчетов представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Площадь операционных зон

| Операционная зона | $x_{оп}$ | $F_{оп}, \text{м}^2$ |
|-------------------|----------|----------------------|
| ЕО | 8 | 774,7 |
| ТО | 3 | 290,5 |
| Д | 2 | 193,7 |
| ТР | 3 | 290,5 |

1.2.9 Определение числа постов ожидания

«Посты подпора (ожидания) обеспечивают бесперебойное поступление автомобилей на ТО и ТР, могут служить для уточнения объема предстоящих работ. В холодное время посты подпора применяют для подготовки автомобилей ко всем видам технических воздействий. Их размещают в производственных помещениях, число определяется: для МК и МУ – 15–20% часовой производительности; для ТО-1 – 10–15% сменной программы; для

ТО-2 – 30–40% сменной программы; для ТР – 20–30% числа постов ТР» [21, с.23].

Результаты расчетов представлены в таблице 13.

Таблица 13 -Число постов ожидания

| Расположение поста | Число постов, х | Процентная доля | Количество постов ожидания, X _{ож} |
|--------------------|-----------------|-----------------|---|
| ТР | 3 | 25% | 1 |
| ТО-1 | 1 | 12% | 1 |
| ТО-2 | 2 | 35% | 1 |
| ИТОГО | | | 3 |

1.2.10 Расчет объема работ по самообслуживанию

«Работы по самообслуживанию включают ТО и ремонт технологического, энергетического и силового оборудования, инженерных коммуникаций (водопровода, канализации, системы вентиляции); текущий ремонт зданий; внутрипроизводственные, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы; перегон подвижного состава; изготовление и ремонт нестандартного оборудования, приспособлений и инструмента и др.

Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия определяется по формуле:» [21, с.17]

$$T_{САМ} = 0,25 \cdot \sum T \quad (44)$$

$$T_{САМ} = 0,25 \cdot 97466,1 = 24367 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

Проведем «распределение годовых объемов работ по ТО, ТР и самообслуживанию предприятия» [21, с.18]. «Все работы по самообслуживанию распределяются в процентном соотношении между отделом главного механика (ОГМ) и производственными цехами согласно» [21, с.18] рекомендациям из [21], которые сведем в столбцы таблицы. Результаты расчетов представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Распределение работ по самообслуживанию предприятия

| Работы, выполняемые в ОГМ | | | Работы, выполняемые в цехах | | |
|---------------------------|-----|-----------|-----------------------------|-----|-----------|
| Виды работ | % | T, чел.·ч | Виды работ | % | T, чел.·ч |
| Электротехнич, | 25% | 6091,6 | Медницкие | 1% | 243,7 |
| Строительные | 6% | 1462,0 | Жестяницкие | 4% | 974,7 |
| Сантехнические | 22% | 5360,6 | Сварочные | 4% | 974,7 |
| Слесарные | 16% | 3898,6 | Механические | 10% | 2436,7 |
| - | - | - | Столярные | 10% | 2436,7 |
| - | - | - | Кузнечные | 2% | 487,3 |
| ИТОГО в ОГМ | 69% | 16812,9 | ИТОГО в цехах | 31% | 7553,6 |

Применяя приведенную выше формулу 41, проведем расчет необходимого числа явочных рабочих. А используя выражение 42, определяем штатное число рабочих для ОГМ, Результат вычислений представим в виде таблицы 15.

Таблица 15 – Численность рабочих в ОГМ

| Вид работ | T _{ео} , чел.·ч | Ф _{шт} , ч | η _{шт} | P _{шт} , чел. | P _{яв} , чел. |
|-----------|--------------------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| ОГМ | 16812.9 | 1840 | 0.93 | 9 | 8 |

Проведем вычисление расчетной площади участков ОГМ:

$$F_{огм} = f_1 + f_2 \cdot (P_{яв} - 1), \quad (45)$$

где f_1 - площадь на первого рабочего в отделении, $f_1=15 \text{ м}^2$;

f_2 – удельная площадь на последующих после первого рабочих отделения, $f_2 =10 \text{ м}^2/\text{чел.}$;

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

$$F_{огм} = 15 + 10 \cdot (8 - 1) = 85 \text{ м}^2$$

1.2.11 Технологический расчет отделений

Зная рассчитанные годовые объемы работ по отделениям, приведенные в таблице А.1, и используя формулы 41 и 42, определим число рабочих, штатных и явочных, в отделениях АТП. Для расчёта площади отделений используем формулу 46, и результаты размещаем в таблице 16.

Таблица 16 - Площадь отделений расчетная

| Наименование отделения | T, чел. · ч | Ф _{шт.} , чел. · ч | η _{шт.} | P _{шт.} , чел. | P _{яв.} , чел. | f _{1,2} , м ² | f _{2,3} , м ³ | F, м ² |
|------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Моторное | 9451,3 | 1840 | 0,93 | 5,1 | 5 | 15 | 12 | 63,0 |
| Агрегатное | 7736,2 | 1840 | 0,93 | 4,2 | 4 | 15 | 12 | 51,0 |
| Электротехническое | 2740,4 | 1840 | 0,93 | 1,5 | 1 | 10 | 5 | 10,0 |
| Аккумуляторное | 1005,8 | 1820 | 0,92 | 0,6 | 1 | 15 | 10 | 15,0 |
| Топливное | 1711,0 | 1820 | 0,92 | 0,9 | 1 | 8 | 5 | 8,0 |
| Шинное | 1255,8 | 1820 | 0,92 | 0,7 | 1 | 15 | 10 | 15,0 |
| Кузовное | 7296,5 | 1840 | 0,93 | 4,0 | 4 | 30 | 15 | 164 |
| Слесарно-механическое | 4693,9 | 1840 | 0,93 | 2,6 | 2 | 12 | 10 | 22,0 |
| Малярное | 1354,4 | 1610 | 0,9 | 0,8 | 1 | 10 | 8 | 10,0 |

В таблице проведен учет того, что некоторые работы ОГМ выполняются в цехах, и поэтому на участках увеличена трудоемкость работ.

Согласно результатов из таблицы 15, расчетная площадь малярного отделения получилась равной 10 м², что очень мало. Проведем уточняющие расчеты числа постов в малярном отделении АТП по следующей формуле:

$$x_M = \frac{T_M \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_r \cdot T_c \cdot P_{п} \cdot 0,93} \quad (46)$$

где T_м - трудоемкость постовых работ в малярном отделении, чел. · ч;

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

k_{тр} = 0,7;

φ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей, φ = 1,3;

P_п - среднее число рабочих на посту, P_п = 1 чел.;

T_с - время работы постов малярного отделения, T_с = 8 ч;

D_г - количество рабочих дней в году для малярного отделения.

Подставив определенные выше данные в формулу, получим:

$$x_M = \frac{1354,4 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{256 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,93} = 0,6 \text{ поста}$$

Следовательно, в малярном отделении будет достаточно одного поста.

Используя формулу 43, проведем уточняющий расчет площади малярного отделения АТП. Подставив значения, получим:

$$F_M = 1 \cdot 21,52 \cdot 4,5 = 96,8 \text{ м}^2$$

1.2.12 Определение площади складских помещений

«Расчет площади складских помещений транспортного предприятия выполняется по следующей формуле:

$$F_{СК} = \frac{L_{СС} \cdot A_{И} \cdot D_{ГЦ} \cdot \alpha}{1000000} \cdot f_y \cdot K_{ПС} \cdot K_{СК} \cdot K_P, \quad (47)$$

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

f_y – уд. складская площадь на пробег в 1 млн. км, м^2 ;

K_P - коэффициент учета различности марок автомобилей;

$K_{СК}$ - коэффициент учета количества автомобилей» [21, с.36].

Таблица 17–Расчетная площадь складов

| Наименование склада | $f_y, \text{м}^2$ | $K_{ПС}$ | $K_{СК}$ | K_P | $F_{СК}, \text{м}^2$ |
|--------------------------------|-------------------|----------|----------|-------|----------------------|
| Склад масел | 4,3 | 0,3 | 0,9 | 1 | 16,9 |
| Склад материалов | 3,0 | | | | 11,8 |
| Склад запчастей | 3,0 | | | | 11,8 |
| Склад агрегатов | 6,0 | | | | 23,6 |
| Склад автошин | 3,2 | | | | 12,6 |
| Склад лакокрасочных материалов | 1,5 | | | | 5,9 |
| Склад химикатов | 0,23 | | | | 0,9 |
| Инструментальная кладовая | 0,15 | | | | 0,6 |

Результаты расчетов представлены в таблице 17. Площадь некоторых складов получилась слишком небольшой, поэтому объединим некоторые склады.

1.3 Объемно-планировочное решение производственного корпуса

Выше были проведены расчеты площадей производственных участков и складских помещений производственного корпуса пассажирского АТП. Общая сумма площадей составила 3086 м². Проведем планировку корпуса. Во-первых, надо определиться с этажностью проектируемого здания, именно это во многом определяет размеры здания в плане. Так как с одной стороны транспортные предприятия размещают на окраинах административных поселений, а иногда и за границей административного поселения, то стоимость земельных участков в этих местах не слишком высока, чтобы бороться за уменьшение площади застройки проектируемого АТП. С другой стороны, в случае двухэтажного корпуса возникнут проблемы транспортировки автомобилей, или узлов и агрегатов на второй этаж. Если исключать проблемы с транспортировкой объектов на второй этаж, то на втором этаже будут размещаться административно бытовые помещения, и только ради этого вряд ли стоит реализовывать проектирование двухэтажного корпуса (или частично двухэтажного). В связи с вышеизложенным, будем проектировать одноэтажный корпус.

«Здания производственных корпусов монтируются из железобетонных и стальных конструкций (колонн, ферм, балок и т. д.) на основе унифицированной сетки колонн.

Сетку колонн для одноэтажных зданий крупных предприятий принимают размером 12x12, 12x18, 12x24 м и т. д., для зданий небольших предприятий – 6x9, 6x12, 6x15 м» [21, с.41].

Для обеспечения удобства маневрирования ширину пролета для размещения постов ТО, диагностики и ремонта выберем равной 18 м. Так как

ремонтные отделения желательно располагать рядом с постами ремонта, для их размещения отведем второй пролет корпуса. Для обеспечения унификации ферм перекрытия второй пролет так же выполним шириной 18 м. Определим примерное число пролетов в длину корпуса:

$$N_x=3086/(2 \cdot 18 \cdot 6)=14,3$$

Выбирая с некоторым запасом, принимаем длину корпуса в 15 пролетов по 6 м. Таким образом размеры корпуса в осях составят 90х30 м, и общая площадь 3240 м². Принимаем сетку колонн 18х12 м. Так как число пролетов в длину здания нечетное, то один пролет в шаге колонн выполняем длиной 6 м (между 11 и 12 осями).

Длина линии косметической мойки хорошо вписывается в длину 36 м, что соответствует длине двух пролетов корпуса. Поэтому две линии косметической мойки размещаем в осях 1-3. Для линий обеспечивается два сквозных проезда. В начале линий отводится место под посты ожидания, одновременно несущие функции по прогреву кузова автобуса перед мойкой при низких уличных температурах. Линии мойки оборудуются мощной системой приточно-вытяжной вентиляции. По оси 3 проводятся гидроизолирующие мероприятия для уменьшения проникновения влаги в остальную часть корпуса.

Ширины пролета в 18 м вполне достаточно для однорядного размещения постов обслуживания, и организации проезда вдоль ряда этих постов. Размещаем в ряд, вдоль оси Ж, три поста текущего ремонта, два поста ТО-2, один пост ТО-1, и два поста диагностики (Д-1 и Д-2).

Так как в осях 1-3 расположены линии косметической мойки, то въезд автобусов на обслуживание оборудуем в пролете Ж4-Ж5. Въезд получается не очень удобным, но вполне реализуемым. Единственно очевидная проблема это для въезда на посты диагностики потребуются движение задним ходом. Общий принцип «сквозного проезда» остается реализованным. Около въезда имеется место для трех постов ожидания.

Над постами текущего ремонта и технического обслуживания в осях Г9-Ж16 размещаем кран-балку грузоподъемностью 3 тонны, ее использование повышает уровень механизации при снятии/установке и при перемещении тяжелых агрегатов.

Рядом с въездом на обслуживание размещаем пост углубленной мойки, с въездом/выездом с улицы. Это позволит проходить углубленную мойку перед обслуживанием без дальних переездов.

Во втором пролете шириной 18 м размещаются ремонтные отделения и другие вспомогательные помещения. Моторное и агрегатное отделения размещаем ближе к постам текущего ремонта для уменьшения расстояния перемещения тяжелых узлов и агрегатов. Остальные ремонтные отделения размещаем по соседству, заполняя свободное пространство корпуса. Малярное отделение со складом лакокрасочных материалов размещаем в осях А12-В14. Кузовное отделение расположено в осях А14-В16, и оборудовано кран-балкой грузоподъемностью 3 тонны. В кузовном отделении одновременно на ремонте могут располагаться сразу два автобуса.

Так как корпус довольно большой, 90 м длины, то в корпусе размещаем две группы (М/Ж) туалетов, это гарантирует, что расстояние до ближайшего туалета будет не более 50 м.

Для входа/выхода сотрудников имеются два выхода.

В итоге проведено проектирование производственного корпуса АТП на 280 автобусов, и построен план корпуса.

2 Рабочий проект зоны ЕО

2.1 Основные операции зоны ЕО

Проведем рассмотрение для чего предназначено «ежедневное обслуживание» и определим основные операции которые необходимо выполнять при ЕО.

«Главным назначением ежедневного технического обслуживания (ЕО) является общий контроль за состоянием автобуса, цель которого — обеспечение безопасности движения и поддержание хорошего внешнего вида. В перечень работ ЕО входят: проверка прибывших с линии и выпускаемых на линию автобусов, уборочные, моечные, смазочные, очистительные и заправочные работы» [17].

После возвращения с линии, проводится осмотр автобуса. Фиксируются время возвращения, остаток топлива, показания одометра. Выясняется наличие неисправностей и необходимость ремонта.

Перед отправкой в рейс, состояние автобуса проверяют механик и водитель. При этом проверяются:

- работа и запуск двигателя;
- эффективная работа тормозов, включая стояночный;
- работоспособность рулевого управления;
- работоспособность стеклоочистителя и омывателя;
- исправность систем индикации и освещения;
- давление в шинах и их состояние;
- проверяется отсутствие утечек масла, топлива и т.д.;
- проверяется работа звукового сигнала;
- проверяется наличие огнетушителя, знака аварийной остановки, аптечки, двух противооткатных упоров, буксировочного троса, мигающего красного фонаря.

Косметическая мойка автобуса проводится раз в три дня в зоне косметической мойки. В зоне МК расположены две параллельные поточные линии, способные за смену вымыть 89 автобусов. Уборка салона автобуса производится ежедневно. Так же, в зависимости от уровня эпидемиологической опасности, проводятся ежедневные дезинфекционные мероприятия в салонах автобусов.

Перед проведением ТО, или необходимости ремонта автобуса проводится углубленная мойка автобуса на посту углубленной мойки.

2.2 Персонал зоны ЕО и режим его работы

В разделе 1.2.6, на основании трудоемкости работ в зоне ЕО, определено число явочных и штатных рабочих зоны ЕО. В таблице 18 проведено распределение численности рабочих по видам работ зоны ЕО.

Таблица 18 - Численность рабочих на мойках

| Виды работ зоны ЕО | Процентная доля | Трудоемкость, час. | Явочное число рабочих |
|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| Углубленная мойка | 7 | 3165 | 2 |
| Мойка салона | 66 | 22850 | 15 |
| Мойка кузова | 27 | 12211 | 5 |
| ИТОГО | 100 | 45228 | 22 |

Согласно расчета, выполненного выше, принимаем явочное число рабочих в зоне ЕО 22 человека. Косметическая мойка и мойка салона выполняется в третью смену, а пост углубленной мойки работает в первую смену. Режим работы персонала зоны ЕО приведен в таблице 19.

Таблица 19 -Режим работы персонала зоны ЕО

| Виды работ зоны ЕО | Рабочая смена | Начало и окончание смены, час. | Время перерыва |
|--------------------|---------------|--------------------------------|----------------|
| Углубленная мойка | первая | 7.00-15.45 | 11.00-11.45 |
| Мойка салона | третья | 22.00-6.30 | 1.30-2.00 |
| Мойка кузова | | | |

2.3 Инструменты и оборудование в зоне ЕО

Подберем необходимый набор оборудования для выполнения планируемых техпроцессов в зонах МК и МУ, и заполним им таблицу 20.

Таблица 20–Перечень оборудования используемого в зоне ЕО

| Наименование оборудования | Марка оборудования | Площадь в плане, м ² | Кол-во | Итого площадь, м ² |
|--|-----------------------------|---------------------------------|--------|-------------------------------|
| Переносная моечная установка | ЦКБ 1112 | 0,5 | 3 | 1,5 |
| Профессиональный пылесос | ВИХРЬ СП-1500/20, 1500 Вт | 0,4 | 2 | 0,8 |
| Пылесос | Metabo ASA 25 L PC, 1250 Вт | 0,45 | 2 | 0,9 |
| Установка для мойки автобусов (диаметр сопла 2,2мм, 3,1мм, 3,2 мм) | 22.БР.ПЭА.454.00.000 | 2,9 | 16 | 46,4 |
| Бак для мусора | GRINDA 3840-24, 240 л | 0,7 | 2 | 1,4 |
| Комплект инструментов для уборки | б/н | 0,35 | 8 | 2,8 |
| Всего | - | - | - | 53,8 |

Таким образом занимаемая оборудованием площадь составляет (без учета набора материалов) 53,8 м².

2.4 Определение площади зоны ЕО

Оценочное определение площади зоны ЕО ранее проводилось в разделе 1. Расчётная площадь составила 743 м². Уточненный расчет проведем с учетом полученной в таблице 20 площади занимаемой оборудованием:

Для уточненного расчета площади моек воспользуемся формулой:

$$F_Y = (F_{об} + f \cdot N_n) \cdot k, \quad (48)$$

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

f – площадь проекции автомобиля, из таблицы 3, м²;

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

$N_{\text{п}}$ – число автобусов в зоне ЕО, включая позиции отстоя, $N_{\text{п}}=8$.

$$F_v = (53,8 + 20,63 \cdot 8) \cdot 4,5 = 985 \text{ м}^2$$

Планировка зон косметической и углублённой моек представлена на чертеже 22.БР.ПЭА.454.ПО. Согласно планировки площадь зон составляет 462 м^2 , что меньше расчетной величины. Это обусловлено тем, что в проекте предусматривается параллельное (одновременное) выполнение операций по уборке салона и мойке кузова.

На рисунке 5 представлена планировка и размещение оборудования участка косметической мойки. Участок содержит две параллельные линии мойки, оборудованные проездными моющими установками бесконтактного типа. Перед линиями имеются два поста отстоя, на которых в салон автобуса заходят мойщики салона, и выходят из салона после завершения мойки внешних поверхностей кузова автобуса.

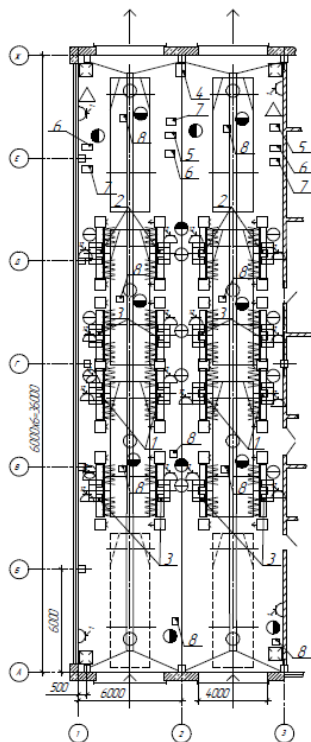


Рисунок 5-Планировка косметической мойки (в осях А1-Ж2)

Планировка участка углубленной мойки представлена на рисунке 6.

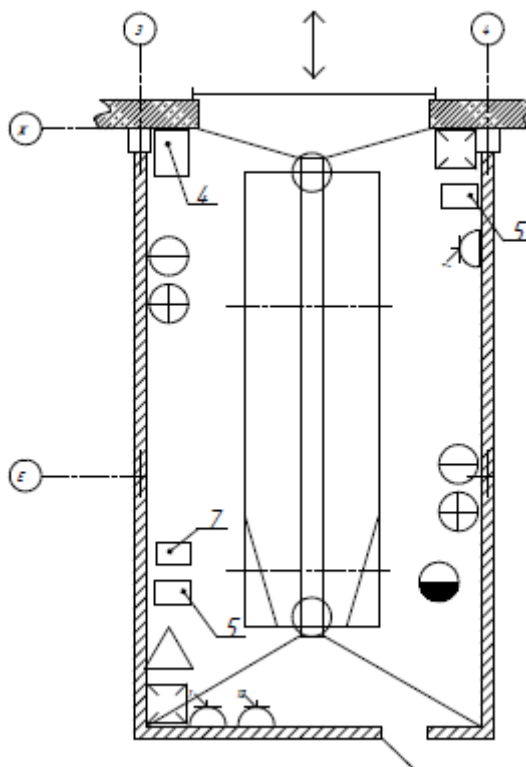


Рисунок 6 - Планировка зоны мойки углубленной (в осях ДЗ-Ж4)

2.5 Инженерные коммуникации зоны ЕО

Места моек являются помещениями с повышенной опасностью поражения электрическим током. Это объясняется повышенной влажностью, и попаданию воды на электроприборы. С целью повышения уровня электробезопасности используют питание пониженным напряжением 12В или 36В. Оборудуем помещения моек светодиодными светильниками, питающимися от напряжения 12В. Для оборудования большей мощности требуется напряжение 220В. Для его питания создается сеть 220В с изолированной нейтралью. При этом розетки для подключения оборудования к этой сети обязательно оборудуются надежным заземлением.

Сушку автомобилей после косметической мойки нет возможности проводить пассивным методом из-за ограничения по тактовому времени работы моечной линии. Поэтому удаление излишков влаги из зазоров

удаляют путем продувки сжатым воздухом. Подача сжатого воздуха производится из помещения компрессорной.

В помещениях мойки оборудуются мощные системы приточно-вытяжной вентиляции. Это позволяет снизить уровень влажности в зоне ЕО. Систему вентиляции оставляют включенной после окончания смены на некоторое время чтобы «просушить» помещение.

Для проведения мойки автобусов требуется большой объем воды. Непосредственное потребление воды из водопровода, приведет к высокой стоимости операции мойки, использовании воды из собственной скважины также оставляет проблему утилизации использованной воды. Поэтому необходимо использовать замкнутую систему водоснабжения. На рисунке 7 показан пример реализации замкнутой системы водоснабжения для мойки.

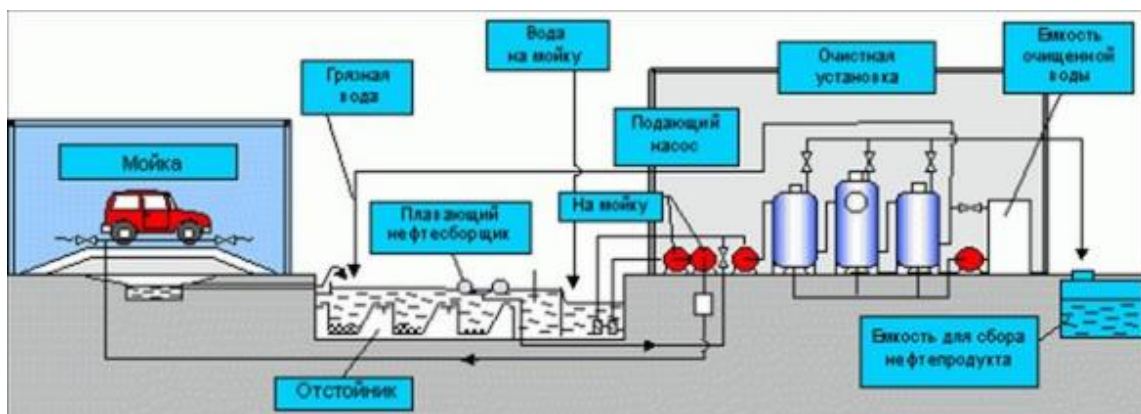


Рисунок 7 -Пример замкнутой системы водоснабжения мойки

В замкнутой системе водоснабжения вода со слива мойки подается в отстойник. В отстойнике вода проходит через ряд отстойных барьеров. При этом в осадок на дно выпадают крупные тяжелые частицы загрязнений (камешки, песок, комочки грязи). Плавающие на поверхности отстаиваемой воды загрязнения собираются нефтесборником. Насосом из нефтесборника собранная с поверхности вода подается на обработку в фильтр. В фильтре пеной абсорбируют остатки моющих средств и нефтепродукты. Загрязнения

отправляют в накопитель, из которого их отправляют на переработку. Очищенная вода снова подается на мойку.

Так как вместе с загрязнениями утилизируется и вода, то требуется и постоянная подпитка работающей мойки чистой водой из системы водоснабжения. Чистая вода используется для операции споласкивания, а вода для операций смачивания, удаления грязи и нанесения моющих средств используется вода из системы очистки. Таким образом, происходит экономия 80 – 90 % расходуемой мойкой воды из системы водоснабжения, и повышается уровень экологической безопасности производства.

2.6 Противоэпидемиологические мероприятия в АТП

В период продолжающейся, хоть и в менее опасной форме, эпидемии короновиральной инфекции, в пассажирском АТП должны проводиться противоэпидемиологические мероприятия. Основная цель этих мероприятий сократить риск заболевания сотрудников предприятия и уменьшить риски распространения короновиральной инфекции среди населения.

Наибольшему риску заражения короновиральной инфекцией из сотрудников АТП подвержены кондукторы и водители автобусов, так как они имеют большое число контактов с пассажирами. Для снижения риска заболевания эти сотрудники в обязательном порядке должны проходить вакцинацию. Кроме этого в период объявления «масочного карантина», эти сотрудники должны пользоваться респираторными масками, меняя их через 3 часа. Для снижения риска распространения заболевания кондукторы и водители должны снизить контакты с другими сотрудниками АТП.

Для уменьшения риска распространения короновиральной инфекции среди пассажиров автобусов, перед выходом в рейс водители и кондукторы измеряют температуру тела, и если температура превышает 37,2°С, то водители и кондукторы в рейс не допускаются.

Так же два раза в день проводится очистка и дезинфекция салона автобуса. При уборке салона автобуса нельзя использовать сжатый воздух или моющие растворы под давлением, также нельзя применять любые другие методы, которые могут вызвать разбрызгивание или распространение инфекционного материала в виде аэрозоля. Пылесосы можно использовать только после правильно произведенной дезинфекции.

При выполнении дезинфекционных работ необходимо использовать:

- одноразовые защитные костюмы;
- одноразовые перчатки;
- защитную маску, защитные очки или щиток для лица;
- обувь с закрытым носком или бахилы при повышенном риске разбрызгивания или при сильно загрязненных биологическими жидкостями поверхностях;
- мешки для отходов должны быть влагонепроницаемые.

3 Проектирование установки мойки автобусов

3.1 Техническое задание на разработку мойки автобусов

Согласно задания выпускной квалификационной работы, необходимо провести конструкторскую разработку установку для мойки автобусов марки ПАЗ. Придем перечень ограничений, которого необходимо придерживаться при проектировании установки.

Во-первых, проектирование надо проводить под условие единичного производства установки для мойки автобусов силами производственных мощностей проектируемого АТП, причем сначала это должна быть единичная установка для проведения испытаний и подбора режима работы установки. Это обусловлено тем, что проектирование изделия под серийное производство это более сложный процесс проектирования, который должен опираться на уже хорошо проработанные технические решения отдельных узлов изделия, и на конкретные условия производства, которые даже специально изменяются для организации серийного производства изделия. Задачу такого объема крайне затруднительно решить в рамках выпускной работы.

Во-вторых, в проекте надо широко применять существующие готовые и стандартные изделия, исключая сложные технологические операции на специальном дорогостоящем оборудовании. Также надо учитывать санкционное давление западных стран и не использовать комплектующие, которые могут попасть под действие санкций.

Определим технические ограничения связанные с условиями эксплуатации проектируемой установки для косметического мытья автобусов.

Установка должна эксплуатироваться только в условиях положительных температур в диапазоне +8 ... +50 °С. Температура воды или моющего раствора должна быть в диапазоне +5 ... +50 °С.

Назначение установки – выполнение операции бесконтактной мойки внешних поверхностей кузова автобуса. Для обеспечения высокого уровня автоматизации работ установка должна быть стационарная, проездного типа и выполнять бесконтактную мойку используя воду или мыльный раствор, подаваемые при высоком давлении.

Расчетная производительность мойки должна составлять не менее 12-ти автобусов в час. Высота автобуса не более 2915 мм.

В качестве моющей жидкости используется вода из системы водоочистки с компенсацией потерь воды из системы водоснабжения.

3.2 Техническое предложение на разработку установки

Основное назначение мойки это удаление различных видов загрязнений с наружных поверхностей кузова и шасси автобуса. Для эффективного удаления загрязнений необходимо использовать различные виды моющих растворов.

По принципу воздействия моющего раствора мойки бывают низкого (менее 10 Атм) и высокого (выше 10 Атм) давления моющего раствора. Также мойки можно подразделить по уровню механизации работ на механизированные, полумеханизированные и ручные. Выбор типа мойки влияет на производительность установки, стоимость ее приобретения или изготовления, и в дальнейшем расход воды и на стоимость выполнения операции. Для повышения автоматизации моечных работ будем проектировать механизированную (автоматическую) моечную установку проездного вида. Это хотя и приведет к большему расходу воды, но за счет автоматизации работы сократит число обслуживающего персонала притом же объеме обслуживаемых автобусов.

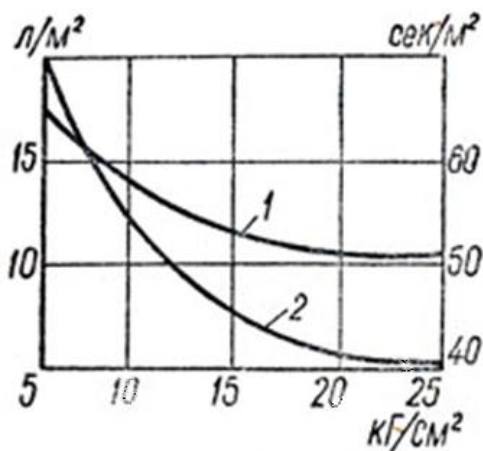
Моечные установки проездного вида выполняются щеточного, струйно-щеточного и струйного вида. Наибольшее распространение для мытья автобусов получили моечные установки щеточного вида. Установки

щеточного вида имеют хорошие показатели по качеству мойки и экономному расходу моющей воды. Однако щеточные мойки имеют два существенных недостатка. Во-первых, выступающие зеркала заднего вида мешают проходу щеток, и их перед мойкой надо снимать или складывать, что требует дополнительных трудозатрат. Во-вторых, мытье кузова щетками является контактным, и если на щетку прилипнет или «воткнется» твердый предмет, то он начнет портить покраску кузова в месте контакта.

Этих недостатков нет у бесконтактного струйного вида моечных установок. Основными факторами, уменьшающими долю струйных моющих установок, являются необходимость использования высокого давления воды, только в этом случае удастся достигнуть высокого качества мойки. НО как следствие использования высокого давления, требуются качественные уплотнители соединений, особенно подвижных соединений. И именно в герметизации подвижных соединений были большие проблемы. В настоящее время появился выбор из конструкций так называемых «торцовых» уплотнителей. Таким образом, использование этих уплотнителей позволяет реализовывать конструкции струйных моющих установок.

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» [14]. Эффективность работы моечной установки во многом зависит от правильного выбора характеристик и режима работы форсунок. В [14] приведена зависимость влияния давления воды на время мойки и расход воды, смотри рисунок 8. На графике видно, что для уменьшения расхода воды и сокращения времени мойки необходимо повышать рабочее давление воды. Это объясняется тем, что при большем

давлении струя воды из форсунки выходит с большей скоростью и несет в себе большой запас кинетической энергии.



1 - расход воды; 2 - время мойки;

Рисунок 8—Влияние давления воды на время мойки и расход воды

Если на загрязнения воздействовать моющим раствором с разных сторон, то эффективность воздействия естественно повысится. Поэтому установка должна иметь подвижные форсунки, это в сочетании с движением автобуса рядом с установкой обеспечит воздействие на загрязнения струй моющего раствора под различными углами.

На основании выше представленных рекомендаций, проведем конструирование моечной установки проездного типа, струйного воздействия под высоким давлением моющего раствора. При этом форсунки устанавливаются на подвижных (вращающихся) лопастях.

Для повышения эффективности выполнения операции косметической мойки, проведем ее разделение на отдельные функциональные операции, которые будут поочередно выполняться парами моющих установок, установленных по бортам медленно проезжающего между ними автобуса. Перечень операций приведен в таблице 21, и указана примерная доля расхода моющего раствора на каждой операции.

Таблица 21 – Разделение операций на косметической мойке

| Наименование операции | Выполняемые действия | Долевой расход воды ($q_{оп}$), о.е. |
|---|---|--|
| Смачивание поверхности | Внешняя поверхность кузова омывается струями воды добиваясь смывания крупных фрагментов загрязнений (комков грязи, прилипших листьев и т.п.), и смачивает и размягчает основной слой грязевых отложений | 0,12 |
| Удаление грязисповерхностей | Напором струи воды под высоким давлением добиваются смывания размягченного слоя грязи, используя воздействие струй с разных сторон под различными углами | 0,41 |
| Нанесение моющего раствора на поверхности | Моющий водный раствор струями воды наносится на отмываемые поверхности, для размягчения стойких фрагментов грязи и масляных пятен | 0,12 |
| Споласкивание поверхностей | Свежей водой проводится смывание моющего раствора и одновременное ополаскивание. | 0,35 |

3.3 Определение конструкции уплотнителя

Конструкция уплотнителя является самым ответственным узлом в конструкции моечной установки. Только использование торцевого уплотнителя позволит создать конструкцию, которая не будет требовать постоянного обслуживания уплотнителя для устранения утечек воды.

Компания «Молтехснаб комплект», расположенная в г. Верхняя Пышма Екатеринбургской обл., выпускает разнообразные торцевые уплотнители, которые используются для различных видов оборудования (насосов, компрессоров, смесительных установок, реакторов, вентиляторов).

Основными параметрами при выборе марки уплотнителя являются рабочее давление (в нашем случае не менее 1,8 МПа), диаметр выла (из условий достаточной прочности подшипников принимаем 55 мм), диапазон рабочих температур (принимаем +5°C... +50°C).

Из каталога производителя, с использованием приведенных ограничений, выбираем торцевой уплотнитель марки Burgmann HJ92N/55, внешний вид которого представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 - Внешний вид торцевого уплотнителя Burgmann HJ92N/55

Выбранный торцевой уплотнитель Burgmann HJ92N/55 имеет следующие характеристики:

- Диаметр вала - 55 мм;
- Температура - от -20°C до $+220^{\circ}\text{C}$
- Давление - 2.5 МПа;
- Масса - 0.5 кг;
- Максимальная линейная скорость - 15 м/с.

Торцевые уплотнители имеют низкое трение, и поэтому в конструкции моечной установки для обеспечения вращения можно ограничиться реактивными силами выходящей из сопел воды, не прибегая к использованию электродвигателя.

3.4 Расчет основных параметров и характеристик установки

Для проведения конструкционных построений необходимо провести гидравлические расчеты установки, в результате которых будут определены основные размеры установки. Расчет начнем с определения необходимого объема воды для операции косметической мойки одного автобуса. Этот параметр определим из зависимости, представленной на рисунке 8.

Задавшись предварительной величиной давления воды в 1,8 МПа, что составляет примерно 18 атм. При выполнении мойки с таким давлением расход воды составит 11 л/м². Расчет будет выполняться для автобуса с максимальными габаритными размерами, которые приведены в таблицах 2 и 3. Общая внешняя площадь поверхности кузова составляет 87,1 м², из которых боковая 51,3 м², нос/корма 14,3 м² и крыша 21,5 м². Следовательно, рекомендованный расход воды составит 87,1*11=958 л. При включении/выключении моющих установок некоторый объем воды будет использоваться менее эффективно, учитывая эти потери, принимаем расход воды на косметическую мойку одного автобуса Q_Σ 1050 л (1,05 м³). В дальнейших расчетах используем именно эту величину.

Определим расход воды через одно сопло установки. Для этого необходимо расход воды на эту операцию, получаемый как произведение общего расхода на мойку на долю расхода воды на эту операцию q_{оп}, разделить на число сопел N_c на этой операции, и на время работы t на этой операции, смотри формулу 49.

$$Q_c = \frac{Q_{\Sigma} \cdot q_{оп}}{N_c \cdot t}, \quad (49)$$

Установка на операции включается, когда автобус подходит на постоянной скорости V_a к установке, а выключается когда задняя часть автобуса пройдет полностью установку. Следовательно, установка работает, как минимум, пока автобус проходит длину установки L_y (принимаем предварительно 2,8 м) и длину автобуса L_a. Исходя из этого, время работы установки определяется по формуле:

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a}, \quad (50)$$

$$t = \frac{L_a + L_y}{V_a} = \frac{8,8 + 2,8}{0,333} = 34,8 \text{ с}$$

Скорость воды на выходе из сопла определяется делением расхода воды через сопло на площадь сечения сопла (принимается что сопло имеет цилиндрическую форму диаметром d_c):

$$V_c = \frac{Q_c \cdot 4}{\pi \cdot d_c^2}, \quad (51)$$

Величину напора воды, для расчетной работы сопла, определим с учетом коэффициента местного гидравлического сопротивления по формуле:

$$H = \frac{(1+z) \cdot V_c^2}{2 \cdot g}, \quad (52)$$

где z – коэффициент местного гидравлического сопротивления, для цилиндрического отверстия $z=0,5$;

g – ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м/с}^2$.

Определим величину необходимого давления для создания заданного напора по формуле:

$$P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (53)$$

где ρ – плотность воды, при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 998 кг/м^3 .

Диаметры сопел выбираем с учетом возможности их изготовления без применения специальных инструментов. Поэтому диаметры сверл выбираем согласно рекомендациям ГОСТ 10902-72 [8]. Проведем расчеты по имеющимся данным, используя для вычислений формулы 49, 51-53. Результаты расчетов представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Гидравлический расчет работы форсунок

| Вид операции мойки | Уд. расход, % | Число форсунок | Диаметр сопла, мм | Расход воды, л/с | Скорость струи, м/с | Рабочее давление, МПа |
|-------------------------------|---------------|----------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| Смачивание поверхности | 13 | 40 | 2,2 | 0,193 | 50,8 | 1,93 |
| Удаление грязи с поверхностей | 41 | 56 | 3,3 | 0,439 | 51,3 | 1,97 |
| Нанесение моющего раствора | 12 | 40 | 2,2 | 0,175 | 46,1 | 1,60 |
| Споласкивание | 34 | 56 | 3,1 | 0,376 | 49,8 | 1,86 |
| Итого | - | 192 | - | - | - | - |

Анализ полученных результатов показывает, что выбранное количество форсунок и диаметры сопел этих форсунок выбраны правильно. Рабочее давление на форсунках в диапазоне 1,6-1,97МПа (что близко к первоначально определенному в 1,8 МПа) обеспечивает необходимый для качественного выполнения операции мойки расход воды.

Реактивную силу, действующую на каждое сопло в направлении противоположном направлению струи моющего раствора можно определить по следующей формуле:

$$F = \rho \cdot v^2 \cdot S = 2 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot S \quad (54)$$

На чертежах 22.РБ.ПЭА.454.00.001-003 представлены три варианта форсунок, отличающихся диаметром сопла. Направление сопла выполнено под углом 20° (α) от оси форсунки. Крепление форсунки на лопасти позволяет проворачивать форсунку вокруг оси. Таким образом, форсунки на лопастях можно установить так, что струи, создавая реактивную силу, будут раскручивать лопасти вокруг вала. Конечно большая часть реактивной силы будет изгибать лопасть, а раскручивать будет только проекция силы направленная перпендикулярно лопасти создавая вращающий момент вокруг вала. Определим максимально возможную проекцию реактивной силы, создающую момент вращения:

$$F_x = F \cdot \sin(\alpha), \quad (55)$$

Определим максимально возможный момент, который можно получить на одной установке, как сумму моментов сил от всех форсунок:

$$M_{\max} = \sum_{i=1}^{N_c} (F_i \cdot l_i), \quad (56)$$

где l_i – плечо реактивной силы для каждой форсунки.

Для выбора подшипников необходимо знать величину осевой нагрузки, которую определим как разность силы давления раствора на площадь сечения вала ($d_B=0,06$ м) на который установлен торцевой уплотнитель и проекции реактивной силы действующей в направлении оси вала:

$$F_o = \frac{P \cdot \pi \cdot d_B^2}{4} - \frac{F \cdot N_c \cdot \cos(\alpha)}{2}, \quad (57)$$

Силу трения в шарикоподшипнике определяем через коэффициент трения (k_{TP}), который для шарикоподшипников лежит в диапазоне 0,0015-0,006. Принимаем $k_{TP}=0,006$ и определяем силу трения в подшипнике:

$$F_{TP} = k_{TP} \cdot F_o, \quad (58)$$

Для определения момента трения силу трения умножаем на плечо, в нашем случае это радиус размещения шариков подшипника (R_{II}), принимаем равным 0,0405 м.

$$M_{TP} = F_{TP} \cdot R_{II}, \quad (59)$$

Из равенства максимально возможного крутящего момента от реактивных сил сумме моментов сил трения в подшипниках и уплотнителе, и силе аэродинамического сопротивления можно получить выражение для вычисления максимально возможной круговой частоты вращения лопастей установки:

$$\omega = \sqrt{\frac{M_{\max} - (k + 1) \cdot M_{mp}}{k_a \cdot R^3 \cdot S}}, \quad (60)$$

где k – коэффициент кратности величины потерь на трение в торцевом уплотнителе по отношению к потерям на трение в подшипниках, принимаем равным 4;

k_a – коэффициент аэродинамического сопротивления вращению лопастей вокруг вала, устанавливаем из подобия конструкций равным 0,45;

R – радиус приложения силы аэродинамического сопротивления на лопасти для определения момента сопротивления, конструктивно принимаем равным 1 м;

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

Максимально возможная частота вращения лопастей установок может определяться по формуле:

$$n = \omega / (2 \cdot \pi) \quad (61)$$

Из каталога производителя торцевых уплотнителей компании «МолТехСнаб комплект» определяем размеры торцевого уплотнителя марки Burgmann HJ92N/55, радиусы рабочей плоскости уплотнителя $R1=55\text{мм}$ $R2=71\text{мм}$. В стандарте [19] приведено выражение для определения утечки воды через уплотнитель:

$$G = \frac{4 \cdot \pi \cdot h^8 \cdot (P_1 - P_0)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)} + \frac{4 \cdot \pi \cdot h^3 \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{3 \cdot \mu \cdot \ln(R_2/R_1)}, \quad (62)$$

где μ – динамическая вязкость моющего раствора, для 15 °С $\mu=1,138 \cdot 10^{-3}$ Па·с;

h – величина возможного зазора торцевого уплотнителя, принимаем равным $h=10^{-5}$ м.

Проведем расчеты по выражениям 55-62, расчетов представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Гидродинамические параметры установок на различных операциях мойки автобуса

| Вид операции мойки | Усилие от сопла, Н | Макс. рад. усилие от 1 сопла, Н | Макс. рад. усилие, Н | Макс. момент, Н·м | Расч. момент трения, Н·м | Макс. частота, об./мин. | Макс. утечка, см ³ /мин. |
|----------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Смачивание поверхности | 9,8 | 3,3 | 5364 | 28 | 1,70 | 159 | 0,28 |
| Удаление грязи | 22,5 | 7,7 | 5258 | 97 | 1,68 | 334 | 1,25 |
| Нанесение моющего раствора | 8,1 | 2,8 | 4433 | 24 | 1,48 | 143 | 0,22 |
| Споласкивание | 18,7 | 6,4 | 4996 | 81 | 1,61 | 303 | 1,02 |
| Всего | | | | | | | 2,79 |

Выполненные расчеты показали достаточно большую максимальную скорость вращения установок. Добиться необходимой скорости довольно легко в реализованной конструкции мойки, для этого достаточно изменить ориентирование сопел некоторых форсунок с направления вращения установок.

Согласно проведенным расчетам утечки моющего раствора на всех установках составляют 2,79 см³/мин., для каких-то других изделий это достаточно большая величина, но для мойки это ничтожная величина, и нет смысла принимать какие-то конструктивные действия для ее уменьшения.

Единственно надо сделать отверстия в корпусе для стекания этих утечек, что бы исключить их попадание в подшипниковые узлы.

3.5 Управление включением и выключением установок

Во время мойки автобусы на минимальной скорости проезжают между моющими установками. Для автоматизации процесса необходимо чтобы установки автоматически включались и выключались при прохождении автобуса. Для этого на въезде и выезде разместим лазерные датчики, которые срабатывают при пересечении кузовом автобуса лазерного луча. Установка должна включаться, когда автобус подходит к установке, и выключаться когда автобус полностью проехал установку. Таким образом, алгоритм включения установки достаточно прост, установка включена, если включен (луч разорван кузовом автобуса) хотя бы один из датчиков установки.

Для исключения ложного срабатывания установки в случае случайного попадания на луч датчика оператора, или случайного человека, луч датчика должен располагаться на высоте 2,1 м.

Для всей линии мойки из четырех пар установок должны быть два пульта управления, в начале и конце линии. На пульте должны быть кнопки включения и выключения линии.

Каждая установка должна быть оснащена кнопкой аварийной остановки, и отключать сразу пару установок. Кнопка должна быть красного цвета, обозначена надписью «СТОП», и быть доступной для оператора.

3.6 Результаты проектирования установки

Спроектирована проходная установка для мойки автобусов. Разработан сборочный чертеж установки. Спецификация установки приведена в Приложении Б на рисунках Б.1-Б.2.

Пары таких установок, оборудованные различными форсунками, могут использоваться в поточной линии для последовательного выполнения операций смачивания, удаления грязи, нанесения моющего раствора и споласкивания. Моющий раствор подается к установкам под высоким давлением. Установки оснащаются системой автоматического включения и выключения при прохождении автобуса мимо установок. Скорость вращения лопастей регулируется изменением направления струй из сопел.

Одна установка в сборе имеет габариты 2920 x 850 x 2960 мм (ДхШхВ). Масса одной установки порядка 110 кг в сухом состоянии.

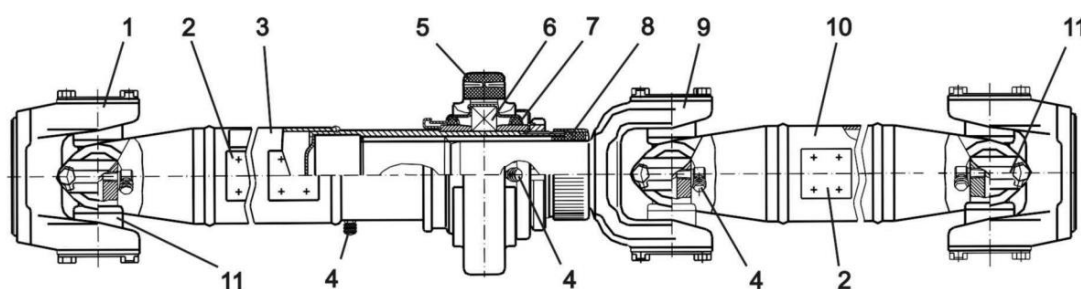
Моющая установка монтируется на бетонированный пол, с обязательным водостоком. Крепление к полу осуществляется четырьмя анкерными болтами.

С точки зрения электробезопасности установка является абсолютно безопасной, в ней не используется высоковольтное оборудование, а управляющий клапан и система управления питаются от напряжения 12 В. Это является большим преимуществом для оборудования, работающего в условиях высокой влажности. В установке применяется высокое давление жидкости (до 2 МПа), но это не представляет большой опасности, так как жидкость, в отличие от газа, малосжимаема, и поэтому не является накопителем потенциальной энергии. Опасность представляют явления гидроударов, но во-первых, длина труб от насоса до установки невелика, а во-вторых, шаровые краны НР12D-Н1 с электроприводом не слишком быстродействующие и перекрывают поток не настолько быстро, что бы возникло явление гидроудара.

4 Технологический процесс обслуживания и замены карданного вала автобуса ПАЗ-320402(412)

4.1 Устройство карданной передачи автобуса

Карданная передача предназначена для передачи вращающего момента от вторичного вала коробки перемены передач к дифференциалу заднего моста, и обеспечивает компенсацию их линейных и угловых перемещений.

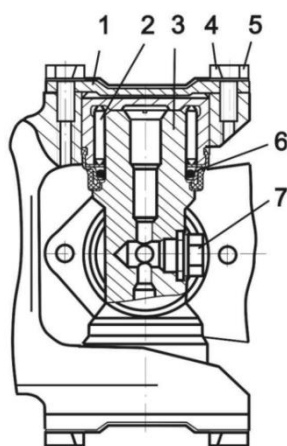


1– фланец карданного вала; 2–балансирующая пластина;
3–промежуточный карданный вал; 4- масленка; 5– подушка опоры промежуточного вала;
6– подшипник; 7- уплотнительное кольцо; 8- уплотнение шлицевой вилки;
9- вилка кардана шлицевая; 10- вал карданный; 11- крестовина карданного вала

Рисунок 10 – Карданные валы автобуса ПАЗ-320412

В инструкции по эксплуатации автобуса [1], конструкция карданной передачи описана следующим образом:

«Карданная передача автобуса состоит из двух валов (смотри рисунок 10), промежуточной опоры и трех карданных шарниров. Опора промежуточного карданного вала состоит из шарикового подшипника, установленного в резиновую подушку. В задней крышке опоры сбоку имеется масленка для смазки подшипника. Устройство подшипников крестовин карданных шарниров показано на рисунке 11 » [1, с.27].



1- подшипниковая крышка; 2- подшипник; 3- крестовина кардана; 4- стопорная пластина;
5-болт; 6- уплотнительное кольцо; 7- масленка или пробка

Рисунок 11 – Крестовина кардана автобуса ПАЗ-320412

4.2 Процедуры обслуживания карданной передачи автобуса

В процессе эксплуатации автобусов для обеспечения надежной работы карданной передачи необходимо проводить ее обслуживание не реже 60 тыс. км пробега. В инструкции по эксплуатации автобуса [1], процесс обслуживания определен следующим образом:

«При обслуживании карданной передачи смазываются подшипники крестовин и опоры, заменяется смазка в шлицевом соединении, проверяется крепление фланцев и опоры. В зависимости от конструкции карданной передачи смазка шарниров крестовин может производиться через пресс-масленки, либо путем замены смазки после разборки шарнира. Угловая масленка вворачивается в центральную часть крестовины. Шарниры имеют проточную систему смазки (бесклапанную). При очередном обслуживании излишки смазки с продуктами износа выдавливаются через уплотнение подшипников.

Если автобус имеет карданную передачу без прессмасленок крестовин, то смазка заменяется. Для замены смазки в шарнирах необходимо их разобрать, удалить старую смазку и промыть детали. Затем нужно заложить в

каждый подшипник по 5 г смазки № 158 ((1/3...1/2) объема подшипника) и собрать шарниры. Замену смазки в шарнирах необходимо производить через 60000 км пробега, но не реже одного раза в пять лет.

Смазка подшипника опоры промежуточного вала производится через пресс-масленку до появления свежей смазки через контрольное отверстие в задней крышке подшипника.

Замену смазки в шлицевом соединении необходимо производить во время замены смазки в карданных шарнирах. Для замены смазки нужно разобрать шлицевое соединение, промыть в керосине шлицы вилки и шлицевой втулки, затем равномерно смазать шлицы вилки 100 г смазки» [1, с.27].

4.3 Проверка карданных валов автобусов

При прохождении ТО и текущем ремонте, связанном со снятием карданной передачи необходимо проводить проверку карданных валов. В инструкции по эксплуатации автобуса [1], процесс проверки определен следующим образом:

«Проверка карданных валов в эксплуатации проводится на биение валов и угловой люфт карданных шарниров. Для промежуточного карданного вала биение по длине трубы не должно превышать 1 мм, а для заднего карданного вала 1,2 мм. Угловой люфт карданного шарнира образуется в результате износа деталей шарнира и износа шлицевого соединения. Допустимый люфт не более 0,25 мм на радиусе 35 мм для промежуточного вала и не более 0,25 мм на том же радиусе для заднего вала при крутящем моменте 7 Н·м (0,7 кгс·м). Допустимый люфт шлицевого соединения - не более 0,25 мм на радиусе 49 мм. Контрольная проверка производится перед балансировкой. Для предупреждения нарушения балансировки при разборке валов все детали следует маркировать, чтобы во время сборки их установить на прежние места и в прежнем положении.

Следует также обратить внимание, чтобы стрелки, указывающие на взаимное расположение валов по шлицевому соединению, лежали в одной плоскости. При замене вилок, фланцев или деталей карданного шарнира необходимо производить динамическую балансировку промежуточного и заднего карданных валов в комплекте. Динамический дисбаланс карданной передачи должен быть не более 0,5 Н·м (0,05 кг·см). Дисбаланс устраняется приваркой балансировочных пластин к трубе со стороны переднего, среднего и заднего шарниров. Балансировка проводится при частоте вращения вала (2000...2200) мин⁻¹. Промежуточный и задний карданные валы не балансируются отдельно, поэтому менять карданную передачу можно только в сборе» [1, с.27].

4.4 Возможные неисправности карданной передачи

В процессе эксплуатации автобусов могут возникать неисправности в карданной передаче. По статистике наблюдения отказов, собранной заводом изготовителем автобусов, может возникать ряд неисправностей. Перечень неисправностей и методы их устранения приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Перечень возможных неисправностей карданной передачи и методы их устранения

| Причина неисправности | Метод устранения |
|--|--|
| Стук в карданных валах при резком изменении частоты вращения | |
| Износ игольчатых подшипников или шлицевого соединения. Ослабление крепления карданных валов | Проверить карданные валы вращением от руки. При обнаружении люфта заменить изношенные детали. Подтянуть болты крепления карданных валов. |
| Вибрация карданных валов | |
| Изгиб труб, неправильно собрано шлицевое соединение (не совмещены риски на деталях), ослабление крышек подшипников | Проверить правильность сборки и крепления карданных валов, поврежденные детали заменить. |
| Течь смазки из шарниров и шлицевого соединения | |
| Износ или повреждение сальников | Сальники заменить |
| Повышенный шум в промежуточной опоре | |
| Разрушение сепаратора подшипника опоры | Заменить подшипник промежуточной опоры |

Практически для устранения любой из перечисленных неисправностей требуется снять карданную передачу с автобуса, а затем, после ремонта или замены, установить на прежнее место. Поэтому разработка технологической карты снятия и установки карданной передачи на автобус является достаточно актуальной задачей.

4.5 Разработка технологической карты для операции снятия и установки карданной передачи

При выполнении операции снятия и установки карданной передачи надо соблюдать правила техники безопасности. Во-первых, надо исключить возможность движения автобуса во время выполнения операций, так как движение автобуса приведет к вращению карданной передачи, и может привести к травме рабочего. Для исключения движения автобуса под два колеса подкладываются противооткатные упоры с обеих сторон каждого колеса. Во-вторых, во время снятия и установки карданного вала недопустим запуск и работа двигателя, так как это может приводить к небольшим угловым перемещениям вторичного вала КПП. Для исключения запуска двигателя вывешивается предупреждающий плакат «Двигатель не пускать! Работают люди».

В таблице 25 приведена технологическая карта операции снятия и установки карданной передачи автобуса.

Трудоемкость выполнения операции снятия карданной передачи автобуса, и доставки ее в ремонтное отделение составила 23 минуты.

Трудоемкость выполнения операции установки карданной передачи автобуса, с учетом доставки ее из ремонтного отделения или со склада составила 37,5 минуты.

Таблица 25 - Технологическая карта операции снятия и установки карданной передачи автобуса

| № п/п | Наименование операции, перехода | Место операции | Испол. | Необх. обор-ние | Труд-ть, мин. | Примечание |
|-------|--|----------------|------------------|------------------------|---------------|--|
| 1 | Снятие карданной передачи, общая трудоемкость 23 мин. | | | | | |
| 1.1 | Проверить постановку транспортного средства на канаве, установить плакат | Пост ТР | Слесарь 2 р. | Противо откатные упоры | 1,5 | Плакат «Двигатель не пускать! Работают люди» |
| 1.2 | Включить КПП на нейтральную передачу | Пост ТР | то же | - | 1,0 | - |
| 1.3 | Пометить мелом детали шлицевого соединения | Пост ТР | то же | - | 1,5 | Мел |
| 1.4 | Открутить 4 болта крепления фланца промежуточного карданного вала | Пост ТР | то же | Два ключа на 22 | 6,0 | - |
| 1.5 | Открутить 4 болта крепления фланца карданного вала | Пост ТР | то же | Два ключа на 22 | 6,0 | - |
| 1.6 | Придерживая карданную передачу открутить 2 гайки крепления промежуточной опоры. Снять карданную передачу | Пост ТР | Два слесаря 2 р. | Ключ на 22 | 4,0 | - |
| 1.7 | Доставить карданную передачу в ремонтное отделение | Произв. корпус | Слесарь 2 р. | Тележка | 3,0 | - |
| 2 | Установка карданной передачи, общая трудоемкость 37,5 мин. | | | | | |
| 2.1 | Получить карданную передачу в ремонтном отделении или на складе, и доставить на пост ТР | Произв. корпус | Слесарь 2 р. | Тележка | 7,0 | - |
| 2.2 | Проверить постановку транспортного средства на канаве, установить плакат | Пост ТР | Слесарь 2 р. | Противо откатные упоры | 1,5 | Плакат «Двигатель не пускать! Работают люди» |
| 2.3 | Включить КПП на нейтральную передачу | Пост ТР | то же | - | 1,0 | - |
| 2.4 | Проверить правильность сборки деталей шлицевого соединения по совпадению меток | Пост ТР | то же | - | 2,0 | - |
| 2.5 | Придерживая карданную передачу прикрутить 2 гайки крепления промежуточной опоры. | Пост ТР | Два слесаря 2 р. | Ключ на 22 | 6,0 | - |
| 2.6 | Прикрутить 4 болта крепления фланца карданного вала к дифференциалу заднего моста | Пост ТР | Слесарь 2 р. | Два ключа на 22 | 8,0 | Момент затяжки 78-98 Н*м |
| 2.7 | Прокручивая вручную вторичный вал КПП добиться совпадения отверстий. Закрутить 4 болта крепления фланца промежуточного карданного вала к КПП | Пост ТР | то же | Два ключа на 22 | 10,0 | Момент затяжки 78-98 Н*м |
| 2.8 | Убедившись, что на автобусе не ведутся ремонтные работы, снять предупреждающий плакат | Пост ТР | то же | - | 2,0 | - |

5 Экономический раздел

5.1 Техничко-экономическое обоснование

Во втором разделе работы проведена технологическая разработка зоны ЕО проектируемого предприятия. В зоне ЕО выполняются работы по косметической и углубленной мойке автобусов, включая и уборку салона. В экономическом разделе определим себестоимость нормо-часа выполнения работ. При расчете будем учитывать затраты на основные производственные фонды в виде амортизационных отчислений, так и расходы на материалы, оплату труда сотрудников, и расходы на электроэнергию и отопление.

5.2 Затраты на материалы

В процессе выполнения моечных работ используются различные материальные ресурсы (моющие материалы, вода, ветошь, мешки для мусора). При расчете затрат ведем расчет из годовых норм расхода. Результаты расчетов представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Материальные издержки в зоне ЕО

| Наименование материала, ед.изм. | Цена за единицу, руб. | Норма расхода | Коэффициент транспортных издержек | Сумма, руб. |
|--|-----------------------|---------------|-----------------------------------|-------------|
| Активная пена GRASS "Active Foam Gel +", л | 380,00 | 450,00 | 1,03 | 176130,00 |
| Вода техническая, м ³ | 7,15 | 5400 | - | 38610,00 |
| Ветошь, кг | 45,00 | 90 | 1,02 | 4131,00 |
| Уайт-спирит Нефрас С4-155/200 Арикон, л | 245,00 | 305,00 | 1,02 | 76219,50 |
| Воздух сжатый, м ³ | 0,82 | 12700,00 | - | 10414,00 |
| Мешки для мусора, уп. | 35,00 | 230 | 1,03 | 8291,50 |
| Перчатки влагостойкие, шт. | 65,00 | 1850 | 1,03 | 123857,50 |
| Итого | | | | 437653,50 |

Сумму затрат по каждому виду материальных издержек можно определить по формуле:

$$MЗ = \sum (СМ_n \cdot КМ_n \cdot КТИ_n), \quad (63)$$

где $СМ_n$ – цена вида материала;

$КМ_n$ – годовая норма расхода материала данного вида;

$КТИ_n$ – коэффициент транспортных издержек.

В итоге получили годовые расходы на материальные затраты 437653,50 руб.

5.3 Амортизационные отчисления от основных фондов

При расчете амортизационных отчислений учитываем только оборудование, расположенное в зоне ЕО. Величину коэффициента амортизационных отчислений берем в зависимости от срока эксплуатации оборудования. Так как установки для мойки автобусов не приобретались, а изготавливались на АТП, то вместо цены используем себестоимость его изготовления.

Результаты расчетов представлены в таблице 27.

Вычисление величины амортизационных отчислений для каждого вида оборудования проводим по формуле:

$$A_{об} = \sum (ЦО_n \cdot Каот_n), \quad (64)$$

где $ЦО_n$ – цена вида оборудования;

$Каот_n$ – коэффициент амортизационных отчислений в зависимости от срока эксплуатации.

Таблица 27 – Амортизационные отчисления от основных фондов

| Наименование оборудования | Цена оборудования, руб. | Число единиц оборудования, шт. | Коэффициент амортизационных отчислений | Сумма, руб. |
|---|-------------------------|--------------------------------|--|-------------|
| Пылесос Metabo ASA 25 L PC, 1250 Вт | 21126,00 | 2 | 0,18 | 7605,36 |
| Профессиональный пылесос ВИХРЬ СП-1500/20, 1500 Вт | 4589,00 | 2 | 0,20 | 1835,60 |
| Переносная моечная установка ЦКБ 1112 | 95500,00 | 3 | 0,18 | 51570,00 |
| Установка для мойки автобусов (диаметр сопла 3,5мм, 3,8мм, 4, мм) | 198500,00 | 12 | 0,15 | 357300,00 |
| Комплект инструментов для уборки | 12450,00 | 8 | 0,22 | 21912,00 |
| Итого | | | | 440222,96 |

В результате расчетов получили годовые амортизационные отчисления 440222,96 руб.

5.4 Расчет затрат на электроэнергию

При расчете затрат на электроэнергию для работы основного оборудования зоны ЕО учитываем количество единиц оборудования и его загрузку по мощности (Кзм). Учитываем, что спроектированные установки для мойки автобусов почти не потребляют электроэнергию (только на включение электромагнитного клапана). Энергия для привода установки берется из давления расходуемой воды. Расчет выполняем по следующей формуле:

$$Эл = \sum (Моб_n \cdot Тр_n \cdot Ноб \cdot Кзм_n) \cdot Сээ, \quad (65)$$

где $Моб_n$ – электрическая мощность оборудования, кВт;

$Тр_n$ – годовой фонд работы оборудования, час.;

$Ноб$ – число единиц оборудования в зоне ЕО;

Сээ – стоимость электроэнергии для промышленности, на территории функционирования АТР, принимаем $C_{ээ} = 6,42 \text{ руб./кВт*час}$.

Результаты расчетов представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию

| Наименование оборудования | Мощность оборуд., кВт | Число единиц оборуд. | Время работы оборуд. в год, ч | Коэфф. загрузки по мощности | Сумма, руб. |
|---|-----------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Пылесос Metabo ASA 25 L PC | 1,25 | 2 | 2 020 | 0,65 | 21073,65 |
| Профессиональный пылесос ВИХРЬ СП-1500/20 | 1,5 | 2 | 2 020 | 0,75 | 29178,9 |
| Переносная моечная установка ЦКБ 1112 | 2,55 | 3 | 2 040 | 0,75 | 75142,89 |
| Установка для мойки автобусов (диаметр сопла 3,5мм, 3,8мм, 4, мм) | 0,1 | 12 | 2 040 | 0,85 | 13358,736 |
| Светильники для освещения, светодиодные | 0,08 | 28 | 2 040 | 0,7 | 20535,782 |
| Итого | | | | | 138754,18 |

5.5 Расчет затрат на заработную плату

Расчет затрат на заработную плату рабочих в зоне ЕО проводим исходя из числа сотрудников, определенному в разделе 2. Результаты расчетов представлены в таблице 29. Объем затрат на основную заработную плату рабочих в зоне ЕО составил 6165026 руб.

Таблица 29 – Годовая заработная плата основного персонала зоны ЕО

| Наименование технологической операции | Количество рабочих | Часовая тарифная ставка | Длительность смены | Число рабочих дней | Заработная плата |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| | | <i>Ст</i> , руб. | <i>q</i> , час | <i>t_д</i> , дн. | руб. |
| Мойщик салона | 15 | 108,15 | 8 | 305 | 3958290,00 |
| Мойщик кузова | 5 | 125,50 | 8 | 305 | 1531100,00 |
| Мойщик УМ | 2 | 138,45 | 8 | 305 | 675636,00 |
| Итого | 22 | | | | 6165026,00 |

Затраты на премии, выплачиваемые рабочим за качественное выполнение операций, отражаются в статье затрат на дополнительную заработную плату. Величина затрат определяется введением коэффициента дополнительной зарплаты (Кд). Коэффициент принимаем равным 0,25.

$$З_{доп} = З_о \cdot Кд, \quad (66)$$

$$З_{доп} = 6165026,00 \cdot 0,25 = 1541256,50 \text{ руб.}$$

Согласно статьи 420 Налогового кодекса РФ, предприятие должно перечислять отчисления с заработной платы на социальное страхование. Величина отчислений в 2022 году составляет 30% от заработной платы, при расчетах учитывается величиной коэффициента отчислений на соцстрах (Ксоц). Размер отчислений на социальное страхование определяем по формуле:

$$З_{соц} = (З_о + З_{доп}) \cdot К_{соц}, \quad (67)$$

$$З_{соц} = (6165026,00 + 1541256,50) \cdot 0,3 = 2311884,75 \text{ руб.}$$

Годовой фонд оплаты труда определяется как сумма основной и дополнительной зарплат и плюс отчисления на социальное страхование:

$$ФОТ = З_о + З_{доп} + З_{соц} \quad (68)$$

После подстановки получаем размер фонда оплаты труда:

$$ФОТ = 6165026,00 + 1541256,50 + 2311884,75 = 10018167,25 \text{ руб.}$$

5.6 Расчет стоимости нормо-часа зоны ЕО

Технологическая себестоимость работ в зоне ЕО определяется как сумма затрат на фонд оплаты труда, материальных затрат производства, отчислений за амортизацию оборудования, и затраты на электроэнергию:

$$TC = MЗ + A_{об} + Э_{л} + ФОТ \quad (69)$$

$$TC = 437653,50 + 440222,96 + 138754,18 + 10018167,25 = 1103479,89 \text{ руб.}$$

В цеховой себестоимости к технологической себестоимости работ добавляются цеховые расходы, которые учитываются коэффициентом цеховых затрат (Кц). Обычно Кц принимают равным 1,2, и тогда цеховая себестоимость определится следующим образом:

$$ЦС = TC \cdot K_{ц} = 1103479,89 \cdot 1,2 = 13241757,46 \text{ руб.} \quad (70)$$

Производственная себестоимость работ включает в себя учет производственных, общехозяйственных затрат. Затраты учитываются введением соответствующего коэффициента Кп, равного 1,35:

$$ПС = ЦС \cdot K_{п} = 13241757,46 \cdot 1,35 = 17876372,58 \text{ руб.} \quad (73)$$

Внепроизводственные расходы определяются долей от производственной себестоимости:

$$P_{вн} = ПС \cdot 0,02 = 17876372,58 \cdot 0,02 = 357527,45 \text{ руб.} \quad (72)$$

Полная себестоимость работ в зоне ЕО определяется выражением:

$$С_{полн} = ПС + P_{вн} = 17876372,58 + 357527,45 = 18233900,03 \text{ руб.} \quad (73)$$

Себестоимость нормо-часа работ в зоне ЕО рассчитывается с учетом годовой трудоемкости работ (Тг) по ЕО, определенной во втором разделе:

$$С_{н/ч} = С_{полн} / T_{г} = 18233900,03 / 45228 = 403,16 \text{ руб.} \quad (74)$$

В результате проведенных вычислений получили, что себестоимость нормо-часа выполнения работ в зоне ЕО составляет 403,16 руб.

Заключение

В выпускной работе по теме «Пассажирское АТП на 280 автобусов малого и среднего класса. Участок ЕО» проведен анализ условий экономической эффективности проектируемого предприятия. Выполнен выбор моделей автобусов, с большим количеством возможных модификаций салона автобуса, что позволит эффективно и качественно выполнять различные заказы на перевозку пассажиров.

Проведен технологический расчет предприятия по обслуживанию автобусов и разработана планировка производственного корпуса. Для зоны ЕО проведен выбор необходимого оборудования и выполнена его расстановка в зонах проведения косметической и углубленной моек.

В конструкторской части проекта выполнена разработка установки для бесконтактной мойки автобусов под высоким давлением. Установка позволяет автоматизировать процесс мойки внешних поверхностей кузова автобуса. Процесс мойки состоит из четырех последовательных операций: смачивание, удаление сильных загрязнений, нанесение моющего раствора, и смывание раствора и споласкивание. Операции выполняются установками с различным диаметром сопел.

В экономическом разделе проведен расчет ориентировочной стоимости нормо-часа выполнения работ в зоне ЕО.

Оформления пояснительной записки выполнено согласно требований методических указаний [17].

Список используемых источников

1. Автобусы ПАЗ-320402 и ПАЗ-320412 руководство по эксплуатации 320402-3902010 РЭ онлайн. сайт URL:http://sinref.ru/avtomobili/PAZ/002_paz_320402_i_320412_rukovodstvo_po_ekspluatac_2011/001.htm (дата обращения 07.09.22).
2. Анурьев, Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев.- М.: Машиностроение, 2006.
3. Беляев, Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. –М.: Наука, 1976 – 608 с.
4. Болбас, Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Расчет производственной программы и объема работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств. Методическое пособие / М.М. Болбас, Н.М. Капустин, А.С. Сай, И.М. Флерко, – Минск: БИТУ, 2012
5. Бычков В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Электронный ресурс] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104787-3(online).
6. Володько О. В. Экономика организации [Электронный ресурс] : учеб.пособие / О. В. Володько, Р. Н. Грабар, Т. В. Зглюй ; под ред. О. В. Володько. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 399 с. - ISBN 978-985-06-2560-1.
7. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник / Р.И. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 1984. 464 с.
8. ГОСТ 10902-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры (с Изменениями N 1, 2) / [Электронный ресурс] // Я 360: [сайт]. — URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1667544553&tld=ru&lang=ru&name=gost_10902-77.pdf (дата обращения: 04.10.2022).
9. ГОСТР 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 21.08.22).

10. ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия—сайт URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200036308>(дата обращения 14.09.22).

11. ГОСТ 8724-81. Резьба метрическая. Диаметры и шаги / База нормативной документации - <http://www.complexdoc.ru/gost/8724-81> (дата обращения 18.08.22).

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

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

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

15. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные. Технические условия, ГОСТ 30245-2003 / зав. изд. отд. Л.Ф. Калинина. – М.: ФПУП ЦПП, 2004. 30 с. - сайт URL: <http://vsegost.com/Catalog/84/8428.shtml> (дата обращения 12.09.22).

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

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

18. Организация технического обслуживания автобусов / [Электронный ресурс] // Строй-Техника.ру : [сайт]. — URL: <https://stroy-technics.ru/article/organizatsiya-tekhnicheskogo-obsluzhivaniya-avtobusov>. (дата обращения: 02.10.2022).

19. Отраслевой стандарт. Уплотнения торцевые валов насосов. Типы. Основные параметры и размеры. ОСТ 26-06-1493-87/ URL:<http://www.gosthelp.ru/text/OST2606149387Uplotneniyat.html>(дата обращения 26.09.22).

20. Обратное водоснабжение – экономия воды и защита окружающей среды. сайт URL:<http://otepleivode.ru/vodosnabzhenie/oborotnoe-vodosnabzhenie.html>(дата обращения 22.08.22).

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

22. СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 - сайт URL: <https://docs.cntd.ru/document/120007115> (дата обращения 14.09.22).

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

24. 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

Приложение А

Материалы по проектированию производственного корпуса пассажирского АТП

Таблица А,1 - Распределение трудоемкостей по видам работ

| Наименование агрегатов, систем, узлов и работ | ТО-1 | | ТО-2 | | | | | | ТР | | | | | | Всего на постах, чел·ч | Всего в отделении, 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 | | |
| Аккумулятор | 6,2 | 133,5 | 3,8 | 136,8 | 5,0 | 6,8 | 95,0 | 130,0 | 2,0 | 902,9 | 3,0 | 27,1 | 97,0 | 875,8 | 167,4 | 1005,8 |
| Система зажигания | 1,6 | 34,5 | 3,7 | 133,2 | 85,0 | 113,2 | 15,0 | 20,0 | 2,0 | 902,9 | 15,0 | 135,4 | 85,0 | 767,5 | 283,1 | 787,5 |
| Генератор, стартер | 1,4 | 30,1 | 2,8 | 100,8 | 90,0 | 90,7 | 10,0 | 10,1 | 3,0 | 1354,4 | 10,0 | 135,4 | 90,0 | 1218,9 | 256,3 | 1229,0 |
| Приборы освещения и сигнализации | 4,8 | 103,4 | 2,2 | 79,2 | 98,0 | 77,6 | 2,0 | 1,6 | 4,0 | 1805,8 | 60,0 | 1083,5 | 40,0 | 722,3 | 1264,5 | 723,9 |
| Всего по отделению | 14,0 | 168,0 | 12,5 | 450,1 | - | 281,6 | - | 168,5 | 11,0 | 4966,0 | - | 1354,4 | - | 3611,6 | 1803,9 | 3780,1 |
| Двигатель | 6,5 | 140,0 | 4,4 | 158,4 | 90,0 | 142,6 | 10,0 | 15,8 | 22,0 | 9932,0 | 5,0 | 496,6 | 95,0 | 9435,4 | 779,2 | 9451,3 |
| Системы смазки и охлаждения | 10,5 | 226,1 | 4,3 | 154,8 | 95,0 | 147,1 | 5,0 | 7,7 | 4,0 | 1805,8 | 15,0 | 270,9 | 85,0 | 1535,0 | 644,1 | 1542,7 |
| Всего по отделению | 17,0 | 366,1 | 8,7 | 313,3 | - | 289,7 | - | 23,6 | 26,0 | 11737,9 | - | 767,5 | - | 10970,4 | 1423,2 | 10994,0 |
| Тормозная система | 8,0 | 172,3 | 15,0 | 540,1 | 90,0 | 486,1 | 10,0 | 54,0 | 12,0 | 5417,5 | 45,0 | 2437,9 | 55,0 | 2979,6 | 3096,2 | 3033,6 |
| Сцепление | 1,2 | 25,8 | 1,0 | 36,0 | 90,0 | 32,4 | 10,0 | 3,6 | 4,5 | 2045,1 | 15,0 | 306,8 | 85,0 | 1738,3 | 365,0 | 1741,9 |
| Рулевое управление | 9,5 | 204,6 | 4,0 | 144,0 | 95,0 | 136,8 | 5,0 | 7,2 | 8,0 | 3611,6 | 60,0 | 2167,0 | 40,0 | 1444,7 | 2508,4 | 1451,9 |
| КПП | 0,8 | 17,2 | 1,5 | 54,0 | 90,0 | 48,6 | 10,0 | 5,4 | 3,7 | 1670,4 | 10,0 | 167,0 | 90,0 | 1503,3 | 232,9 | 1508,7 |
| Всего по отделению | 0,8 | 17,2 | 1,5 | 54,0 | 90,0 | 48,6 | 10,0 | 5,4 | 3,7 | 1670,4 | 10,0 | 167,0 | 90,0 | 1503,3 | 232,9 | 1508,7 |
| Обслуживание шин | 5,4 | 116,3 | 6,0 | 216,0 | 15,0 | 32,4 | 85,0 | 183,6 | 2,5 | 1128,6 | 5,0 | 56,4 | 95,0 | 1072,2 | 205,1 | 1255,8 |
| Система питания | 5,0 | 107,7 | 2,5 | 90,0 | 80,0 | 72,0 | 20,0 | 18,0 | 5,0 | 2257,3 | 25,0 | 564,3 | 75,0 | 1693,0 | 744,0 | 1711,0 |
| Подвеска | 8,6 | 185,2 | 8,0 | 288,0 | 95,0 | 273,6 | 5,0 | 14,4 | 2,5 | 1128,6 | 10,0 | 112,9 | 90,0 | 1015,8 | 571,7 | 1030,2 |
| Эл.интерьера | 4,2 | 90,4 | 8,0 | 288,0 | 80,0 | 230,4 | 20,0 | 57,6 | 2,5 | 1128,6 | 70,0 | 790,0 | 30,0 | 338,6 | 1110,9 | 396,2 |
| Эл.экстерьера | 3,8 | 81,8 | 11,0 | 396,1 | 80,0 | 316,9 | 20,0 | 79,2 | 3,5 | 1580,1 | 70,0 | 1106,1 | 30,0 | 474,0 | 1504,8 | 553,2 |
| Кузовные работы | 6,5 | 140,0 | 3,5 | 126,0 | 60,0 | 75,6 | 40,0 | 50,4 | 9,5 | 4288,8 | 10,0 | 428,9 | 90,0 | 3859,9 | 644,5 | 3910,4 |
| Всего по отделению | 14,5 | 312,3 | 22,5 | 810,1 | - | 622,9 | - | 187,2 | 15,5 | 6997,6 | - | 2325,0 | - | 4672,6 | 3260,2 | 4859,8 |
| Малярные работы | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 3,0 | 1354,4 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 1354,4 | 0,0 | 1354,4 |
| Слесарно-механические | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 5,0 | 2257,3 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 2257,3 | 0,0 | 2257,3 |
| Итого по отделениям | 84,0 | 1675,5 | 81,7 | 2941,7 | - | 2276,1 | - | 665,5 | 98,7 | 44572,3 | - | 10259,1 | 100,0 | 34313,1 | 14210,7 | 34978,7 |
| Смазочные работы | 10,5 | 226,1 | 16,5 | 594,1 | 100,0 | 594,1 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 225,7 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 225,7 | 820,2 | 225,7 |
| Осмотр и диагн-ка | 5,5 | 118,4 | 1,8 | 64,8 | 100,0 | 64,8 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 361,2 | 100,0 | 361,2 | 0,0 | 0,0 | 544,4 | 0,0 |
| Всего | 100,0 | 2153,5 | 100,0 | 3600,6 | - | 2935,0 | - | 665,5 | 100,0 | 45145,6 | - | 10620,3 | - | 34538,9 | 15708,9 | 35204,4 |

Приложение Б

Спецификация сборочного чертежа 22.БР.ПЭА.454.00.000СБ

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|-----------|------|-----------------|-----------------------------|---|------------------------|--------------------------------------|
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| A1 | | | 22.БР.ПЭА.454.00.000СБ | Сборочный чертеж | 1 | |
| | | | | <u>Комплекты</u> | | |
| | | 1 | 22.БР.ПЭА.454.00.001 | Уплотнитель Vurgmann HJ92N/55 | 1 | |
| | | 2 | 22.БР.ПЭА.454.00.002 | Кран шаровой с электроприводом HP12B-H 1" | 1 | |
| | | 3 | 22.БР.ПЭА.454.00.003 | Рукав гидравлический | 2 | |
| | | 4 | 22.БР.ПЭА.454.00.004 | Рукав гидравлический | 2 | |
| | | 5 | 22.БР.ПЭА.454.00.005 | Рукав гидравлический | 2 | |
| | | 6 | 22.БР.ПЭА.454.00.006 | Рукав гидравлический | 8 | |
| | | 7 | 22.БР.ПЭА.454.00.007 | Хомут | 18 | |
| | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| | | 10 | 22.БР.ПЭА.454.10.000 | Основание | 1 | |
| | | 11 | 22.БР.ПЭА.454.11.000 | Экран защитный | 1 | |
| | | 12 | 22.БР.ПЭА.454.12.000 | Корпус подшипниковый | 1 | |
| | | 13 | 22.БР.ПЭА.454.13.000 | Крышка уплотнителя | 1 | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| | | 19 | 22.БР.ПЭА.454.00.019.1-3 | Сопло | 20 | или 14 в зависимости от комплектации |
| | | 20 | 22.БР.ПЭА.454.00.020 | Вал | 1 | |
| | | 21 | 22.БР.ПЭА.454.00.021 | Втулка подшипниковая | 1 | |
| | | 22 | 22.БР.ПЭА.454.00.022 | Крышка подшипниковая | 1 | |
| | | 23 | 22.БР.ПЭА.454.00.023 | Лопасть 1 | 2 | |
| | | 24 | 22.БР.ПЭА.454.00.024 | Лопасть 2 | 2 | |
| | | | 22.БР.ПЭА.454.00.000 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разраб. | | Низгай П.Г. | | | Лист | Листов |
| Пров. | | Дорожкин В.Г. | | | Д | 1 2 |
| Н. контр. | | | | | ТГУ ЭТКдд-1702а | |
| Утв. | | Бабрайский А.В. | | | | |

Рисунок Б.1 – Спецификация установки для мойки автобусов. Лист 1

Продолжение Приложения Б

| форма | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|-----------------------------|------|---------|----------------------|-----------------------------------|------|------------|
| | | 25 | 22.БР.ПЭА.454.00.025 | Крестовина крепления лопастей | 1 | |
| | | | | <i>Стандартные изделия</i> | | |
| | | 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 М27х1,5-22АГОСТ 13958-74 | 16 | |
| | | 37 | | Гайка М36х1,5-22АГОСТ 13958-74 | 1 | |
| | | 37 | | Гайка М36х1,5-22АГОСТ 13958-74 | 1 | |
| | | 38 | | Гайка накидная18-022 ГОСТ16047-70 | 14 | |
| | | 39 | | Тройник фланцевый | 13 | |
| | | | | 1-18-22А ГОСТ 13966-74 | | |
| | | 40 | | Угольник фланцевый | 13 | |
| | | | | 1-18-22А ГОСТ 13966-74 | | |
| | | 41 | | Кольцо А60 ГОСТ 13943-86 | 1 | |
| | | 42 | | Кольцо 018-022-25 ГОСТ9833-73 | 1 | |
| | | 43 | | Кольцо 030-035-30 ГОСТ9833-73 | 1 | |
| | | 44 | | Кольцо 060-068-46 ГОСТ9833-73 | 1 | |
| | | 45 | | Кольцо 108-115-46 ГОСТ9833-73 | 1 | |
| | | 46 | | Подшипник 80212ГОСТ 7242-81 | 2 | |
| | | 47 | | Шайба 6 65Г ГОСТ 6402-70 | 6 | |
| | | 48 | | Шайба 8 65Г ГОСТ 6402-70 | 18 | |
| | | 49 | | Шайба14ГОСТ 6958-78 | 14 | |
| | | 50 | | Шайба 14 65Г ГОСТ 6402-70 | 9 | |
| | | 51 | | Шайба 27Л 65Г ГОСТ 6402-70 | 16 | |
| | | 52 | | Шайба 36Л 65Г ГОСТ 6402-70 | 1 | |
| | | 53 | | Гайка М8 ГОСТ 5927-70 | 3 | |
| 22.БР.ПЭА.454.00.000 | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум | Подл. | Дата | 2 | |

Рисунок Б.2 – Спецификация установки для мойки автобусов. Лист2