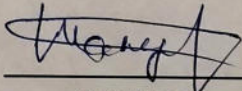


Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль: «Технический сервис в АПК»
Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

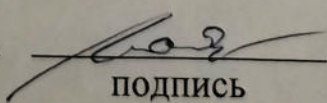
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание степени «бакалавр»

Тема: «Проектирование зоны текущего ремонта с разработкой моечной установки для грузовых автомобилей»

Шифр ВКР.35.03.06.115.20.МУ .00.00.00 ПЗ

Студент	<u>Б262-09у группа</u>	 подпись	<u>Шакуров Р.Р.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	 подпись	<u>Хафизов Р.Н.</u> Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (Протокол № 7 от 06.02. 2020 г.)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	 подпись	<u>Хафизов К.А.</u> Ф.И.О.
	<u>ученое звание</u>		

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 53 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 7 рисунков, 3 таблиц, спецификаций. Список использованной литературы содержит 22 наименования.

В первом разделе приведен технологический процесс текущего ремонта автомобилей, а также произведен патентный поиск существующих конструкций.

Во втором разделе произведено проектирование зоны текущего ремонта автомобилей, а также расчет и выбор основного производственного оборудования для участков.

В третьем разделе разработана моечная установка для грузового транспорта. Произведен расчет его деталей на прочность, также в третьем разделе дана инструкция охраны труда, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, даны сравнительные технико-экономические показатели по конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

ABSTRACT

The final qualifying work consists of an explanatory note on 53 sheets of computer text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, and conclusions, and includes 7 figures, 3 tables, and specifications. The list of references contains 22 names.

The first section shows the technological process of current car repairs, as well as a patent search for existing structures.

In the second section, the design of the current car repair zone was performed, as well as the calculation and selection of the main production equipment for the sections.

In the third section, a washing machine for cargo transport is developed. The calculation of its parts for strength is made, also in the third section, instructions for labor protection are given, measures for life safety are developed, and comparative technical and economic indicators for the design are given.

The explanatory note concludes with conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Обоснование необходимости разработки технологического процесса	8
1.2 Анализ существующих конструкций моечных установок	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Расчет производственных участков зоны ТР.....	17
2.2 Определение численности рабочих	18
2.3 Расчет и подбор оборудования.....	20
2.4 Расчет производственных площадей.....	23
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.	27
3.1 Принцип действия разрабатываемой моечной установки.....	27
3.2 Конструктивные расчеты стенда.....	28
3.3 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....	39
3.3.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	39
3.3.2 Техника безопасности при работе на моечной установке.....	39
3.4 Физическая культура на производстве.....	40
3.6 Экономическое обоснование конструкции.....	41
ВЫВОДЫ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	48
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

В целях усиления реализации продовольственной программы необходимо обеспечить значительное укрепление материально-технической базы агропромышленного комплекса, совершенствование экономических связей между отраслями, организованного и четкого их взаимодействия по наращиванию производства сельскохозяйственной продукции, улучшения ее сохранности, транспортировки, переработки и доведения до потребителя.

Подводя итоги экономического и социального развития страны можно сказать, что неуклонно претворяется в жизнь аграрная политика, последовательно осуществляется продовольственная программа. На укрепление материально-технической базы направляются большие объемы денежных средств. Увеличилось производство и закупка основных видов сельскохозяйственных продуктов. Годовой объем валовой продукции сельского хозяйства возрастает с каждым годом.

Для обеспечения высокопроизводительной работы в сельском хозяйстве поставлены задачи, перейти на выпуск новых высококачественных, производительных и экономичных машин и оборудования.

Для выполнения всех этих задач нужно полностью укомплектовать хозяйства необходимым количеством экономически выгодных, высокопроизводительных, качественных машин и оборудования. Одним из направлений улучшения работы подсобных хозяйств являются мероприятия по увеличению сроков службы сельскохозяйственных машин, снижение трудоемкости ремонта и экономических затрат.

Целью ВКР является разработка моечной установки для грузового транспорта. На мой взгляд у чистого транспортного средства визуально можно определить дефекты. Это приведет к большей производительности труда.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Обоснование необходимости разработки технологического процесса

Последовательность разборки-сборки двигателя и агрегатов на агрегатном участке или их снятия установки на посту зависит от конструкции грузового автомобиля. И эту последовательность нельзя никак нарушать, чтобы не нарушить правильность сборки или разборки. Эта последовательность приводится в такой литературе как типовой технологический процесс разборки и сборки, типовые нормы времени на разборку-сборку и др.

Но в мастерских на рабочих местах их обычно нет. Если и есть, то где-то у инженера и в недостаточном количестве. Конструкции грузовых автомобилей разных марок совершенно разные могут быть, и чтобы не гадать, как собрать тот или иной узел, не совершать ошибок при сборке, надо на рабочих местах иметь описание технологических процессов разборки-сборки, или хотя бы сборки по основным видам грузовых автомобилей.

Разработка технологических процессов разборки и сборки нужна еще и потому, что типовые технологии часто нельзя сразу применять на своем предприятии. Так как рассматриваемое в них оборудование и оборудование, которое есть в мастерской, может сильно отличаться. В этом случае технологии надо пересматривать и применительно к условиям мастерской привязывать их [5, 7]. Для того, что бы пункты технического обслуживания работали на эффект, их надо доработать, а именно:

- пунктом предварительной очистки для очистки и мойки ходовой части и корпус, с целью снижения степени загрязненности парка;
- очистными сооружениями, для снижения негативного воздействия техногенных факторов на окружающую среду;
- стационарной водогрейкой для облегчения пуска двигателя

автомобиля в зимний период эксплуатации и уменьшению износа трущихся поверхностей двигателя;

– стационарным электрогенератором (380 В) с целью обеспечения непрерывной работы ПТОР в случае аварийного выключения электричества.

ЛТО парка предназначена для проведения всех видов технического обслуживания ВВТ постоянного использования. В состав ЛТО входят: площадка для проверки технического состояния машин при возвращении в парк; пункт заправки; пункт чистки и мойки; ПЕТО; ПТОР.

ПЕТО постоянного парка предназначен для проведения ежедневного технического обслуживания ВВТ в полном объеме после их использования, а также для выполнения мелких сварочных и малярных работ. ПЕТО размещается после пункта чистки и мойки в закрытом отапливаемом помещении.

ПТОР парка предназначен для проведения работ всех видов комплексного технического обслуживания и текущего ремонта штатных ВВТ части в соответствии с нормативно-технической документацией. Он размещается на территории парка в конце линии технического обслуживания после ПЕТО и включает участки комплексного технического обслуживания и текущего ремонта ВВТ, специализированные участки, поточную линию технического обслуживания колесных машин (далее – поточная линия), вспомогательные и санитарно-бытовые помещения.

Участки ПТОР специализированы по видам выполняемых работ, посты – универсальные, то есть обеспечена возможность их использования для всех типов штатных гусеничных и колесных машин воинской части.

Поточная линия ПТОР предназначена для выполнения сезонного обслуживания, технического обслуживания большого количества машин по возвращении их с учений и при постановке на хранение, а также для проведения номерных видов технического обслуживания. Она размещается в общем помещении с участками комплексного технического обслуживания и текущего ремонта и включает посты: технической диагностики;

обслуживания шин, тормозов и подвески, смазки рессор и подшипников ступиц колес; проверочно-крепежных работ и технического обслуживания системы электрооборудования; регулировочных работ и технического обслуживания систем питания и охлаждения; смазочно-заправочных работ.

На поточной линии размещаются: слесарные верстаки (по количеству постов); передвижной комплект оборудования автомобильного механика-регулировщика; передвижной комплект оборудования для проверки и регулировки автомобильной электроники и электрооборудования; передвижной комплект слесарного оборудования для технического обслуживания автомобильной техники; комплект дополнительного слесарного инструмента, приспособлений и съемников для передвижных комплектов оборудования; передвижной комплект оборудования для смазки автомобильной техники или установка смазочно-заправочная; нагнетатель смазки; маслораздаточная установка; заправочный агрегат.

Вспомогательные помещения ПТОР включают кладовые различного предназначения (для хранения приборов, инструмента, запасных частей, материалов), вентиляционные и электрощитовые.

Санитарно-бытовые помещения ПТОР включают: гардеробную на весь личный состав ремонтного подразделения части; душевую и преддушевую; умывальную и санузел.

Показатели технического обслуживания

Техническое обслуживание представляет собой систему, зависящую от ряда временных, количественных и качественных показателей, каждый из которых обусловлен рядом факторов, а следовательно, является случайным событием и изменяется в определенных пределах.

Техническое обслуживание военной автомобильной техники направлено на обеспечение надежности работы машин, их узлов и систем. Поэтому закономерности и количественные показатели теории надежности полностью распространяются на техническое обслуживание как

производственный процесс, имеющий свою организацию и технологическую последовательность.

Показателями технического обслуживания машин являются:

- периодичность – пробег или время между двумя последовательно проводимыми техническими обслуживаниями одного вида;
- продолжительность – время проведения одного технического обслуживания машины;
- суммарная продолжительность – суммарное время проведения технических обслуживании машины за определенный период эксплуатации;
- трудоемкость – трудозатраты на проведение одного технического обслуживания машины;
- суммарная трудоемкость – суммарные трудозатраты на проведение технических обслуживании машины за определенный период эксплуатации.

Кроме указанных показателей могут быть установлены дополнительные показатели технического обслуживания машины: средняя трудоемкость, удельная трудоемкость, стоимость, суммарная стоимость, вероятность в заданное время и др. [26, С.33].

В начальный период эксплуатации проводятся:

- ежедневное техническое обслуживание (далее – ЕТО);
- техническое обслуживание ТО-1000, выполняемое в интервале первых 500-1000 км пробега;
- техническое обслуживание ТО-4000, выполняемое в интервале первых 3000-4000 км пробега и далее через каждые 4000 км;
- техническое обслуживание №1, выполняемое в интервале первых 7000-8000 км пробега;
- техническое обслуживание №2, выполняемое в интервале первых 11000-12000 км пробега.

В основной период эксплуатации и для машин, находящихся в повседневном использовании, установлены следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр (перед выходом из парка, на привалах и остановках, перед преодолением водной преграды и после ее преодоления);
- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 (далее – ТО-1);
- техническое обслуживание №2 (далее – ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (далее – СО).

Все работы по контрольному осмотру и ежедневному техническому обслуживанию (далее – ЕТО) должен выполнять водитель машины, а дополнительные работы, проводимые в оборудованных мастерских, – водитель машины с участием специалистов ПТОР. Работы по номерным и сезонному техническим обслуживаниям обычно выполняет личный состав ПТОР с участием водителя обслуживаемой машины.

Объём и содержание работ по техническому обслуживанию, осуществляемому личным составом ПТОР

Периодичность выполнения номерных технических обслуживаний и удельная оперативная трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта во многом зависят от условий эксплуатации.

Техническое обслуживание №1 предназначено для обеспечения безотказной работы машины и ее составных частей до очередного периодического техобслуживания и включает работы в объеме ЕТО (заправка, мойка, смазка, проверочные и необходимые крепёжные и регулировочные работы, устранение выявленных неисправностей), диагностирование отдельных узлов и агрегатов, влияющих на безопасность движения, выполнение ряда профилактических работ (крепёжных и смазочных операций), необходимых регулировок и устранение обнаруженных отказов и неисправностей.

Техническое обслуживание №2 предназначено для обеспечения долговечности установленного ресурса составных частей и машины в целом.

Оно включает работы в объеме ТО-1, общее диагностирование машины, выполнение крепежных, смазочных, регулировочных и других работ, охватывающих все составные части машины и обеспечивающих снижение интенсивности их износа и предупреждение отказов и неисправностей.

ТО-1 выполняется специалистами ПТОР при обязательном участии водителя обслуживаемой машины, который выполняет работы по указанию начальника ПТОР, а также чистку и мойку машины, крепежные работы. ТО-2 также выполняется специалистами ПТОР при участии водителя машины.

Сезонное техническое обслуживание проводится два раза в год в целях подготовки и обеспечения надежной работы машин в летний и зимний периоды эксплуатации и заключается в проведении очередного технического обслуживания (ТО-1 или ТО-2) и дополнительных работ, содержание и объем которых зависят от особенностей конструкции машины, ожидаемых дорожно-климатических условий и наличия запасных частей.

Средства технического обслуживания

При анализе ремонтно-технической базы автомобильного парка, учитывалось, что оборудование участков, постов и рабочих мест должно максимально обеспечивать механизацию трудоемких работ комплексного технического обслуживания и текущего ремонта ВВТ.

Участки, посты и рабочие места ПТОР оснащаются оборудованием, номенклатура и количество которого определяются по нормам, установленным соответствующими приказами министра обороны и иными нормативно-правовыми актами. Тем не менее в настоящее время парку требуется дооснащение оборудованием с целью повышения эффективности организации обслуживания ВВТ, выражающейся в увеличении скорости работы, в сокращении трудозатрат, уменьшении ошибок, связанных с человеческим фактором и др.

1.2 Анализ существующих конструкций моечных установок

Струйные моечные установки

В качестве примера рассмотрим конструкцию стационарной автоматической установки модели М-129 для мойки грузовых автомобилей. Установка (рисунок 1.1) имеет агрегатное исполнение и содержит два передних 3 и два задних 2 моющих механизма, попарно установленных по обеим сторонам моечного поста. Передний моющий механизм 3 выполнен в виде полый стойки, внутри которой посредством электропривода с редуктором и цепной передачи перемещается каретка с горизонтальным водяным коллектором. Задний моющий механизм 2 также представляет собой полую стойку, внутри которой размещены электропривод и механизм качания вертикального коллектора с моющими соплами. Трубчатые рамки смачивания 4 и ополаскивания 1 выполнены в виде П-образной арки с соплами, развернутыми относительно друг друга под определенным углом.

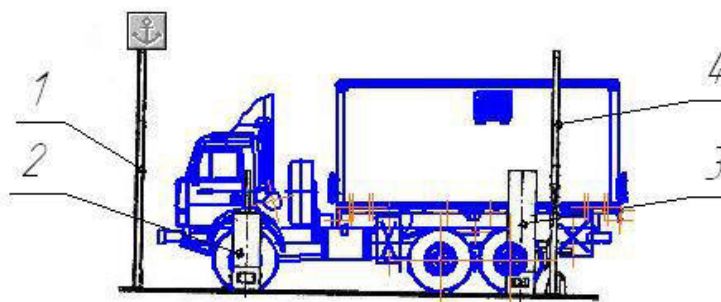


Рисунок 1.1 - Установка модели М-129

Форсунки на всей установке закреплены на шаровых шарнирах, что позволяет установить при регулировке необходимый угол атаки каждой струи, правда, вручную.

Конструктивное исполнение установки в виде двух пар моющих механизмов, струйные качающиеся коллекторы которых расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях - горизонтальной с возвратно-поступательным движением струйных коллекторов вверх - вниз на высоту борта автомобиля и вертикальной с одновременным качанием коллекторов,

- обеспечивает как улучшение качества мойки, так и уменьшение расхода моющей жидкости, сокращение времени, необходимого на смыв загрязнений, что повышает производительность установки.

Однако данная установка имеет определенные недостатки. Отсутствие конвейера для перемещения автомобиля снижает качество мойки. Движение автомобиля должно быть дискретным: с остановками на 15-20 с. через каждые 1,5-2 м. Конструкция установки не обеспечивает мойку внутренних поверхностей кузовов автомобилей-самосвалов.

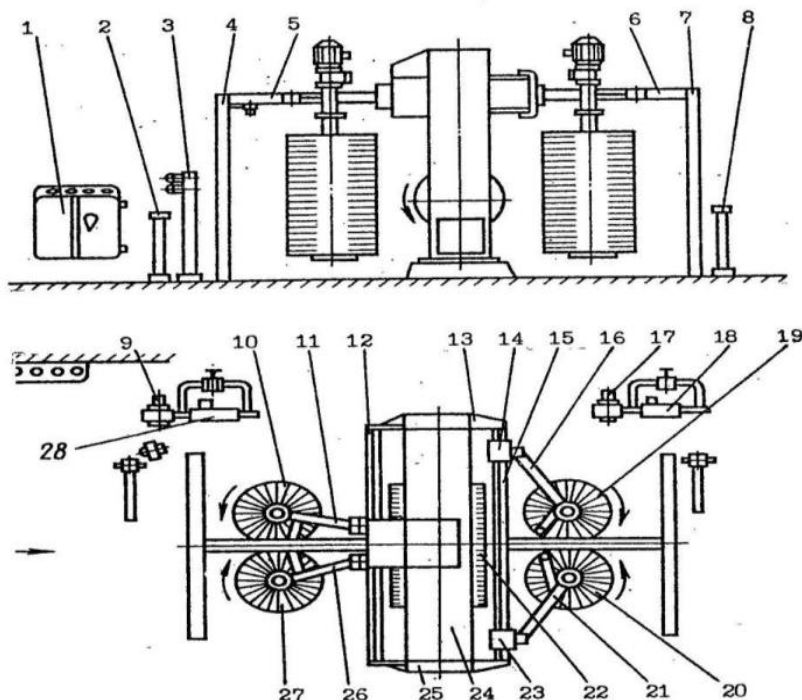
Более сложное движение осуществляет струйный коллектор на установке М-136, опирающийся на эксцентрик, заставляющий коллектор качаться на угол до 45° на консоли в вертикальной плоскости. Сопла перемещаются по вертикали более чем на 0,5 м. Вращению коллектора способствуют также реактивные силы струй воды. Сочетание качания, вертикального перемещения и вращения совместно с улучшенными технико-экономическими показателями обеспечивает качественную очистку всей поверхности низа автомобиля.

Щеточные установки

Конструкция стационарной моечной установки для легковых автомобилей модели М-130 является типичной для оборудования этого типа. Данная установка применима для мойки всех типов эксплуатируемого легкового подвижного состава, а также микроавтобусов соответствующих габаритов.

Моечная установка (рисунок 1.2) состоит из следующих основных частей: рамки смачивания 4; правой 25 и левой 13 стоек, связанных поперечной 24, опорой 12 и направляющей 15 с установленными на ней каретками 14,23; связей 5,6; горизонтальной 22 и вертикальных 10,19,20,27 щеток с консолями 11,16,21,26; рамки 7 ополаскивания; пульта 1 управления; контроллеров 2,8; светофора 3; вентилей 9,17 с электромагнитным приводом; эжекторов 18 и 28.

Рамка смачивания служит для нанесения слоя воды с мощей смесью на поверхность автомобиля и первые вертикальные щетки. Стойки установки, соединенные между собой поперечиной, направляющей и опорой, образуют каркас, укрепленный на фундаменте, с помощью фундаментных болтов. При работе установки в полостях обеих стоек перемещаются противовесы кареток вертикальных щеток.



Горизонтальная щетка предназначена для обмыва облицовки радиатора, капота, ветрового стекла, крыты кузова, заднего стекла и багажника. Щетка смонтирована на маятниковой раме и имеет возможность перемещаться по вертикальным направляющим, укрепленным на стойках.

Рисунок 1.2 – Моечная установка М-130

Для гашения колебаний и ликвидации инерционного скачка щетки над капотом автомобиля служит специальный гаситель колебаний.

Вертикальные щетки предназначены для обмыва боковых поверхностей кузова, облицовки радиатора, вертикальных поверхностей багажника. Прижатие щеток к поверхности осуществляется системой противовесов.

Рамка ополаскивания служит для смачивания вторых вертикальных щеток, окончательного обмыва поверхности автомобиля с помощью водяного душа и нанесения на поверхность полировочного состава.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственных участков зоны ТР

Чтобы учесть неучтенные работы, увеличим трудоемкость на 30%, а также увеличим еще на 15% - на развитие предприятия.

$$T_{\text{ОБЩ}} = \frac{T_{\text{ТЕХН}} \cdot 1,3 \cdot 100}{100 + 15} = \frac{47719 \cdot 1,3 \cdot 100}{100 + 15} = 61117 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

Таблица 2.1 – Трудоемкость по видам работ

Вид работы	Трудоемкость	
	%	чел. час.
Разборочные	6,9	4217
Моечные	2,3	1405
Дефектовочные	1,7	1038
Комплектовочные	5,3	3239
Слесарно-подгоночные	9,5	5806
Сборочные	25,9	15829
Испытательно-регулирующие	6,675	4079
Обойно-малярные	3	1833
Электроремонтные	4,9	2994
Ремонт карбюраторов	0,575	351
Ремонт диз. топливной аппаратуры	2,4	1466
Слесарные	6,3	3850
Станочные	11,5	7028
Кузнечно-термические	3,8	2322
Электросварочные	2,25	1375
Газосварочные	0,625	977
Медницко-заливочные	3,97	2426
Жестяницкие	2,225	1359
Столярно-обойные	1	611
Шиноремонтные	1	611

Таблица 2.2 - Распределение трудоемкости по участкам

Участок	Трудоемкость	
	%	чел. час.
Наружной мойки машин	2,6	1589
Разборки, дефектации и комплектования	15,8	9665
Слесарно-механический	29,7	18151
Ремонта топливной аппаратуры	3,9	2383
Электротехнический	3,0	1833
Кузнечно-сварочный	9,0	5500
Медницко-жестяницкий	5,5	3361
Испытательно-регулирующий	10,5	6417
Шиноремонтный	2,0	1222
Ремонта и сборки агрегатов	18	11010

2.2 Определение численности рабочих

Определение среднесписочного числа рабочих:

$$P_{P.O.} = \frac{T}{\Phi_P} \quad (2.1)$$

где: $P_{P.O.}$ – число основных рабочих;

Φ_P – фонд времени рабочих.

$$\Phi_P = [(D_K - D_B - D_{П.п.}) \cdot t - D_{П.п.}] \cdot n \quad (2.2)$$

где: D_K – календарное число дней в году;

D_B – число выходных дней;

$D_{П.п.}$ – число праздничных дней;

$D_{П.п.}$ – число предпраздничных дней;

t – время смены;

n – коэффициент использования времени смены; $n = 0,9$.

$$\Phi_P = [(365 - 52 - 11) \cdot 8 - 9] \cdot 0,9 = 2674,4 \text{ чел.-ч.}$$

$$P_{P.O.} = \frac{61117}{2674,4} = 22,8 = 23 \text{ человека}$$

Количество вспомогательных рабочих берется 10% от основных рабочих.

$$P_{P.B.} = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \approx 2 \text{ человека}$$

Количество инженерно-технических работников принимаем в количестве 10% от общего числа:

$$P_{ИТР} = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \approx 2 \text{ человека}$$

Весь штат мастерской:

$$P_M = P_{P.O.} + P_{P.B.} + P_{ИТР} \quad (2.3)$$

$$P_M = 23 + 2 + 2 = 27 \text{ человек.}$$

Распределение рабочих по участкам

Участок наружной мойки машин:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,026 = 0,7 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок разборки, дефектации и комплектования:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,158 = 4,2 \approx 4 \text{ рабочих}$$

Слесарно-механический участок:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,297 = 8,01 \approx 8 \text{ рабочих}$$

Участок ремонта топливной аппаратуры:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,039 = 1 \text{ рабочий}$$

Участок электротехнический:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,03 = 0,81 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок кузнечно-сварочный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,09 = 2,43 \approx 2 \text{ рабочих}$$

Участок медницко-жестяницкий:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,055 = 1,48 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок испытательно-регулирующий, дефектовочный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,105 = 2,83 \approx 3 \text{ рабочих}$$

Участок шиноремонтный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,02 = 0,54 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок ремонта и сборки агрегатов:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,18 = 4,86 \approx 5 \text{ рабочих}$$

2.3 Расчет и подбор оборудования

Расчет производится по [4], [7]

Необходимое количество станочного оборудования определяется:

$$N_{СТАН} = \frac{1,05 \cdot T_{СТ}}{\Phi_{ОБ} \cdot n_H \cdot n_{СМ}} \quad (2.4)$$

где: $N_{СТ}$ – количество станков;

$T_{СТ}$ – трудоемкость станочных работ;

$\Phi_{ОБ}$ – фонд времени оборудования; принимаем $\Phi_{ОБ} = 2000$ часов;

n_H – коэффициент использования станка; принимаем $n_H = 0,9$;

$n_{СМ}$ – число смен; принимаем $n = 1$ смена.

$$N_{СТАН} = \frac{1,05 \cdot 7028}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 4 \text{ станка}$$

Из четырех станков берем: 1 токарный, 1 фрезерный, 1 вертикально-сверлильный, 1 наждачно-обдирочный.

Количество стендов для обкатки и испытания [9]:

$$N_{СТ} = \frac{N_r \cdot t_P \cdot K_B}{\Phi_{ОБ} \cdot n_H \cdot n_{СМ}} \quad (2.5)$$

где: N_r – количество агрегатов для обкатки испытания;

t_P – время обкатки или испытания; для двигателей ДВС $t_P = 4$ часа

-для топливной аппаратуры $t_P = 3$ часа

-для гидроаппаратуры $t_P = 1,5$ часа;

-для электроаппаратуры $t_P = 1,5$ часа;

K_B – коэффициент возврата; $K_B = 1,5$.

Количество стендов для ДВС:

$$N_{СТ} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,003 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для топливной аппаратуры:

$$N_{СТ} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,002 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для гидроаппаратуры:

$$N_{CT} = \frac{1 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,0012 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для электроаппаратуры:

$$N_{CT} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,0008 = 1 \text{ стенд}$$

Количество горнов и кузнечных молотов для кузнечного отделения:

$$N_{ГОР} = \frac{Q}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.6)$$

где: $N_{ГОР}$ – количество горнов [9];

Q – количество обрабатываемого металла;

∂ – производительность одного горна или молота;

-для горнов $\partial = 6$

-для молотов $\partial = 8$.

$$N_{ГОР} = \frac{1000}{2000 \cdot 6 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,009 = 1 \text{ горн}$$

$$N_{МОЛ} = \frac{1000}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.7)$$

где: $N_{МОЛ}$ – количество молотов.

$$N_{МОЛ} = \frac{1000}{2000 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,06 = 1 \text{ молот}$$

Количество моечных ванн:

$$N_B = \frac{Q}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_O} \quad (2.8)$$

где: N_B – количество моечных ванн;

Q – масса деталей, подлежащих мойке; принимаем $Q = 1$ т/час;

∂ – удельная производительность ванны; $\partial = 100$ кг/час;

n_O – коэффициент использования оборудования; $n_O = 0,9$.

$$N_B = \frac{1000}{2000 \cdot 100 \cdot 0,9} = 0,0055 = 1 \text{ ванна}$$

Необходимое количество сварочных постов.

Количество постов электро-дуговой сварки:

$$N_{CBPDC} = \frac{Q \cdot 1000}{J \cdot K \cdot \Phi_{OB} \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.9)$$

где: Q – общая масса наплавляемого металла; принимаем Q = 1000 кг;

n_H – коэффициент использования станка; принимаем $n_H = 0,9$;

J – сила тока; J = 200 А;

K – коэффициент наплавки; K = 6,5.

$$N_{CBPDC} = \frac{1000 \cdot 1000}{200 \cdot 6,5 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,4 = 1 \text{ пост}$$

Количество постов газовой сварки [8]:

$$N_{CBГАЗ} = \frac{Q}{\partial \cdot \Phi_{OB} \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.10)$$

где: Q – расход ацетилена, кг/час; Q = q · T_{CB}

T_{CB} – трудоемкость газосварочных работ; T_{CB} = 977;

q – часовой расход ацетилена;

K – коэффициент в зависимости от того, какой металл;

-для нелегированных сталей K = 75

-для легированных сталей K = 100.

$$q = S \cdot K$$

где: S – толщина наплавляемого металла; S = 3,5 мм.

Для нелегированных сталей:

$$q = 3,5 \cdot 75 = 262,5$$

$$Q = 262,5 \cdot 977 = 256462 \text{ кг/час}$$

$$N_{CBГАЗ} = \frac{25642}{262,5 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,54$$

Для легированных сталей:

$$q = 3,5 \cdot 100 = 350$$

$$Q = 350 \cdot 977 = 341950$$

$$N_{CBГАЗ} = \frac{341950}{350 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,54$$

Принимаем 1 пост.

Основное оборудование Пункта ТО сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Основное оборудование пункта ТО

Оборудование	Марка	Количество
1. Токарно-винторезный станок	1К62	1
2. Токарно-винторезный станок	1Е61МТ	1
3. Горизонтально-фрезерный станок	6М82	1
4. Вертикально-фрезерный станок	6В12	1
5. Стенд для обкатки двигателей	КИ 21-18	1
6. Стенд для топливной аппаратуры	КИ 15711	1
7. Стенд для гидроаппаратуры	КИ 4815М	1
8. Стенд для электроаппаратуры	КИ 968У4	1
9. Горн	М 4129А	1
10. Пневмомолот		1
11. Моечная ванна		1
12. Сварочный аппарат	ТДМ-317У2	1
13. Газосварочная установка		1

2.4 Расчет производственных площадей

$$F_{\text{уч}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot \sigma \quad (2.11)$$

где: $F_{\text{уч}}$ = площадь участка ;

$F_{\text{об}}$ – площадь, занимаемая оборудованием;

$F_{\text{м}}$ – площадь, занимаемая машиной;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Оборудование участков.

Участок наружной мойки машины:

- пароводноструйная установка для мойки машин – 0,5 м²

Участок слесарно-механический:

- настольно-заточный станок – 0,4 м²

- слесарный верстак – 1 м²

- наждачно-обдирочный – 1,5 м²

- фрезерный станок – 1,5 м²

- токарный станок 1К-62 – 1,5 м²
- вертикально-сверлильный станок 2А-125 – 1,5 м²
- тумбочка для инструмента – 0,9 м²

Участок текущего ремонта и регулировки топливной аппаратуры:

- стеллаж – 1,5 м²
- моечная ванна – 1 м²
- стенд для испытания и регулировки топливной аппаратуры – 1,5 м²
- верстак для разборки и сборки топливной аппаратуры – 1 м²

Участок электротехнический:

- контейнер для выбракованных деталей – 1 м²
- стол – 1 м²
- трансформатор для пайки медных проводов – 0,5 м²
- стеллаж – 1,5 м²
- передвижная компрессорная установка – 0,8 м²
- контрольно-испытательный стенд – 1,3 м²
- тележка для перевозки сборочных единиц – 0,9 м²

Участок кузнечно-сварочный:

- электросварочный трансформатор – 1 м²
- пневматический молот – 1,2 м²
- наковальня – 0,5 м²
- ящик для угля – 1 м²
- кузнечный горн – 1,5 м²
- ванна для закаливания – 1 м²

Участок медницко-жестяницкий:

- слесарный верстак – 1 м²
- стеллаж – 1,5 м²
- вытяжной шкаф для распайки радиаторов – 1,2 м²
- ванна для проверки герметичности сердцевин радиаторов – 1,3 м²

Участок испытательно-регулирующий:

- стол – 1 м²

- монорельс с электроталью грузоподъемность 3,2 т – 1,6 м²
- стенд для обкатки и испытания двигателей КИ-21-18 – 1,5 м²

Шиноремонтный участок:

- стол – 1 м²
- слесарный верстак – 1 м²
- вулканизатор – 0,3 м².

Участок разборки, дефектации и комплектования:

- слесарный верстак – 1 м²
- стеллаж – 1,5 м²

Определяем площади участков

Площадь участка наружной мойки машин:

$$F_{\text{НММ}} = (0,5 + 10) \cdot 3,5 = 36,7 \text{ м}^2$$

Площадь слесарно-механического участка:

$$F_{\text{СМ}} = 7,3 \cdot 3,3 = 24,09 \text{ м}^2$$

Площадь участка текущего ремонта и регулировки топливной аппаратуры:

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

Площадь участка разборки, дефектации и комплектования:

$$F_{\text{РАЗ}} = (1+1+1,5+10) \cdot 4,9 = 66 \text{ м}^2$$

Площадь электротехнического участка:

$$F_{\text{ЭЛ}} = (1 + 1 + 0,5 + 1,5 + 0,8 + 1,3 + 0,9) \cdot 3 = 21 \text{ м}^2$$

Площадь кузнечно-сварочного участка:

$$F_{\text{К-СВАР}} = (1 + 1 + 1,2 + 0,5 + 1 + 1,5 + 1) \cdot 5,3 = 38 \text{ м}^2$$

Площадь медницко-жестяницкого участка:

$$F_{\text{МЖ}} = (1 + 1,5 + 1,2 + 1,3) \cdot 3,5 = 17,5 \text{ м}^2$$

Площадь испытательно-регулирующего участка:

$$F_{\text{ИР}} = (1 + 1,6 + 1,5) \cdot 4,4 = 18,04 \text{ м}^2$$

Площадь шиноремонтного участка:

$$F_{\text{ШР}} = (1 + 1 + 0,3) \cdot 3,8 = 8,74 \text{ м}^2$$

Площадь участка ремонта и сборки агрегатов:

$$F_{PM} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ м}^2$$

Площадь всей зоны:

$$F = F_{HMM} + F_{CM} + F_{TP} + F_{PA3} + F_{ЭЛ} + F_{K-CBAP} + F_{MЖ} + F_{HMM} + F_{ИР} + F_{PM} = 36,7 + 24,09 + 20 + 40 + 21 + 38 + 17,5 + 18,04 + 8,75 + 66 = 290 \text{ м}^2$$

Чтобы учесть административно-бытовые и вспомогательные помещения, увеличим полученную площадь на 10%, т.е. умножим на 1,1.

$$\text{Получим } 290 \cdot 1,1 = 319 \text{ м}^2$$

Таким образом, общая площадь мастерской составляет 319 м^2 . Складское помещение мы не учитываем, т.к. склад находится вне зоны Пункта. Площадь административно-бытовых и вспомогательных помещений при расчете размеров здания не учитываем, исходя из того, что они вынесены за пределы здания в виде пристроя.

Соответственно отношение длины мастерской к ширине:

$$l = \frac{290}{12} = 24,15 \approx 24, \text{ принимаем } l = 24, \text{ кратное } 6.$$

$$\frac{l}{b} = \frac{24}{12} = 2 \leq 3$$

Следовательно, $\frac{b}{l} = \frac{1}{2}$, выбираем «Г»-образный тип ремонта в Пункте ТО.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Принцип действия разрабатываемой моечной установки

Предлагаемая моечная установка является автоматизированной, то есть не требует вмешательства в процесс людей.

Данная моечная установка состоит из двух отсеков, в одном отсеке происходит непосредственно сама мойка автомашины, а в другом отсеке находится пульт оператора из которого происходит осуществление процессамойки (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 - Общий вид мойки

Мойка автотранспорта (рисунок 3.2) осуществляется в автоматическом режиме. А именно оператор приводит установку в действие с пульта управления. Моющая рамка на которой расположены сопла для подачи воды и моющего раствора перемещается за счет механизма передвижения по направляющим внутри каркаса. Мойка осуществляется как снизу (днище) так и с наружной стороны автомобиля. Сначала грязь отбивается водой под давлением подающейся из сопл, затем происходит переключение подачи воды (с пульта) на подачу моющего раствора и наоборот, для смыва раствора с кузова и днища автомобиля. Сушка автомобиля осуществляется за счет радиаторов отопления, через которые подается теплый воздух под давлением.

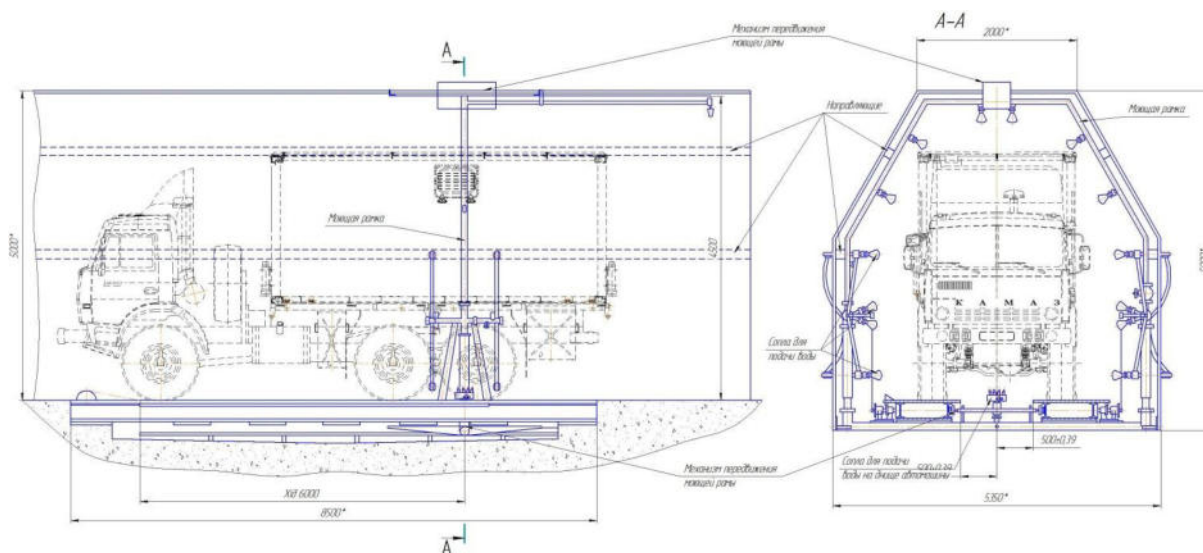


Рисунок 3.2 – Моечная установка

3.2 Конструктивные расчеты стенда

Расчет трубопровода

Для упрощения расчета представим всю нашу систему в виде простого трубопровода (рисунок 3.3) с воздушной рабочей средой.

При расчетах трубопроводов основной задачей является либо определение пропускной способности (расхода), либо потери напора на том или ином участке, равно как и на всей длине, либо диаметра трубопровода на заданных расходе и потерях напора.

В практике трубопроводы делятся на *короткие* и *длинные*. К первым относятся все трубопроводы, в которых местные потери напора превышают 5...10% потерь напора по длине. При расчетах таких трубопроводов обязательно учитывают потери напора в местных сопротивлениях. К ним относят, к примеру, маслопроводы объемных передач.

Ко вторым относятся трубопроводы, в которых местные потери меньше 5...10% потерь напора по длине. Их расчет ведется без учета местных потерь. К таким трубопроводам относятся, например, магистральные водоводы, нефтепроводы.

В ламинарном потоке движения отдельных частиц жидкости имеет слоистый характер. До тех пор пока не будет достигнута определенная скорость, они движутся, упорядочено, не мешая, друг другу.

При критическом значении числа Рейнольдса Re поток превращается из ламинарного в турбулентный и наоборот.

Ламинарный поток $Re < Re_{\text{крит}}$,

$$Re_{\text{крит}} = 2300$$

$$Re = v \cdot d \cdot 10^3 / \nu \quad (3.1)$$

где v - скорость течения в трубопроводе, м/с,

ν - кинематическая вязкость жидкости, $\text{мм}^2/\text{с}$,

d - внутренний диаметр трубопровода, мм

Re - число Рейнольдса.

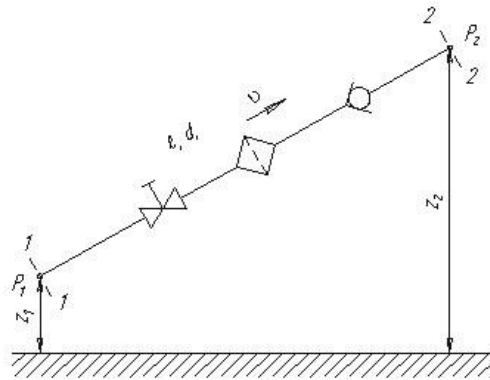


Рисунок 3.3 - Схема простого трубопровода

Скорость течения жидкости:

$$v = Q \cdot 10^2 / 6d^2 \pi / 4 \quad (3.2)$$

Q - расход жидкости через подшипник, л/мин

Находим размер диаметра трубопровода [9]:

$$Re = dQ \cdot 10^5 / 10 \cdot 6d^2 \pi / 4; \quad (3.3)$$

$$Re = Q \cdot 10^4 / 6d^2 \pi / 4; \quad (3.4)$$

$$2300 = 9,75 \cdot 10^4 / 6\pi / 4$$

$$d = 10,1 \cdot 10^4 / 6\pi / 4 \cdot 2300;$$

$$d = 12 \text{ мм.}$$

Скорость течения жидкости:

$$v = 9,75 \cdot 10^2 / 6 \cdot 9^2 \cdot \pi / 4 = 2,55 \text{ м/с.}$$

Проведем проверку:

$$\begin{aligned} Re &< Re_{\text{крит}} \\ Re &= v \cdot d \cdot 10^3 / \nu, \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$d = 12 \text{ мм.}$$

Диаметр трубопровода равен 12 мм.

Проверка трубопровода на прочность при гидравлическом ударе

Гидравлическим ударом (рисунок 3.5) называется резкое повышение или понижение давления в напорном трубопроводе, вызванное изменением во времени скорости движения жидкости, связанное с быстрым срабатыванием запорного устройства трубопровода.

Этот процесс является очень быстротечным и характеризуется чередованием резких повышений и понижений давления, которое связано с упругими деформациями жидкости и стенок трубопровода. Гидравлический удар чаще всего возникает при резком открытии или закрытии крана или другого устройства, управляемого потоком.

Гидравлический удар может привести к поломке и даже к разрушению элементов системы, вызвать разрыв трубопровода.

Величина скорости распространения волны (ударной) определяется по формуле Н.Б. Жуковского [9]:

$$a = \frac{\sqrt{E_{\text{ж}} / \rho}}{\sqrt{1 + \frac{E_{\text{ж}}}{E} \times \frac{d}{\delta_{\text{ст}}}}}; \text{ м/сек} \quad (3.6)$$

где $E_{\text{ж}} = 1,65 \cdot 10^9 \text{ Н/м}^2$ – объемный модуль упругости рабочей жидкости;

$\rho = 9,25 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$ – плотность рабочей жидкости;

$E = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$ – модуль упругости;

$d = 0,012 \text{ м}$ – диаметр трубопровода;

$\sigma_{\text{ст}} = 0,0032 \text{ м}$ – толщина стенок.

$$a = \frac{\sqrt{1,65 \times 10^9 / 9,25}}{\sqrt{1 + \frac{1,65}{2 \times 10^{11}} \times \frac{0,012}{0,0032}}} = 1141,7 \text{ м/сек.}$$

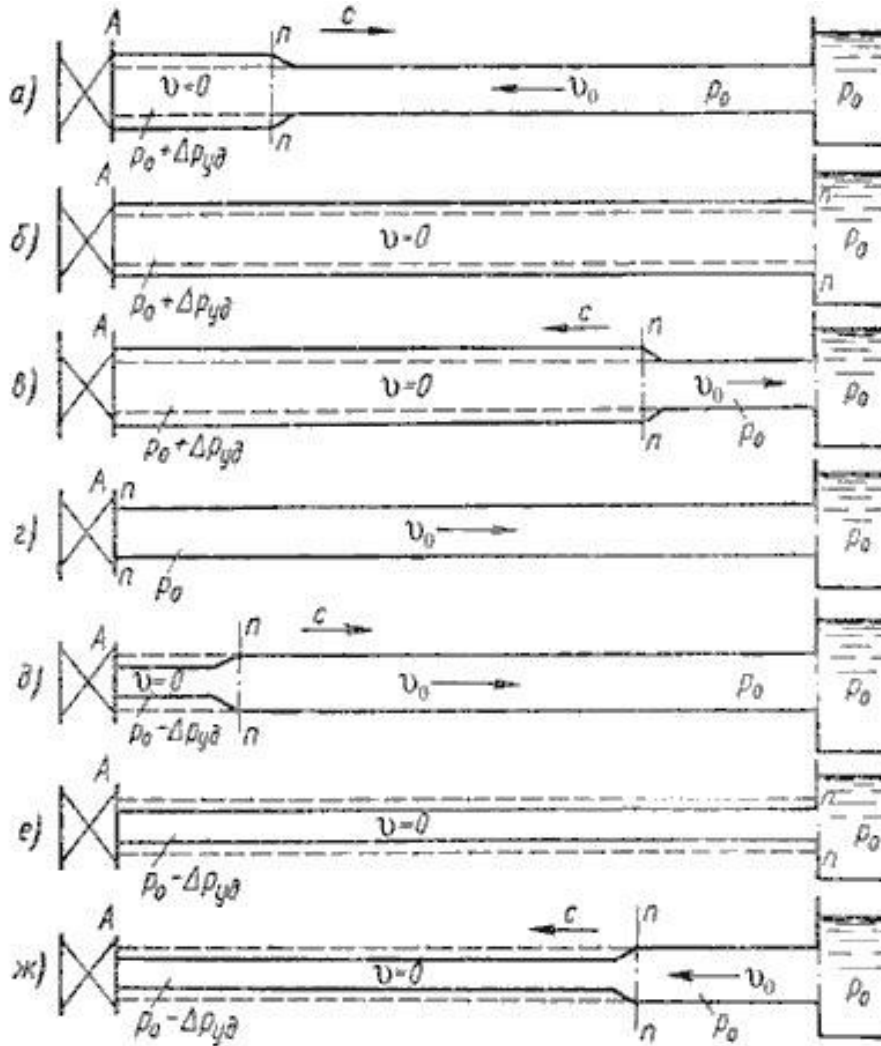


Рисунок 3.4 - Стадии гидравлического удара

Величина разрывающего напряжения на стенке трубопровода

$$\sigma = \frac{p_{\text{max}} \times d}{2 \times \delta_{\text{cm}}}; \text{ Н/мм}^2; \quad (3.7)$$

где $P_{\text{max}} = P_{\text{н}} = 20 \text{ МПа} = 20 \cdot 10^6 \text{ Н/мм}^2$

$$\sigma = \frac{20 \times 0,012}{2 \times 0,0032} = 37,5 \text{ Н/мм}^2.$$

Для безаварийной работы необходимо выполнение условия:

$$\sigma < \sigma_{\text{доп}};$$

где $\sigma_{доп} = 40$ МПа – допускаемое напряжение $37,5 \text{ МПа} < 40 \text{ МПа}$.

Условие выполняется.

Расчёт гидравлического привода насоса высокого давления

При решении этого вопроса надо учесть следующие обстоятельства. В открытой схеме всасывающая линия насоса и сливная – гидродвигателя разомкнуты между собой. Они сообщаются с гидробаком, давление на поверхности жидкости в котором – атмосферное. Наличие гидробака, содержащего запас жидкости, обеспечивает лучшие условия для отвода тепла из системы. Эта схема позволяет питать одним насосом несколько гидродвигателей. В целом, она проще закрытой. Однако, реверсирование насосом в этом случае осуществить нельзя – необходима установка гидрораспределителя. Разряжение во всасывающей линии насоса способствует возникновению кавитации и подсосу воздуха в систему. В закрытой схеме рабочая жидкость после гидродвигателя направляется непосредственно в насос. Таким образом основной контур циркуляции не связан с атмосферой, что защищает систему от загрязнений, например, при работе в запыленной среде. Кроме того наличие повышенного давления в низконапорной магистрали уменьшает возможность возникновения кавитации. В этой схеме реверсирование легко осуществляется регулируемым насосом. К недостаткам закрытой схемы следует отнести сложность охлаждения и необходимость установки дополнительного оборудования – системы подпитки – для компенсации утечки жидкости через неплотности во внешнюю среду.

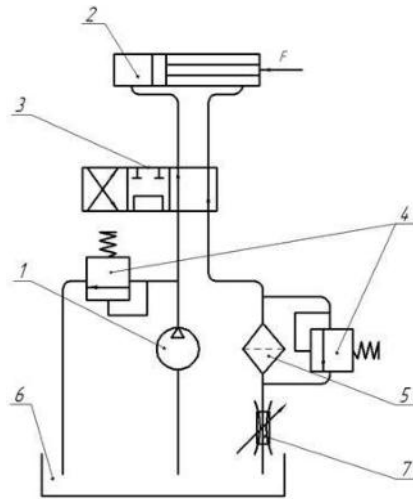


Рисунок 3.5 – Примерная схема гидропривода

1-Насос; 2-Гидроцилиндр; 3-Гидрораспределитель; 4-Переливной клапан; 5-Фильтр; 6-Бак; 7-Дроссель;

Исходные данные:

$P_{раб} = 20 \text{ МПа}$ - допустимое давление в исполнительном органе;

$F_{р.х.} = 100 \text{ кН}$ - усилие на штоке при рабочем ходе;

$l_{б.н.} = 500 \text{ мм}$ - перемещение;

$t_{б.н.} = 15 \text{ с}$ - время быстрого подъёма.

Рабочая жидкость водная эмульсия для гидравлических систем.

Скорость перемещения поршня [12]:

$$v_{б.н.} = \frac{l_{б.н.}}{t_{б.н.}}; \quad (3.8)$$

$$v_{б.н.} = \frac{0,500 \text{ м}}{15 \text{ с}} = 0,033 \text{ м/с}$$

Площадь поршня:

$$S_n = \frac{F_{р.х.}}{P_{раб}}; \quad (3.9)$$

$$S_n = \frac{100000 \text{ Н}}{20 \text{ Н/мм}^2} = 5000 \text{ мм}^2 = 0,005 \text{ м}^2$$

Диаметр поршня:

$$D_n = 2,5 \sqrt{\frac{S_n}{\pi}};$$

$$D_n = 2,5 \sqrt{\frac{5000 \text{ мм}^2}{3,14}} = 100 \text{ мм}$$

$$D_n = 100 \text{ мм}$$
(3.10)

Производительность насоса:

$$Q = \frac{g_{\text{о.п.}} \cdot \pi \cdot D_n^2}{4}$$

$$Q_{\text{нас}} = \frac{0,033 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3,14 \cdot (0,10 \text{ м})^2}{4} = 2,59 \times 10^{-4} \frac{\text{м}^3}{\text{сек}}$$
(3.11)

Путевые потери давления в трубопроводе:

$$\Delta P_{\text{пут.}} = \lambda \times \frac{l}{d} \times \rho \times \frac{g^2}{2};$$
(3.12)

где λ - коэффициент гидравлического трения;

$l = 0,4 \text{ м}$ - длина трубопровода;

$d = 0,012 \text{ м}$ - диаметр трубопровода;

$\rho = 925 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ - плотность рабочей жидкости;

g - средняя скорость жидкости в трубопроводе, $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2};$$
(3.13)

где $Q = 2,75 \times 10^{-4} \frac{\text{м}^3}{\text{сек}}$ - объёмный расход жидкости;

$$g = \frac{4 \times 2,75 \times 10^{-4}}{3,14 \times 0,012^2} = 0,32 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

Величина λ зависит от режима течения жидкости в трубопроводе.

Критерием режима течения является число Рейнольдса, R_e :

$$R_e = \frac{g \times d}{\nu};$$
(3.14)

где $\nu = 60 \times 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{сек}}$ - кинематический коэффициент вязкости для масла И-Г-А-

100;

$$R_e = \frac{0,32 \times 0,012}{60 \times 10^{-6}} = 640$$

При $0 \leq R_e \leq 2320$ режим течения ламинарный [12].

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{64}{R_e}; \\ \lambda &= \frac{64}{640} = 0,1 \\ \Delta P &= 0,1 \times \frac{4}{0,012} \times 925 \times \frac{0,32^2}{2} = 1,1 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Расчет компрессора

Компрессор - это машина, предназначенная для сжатия газов и паров. В процессе сжатия повышается давление газов.

Компрессоры классифицируют по максимальному конечному давлению и по объёмной подаче.

- $R_k \approx 0,1 \text{ МПа}$ – вентиляторы (перемещение газа)
- $R_k < 1 \text{ МПа}$ – компрессоры низкого давления

Многоступенчатые компрессоры:

- $R_k < 10 \text{ МПа}$ – компрессор среднего давления
- $R_k > 10 \text{ МПа}$ – компрессор большого давления

Определяем производительность компрессора по формуле , [9]

$$Q = (n - q - n) / 1000 \quad (3.16)$$

где Q -производительность компрессора, л/мин; n - обороты вала компрессора, мин^{-1} q - объёмная постоянная компрессора T -коэффициент полезного действия

$$Q = (1000 - 10 - 0,55) / 1000 = 5,5 \text{ л/мин}$$

Определяем мощность привода формуле , [9]

$$N = (P - Q) / 99,8 \text{ Н.36-450-по} \quad (3.17)$$

где $P = 490,5 \text{ кПа}$ - давление настройки предохранительного клапана $T = 0,85$ - полный КПД компрессора

$$N = (490,5 - 5,5) / 9,8 \text{ Н.36-450-0,85} = 0,49 \text{ кВт}$$

По расчетам выбираем электродвигатель 4А80А6УЗ ГОСТ 1952381.

Частота вращения -1000 об/мин; мощность -0,75 кВт.

Расчет предохранительного клапана. Ограждение площади сечения проходной щели находим по формуле , [9]

Находим перепад давления по формуле , [9]

$$\Delta P = V/2q - (Q/u - 7i - d - t)^2 - 98,1 \quad (3.18)$$

где Q-расход жидкости через клапан, см³/мин d=1,2 см - диаметр клапана
V=0,00085 кг/ см³ - удельная плотность жидкости и=0,52-^0,55 - коэффициент расхода t- ширина щели в сечении, см. Ширина щели для тарелки клапана определяется по формуле , [9]

$$t = h - S \sin \alpha,$$

где h-высота клапана, мм.

$$t = 10 - \sin 45^\circ = 7,07 \text{ мм}.$$

Подставляем все значения в формулу:

$$\Delta P = (0,00085/2 - 9,81)(-26,7/0,53 - 3,14 - 1,2 - 0,707)^2 - 98,1 = 0,015 \text{ кПа}$$

Давление, при котором клапан оторвется от своего седла, определяется условием равновесия формула , [9]

$$P_{кр} = P_n + \gamma_{кл}, \quad (3.19)$$

где P_n- давление в начале открытия клапана, кПа;

$$F_{кл} = P \cdot r = 3,14 \cdot 0,6 = 1,13 \text{ см}.$$

$$\text{Принимаем } P_{кр} = 490,5 \text{ кПа} = 0,490 \text{ Мпа}.$$

Зазор между витками при рабочей нагрузке $0,101 < S < 0,25t$

Зазор между витками S=0,25 мм; L=498,8мм; g=1560-10⁻³Н; Q=1,25 см³/мин.

Выбор и расчет на прочность шпоночного соединения. Угловая скорость вала находится по формуле , [9].

$$W = (7n - \pi)/30, \quad (3.20)$$

где n=1000, об/мин. $W = 3,14 - 1000/30 = 104,7 \text{ с}^{-1}$

Номинальный момент находится по формуле , [9]

$$M_{ном} = (N - 1000)/W \quad (3.21)$$

$$M_{ном} = 0.49 \cdot 1000 / 104.7 = 4.7 \text{ Н*м.}$$

Максимальный момент находится по формуле , [9]

$$M_{МК} = R \cdot M_{ном},$$

где R-коэффициент режима работы (R=2).

$$M_{мах} = 2 \cdot 4.7 = 9.4 \text{ Н*м.}$$

Для посадки шкива применяем призматическую шпонку с размерами 6х6х35 по ГОСТ 23360-78

Проверку шпонки на смятие ведем, по максимальному моменту и находим по формуле , [12]

$$T_{сМ} = 2M/d \cdot (h-t_i) - l_p < [T]_{сМ}, \quad (3.22)$$

где d-диаметр вала, мм; l_p -рабочая длина шпонки, мм; $l_p = L - b$, b=6мм-ширина; $l_p = 35 - 6 = 29$ мм;

$[τ]_{сМ}$ - допустимое напряжение смятию принимается по стальной ступице 100-200 Н/мм², по чугунной ступице 50-60 Н/мм².

$$[τ]_{сМ} = 2 \cdot 9400 / 18 \cdot (6 - 3.5) - 29 = 14.4 \text{ Н/мм}^2$$

Определение внутренних размеров топливопровода. Внутренний диаметр топливопровода определяется по формуле , [9]

$$d = 0.46 \cdot V \cdot Q / V, \quad (3.23)$$

где Q-расход нефтепродукта, л/мин; V-скорость движения жидкости, м/с

Скорость движения жидкости определяется по формуле , [9].

$$V = (0.1 - P) / 98.1,$$

$$\text{где } P = 245 \text{ кПа-рабочее давление. } V_H = 0.1 - 245 / 98.1 = 0.25 \text{ м/с}$$

-для нагнетательного трубопровода $V_{BC} = 0$, 1м/с-для всасывающего трубопровода;

$d_H = 0.46 \cdot V_H / 0.25 = 12$ мм-диаметр трубы нагнетания $d_{1H} = 19$ мм-диаметр трубы всасывания.

Расчет маслопроводов на давление определяется по формуле [9]:

$$P_H = (2000 \cdot S \cdot R) / d, \quad (3.24)$$

где S-номинальная толщина стенки, мм;

R- дополнительное напряжение, МПа (R=40% - сопротивление на разрыв стали)

$$R=(50-40/1000)*98,1=196,2 \text{ МПа}$$

$$P_H=(2000-1-196,2)/12=32700 \text{ МПа}$$

Расчетное давление маслопровода удовлетворяет норма

Определение внутренних размеров топливопровода. Внутренний диаметр топливопровода определяется по формуле , [9]

$$d=0.46*V*Q/V, \quad (3.25)$$

где Q-расход нефтепродукта, л/мин; V-скорость движения, м/с.

Скорость движения определяется по формуле , [9]

$$V=(0,1*P)/98.1,$$

где P=245 МПа-рабочее давление. $V_H=0,1 * 245/98.1=0,25 \text{ м/с}$ -для нагнетательного трубопровода $V_{BC}=0,1 \text{ м/с}$ -для всасывающего трубопровода
 $(1_H = 0.46 V * 1,74/0,25=12 \text{ мм}$ -диаметр трубы нагнетания $s_{1H}=19 \text{ мм}$ -диаметр трубы всасывания.

Расчет маслопроводов на давление определяется по формуле , [9]

$$P_H=(2000*S*R)/d, \quad (3.26)$$

где S-номинальная толщина стенки, мм;

R- дополнительное напряжение, МПа (R=40% - сопротивление на разрыв стали)

$$R=(50-40/1000)*98,1=196,2 \text{ МПа}$$

$$P_H=(2000*1*196,2)/12=32700 \text{ МПа}$$

Расчетное давление маслопровода удовлетворяет техническим нормам.

Остальные параметры и детали выбираются исходя из конструктивных соображений на основании ГОСТов и иных отраслевых стандартов.

3.3 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

3.3.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве

Безопасность жизнедеятельности в условиях производства - это система законодательных актов, социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических, организационных мероприятий обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Спецификой сельскохозяйственного производства является то, что здесь большинство технологических процессов выполняется механизированным способом, поэтому требуется строже соблюдать правила техники безопасности [10,11,13].

Широкая механизация и электрификация, а также химизация производственных процессов, большое разнообразие сложной, непрерывно обновляемой техники требуют от специалистов хозяйства всесторонних знаний по охране труда, позволяющих квалифицированно решать вопросы создания здоровых и безопасных условий для своих подчинённых и выработки у них прочных навыков безопасного выполнения работ.

3.3.2 Техника безопасности при работе на моечной установке

К работе на стенде могут быть допущены только лица, прошедшие инструктаж, усвоившие правила безопасности, получившие практические навыки безопасного ведения работ.

Приступая к самостоятельной работе на стенде, могут только лица, хорошо знакомые с их устройством, эксплуатацией и обслуживанием.

Приступая к выполнению работы, рабочий обязан:

- застегнуть одежду на все пуговицы, рубашку заправить в брюки, завязать рукава;
- подготовить рабочее место согласно требованиям безопасности;
- проверить исправность инструмента, приспособлений стенда;

- опробовать стенд на холостом ходу;
- проверить наличие и исправность ограждений и других защитных приспособлений.

Запрещается работать с неисправными инструментами и приспособлениями.

Во время работы стенда смазка и чистка его не разрешается.

Не разрешается сидеть, опираться на элементы стенда, трогать руками движущиеся части.

Не допускается попадание посторонних предметов в область между нажимным приспособлением и поворотной плитой.

При временной отлучке от стенда он должен быть остановлен, а электродвигатель должен быть выключен.

При всяких замеченных неисправностях в работе стенда он должен быть остановлен обслуживающим его работником. О замеченных неисправностях работник должен поставить в известность администрацию. Без разрешения администрации производить ремонт и исправления работнику не разрешается [13].

3.4 Физическая культура на производстве

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д [15].

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая

благоприятное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуя устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции [15,19].

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастике нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [19].

3.5 Экономическое обоснование конструкции

Определение себестоимости продукции

Себестоимость проектируемой конструкции – это сумма следующих затрат, сгруппированных по экономическому содержанию [3,5]:

$$C_{\text{кон}} = M_3 + Z_0 + C_0 + P_p \quad (3.27)$$

где: M_3 – материальные затраты, руб.;

Z_0 – затраты на оплату труда, руб.;

C_0 – отчисления на социальные нужды, руб.;

P_p – прочие общепроизводственные расходы.

Материальные затраты отражают стоимость изготовления и приобретения деталей:

$$M_3 = C_{PM} + C_{ПД} + C_{ОД} \quad (3.28)$$

где: C_{PM} – стоимость расходных материалов, руб.;

$C_{ПД}$ – стоимость покупных деталей, руб.;

$C_{ОД}$ – стоимость оригинальных деталей, руб.

Определяем стоимость расходных материалов:

Для изготовления станка для срезания фрикционных накладок с тормозных колодок нужны следующие материалы:

- стальной прокат толщиной 3 и 5 мм;
- уголок 32х32х4, 50х50х5;
- швеллер 5У.

Исходя из среднерыночной цены на эти материалы, получаем:

$$C_{PM} = 690 + 390 + 345 + 450 = 1875 \text{ руб.}$$

Принимаем примерно 1900 рублей.

Определяем стоимость покупных деталей:

$$C_{ПД} = C_B + C_{ЭЛ} + C_{ЭЛ.Д} + C_{РЕД} + C_{МУФ} \quad (3.29)$$

где: C_B – стоимость болтов, гаек, шайб, руб.;

$C_{ЭЛ}$ – стоимость сварочных электродов, руб.;

$C_{ЭЛ.Д}$ – стоимость электродвигателя, руб.;

$C_{РЕД}$ – стоимость редуктора, руб.;

$C_{МУФ}$ – стоимость муфты, руб.

Исходя из среднерыночной цены на покупные детали, получаем:

$$C_{ПД} = 100 + 50 + 3200 + 9500 + 90 = 12940 \text{ руб.}$$

Принимая во внимание неуказанные покупные детали, увеличиваем $C_{ПД}$ на 5%, тогда:

$$C_{ПД} = 12940 + (12940 \cdot 0,05) = 13587 \text{ руб.}$$

Принимаем $C_{ПД} = 13600$ руб.

Определяем стоимость изготовления оригинальных деталей [6]:

$$C_{\text{од}} = C_{\text{мз}} + C_{\text{зп}} \quad (3.30)$$

где: $C_{\text{мз}}$ – стоимость материалов заготовок, руб.;

$C_{\text{зп}}$ – зарплата рабочим на изготовление деталей, руб.

Учитывая то, что стоимость материала и покупных деталей на изготовление оригинальных деталей учитывалась выше, а часть материалов имеется на предприятии, принимаем $C_{\text{мз}} = 1000$ руб.

Для изготовления корпуса станка, поворотной плиты и нажимного приспособления применяются токарные, фрезерные, сверлильные и сварочные работы.

Фонд работы на станке $\Phi_{\text{рд,с}} = 159$ чел.-ч.

Оплата труда за один час работы составляет:

$$C_{\text{зпч}} = \frac{8000}{159} = 50,3 \text{ руб.}$$

Время, затраченное рабочими на изготовление деталей, и рамы составляет:

- токарь – 4 часа, плюс 2 часа на сверлильном станке;
- фрезеровщик – 4 часа;
- сварщик – 6 часов.

Общее время $t_0 = 4 + 2 + 4 + 6 = 16$ часов.

Стоимость работ составит:

$$C_{\text{зп}} = 50,3 \cdot 16 = 804,8 \approx 805 \text{ руб.}$$

Тогда: $C_{\text{од}} = 1000 + 805 = 1805$ руб.

$$M_3 = 1900 + 13600 + 1805 = 17305 \text{ руб.}$$

В затраты входят выплаты премий рабочим и специалистам за фактически выполненную работу, начисление исходя из тарифных ставок и должностных окладов.

Оплата станочных работ 805 руб., оплата слесаря за сборочные работы составит, при $\Phi_{\text{рв}} = 20$ чел.-ч. [3]:

$$O_{\text{сл}} = 20 \cdot 50,3 = 1006 \text{ руб.}$$

Всего оплата труда с учетом премии в размере 25% от основной заработной платы составит:

$$З_0 = 805 + 1006 + (805 + 1006) \cdot 0,25 = 2263 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды, установленные законодательством, составляют:

- органам государственного социального страхования – 4%;
- Пенсионный фонд – 28%;
- фонд Медицинского страхования – 3,6%;
- государственный фонд занятости – 0,7% от общих затрат на оплату труда работников.

Все отчисления составляют 36,3%

$$О_с = 2263 \cdot 0,363 = 821,5 \text{ руб.}$$

В состав прочих затрат входят налоговые сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды и платежи за сверхдопустимые выбросы загрязняющих веществ.

Прочие общепроизводственные затраты составляют 15% от суммы материальных затрат и затрат на оплату труда и социальные отчисления.

$$П_з = (17305 + 2263 + 821,5) \cdot 0,15 = 3058 \text{ руб.}$$

Тогда общая стоимость станка составит:

$$С_{ст} = 17305 + 2263 + 821,5 + 3058 = 23448 \text{ руб.}$$

Определение повышения производительности труда

Повышение производительности труда рассмотрим на примере мойки автомобилей.

Допустим, что на мойку слесарю понадобится 0,5 чел.-ч. вручную и 0,3 чел.-ч. на станке.

Производительность труда $П_T$ определяется по формуле:

$$П_T = \frac{1}{З_T} \quad (3.31)$$

где: $З_T$ – затраты труда на выполнение данных работ, чел.-ч./шт.

$$P_{CT} = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ шт./чел.} - \text{ч.}$$

$$P_{PT} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ шт./чел.} - \text{ч.}$$

Таким образом, относительное изменение производительности труда составит $\frac{3,3}{2} = 1,65$, то есть производительность труда с применением станка увеличится более чем в полтора раза.

Определение снижения трудоемкости

Трудоемкость – величина, обратная производительности, определяется соотношением [5]:

$$T_P = \frac{1}{P} \quad (3.32)$$

Тогда трудоемкость составит:

$$T_{P.C.} = \frac{1}{3,3} = 0,3 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

$$T_{P.P.} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

$$\frac{T_{P.P.}}{T_{P.C.}} = \frac{0,5}{0,3} = 1,66$$

То есть, можно сказать, что трудоемкость снижается в полтора раза.

Годовую экономию определяют по формуле [6]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.33)$$

где $(S' - S)$ – себестоимость РТО в хозяйстве и по проекту, руб./ед.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 86 \cdot 5 \cdot 120 = 43240 \text{ руб}$$

Определение экономического эффекта

Годовой экономический эффект от внедрения станка определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = (C_{\text{H}} - C_{\text{РЕМ}}) \cdot W_{\Gamma} \quad (3.34)$$

где: C_H – стоимость новой руковы, руб.;

$C_{РЕМ}$ – стоимость ремонта колодки, руб.;

$W_{Г}$ – годовой объем ремонта.

Рыночную стоимость новой рукав грузового автомобиля примем равной 200 руб. Стоимость ремонта определяется в зависимости от затрат труда на ее восстановление по формуле:

$$C_{РЕМ} = T_{P.C.} \cdot C_{ч} + C_{П.Н.} \quad (3.35)$$

где: $C_{П.Н.}$ – стоимость накладки, руб.

$$C_{РЕМ} = 0,3 \cdot 50,3 + 55 = 70 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{Г} = (200 - 70) \cdot 240 = 32500 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект можно увеличить за счет приема заказов от других предприятий, расположенных в близлежащих районах, а также предприятий, поставляющих детали на ремонт большими партиями.

Определение окупаемости станда

Срок окупаемости определяется отношением капитальных вложений для внедрения предлагаемого станка к годовой экономии предприятия [3]:

$$T_{OK} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_{Г}}, \text{ лет} \quad (3.36)$$

$$T_{OK} = \frac{23448}{32500} = 0,85 \text{ года}$$

Таким образом, станок для срезания тормозных накладок, изготовленный на оборудовании пункта ТО из имеющихся материалов, окупит себя через $0,75 \approx 1$ год.

Срок окупаемости может уменьшиться, если, как указано выше, принимать заказы на ремонт колодок от других предприятий.

ВЫВОДЫ

Результаты выпускной квалификационной работы заключаются в следующем:

Проведен расчет основных параметров зоны текущего ремонта, осуществлен подбор ремонтного оборудования.

Проведен технологический процесс текущего ремонта автомобилей. Разработана моечная установка для грузового транспорта. С помощью установки на предприятиях можно снизить затраты труда на моечные работы слесарем, тем самым облегчить проведение данной операции и повысить механизация труда.

В рамках ВКР проведен анализ и разработаны мероприятия по вопросам обеспечения жизнедеятельности на производстве, на предлагаемом устройстве и в чрезвычайных ситуациях.

Дана технико-экономическая оценка предложенных мероприятий и внедрение стенда в производство. Годовой экономический эффект составил 32500 рублей, срок окупаемости 0,85.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2011. – 326 с.
2. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2012. – 206 с.
3. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 2011. – 246 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2011. – Т. 2. – 1086 с.
5. Барашков И.В. Организация технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей в автотранспортных предприятиях [Текст] / И.В. Барашков, В.Д. Чепурный. - М.: МАДИ, 2010. - 110с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Грибков В.М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст] / В.М. Грибков, П.А. Карпенкин. – М.: Россельхозиздат, 2015. – 225 с.
8. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 2013. – 340 с.
9. Ерохин М.Н. Детали машин и основы конструирования / А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «Колос», 2014. – 463 с.
10. Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канарев. – М.: Агропромиздат, 2011. – 359 с.
11. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 2008.
12. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.

13. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2014.- 336 с.
14. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 2016. – 280 с.
15. Основы теории и методики физического воспитания: учебное пособие / Отв. ред. Г.В. Валеева. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016.
16. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2015. – 192 с.
17. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2015. – 540 с.
18. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2015. - 380 с.
19. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2014.- 432 с.
20. Хафизов К.А. Выпускная квалификационная работа / Хафизов К.А. Хафизов Р.Н. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – 280 с.
21. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2012. – 256 с.
22. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2015. – 335 с.