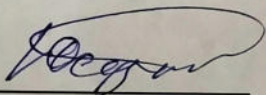


Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль: «Технический сервис в АПК»
Кафедра: «Тракторы, автомобили и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

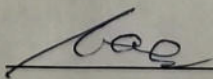
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание степени «бакалавр»

Тема: «Проект пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой конструкции моечной установки»

Шифр ВКР.35.03.06.125.20.МУ .00.00.00 ПЗ

Студент	<u>Б262-09у группа</u>	 подпись	<u>Юсупзянов А.И.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>профессор</u>	 подпись	<u>Хафизов К.А.</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 52 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 5 рисунков, 5 таблиц, спецификаций. Список использованной литературы содержит 22 наименования.

В первом разделе приведен технологический процесс текущего ремонта коробки переменных передач автомобиля КаМАЗ, а также произведен патентный поиск существующих конструкций.

Во втором разделе произведено проектирование пункта ТО грузовых автомобилей, а также расчет и выбор основного производственного оборудования для пункта.

В третьем разделе разработана моечная установка для деталей КПП 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 52 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 5 figures, 5 tables, and specifications. The list of references contains 22 names.

The first section shows the technological process of the current repair of the variable transmission of the KAMAZ car, as well as a patent search for existing designs.

In the second section, the design of the truck MAINTENANCE point was performed, as well as the calculation and selection of the main production equipment for the point.

In the third section, a washing machine is developed for the parts of the cargo transport checkpoint. 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 Разработка технологической карты разборки КПП.....	10
1.3 Определение норм времени на разборку КПП при ТР.....	12
1.4 Анализ существующих конструкций моечных установок	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Обоснование производственной программы участка.....	17
2.2 Расчет численности производственных рабочих	22
2.3 Подбор основного технологического оборудования.....	22
2.4 Расчет производственных площадей участка.....	24
2.5 Выбор подъемно-транспортного оборудования.....	24
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ. . .	25
3.1 Принцип действия разрабатываемой моечной установки.....	25
3.2 Конструктивные расчеты стенда.....	28
3.3 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....	38
3.3.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	38
3.3.2 Техника безопасности при работе на моечной установке.....	38
3.4 Физическая культура на производстве.....	39
3.6 Экономическое обоснование конструкции.....	40
ВЫВОДЫ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	47
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	49

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 деталей КПП грузового транспорта. На мой взгляд у чистых деталей визуально можно определить дефекты. Это приведет к большей производительности труда.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Обоснование необходимости разработки технологического процесса

Последовательность разборки-сборки агрегатов на 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-регулирующего; 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.

Прежде чем составить маршрутную карту необходимо привести рациональную схему сборки.

Процесс сборки показываем на структурной схеме в виде прямых линий, к которым в соответствующих местах примыкают прямоугольники, обозначающие детали или узлы.

Прямоугольники разделены на три части, в которых указывают наименование, номер по каталогу и число деталей или узлов.

1.2 Разработка технологической карты разборки КПП

Постовая технологическая карта текущего ремонта представляет собой описание разборки сборки автомобиля с целью замены конкретного агрегата,

узла или детали. Работа выполняется на определенном месте или нескольких, технологически связанных между собой рабочих местах. Последовательность монтажа-демонтажа элементов при выполнении конкретной работы текущего ремонта (ТР) жестко регламентирована конструкцией автомобиля. Поэтому типовая постовая технологическая карта ТР, как правило, жестко регламентирует последовательность выполнения операций /2/.

В состав общей информации о ТП включаются следующие данные:

- наименование технологической карты;
- общая трудоемкость;
- количество, профессия и квалификация исполнителя.

Технологическая карта содержит следующие графы:

- номер выполняемой работы;
- наименование и содержание работы;
- количество мест воздействия;
- место выполнения работы;
- приборы, инструмент, приспособления;
- технические требования.

Номер выполняемой работы — в зависимости от вида представляемого процесса. Порядковый номер либо является, либо не является символом жесткой последовательности выполнения работ.

Наименование и содержание работы. Как правило, описываемый технологический процесс представляет собой цепочку работ, конкретизируемых на уровне технологических переходов.

Таким образом, технологический переход является самым мелким звеном технологической карты, а его описание содержится в графе «Наименование и содержание работы».

Количество мест воздействия. Наименование мест воздействия обязательно приводятся в содержании работ, а в этой графе конкретизируется их количество.

Место выполнения работ. В графе указываются все места расположения исполнителя работ в рамках описываемого перехода.

Приборы, инструмент, приспособления. В графе приводятся наименования применяемых в процессе реализации технологического перехода приборов, инструментов, приспособлений.

Технические требования. В графе указываются монтажные и регулировочные параметры, моменты затяжки и контролируемые зазоры, посадки, рекомендуемые горюче-смазочные и другие материалы, требования техники безопасности и пр.

В тех случаях, когда объем текстовой части в рамках отдельного перехода в графах «Наименование и содержание работы» и «Технические требования» достаточно велик или имеется дополнительная информация, этот текст выделяется в виде примечаний и в целях компактного изложения материала расписывается по всей ширине технологической карты.

Последовательность (алгоритм) разработки технологического процесса следующий:

- изучается конструкция изделия,
- составляется план проведения работ,
- определяется последовательность выполнения операций и переходов,
- устанавливается темп (такт) выполнения работ,
- определяются нормы времени на выполнение каждой операции,
- выбираются оборудование, исполнители, приспособления и инструмент,
- оформляется технологическая документация.

1.3 Определение норм времени на разборку КПП при ТР

Продолжительность выполнения работ технологического процесса называют нормой времени. Техническая норма времени – это регламентированное время выполнения технологической операции в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

В общем случае норма времени рассчитывается по следующей формуле:

$$T_H = T_O + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (1.1)$$

где T_H - норма времени, мин (часто ее называют штучно-калькуляционным временем);

T_O - основное время, мин;

$T_{всп}$ - вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ - дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

$T_{шт}$ – штучное время, мин;

$n_{шт}$ - количество деталей в партии, шт.

Основным при разборке и сборке называют время, в течение которого происходит изменение взаимного расположения узлов и деталей в результате разборочно-сборочных работ, а также регулировка, проверка и испытание собранных узлов и агрегатов.

Вспомогательным называют время, затрачиваемое на различные вспомогательные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. К вспомогательным действиям следует относить: установку, выверку, крепление и снятие ремонтируемых узлов и агрегатов; настройка оборудования на определенные технологические режимы; управление стендом и другим оборудованием; перестановка инструмента (смена головок) и др.

Дополнительное время складывается из времени организационно-технического обслуживания рабочего места (регулировку и подналадку оборудования в процессе работы; смазку стенда; раскладку и уборку инструмента), времени перерывов на отдых, естественные надобности и производственную гимнастику.

Подготовительно-заключительным называют время, затрачиваемое рабочим на подготовку к определенной работе и выполнения действий,

связанных с ее окончанием. Подготовительно-заключительное время включает следующие работы: получение задания, наряда, инструмента; ознакомление с работой, чертежами (образцом), технологическим процессом, а если его нет — продумывание технологии выполнения работы; инструктаж, получение приспособлений, материала; подготовка рабочего места; наладка или переналадка оборудования, инструмента и приспособлений для выполнения заданной работы; сдача готовых агрегатов; сдача инструмента и уборка рабочего места.

Норма времени для автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания автомобилей определяется аналитически-исследовательским, аналитически-расчетным и укрупненно-комплексным методами.

Первый метод основан на данных, полученных при помощи фотографии рабочего дня (или хронометража) на рабочем месте, второй — на расчетных данных с учетом производительности оборудования. Данное нормирование основано на использовании операционных карт на типовые операции, ранее пронормированные расчетами и хронометражем с последующим корректированием применительно к новой конструкции изделия.

Так как снятие коробки передач — процесс сложный и расчету норм времени не поддается, то время засекают хронометражом или принимают из сборника норм времени. В трудоемкости операций, которые указаны в сборнике норм времени приводится штучно-калькуляционное время, которое включает и штучное, и подготовительно-заключительное время $T_{шк} = 2,3$ чел.-ч.

1.4 Анализ существующих конструкций моечных установок

Струйные моечные установки.

В качестве примера рассмотрим конструкцию стационарной автоматической установки модели М-129 для мойки деталей грузовых автомобилей.

Установка 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.

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 деталей легковых автомобилей модели М-130 является типичной для оборудования этого типа. Данная установка применима для мойки всех типов эксплуатируемого легкового подвижного состава.

Моечная установка 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.

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.

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 Обоснование производственной программы участка

Для обоснования производственной программы участка ремонта агрегатов необходимо найти следующие показатели: годовую трудоемкость ТО-2 и текущего ремонта, выделение трудоемкости участка, штат участка, площади производственные участка.

Необходимо рассчитать трудоемкость текущего ремонта автомобилей по формуле

$$t_{\text{тр}} = t_{\text{тр.н.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{тр.н.}}$ – нормативная трудоемкость на 1000 км пробега базовой модели автомобиля, чел.-ч.;

K_1 – коэффициент учитывающий условия эксплуатации;

K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от марки подвижного состава;

K_3 – коэффициент учитывающий природно-климатические условия;

K_4 – коэффициент учитывающий пробег с начала эксплуатации;

K_5 – коэффициент учитывающий количество обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на предприятии;

Годовую производственную программу текущего ремонта по каждой группе машин определяем по формуле

$$T_{\text{тр}} = L_{\text{г}} \cdot t_{\text{тр}} \cdot A_{\text{и}} / 1000, \quad (2.2)$$

где $L_{\text{г}}$ – годовой пробег автомобилей, км;

$A_{\text{и}}$ – средне–списочное число автомобилей, шт.

Данные для расчета производственной программы УПАТП – 1 на 2008 год приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Данные для расчета производственной программы

Марка автомобиля	Количество, шт.	Среднегодовой пробег	$t_{тр.н.}$	$t_{то2.н.}$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
КАМАЗ-55111	33	32540	8,5	14,5	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
КАМАЗ-55102	6	48200	8,5	14,5	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
КАМАЗ-5320	12	54200	8,5	14,5	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1
КАМАЗ-5410	18	53800	8,5	14,5	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1
КРАЗ-256Б	4	20510	6,2	14,5	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
КРАЗ-6510	9	29520	6,2	14,7	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
МАЗ-5551	1	35800	8,5	14,5	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
МАЗ-МЗКТ-65158	1	16900	5,8	14,7	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1
ЗИЛ-431410	2	43200	4,0	10,6	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1
ЗИЛ-133	1	1325	4,0	10,6	1,1	1,15	1,1	1,2	1,1

Рассчитываем скорректированное значение трудоемкости технического обслуживания №2 для автомобиля КАМАЗ-55111, чел.-ч

$$t_{то2} = t_{то2.н.} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.3)$$

$$t_{то2} = 14,5 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 18,3 \text{ чел.-ч.}$$

Для расчета годовой трудоемкости ТО-2 необходимо определить число технических обслуживаний за год

$$N_{ТО-2Г} = L_{ср.г} / L_2, \quad (2.4)$$

где $L_{ср.г.}$ – среднегодовой пробег автомобиля данной марки;

L_2 – периодичность ТО-2 для группы автомобилей. Для грузовых автомобилей выпуска после 1972 года нормативная периодичность ТО-2 равна 12000 км.

$$L_2 = L_{2.н.} \cdot K_1 \cdot K_3. \quad (2.5)$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 11880 \text{ км.}$$

$$N_{ТО-2Г} = 32540 / 11880 = 3 \text{ раза.}$$

Годовая трудоемкость ТО-2 равна

$$T_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2Г}} \cdot t_{\text{ТО-2}} \cdot A_{\text{у.}} \quad (2.6)$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 3 \cdot 18,3 \cdot 33 = 1742,4 \text{ чел.-ч}$$

Рассчитываем скорректированное значение трудоемкости текущего ремонта для автомобиля КАМАЗ-5320

$$t_{\text{тр}} = 8,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 13,6 \text{ чел.-ч.}$$

Рассчитываем годовую трудоемкость текущего ремонта всех автомобилей КАМАЗ-5320:

$$T_{\text{тр}} = 54200 \cdot 12 \cdot 13,6 / 1000 = 8845,4 \text{ чел.-ч.}$$

Результаты вычислений по другим маркам подвижного состава приведены в таблице 2.2.

Находим суммарную трудоемкость технического обслуживания №2 за год.

$$T_{\text{ТО-2.}} = \sum T_{\text{ТО-2}}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 4082,2 \text{ чел.-ч}$$

Находим суммарную трудоемкость текущего ремонта за год

$$T_{\text{тр.г.}} = \sum T_{\text{тр.п.}} \quad (2.8)$$

$$T_{\text{тр.г}} = 36449,4 \text{ чел.-ч}$$

Находим трудоемкость вспомогательных работ, проводимых в ремонтной зоне УПАТП-1

$$T_{\text{всп}} = (\sum T_{\text{тр}} + \sum T_{\text{ТО-2}}) \cdot K_{\text{всп}}, \quad (2.9)$$

где $K_{\text{всп}}$ - коэффициент учета вспомогательных работ. Для УПАТП - 4

$$K_{\text{всп}} = 0,2$$

$$T_{\text{всп}} = (36449 + 4082,2) \cdot 0,2 = 8106,32 \text{ чел.-ч}$$

Находим общую годовую трудоемкость работ

$$T_{\text{Г}} = \sum T_{\text{тр}} + \sum T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{всп}}; \quad (2.10)$$

$$T_{\text{Г}} = 36449 + 4082 + 8106 = 48637 \text{ чел.-ч.}$$

Таблица 2.2 Результаты вычислений трудоемкости

Марка автомобиля	Количе ство, шт.	t _{тр} , чел.-ч	T _{тр} чел.-ч	t _{то-2} , чел.-ч	T _{то-2} чел.-ч
КАМАЗ-55111	33	15,6	16751,5	18,3	1742,4
КАМАЗ-55102	6	15,6	4511,5	18,3	422,4
КАМАЗ-5320	12	13,6	8845,4	15,6	957,6
КАМАЗ-5410	18	14,9	14429,2	17,6	316,8
КРАЗ-256Б	4	15,6	1279,8	18,3	133,4
КРАЗ-6510	9	15,6	4144,6	18,6	334,8
МАЗ-5551	1	15,6	558,5	18,3	50,1
МАЗ-МЗКТ- 65158	1	15,6	236,6	18,6	18,6
ЗИЛ-133	1	6,1	8,1	13,4	13,4
ЗИЛ-431410	2	5,4	86,4	11,7	93,3
Всего	77	133,6	36449,4	168,7	4082,2

Из полученного значения трудоемкости необходимо выделить агрегатные работы.

$$T_{\text{агр}} = K_{\text{агр}} \cdot (\sum T_{\text{тр}} + 0,3 \cdot \sum T_{\text{то-2}}) \cdot (1 + K_{\text{всп}}) \quad (2.11)$$

где $K_{\text{агр}}$ – доля агрегатных работ в трудоемкости ТР, $K_{\text{агр}} = 0,217$ /4/

0,3 – 30% сопутствующего ТР при проведении ТО-2.

$$T_{\text{агр}} = 0,217 \cdot (36449 + 0,3 \cdot 4082) \cdot (1 + 0,2) = 9550 \text{ чел.-ч.}$$

В соответствии с примерным распределением трудоемкости текущего ремонта автомобилей семейства КамАЗ по агрегатам, системам и узлам в процентах от общей трудоемкости находим трудоемкость ремонта каждой группы агрегатов и узлов автомобиля $T_{\text{агр } i}$ и вносим в таблицу 2.3. Для разрабатываемого агрегатного участка исключаем ремонт таких узлов и агрегатов как двигатель, колеса и шины, электрооборудование, кабина, платформа и рама. Ремонт этих узлов будет проводиться в других участках.

Таблица 2.3 Распределение работ по агрегатам

Агрегаты, системы, узлы	%	$T_{\text{агр. i}}, \text{ чел.-ч.}$	$T_{\text{уч}}, \text{ чел.-ч.}$
Двигатель, включая системы питания, охлаждения, смазки и выпуска газов	37,9	3619	—
Сцепление	2	191	191
Коробка передач	0,9	86	86
Карданные валы	0,6	57	57
Ведущие мосты, ступицы	3,6	344	344
Передняя ось	0,2	19	19
Подвеска	3	286	286
Колеса и шины	8,8	840	—
рулевое управление	2,8	267	267
Тормоза	12	1146	1146
Электрооборудование	7,9	754	—
Кабина	7,8	745	—
Платформа, рама	12,5	1194	—
Всего	100	9550	2397

В итоге получаем трудоемкость агрегатного участка $T_{\text{уч}} = 2397 \text{ ч.-ч.}$

Выбор режима работы ремонтной мастерской и расчет фондов времени

Предприятия осуществляет свою деятельность 365 дней в году без выходных. В выходные дни отдыхает только администрация.

Ремонтная зона работает 6 дней в неделю. Каждый участок и зона имеют свой график и режим работы.

В этом случае номинальный фонд времени участка

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) \cdot T_{\text{см}} - (2D_{\text{пв}} + D_{\text{пп}}), \quad (2.12)$$

где $D_{\text{к}} = 365$ – количество календарных дней;

$D_{\text{в}} = 52$ – количество выходных дней;

$D_{\text{п}} = 15$ – количество праздничных дней;

$D_{\text{пп}} = 15$ – количество предпраздничных дней;

$D_{\text{пв}} = 52$ – количество предвыходных дней;

$T_{\text{см}} = 7$ часов – продолжительность смены.

$$\Phi_{\text{н}} = (365 - 52 - 15) \cdot 7 - (2 \cdot 52 + 5) = 1977 \text{ часа}$$

2.2 Расчет численности производственных рабочих

Рассчитываем технологически необходимое (явочное) число рабочих

$$P_T = T_{\text{уч}} / \Phi_H ; \quad (2.13)$$

$$P_T = 2397 / 1977 = 1,2 \text{ чел.}, \text{ примем } P_T = 1 \text{ чел.}$$

Рассчитываем штатное (списочное) число рабочих

$$P_{\text{ш}} = T_{\text{уч}} / \Phi_{\text{д}}, \quad (2.14)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд времени одного производственного рабочего.

$$\Phi_{\text{д}} = \eta \cdot \Phi_H \quad (2.15)$$

где η - коэффициент использования рабочего времени, $\eta = 0,9$

$$\Phi_{\text{д}} = 0,9 \cdot 1977 = 1779 \text{ ч}$$

$$P_{\text{ш}} = T_{\text{уч}} / \Phi_{\text{рм}}, \quad (2.16)$$

$$P_{\text{ш}} = 2397 / 1779 = 1,4 \text{ чел.}, \text{ примем } P_{\text{ш}} = 2 \text{ чел.}$$

2.3 Подбор основного технологического оборудования

Так как расчетное технологически необходимое число рабочих составило 1,2 чел нетрудно предположить без расчетов, что расчетное число каждого оборудования для ремонта принятых агрегатов при этой же общей трудоемкости будет меньше одного, так как общая трудоемкость участка будет распределена по агрегатам в соответствии с таблицей 2.3.

Поэтому оборудование принимаем в соответствии с необходимостью в технологическом процессе ремонта принятых агрегатов.

Все принятое оборудование приводим в таблице 2.4.

Таблица 2.4 Ведомость оборудования агрегатного участка

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во	Марка	Габариты, мм		Площадь, м ²		Мощн. эл.дв., кВт
				длина	ширина	ед.	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка для мойки агрегатов	1	Собств. изгот.	1000	1000	1,00	1,00	1
2	Электроталь	1	ТЭ-05	350	350			0,6
3	Монтажный стол	2	ОРГ-5109	1250	750	0,94	1,88	

Продолжение таблицы 2.4

4	Ларь для обтирочного материала	1	ОРГ-5133	1000	500	0,50	0,50	
5	Инструментальный шкаф	2	ОРГ-5147	600	400	0,24	0,48	
6	Верстак	2	ОРГ-1468-01-060А	1200	800	0,96	1,92	
7	Стеллаж	2	ОРГ-1468-05-230А	1400	500	0,70	1,40	
8	Консольно-поворотный кран	1		500	500	0,25	0,25	0,6
9	Тележка	1		1000	600	0,60	0,60	
10	Компрессор передвижной	1	С-412М	750	400	0,30	0,30	2,2
11	Приспособление для выпрессовки шкворней автомобилей и автобусов	1	П-5	1400	700	0,98	0,98	3
12	Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей КамАЗ	1	Р-620	850	700	0,60	0,60	руч
13	Стенд для разборки и сборки КПП автомобилей	1	Р-201	720	830	0,60	0,60	руч
14	Стенд для разборки, сборки и регулировки сцеплений	1	Р-724	580	490	0,28	0,28	пневм
15	Установка для расточки тормозных барабанов и обточки накладок	1	Р-185	920	900	0,83	0,83	2,2
16	Пресс для клепки фрикционных накладок и дисков сцепления	1	Р-335	420	430	0,18	0,18	пневм
17	Пресс	1	Р-338	470	200	0,09	0,09	наст, руч
18	Станок точильно-шлифовальный	1	ОШ-1	420	535	0,22	0,22	3
19	Установка сверлильная	1	Р-175	710	390	0,28	0,28	0,75
					Всего		12,39	13,35

2.4 Расчет производственных площадей участка

Площадь участков находим по формуле

$$F_{\text{уч.}} = F_{\text{об.}} \cdot \sigma, \quad (2.17)$$

где $F_{\text{об.}}$ – площадь оборудования, м^2 (см. таблицу 2.4);

σ - коэффициент, учитывающий проходы (таблица 46/2/).

$$F_{\text{уч.}} = 12,39 \cdot 4 = 49,5 \text{ м}^2$$

Общая компоновка участка

Ширину участка принимаем $B=6\text{м.}$

При этом расчетная длина цеха

$$L = F_{\text{расч.}}/B = 12,39/6 = 8,3 \text{ м.} \quad (2.18)$$

принимаем $L = 8 \text{ м.}$

Принятая площадь составит

$$F_{\text{прин}} = L \cdot B = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м.}$$

Погрешность в % составляет

$$\Delta = (F_{\text{прин}} - F_{\text{расч.}})/F_{\text{прин}} \cdot 100 \quad (2.19)$$

$$\Delta = 48 - 49,5/48 \cdot 100 = 3,2 \text{ \%}.$$

Допустимое расхождение составляет 15%.

2.5 Выбор подъемно-транспортного оборудования

Принятое подъемно-транспортное оборудование рассмотрим по ходу технологического процесса.

Для заноса агрегатов в участок используем монорельсу с электроталью. Снятые узлы и детали по постам с помощью тележки. Агрегаты с помощью консольно-поворотного крана устанавливают на стенды и монтажные столы.

Таблица 2.5 Подъемно-транспортное оборудование

№	Наименование подъемно-транспортного оборудования	Марка	Кол-во
1	Электроталь	ТЭ-05	1
2	Кран-балка	ГОСТ-7890-88	1
3	Консольно-поворотный кран		1
4	Тележка		1

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Принцип действия разрабатываемой моечной установки

Моечная установка состоит из следующих узлов (рисунок 3.1). На раме 9, выполненной из уголков, установлен бак 6. Бак имеет дно с уклоном, обеспечивающим стекание загрязнений к шлюзу 13. На баке имеется два смотровых окошка, позволяющих наблюдать за заполнением бака тяжелыми загрязнениями, толщиной слоя нефтепродуктов и уровнем моющей жидкости. Сбоку имеется сливной кран 4 для слива накопившихся нефтепродуктов. Внутри бака имеется три наклонных разделительных листа, которые не позволяют интенсивно перемешиваться жидкости при мойке.

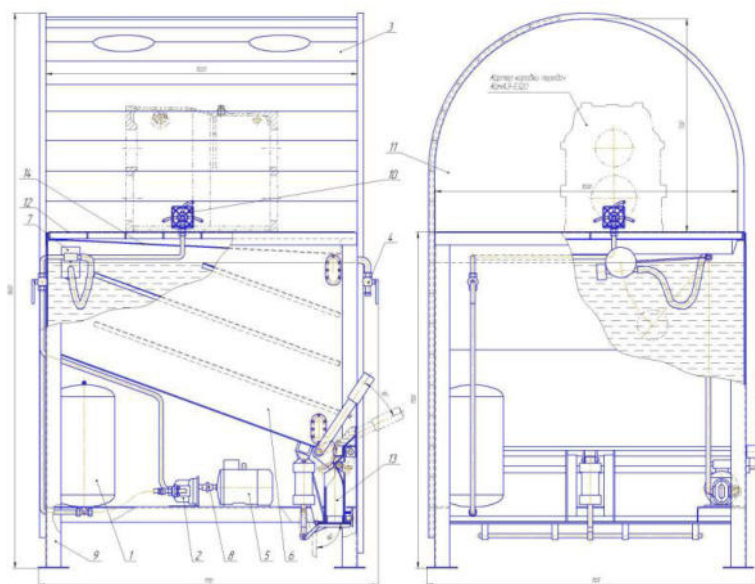


Рисунок 3.1 - Моечная установка

Сверху бак накрывается сливным поддоном 14, позволяющим убрать загрязненную жидкость подальше от места забора жидкости. Использованная жидкость широкой короткой струей вливается в бак минимально возмущая жидкость в баке.

На поддон установлен стол 12, выполненный из перфорированного отверстиями листа с приваренными ребрами жесткости.

Под баком на продольных уголках рамы установлены электродвигатель 5, вращающий вал насоса 2 через муфту 8, сам насос 2, к одной из ножек рамы прикреплен ресивер 1, позволяющий:

- аккумулировать давление в системе;
- экономно расходовать электроэнергию и бережно эксплуатировать электропривод (без частых кратковременных включений);
- выравнивать давление в системе.

В баке установлен водозаборник 7, имеющий рычажно подвешенный поплавок, на котором закреплен сетчатый фильтр, соединенный через гибкий шланг с трубопроводом системы.

На столе через быстроразъемное соединение установлен распылитель 10 для мойки закрытых полостей картеров без участия человека. Распылитель представляет собой разветвитель, к которому присоединены со всех сторон 5 отрезков гибких шлангов с наконечниками, и припаянные друг к другу и к разветвителю кольца, ограничивающие хаотическое движение шлангов от реактивной силы разбрызгиваемой жидкости. Это необходимо для того, чтобы охватить зоной распыления все пространство внутри, например, картера коробки передач.

Для предотвращения разбрызгивания предусмотрена камера, выполненная из боковых стенок 11, по направляющим которых перемещаются роллеты (от рольставней). В роллеты вставлены окошки для наблюдения за процессом, отверстия с рукавами для ручной мойки пистолетом, подсоединяемым вместо распылителя 10 через гибкий шланг.

Шлюз 13 состоит из стенок 2 и 3, внутри которых имеется резиновый рукав 8. В стенках имеется прорезь для зажимных валов, приваренных к сегментам 19.

Сегменты посажены на валы 23 шпоночным соединением и входят в зацепление друг с другом. На конце одного вала имеется ручка 6. Валы крепятся к основанию 1 втулками 20, являющимися подшипниками скольжения.

К основанию 1 приварен упор 16 из швеллера, на котором находится пневмоцилиндр, штоком соединенный через штангу 21 с крышкой 4.

Крышка имеет уплотнитель 12 и в закрытом положении фиксируется двумя защелками 17 с пружинами 22.

Нижняя часть установки закрыта щитами, закрепляемыми на раме, на чертежах они не показаны.

Устройство работает следующим образом.

Электродвигатель 5 насосом 2 всасывает моющую жидкость через водозаборник 7 и нагнетает в ресивер 1. При достижении определенного давления автоматика через датчик давления выключает электродвигатель. Моющая жидкость при открытии крана подачи от ресивера подается на распылитель 10 и разбрызгивается через наконечники.

Использованная жидкость стекает со стола 12 на поддон 14 и по нему в правую сторону бака. В баке тяжелые частицы оседают на дно и стекаются к шлюзу. Поверхность оседания увеличена успокоителями. Для лучшего осаждения в моющую жидкость добавляются реактивы-коагулянты, которые схватывают мелкие частицы загрязнений в хлопья и ускоренно осаждают. Скопившиеся загрязнения сбрасываются через шлюз.

Нефтепродукты, плотность которых ниже плотности воды, всплывают вверх и периодически сливаются через кран 4.

Шлюз работает следующим образом. При работе установки объем бака герметизирует крышка 4, закрытая защелками 17. При этом объем шлюза заполняется загрязнениями, зажимные валы раздвинуты.

Для сброса загрязнений поворотом ручки через сегменты 19 сводятся зажимные валы и, проходя в прорези стенок 2 и 3, защемляют резиновый рукав 8, при этом разъединяя объемы бака и шлюза. Ручка 6 фиксируется в этом положении штырем на раме. Нажатием на верхние концы защелок освобождается крышка 4 и открывается пневмоцилиндром. Загрязнения вываливаются на поставленный поддон, крышка и ее проем вытираются, пневмоцилиндром крышка закрывается и фиксируется защелками. Ручка

освобождается от фиксатора на раме и раздвигаются зажимные валки, рукав распрямляется в исходное положение.

3.2 Конструктивные расчеты стенда

Расчет трубопровода

Для упрощения расчета представим всю нашу систему в виде простого трубопровода (рисунок 3.2) 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,

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

d - внутренний диаметр трубопровода, мм

Re - число Рейнольдса.

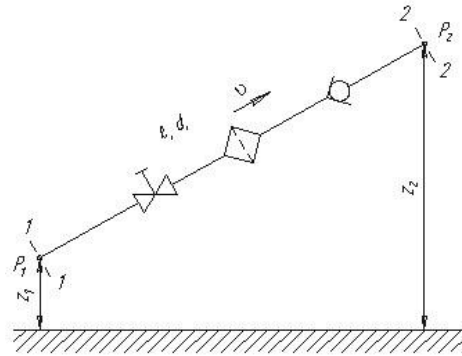


Рисунок 3.2 - Схема простого трубопровода

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:

$$Re < Re_{\text{крит}}$$

$$Re = v \cdot d \cdot 10^3 / V, \quad (3.5)$$

$$d = 12 \text{ мм.}$$

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]:

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

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

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

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

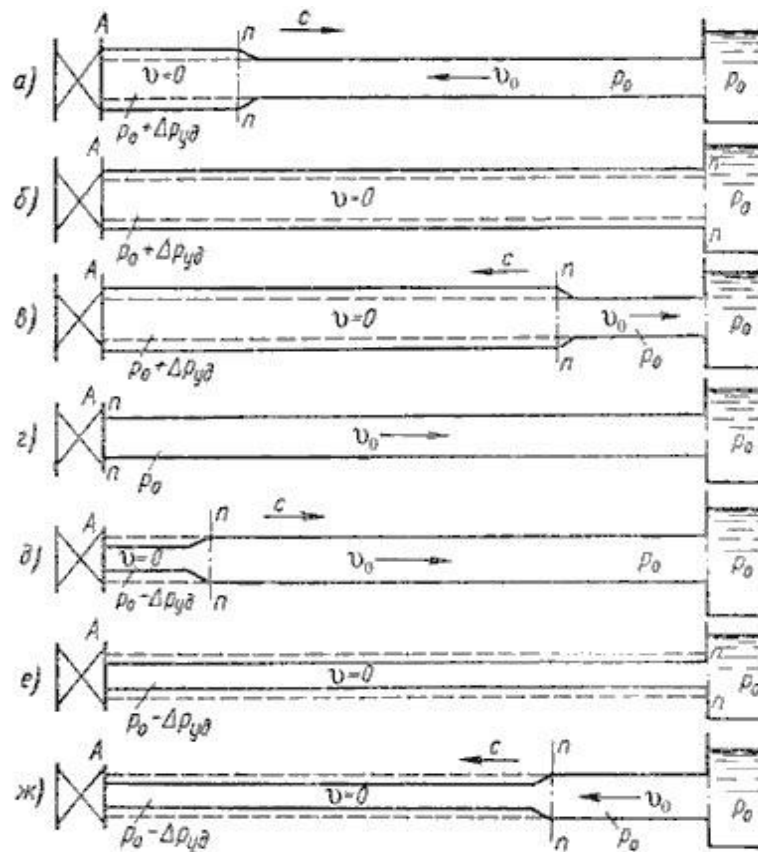


Рисунок 3.3 - Стадии гидравлического удара

Величина разрывающего напряжения на стенке трубопровода

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

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

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

Для безаварийной работы необходимо выполнение условия:

$$\sigma < \sigma_{\text{доп}};$$

где $\sigma_{\text{доп}} = 40 \text{ МПа}$ – 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 подосу 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.

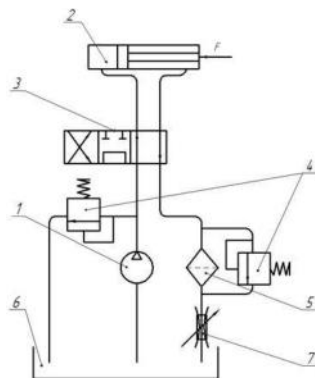


Рисунок 3.4 – Примерная схема гидропривода

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;

$l_{\delta.n.} = 500 \text{ мм}$ - перемещение;

$t_{\delta.n.} = 15 \text{ с}$ - время быстрого подъёма.

Рабочая жидкость водная эмульсия для гидравлических систем.

Скорость перемещения поршня [12]:

$$\begin{aligned} g_{\delta.n.} &= \frac{l_{\delta.n.}}{t_{\delta.n.}}; \\ g_{\delta.n.} &= \frac{0,500 \text{ м}}{15 \text{ с}} = 0,033 \text{ м/с} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Площадь поршня:

$$\begin{aligned} S_n &= \frac{F_{p.x.}}{P_{раб}}; \\ S_n &= \frac{100000 \text{ Н}}{20 \text{ Н/мм}^2} = 5000 \text{ мм}^2 = 0,005 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (3.9)$$

Диаметр поршня:

$$\begin{aligned} D_n &= 2,5 \sqrt{\frac{S_n}{\pi}}; \\ D_n &= 2,5 \sqrt{\frac{5000 \text{ мм}^2}{3,14}} = 100 \text{ мм} \\ D_n &= 100 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Производительность насоса:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{g_{\delta.n.} \cdot \pi \cdot D_n^2}{4} \\ Q_{нас} &= \frac{0,033 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3,14 \cdot (0,10 \text{ м})^2}{4} = 2,59 \times 10^{-4} \frac{\text{м}^3}{\text{сек}} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Путевые потери давления в трубопроводе:

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

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, $\frac{м}{сек}$.

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

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

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

Величина λ зависит от режима течения жидкости в трубопроводе.

Критерием режима течения является число Рейнольдса, R_e :

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

где $\nu = 60 \times 10^{-6} \frac{м^2}{сек}$ - 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].

$$\lambda = \frac{64}{R_e};$$

$$\lambda = \frac{64}{640} = 0,1 \quad (3.15)$$

$$\Delta P = 0,1 \times \frac{4}{0,012} \times 925 \times \frac{0,32^2}{2} = 1,1 МПа$$

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.

- $R_k \approx 0,1 МПа$ – вентиляторы (перемещение газа)

- $R_k < 1 МПа$ – компрессоры низкого давления

Многоступенчатые компрессоры:

- $R_k < 10 МПа$ – компрессор среднего давления

- $P_k > 10 \text{ МПа}$ – 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 - объемная постоянная компрессора T -коэффициент полезного действия

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

Определяем мощность привода формуле , [9]

$$N = (P - Q) / 99,8 \cdot H,36 - 450 - n_0 \quad (3.17)$$

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

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

По расчетам выбираем электродвигатель 4А80А6У3 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 $d = 1,2 \text{ см}$ - диаметр клапана $V = 0,00085 \text{ кг/ см}^3$ - удельная плотность жидкости $u = 0,52 - 0,55$ - 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]

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

где P_n - давление в начале открытия клапана, кПа;

$$F_{кл} = P \cdot r = 3.14 \cdot 0.6 = 1.13 \text{ см.}$$

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 $S = 0,25 \text{ мм}$; $L = 498,8 \text{ мм}$; $g = 1560 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$; $0 = 1,25 \text{ см}^3/\text{мин}$.

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

Номинальный момент находится по формуле, [9]

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

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

Максимальный момент находится по формуле, [9]

$$M_{МК} = R \cdot M_{ном},$$

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

$$M_{мах} = 2 \cdot 4.7 = 9,4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Для посадки шкива применяем призматическую шпонку с размерами $6 \times 6 \times 35$ 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; $l_p = L - b$, $b = 6 \text{ мм}$ - ширина; $l_p = 35 - 6 = 29 \text{ мм}$;

$[\tau]_{сМ}$ - допустимое напряжение смятию принимается по стальной ступице $100 - 200 \text{ Н/мм}^2$, по чугунной ступице $50 - 60 \text{ Н/мм}^2$.

$$[\tau]_{сМ} = 2 \cdot 9400/18 \cdot (6 - 3,5) - 29 = 14,4 \text{ Н/мм}^2$$

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].

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

где $P = 245 \text{ кПа}$ - рабочее давление. $V_n = 0,1 - 245/98.1 = 0,25 \text{ м/с}$

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

$1_n = 0.46 \cdot V \sim 1,74/0,25 = 12$ мм-диаметр трубы нагнетания $s_{1n} = 19$ 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)

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

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

Расчетное давление маслопровода удовлетворяет норма

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

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

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

Скорость движения определяется по формуле , [9]

$$V = (0,1 \cdot P) / 98.1,$$

где $P=245$ МПа-рабочее давление. $V_H = 0,1 \cdot 245 / 98.1 = 0,25$ м/с-для нагнетательного трубопровода $V_{BC}=0$, 1м/с-для всасывающего трубопровода

$(1_n = 0.46 \cdot V \sim 1,74/0,25 = 12$ мм-диаметр трубы нагнетания $s_{1n} = 19$ мм-диаметр трубы всасывания.

Расчет маслопроводов на давление определяется по формуле , [9]

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

где S -номинальная толщина стенки, мм;

R - дополнительное напряжение, Мпа ($R=40\%$ - сопротивление на разрыв стали)

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

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

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 установке 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.;

Пр – 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 станда, 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:

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

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.

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

$$\mathcal{E}_{Г} = (200 - 70) \cdot 240 = 38500 \text{ руб.}$$

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]:

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

$$T_{OK} = \frac{23448}{38500} = 0,6 \text{ года}$$

Таким образом, станок для срезания тормозных накладок, изготовленный на оборудовании пункта ТО из имеющихся материалов, окупит себя через $0,6 \approx 1$ 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 пункта технического обслуживания, осуществлен подбор ремонтного оборудования.

Проведен технологический процесс разборки КПП грузового автомобиля КаМАЗ. Разработана моечная установка для деталей КПП 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 38500 рублей, срок окупаемости 0,6.

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.