

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Кафедра «Технический сервис»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема: Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой универсальной моечной установки

Шифр ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ

Выпускник	<u>гр.3352с</u>	_____	<u>Д.А. Агачев</u>
	группа	подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	_____	<u>М.Н. Калимуллин</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ )

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	_____	<u>Н.Р. Адигамов</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

**Казань – 2017 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра «Технический сервис»

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедры «Технический сервис»

Н.Р. Адигамов / \_\_\_\_\_ /

«16» декабря 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Агачеву Д.А.

Тема работы Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой универсальной моечной установки

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.02.2017

3. Исходные данные к работе Годовые отчеты, производственно-финансовый план, материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.)

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ технического обслуживания и конструкций моечных установок

2. Проектирование технического обслуживания тракторов

3. Конструкторская разработка универсальной моечной установки

5. Перечень графических материалов

6. Дата выдачи задания «16» декабря 2016 г.

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ технического обслуживания и конструкций моечных установок	09.01.2017	
2	Технологическая часть	20.01.2017	
3	Конструкторская разработка	27.01.2017	
4	Безопасность жизнедеятельности	31.01.2017	
5	Экономическое обоснование	03.02.2017	

Студент-выпускник \_\_\_\_\_ (Агачев Д.А.)

Руководитель работы \_\_\_\_\_ (Калимуллин М.Н.)

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе студента группы 3352с Агачева Д.А. на тему: «Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой универсальной моечной установки»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 56 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1. Из них 2 листа относятся к конструктивной части.

Пояснительная записка состоит из введения, пяти разделов, заключения и содержит 1 рисунок, 4 таблицы. Список используемой литературы включает 16 наименований.

В первом разделе представлен анализ технического обслуживания и конструкций моечных установок.

Во втором разделе, на основании данных из первого раздела, производится проектирование технического обслуживания тракторов.

В третьем разделе разработана конструкция универсальной моечной установки. Приведены необходимые конструктивные и прочностные расчёты. Также в этом разделе спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности. Перечислены требования безопасности перед началом работы, во время работы и по завершении работы. Раздел завершается экономическим обоснованием проектируемой конструкции. Подсчитан экономический эффект от внедрения устройства и срок окупаемости капиталовложений.

Пояснительную записку завершает заключение по выпускной квалификационной работе, список использованной литературы и спецификация.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ МОЕЧНЫХ УСТАНОВО.....	8
1.1 Анализ технического обслуживания.....	8
1.2 Анализ конструкций моечных установок.....	10
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ.....	16
2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка..	20
2.2 Экспресс-метод расчета потребности тракторов.....	22
2.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и сельскохозяйственных машин.....	23
2.4 Расчет и планирование технического сервиса.....	25
3 РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ.....	38
3.1 Техническое описание конструкции универсальной моечной установки.....	38
3.2 Техника безопасности при эксплуатации установки.....	40
3.3 Расчет элементов конструкции на прочность.....	40
3.4 Разработка инструкции по безопасности труда мастера при работе с универсальной моечной установки.....	47
3.5 Экономическое обоснование конструкции.....	49

	6
ВЫВОДЫ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	55
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт настолько прочно вошёл во все отрасли народного хозяйства, что нормальная жизнедеятельность страны не представляется возможной без его участия. Кроме того, автомобиль теперь стал реальным и необходимым социальным фактором, который сливается в ритм современной жизни.

Одной из основных проблем в работе автомобильного парка является дальнейшее развитие организации ТО и ТР автомобилей с целью повышения их эффективности и в то же время снижение эксплуатационных расходов. Актуальность этой проблемы подтверждается тем фактом, что техническое обслуживание автомобиля тратится гораздо больше труда и денег, чем на его производство.

Каждый год конструкция автомобиля становится более сложным, в результате происходит повышение требований к качеству их обслуживания и ремонта. Для удовлетворения этих требований современные СТО должны иметь оборудование и обученный персонал. Кроме того, чтобы выжить в конкурентной среде, должны быть обеспечены не только качество ремонта и качества обслуживания, которая должна быть проведена соответствующая работа с клиентами.

В области технической эксплуатации автомобилей начинают применяться различные экономико-математические методы анализа, планирования и проектирования. Создание новых видов технологического оборудования, что позволяет механизировать, а в некоторых случаях и автоматизировать трудоемкий процесс технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Разработка современных форм управления производством, которые предназначены для использования компьютеров с дальнейшим переходом на автоматизированные системы управления.

Важнейшей задачей в экономике любой страны является организация технического обслуживания и ремонта. Этой актуальной теме и посвящается

выпускная

квалификационная

8  
работа.

# 1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК

## 1.1 Анализ технического обслуживания

Модель 44084 - это комбинированная установка для слива отработанного моторного масла как самотеком в сливную воронку, так и откачки масла из картера двигателя.



Рисунок 1.1 – Установка слива масла модели 44084

Основные особенности:

- Регулировка по высоте сливной воронки;
- ”Волнорезная” решетка, установленная в сливной воронке для предотвращения разбрызгивания;
- Рабочий бак с технологией “защита от сколов”, что сохраняет вид в течении длительного времени;
- Система слива масла из бака в другую емкость через шланг при подключении пневмолинии;
- Индикатор уровня масла в баке;
- Откачка отработавшего масла из картера двигателя через отверстие для штатного масляного щупа;
- Возможность автономной работы.

Комплектация:

- 6 щупов (трубок с наконечником): два щупа (гибкий и металлический)  
диам. 5мм, длина –700мм

- 2 щупа диам. 6мм, длина 700мм;

- гибкий щуп диам. 7мм, длина 1000мм;

- гибкий щуп диам. 8мм, длина 700мм.

Опции:

- переходники для Volkswagen, BMW, Citroen.

- специальные щупы увеличенной длины (до 1500 мм - для тяжелых грузовиков), увеличенного диаметра (12мм),

-специальные переходники для лодочных моторов

Таблица 1.1 - Характеристики установки для слива масла Ecodora:

Емкость бака, л	80
МАХ объем слива, л	62
Емкость предкамеры, л	-
Объем воронки для слива, л	16
Скорость откачки, л/мин	1,5-2
МАХ давление для слива масла из бака , бар.	0.5
Давление для откачки масла, бар	7
МАХ температура отработанного масла, С°	70-80
Масса, кг	38

Ямная установка для слива отработанного масла служит для сбора масла путем естественного слива из мотора, коробки передач и дифференциала всех автомобилей, расположенных на яме. Ванна оборудована волнорезной решеткой, предотвращающей разбрызгивание жидкости, а так же служащей как опора для сливания масла с фильтров.

Тележечные площадки для перемещения ванны, регулируемы. Ванна емкостью 65 л оборудована боковым съемным транспортером масла.

Мобильная установка для сбора отработанного масла путем слива в подъемную ванну или отбора через специальные щупы.



Рисунок 1.2 – Установка для слива Ecodora

Таблица 1.2 - Характеристики установки для слива Ecodora:

Вместимость, л	65
Выпускное отверстие, " Г	1
Габаритные размеры, мм	580*660*500
Масса, кг	27,1

Особенности:

- Быстрое и легкое удаление отработанного масла из двигателей и КПП под действием разрежения;
- Подъемная ванна Ø470 мм для слива масла самотеком;
- Установка в смотровой яме, под подъемником или на полу;
- Стеклопанель предкамера для определения качества и количества заменяемого масла;
- Комплект зондов различного диаметра для удаления масла из двигателя;
- Ускоренный слив масла из емкости для временного хранения под действием сжатого воздуха.



Рисунок 1.3 – Подкатная ванна для слива масла SAMOA

Таблица 1.3 - Характеристика подкатной ванны для слива масла SAMOA

Мобильная установка для сбора отработанного масла путем слива в подъемную ванну или отбора через специальные щупы.

Особенности:

- Быстрое и легкое удаление отработанного масла из двигателей и КПП под действием разрежения;
- Подъемная ванна Ш470 мм для слива масла самотеком;
- Установка в смотровой яме, под подъемником или на полу;
- Стеклопанельная предкамера для определения качества и количества заменяемого масла;
- Комплект зондов различного диаметра для удаления масла из двигателя;
- Ускоренный слив масла из емкости для временного хранения под действием сжатого воздуха.

Производитель: TROMMELBERG

Артикул: UZM80

Стандартная комплектация:

- маслосборный бак в сборе (80 л) - 1 шт;
- стеклопанельная предкамера с вакуумметром в сборе
- маслосборная ванна - 1 шт;
- комплект шлангов для удаления/откачки масла - 1 шт;
- зонды для отбора масла с разъемами – 6 шт.



Рисунок 1.4 – Установка для слива масла TROMMELBERG

Таблица 1.4 – Техническая характеристика установки для слива масла trommelberg

Параметры	Значения
Емкость бака, л	80
Емкость стеклянной предкамеры,	10
Емкость ванны, л	13
Рабочее давление воздуха, бар	8-10 (для слива масла)
Расход воздуха (при давлении 8 бар), л/мин	200
Зонды:	
Ш6 мм х 60 см (с медной трубкой)	1 шт
Ш4 мм х 60 см (с медной трубкой)	1 шт
Ш6 мм х 65 см (с ПВХ шлангом)	1 шт
Ш4 мм х 65 см (с ПВХ шлангом)	1 шт
Ш6 мм х 75 см (с ПВХ шлангом)	1 шт
Ш4 мм х 75 см (с ПВХ шлангом)	1 шт

## 1.2 Анализ конструкций моечных установок

Мойка кузова автомобиля осуществляется:

- Аппаратом высокого давления с подачей холодной воды без намыливания;
- Аппаратом высокого давления с подачей холодной воды с намыливанием;
- Аппаратом высокого давления с подачей горячей воды и парообразованием.

Чтобы оценить предстоящую работу, следует провести визуальную диагностику на возможные загрязнения. Эта проверка предоставляет выбор для использования нужного варианта обработки автомобиля.

Вариант мойки кузова грязной машины отличается от варианта мойки кузова пыльной машины, а также класс автомобиля влияет на выбор варианта мойки.

Шампунями и очистителями обрабатывается загрязненная поверхность автомобиля, т.е. для мойки пыльного автомобиля необходим другой вариант отличный от варианта мойки грязного автомобиля.

Чтобы оценить предстоящую работу, следует провести визуальную диагностику на возможные загрязнения и неполадки в машине. При этом проверяются:

1. Состояние лаковой поверхности:

Дёготь, ржавчина, следы от ударов, вымыта ли машина

2. Двигатель и двигательный отсек::

восковые загрязнения или пыль

3. Колесные диски:

диски стальные или из легких металлов

4. Салон:

Коврики, обивка сидений, приборная панель, потолок, обивка дверей, дверные шарниры ж соединения.

Несильные повреждения лака, как например, сколы от ударов камней, можно удалить при предпродажной подготовке или самостоятельно.

Сильные повреждения лака, а также не окрашенные и не выправленные поверхности кузова следует устранить до обработки.

1. Подготовка

Вытащить коврики из салона и багажника, а также запасное колесо и инструменты. В случае необходимости снять колесные колпаки. Перед чисткой двигательного отсека вытащить масляные бирки и другие предметы подобного рода из него и не забыть вернуть их после мойки. Закрывать

пластиковыми накладками детали, боящиеся воды - зажигание всасывающие штуцера воздушного фильтра, блок включения фар (реле) в зависимости от типа автомобиля.

## 2. Предварительная обработка двигателя и двигательного отсека:

При помощи распылителя нанести SONAX Motor- und KaltReiniger на двигатель и двигательный отсек. При этом производить обработку сзади вперед и снизу вверх. В конце распылить средство на внутреннюю сторону капота снизу вверх. Сильные загрязнения вычищаются широкой кисточкой.

## 3. Дверные шарниры петли багажника обрабатываются средствами:

SONAX Motor und KaltReiniger- очиститель мотора от накипи

SONAX Brack- Pumpzerstraber- ручной распылитель

Открыть двери и багажник автомобиля. Распылить очиститель мотора от накипи на дверные шарниры, края, порожки, а также петли багажника. Сильно загрязненные места вычистить губкой или кисточкой.

Дверные замки также могут быть обработаны этим средством.

## 4. Фартук автомобиля впереди очищается средствами:

SONAX Motor und KaltReiniger- очиститель мотора от накипи

SONAX Brack- Pumpzerstraber- ручной распылитель

Загрязненный насекомыми фартук обработать очистителем мотора от накипи и оставить, не смывая до обработки аппаратом высокого давления.

## 5. Очистить колесные диски

Диски стальные и из легких металлов обработать специальным шампунем и вручную очистить губкой или кисточкой (в зависимости от загрязнения), Если стальные диски загрязнены очень сильно, используйте чистящую подушечку. Оставить до обработки аппаратом высокого давления.

## 6. Обработка аппаратами высокого давления

Оптимальная температура работы аппарата высокого давления должна составлять около 30 градусов, а максимальное давление не превышать 60 бар - при этом достаточно чистой воды без химических добавок.

Начало мойки автомобиля спереди под фартуком. Когда подойдете к

двигательному отсеку, аппарат как раз достигнет своей оптимальной температуры. В двигательном отсеке мойка достигнет большей эффективности, если начинать в нижней, задней области и продвигаться наверх сзади вперед, Кожух двигателя очищается снизу вверх.

Теперь надо работать против часовой стрелки; сторона водителя, область колес и диски впереди, промывать сильной струёй дверные проемы, колеса и диски сзади. Открыть дверь водителя, промыть дверные шарниры и края.

При открытой передней двери промыть задние дверные шарниры. Закройте дверь водителя. Откройте заднюю дверь и промойте дверные шарниры и края, закройте дверь. Промыть лаковую поверхность.

Промыть петли багажника, не открывая его, а затем заднюю часть. Промойте сторону пассажира, область колес сзади с дисками, дверные проемы. Передняя область колес с диском. При открытой двери пассажира спереди промойте шарниры передней двери, а затем задней. Закройте дверь пассажира. Откройте заднюю дверь. Промойте шарниры и края дверей. Закройте дверь. Промойте лаковую поверхность, включая внешнее зеркало.

Затем промыть колесные колпаки, инструменты, запасное колесо и резиновые коврики. Первая обработка аппаратом высокого давления закончена.

Технологический процесс мойки автомобиля моющими средствами.

GlfflizShampo- шампунь

Motor- imd KaltReiniger - очиститель мотора от накипи

Brack- Pumpzerstraubер - ручной распылитель

InsektenSchwamm - губка от насекомых

AutoSchwamm - губка

AutoPflegeTuch - салфетка для ухода за автомобилем

Растворить шампунь в воде и тщательно вымыть машину губкой против часовой стрелки.

При сильных загрязнениях использовать очиститель мотора. В конце

промойте машину чистой водой.

Последовательность мойки: Начало впереди

Капот - бампер - фартук

Крыло - арка колеса - диски

Лобовое стекло - крыша Дверь водителя и шарниры

Задняя дверь и шарниры

Заднее крыло, арка колеса и диски

Крышка багажника и петли

Область номерного знака бампер и задний фартук, и т. Д.

Чистка деталей из хрома

Putzkissen - чистящая подушечка

Детали из хрома вычистить подушечкой. Эту процедуру следует выполнять одновременно с мойкой автомобиля, чтобы эти детали промылись при заключительном этапе мойки

Удаление ржавчины.

FlugrostEntferner - удалитель ржавчины

Drack-Pumpzerstauber - ручной распылитель

AutoSchwamm - губка

Если обнаружили ржавчину и индустриальную пыль, распылите удалитель ржавчины в концентрированном виде и разотрите губкой. Оставьте примерно на 5-10 минут (не более). В конце промойте чистой водой. При необходимости повторите процедуру.

Окончание влажной обработки.

Вытереть досуха салфеткой лаковую поверхность, петли багажника, края двери и багажника. Двигатель, двигательный отсек, трамблёр, блоки реле, свечи зажигания обязательно высушить напором воздуха от компрессора.

Внешняя обработка автомобиля

Диски и покрышки

Стальные диски

FelgeLack Metallic - лак для дисков, металлик

FleckEntfemer - пятновыводитель

Felgenspritzschablone - набор защитных колец на диски

Heifiluftfon - фен с горячим воздухом

При необходимости отшлифуйте стальные диски 120-ой наждачной бумагой, а затем протрите пятновыводителем. Закройте резиновые вентили, установите защитные кольца на диски и распылите тонким слоем на весь диск лак.

Перед второй лакировкой диска машину прокатить вперед или назад на полоборота диска.

Диски лучше лакировать, когда они теплые. Особенно зимой. Для этого используйте фен.

Шины

GnmmiPfleger - средство по уходу за кожей

Drack-Pumpzerstauber -ручной распылитель

AutoSchwamm - губка

На шины равномерно распылить средство по уходу за кожей, затем растереть

Перед обработкой лаковой поверхности обработать пластиковые детали при помощи TiefenPfleger - средство по уходу за пластиковыми деталями. Тогда возможные следы от политуры будет легче удалить.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ

При помощи первичных данных определяются следующие показатели:

1) Количество тракторов (эталонных) на тысячу гектар пашни определяется по следующему выражению:

$$n_{эм} = \sum X_э / F_n, \quad (2.1)$$

где  $\sum X_э = \sum X \cdot W_э$  - число тракторов эталонных, эт.ед;

$X$  - число тракторов физических, ед;

$F_n$  - общая площадь обрабатываемой земли,

$W_э$  - значение часовой эталонной выработки.

$$\begin{aligned} \sum X_э &= \sum X \cdot W_э = X_{ДТ-75} \cdot W_э + X_{МТЗ-80} \cdot W_э + X_{МТЗ-82} \cdot W_э + X_{Т-70С} \cdot W_э + X_{МТЗ-1221} \cdot W_э + \\ &+ X_{К-701} \cdot W_э = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,73 + 2 \cdot 0,74 + 2 \cdot 0,45 + 1 \cdot 1,3 + 1 \cdot 2,7 = 2 + 1,4 + 1,4 + 0,8 + 1,3 + \\ &+ 2,7 = 9,6. \end{aligned}$$

$$n_{эм} = 9,6 / 2,5 = 3,8.$$

2) Значение площади обрабатываемой пашни, которая приходится на один эталонный трактор определяется по формуле:

$$F_{эм} = F_n / \sum X_э. \quad (2.2)$$

$$F_{эм} = 2565 / 9,6 = 267 га.$$

3). Значение энерговооруженности труда определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_H = \sum N_e / \sum n, \quad (2.3)$$

где  $\mathcal{E}_H$  - значение суммарной мощности трактора, комбайна, автомобиля, кВт;

$\sum n$  - количество работников, которые заняты в производстве.

$$\mathcal{E}_H = \frac{1216,7}{430} = 2,8 кВт / чел.$$

4) Значение энергонасыщенности вычисляется по выражению:

$$\mathcal{E}_F = \sum N_e / F_n \quad (2.4)$$

$$\mathcal{E}_F = 1318 / 2565 = 0,5 \text{ кВт} / \text{га}.$$

5) Значение балансовой стоимости тракторов на тысячу гектар пашни определяется по формуле:

$$B_{\text{ТП}} = 1000 \cdot \sum B_T / F_n, \quad (2.5)$$

где  $B_T$  - суммарная балансовая стоимость тракторов в хозяйстве, руб;

$$B_T = 2480000 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{ТП}} = 1000 \cdot 2480000 / 2565 = 966861 \text{ руб} / 1000 \text{ га}.$$

6) Значение балансовой стоимости сельскохозяйственных машин на тысячу гектар пашни вычисляется по формуле:

$$B_{\text{МП}} = 1000 \sum B_M / F_n, \quad (2.6)$$

где  $B_M$  - значение суммарной балансовой стоимости сельскохозяйственных машин в хозяйстве, руб.

$$B_M = 8150800 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{МП}} = 1000 \cdot 8150800 / 2565 = 3177699 \text{ руб} / 1000 \text{ га}.$$

Далее рассчитываются значения показателей по использованию технических возможностей трактора:

1) Значение годовой загрузки тракторов (по нормо-сменам) по различным маркам определяется по выражению:

$$T_T = \sum N_{CM} / \sum X_i, \quad (2.7)$$

где  $\sum N_{CM}$  - значение суммарного числа нормо-смен, которые выполняются трактором определенной марки в год, нормо-смен;

$\sum X_i$  - число тракторов  $i$ -ой марки в хозяйстве, ед.

$$T_T = 2705 / 10 = 270 \text{ нормо-смен}.$$

2) Значение суммарного годового объема механизированных работ, которые выполняются тракторами определенной марки находится по формуле:

$$\Omega_{\text{ЭТ.ГЛ.}} = N_{CM} \cdot W_{CM.Э}, \quad (2.8)$$

$$N_{CM} = \Omega_{\Phi} / W_{CM}. \quad (2.9)$$

где  $\Omega_\phi$  - значение объема работ, га,

$W_{CM}$  - значение сменной нормы выработки, га/смена;

$W_{CMЭ} = W_\varepsilon \cdot T_{CM}$  - значение эталонной сменной выработки, эт.га/смена;

$T_{CM}$  - значение продолжительности смены, ч.

$N_{CM} = 2566 / 42 = 62$  *нормо – смен.*

$\Omega_{ЭТ.ГА} = 62 \cdot 12,6 = 769$  *эт / га.*

3) Значение суммарного годового объема механизированных работ, которые выполняются всеми тракторами, вычисляется по выражению:

$$\sum \Omega_{ЭТ.ГА} = \sum N_{iCM} \cdot W_{iCM.Э} \quad (2.10)$$

$$\sum \Omega_{ЭТ.ГА} = 6229 \text{ эт.га.}$$

4) Значение среднесменной выработки на 1 трактор физический или условий каждой марки определяется по формуле:

$$W_{CM.Ф} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum N_{CM} \quad \text{и} \quad W_{CM.Э} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / N_{CM} \cdot W_\varepsilon \quad (2.11)$$

$$W_{CM.Ф} = 85632 / 163 = 525 \text{ усл.эт.га,}$$

$$W_{CM.Э} = 85632 / 163 \cdot 1,8 = 945 \text{ усл.эт.га.}$$

5) Значение плотности механизированных работ определяется по выражению:

$$P_{MP} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / F_n \quad (2.12)$$

где  $\sum \Omega_{ЭТ.ГА}$  - значение суммарного объема работ, который выполнен тракторами за год, га.

$$P_{MP} = 6229 / 2565 = 3 \text{ эт.га. / га.}$$

6) Значение выработки на 1 физ. трактор данной марки за год вычисляется по формуле:

$$W_{ГОД.Ф} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum X_\varepsilon \quad (2.13)$$

$$W_{ГОД.Ф} = 6229 / 10 = 623 \text{ усл.эт.га.}$$

7) Значение выработки на 1 эт.трактор (в среднем по хозяйству):

$$W_{ГОД.ЭТ.} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum X_\varepsilon \quad (2.14)$$

$$W_{ГОД.ЭТ.} = 6229 / 9,6 = 648 \text{ усл.эт.га.}$$

8) Значение коэффициента сменности находится по формуле:

$$K_{CM} = \sum N_{CM} / \sum D_p, \quad (2.15)$$

где  $\sum D_p$  - значение суммарного количества трактородней, которые отработаны в хозяйстве за год, трактородней.

$$K_{CM} = \frac{5847}{3946} = 1,48.$$

9) Значение коэффициента использования тракторов данной марки определяется по выражению:

$$K_{II} = \sum X \cdot D_p \cdot K_{CM} / \sum X \cdot D_{инв.} \cdot K_{CM.н} \quad (2.16)$$

где  $D_{pi}, D_{инв.}$  - число рабочих и инвентарных дней за год по маркам тракторов, дней;

$K_{CM}, K_{CM.н}$  - действительный и нормативный коэффициенты сменности.

$$K_{II} = 32 \cdot 253 \cdot 1,48 / 10 \cdot 240 \cdot 1 = 1,5.$$

10) Значение коэффициента готовности вычисляется по формуле:

$$K_G = \frac{\sum X_i \cdot D_{инв.i} - \sum X_i \cdot D_{ТО.i}}{\sum X_i \cdot D_{инв.i}}. \quad (2.17)$$

$$K_G = \frac{10 \cdot 253 - 10 \cdot 4}{10 \cdot 253} = 0,98.$$

11) Значение коэффициента использования тракторов находится по выражению:

$$K_{II} = T_{дн} / T_{дн.инв.} \quad (2.18)$$

где  $T_{дн}$  - значение количества отработанных трактородней;

$T_{дн.инв.}$  - значение среднегодового количества инвентарных трактородней.

$$T_{дн.инв.} = 365 \cdot n_{ТР}, (n_{ТР} - \text{количество тракторов}).$$

$$T_{дн.инв.} = 365 \cdot 10 = 3650 \text{ дней.}$$

$$K_{II} = 3046 / 3650 = 0,83.$$

## 2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка

Количество тракторов и сельхозмашин по нормативному методу определяется по следующей формуле:

$$X_{\phi} = X_H \cdot K_n = X_n \cdot K_{нк} \cdot K_c \cdot K_y \cdot K_e \quad (2.19)$$

где  $X_n$  - значение потребности в тракторах, которая определяется по нормативам для средних условий, ед;

$K_n$  - значение сводного поправочного коэффициента;

$K_{ny}$  - значение поправки на природные условия;

$K_c$  - значение поправки на структуру посевных площадей;

$K_y$  - значение поправки на урожайность и норму внесения удобрений;

$K_e$  - значение поправки на время использования машин в сутки.

Значение потребности в тракторах вычисляется по выражению:

$$X_n = X_{нэ} \cdot F_n / 1000, \quad (2.20)$$

где  $X_{нэ}$  - нормативная потребность хозяйства со средними условиями для трактора, машины общего назначения для обработок почв, для внесения удобрения на тысячу гектар пашни, а для специальных машин на тысячу гектар посевов, посадок или убираемых культур.

$F_n$  - соответствующее значение площади пашни или посевов сельхоз культур, га.

$$X_n = 1,14 \cdot 2565 / 1000 = 2,9 \text{ ед.}$$

$$X_{\phi} = X_H \cdot K_n = X_n \cdot K_{нк} \cdot K_c \cdot K_y \cdot K_e = 2,9 \cdot 1 = 2,9 \text{ ед.}$$

Недостающее число техники определяется разностью между расчетной нормативной потребностью в тракторе данного класса и фактическим наличием их в хозяйстве.

Процентное соотношение должно быть в следующих пределах:

трактора общего назначения – 40%, универсальнопропашные – 50-55% и специальные и малого класса – 5-10% от общего количества тракторов.

Автомобили, при значении норматива десять автомобилей на тысячу гектар пашни, распределяют в процентном отношении следующим образом: грузоподъемностью от 2 до 5 т – 50%, повышенной грузоподъемности – 30% и остальные – 20%.

Число комбайнов для уборки зерновых культур по нормативам Института машиностроения должно составлять 8 единиц на тысячу гектар посева. Распределение их по маркам осуществляется таким образом: комбайны с пропускной способностью от 5 до 6 кг/с – 50%, от 6 до 8 кг/с – 30% и от 10 до 12 кг/с около 20% от общего количества комбайнов.

Значения нормативов по потребностям в сельскохозяйственных машинах даются отдельно к определенному типу машин. Если нормативы отсутствуют, то число сельхозмашин определяется по выражению:

$$n_{схм} = Q / W_{год} \cdot \quad (2.21)$$

где  $Q$  - значение объема работ, га;

$W_{год}$  - значение годовой выработки на одну машину, га.

Годовая выработка на одну машину определяется по формуле:

$$W_{год} = W_{ч} \cdot T_{год} \cdot \quad (2.22)$$

где  $W_{год}$  - часовая производительность трактора, га/час;

$T_{год}$  - годовая загрузка трактора, час.

$$W_{год} = 1222 \text{ га}.$$

$$n_{схм} = 2565 / 1222 = 2 \text{ ед}.$$

## 2.2 Экспресс-метод расчета потребности тракторов

Потребность в тракторах рассчитывается потребителями этих технических средств на основе объема выполненных механизированных работ. Потребность в тракторах рассчитывается отдельно для универсально-

пропашных и тракторов общего назначения.

Тракторы применяются при возделывании и уборке нескольких культур, поэтому сроки работ, проведение которых совпадает, потребность будет определяться по напряженному периоду.

Для тракторов общего назначения наиболее напряженным будет период зяблевой вспашки и работ, которые ему сопутствуют.

Расчетная потребность ( $n_p$ ) тракторов на всех работах будет определяться разделением объемов работ в напряженный период  $Q_1$  на выработку в напряженный период одного машинотракторного агрегата  $W_{н.п.}$ :

$$n_p = Q_1 / W_{н.п.} \quad (2.23)$$

$$n_p = 1000 / 77 = 13.$$

Выработка в напряженный период  $W_{н.п.}$  получается произведением значения дневной выработки  $W_0$  на значение продолжительности напряженного периода в днях.

Сменная выработка на машинотракторный агрегат берется из ранее установленной нормы или рекомендуемой для хозяйства типовой нормы выработки на механизированных работах.

Значение ширины захвата и рабочей скорости агрегата берется из каталога сельхозтехники.

Сводная потребность в тракторах по каждому типу получается путем суммирования.

### 2.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и сельскохозяйственных машин

Первым этапом этого метода является составление сводного плана механизированных работ хозяйства на определенный период года, для чего необходимо рассчитать технологические карты на возделывание сельскохозяйственных культур и работ, которые им сопутствуют.

Выполняемые работы записываются в хронологическом порядке из данных технокарт. Все операции из технокарт необходимо занести в строгом соответствии с агротехническими сроками выполнения этих работ. Рассчитанный сводный план механизированных работ – это основа для построения графика загрузки тракторов.

При совпадении наименований работ, агросроков выполнения, составов агрегата, норм выработки и расходов топлива, эта работа заносится один раз сводный план, а объем этих работ складывается.

Интегральные кривые расхода топлива необходимо строить как сумму наработки в условных эталонных гектарах или сумму расхода топлива по всем видам операций в среднем на один физический трактор.

Далее необходимо построить графики машиноиспользования и интегральные кривые расхода топлива.

С помощью технокарт возделывания сельхозкультур, можно установить максимально необходимое число тракторов, которые выполнят запланированный в хозяйстве объем работ.

Целью построения графика машиноиспользования является выявление максимальной потребности тракторов каждой марки в напряженный период сельхозработ, далее путем корректирования графиков установление их максимального количества, которое позволит выполнять работы в срок.

Значение потребного количества тракторов для выполнения сельхозоперации вычисляется по формуле:

$$n_{mp} = Q / (D_p \cdot W_{сут}) \quad (2.24)$$

где  $Q$  - значение объема работ в физических гектарах, га;

$D_p$  - значения количества рабочих дней в пределах агросрока, дней;

$W_{сут}$  - значение суточной производительности агрегата, га/сутки.

$$n_{mp} = 2565 / 920 = 2,7.$$

Например для задержки талых вод:  $n_{mp} = 1155 / (4 \cdot 144) = 2.$

После построения графики загрузки будут иметь периоды с

повышенной и низкой загрузкой. Чтобы сгладить неравномерность распределения работ в течение года, необходимо производить корректировку графика. Это можно сделать тремя способами:

- 1) изменение сроков выполнения некоторых операций в пределах возможных сроков, которые установлены агротребованиями;
- 2) сокращение числа дней работы трактора посредством увеличения коэффициента сменности;
- 3) перераспределение объема работ от трактора одной марки к трактору другой, передача части работ на самоходные машины, автомобильный транспорт.

После корректировочных действий в графиках в небольших количествах остаются пиковые нагрузки, определяющие минимальное количество физических тракторов по маркам, которые необходимы хозяйству для выполнения всех операций сводного плана механизированных работ.

Чтобы определить расход топлива по периодам работ, рассчитать вместимость нефтехранилища, спланировать техническое обслуживание и ремонт, на графиках загрузки необходимо построить интегральные кривые суммарного расхода топлива и наработки тракторов.

Чтобы построить интегральную кривую расхода топлива с права от графика по ординате в определенном масштабе необходимо нанести шкалу расхода топлива и суммарную наработку трактора определенной марки за период сельхозработ.

По результатам построения на графике получатся две ломаные линии, у которых верхние точки дадут суммарный расход топлива в кг и наработку в условных эталонных гектарах на один физический трактор за планируемый период сельхозработ.

## 2.4 Расчет и планирование технического сервиса

Планирование технического сервиса включает в себя такие работы, как:

- выбор метода технического сервиса;
- составление графика проведения технического обслуживания и диагностирования;
- разработка мероприятий по повышению уровня технической эксплуатации техники.

Вначале необходимо выбрать метод комплексного технического обслуживания. Для этого необходимо знать значение количества и марки физических тракторов.

Далее при помощи табличных данных необходимо обосновать планировку ремонтно-обслуживающей базы, а также примерную потребность в средствах технического обслуживания машинно-тракторного парка. Потом на основе полученных данных необходимо определить метод комплексного технического обслуживания: по способу передвижения машин при техническом обслуживании, по методу выполнения технического обслуживания, по выполняемому техническому обслуживанию специалистами, по выполняемому техническому обслуживанию организацией.

Чтобы составить график проведения технического обслуживания и диагностирования необходимы такие данные по расходу топлива по месяцам по возрастанию на каждый трактор, по расходу топлива от начала эксплуатации или от последнего капитального ремонта на каждый физический трактор, по нормам расхода топлива до номерных технических обслуживаний и ремонтов, по периодичности проведения функционального, структурного и ресурсного диагностирования.

Далее при помощи исходных данных на каждый трактор необходимо построить интегральную кривую расхода топлива за год. В графике по абсциссе наносится шкала времени, а по ординате шкала расхода топлива в литрах от нуля до капитального ремонта и шкала чередования видов

технического обслуживания и ремонта в соответствии с установленной для данной марки трактора периодичностью. Окончательный результат по расчету количества ТО, ТР, КР и диагностических воздействий по видам необходимо свести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Количество плановых технических обслуживаний и ремонтов.

Марка трактора	Количество тракторов	Количество ТО и ремонтов						Количество диагностики		
		1	2	3	СТ О	Т Р	К Р	Функц иональ ной	Стру ктур ной	Ресурс ной
ДТ-75М	5	50	10	4	100	2	1	100	164	3
МТЗ-80	4	36	5	3	72	2	1	72	116	3

Расчет трудоемкости технических обслуживаний тракторов и сельхозмашин

Суммарная трудоемкость технического обслуживания машинно-тракторного парка без учета автомобилей и комбайнов на планируемый год вычисляется по следующему выражению:

$$\Sigma H = \Sigma H_T + \Sigma H_{СХМ} + \Sigma H_H, \quad (2.25)$$

где  $\Sigma H_T, \Sigma H_{СХМ}$  - значение суммарной трудоемкости ТО тракторов и сельхозмашин;

$\Sigma H_H$  - значение суммарной трудоемкости на устранение неисправностей и хранение для тракторов и сельхозмашин.

Трудоемкость ТО тракторов определяется по каждой марке в отдельности по следующей формуле:

$$\Sigma H_T = h_{ТО-1} \cdot n_{ТО-1} + h_{ТО-2} \cdot n_{ТО-2} + h_{ТО-3} \cdot n_{ТО-3} + h_{СТО} \cdot n_{СТО}, \quad (2.26)$$

где  $h_{ТО-1}, h_{ТО-2}, h_{ТО-3}, h_{СТО}$  - значение трудоемкости одного номерного и сезонного технического обслуживания;

$n_{ТО-1}, n_{ТО-2}, n_{ТО-3}, n_{СТО}$  - общее количество номерных и сезонного технических обслуживаний.

Для трактора ДТ-75М:

$$h_{ТО-1} = 2,7 \text{ чел.ч}, h_{ТО-2} = 6,4 \text{ чел.ч}, h_{ТО-3} = 21,4 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 17,1 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_T = 2,7 \cdot 50 + 6,4 \cdot 10 + 21,4 \cdot 4 + 17,1 \cdot 100 = 135 + 64 + 85,6 + 171 = 455 \text{ чел.ч}.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$h_{ТО-1} = 2 \text{ чел.ч}, h_{ТО-2} = 6,6 \text{ чел.ч}, h_{ТО-3} = 18 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 19,8 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_T = 2 \cdot 36 + 6,6 \cdot 5 + 18 \cdot 3 + 19,8 \cdot 72 = 72 + 33 + 54 + 1425 = 1584 \text{ чел.ч}.$$

Значения трудоемкости технического обслуживания парка сельхозмашин, которые агрегируются с тракторами, принимаются в размере от 35 до 45%, а значение трудоемкости по устранению неисправности тракторов и сельхозмашин от 25 до 35% от суммарной трудоемкости.

$$\sum H_{СХМ} = (0,35 \dots 0,45) \cdot \sum H_T \quad (2.27)$$

$$\sum H_H = (0,25 \dots 0,35) \cdot \sum H_T. \quad (2.28)$$

Для трактора ДТ-75М:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 \cdot 455 = 182 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_H = 0,3 \cdot 455 = 136 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_{ДТ-75М} = 773 \text{ чел.ч}.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 \cdot 1584 = 633 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_H = 0,3 \cdot 1584 = 475 \text{ чел.ч}.$$

$$\sum H_{МТЗ-80} = 2692 \text{ чел.ч}.$$

Расчет численности мастеров - наладчиков.

Значение среднегодовой численности мастеров-наладчиков для технического обслуживания тракторов и сельхозмашин находится по выражению:

$$\eta_{M-H} = \frac{\sum H}{\Phi_{M-H}}, \quad (2.29)$$

где  $\Phi_{M-H}$  - значение годового фонда рабочего времени одного мастера-наладчика в часах, которое вычисляется по формуле:

$$\Phi_{M-H} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{cm} \cdot \delta, \quad (2.30)$$

где  $D_p$  - число рабочих дней в году, дней;

$T_p$  - значение продолжительности рабочего дня, ч;

$\tau_{cm}$  - значение коэффициента, учитывающего использование времени смены,  $\tau_{cm} = 0,7$ ;

$\delta$  - коэффициент участия мастера-наладчика  $\delta = 0,5$ ;

Значение количества рабочих дней в году определяется по выражению:

$$D_p = D_K - D_B - D_{II} - D_O, \quad (2.31)$$

где  $D_K, D_B, D_{II}, D_O$  - значения соответственно количества календарного, выходного, праздничного и отпускного дня в году.

$$D_p = 365 - 44 - 38 - 30 = 253 \text{ дней.}$$

$$\Phi_{M-H} = 253 \cdot 7 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 619,85 \text{ ч.}$$

Для трактора Т-4А:

$$\eta_{M-H} = 773 / 619,85 = 1,3.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\eta_{M-H} = 2692 / 619,85 = 4,3.$$

Потребное количество мастеров-наладчиков для технического обслуживания тракторов и сельхозмашин в напряженный период находится таким же образом. Разницей является то, что значения общей трудоемкости и фонда рабочего времени определяются для напряженного времени года. В свою очередь, значение напряженного периода определяется по наибольшему расходу топлива по интегральной кривой или по плану технического обслуживания и ремонта по месяцам.

Расчет средств технического обслуживания.

Чтобы организовать техническое обслуживание в полевых условиях

выпускаются передвижные агрегаты ТО, которые устанавливаются на шасси автомобиля - АТО-А, на тракторный прицеп - АТО-П и на самоходное тракторное шасси - АТО-С.

Значение потребности в передвижных агрегатах ТО рассчитывается на напряженный период по формуле:

$$n_{\text{АТО}} = \frac{\sum T_{\text{ТО}} + \sum T_s}{T_{\text{АТО}}}, \quad (2.32)$$

где  $\sum T_{\text{ТО}}$  - значение времени, которое затрачивается на проведение ТО при помощи АТО, ч;

$T_{\text{АТО}}$  - значение времени, отработанное одним АТО, ч.

$\sum T_s$  - значение времени, которое затрачивается на проезды агрегата ТО, ч.

АТО используются для проведения первого и второго технического обслуживания в полевых условиях, поэтому время, необходимое для проведения ТО рассчитывается по следующей формуле

$$\sum T_{\text{ТО}} = \sum t_{\text{ТО-1}} \cdot n_{\text{ТО-1}} + \sum t_{\text{ТО-2}} n_{\text{ТО-2}}, \quad (2.33)$$

где  $t_{\text{ТО-1}}, t_{\text{ТО-2}}$  - время, затрачиваемое на проведение ТО-1, ТО-2, ч.

$i$  - количество марок трактора.

$$\sum T_{\text{ТО}} = (0,9 \cdot 27 + 1,3 \cdot 5) + (24 \cdot 5,3 + 5 \cdot 3,4) = 175,2 \text{ ч.}$$

Время, которое затрачивается на проезд в расчете средних расстояний ( $S$ ) между ПТО и трактором, а так же среднетехнической скорости передвижения ( $v_T$ ) АТО, определяется по следующему выражению:

$$\sum T_s = \frac{S}{v_T}. \quad (2.34)$$

$$\sum T_s = \frac{20}{30} = 0,6$$

Для расчетов принимается агрегат технического обслуживания, смонтированный на шасси автомобиля со скоростью передвижения  $v_T = 30 \text{ км/ч}$ , на прицеп со скоростью передвижения  $v_T = 10 \text{ км/ч}$ .

Время  $T_{\text{АТО}}$ , отработанное агрегатом технического обслуживания в

расчетный период находится по формуле:

$$T_{АТО} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{см}, \quad (2.35)$$

где  $D_p$  - количество дней работы в расчетный период;

$T_p$  – значение продолжительности смены, ч.

$$T_{АТО} = 365 \cdot 7 \cdot 0,95 = 2427,25 \text{ ч.}$$

$$n_{АТО} = \frac{175,2 + 0,6}{2427,25} = 0,07 \approx 1.$$

Передвижными средствами заправки служат агрегаты 2-х типов: АТМЗ - агрегат топливомаслозаправочный на шасси автомобиля и ПТМЗ - агрегат топливомаслозаправочный на шасси тракторного прицепа.

Их количество ( $\eta_{мв}$ ) определяется по выражению:

$$\eta_{мв} = \frac{Q_c}{V_{МЗ} \cdot \alpha \cdot T_p \cdot \rho}, \quad (2.36)$$

где  $Q_c$  – значение максимального суточного расхода топлива, кг;

$V_{МЗ}$  – объемная вместимость резервуара заправочного средства, кг;

$\alpha$  – значение коэффициента использования вместимости заправочного средства ( $\alpha = 0,94 \dots 0,97$ );

$T_p$  – число рейсов заправочного средства в течении суток;

$\rho$  - плотность топлива, кг/м<sup>3</sup>.

$$\eta_{мв} = \frac{1500}{2500 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,83} = 0,76 \approx 1$$

Максимальный расход топлива в сутки ( $Q_c$ ) находится делением топлива, которое израсходовано в напряженный период, на значения продолжительности этого напряженного периода, емкости заправщика по техническим характеристикам, количества рейсов ( $\eta_p$ ) использования заправщика:

$$\eta_p = \frac{T_{см} - T_{ИБ}}{T_{ОБ}}, \quad (2.37)$$

где  $T_{см}$  – значение продолжительности смены, ч;

$T_{ПЗ}$  – значение подготовительно-заключительного времени, ч;  
 $T_{ПЗ} = 0,7...0,8$ .

$T_{ОБ}$  – значение времени одного оборота заправочного средства, ч.

Время оборота заправщика:

$$T_{ОБ} = t_H + t_3 + t_T + t_{II}, \quad (2.38)$$

где  $t_H, t_3, t_T, t_{II}$  – время соответственно наполнения емкостей заправщика, движения с топливом и движения порожняком, ч.

Время наполнения емкостей заправщика составляет  $t_H = 0,5...0,6$  ч., выдача дизтоплива  $0,9...1$  ч., остальных нефтепродуктов  $0,7...1$  ч., т. е.  $t_3 = 1,6...2,0$  ч.

Время движения:

$$t_T + t_{II} = \frac{\sum S}{v_T}, \quad (2.39)$$

где  $\sum S$  – общий пробег заправщика за смену, км;

$v_T$  – техническая скорость заправщика, км/ч (для АТМЗ –  $30...35$ , для ПТМЗ –  $10...15$  км/ч).

$$t_T + t_{II} = \frac{60}{30} = 2 \text{ ч.}$$

$$T_{ОБ} = 0,5 + 1,7 + 2 = 4,2 \text{ ч.}$$

$$\eta_p = \frac{7 - 0,8}{4,2} = 1,5.$$

Расчет потребности в топливо - смазочных материалах и емкостях для их хранения.

Потребление топливно-смазочных материалов находится в прямой зависимости от объема механизированных работ. Для работы тракторного парка общая потребность в дизельном топливе находят как сумму расходов топлива тракторами каждой марки  $Q_i$ , т. е.

$$Q = \sum Q_i. \quad (2.40)$$

$$Q = 236832,5 + 236874,75 = 463707,25 \text{ кг.}$$

Определение оптимальных объемов доставки (оптимальная грузоподъемность автоцистерны) определяется по минимуму затрат на доставку и хранения нефтепродуктов:

$$V_{a.ц.} = \sqrt{Q_{\Gamma} \cdot K_{д.х.р.}}, \quad (2.41)$$

где  $Q_{\Gamma}$  - годовая потребность дизельного топлива или бензина, т;

$K_{д.х.р.}$  - коэффициент затрат на доставку и хранения нефтепродуктов, для дизельного топлива  $(0,026+0,013 R_{д})$ , для бензина  $(0,02+0,01 R_{д})$ ,

$R_{д}$  - расстояние доставки, км. ( $R_{д}=60$  км)

$$V_{a.ц.} = \sqrt{463,7 \cdot 0,806} = 23,7 \text{ т.}$$

Оптимальная частота и периодичность доставки нефтепродуктов определяется из выражения:

$$N_{ц} = \frac{Q_{\Gamma}}{V_{ф.ц.}}. \quad (2.42)$$

$$N_{ц} = \frac{463,7}{23,7} = 20,05$$

$$t_{ц} = \frac{T}{N_{ц}}, \quad (2.43)$$

где  $T$  - длительность расчетного периода, дни.

$$t_{ц} = \frac{365}{20,05} = 18,4.$$

Определение страхового запаса топлива.

Известны три модели управления страховым запасом топлива: модель с постоянным объемом доставки при оперативном контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП); модель с постоянным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП); модель с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП).

Выбираем расчет страхового запаса нефтепродуктов для модели с

переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах определяется из выражения:

$$S_3 = (\lambda_G - 1) \cdot G \cdot (t_D + t_u)^\gamma. \quad (2.44)$$

где  $\lambda_G$  - коэффициент неравномерности суточного расхода нефтепродуктов;

$G$  - среднесуточный расход топлива, т.;

$t_D$  - время задержки доставки нефтепродуктов, дни;

$\gamma$  - эмпирический показатель степени.

$t_u$  - периодичность контроля уровня запаса нефтепродуктов, дни.

$$S_3 = (4 - 1) \cdot 0,64 \cdot (2 + 2)^1 = 7,68 \text{ т.}$$

Определение максимального запаса нефтепродуктов.

- максимальный запас топлива для модели с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем определяется по формуле:

$$V_{\max} = S_3 + G \cdot (t_D + t_u). \quad (2.45)$$

$$V_{\max} = 7,68 + 0,64 \cdot (2 + 2) = 10,24$$

Определение потребную вместимость резервуара парка

Потребная вместимость резервуарного парка определяется по формуле:

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho \cdot f}, \quad (2.46)$$

где  $\rho$  - плотность нефтепродукта (дизельного топлива  $0,83 \text{ т/м}^3$ , бензин  $0,76 \text{ т/м}^3$ );

$f$  - коэффициент заполнения резервуара (0,95-0,98).

$$V = \frac{10,24}{0,83 \cdot 0,95} = 12,98 \text{ м}^3.$$

Общая вместимость резервуарного парка определяется как сумма потребных вместимостей резервуаров для хранения дизельного топлива и бензина.

С учетом полученной общей вместимости резервуарного парка выбирается проект нефтехозяйства из числа известных 40, 80, 150, 300, 600, 1200  $\text{м}^3$ .

По результатам расчетов из типового ряда резервуаров емкостью 3, 5, 10, 25, 75, 100 м<sup>3</sup> и бочек емкостью 0,2; 0,25; 0,3 м<sup>3</sup> выбираем резервуары емкостями V=10 м<sup>3</sup>, V=3 м<sup>3</sup>.

Расчет сектора хранения и состава звена по хранению машин.

Расчет сектора хранения сводится к определению общей площади ( $F_o$ ) сектора хранения:

$$F_o = F_1 + F_2 + F_3, \quad (2.47)$$

где  $F_1, F_2, F_3$  - площадь площадок для хранения машин, проездов между площадками и полосы озеленения, м<sup>2</sup>.

Площадь открытых площадок:

$$F_1 = \sum F_i, \quad (2.48)$$

где  $F_i$  - площадь единичной площади, м<sup>2</sup>.

Площадь единичной площади зависит от количества машин и их габаритных размеров:

$$F_i = l_{\Pi} \cdot B_{\Pi}, \quad (2.49)$$

где  $l_{\Pi}, B_{\Pi}$  - соответственно длина и ширина единичной площади, м.

Длину и ширину площадки для однотипных машин (единичной площадки) находят:

$$l_{\Pi} = B_m \cdot n_m + a(n_m + 1) \bar{\alpha}, \quad (2.50)$$

$$B_{\Pi} = l_m + 2a^1, \quad (2.51)$$

где  $B_m$  - ширина машины, м;

$n_m$  - количество машин, шт;

$a$  - расстояние между машинами в ряду и между крайними машинами и краями площадки по ее длине, м ( $a=0,7 \dots 1,0$ );

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий резервную длину площадки ( $\alpha=1,05 \dots 1,10$ );

$l_m$  - длина машины, м;

$a^1$  - расстояние между машиной и краями площадки по ее ширине ( $a^1=0,5$  м).

$$l_{\Pi(DT-75M)} = (1,8 \cdot 5 + 0,7(5+1))1,1 = 27,5 \text{ м},$$

$$B_{M(DT-75M)} = 4,5 + 2 \cdot 0,5 = 5,5 \text{ м}.$$

$$l_{\Pi(T-40A)} = (1,6 \cdot 4 + 0,7(4+1))1,1 = 11 \text{ м},$$

$$B_{M(T-40A)} = 3,6 + 2 \cdot 0,5 = 4,6 \text{ м}.$$

$$F_{DT-75M} = 154 \text{ м}^2,$$

$$F_{T-40A} = 50,6 \text{ м}^2.$$

$$F_1 = 204,6 \text{ м}^2.$$

Общая площадь проездов складывается из площадей единичных проектов, т.е.

$$F_2 = \sum F_2^i, \quad (2.52)$$

Площадь единичных проездов зависит от ширины и длины проезда. Ширину проезда между рядами машин можно приближенно определить по формуле:

$$B_{\Pi} = l_{TP} + l_{СХМ} + r_o + \frac{B_a}{2}, \quad (2.53)$$

где  $l_{TP}, l_{СХМ}$  - длина трактора и машины, м;

$r_o$  - радиус поворота агрегата, м;

$B_a$  - ширина агрегата, м.

$$B_{\Pi} = 4,5 + 8 + 15 + \frac{5}{2} = 30 \text{ м}.$$

Длину проезда, расположенного поперек площадок хранения находят:

$$l_{\Pi P}^1 = \sum B_{\Pi} \cdot n_{\Pi P} + B_{\Pi P} \cdot n_{\Pi}, \quad (2.54)$$

где  $B_{\Pi}, B_{\Pi P}$  - ширина площадки и продольного проезда, м;

$n_{\Pi}, n_{\Pi P}$  - количество площадок и проездов одинаковой ширины, шт.

$$l_{\Pi P}^1 = 30 \cdot 2 + 14 \cdot 1 = 74 \text{ м}.$$

Длина проезда, расположенного вдоль площадки хранения машин будет:

$$l_{\Pi P}^{11} = l_{\Pi} \cdot n_{\Pi}^1, \quad (2.55)$$

где  $n_{\Pi}^1$  - количество площадок в ряду

$$l_{IP}^{11} = 27,5 * 2 = 55 \text{ м.}$$

$$F_2 = 30 * 74 = 2220 \text{ м}^2.$$

Площадь озеленения для сектора хранения, имеющую форму квадрата или прямоугольника, определяют:

$$F_3 = 2\lambda_{CX} \cdot B_{O3} + 2(C_{CX} - 2B_{O3})B_{O3}, \quad (2.56)$$

где  $\lambda_{CX}, C_{CX}$  - соответственно длина и ширина сектора хранения по периметру, м;

$B_{O3}$  - ширина полосы озеленения, м ( $B_{O3} = 3 \dots 4$  м).

$$F_3 = 2 * 27,5 * 3 + 2(13,33 - 2 * 3)3 = 137,26 \text{ м}^2.$$

$$F_0 = 204,6 + 2220 + 137,26 = 2562 \text{ м}^2.$$

Численность звена  $n_3$  для выполнения работ по хранению машин находят:

$$m_3 = \frac{\sum H_{XP}^i}{\phi} \quad (2.57)$$

где  $i$  - количество видов (марок) машин;

$\sum H_{XP}^i$  - суммарная трудоемкость работ по хранению, чел.ч.

$$H_{XP}^i = n_M \cdot h_1 + h_2 + h_3, \quad (2.58)$$

где  $n_M$  - количество машин одного вида (марки);

$h_1, h_2, h_3$  - удельная трудоемкость соответственно подготовки машин к хранению, технического обслуживания в период хранения и снятия машин с хранения, чел.ч.

$$H_{XP}^{T-40A} = 4 * 17,2 = 68,8, \text{ чел.ч.}$$

$$H_{XP}^{ДГ-75М} = 5 * 19,6 = 98, \text{ чел.ч.}$$

$\Phi$  - годовой фонд времени одного работника, ч.

$$\Phi = D_P \cdot T_{CM} \cdot \tau_{CM}, \quad (2.59)$$

где  $D_P$  - количество рабочих дней в планируемый период, дн.;

$T_{CM}$  - продолжительность смены, ч/день;

$\tau_{CM}$  - коэффициент использования времени смены ( $\tau_{CM} = 0,94 \dots 0,96$ ).

$$\Phi = 253 * 7 * 0,95 = 1682,45 \text{ ч.}$$

$$m_3 = \frac{98 + 68,8}{1682,45} = 0,15$$

### 3 РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

В данной части выпускной работы предлагается разработка установки для мойки. Установка предназначена для очищения деталей, узлов и мойки от различного вида загрязнения. Это устройство намного облегчает работу, так как процесс мойки механизирован и не требует определенных трудозатрат.

Очистка от загрязнений в данной установке производится за счет энергии струи, вырывающейся под давлением из распылителя.

Мойка производится со всех боковых сторон, а также снизу и сверху.

С внедрением этой установки увеличивается качество моечных работ, уменьшается расход воды за счет использования технических жидкостей, увеличивается скорость мойки.

#### 3.1 Техническое описание конструкции универсальной моечной установки

Расчёт крепления швеллера к бетону.

Для ведения расчета применяются следующие обозначения:

$P_6$  – внешняя нагрузка приходящаяся на один дюбель, Н

$$P_6 = \frac{P_{уст}}{8} + \frac{P_{шв.}}{8}, \quad (3.1)$$

где  $P_{уст}$  - вес установки, Н

$P_{шв}$  – вес погонного метра швеллера, Н.

$P_6 = 400/8 + 380/8 = 97,5$  Н.

Определяем расчетное усилие, Н

		Ррасч.=2,8 Р6			<b>ВКР 23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Учитывающий предварительную растяжку		
Разработ.	Авдеев ДА	Ррасч.=97,5*2,8=273 Н.			Лит.	Лист	Листов
Проверил	Калимуллин					1	16
.Н.контр.					КГАУ, каф.ТС, гр.3352с		
Утв.	Адигамов НР				<b>Универсальная моечная установка</b>		

Изгибающий момент на головку дюбеля определяется расчетом по формуле:

$$M_{изг} = 0,5 P_{расч} \cdot 0,5 d, \quad (3.2)$$

где  $d$  - диаметр не нарезанного стержня дюбеля; определяется расчетом.

Момент сопротивления сечения дюбеля, определяется расчетом по формуле [15]:

$$W_{изг} = \frac{d \cdot 0,8 \cdot d^2}{6} \quad (3.3)$$

Определяем расчетное усилие, приходящаяся на дюбеля,  $N$ .

Определяем диаметр болта.

$$P_{расч.} = F \cdot \sigma_p = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sigma_p \quad (3.4)$$

где  $[\sigma]_p$  - допустимое напряжение в стержне дюбеля,  $[\sigma]_p = 38 \cdot 10^7$  Па

$$d = \sqrt{\frac{4 P_{расч.}}{\pi \sigma_p}} = \sqrt{4 \cdot 273 / 3,14 / 38 \cdot 10^7} = 0,005 \text{ м}$$

Расчет на прочность при изгибе ведется по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} < \sigma_{изг}^-, \quad (3.5)$$

где  $\sigma_{изг}$  - напряжение на изгиб, Па

$$M_{изг} = 0,5 \cdot 273 \cdot 0,5 \cdot 0,005 = 0,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W_{изг} = 5(0,8 \cdot 0,5) / 6 = 3,33 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{изг} = 0,34 / 3,33 = 0,1 \text{ Н/мм}^2 = 0,001 \text{ Па}$$

$$\sigma_{изг} < [\sigma]_{изг} \quad (3.6)$$

$$0,001 < 1,4$$

Условие прочности выполняется.

Расчёт соединения с натягом.

Исходные данные:

$$d = 14 \text{ мм};$$

					<b>ВКР.23.03.03.470.17.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

$$l = 20 \text{ мм};$$

$$d_1 = 0 \text{ мм};$$

$$D_2 = 24 \text{ мм};$$

$$M_k = 10 \text{ Н*м};$$

Материал деталей :

втулка – Сталь 20       $\delta_B = 6 \cdot 10^7 \text{ Па}$

вал - Сталь 20       $\delta_T = 6 \cdot 10^7 \text{ Па}$

Определить необходимое наименьшее давление на контактных поверхностях соединения по формуле:

$$P_{\min} = \frac{2M_k}{\pi \times d^2 \times l \times f}, \quad (3.7)$$

где  $M_k$  - крутящий момент, Н\*м;

$d_{нс}$  - диаметр соединения, м;

$l$  - длина соединения, м;

$f$  - коэффициент трения.

Здесь  $f = 0,1$

Тогда:

$$P_{\min} = \frac{2 \cdot 10}{3,14 \times 14^2 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-3} \times 0,1} = 16 \times 10^6 \text{ Па}$$

Определить необходимое значение наименьшего расчетного натяга по формуле:

$$N_{\min} = P_{\min} \times d \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right), \quad (3.8)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - коэффициенты Ляме;

$E_1$  и  $E_2$  - модули упругости материалов соответственно для вала и втулки, Па.

Здесь

$$E_1 = 1011 \text{ Па}$$

$$E_2 = 1011 \text{ Па}$$

$$M_1 = 0,25$$

					<b>ВКР.23.03.03.470.17.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

$$M_2 = 0.25$$

Значение C1 и C2 определяются по формулам:

$$C1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - M_1; \quad (3.9)$$

$$C2 = \frac{1 + \left(\frac{d}{D_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{D_2}\right)^2} - M_2; \quad (3.10)$$

где  $d_1$  - диаметр отверстия пустотелого вала, М;

$D_2$  - наружный диаметр втулки, М;

$M_1$  и  $M_2$  - коэффициенты Пуассона соответственно для вала и втулки.

Тогда численные значения C1 и C2 соответственно равны

$$C1 = \frac{1 + \left(\frac{0}{14}\right)^2}{1 - \left(\frac{0}{14}\right)^2} - 0.25 = 0,75$$

$$C2 = \frac{1 + \left(\frac{14}{24}\right)^2}{1 - \left(\frac{14}{24}\right)^2} + 0.3 = 2,28$$

Вычислим значение  $N_{min}$

$$N_{min} = 16 \times 10^6 \times 14 \times 10^{-3} \left( \frac{0,75}{10^{11}} + \frac{2,28}{10^{11}} \right) = 6 \times 10^{-6} \text{ м} = 6 \text{ мкм}$$

Определить с учетом поправок к  $N_{min}$  величину наименьшего натяга по формуле:

$$[N_{min}] = N_{min} + \gamma_m + \gamma_t + \gamma_{\psi} + \gamma_n; \quad (3.11)$$

где  $\gamma_m$  - поправка, учитывающая снятие неровностей контактных поверхностей деталей при сборке;

$\gamma_{\psi}$  - поправка, учитывающая ослабление натяга под действием

центробежных сил;

					<b>ВКР.23.03.03.470.17.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$\gamma_n$  - поправка, компенсирующая уменьшение натяга при повторных запрессовках.

Поправками  $\gamma_t$ ,  $\gamma_c$ ,  $\gamma_n$  - пренебрежем, поскольку в нашем случае их значения весьма малы.

Величина  $\gamma_m$  равна

$$\gamma_m = 1,2(RzD + RzD) \approx 5 (RaD + RaD) \quad (3.12)$$

Для втулки  $Ra = 3,2$  мкм; для вала  $Ra = 3,2$  мкм.

$$\gamma_m = 5(2+2) = 20 \text{ мкм.}$$

Тогда

$$[N_{min}] = 6+20 = 26 \text{ мкм}$$

Определить наибольшее допустимое удельное давление при котором отсутствует пластическая деформация на контактных поверхностях деталей.

В качестве  $[P_{max}]$  принимается наименьшее из двух значений:

$$P_1 = 0,58\delta T_1 \left[ 1 - \left( \frac{d_1}{d} \right)^2 \right]; \quad (3.13)$$

$$P_2 = 0,58\delta T_2 \left[ 1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2 \right]; \quad (3.14)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - наименьшее допустимое удельное давление на контактных поверхностях втулки и вала;

$\delta T_2$  - предел текучести материала вала.

В нашем случае

$$\delta B_1 = 8,5 \times 10^7 \text{ Па}$$

$$\delta T_2 = 8,5 \times 10^7 \text{ Па}$$

$$\text{Тогда } P_1 = 0,58 \times 8,5 \times 10^7 \left[ 1 - \left( \frac{0}{14} \right)^2 \right] \approx 49,3 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$P_2 = 0,58 \times 8,5 \times 10^7 \left[ 1 - \left( \frac{14}{24} \right)^2 \right] \approx 32,5 \times 10^6 \text{ Па}$$

Следовательно,  $[P_{max}] = 49,3 \times 10^6 \text{ Па}$

Определить наибольший расчетный натяг  $N_{max}$  по формуле:

					<b>ВКР.23.03.03.470.17.00.00.ПЗ</b>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{\max}^1 = [P_{\max}] d \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right); \quad (3.15)$$

$$N_{\max}^1 = 49,3 \times 106 \times 14 \times 10^{-3} \left( \frac{0,75}{10^{11}} + \frac{2,28}{10^{11}} \right) = 2 \times 10^{-6} \text{ м} = 2 \text{ мкм}$$

Определить величину наибольшего допустимого натяга по формуле:

$$[N_{\max}] = N_{\max}^1 \times \gamma_{\text{уд}} + \gamma_m + \gamma_t, \quad (3.16)$$

где  $[N_{\max}]$  - наибольший допустимый натяг;

$\gamma_{\text{уд}}$  - коэффициент увеличения давления у торцов втулки при запрессовке вала;

$\gamma_t$  - температурная поправка.

В нашем случае  $\gamma_t = 0$

$$\gamma_{\text{уд}} = 0,5$$

Тогда

$$[N_{\max}] = 49,3 + 20 + 0,5 = 69,8 \text{ мкм}$$

$$N_{\max} = 69,8 \text{ мкм}$$

$$N_{\min} = 22,5 \text{ мкм}$$

Определить усилие запрессовки при сборке деталей под прессом по формуле:

$$R_n = f_n P_{\max} \times \pi \times d_{\text{нс}} \times l; \quad (3.17)$$

где  $f_n = 1,2 f$

$$P_{\max} = \frac{N_{\max} - \gamma_m}{d_{\text{нс}} \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}$$

$$P_{\max} = \frac{69,8 - 20 \times 10^{-6}}{14 \times 10^{-3} \left( \frac{0,75}{10^{11}} + \frac{2,28}{10^{11}} \right)} \approx 117 \times 10^6 \text{ Па}$$

Тогда

$$R_n = 1,2 \cdot 0,1 \cdot 117 \cdot 106 \cdot 3,14 \cdot 0,014 \cdot 0,02 = 0,21 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Расчетом было найдено усилие запрессовки вала ролика в посадочное место в каретке. Оно составило 21 кг, или 210 Н.

					<b>ВКР.23.03.03.470.17.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

3.4 Разработка инструкции по безопасности труда мастера при работе с универсальной моечной установкой.

Согласовано  
председатель профкома

Утверждаю  
директор

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

### ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для мастера при работе с универсальной моечной установкой

Общие требования безопасности.

1. К работе допускаются лица, достигшие 18 лет, ознакомившиеся с правилами техники безопасности, а также с техническим описанием и инструкции по эксплуатации данного агрегата, и прошедшие инструктаж при работе с механизированным агрегатами.

2. Опасные и вредные факторы. При работе агрегата возможно воздействие опасных и вредных факторов: вращающиеся предметы, электрический ток, скользкий пол, а также повышенный уровень шума, вибрации.

Требования безопасности перед началом работы.

1. Перед началом работы рабочий обязан проверить состояние установки. Нет ли трещин или изломов на прижимах, надежно ли соединены трубопроводы.

2. Осмотреть инструменты и принадлежности необходимые для ремонта, убедиться в их исправности и расположить их на стойке так, чтобы ими было удобно пользоваться.

3. Убедится в достаточной освещенности рабочего места.

Требования безопасности во время работы.

Запрещается:

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

- 1) оставлять установку без присмотра;
- 2) присутствие посторонних лиц;
- 3) работать без перчаток;
- 4) Отлучаться и оставлять установку во время работы.

Требования безопасности при аварийных ситуациях.

1. При появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов немедленно отключить установку.

2. При несчастных случаях немедленно оказать первую доврачебную помощь пострадавшему, вызвать скорую или обратиться в медицинский пункт, а затем доложить руководителю работ.

Требования безопасности по окончании работы.

1. По окончании работы навести порядок на рабочем месте.
2. Отключить подачу воды, собрать инструмент и приспособления и убрать их в отведенное место.

Ответственность за нарушение требований безопасности.

Ответственность за нарушение настоящей инструкции по БТ работник привлекается к материальной и уголовной ответственности в зависимости от причины и последствий аварии.

Разработал: Стариков М.С. \_\_\_\_\_

Согласовано: специалист по БТ \_\_\_\_\_

### 3.5 Экономическое обоснование конструкции

Масса конструкции определяется:

$$G = (G_k + G_2) \cdot K, \quad (3.11)$$

где  $G_k$  – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, т

$G_2$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, т;

$K$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов.

$$G = 1,15 \cdot (175 + 25) = 230 \text{ кг.}$$

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 3.1 - Масса сконструированных деталей

Наименование детали	Объем детали, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Распылитель	3176,6	0,00787	25	1	25

Балансовая стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_6^1 = \frac{G^1 \cdot C_0^6}{G^0}, \quad (3.12)$$

где  $G^0$  – масса прототипа, кг;

$G^1$  – масса предлагаемой конструкции, кг;

$C_0^6$  – балансовая стоимость прототипа, руб;

$C_6^1$  – балансовая стоимость предлагаемой конструкции, руб.

$$C_6^1 = \frac{230 \cdot 16240}{200} = 18676 \text{ руб.}$$

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

С помощью данных таблицы 3.2 рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции и дается их сравнение.

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Проектируемый	Базовый
Масса конструкции, кг	230	200
Балансовая стоимость, руб	18676	16240
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб/ч.	95	100
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Годовая загрузка конструкции, г.	925	925
----------------------------------	-----	-----

Часовую производительность конструкции на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:[2]

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.13)$$

где  $\tau$ -коэффициент использования рабочего времени смены ( $\tau=0,60\dots0,95$ );  
 $T_{\text{ц}}$ - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}}^n = 60 \frac{0,9}{40} = 1,35 \text{ ед/ч.}$$

$$W_{\text{ч}}^{\delta} = 60 \frac{0,8}{50} = 0,96 \text{ ед/ч.}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.14)$$

где  $N_e$ - потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$$\mathcal{E}_e^n = \frac{1,7}{1,35} = 1,25 \text{ кВт/ед,}$$

$$\mathcal{E}_e^{\delta} = \frac{1,8}{0,96} = 1,87 \text{ кВт/ед.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.15)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

$W_{\text{ч}}$  – часовая производительность конструкции;

$T_{\text{год}}$  – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы конструкции, лет.

$$M_e^n = \frac{230}{1,35 \cdot 925 \cdot 10} = 0,01 \text{ кг/ед}$$

$$M_e^{\delta} = \frac{200}{0,96 \cdot 925 \cdot 10} = 0,02 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.16)$$

где  $C_{\delta}$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^n = \frac{18676}{1,35 \cdot 925} = 13,29 \text{ руб/ед.}$$

$$F_e^{\delta} = \frac{16240}{0,96 \cdot 925} = 18,28 \text{ руб/ед.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}} \quad (3.17)$$

$$T_e^n = \frac{1}{1,35} = 0,74 \text{ чел.ч/ед.}$$

$$T_e^{\delta} = \frac{1}{0,96} = 1,04 \text{ чел.ч/ед.}$$

Себестоимость работы определяется по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рмо}} + A, \quad (3.18)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e \quad (3.19)$$

$$C_{\text{зн}} = 80 \cdot 0,74 = 74 \text{ руб/ед.}$$

$$C_{\text{зн}} = 80 \cdot 1,04 = 83,2 \text{ руб/ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{зн}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_e \quad (3.20)$$

$$C_{\text{зн}} = 2,57 \cdot 1,25 = 3,51 \text{ руб/ед.}$$

$$C_{\text{зн}} = 2,57 \cdot 1,87 = 4,80 \text{ руб/ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется по формуле:

$$C_{\text{рмо}} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{\text{рмо}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.21)$$

где  $H_{\text{рмо}}$  – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$C_{\text{рмо}}^{\delta} = \frac{18676 \cdot 15}{100 \cdot 1,35 \cdot 925} = 1,99 \text{ руб/ед.}$$

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$C_{прт}^n = \frac{16240 \cdot 15}{100 \cdot 0,96 \cdot 925} = 2,74 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\sigma} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.22)$$

где  $a$  – норма амортизации, %

$$A^n = \frac{18676 \cdot 10}{100 \cdot 1,35 \cdot 925} = 1,32 \text{ руб./ед.}$$

$$A^{\sigma} = \frac{16240 \cdot 10}{100 \cdot 0,96 \cdot 925} = 1,82 \text{ руб./ед.}$$

$$S_{\sigma} = 83,2 + 4,80 + 2,74 + 1,82 = 92,56 \text{ руб./ед.}$$

$$S_n = 74 + 3,51 + 1,99 + 1,32 = 80,82 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n + F_e, \quad (3.23)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$F_e$  – фондоемкость процесса, руб./л.

$$C_{прив}^{\sigma} = 92,56 + 0,15 \cdot 18,98 = 98,95 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{прив}^n = 80,82 + 0,15 \cdot 13,29 = 85,47 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = S_{\sigma} - S_n \cdot W_{ч} \cdot T_{год} \quad (3.24)$$

$$\mathcal{E}_{год} = 92,56 - 80,82 \cdot 1,35 \cdot 925 = 14660 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} + E_n + \kappa, \quad (3.25)$$

$$E_{год} = 14660 - 0,15 \cdot 13,29 = 14658 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капиталовложений определяют по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{\sigma n}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.26)$$

					<b>ВКР.23.03.03.058.17.00.00.00.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

где  $C_{\text{бн}}$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{18676}{14660} = 1,13 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{бн}}}, \quad (3.27)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{14660}{18676} = 0,88$$

Таблица 3.3 - Сравнительные технико-экономические показатели конструкций

№/пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность чел/ч	0,96	1,35	140
2	Фондоемкость процесса, руб/ед	1,87	1,25	66
3	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,02	0,01	50
4	Трудоемкость процесса, чел·ч/ед	1,04	0,74	71
5	Уровень эксплуатационных затрат, руб/л	92,56	80,82	87
6	Уровень приведенных затрат, руб/л	111,19	94,46	84
7	Годовая экономия, руб.	x	14660	x
8	Годовой экономический эффект, руб.	x	14658	x
9	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	x	1,13	x
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	x	0,88	x

Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.3, из которой видно, что замена конструкции на предлагаемую позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением металлоемкости и трудоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

