

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Сельское хозяйство)»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема: Проектирование технического сервиса тракторов с разработкой передвижной моечной установки

Шифр ВКР.23.03.03.279.18.00.00.00.ПЗ

Выпускник гр 3452с  
группа

подпись

Гайнуллин Р.И.  
Ф.И.О.

Руководитель доцент  
учебное звание

подпись

Ханнанов М.М.  
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2018г.)

Зав. кафедрой профессор  
учебное звание

подпись

Н.Р. Адигамов  
Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Сельское хозяйство)»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ЭиРМ

Н.Р. Адигамов / /

«            »            2018 г.

### **ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студента Гайнуллина Рамиля Ильшатовича

1. Тема работы: Проектирование технического сервиса тракторов с разработкой передвижной моечной установки

утверждена приказом по вузу от «12» января 2018 г. №

2. Срок сдачи студентом законченной работы 05 февраля 2018г.

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 сервиса и конструкций моечных установок

2. Проектирование технического сервиса тракторов

3. Разработка передвижной моечной установки.

5. Перечень графических материалов

Лист 1 – Классификация оборудования для мойки;

Лист 2 – График загрузки тракторов;

Лист 3 – План-график проведения ТО и ТР;

Лист 4 – Общий вид разработанной конструкции;

Лист 5 – Детализовка;

Лист 6 – Техничко-экономические показатели конструкции.

6. Дата выдачи задания «15» декабря 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

| № п/п | Наименование этапов дипломного проектирования               | Срок выполнения | Примечание |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1     | Анализ технического сервиса и конструкций моечных установок | 20.01.2018      |            |
| 2     | Технологическая часть                                       | 26.01.2018      |            |
| 3     | Конструкторская разработка                                  | 01.02.2018      |            |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности                              | 02.02.2018      |            |
| 5     | Экономическое обоснование                                   | 03.02.2018      |            |

Студент-выпускник \_\_\_\_\_ (Гайнуллин Р.И.)

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

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе студента группы 3451с  
Гайнуллина Р.И. на тему: «Проектирование технического сервиса  
тракторов с разработкой передвижной 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 сервиса 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.

## ABSTRACT

for final qualifying work of student groups 3451s R.I. Gamullin on the topic: «The design of a technical service of tractors with the development of mobile washing plant»

Final qualifying work consists of the explanatory note on 56 sheets of typewritten text and graphic parts on 6 sheets of A1 format. Of them 2 sheets relate to the design part.

The explanatory note consists of an introduction, five chapters, conclusion and contains 1 figure, 4 tables. List of used literature consists of 16 items.

The first section presents an analysis of maintenance and constructions of washing systems.

In the second section, on the basis of data from the first partition is the design of a technical service of tractors.

In the third section the developed design universal washing system. Given the required design and strength calculations. Also in this section are designed for the protection of health and safety. Listed safety requirements before starting work, during work and after work. The section concludes economic feasibility of the designed construction. Estimated economic effect of the introduction device and the payback period of the investment.

The explanatory note ends the conclusion of the final qualification work, a list of references and specification.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                 | 7  |
| 1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА И КОНСТРУКЦИЙ<br>МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК.....                                         | 8  |
| 1.1 Анализ технического сервиса.....                                                                          | 8  |
| 1.2 Анализ конструкций моечных установок.....                                                                 | 10 |
| 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ<br>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<br>и сельскохозяйственных машин.....                | 23 |
| 2.4 Расчет и планирование технического сервиса.....                                                           | 25 |
| 3 РАЗРАБОТКА ПЕРЕДВИЖНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ.....                                                               | 38 |
| 3.1 Техническое описание конструкции универсальной моечной<br>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<br>с универсальной моечной установкой..... | 47 |
| 3.5 Экономическое обоснование конструкции.....                                                                | 49 |
| ВЫВОДЫ.....                                                                                                   | 54 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                                        | 55 |
| СПЕЦИФИКАЦИЯ.....                                                                                             | 57 |

## Введение

На данный момент наблюдается бурное качественное и количественное развитие автомобильного транспорта. Ежегодно мировой парк автомобилей увеличивается примерно на десять миллионов единиц и численность его составляет уже около четырехсот миллионов.

Автомобилизация ведет не только к увеличению автомобильного парка, но и обуславливает некоторые проблемы, решение которых требует научного подхода и значительных материальных затрат. В связи с этим, необходимо увеличить пропускную способность улиц, построить дороги и их благоустроить, организовать стоянки и гаражи, обеспечить безопасность движения и охрану окружающей среды, построить автотранспортные предприятия, станции ТО автомобилей, склады, автозаправочные станции и другие предприятия.

Вышеуказанный системный подход предусматривает вместе с вводом новых объектов в эксплуатацию и необходимость реконструкции старых, интенсификации производства, роста производительности фондоотдачи и труда, улучшения качества оказываемых услуг широким внедрением новой техники и технологий, рациональной формы и метода организации труда и производства.

Для совершенствования технического обслуживания и ремонта автотранспортной техники необходимо применять прогрессивные технологические процессы; совершенствовать организацию и управление производственной деятельностью; повышать эффективность использования основных фондов и снижать материалу- и трудоемкость отрасли; применять новые технологически и строительно совершенные проекты и реконструировать действующие предприятия ТО автотранспорта, учитывая фактическую потребность по видам работ, и возможность их поэтапного дальнейшего развития; повышать гарантированность качества оказываемых услуг и разработку мероприятий морального и материального

стимулирования их обеспечения.

Для решения задач технической эксплуатации необходимо управлять производственной деятельностью АТП, улучшать условия труда, повышать эффективность трудовых затрат и использовать основные производственные фонды при рациональных затратах ресурсов.

Перед проектируемым пунктом технического обслуживания и текущего ремонта стоит множество задач, эффективное решение которых могло бы увеличить прибыль диагностического поста и увеличить срок безотказной эксплуатации тракторов и автомобилей.



## 1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК

### 1.1 Анализ технического обслуживания

В организациях технического сервиса используется планово-предупредительный вид техобслуживания и ремонтов автотракторной техники, которая является совокупностью средств, нормативно-технических документов и исполнительского состава, обеспечивающих работоспособное состояние подвижного состава. Данная система предусматривает поддержание работоспособности автотракторной техники проведением планово-предупредительной работы по их техобслуживанию и текущему и капитальному ремонту.

В автотракторном парке проводятся следующие виды воздействия: ежесменное техобслуживание ЕТО, номерные технические обслуживания ТО-1/2/3, текущий ремонт ТР, а также во время перехода на осенне-зимний и весенне-летний период два сезонных техобслуживания СТО.

Техническое обслуживание является комплексом мероприятий, предназначенных для поддержания автотракторной техники в работоспособности; обеспечения их надежности, экономичной работы, безопасного передвижения, экологической безопасности; уменьшения быстроты ухудшения технического состояния, увеличения срока безотказной работы, а также выявления неисправностей для своевременного их устранения.

Из-за отсутствия на предприятии пункта техобслуживания все виды техобслуживания проводятся в мастерских или автогаражах. В ремонтных мастерских проводится капитальный ремонт своими силами при помощи различных станков и оборудования для токарных, кузнечных, слесарных работ.

Количество технических обслуживаний каждый месяц должен планироваться для автомобилей согласно их пробега, а для тракторов

согласно расхода топлива.

Текущий ремонт проводят в ремонтных мастерских по предварительно согласованным заявкам. Ремонтная мастерская осуществляет односменную работу.

Есть довольно большое количество факторов, которые влияют на качество проведения технических обслуживаний автотракторной техники. В данной выпускной квалификационной работе будут рассматриваться и анализироваться лишь самые значимые факторы, на которые далее приводится их обоснование.

#### 1. Социальные факторы

а) Социальный статус работников – Этот показатель является довольно значимым при проведении техобслуживания из-за больших отличий в уровне качества различных работ.

Социальным статусом является совокупность ролей, выполняемых человеком, находящимся в определенном положении в обществе, как представитель какой-либо соцгруппы, к чему может относиться профессия, класс, национальность и др. Одному и тому же человеку может соответствовать несколько статусов, потому что этот человек принимает участие в большом количестве групп (трудовые, спортивные, религиозные, политические).

б) Отношение руководителя – В последнее время психологами широко изучается поведение руководства, сильно влияющее на способность к работе коллектива предприятия. Для лучшего определения уровня поведенческой самоорганизации в больших предприятиях учеными одного из американских университетов проведено исследование отношения начальства и их работников, в которых приняли участие больше тысячи сотрудников различных организаций.

В результате анализа данных исследований главным фактором, наносящим вред корпоративному духу и, соответственно, ухудшающим качество работы, является чрезмерное самолюбие начальника. По результату

опросов треть работников сообщили, что их руководитель любит преувеличивать свои достижения, для удачного представления перед клиентами; чуть меньше трети сообщили, что их начальник любит хвастаться и добиваться похвалы от своих работников; четверть опрошенных сообщили о заикленности руководителя на «культе» своей личности; столько же сообщили, что их начальник эгоист и обладает склонностью к нарциссизму, а пятая часть сказали, что руководитель оказывает помощь сотрудникам при условии получения чего-либо взамен.

Эксперты отмечают, что начальник, который слишком любит себя, склонен к созданию около себя недружелюбной и вредной для работы коллектива обстановки, которая затронет всех контактирующих с этим начальником. В дальнейшем чаще всего работники такого руководителя-самолюбца распадаются. Если и не распадется, то из-за стрессовости условий работы производительность труда такого коллектива сильно снизится. Подчиненные начальника, склонного к нарциссизму, начинают испытывать меньшее желание хождения на работу и приобретают склонность к разочарованию от рабочего процесса.

Психологами отмечается, что во многих организациях самолюбие руководства воспринимают положительно, так как подразумевается, что такой начальник более целеустремлен, лучше управляет и быстро добивается успеха для коллектива предприятия. Но по словам исследователей, есть тончайшая граница между уверенностью и простейшим эгоизмом, уничтожающим всевозможные достижения и останавливающий любой прогресс в развитии компании.

Постоянное психологическое давление в процессе работы, жесткость в обращении с сотрудниками могут плохо сказаться и на его здоровье, и на эффективности работы, из-за разлада в семейных отношениях.

Оказание давления начальником или другим сотрудником встречается довольно часто. Существует множество методов оказания давления. Шеф или сотрудники организации могут скрыть важную информацию, влияющую

на работоспособность; помогать, физически воздействовать, тем самым уничтожив тягу к работе.

Ответственность и защита здоровья также являются важными факторами, влияющими на работоспособность коллектива предприятия.

2. Технические факторы, к которым можно отнести качество запасных частей и расходных материалов, уровень соответствия оборудования, оснащенность производства, правильность работы измерительных приспособлений, точность работы оборудования, приборов.

3. Экономические факторы, которые характеризуются средствами на обучение, материальные средства, мотивационную деятельность и техническую модернизацию производственно-технологических линий.

4. Организационные факторы, которые зависят от проведения обучения, планирования, организации рабочего пространства, внедрения новейших методов проведения технических обслуживаний, ремонтов и диагностических воздействий, мероприятий, способствующих повышению качества технических обслуживаний.

С целью лучшего качества проведения технических обслуживаний и ремонтов, а, следовательно, увеличения производительности труда работников, рекомендуются проведение следующих мероприятий:

1. Повсеместно внедрить соответствующие виды диагностирования, что поспособствует резкому сокращению времени обслуживания определенных неисправностей и выявлению возможного ресурса техники без проведения ремонтов.

2. Внедрить передовые методы организации производства с использованием прогрессивных технологий.

3. Чтобы повысить производительность труда, качество работы и общую культуру производства на предприятии, рекомендуется к внедрению направленная маршрутная технология для максимального снижения нерациональных переходов работников, а также прохождения технологического процесса с учетом всех требований.

4. Внедрить периодическое проведение хронометража на рабочем месте, силами сотрудников пункта технического обслуживания, для того, чтобы сравнить затрачиваемое время с общепринятой нормой, что позволит выявить неучтенные резервы и причины повышения этой нормы.

5. Внедрить санитарно-гигиенические мероприятия для улучшения условий, при которых трудится рабочий. К этим мероприятиям относятся очищение помещений, исправление вентиляции, установка хорошего освещения и звукоизоляционной перегородки, а также поддержание соответствующего микроклимата.

#### 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.

Песильные 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 патрубка 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- Pumpzerstraher- 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 KettReiniger- очиститель мотора от накипи

SONAX Brack- Pumpzerstrahler- 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.

Примером моек являются универсальные моечные агрегаты выпускаемые фирмой «Karcher®», представляющие собой очень мощные аппараты высокого давления, ориентированные на максимальные запросы. Рассчитанные на длительное непрерывное применение в автопарках, на автобусных предприятиях и в строительстве.

Комплект поставки:

Долговечный шланг высокого давления (15 м), система защиты от скручивания шланга, поворотная струйная трубка (1050 мм), мощное сошло, пистолет-Variotemp, система контроля горения, вилка с переключением полярности, сервисная электроника, устройство дистанционного управления

подачей чистящего средства.

Применение:

Очистка строительных машин и автомобилей. Мойка грузовых автомобилей. Решение задач чистки на канализационных очистных станциях, уборка на фермах и очистка сельскохозяйственной техники. Возможность оперативной работы даже в условиях самых интенсивных загрязнений. Великолепный эффект промывки.



Рисунок 1.1 - Внешний вид мойки «Karcher»

Таблица 1.1 -Технические характеристики мойки

| Показатель                  | Значение       | Единица измерения |
|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Род тока                    | 380 - 400 / 50 | В/Гц              |
| Производительность          | 300-750        | л/ч               |
| Рабочее давление            | 30-150         | бар               |
| Рабочее давление            | 3-15           | МПа               |
| Макс. температура воды      | 80             | °С                |
| Потребляемая мощность       | 5,6            | кВт               |
| Вместимость топливного бака | 25             | л                 |
| Масса                       | 100            | кг                |

Оснащение и преимущества:

1)привод:

Испытан в условиях длительных нагрузок 4-полюсной трехфазный электродвигатель с двумя цепями защиты (биметаллический предохранитель и манометрический выключатель в воздушном канале)



Мощный привод с 2-кратной защитой от перегрузок, автоматическое отключение двигателей, защита от выпадения фазы, второй двигатель с замедленным пуском.

Водяное охлаждение электродвигателя (патент № DE 300 1751).

- Оптимальная мощность двигателя, предварительный подогрев воды.

Непосредственный привод насоса высокого давления, вентилятора и топливного насоса валом двигателя.

- Компактность конструкции, высокий выход мощности, малая вероятность повреждения.

2)насос высокого давления:

Трехпоршневой аксиальный насос с поршнями из высококачественной стали и керамическими гильзами, привод с кривой шайбой.

- Непосредственный привод, минимум подвижных частей, превосходный кпд, плавный и тихий ход, длительный срок службы.

Латунная головка блока цилиндров с интегрированным регулятором давления и расхода воды, плавное регулирование, режим парообразования.

- Устойчивость к чистящим средствам, согласование с различными задачами чистки.

3)система нагрева:

Компактная бездымная высокопроизводительная горелка с вертикальным нагревательным змеевиком и турбовентилятором для увеличения давления воздуха, теплопроизводительность 131 кВт / 113000 ккал

- Равномерное распределение тепла, отсутствие низкотемпературной коррозии, заведомое соответствие предписанным параметрам токсичности выбросов. Впрыскивание топлива с задержкой

- Отсутствие пусковой вспышки.

Контроль выбросов при помощи датчика температуры отходящих газов

- Экономный расход топлива, оптимальный состав отходящих газов.

#### 4) предохранительные элементы / элементы управления

Манометрическая система управления с согласованием давления отключения с рабочим давлением.

- Непосредственное отключение при отпуске рычага пистолета в зависимости от выбранного рабочего давления, разгрузка системы высокого давления и двигателя.

#### Электронная система контроля "Service-Control"

- Защита от поломаков, регистрация рабочих параметров, светодиодная индикация интервалов технического обслуживания и возможных неисправностей, которые могут быть устранены собственными силами.

#### 5) прочее:

##### Устройство Servopress-Variotemp.

- Дополнительное повышение удобства работы, настройка давления, расхода и температуры воды непосредственно на пистолете.

Дистанционное управление с пистолета подачей чистящего средства из 2-го бака

- Различные области применения, различная подача чистящего средства.

##### Устройство защиты от обмывания с указателем уровня умягчителя

- Защита всех водопроводящих элементов от известкового налета и отложений.

##### Возможность эксплуатации с двумя струйными трубками

- Оснащение специальным монтажным комплектом обеспечивает одновременную работу двух операторов.

По типу нагрева воды мойки подразделяются:

- жидким топливом;
- электрические.

Мойки, где вода нагревается посредством сгорания топлива, загрязняют окружающую среду и требуют вытяжной вентиляции

Электрические мойки имеют высокое потребление электроэнергии (мощностью от 12 кВт)

Недостатком таких моек является дороговизна (от 40 тыс. руб.)

Company Confidential

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ТРАКТОРОВ

### 2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка

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

$$X_{\phi} = X_{н} \cdot K_{\kappa} = X_{н} \cdot K_{\mu} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\delta} \quad (2.1)$$

где  $X_{н}$  - значение потребности в тракторах, которая определяется по нормативам для средних условий, ед;

$K_{\kappa}$  - значение сводного поправочного коэффициента;

$K_{\mu}$  - значение поправки на природные условия;

$K_{\epsilon}$  - значение поправки на структуру посевных площадей;

$K_{\gamma}$  - значение поправки на урожайность и порту внесенных удобрений;

$K_{\delta}$  - значение поправки на время использования машин в сутки.

Значение потребности в тракторах вычисляется по выражению:

$$X_{н} = X_{\mu} \cdot F_{\mu} / 1000, \text{а} \quad (2.2)$$

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

$F_{\mu}$  - соответствующее значение площади пашни или посевов сельхоз культур, га.

$$X_{н} = 1,14 \cdot 6109 / 1000 = 6,9 \text{ед.}$$

$$X_{\phi} = X_{н} \cdot K_{\kappa} = X_{н} \cdot K_{\mu} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\delta} = 6,9 \cdot 1 = 6,9 \text{ед.}$$

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:

$$n_{с\>м} = Q / W_{год} \quad (2.3)$$

где  $Q$  - значение объема работ, га;

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

Годовая выработка на одну машину определяется по формуле:

$$W_{год} = W_{ч} \cdot T_{год} \quad (2.4)$$

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

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

$$W_{ч} = 1222 \text{ га.}$$

$$n_{с\>м} = 6109 / 1222 = 4,9 \text{ ед}$$

Нормативный метод определения потребности больше подходит при расчете потребности в технике хозяйства целиком и его подразделений с площадью пашни не менее восьмисот гектар.

## 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  $W_{н.п.}$ :

$$n_p = Q_1 / W_{н.п.} \quad (2.5)$$

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

Выработка в напряженный период  $W_{н.п.}$  получается произведением значения дневной выработки  $W_d$  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 в 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:

$$n_{\text{нр}} = Q / (I_p \cdot W_{\text{срм}}) \quad (2.6)$$



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

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

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

$$n_{\text{тр}} = 6109 / 920 = 6,6.$$

Для задержания талых вод:  $n_{\text{тр}} = 1155 / (4 \cdot 144) = 2.$

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 смешности;

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 получаются две ломаные линии, у которых верхние точки дадут суммарный расход топлива в кг и парработку 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  | СТО | ТР | КР | Функциональной         | Структурной | Ресурсной |
| Т-150          | 6                    | 60                       | 8  | 6  | 12  | 4  | 1  | 12                     | 86          | 5         |
| МТЗ-80         | 5                    | 115                      | 17 | 10 | 10  | 8  | 1  | 10                     | 152         | 9         |

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:

$$\Sigma H = \Sigma H_{\text{т}} + \Sigma H_{\text{схм}} - \Sigma H_{\text{н}}, \quad (2.7)$$

где  $\Sigma H_{\text{т}}, \Sigma H_{\text{схм}}$  - значение суммарной трудоемкости ТО тракторов и сельхозмашин;

$\Sigma H_{\text{н}}$  - значение суммарной трудоемкости на устранение неисправностей и хранение для тракторов и сельхозмашин.

Трудоемкость ТО тракторов определяется по каждой марке в

отдельности по следующей формуле:

$$\Sigma H_T = h_{TO-1} \cdot n_{TO-1} + h_{TO-2} \cdot n_{TO-2} + h_{TO-3} \cdot n_{TO-3} + h_{CTO} \cdot n_{CTO}, \quad (2.8)$$

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

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

Для трактора Т-150:

$$h_{TO-1} = 2,5 \text{ чел.ч}, h_{TO-2} = 7,5 \text{ чел.ч}, h_{TO-3} = 25 \text{ чел.ч}, h_{CTO} = 2,39 \text{ чел.ч},$$

$$\Sigma H_T = 2,2 \cdot 60 + 5,1 \cdot 4 + 12,8 \cdot 2 + 2,4 \cdot 8 = 42 + 20 + 25 + 19 = 106 \text{ чел.ч},$$

Для трактора МТЗ-80:

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

$$\Sigma H_T = 2 \cdot 115 + 6,6 \cdot 117 + 18 \cdot 10 + 19,8 \cdot 10 = 230 + 772,2 + 180 + 198 = 1380 \text{ чел.ч}.$$

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.

$$\Sigma H_{сум} = (0,35 \dots 0,45) \cdot \Sigma H_T, \quad (2.9)$$

$$\Sigma H_{\pi} = (0,25 \dots 0,35) \cdot \Sigma H_T. \quad (2.10)$$

Для трактора Т-150:

$$\Sigma H_{сум} = 0,4 \cdot 106 = 42,4 \text{ чел.ч},$$

$$\Sigma H_{\pi} = 0,3 \cdot 106 = 31,8 \text{ чел.ч},$$

$$\Sigma H_{T-150} = 685 \text{ чел.ч}.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\Sigma H_{сум} = 0,4 \cdot 1380 = 552 \text{ чел.ч}.$$

$$\Sigma H_{\pi} = 0,3 \cdot 1380 = 414 \text{ чел.ч}.$$

$$\Sigma H_{MTZ-80} = 2346 \text{ чел.ч}.$$

Расчет численности мастеров - наладчиков.

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

$$\eta_{м-н} = \frac{\sum H}{\Phi_{м-н}}, \quad (2.11)$$

где  $\Phi_{м-н}$  - значение годового фонда рабочего времени одного мастер-наладчика в часах, которое вычисляется по формуле:

$$\Phi_{м-н} = A_p \cdot T_p \cdot \tau_{см} \cdot \delta, \quad (2.12)$$

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

$T_p$  - значение продолжительности рабочего дня, ч;

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

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

Значение количества рабочих дней в году определяется по выражению.

$$A_p = A_k - A_v - A_{п} - A_o. \quad (2.13)$$

где  $A_k, A_v, A_{п}, A_o$  - значения соответственно количества календарного, выходного, праздничного и отпускного дня в году.

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

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

Для трактора Т-150:

$$\eta_{м-н} = 685 / 619,85 = 1,1.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\eta_{м-н} = 2346 / 619,85 = 3,8.$$

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:

$$n_{\text{АТО}} = \frac{\sum T_{\text{ТО}} - \sum T_{\text{С}}}{T_{\text{АТО}}}, \quad (2.14)$$

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.

$\sum T_{\text{С}}$  - значение времени, которое затрачивается на переезды 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

$$\sum T_{\text{ТО}} = \sum t_{\text{ТО-1}} \cdot n_{\text{ТО-1}} + \sum t_{\text{ТО-2}} \cdot n_{\text{ТО-2}}, \quad (2.15)$$

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

$i$  - количество марок трактора.

$$\sum T_{\text{ТО}} = (0,9 \cdot 18 + 1,3 \cdot 85) + (5 \cdot 5,3 + 15 \cdot 3,4) = 204,2 \text{ ч.}$$

Время, которое затрачивается на переезд в расчете средних расстояний ( $S$ ) между ПТО и трактором, а так же среднетехнической скорости передвижения ( $v_{\text{т}}$ ) АТО, определяется по следующему выражению:

$$\sum T_{\text{С}} = \frac{S}{v_{\text{т}}}. \quad (2.16)$$

$$\sum T_{\text{С}} = \frac{20}{30} = 0,6$$

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:

$$T_{\text{АТО}} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{\text{св}}, \quad (2.17)$$

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

$T_p$  - значение продолжительности смены, ч.

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

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

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

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

$$\eta_{\text{за}} = \frac{Q_{\text{с}}}{V_{\text{за}} \cdot \alpha \cdot T_p \cdot \rho}, \quad (2.19)$$

где  $Q_{\text{с}}$  - значение максимального суточного расхода топлива, кг;

$V_{\text{за}}$  - 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,  $\text{кг/м}^3$ .

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

Максимальный расход топлива в сутки ( $Q_{\text{с}}$ ) находится делением топлива, которое израсходовано в напряженный период, на значения продолжительности этого напряженного периода, емкости заправщика по техническим характеристикам, количества рейсов ( $\eta_{\text{за}}$ ) использования



заправщика:

$$\eta_p = \frac{T_{см} - T_{из}}{T_{об}}, \quad (2.20)$$

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

$T_{из}$  – значение подготовительно-заключительного времени, ч;

$T_{об} = 0,7 \dots 0,8$ .

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

Время оборота заправщика:

$$T_{об} = t_H + t_3 + t_T + t_{\Pi}, \quad (2.21)$$

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

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

Время движения:

$$t_T + t_{\Pi} = \frac{\sum S}{v_T}, \quad (2.22)$$

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

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

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

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

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

Расчет потребности в топливно – 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.

$$Q = \sum Q_i. \quad (2.23)$$

$$Q = 115160 + 139549 = 254709 \text{ кг},$$

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

$$V_{оп} = \sqrt[3]{Q_i \cdot K_{д.х.}}, \quad (2.24)$$

где  $Q_i$  - годовая потребность дизельного топлива или бензина, т,

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

$R_d$  - расстояние доставки, км. ( $R_d = 60$  км)

$$V_{оп} = \sqrt[3]{254,7 \cdot 0,806} = 14,3 \text{ т.}$$

Оптимальная частота и периодичность доставки нефтепродуктов определяется из выражения:

$$N_{д} = \frac{Q_i}{V_{оп.д.}} \quad (2.25)$$

$$N_{д} = \frac{254,7}{14,3} = 17,8.$$

$$t_{д} = \frac{T}{N_{д}}, \quad (2.26)$$

где  $T$  - длительность расчетного периода, дни.

$$t_{д} = \frac{365}{17,8} = 20$$

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:

$$S_z = (\lambda_z - 1) \cdot G \cdot (t_d + t_w)^y, \quad (2.27)$$

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

$G$  - среднесуточный расход топлива, т.;

$t_d$  - время задержки доставки нефтепродуктов, дни;

$y$  - эмпирический показатель степени.

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

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

Определение максимального запаса нефтепродуктов.

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

$$V_{\text{пас}} = S_z + G \cdot (t_d + t_w). \quad (2.28)$$

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

Определение требуемой вместимости резервуара парка

Потребная вместимость резервуарного парка определяется по формуле:

$$V = \frac{V_{\text{пас}}}{\rho \cdot f}, \quad (2.29)$$

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 м<sup>3</sup>.

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 ( $F_{\Sigma}$ ) сектора хранения:

$$F_{\Sigma} = F_1 + F_2 + F_3, \quad (2.30)$$

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:

$$F_1 = \sum F_i, \quad (2.31)$$

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

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

$$F_i = l_{\Sigma} \cdot B_{\Sigma}, \quad (2.32)$$

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

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

$$l_{\Sigma} = [B_{\Sigma} \cdot n_{\Sigma} + a(n_{\Sigma} + 1)]\alpha, \quad (2.33)$$

$$B_{\Sigma} = l_{\Sigma} + 2a^1, \quad (2.34)$$

где  $B_{\Sigma}$  - ширина машины, м;

$n_{\Sigma}$  - 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 ( $\alpha$

$=1,05 \dots 1,10$ );

$l_{\text{м}}$  - длина машины, м;

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

$$l_{\text{пр}(\tau=1,05)} = (1,8 \cdot 6 + 0,7(6+1))1,1 = 28,3 \text{ м},$$

$$B_{\text{пр}(\tau=1,05)} = 4,9 + 2 \cdot 0,5 = 5,9 \text{ м}$$

$$l_{\text{пр}(\text{МТЗ-80})} = (1,6 \cdot 5 + 0,7(5+1))1,1 = 23,5 \text{ м},$$

$$B_{\text{пр}(\text{МТЗ-80})} = 3,6 + 2 \cdot 0,5 = 4,6 \text{ м}.$$

$$F_{\tau=1,05} = 167 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{МТЗ-80}} = 108 \text{ м}^2,$$

$$F_{\Sigma} = 275 \text{ м}^2.$$

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

$$F_{\Sigma} = \sum F_{\Sigma}^i, \quad (2.35)$$

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

$$B_{\text{пр}} = l_{\text{тр}} + l_{\text{см}} + r_{\text{а}} + \frac{B_{\text{а}}}{2}, \quad (2.36)$$

где  $l_{\text{тр}}, l_{\text{см}}$  - длина трактора и машины, м;

$r_{\text{а}}$  - радиус поворота агрегата, м;

$B_{\text{а}}$  - ширина агрегата, м.

$$B_{\text{а}} = 4,6 + 8 + 15 + \frac{5}{2} = 25 \text{ м}.$$

Длину проезда, расположенного поперек площадок хранения находят:

$$l_{\text{пр}}^1 = \sum B_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}} + B_{\text{пр}} \cdot n_{\text{а}}, \quad (2.37)$$

где  $B_{\text{пр}}, B_{\text{пр}}^1$  - ширина площадки и продольного проезда, м;

$n_{\text{пр}}, n_{\text{пр}}^1$  - количество площадок и проездов одинаковой ширины, шт.

$$l_{\text{пр}}^1 = 25 \cdot 2 + 14 \cdot 1 = 64 \text{ м}.$$

Длина проезда, расположенного вдоль площадки хранения машин будет:

$$l_{пр}^1 = l_n \cdot n_n^1, \quad (2.38)$$

где  $n_n^1$  - количество площадок в ряду,

$$l_{пр}^1 = 64 \cdot 2 = 128 \text{ м.}$$

$$F_2 = 30 \cdot 64 = 1920 \text{ м}^2.$$

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

$$F_3 = 2\lambda_{сх} \cdot B_{сх} + 2(C_{сх} - 2B_{сх})B_{сх}, \quad (2.39)$$

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

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

$$F_3 = 2 \cdot 64 \cdot 3 + 2(13,33 - 2 \cdot 3)3 = 137,26 \text{ м}^2.$$

$$F_0 = 275 + 1920 + 137,26 = 2332 \text{ м}^2.$$

Численность звена ( $m_z$ ) для выполнения работ по хранению машин находят:

$$m_z = \frac{\sum H_{х}^i}{\Phi} \quad (2.40)$$

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

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

$$H_{х}^i = n_{zi} (h_1 + h_2 + h_3), \quad (2.41)$$

где  $n_{zi}$  - 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.

$$H_{х}^{2-200} = 5(12,5 + 2,3 + 11,1) = 155 \text{ чел.ч.}$$

$$H_{х}^{2-150} = 6(14,3 + 3,2 + 13,7) = 186 \text{ чел.ч.}$$

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

$$\Phi = L_p \cdot T_{см} \cdot \tau_{см}, \quad (3.35)$$

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

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

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

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

$$m_s = \frac{155 + 186}{1682,45} = 0,2.$$



### 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОГО МОЕЧНОГО АГРЕГАТА

#### 3.1 Устройство конструкции

Конструкция предназначена для интенсивной мойки транспорта и сельскохозяйственной техники водовоздушной струей большим потоком.

Устройство конструкции показано на рисунке 3.1. Конструкция состоит из рамы 1 установленной на четыре поворотных колеса 2. На раме располагаются основные узлы и механизмы: насос 3, компрессор 4, кронштейн с присоединительными штуцерами 9. На насос смонтирована блок-группа 5. На компрессоре установлена группа безопасности 7. Из блок-группы исходит два шланга 8, для моющего пистолета. Агрегат содержит два манометра для контроля давления воды и воздуха.

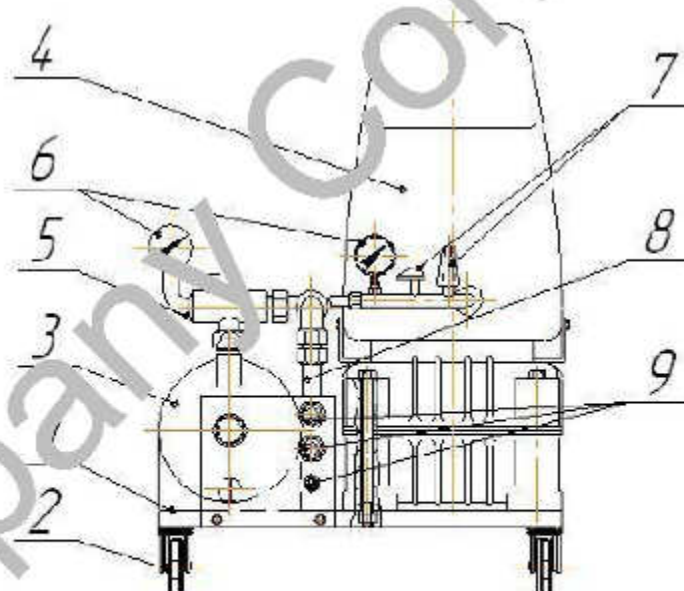


Рисунок 3.1 – Моющий агрегат;

1- рама; 2- поворотное колесо; 3- насос; 4- компрессор; 5- блок-группа; 6- манометры; 7- группа безопасности; 8- трубопровод; 9- штуцера.

|           |              |          |         |      |                                                                         |  |  |
|-----------|--------------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------|--|--|
|           |              |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ                                          |  |  |
| Изм.      | Лист         | № докум. | Подпись | Дата | <b>Передвижной<br/>моющий<br/>агрегат</b>                               |  |  |
| Разработ. | Гайнуллин РИ |          |         |      |                                                                         |  |  |
| Проверил  | Ханнанов ММ  |          |         |      |                                                                         |  |  |
| Н.контр   |              |          |         |      |                                                                         |  |  |
| Уте       | Аббасов НР   |          |         |      | Лит.    Лист    Листов<br>1        17<br>КГАСУ, каф. ЭиРМ, 3452а группа |  |  |

### 3.2 Принцип действия конструкции

Принцип действия основан на соединении потока воздуха и воды непосредственно в пистолете 1. На пистолете расположена кнопка 18, одновременно открывающая подачу воды и воздуха. При прекращении нажатия на кнопку пистолета срабатывают клапаны давления и реле давления блок группы, и насос отключается. Компрессор работает в режиме поддержания давления в ресивере, поэтому не нуждается в клапане, регулирующем включение его. Принцип действия показан на рисунке 3.2.

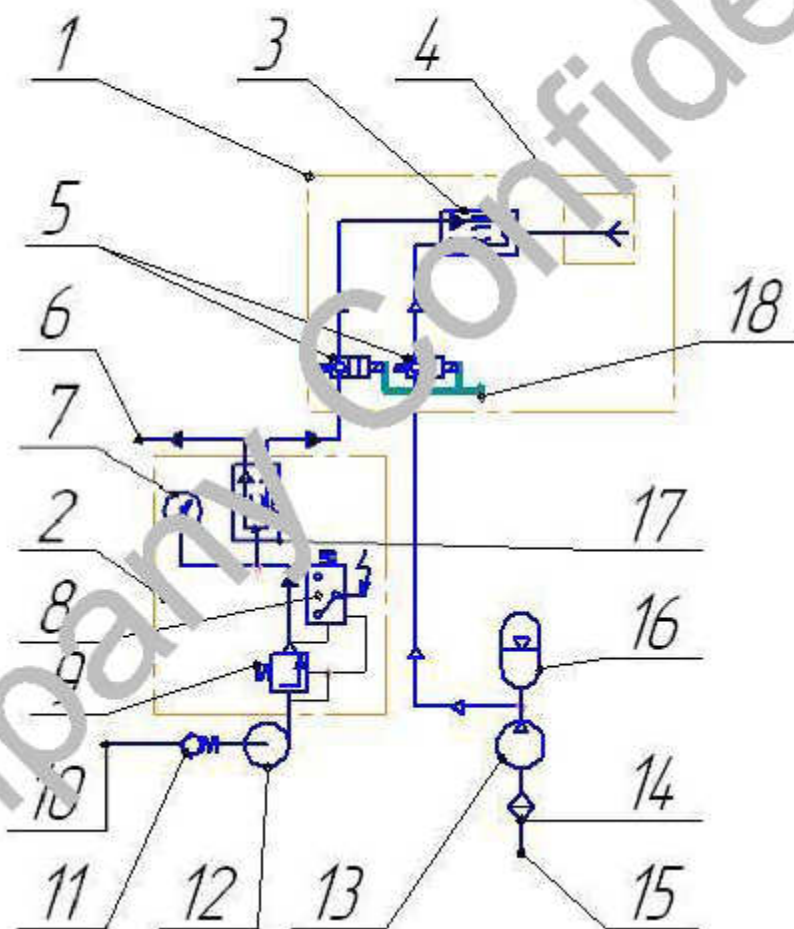


Рисунок 3.2 - Принцип действия конструкции:

1 – пистолет; 2 – блок-группа давления; 3 – соединитель потоков; 4 – форсунка; 5 – клапаны; 6 – отвод воды к пистолету; 7 – манометр; 8 – реле давления; 9 – клапан давления; 10 – подвод воды; 11 – обратный клапан; 12 –

|                                |      |          |         |      |      |
|--------------------------------|------|----------|---------|------|------|
| ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ |      |          |         |      | Лист |
| Изм.                           | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 2    |

насос; 13 – компрессор; 14 – фильтр; 15 – забор воздуха; 16 – ресивер; 17 – раздвоитель потока; 18 – кнопка пистолета.

### 3.3 Конструктивные расчеты

#### 3.3.1 Расчет производительности насадки

Пропускная способность насадки определяется по формуле:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2 \frac{(p - p_2)}{\rho}}, \quad (3.1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода, равный для цилиндрической насадки ( $\mu = \mu_{н.ст} = 0,9$  – при его работе по типу распыления реагента воздухом при том же давлении;

$\omega$  – площадь насадка,  $\text{мм}^2$ ,

$p$  и  $p_2$  – давление перед и за насадкой, соответственно, МПа;

$\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг/дм}^3$

Площадь насадка определится по формуле:

$$\omega = \pi d^2 / 4, \quad (3.2)$$

где  $d$  – диаметр сопла насадки, мм.

Подставив значения в формулы (3.1) и (3.2) получим:

$$\omega = 3,14 \cdot 5^2 / 4 = 19,6 \text{ мм}^2,$$

$$Q = 0,9 \cdot 19,6 \cdot \sqrt{2 \frac{4 - 0,1}{1}} = 43,21 \text{ л/мин.}$$

#### 3.3.2 Расчет колес по статической грузоподъемности

Определим радиальную нагрузку на колесо по формуле :

$$R = m_r \times g / n, \quad (3.3)$$

где  $R$  – радиальная нагрузка на одно колесо, Н;

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 3    |

$m_T$  – масса установки в рабочем состоянии, кг;

$n$  – число колес, шт.

$$R = 64 \times 9.81 / 4 = 156,96 \text{ Н.}$$

Определение статической грузоподъемности:

Определим необходимую статическую грузоподъемность подбираемого колеса исходя из неравенства:

$$R \leq C_{\text{ст}}, \quad (3.4)$$

где  $R$  – радиальная нагрузка на одно колесо, Н;

$C_{\text{ст}}$  – статическая грузоподъемность колеса, Н.

Подбираем колесо.

$b=24$  мм - ширина колеса;

$D=80$  мм - наружный диаметр колеса;

$B=64$  мм - ширина платформы;

$52 \times 50$  мм - расстояния крепления болтов;

$r=50$  мм - расстояние до оси;

$C_{\text{ст}}=500$  Н - статическая грузоподъемность колеса.

Таким образом условие 3.4 выполняется:

$$R < C_{\text{ст}}, \quad (3.5)$$
$$156 < 500.$$

### 3.3.3 Подбор пружины пистолета

Усилие прижатия принимаем  $F=10$ Н.

Рассчитаем силу пружины при максимальной деформации по формуле:

$$P_2 = \frac{P_1}{1 - \delta}, \quad (3.6)$$

где  $P_2$  – Сила пружины при рабочей деформации ( $P_2=F$ ), Н;

$\delta$  – относительный инерционный зазор.

|      |      |          |         |      |                                       |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <b>ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ</b> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                       | 4    |

$$P_3 = \frac{10}{1 - 0,15} = 11,7H$$

Выбираем пружину №112 ГОСТ13767-68

$P_3 = 12H$ ;

Диаметр проволоки  $d = 0,6$  мм;

Наружный диаметр пружины  $D = 4,7$  мм;

Жесткость одного витка  $Z_1 = 1$  Н/мм;

Определим жесткость пружины по формуле:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{h}, \quad (3.7)$$

где  $Z$  – жесткость пружины, Н/мм;

$P_2$  – сила пружины при рабочей деформации, Н;

$P_1$  – сила пружины при предварительной деформации, Н;

$h$  – рабочий ход пружины, мм.

$$Z = \frac{10 - 9}{7} = 0,14H / мм$$

Число рабочих витков пружины вычислим по формуле:

$$n = \frac{Z_1}{Z}, \quad (3.8)$$

где  $n$  – число рабочих витков пружины, шт.;

$Z_1$  – жесткость одного витка пружины, Н/мм.

$$n = \frac{1}{0,14} = 7.$$

### 3.3.4 Расчет трубопровода

Внутренний диаметр трубопровода определяется по формуле:

$$d_{вн} = 1,13 \sqrt[3]{\frac{q_{с.ном}}{V_{ж}}}, \quad (3.9)$$

где  $q_{с.ном}$  – номинальная подача насоса, м<sup>3</sup>/с;

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 5    |

$V_{ж}$  - скорость течения жидкости, м/с.

Подставив значения получим:

$$d_{шт} = 1,13 \sqrt{\frac{0,003}{8}} = 0,012 \text{ м}$$

Диаметр стенки трубы определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{p_{пред} \cdot d_{шт}}{(2 \cdot [\delta_p])}, \quad (3.10)$$

где  $p_{пред}$  - давление предохранительного клапана насоса, МПа;

$[\delta_p]$  - допустимое давление материала трубы.

Подставив значения получим:

$$\sigma = \frac{6,3 \cdot 0,012}{(2 \cdot 12)} = 0,00315 \text{ М}$$

### 3.3.5 Расчет потерь давления

Число Рейнольдса определяется по формуле:

$$Re = v_{ж} d_{шт} / \nu; \quad (3.11)$$

$$Re = 2,12 \cdot 0,005 / (82 \cdot 10^{-6}) = 219,1;$$

$$v_{ж} = 4Q_{шт} / (\pi d_{шт}^2); \quad (3.12)$$

$$v_{ж} = 4 \cdot 5,1 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 0,005^2) = 2,12 \text{ м/с}$$

Полученное значение Re меньше критического, следовательно, режим ламинарный и коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda = 75/Re; \quad (3.13)$$

$$\lambda = 75/219,1 = 0,48.$$

Длину нагнетательного трубопровода принимаем в соответствии с конструкцией машины:

$$L_{шт} = L_a + L_z + L_n; \quad (3.14)$$

$$L_{шт} = 0,3 + 0,2 + 15 = 15,5 \text{ м}$$

Тогда потери давления будут составлять по формуле:

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 6    |



$$\Delta p_{\text{ли}} = \lambda L_{\text{ли}} v_{\text{ж}}^2 \rho / (2 d_{\text{ли}}), \quad (3.15)$$

где  $v_{\text{ж}} = 2,12 \text{ м/с}$ ;

$d_{\text{ли}} = 0,005 \text{ м}$ ;

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

$$\Delta p_{\text{ли}} = 0,48 \cdot 15,5 \cdot 2,12^2 \cdot 1000 / (2 \cdot 0,005) = 0,711 \text{ МПа}$$

Местные потери давления в нагнетательном трубопроводе определяется по формуле.

$$\Delta p_{\text{м.л}} = v_{\text{ж}}^2 \rho \Sigma \xi_{\text{л}} / 2; \quad (3.16)$$

$$\Delta p_{\text{м.л}} = 2,12^2 \cdot 1000 \cdot 2,33 / 2 = 0,0012 \text{ МПа}$$

Суммарное значение коэффициента местных сопротивлений определяем, исходя из конструкции и размеров машины: для насадки (14 ед.)  $\xi = 0,1$ ; плавного изгиба трубопровода  $\xi = 0,23$ ; плавного изгиба трубопровода (1 ед.)  $\xi = 2$ .

Тогда:

$$\Sigma \xi = 0,1 + 0,23 + 2 = 2,33.$$

Принимаем: для регулятора потока:  $\xi_{\text{р.п}} = 5$ ; золотникового распределителя  $\xi_{\text{з.р}} = 4$ ; клапана давления  $\xi_{\text{к.д}} = 4$ ; обратного клапана  $\xi_{\text{р.о}} = 5$ ; кнопки  $\xi_{\text{к.м}} = 2,5$ .

Суммарные потери давления в гидросистеме определяется по формуле:

$$\Delta p = \Sigma \Delta p_{\text{ли}} + \Sigma \Delta p_{\text{м.л}}; \quad (3.17)$$

$$\Delta p = 0,711 + 0,0012 = 0,7122 \text{ МПа}$$

что составляет 4,3% и находится в допустимых пределах.

### 3.3.6 Определение КПД гидросистемы

Объемный КПД гидропривода определяется по формуле:

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{о.р}} \eta_{\text{о.м}}; \quad (3.18)$$

где  $\eta_{\text{о.р}}$  - КПД распределителя,  $\eta_{\text{о.р}} = 0,98$ ;

$\eta_{\text{о.м}}$  - КПД шарового крана,  $\eta_{\text{о.м}} = 0,96$ .

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 7    |



Тогда:

$$\eta_G = 0,98 \cdot 0,96 = 0,94.$$

Гидравлический КПД рассчитываем по формуле:

$$\eta_L = (p_{ном} - \Delta p) / p_{ном} \quad (3.19)$$

$$\eta_L = (4 - 0,71) / 4 = 0,82.$$

Механический КПД определяется по формул:

$$\eta_M = \eta_{M.P} \cdot \eta_{M.ш} \quad (3.20)$$

где  $\eta_{M.P}$  - механический КПД распределителя,  $\eta_{M.P} = 0,96$ ,

$\eta_{M.ш}$  - механический КПД шарового крана,  $\eta_{M.ш} = 0,97$ ,

Тогда:

$$\eta_M = 0,96 \cdot 0,97 = 0,93.$$

Общий КПД гидропривода определяется по формуле:

$$\eta_{обш} = \eta_G \cdot \eta_L \cdot \eta_M \quad (3.21)$$

Тогда:

$$\eta_{обш} = 0,94 \cdot 0,82 \cdot 0,93 = 0,71.$$

### 3.3.7 Расчет сварного шва

При расчёте на прочность сварного шва используем условие прочности:

$$\frac{Q}{A_{ср}} \leq [\tau]_{ср} \quad (3.22)$$

где  $A_{ср}$  - площадь среза, мм<sup>2</sup>;

$[\tau]_{ср}$  - допускаемое напряжение, ( $[\tau]_{ср} = 80 \text{ МПа}$ ) МПа;

Q – нагрузка, (Q= 63Н) Н;

Из условия прочности выведем следующую формулу:

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 8    |

$$h \geq \frac{Q}{0.7l[\tau]_{\text{св}}}, \quad (3.23)$$

$$h \geq \frac{63}{0.7 \cdot 0.08 \cdot 80 \cdot 10^6};$$

где  $h$  – катет сварного шва, мм;

$h \geq 0.8 \cdot 10^5$ , принимаем катет сварного шва равный 3 мм.

#### 3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации передвижного моечного агрегата

СОГЛАСОВАНО

Председатель профкома

предприятия:

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«11» января 2018г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«11» января 2018г.

#### ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда при эксплуатации передвижного моечного агрегата

Общие требования безопасности:

- допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- рабочий должен быть трезв, во время работы не допускается курение;

- работник должен быть снабжен спецодеждой;

- рабочее место должно быть снабжено медицинской аптечкой;

- ответственность за безопасность несет инженер по ТБ;

Требования безопасности перед началом работы:

- проверить заземление перед пуском моечного агрегата;

- осмотреть моечный агрегат, проверить комплектность, отсутствие внешних дефектов, надежность закреплений элементов;

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ

Лист

9

- осмотреть конструкцию рамы на наличие трещин сварных швов;
- произвести проверочный пуск двигателя. Двигатель должен работать ровно, без рывков;
- перед включением электродвигателя агрегата убедиться в надежности защиты электрокоммуникаций;
- на рабочем должна присутствовать спецодежда.

Запрещается: при включенном двигателе выполнять регулировочные операции.

Требования безопасности во время работы:

- на рабочем месте должен быть порядок;
- во время мойки не отлучаться с рабочего места;
- работник должен находиться в спецодежде.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- при возникновении аварийной ситуации или аварии необходимо немедленно отключить установку и обесточить ее;
- по возможности первую медицинскую помощь оказывать на месте, а затем отправлять в медпункт.

Требования безопасности по окончании работы:

- первым делом обесточить установку, а затем прекращают подачу жидкости. Каждую смену установку очищают, осматривают на неисправности. Грязную жидкость сливают в специальные контейнеры и вывозят за территорию хозяйства;
- одежда рабочего должна быть удобной и всегда заправленной;
- при обнаружении неисправностей и недостатков сообщить директору.

Расположение моечной установки выполнено с соблюдением нормативных расстояний, приведенных в «Единых требованиях безопасности и производственной санитарии к конструкции ремонтно-технологического оборудования, оснастке и технологическим процессам ремонта

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 10   |

сельскохозяйственной техники».

Разработал:

Гайнуллин Р.И.

Согласовано: специалист по ОТ

### 3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор повышения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда, его тяжести инженерный персонал сельскохозяйственного предприятия подразделяется на следующие группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы-машинисты), специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы); руководители и обслуживающий персонал. Поэтому работа у одних связана с управлением транспортных средств с большой психофизической нагрузкой, а у других – со сложной координацией движений и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

В связи с этим созданию предпосылок к высокопроизводительному труду инженерных специальностей, предупреждение профессиональных заболеваний и травматизма на производстве способствует использование физической культуры для активной работы, отдыха и восстановления работоспособности в рабочее и свободное время.

### 3.5 Технико-экономическая оценка передвижного моточного агрегата

Масса конструкции рассчитывается по следующей формуле:

$$G_{м.к} = (G_{\Sigma} + G_{\Gamma}) \cdot K; \quad (3.24)$$

где  $G_K$  - масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 11   |

$G_1$  - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

$K$  - коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов;

$$G = (26,4 + 60,55) \cdot 1,15 = 100 \text{ кг.}$$

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчет массы сконструированных деталей

| №<br>п/п | Наименование деталей | Масса одной<br>детали, кг | Количество<br>деталей, шт | Общая масса<br>деталей, кг |
|----------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1        | 2                    | 3                         | 4                         | 5                          |
| 1        | Рама                 | 20                        | 1                         | 20                         |
| 2        | Дроссель             | 1,6                       | 1                         | 1,6                        |
| 3        | Защелка              | 0,3                       | 1                         | 0,3                        |
| 4        | Держатель            | 0,4                       | 1                         | 0,4                        |
| 5        | Диффузор             | 1,8                       | 1                         | 1,8                        |
| 6        | Кронштейн            | 0,9                       | 1                         | 0,9                        |
| 7        | Гайка накидная       | 0,10                      | 2                         | 0,20                       |
| 8        | Фланец               | 0,10                      | 2                         | 0,20                       |
| 9        | Хомутик              | 0,10                      | 4                         | 0,40                       |
| 10       | Прокладка            | 0,10                      | 4                         | 0,40                       |
| 11       | Пружина              | 0,20                      | 1                         | 0,20                       |
|          |                      |                           | 19                        | 26,4                       |

Масса покупных деталей и цены на них показаны в таблице 3.2

Таблица 3.2 - Масса покупных деталей и цены на них

| №<br>п/п | Наименование<br>деталей | Количество,<br>шт | Масса, кг |       | Цены, руб |       |
|----------|-------------------------|-------------------|-----------|-------|-----------|-------|
|          |                         |                   | Одного    | Всего | Одного    | Всего |
| 1        | 2                       | 3                 | 4         | 5     | 6         | 7     |
| 1        | Болты                   | 50                | 0,05      | 2,5   | 5         | 250   |
| 2        | Гайки                   | 50                | 0,05      | 2,5   | 5         | 250   |
| 3        | Шайбы                   | 100               | 0,03      | 3,0   | 5         | 500   |

Продолжение таблицы 3.2

| 1  | 2                 | 3 | 4    | 5     | 6    | 7       |
|----|-------------------|---|------|-------|------|---------|
| 4  | Блок-группа       | 1 | 8    | 8     | 1200 | 1200    |
| 5  | Клапаны           | 4 | 0,25 | 1,0   | 180  | 720     |
| 6  | Манометр          | 2 | 0,40 | 0,80  | 425  | 850     |
| 7  | Колесо поворотное | 4 | 1,8  | 7,2   | 300  | 1200    |
| 8  | Компрессор        | 1 | 25   | 25    | 4000 | 4000    |
| 9  | Трубопровод       | 2 | 3,5  | 7     | 1500 | 3000    |
| 10 | Штуцер            | 6 | 0,2  | 1,2   | 45   | 270     |
| 11 | Пистолет          | 1 | 2,3  | 2,3   | 750  | 750     |
| 12 | Шпонка            | 2 | 0,03 | 0,06  | 17   | 34      |
|    |                   |   |      | 60,55 |      | 13024,0 |

Определим балансовую стоимость конструкции передвижного моечного агрегата по формуле:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot G_{mo} \cdot \delta}{G_{m1}} \quad (3.25)$$

где:  $C_{\delta 0}, C_{\delta 1}$  -соответственно балансовая стоимость существующая и проектируемой конструкции, руб;

$G_{mo}, G_{m1}$  -соответственно масса существующей и проектируемой конструкций, кг;

$\delta$  -коэффициент удешевления конструкции.

$$\delta = 0,9 \dots 0,95$$

Тогда:

$$C_{\delta 1} = \frac{40000 \cdot 114,5 \cdot 0,9}{100} = 41220 \text{ руб.}$$

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 13   |

Расчет технико-экономических показателей эффективности  
конструкции и их сравнение

Энергоёмкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}e = \frac{Ne}{Wч}; \quad (3.26)$$

где  $Wч$  – техническая производительность, ед./ч;

$Ne$  – мощность потребляемая установкой, кВт;

$$\mathcal{E}e = 6/4 = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{ед};$$

$$\mathcal{E}e_1 = 5,6/5 = 1,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{ед};$$

Фондоёмкость определяется по формуле:

$$Fe = \frac{C_6}{Wч \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}; \quad (3.27)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость установки, руб.;

$T_{год}$  – годовая загрузка установки, ч/год;

$T_{сл}$  – срок службы установки, лет;

$$Fe = \frac{40000}{4 \cdot 1320 \cdot 8} = 0,946 \text{ руб/ед};$$

$$Fe_1 = \frac{41220}{5 \cdot 1700 \cdot 8} = 0,606 \text{ руб/ед};$$

Металлоёмкость процесса определяется по следующей формуле:

$$Me = \frac{G_T}{Wч \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}; \quad (3.28)$$

где  $G_T$  – масса установки, кг;

$$Me = \frac{114,5}{4 \cdot 1320 \cdot 8} = 0,0027 \text{ кг} / \text{ед};$$

$$Me_1 = \frac{100}{5 \cdot 1700 \cdot 8} = 0,0014 \text{ кг} / \text{ед};$$

Трудоёмкость процесса вычисляется по выражению:

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 14   |



$$Te = \frac{n_{\text{обсл}}}{W_4}; \quad (3.29)$$

где  $n_{\text{обсл}}$  – количество обслуживающего персонала, чел;

$$Te = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ чел} \cdot \text{ч} / \text{ед};$$

$$Te = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{ч} / \text{ед}$$

Определим эксплуатационные затраты по следующей формуле:

$$S_{\text{ЭК}} = C_{\text{зн}} + C_{\text{рем}} + A + C_{\text{эл}}; \quad (3.30)$$

где  $C_{\text{зн}}$  – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рем}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{эл}}$  – затраты на электроэнергию, руб/ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/ед;

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot Te; \quad (3.31)$$

где  $Z$  – часовая тарифная ставка;

$$C_{\text{зн}} = 100 \cdot 0,25 = 25, \text{ руб/ед};$$

$$C_{\text{зн}_1} = 100 \cdot 0,2 = 20, \text{ руб/ед}.$$

$$C_{\text{эл}} = H_{\text{эл}} \cdot Эе; \quad (3.32)$$

где  $H_{\text{эл}}$  – цена электроэнергии, руб/кВт;

$Эе$  – энергоёмкость, кВт·ч/ед.

$$C_{\text{эл}} = 2,57 \cdot 1,5 = 3,85, \text{ руб/ед};$$

$$C_{\text{эл}_1} = 2,57 \cdot 1,12 = 2,87, \text{ руб/ед}.$$

$$C_{\text{рем}}^* = \frac{Сб \cdot \Pi_{\text{рем}}}{100 \cdot W_4 \cdot T_{\text{рем}}}; \quad (3.33)$$

где  $\Pi_{\text{рем}}$  – норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание %;

$$C_{\text{рем}} = \frac{40000 \cdot 12,5}{100 \cdot 4 \cdot 1320} = 0,94 \text{ руб} / \text{ед};$$

$$C_{\text{рас}} = \frac{41220 \cdot 12,5}{100 \cdot 5 \cdot 1700} = 0,60 \text{ руб / ед.}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.34)$$

где  $a$  - норма отчислений на амортизацию, %;

$$A = \frac{40000 \cdot 12}{100 \cdot 4 \cdot 1320} = 0,90 \text{ руб / ед.};$$

$$A_1 = \frac{41220 \cdot 12}{100 \cdot 5 \cdot 1700} = 0,58 \text{ руб / ед.}$$

По формуле 5.7 рассчитываем эксплуатационные затраты:

$$S = 25 + 3,85 + 0,94 + 0,90 = 30,69 \text{ руб/ед.};$$

$$S_1 = 20 + 2,87 + 0,60 + 0,58 = 24,05 \text{ руб/ед.}$$

Годовая экономия рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}; \quad (3.35)$$

где  $S, S_1$  – эксплуатационные затраты до внедрения установки и после, руб/ед.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (30,69 - 24,05) \cdot 5 \cdot 1700 = 56440 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитываются по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б}} / \mathcal{E}_{\text{год}}; \quad (3.36)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{41220}{56440} = 0,73 \text{ года.}$$

Определение коэффициента эффективности дополнительных капитальных вложений осуществляется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.37)$$

Отсюда

|      |      |          |         |      |                                |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                                |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                                |  |  |  | 16   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ВКР.23.03.03.223.18.00.0.00 ПЗ |  |  |  |      |

$$E_{эф.} = 1/0,73 = 1,36.$$

Технико-экономические показатели конструкции приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Технико-экономические показатели конструкции

| Наименование показателей                                        | Базовый | Проект | Проект в % к базовому |
|-----------------------------------------------------------------|---------|--------|-----------------------|
| 1.Часовая производительность, ед/ч;                             | 4       | 5      | 125,0                 |
| 2.Фондоёмкость, руб/ед;                                         | 0,946   | 0,606  | 64,05                 |
| 3.Энергоёмкость,кВт·ч/ед;                                       | 1,5     | 1,12   | 74,66                 |
| 4.Металлоёмкость, кг/ед;                                        | 0,0027  | 0,0014 | 51,85                 |
| 5.Трудоёмкость, чел. ч/ед;                                      | 0,25    | 0,20   | 80,0                  |
| 6.Уровень эксплуатационных затрат, руб/ед;                      | 30,69   | 24,05  | 78,36                 |
| 7.Годовая экономия, руб                                         | 56440,0 |        |                       |
| 8.Срок окупаемости, лет                                         | 0,73    |        |                       |
| 9.Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений | 1,36    |        |                       |

Как видим из таблицы 3.3 показатель часовой производительности проектируемой конструкции меньше базовой, при этом уменьшился уровень эксплуатационных затрат, трудоемкость, энергоёмкость, металлоёмкость, фондоёмкость процесса.

Конструкция удовлетворяет требованиям эффективности, так как срок окупаемости 0,73 года и коэффициент эффективности капитальных вложений равен 1,36.

## ВЫВОДЫ

В процессе разработки установки, были использованы все необходимые требования к повышению производительности труда, облегчения ремонта и снижения травматизма.

Внедрение предлагаемой установки может дать большой экономический эффект и может быть применено на любом сельскохозяйственном предприятии.

Предлагаемая установка, имеющая простоту конструкции и малую себестоимость и в тоже время достаточно высокую производительность, меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими установками такого типа.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данной установки 0,73 года, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 1,36, годовая экономия равна 56440 руб, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

Основной целью выполнения данной выпускной работы является 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, что позволяет достаточно эффективно использовать её при работе в сельскохозяйственных условиях.