

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

Направление: 35.03.06. Агроинженерия

## Кафедра Эксплуатации и ремонта машин

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Проектирование участка по ремонту турбокомпрессоров с разработкой стенда проверки параметров турбокомпрессоров»

Шифр 35.03.06.ВКР СПТ51.04.800.000ПЗ

Руководитель профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н.Р.  
подпись Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой      профессор      \_\_\_\_\_      Адигамов Н. Р.  
ученое звание                                    подпись                Ф.И.О

Казань – 2018 г.

**ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра Эксплуатации и ремонта машин

Профиль «Технический сервис в АПК»

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
«\_\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Сальманову А.А.

Тема проекта «Проектирование участка по ремонту турбокомпрессоров с разработкой стенда проверки параметров турбокомпрессоров» утверждена приказом по вузу от «\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченного проекта \_\_\_\_\_ 2018
3. Исходные данные к проекту Нормативно справочная литература, технологические карты, материалы курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин».
4. Перечень вопросов, подлежащих разработке 1. Произвести анализ технологического ремонта двигателей с турбокомпрессорами. Дать предложения по организации и технологии ремонта двигателей с турбокомпрессорами; 2. Спроектировать отделение по ремонту двигателей и турбокомпрессоров; 3. Разработать технологический процесс восстановления вала ротора турбокомпрессора; 4. Разработать конструкцию стенда для проверки параметров турбокомпрессоров. Проанализировать и рассчитать устройство; 5. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку ВКР.

5. Перечень графических материалов Лист 1–Планировка отделения по ремонту турбокомпрессоров. Лист 2–Операционная карта и карта эскизов. Лист 3–Схема стенда для проверки турбокомпрессоров. Лист 4– Общий вид устройства. Лист 5– Сборочный чертеж. Лист 6– Деталировка.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпуск- ной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	30.04.2018	
2	2 раздел выпускной работы	10.05.2018	
3	3 раздел выпускной работы	20.05.2018	
4	4 раздел выпускной работы	30.05.2018	
5	5 раздел выпускной работы	05.06.2018	
6	6 раздел выпускной работы	10.06.2018	

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С ТУРБОКОМПРЕССОРАМИ.....	
1.1 Организация хранения техники.....	
1.2 Организация технического обслуживания.....	
1.3 Организация и технология ремонта двигателей с турбокомпрессорами.....	
1.3.1 Организация технического контроля.....	
1.3.2 Предложения по организации и технологии ремонта двигателей с турбокомпрессорами.....	
1.4 Задачи ВКР.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ И ТУРБОКОМПРЕССОРОВ.....	
2.1 Основные понятия и определения.....	
2.2 Определение объема работ при ремонте двигателей с турбокомпрессором.....	
2.3 Распределение трудоемкости ремонтных работ .....	
2.4 Составление календарного плана ремонта двигателей с турбокомпрессорами и графика загрузки.....	
2.5 Проектирование отделения по ремонту двигателей с Турбокомпрессорами.....	
2.5.1 Определение количества условных ремонтов.....	
2.5.2 Расчет количества производственных рабочих и персонала.....	
2.5.3 Расчет оборудования.....	
2.5.4 Проверочный расчет производственных площадей отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами.....	
2.6 Выбор и обоснование способов и методов ремонта.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕ-	

НИЯ ВАЛА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА.....	.....
3.1 Маршрутная технология восстановления вала ротора турбокомпрессора.....	.....
3.2 Определение норм времени.....	.....
3.3 Расчет режимов и норм времени на приварочную операцию.....	.....
3.4 Физическая культура на производстве.....	.....
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ.....	.....
4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции.....	.....
4.2 Причины поломки турбокомпрессора.....	.....
4.3 Устройство и принцип действия стенда.....	.....
4.4 Технологический расчет.....	.....
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ВКР.....	.....
5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....	.....
5.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....	.....
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР.....	.....
6.1 Определение себестоимости восстановления вала турбокомпрессора	.....
6.2 Расчет стоимости изготовления стенда для проверки турбокомпрессора.....	.....
6.3 Технико-экономические показатели участка.....	.....
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	.....
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	.....
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	.....

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из 15 страниц расчетно-пояснительной записки, 6 листов графической части, выполненной на формате А1, списка литературы из 22 наименований.

Цель работы – проектирование участка по ремонту двигателей с турбокомпрессорами.

Проведён анализ производственного процесса ремонта двигателей с турбокомпрессорами.

Спроектирован технологический процесс ремонта вала турбокомпрессора.

Спроектировано отделение по ремонту двигателей с турбокомпрессорами.

Приведены расчеты основных конструктивных и технико-экономических показателей стенда проверки параметров турбокомпрессоров.

Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности проекта.

Произведена технико-экономическая оценка выпускной квалификационной работы.

## ABSTRACT

The final qualifying work consists of pages of the settlement and explanatory note, 6 sheets of the graphic part made on the A1 format, the list of references from 22 names.

The purpose of the work – the design of the site for the repair of engines with turbochargers.

The analysis of the production process of repair of engines with turbochargers.

The technological process of repair of the turbocharger shaft is designed.

The Department for repair of engines with turbochargers was designed.

The calculations of the main design and technical and economic indicators of the test stand of turbochargers parameters are given.

Measures to ensure the safety and environmental friendliness of the project have been developed.

The technical and economic assessment of the final qualifying work was made.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сельскохозяйственное производство находится в стадии интенсивного развития. Материально-техническая база – основа роста его эффективности, обеспечивающего конкурентоспособность отечественной продукции. Возросла потребность в ремонте и обновлении машинно-тракторного парка. Сельские товаропроизводители не в состоянии выполнять ремонт и техническое обслуживание машинотракторного парка в необходимых объемах. Одной из важнейших задач инженерной службы АПК является поддержание работоспособного состояния техники.

Восстановление изношенных деталей позволяет значительно снизить затраты на ремонт машин и оборудования, повысить его надежность. Опыт передовых предприятий показывает, что восстановление изношенных деталей современными прогрессивными технологиями позволяет значительно сократить простоя машин и оборудования, увеличить межремонтный срок службы, уменьшить расход запасных частей.

С другой стороны рациональная структура ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственных предприятий позволит обеспечить высокий технический уровень технического сервиса с.х. техники, загруженность ремонтной службы и снизить затраты на поддержание сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий в работоспособном состоянии.

Необходимо повышать уровень механизации при ремонте машин, внедрять перспективные технологии и современное технологическое оборудование.

Актуальными в настоящее время являются вопросы сбережения экологии и обеспечения безопасных условий труда на производстве.

# **1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С ТУРБОКОМПРЕССОРАМИ**

## **1.1 Организация хранения техники**

После сезонных работ техника привозится на базу. Здесь начинается подготовка техники на зимнее хранение. Сначала с помощью компрессорной установки продувают пыль и грязь с техники. Снимают режущий аппарат, ремни, гидравлические шланги. Потом тщательно моют на мойке. Если есть царапины или следы коррозии, то красят. Режущий аппарат и ремни хранят отдельно. Ремни отбеливают специальным порошком. Жатки хранятся в отдельном ангаре. После того как механизатор подготовил технику, сдает его на хранение, а принимают несколько инженеров. Тщательно осматривают, проверяют все детали и узлы. Проверяют наличие всех инструментов.

Технику хранят в закрытых помещениях – ангарах.

Аккумуляторные батареи снимают и хранят в неотапливаемом, вентилируемой помещении.

За своевременную и качественную подготовку техники к длительному хранению, премия - 1,0 тарифной ставки.

## **1.2 Организация технического обслуживания**

ETO проводят перед каждой сменой или через 8...10 ч работы трактора или машины.

Сезонное техническое обслуживание тракторов и машин выполняют 2 раза в год: перед началом весенне-летнего и осенне-зимнего периодов эксплуатации.

Периодичность ТО тракторов определяют по количеству израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах (усл.эт.га), комбайнов и сельскохозяйственных машин – в физических гектарах (физ. га).

Ежесменное техническое обслуживание тракторов и автомобилей при эксплуатации заключается в наружном осмотре, очистке объекта, проверке подтекания топлива и масла, уровня масла в картере двигателя и охлаждающей жидкости в радиаторе, работы контрольных приборов, приборов освещения, сигнализации, тормозов.

Ежесменное техническое обслуживание комбайнов и СХМ при эксплуатации заключается в наружном осмотре, очистке воздухоочистителя и проверке подтекания масла и воды, дозаправке машины топливом, маслом и водой.

При подготовке к хранению машину очищают и моют, снимают составные части, подлежащие хранению на складах. Затем герметизируют полости и отверстия от проникновения влаги и пыли, консервируют поверхности рабочих органов, восстанавливают нарушенное лакокрасочное покрытие, устанавливают на подставки (подкладки).

### 1.3 Организация и технология ремонта двигателей с турбокомпрессорами

Двигатель с турбокомпрессором является одним из сложнейших агрегатов современной техники. На его долю приходится более 70% всех отказов по этой технике. Поэтому правильная организация ремонта двигателей с турбокомпрессорами существенно влияет на качество послеремонтной эксплуатации сложной СХТ.

Технологический процесс ремонта двигателей с турбокомпрессорами является основной и главной частью производственного процесса. Технологический процесс состоит из отдельных взаимосвязанных процессов, которые подразделяются на ряд операций.

Характер проведения процессов и их операций влияет на продолжительность ремонта объекта.

В проектируемой мастерской предполагается разработать производственный процесс ремонта двигателей с турбокомпрессорами. Все необходимые

мые расчеты позволяют определить необходимое оборудование, производственные площади и списочный состав производственных рабочих и ИТР.

### **Приемка и мойка объектов**

Ремонт двигателей с турбокомпрессорами начинается с приемки и мойки. При приемке двигателей с турбокомпрессорами в ремонт с площадок хранения или обменного пункта проверяется их комплектность, которая должна соответствовать установленным требованиям.

Принимаемый для ремонта двигателей с турбокомпрессорами, как правило, должен быть чистым, без воды и масла, которые сливают при сдаче машины в ремонт на предприятие.

При подготовке двигателей с турбокомпрессорами к ремонту с нее снимают и сдают на склад: электрооборудование, приборы и узлы системы питания, резиновые, прорезиненные и полотняные детали. Затем двигателей с турбокомпрессорами очищают от грязи, а также проводят наружный осмотр для определения состояния двигателей с турбокомпрессорами и установления вида и объема ремонтных работ.

Мойка двигателей с турбокомпрессорами осуществляется с помощью моечной машины. Сначала промывают наружные поверхности двигателей с турбокомпрессорами с последующим сливом из картеров остатков масел, а затем внутренние поверхности. Промывка картеров производится шлангами через заливные горловины их патрубков.

Промытые двигатели с турбокомпрессорами перемещают на место разборки, где производится дополнительная подразборка. Снятые с двигателей с турбокомпрессорами агрегаты также подвергают наружной мойке, после чего отправляют в моторный участок для последующего ремонта.

### **Разборка агрегатов и узлов**

Разборку проводят, как правило, на специализированном участке. При разборке не допускается раскомплектование приработавшихся деталей, а также деталей обрабатываемых в сборе при их изготовлении. Кроме того, в целях предупреждения излишней разборки, сохранения деталей и резьбовых

сопряжений от повреждения, а также возможного применения деталей ремонтного размера многие узлы не разбирают, а передают на мойку в собранном виде.

В мастерской в основном используют необезличенный метод ремонта при котором все агрегаты, узлы и детали после восстановления устанавливают на тот же двигатель, с которого они были сняты. После разборки детали вновь подвергают мойке.

Особенно тщательное внимание уделяется разборке турбокомпрессоров, ввиду того что состав турбокомпрессоров входят очень много высокоточных деталей, которые нельзя разукомплектовывать.

### **Дефектовка и комплектовка деталей**

Технологический процесс дефектации проводят на специальных оборудованных участках. От качества дефектовочных работ во многом зависит качество двигателей с турбокомпрессорами после ремонта. Дефектацию проводят условно, т.е. детали делятся не на 5 групп, как это необходимо по техническим требованиям.

Дефектовку некоторых узлов проводят в сборе (масляные и топливные насосы, форсунки, узлы гидросистем, радиаторы и др.). При дефектовке следует придерживаться установленной последовательности. Сначала контролируют предусмотренные техническими условиями выбраковочные показатели деталей. При обнаружении таковых (по износу или повреждению) дальнейший осмотр детали прекращают, и деталь признают негодной.

Комплектование деталей производят во время сборки агрегата. Комплектование деталей заключается в подборе данного узла или механизма по однородности размеров в сопряжении, весовым и другим показателям. Для обеспечения точности собираемых узлов и механизмов комплектование их деталей следует вести в пределах одинаковых размеров, замеряя при этом предусмотренные техническими условиями зазоры и натяги. В мастерской при комплектовании обычно изношенную деталь заменяют новой или изготовленной, т.к. непосредственно в мастерской производится восстановление

простых деталей типа вал методом вибродуговой наплавки.

### **Сборка и обкатка агрегатов**

Сборка двигателей с турбокомпрессорами является одной из основных ремонтных операций, от правильности проведения которой во многом зависит надежность работы машины.

При организации сборочных работ необходимо соблюдать общий принцип сборки: сначала собирают узлы из деталей, затем их соединяют в определенной технологической последовательности, затем собирают агрегаты из узлов и деталей, и наконец машину. В ремонтной мастерской сборку проводят на месте участка сборочных работ. Обычно сборку проводит та же бригада рабочих, которая выполняла разборку.

Отремонтированные двигатели с турбокомпрессорами испытываются посредством обкатки на специальных стендах.

Автотракторные двигатели с турбокомпрессорами должны проходить обкатку и испытания на специальных стенах. Но на практике этого не происходит, собранный двигатель ставят на трактор и там проводят пробный запуск и проверку работоспособности двигателя. Для улучшения процесса приработки можно применять различные сорта масел в чистом виде и с присадкой, а также присадку АЛП-2 к топливу.

#### **1.3.1 Организация технического контроля**

Качество продукции ремонтного предприятия характеризуется различными показателями, которые зависят от вида продукции. Так, например, основными и важнейшими показателями качества отдельных объектов ремонта являются: по двигателям – мощность и экономичность (удельные расходы топлива и смазки).

На предприятии должна присутствовать должность инженера-контролера, за качеством продукции также следит заведующий мастерской, его заместитель и не посредственно сами исполнители. При ремонте двигателей с турбокомпрессорами качество сборки проверяют чисто визуально и при

контрольных испытаниях на обкаточном стенде.

В процессе изготовления запчастей для технического контроля применяют высокоточные измерительные инструменты. При больших объемах изготовления проводят так называемый выборочный контроль, то есть из партии деталей проверяется лишь часть.

### 1.3.2 Предложения по организации и технологии ремонта двигателей с турбокомпрессорами

В процессе ремонта необходимо соблюдать общие технические требования. Так, например, на соседних предприятиях при мойке деталей специальные моющие средства применяются редко, а если применяются, то в недостаточной концентрации. Время мойки так же не выдерживается. В результате детали поступают на дефектовку неочищенными и в дальнейшем при контроле размеров могут возникнуть отклонения, т.е. годная деталь может быть признана негодной и наоборот. Исследованиями установлено, что качество очистки деталей существенно влияет на послеремонтный ресурс двигателей с турбокомпрессорами. Некачественная мойка может снизить показатель послеремонтного ресурса на 20%.

Дефектацию деталей необходимо производить на специализированных участках с использованием высокоточного специального и универсального измерительного оборудования. Потому что качество дефектации во многом влияет на себестоимость капитального ремонта двигателей с турбокомпрессорами.

При обкатке и испытании отремонтированных двигателей с турбокомпрессорами необходимо выдерживать в установленное время обкатки. Требуется строго соблюдать режимы обкатки. Слесарь обкатчик должен обладать необходимыми компетенциями для того чтобы осуществить качественную обкатку двигателей с турбокомпрессорами. Если он выявляет какую либо неисправность, он должен устранить ее самостоятельно, а затем продолжить обкатку двигателей с турбокомпрессорами. Если он не может устранить

этую неисправность, он обязан составить акт и отправит дефектный двигатель с турбокомпрессором обратно в цех, где эту неисправность должны устранить путем полной разборки и последующей сборки двигателя с турбокомпрессором и отправку его вновь на обкатку.

#### 1.4 Задачи ВКР

Проектируемое предприятие по ремонту двигателей с турбокомпрессорами имеет хорошие потенциальные возможности для улучшения своего экономического положения.

На сегодняшний день наличие предприятия по ремонту двигателей с турбокомпрессорами может быть рентабельно загружено, так как в ремонте этих агрегатов нуждаются многие хозяйства РТ.

Для реализации проекта необходимо сделать следующее:

- Предприятие по ремонту двигателей с турбокомпрессорами должно специализироваться на оказании механизированных услуг и ремонте двигателей;
- предприятие должно быть оснащено ремонтным оборудованием;
- технология ремонта двигателей с турбокомпрессорами должна соответствовать современным требованиям;
- при ремонте необходимо задействовать высококвалифицированные кадры;
- предприятие должно применять современные способы восстановления деталей двигателей с турбокомпрессорами для снижения себестоимости их ремонта.

Для реализации проекта ставятся следующие задачи:

- изучить методы восстановления и разработать технологию восстановления вала ротора турбокомпрессора электроконтактной приваркой;
- предложить конструкцию стенда для обкатки турбокомпрессоров после ремонта;

- разработать техническую документацию к проектным решениям;
- разработать мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- рассчитать все решения с экономической стороны.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ И ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

### 2.1 Основные понятия и определения

Под системой технического обслуживания и ремонта машин понимается совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества машин, входящих в эту систему.

Эта система предусматривает следующие ремонтно-обслуживающие воздействия, с помощью которых обеспечивается необходимое техническое состояние машин и их работоспособность в течение всего периода эксплуатации:

- техническое обслуживание (ТО);
- текущий ремонт (ТР);
- капитальный ремонт (КР).

Техническое обслуживание – комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности машин при их использовании, хранении и транспортировании. ТО включает очистку, контрольно – диагностические, регулировочные, смазочные, заправочные, крепежные и обкаточные работы, консервацию, устранение мелких неисправностей. Техническое обслуживание машин выполняется при использовании их по назначению. Оно имеет целью систематический контроль технического состояния машин и выполнение работ для уменьшения скорости изнашивания элементов, предупреждения отказов и неисправностей, устранения замеченных неисправностей.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправностей или ра-

ботоспособности машины и ее ресурса или составных частей.

Хранение – комплекс организационных и технологических мероприятий, обеспечивающих защиту от коррозии, старения и разукомплектования.

Транспортирование – перемещение машин без использования их по назначению.

## 2.2 Определение объема работ при ремонте двигателей с турбокомпрессором

Основную часть годового объема работ (Тосн.) составляет трудоемкость ремонтов двигателей с турбокомпрессорами, которая определяется на основании данных и нормативных материалов на ремонтные и прочие затраты.

При определении объема работ по капитальному ремонту двигателей с турбокомпрессорами следует исходить из общей наработки каждой марки и нормы трудоемкости текущего ремонта. Проведенные расчеты по методу аналогии исходя из предполагаемого количества ремонтируемых двигателей с турбокомпрессорами, удельной трудоемкости двигателя, позволили получить показатель Тосн=11200 чел-ч.

## 2.3 Распределение трудоемкости ремонтных работ

Общий объем основных работ по предприятию (Тосн.) должен быть распределен между отдельными участками с учетом их загруженности.

Кроме основных работ по ремонту двигателей с турбокомпрессорами в ремонтных предприятиях проводятся ряд дополнительных работ, объем которых принимается в следующем процентном соотношении от суммарной трудоемкости основных работ (Тосн.): ремонт и изготовление приспособлений и инструмента – 3%; ремонт и оборудование мастерских – 8%; изготовление новых и изношенных деталей – 5%; монтаж и ремонт оборудования животноводческих ферм – 5%; прочие (неучтенные) работы – 3%.

Результаты расчетов при распределении ремонтных работ заносятся в специальные ведомости. Количество условных ремонтов определяется делением трудоемкости Тобщ (общий объем ремонтных работ по мастерской) на 300 чел.-ч., так как за 1 условный ремонт (1 у.р.) принимается трудоемкость, соответствующая 300 чел.-ч.

## 2.4 Составление календарного плана ремонта двигателей с турбокомпрессорами и графика загрузки

При планировании загрузки отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами по круглогодовому графику исходными данными служат количество, вид ремонтов, их трудоемкость, а также занятость машин на сельскохозяйственных работах в планируемый период.

Проведение текущего ремонта и капитального ремонта СХТ следует планировать так, чтобы 40% их общей трудоемкости приходилось на осенне-зимний период, и 60% на весенне-летний.

Чтобы определить, какой объем по текущему и капитальному ремонту техники будет проводиться в каждом месяце планируемого периода, необходимо выполнить следующее.

Определить от общего объема работ.

Подсчитать номинальные фонды времени работы мастерской в осенне-зимний период (октябрь, ноябрь, декабрь, январь, февраль, март) и весенне-летний период (апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь).

Явочное количество рабочих (Ряв), которые будут заняты ремонтом и ТО техники в осенне-зимний и весенне-летний периоды, определяется по формуле:

$$P_{яе} = \frac{T_n}{\Phi_{н.н.}}, \quad (2.1)$$

где  $T_n$  – трудоемкости выполнения работ в осенне-зимний или весенне-летний периоды, чел.-ч.;

$\Phi_{n,n}$  – номинальные фонды времени осенне-зимнего или весенне-летнего периодов, ч.

Полученные значения ( $P_{n,n}$ ) отложить на графике загрузки отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами.

После нанесения на график плановой трудоемкости проведения капитального ремонта двигателей с турбокомпрессорами следует определить объем работ по ремонту двигателей с турбокомпрессорами в каждом месяце умножением количества рабочих (Ряв.авт.) на номинальный фонд времени каждого месяца.

По аналогичной методике определяются месячные объемы работ и явочные количества рабочих (с их нанесением на график), необходимые для проведения ремонта другой техники, которое планируется в объеме 30% на осенне-зимний и 70% - на весенне-летний периоды.

Двигатели с турбокомпрессорами ремонтируют круглый год, однако большая часть (до 70%) должна ремонтироваться с октября по март.

В весенне-летний период (апрель...сентябрь) не рекомендуется планировать ремонты в периоды напряженных полевых работ (с 15 апреля по 15 мая, август, сентябрь).

При проектировании ремонта двигателей с турбокомпрессорами явочное количество рабочих следует принимать равным 2,4 чел при текущем ремонте и 3,4 чел при капитальном ремонте. Методика последующего проектирования аналогична методике проектирования ремонта двигателей с турбокомпрессорами.

Ремонт и изготовление приспособлений и инструмента, ремонт оборудования отделения должны проводиться в период, когда отделение по ремонту двигателей с турбокомпрессорами имеет небольшой объем основных работ. Объем работ по восстановлению и изготовлению деталей планируется в течение года. Прочие работы (ремонт и изготовление различного хозяйственного инвентаря, ремонт нефтетары) необходимо планировать ежемесячно.

При составлении графика загрузки следует стремиться к равномерно-

сти месячной загрузки отделения по видам работ (станочные, сварочные, кузнечные) в течение года. Неравномерность месячной загрузки отделения по видам работ допускает до 20% от Ряв., определенного по формуле то есть каждый из рабочих должен быть загружен на 95...115%. Если нагрузка кузнецов и сварщиков в сумме составляет 95...115%, принимается один рабочий на эти работы. Если загрузка кузнецов (сварщиков) более 60...80%, на каждую из этих работ принимается один рабочий.

Если неравномерность загрузки оказалась больше 20%, то ее следует выравнивать изменением дополнительных объемов работ. Выравнивание загрузки рабочих по видам работ (и графика загрузки в целом) возможно также за счет выполнения ремонтных операций для техники фермерских хозяйств, малых предприятий перерабатывающей промышленности и домашней бытовой техники.

## 2.5 Проектирование отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами

### 2.5.1 Определение количества условных ремонтов

Определяем количество условных ремонтов по расчетной трудоемкости для отделения по формуле:

$$Ny = \frac{Tобщ}{300} \quad (2.2)$$

где Тобщ - общая трудоемкость работ в отделении, чел.-ч.;

300 - единица условного ремонта, чел.-ч.

$$Ny = \frac{15180}{300} = 51 \quad (2.3)$$

Окончательное проектирование отделения решаются после определения количества мест в разборочно-сборочном отделении, расчета станочного оборудования в механическом отделении.

Площади этих отделений, полученные расчетным путем, сравниваются с площадями отделений, выполненных по типовому проекту.

## 2.5.2 Расчет количества производственных рабочих и персонала

Для обеспечения производственного процесса ремонта машин в штате отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами должны быть предусмотрены следующие категории работников:

1. Ремонтные рабочие (производственные и вспомогательные);
2. Инженерно-технический персонал (ИГР);
3. Служащие или счетно-конторский персонал (СКП);
4. Младший обслуживающий персонал (МОД);
5. Пожарно-сторожевая охрана (ПСО).

Среднегодовое количество производственных рабочих (списочное и явочное) определяется по формулам:

$$P_{\text{спис}} = \frac{T_{\text{общ}}}{\Phi_{\text{дг}}} \quad (2.4)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_{\text{общ}}}{\Phi_{\text{нг}}} \quad (2.5)$$

где Тобщ - общий объем, предусмотренный программой на год, чел.-ч.

Фдг - действительный фонд времени рабочего;

Фнг - номинальный фонд времени рабочего.

$$P_{\text{спис}} = \frac{15180}{1953,2} = 7,77 \quad \text{принимаем } P_{\text{сп}} = 8 \text{ чел.}$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{15180}{2056} = 7,38 \quad \text{принимаем } P_{\text{яв}} = 7 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих должна составлять не более 5% от списочного числа производственных рабочих, в нашем случае 1 человек.

Количество ИТР может составлять 10-12% от общего числа рабочих (производственных и вспомогательных) в нашем случае 1 человек.

Численность счетно-конторского персонала – 4% от общего числа рабочих - 1 человек. Младший обслуживающий персонал – 8% - 1 чел.

Количество работников пожарно-сторожевой службы определяется ко-

личеством постов охраны, но не менее 3 человек.

В нашем случае:

ИТР - 1 человек

СКП - 1 человек

МОП - 1 человек

ПСО - 3 человека.

### 2.5.3 Расчет оборудования

Расчет оборудования сводится к определению числа металлорежущих станков и сварочных агрегатов, а остальное оборудование подбирается по установленному табелю оснащения рабочих мест, предусмотренному технологическим процессом ремонта машин.

Потребное количество металлорежущих станков определяется по формуле:

$$N_{CT} = \frac{T_{CT} + T_{об}}{\Phi_{об}} \quad (2.6)$$

где  $T_{ст}$  - общий объем станочных работ за планируемый период станко-часов.

$T_{об}$  - количество станко-часов, которое затрачивается на обслуживание оборудования за планируемый период (5-10%  $T_{ст}$ ).

$$N_{CT} = \frac{2006,3 + 210,63}{1747,6} = 1,3 \quad \text{принимаем } N_{ст} = 2 \text{ шт.}$$

После расчета потребности в металлорежущих станках, их общее количество разбивается по группам:

токарно-винторезные – 70% – 1 шт.

фрезерные – 12% – 1 шт.

Количество настольно-сверлильных и обдирочно-шлифовальных станков для отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами составляет 70-80% от парка металлорежущих станков.

настольно-сверлильные – 1 шт.

обдирочно-шлифовальный – 1 шт.

Потребное количество сварочных агрегатов определяется по формуле:

$$N_{CB} = \frac{T_{CB}}{\Phi_{об} * \eta_{CB}} \quad (2.7)$$

где  $T_{CB}$  - объем сварочных работ за планируемый период, чел.-час.  
 $\eta_{CB}$  - коэффициент учитывающий загрузку сварочного аппарата.  
(принимается  $\eta_{CB} = 0,85$ ).

$$N_{CB} = \frac{562,5}{1747,6 * 0,85} = 0,38 \text{ принимается } N_{CB} = 1 \text{ шт.}$$

#### 2.5.4 Проверочный расчет производственных площадей отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами

Расчет производственных площадей отделения производят как при проектировании нового отделения, так и при его реконструкции. Размер площадей отделений и участков зависит от производственной программы в наиболее загруженный период. Имеется несколько методов расчета площадей участков отделений:

- 1 - по удельной площади на одно рабочее место;
- 2 - по удельной площади на одного производственного рабочего;
- 3 - по удельной площади на единицу оборудования;
- 4 - по площади, занимаемой оборудованием и ремонтируемыми объектами с учетом переходного коэффициента.

Проверочный расчет площади слесарно-механического участка проводят по площади основного оборудования. Оборудование расставляют в соответствии с требованиями технологического процесса и правилами техники безопасности.

$$F_{yq} = F_{об} * k \quad (2.8)$$

где  $F_{об}$  - площадь, занимаемая оборудованием, установленным на участке,  $\text{м}^2$ ;

$k$  - коэффициент, учитывающий проходы, рабочие зоны.

Для слесарно-механического участка  $K = 3$ .

$$F_{yq} = 15,819 * 3 = 47,46 \text{ м}^2$$

Площади кузнечного и сварочного участков принимают по регламентированной удельной площади на одного рабочего по 20...25 м<sup>2</sup>.

Таблица 2.1 Оборудование слесарно-механического участка

Оборудование участка	Количество	Марка	Размеры, мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Токарно-винторезный станок	1	1Б95	3550x1690	6
Фрезерный станок	1	6Н135	1925x2445	4,7
Сверлильный станок	1	2А135	1240x810	1,004
Обдирочно-шлифовальный станок	1	3К634	1000x665	0,665
				15,819

## 2.6 Выбор и обоснование способов и методов ремонта

При выборе способов и методов ремонта техники учитывается объем производственной программы, марочный состав, конструктивные особенности, равномерность загрузки отделения.

Для отделения по ремонту двигателей с турбокомпрессорами предлагается тупиково-узловой способ ремонта. Продуманное распределение ремонта всех машин с учетом сезонности проведения сельскохозяйственных работ позволяет проводить ремонты по круглогодовому графику. Для внедрения в хозяйстве ремонта машин по круглогодовому графику рекомендуется провести следующие мероприятия:

1. Разработать годовые и месячные планы-графики ремонта машин.
2. Создать необходимое количество постоянных бригад ремонтных рабочих, занимающиеся ремонтом техники согласно плана.
3. Улучшить обеспечение запасными частями.
4. Повысить качество ремонта машин.

Узловой способ является наиболее прогрессирующим способом производства ремонта объекта. При таком способе разборку и сборку производят на одном месте. Предусматривается наличие постоянных рабочих мест по всем элементам технологии ремонта машин, оборудованных и оснащенных всеми необходимыми приспособлениями и инструментами.

Применение тупиково-узлового способа ремонта дает следующие возможности:

1. Повысить производительность труда при номинальном количестве однотипного оборудования.
2. Рационально использовать и непрерывно повышать квалификацию рабочих.
3. Лучше загружать оборудование, производственные площади мастерской.
4. Уменьшить продолжительность пребывания объектов в ремонте, облегчение технического контроля.

Указанные достоинства данного способа ремонта техники приводят к снижению себестоимости и повышению качества ремонта.

Проектом предлагается агрегатный метод ремонта техники, который позволяет проводить и капитальный ремонт двигателей с турбокомпрессорами, сокращает продолжительность пребывания двигателей с турбокомпрессорами в ремонте и простоя их в период эксплуатации из-за отказов, значительно упрощает технологический процесс ремонта, использовать при этом менее сложное оборудование, более качественно выполнять ремонт двигателей с турбокомпрессорами.

При проектировании отделения предусматриваются участки наружной мойки, ремонта и хранения узлов агрегатов, хранение и ТР аккумуляторов, диагностирование, ремонты двигателей с турбокомпрессорами.

Самое главное – расширить монтажный цех, то есть увеличить число постановочных мест ремонта двигателей.

При реконструкции в обязательном порядке предусматривается оборудование цехов грузоподъемными средствами, производятся проверочные расчеты по вентиляции, освещению и отоплению цехов.

Правильная организация работы в отделении по капитальному ремонту двигателей с турбокомпрессорами позволит повысить не только производительность ремонтных работ, но и позволит повысить качество ремонта, а зна-

чить повысить послеремонтный ресурс эксплуатации. Использование высокоэффективного ремонтного оборудования и оборудования по восстановлению и изготовлению деталей машин, а также новые обкаточные тормозные стенды позволит существенно повысить такой показатель надежности как безотказность работы.

### **3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА**

#### **3.1 Маршрутная технология восстановления вала ротора турбокомпрессора**

Построение технологического процесса восстановления по маршрутам дает возможность специализировать рабочие места, повысить производительность труда, значительно улучшить качество выполнения работ на каждой операции, полнее загрузить технологическое оборудование, оснастку и эффективнее использовать производственную площадь.

Маршрутная технология предусматривает составление технологии на комплекс дефектов, которые устраняют в определенной последовательности, названный маршрутом.

Комплекс дефектов должны определяться естественной взаимосвязью, единством технологии восстановления или целесообразностью.

Исходными данными для разработки маршрутной карты служат карта эскизов, выбранный рациональный способ устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работ и нормы времени.

Исходные данные:

Деталь – вал ротора турбокомпрессора

Номер по каталогу – 111.30005.20-01

Материал – сталь 40

Контролируемые дефекты:

1 – повреждение резьбы;

2 – износ или увеличение диаметра колеса турбины;

3 – износ диска турбины по толщине;

4 – износ канавок под уплотнительные кольца;

5 – износ опорных поверхностей под подшипник;

6 – изгиб вала;

7 – износ поверхности вала под колесо компрессора и маслоотражатель.

тель.

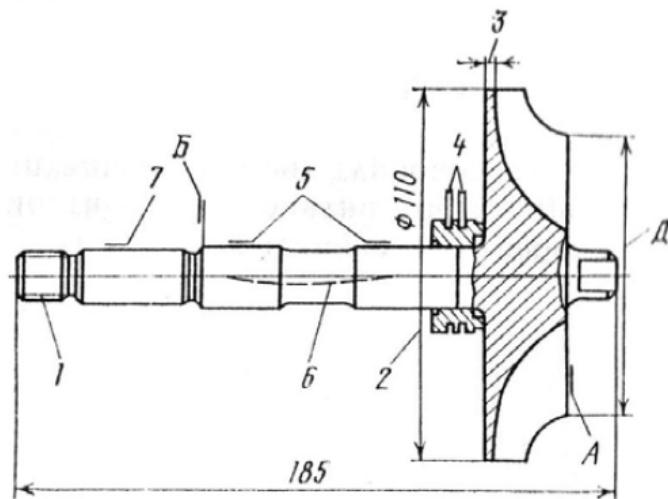


Рисунок 3.1 Вал ротора турбокомпрессора

На карте эскизов должны быть указаны данные необходимые для выполнения технологического процесса восстановления (размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости поверхностей, технологические требования и др.)

Восстанавливаемые поверхности деталей следует обводить сплошной линией толщиной, равной 2,5-3,5 мм. На эскизах все восстанавливаемые поверхности нумеруют арабскими цифрами по ходу главной сделки.

При выборе технологической последовательности обработки деталей изучают чертеж и технические условия на обработку, составляют последовательность обработки, устанавливают величину припусков на обработку и выбирают базу для установки и закрепления изделия.

Технологический процесс восстановления дефекта 5 вала ротора состоит из следующих маршрутов

#### 010 Дефектовочная

Контролируются геометрические размеры поверхностей 5 измерением микрометрами с диапазонами измерения 0-25 и 25-50 мм. Рабочее место дефектовщика стол ОРГ 1468-01.

#### 015 Токарная

Точить канавки под уплотнительные кольца до выведения следов износа.

### 020 Электроконтактная

Приварить порошок ФБХ-6-2 на опорные поверхности вала ротора под подшипник.

### 025 Шлифовальная

Шлифовать опорные поверхности вала ротора под размер отверстия подшипника, выдержав зазор 0,01...0,02 мм.

### 030 Полировальная

Полировать опорные поверхности вала ротора под подшипник.

### 035 Балансировочная

Балансировать вал ротора с колесом турбины в двух плоскостях колеса турбины.

### 040 Контрольная

Контроль восстановленных деталей с использованием микрометра. Детали, которые не соответствуют техническим требованиям, выбраковываются или восстанавливаются повторно.

Маршрутная карта и карта эскизов технологического процесса восстановления вала ротора турбокомпрессора разработаны и оформлены на листе формата А1.

## 3.2 Определение норм времени

Существуют аналитические и суммарные методы нормирования труда. Аналитические методы предполагают установление норм на основе анализа конкретного трудового процесса, проектирование рациональных режимов работы оборудования и приемов труда рабочих. Суммарные методы устанавливают нормы без анализа конкретного трудового процесса и проектирования рациональной организации, т.е. на основе опыта.

Для данного технологического процесса нормы времени не рассчитываем, а берем из нормативно-технической литературы.

### 3.3 Расчет режимов и норм времени на приварочную операцию

Толщина привариваемой поверхности

$$h = \delta + \Pi, \quad (3.1)$$

где  $\Pi$  - припуск на механическую обработку на сторону, мм.

$$\Pi = 0,2 \dots 0,5 \text{ мм};$$

$\delta$  – величина износа на сторону, мм

$\delta = 0,017 \text{ мм}$  (максимально допустимый износ для поверхности 5), т.е.

0,0085 мм на сторону.

$$h = 0,0085 + 0,4 = 0,4085 \text{ мм.}$$

принимаем стандартную толщину 0,5 мм.

Определим расход порошка

$$Q = l \times b \times h \times \gamma, \quad (3.2)$$

где  $l$  – длина наплавляемой поверхности, см;

$b$  – ширина наплавляемой поверхности, см

$$b = 1,5 \text{ см};$$

$\gamma$  – плотность стали, г/см<sup>3</sup>

$$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3;$$

Длина находится

$$l = \pi \times D, \quad (3.3)$$

где  $D$  – диаметр вала, см

$$D = 1,8 \text{ см}$$

$$l = \pi \times 1,8 = 4,4 \text{ см}$$

$$Q = 4,4 \times 15 \times 0,05 \times 7,8 = 25,74 \text{ гр.}$$

Определим частоту вращения детали при приварке порошка

$$n_d = \frac{V_d \times 1000}{\pi \times D_d}, \quad (3.4)$$

где  $V_d$  - окружная скорость, м/мин;

Дд – диаметр наплавляемой поверхности, мм;

Окружная скорость должна находиться в пределах 0,60...1,35 м/мин

$$n_{\text{dmin}} = \frac{0,60 \times 1000}{\pi \times 18} = 10,6 \text{мин}^{-1}$$

$$n_{\text{dmax}} = \frac{1,35 \times 1000}{\pi \times 18} = 23,9 \text{мин}^{-1}$$

По паспортным данным установки 011-1-02 «Ремдеталь»  $n_{\text{d}} = 1,1; 1,61; 2,57; 4,0; 6,3; 10,0$ .

Принимаем частоту вращения из стандартного ряда  $n_{\text{d}} = 10 \text{ мин}^{-1}$

Фактическая окружная скорость детали

$$V_{\text{d}} = \frac{\pi \times D_{\text{d}} \times n_{\text{d}}}{1000}, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{d}} = \frac{\pi \times 18 \times 10}{1000} = 0,57 \text{м/мин}.$$

Скорость приварки порошка к валу

$$V_{\text{h}} = \frac{\pi \times D_{\text{h}} \times n_{\text{d}} \times 60}{1000}, \quad (3.6)$$

где  $D_{\text{h}}$  – диаметр привариваемой поверхности, мм;

$n_{\text{d}}$  – частота вращения детали,  $\text{мин}^{-1}$ .

Диаметр привариваемой поверхности

$$D_{\text{h}} = D_{\text{d}} + 2 \times h, \quad (3.7)$$

$$D_{\text{h}} = 18 + 2 \times 0,5 = 19 \text{мм}$$

$$V_{\text{h}} = \frac{\pi \times 19 \times 10 \times 60}{1000} = 35,8 \text{м/ч}.$$

Сила сварочного тока  $I=1,5...2,5 \text{ кА}$  (выбираем  $I=2 \text{ кА}$ ).

Продолжительность импульсов и пауз

$t_{\text{им}}=0,04...0,06 \text{ с}$  продолжительность импульсов, с (выбираем  $t_{\text{им}}=0,05 \text{ с}$ );

$t_{\text{п}}=0,06...0,08 \text{ с}$  продолжительность пауз, с (выбираем  $t_{\text{п}}=0,07 \text{ с}$ ).

Основное время приварки

$$T_0 = \frac{B \times i}{n_{\text{d}} \times S}, \quad (3.8)$$

где  $B$  – ширина привариваемой, мм;

$i$  – число проходов;

$S$  – продольная подача, мм/об

$S = 3 \dots 4$  мм/об (с.233 /7/).

стандартный ряд продольных подач по паспорту установки  $S = 1,94; 2,76; 3,98; 5,52; 7,96$  мм/об

принимаем  $S = 3,98$  мм/об

$$T_0 = \frac{70 \times 1}{10 \times 3,98} = 1,7 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время  $T_b$  принимают равным 0,9 мин. на один проход.

Оперативное время

$$T_{op} = T_o + T_b, \quad (3.9)$$

$$T_{on} = 1,7 + 0,9 = 2,6 \text{ мин.}$$

Дополнительное время

$$T_{don} = \frac{T_{op} \times K}{100}, \quad (3.10)$$

где  $K$  - % дополнительного времени к оперативному.

$K = 15\%$ .

$$T_{don} = \frac{2,6 \times 15}{100} = 0,39 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{pz}$  найденное методом выборочного хронометража составляет 16 мин.

Штучное время

$$T_{up} = T_o + T_b + T_{don}, \quad (3.11)$$

$$T_{up} = 1,7 + 0,9 + 0,39 = 2,99 \text{ мин.}$$

Определяем время (нормированное) для всей операции

$$T_n = T_{up} + T_{pz}, \quad (3.12)$$

$$T_n = 2,99 + 16 = 18,99 \text{ мин.}$$

### 3.4 Физическая культура на производстве

Специалисты работающие на ремонтно-обслуживающем производстве, должны обладать следующей компетенцией:

– способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрифициаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорта, борьбу, гимнастику, спортивные игры.

## 4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПАРА-МЕТРОВ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

### 4.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

В целях улучшения качества ремонта турбокомпрессоров целесообразно использовать стенд для проверки турбокомпрессоров.

Целью разработки конструкции стенд для испытания проверки турбокомпрессоров является в расширении технологических возможностей и повышении производительности.

### 4.2 Причины поломки турбокомпрессора

Факт, что большинство отказов турбонаддува вызвано проблемами вне турбокомпрессора. Если турбокомпрессор поврежден, очень важно найти причину отказа, перед его заменой.

#### **Загрязненное масло**

Мелкие частицы загрязнения – не могут быть замечены в масле визуально, но о причине износа поверхности говорит округление внешних граней. Часто подшипник компрессора, может сужаться на внешнем диаметре.

Крупные частицы загрязнения – перенесенные маслом большие частицы загрязнения, могут проточить глубокие канавки, как показано слева. Отверстие в подшипнике может быть также задрано, но обычно в меньшей степени. Вал и центр корпуса обычно повреждаются немного меньше, т. к. изготовлен из более твердого материала. Световой блик, показанный ниже, был образован перенесенными маслом крупными частицами загрязнения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР СПТ51.04.800.000 ПЗ		
Разраб.	Сальманов А..						
Провер.	Адигамов Н.Р.						
Реценз.	Химическое загрязнение						
Н. Контр.							
Утврд.	Адигамов Н.Р.						
<i>Стенд для проверки параметров турбокомпрессоров</i>					<i>Казанский ГАУ каф.ТС</i>		

перегрева. Визуальные признаки являются почти такими же, как и от недостаточного смазывания. Обычно причиной является разжижение масла топливом, уменьшающим смазочные свойства масла.

### **Недостаточное смазывание.**

Минимальное смазывание – там, где уменьшена подача масла на турбину (например, когда материалы прокладки частично блокируют доступ маслу или образовывают кромку). Характеризуется чрезвычайным обесцвечиванием вала и шейки вала (как показано ниже).

Полное отсутствие масла – по подобным причинам, дает аналогичные повреждения, но более крупные. Повреждение происходит очень быстро!

### **Предельные режимы эксплуатации.**

Высокая скорость, нагрузка и температура – типичное повреждение высокой температурой – на опорной шейке вала, как правило, масляный нагар и закоксовывание вала. Часто задняя поверхность колеса турбины немногого вогнута, обычно это явление сопровождаемое «оранжевой коркой» на задней части колеса компрессора – очень верные признаки езды с превышением скорости и чрезмерной нагрузки.

### **Езда с превышением скорости.**

Езда с превышением скорости может также быть причиной потери части лопастей турбины. Может выглядеть подобно повреждениям посторонними объектами, но часто сопровождается, трещиной у основания лопасти и, в чрезвычайных случаях, колесо может разорвать из-за езды с превышением скорости. От кратковременных перегрузок появляются трещины, поскольку колесо «растягивается» больше его расчетных пределов. Трещины увеличиваются при следующих перегрузках, в итоге приводя к быстрому отказу.

### **Повреждение посторонними предметами.**

Твердые посторонние предметы, попавшие в компрессор – это повреждение вызвано посторонним предметом, попавшим в компрессор. Предмет

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	Лист
					ВКР СПТ51.04.800.000 П3

может рикошетить по кругу во входном отверстии компрессора, порождая показанные слева повреждения.

Соль или песок причиняют серьезную эрозию и коррозию, в конечном счете приводя к сильным повреждениям лопастей компрессора.

Мягкие посторонние предметы – мягкие посторонние предметы (протирочная ткань или даже бумага), могут причинить повреждение. Как правило, лопасти изгибаются, а в предельном случае лопасть может сломаться из-за усталости металла.

Твердые посторонние предметы, попавшие в турбину – Твердый посторонний предмет, попавший в турбину, повреждают переднюю кромку лопасти. Даже такие маленькие предметы, как частицы ржавчины, отделяющиеся от коллектора могут причинить значительное повреждение таким быстро движущимся деталям.

#### 4.3 Устройство и принцип действия стенда

После сборки турбокомпрессор по технологии необходимо обкатать и испытать на дизельном масле. Давление масла в системе должно быть не менее 0,3 МПа, а температура — 85...90°C. Турбокомпрессоры двигателей ЯМЗ-238НБ и СМД-60 обкатывают и испытывают на стендах КИ-8877 ГОСНИТИ.

Стенд для испытания турбокомпрессоров состоит:

- рама;
- бак для масла;
- электродвигатель;
- шестеренчатый насос;
- манометры;
- регулятор давления;
- масленый фильтр;
- воздушный фильтр;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	Лист
					ВКР СПТ51.04.800.000 ПЗ

- защитный кожух;
- пульт управления;
- двигатель Д-65Н

Стенд работает следующим образом. К опорной конструкции двигателя Д-65Н крепится разработанный стенд. Турбокомпрессор устанавливается при помощи специального крепежного устройства на выхлопе двигателя Д-65Н. Масло, нагретое до температуры 70°...80°C, при помощи шестеренчатого масляного насоса 1 под давлением 0,3...0,5 МПа подается через фильтр 2 к испытуемому турбокомпрессору 3. После чего запускается двигатель, который придает валу турбокомпрессора вращение до 30000 об/мин, за счет энергии потока отработавших газов. Турбокомпрессор обкатывается в течении 15-20 минут. При этом утечка масла через уплотнительные кольца не допускается.

Практика показывает, что ресурс восстановленных и проверенных таким образом турбокомпрессоров немногим уступает ресурсу новых турбин.

Новшество состоит в том, что под напором отработавших газов, ротор турбокомпрессора раскручивается до максимальных оборотов, и турбокомпрессор работает в реальных условиях. На стенде также регулируется давление подачи масла в подшипники скольжения турбокомпрессора, проверяется герметичность системы.

Преимуществом разработанного стенда является то, что к турбокомпрессору подается масло под рабочим давлением и при рабочей температуре, до запуска двигателя.

По технологии турбокомпрессоры должны проверяться во всех случаях демонтажа, ревизии и ремонта. Для раскрутки роторов на предприятиях обычно применяют энергоёмкие агрегаты, вплоть до авиационных двигателей. Но мы решили использовать имеющиеся ресурсы и испытания производить в реальных условиях.

Таким образом стеновые испытания становятся основной обкаткой, при которой определяется качество ремонта турбокомпрессора.

#### 4.4 Технологический расчет

##### Расчет резьбы

Основным видом разрушения крепежных резьб является срез витков. В соответствии с этим основным критерием работоспособности и расчета для крепежных резьб являются прочность, связанная с напряжениями среза. Болт в соединении находится нагруженным растягивающей силой. Следовательно винт необходимо рассчитать по нормальным напряжениям растяжения. Тогда условие прочности при центральном растяжении примет вид

$$\delta = \frac{4 * F}{\pi * d^2} \leq \delta_{\max}, \quad (4.6)$$

где  $F$  – усилие растяжения (усилие пружины в сжатом состоянии), Н;

$d$  – диаметр винта, м;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	Лист
					ВКР СПТ51.04.800.000 П3

$\delta_{\max}$  – максимальные напряжения растяжения, МПа.

Показатель максимального напряжения растяжения показывает максимально допустимые нагрузки с учетом коэффициента запаса прочности.

$$\delta_{\max} = \frac{[\delta]}{\kappa}, \quad (4.7)$$

где  $[\delta]$  – предельные напряжения при растяжении, МПа,

для стали Ст.3  $[\delta] = 100$  МПа;

$\kappa$  – коэффициент запаса,

при переменной нагрузке  $K = 1,5 \dots 1,8$ .

Подставляя выражение (4.7) в (6.6) получим

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot \kappa \cdot F}{\pi \cdot [\delta]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5 \cdot 7840}{\pi \cdot 100 \cdot 10^6}} \approx 0,012 \text{ м},$$

принимаем диаметр винта  $d = 12$  мм.

Расчет длины резьбы ведем по условию прочности резьбы на срез

$$\tau = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m} \leq \tau_{\max}, \quad (4.8)$$

где  $d$  – диаметр резьбы, м;

$H$  – длина резьбы, м;

$K$  – коэффициент полноты резьбы,

для прямоугольной резьбы  $K = 0,87$ ;

$K_m$  – коэффициент неравномерности нагрузки,

для прямоугольной резьбы  $K_m = 0,65$ ;

$\tau_{\max}$  – максимальные напряжения сдвига, МПа.

$$\tau_{\max} = \frac{[\tau]}{\kappa_1}, \quad (4.9)$$

где  $[\tau]$  – предельное напряжение среза, для стали Ст. 3

$[\tau] = 100$  МПа;

$\kappa_1$  – коэффициент запаса прочности,

$\kappa_1 = 1,8 \dots 2,0$ ;

подставляя выражение (4.9) в (4.8) получим

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	ВКР СПТ51.04.800.000 ПЗ	Лист

$$H \geq \frac{K_1 \cdot F}{\pi \cdot d \cdot K \cdot K_m \cdot \tau_{\max}} = \frac{2 \cdot 7840}{\pi \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 10^6} \approx 0,008 \text{ м},$$

окончательно принимаем  $H = 8$  мм.

## **5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ВКР**

### *5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве*

*На предприятии ответственность за организацию работы по охране труда возложена на директора. Ежегодно приказом директора ответственность за состояние охраны труда возлагается на главного инженера, заведующего мастерской, руководителей производственных участков и других структурных подразделений. На предприятии имеется штатная должность специалиста по охране труда, который подчиняется непосредственно директору. Специалист по охране труда организует работу, связанную с созданием здоровых и безопасных условий труда и организует обучение по охране труда.*

*Обучение работников по охране труда на предприятии осуществляется в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверке знаний требований охраны труда работников организаций. Проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж при приеме на работу проводит специалист по охране труда. О проведении вводного инструктажа и проверке знаний делается запись в журнале регистрации вводного инструктажа. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый проводят непосредственные руководители работ. Повторный инструктаж проводится, как правило, 1 раз в шесть месяцев, внеплановый инструктаж проводится при изменении правил по охране труда, технологического процесса, усовершенствовании оборудования, приспособлений и инструмента, при нарушении работниками требований безопасности труда, которые привели или могли привести к травмам и авариям, при перерывах в работе с вредными и опасными условиями труда более чем на 30 календарных дней. Целевой инструктаж проводят при работах повышенной опасности, на которых оформляют наряд – допуск.*

*В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации продолжительность рабочего времени на предприятии составляет 40 часов в неделю. Для работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда продолжительность рабочего времени сокращается до 36 часов в неделю. Ежегодно работникам предприятия предоставляются отпуска продолжительностью 28 календарных дней.*

*На предприятии имеются оборудованные уголки по технике безопасности, на рабочих местах имеются плакаты, объясняющие безопасные приемы работы.*

*Здания предприятия расположены с соблюдением санитарно-защитных зон и противопожарных разрывов, расстояние между зданиями составляет 50-60 м. Прилегающая территория способствует отводу сточных вод и хорошему естественному освещению.*

*На предприятии имеется медицинский пункт, где работники могут получить первую медицинскую помощь. Также работники предприятия проходят в плановом порядке периодический медицинский осмотр.*

*В соответствии со статьей 221 Трудового Кодекса РФ на предприятии бесплатно выделяется по установленным нормам спецодежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением. Однако не всегда выдерживаются сроки носки, в связи с финансовыми трудностями предприятия.*

*В соответствии со статьей 222 Трудового Кодекса РФ рабочим и служащим, занятым на работах с вредными условиями труда, на предприятии выдается молоко. Норма выдачи составляет 0,5 л. за смену независимо от ее продолжительности.*

*Санитарно-бытовые помещения предприятия соответствуют требованиям СНиП, 2.09.04-87. Имеются комната отдыха, уборные, умывальные. Перевозка людей с работы и на работу осуществляется специально вы-*

*деленным автобусом.*

*На предприятии ведутся работы по обеспечению пожарной безопасности. Средства пожаротушения находятся в доступных местах. Оборудованы пожарные щиты, их инвентарь находится в исправном состоянии. Объекты производства укомплектованы первичными средствами тушения пожаров. На случай пожара образована добровольная пожарная дружина. В нее входят работники предприятия, проинструктированные о своих обязанностях во время пожара.*

*Для снижения показателей травматизма предлагается выполнить следующие мероприятия:*

- организовать выдачу средств индивидуальной защиты в соответствии с типовыми отраслевыми нормами их бесплатной выдачи;*
- ежегодно проводить работы по утеплению всех производственных помещений перед зимним периодом;*
- внедрить систему материального стимулирования работников за безопасный труд.*

*В разделе 4 ВКР разработана установка для проверки турбокомпрессоров на герметичность. Для обеспечения безопасной работы устройства необходимо обеспечить следующие условия:*

- перед началом работы необходимо проверить состояние гибких шлангов (нет ли механических повреждений), плотность затяжки соединительных штуцеров (нет ли подтекания масла), уровень масла в баке, включение привода;*
- заполнять бак маслом надо специальным нагнетателем;*
- при сливе отстоя, промывке фильтров и емкостей не допускается загрязнения нефтепродуктами места стоянки устройства.*

*В разработанном устройстве используется электродвигатель, для привода шестеренчатого насоса. В случае замыкания фазного провода на корпус возможно поражение работника электрическим током. Для защиты*

от поражения электрическим током надо предусмотреть защитное зануление и рассчитать плавкие вставки предохранителей.

Находим пусковой ток  $I_n$ , в амперах по следующей формуле:

$$I_n = \frac{K \cdot P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \eta_D \cdot \cos \varphi}, \quad (5.1)$$

где  $P$  - мощность электродвигателя, кВт;

$K$  - коэффициент кратности пускового тока,  $K=5\dots7$ ;

$U_p$  - линейное напряжение электросети, В;

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности;

$\eta_D$  - коэффициент полезного действия двигателя.

В разделе 4 ВКР, был выбран электродвигатель АОЛ 31-4 со следующими основными параметрами  $P = 2,2$  кВт;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $\eta_D = 0.86$ .

Тогда, при  $K=5$   $U_p=380$  В

$$I_n = \frac{5 \cdot 2,2 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.8 \cdot 0.86} = 24 \text{ A.}$$

По пусковому току определяем ток предохранителей  $I_{PP}$  в амперах:

$$I_{PP} = \frac{I_n}{2,5} = \frac{24}{2,5} = 9.6 \text{ A}$$

Принимаем предохранитель марки ПР-2 с током плавкой ставки 10А.

Для исключения превышения давления в гидросистеме стенда предусмотрен предохранительный клапан.

Манометры, установленные на стенде должны выбираться с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы.

На шкале манометра должна быть нанесена красная черта, указывающая рабочее давление в системе. Взамен красной черты разрешается прикреплять к корпусу манометра металлическую пластину, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу.

Между манометром и сосудом должен быть установлен трехходовой

кран или заменяющее его устройство, позволяющее проводить периодическую проверку манометра с помощью контрольного манометра.

В необходимых случаях манометр в зависимости от условий работы и свойств среды, находящейся в сосуде, должен снабжаться или сифонной трубкой, или масляным буфером, или другими устройствами, предохраняющими его от непосредственного воздействия среды и температуры и обеспечивающими его надежную работу.

Манометр не допускается к применению в случаях, когда:

- отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении поверки, просрочен срок поверки;
- стрелка при его отключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину допускаемой погрешности для данного прибора;
- разбито стекло или имеются повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний.

## *5.2 Мероприятия по охране окружающей среды*

*На предприятии площади используются рационально, для складирования металломолома установлены контейнеры и организован его вывоз на базу вторичермет.*

*Для утилизации производственных и бытовых отходов на территории предприятия установлены металлические ящики, регулярно организован их вывоз на свалку.*

*Для сбора отработанных масел и других топливосмазочных материалов установлена специальная 100-литровая емкость, далее эти масла по договору со специализированными организациями очищаются для повторного применения.*

*Газы, выделяющиеся при сварочных работах, выброс отработанных газов при обкате двигателей являются источником загрязнения атмо-*

*сферы. Для устранения загрязнения атмосферы нами предусмотрена установка в воздуховодах пылегазоулавливающих очистных циклонов фильтров.*

*На предприятии предусмотрено рациональное использование воды, потребляемой моечными машинами. Потребление происходит по замкнутому циклу, суть которого заключается в том, что одна вода используется многократно. Очистка воды происходит при прохождении через грязеотстойники и маслобензоуловители. В грязеотстойнике вода с поста мойки поступает в емкость, находящуюся в земле. Взвешенные твердые частицы при этом теряют свою скорость и осаждаются на дно отстойника. Технологическая грязь вывозится на свалку для промышленных отходов. Масло и бензин вследствие малого удельного веса скапливаются в верхней части емкости, и располагаются на уровне, превышающем уровень воды в грязеотстойнике. Накопленная в горловине смесь масла и бензина отводится по трубопроводу в емкость, которую периодически опорожняют.*

## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР

### 6.1 Определение себестоимости восстановления вала турбокомпрессора

Основная заработка плата производственным рабочим в руб. определяется по формуле

$$C_{3n} = T_{ШК} \cdot C_u, \quad (6.1)$$

где:  $T_{ШК}$  – штучно – калькуляционное время, ч;

$C_u$  – часовая тарифная ставка по среднему разряду, руб./ч.;  $C_u = 34,3$  руб./ч. Для слесарей.

$T_{ШК} = \sum T_{ШКi}$ , где  $\sum T_{ШКi}$  – сумма штучно-калькуляционного времени по операциям (см. маршрутную карту).

$$T_{ШК} = 91,5 \text{ мин} \approx 1,52 \text{ часа}$$

$$C_{3n} = 1,52 \cdot 34,3 = 52,3 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработка плата составляет 10...15 % от основной:

$$C_{3n \text{ доп}} = 0,15 \cdot C_{3n},$$

$$C_{3n \text{ доп}} = 0,15 \cdot 52,3 = 7,84 \text{ руб.}$$

Страховые начисления на заработную плату составляют 26,2 % от основной и дополнительной заработной платы:

$$C_{3n \text{ соц}} = 0,262 \cdot (C_{3n} + C_{3n \text{ доп}}), \quad (6.2)$$

$$C_{3n \text{ соц}} = 0,262 \cdot (52,3 + 7,84) = 15,76 \text{ руб.}$$

Заработка плата основным производственным рабочим в руб. определяется по формуле

$$ЗП = C_{3n} + C_{3n \text{ доп}} + C_{3n \text{ соц}}; \quad (6.3)$$

$$ЗП = 52,3 + 7,84 + 15,76 = 75,9 \text{ руб.}$$

При восстановлении деталей, в частности вала турбокомпрессора используются материалы, указанные в таблице 6.1. Также в таблице приведена стоимость этих материалов.

Таблица 6.1 Затраты на материалы

Вид материала	Расход на 1 деталь	Стоимость единицы, руб	Сумма, руб
Порошок ФБХ-6-2	0,420 кг	220	92,4
Кислород	132 л	0,3	39,6
Пропан	36 л	0,25	9
Итого			141

Накладные расходы на восстановление в руб. рассчитываются по формуле

$$C_{оп} = R_{оп} \times 3П / 100 = 25 \times 75,9 / 100 = 18,97 \text{ руб.}; \quad (6.4)$$

$$C_{ox} = R_{ox} \times 3П / 100 = 70 \times 75,9 / 100 = 53,13 \text{ руб.}; \quad (6.5)$$

где  $R_{оп}$ ,  $R_{ox}$  – процент общепроизводственных и общехозяйственных расходов  $R_{оп} = 70\%$ ,  $R_{ox} = 22\%$  (для условий рассматриваемого РТП).

$$С_{накл} = C_{оп} + C_{ox} = 18,97 + 53,13 = 72,1 \text{ руб.} \quad (6.6)$$

Затраты на восстановление одной детали определяются по формуле

$$C_n = 3П + C_m + С_{накл}, \quad (6.7)$$

$$C_n = 75,9 + 141 + 72,1 = 289 \text{ руб.}$$

Стоимость нового вала турбокомпрессора – 1200 рублей

## 6.2 Расчет стоимости изготовления стенда для проверки турбокомпрессора

Затраты на изготовление конструкции определяем по формуле

$$С_{у.кон} = С_{о.д.} + С_{п.д.} + С_{сб.н.} + С_{оп.}, \quad (6.8)$$

где  $С_{о.д.}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб;

$С_{п.д.}$  – цены покупных деталей, изделий, агрегатов, руб;

$С_{сб.н.}$  – полная заработка плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб;

$С_{оп.}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.

$$Co.d.=3Пpr.+Cm, \quad (6.9)$$

где  $3Пpr.$  – заработка плата (с начислением) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб;

$Cm$  – стоимость материалов заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Полная заработка плата в руб. определяется по формуле

$$3Пpr = Czn + Czn dop + Czn соц, \quad (6.10)$$

где  $Czn$  и  $Czn dop.$  – основная и дополнительная заработка плата производственных рабочих, руб;

$Czn соц.$  – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную производственную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле

$$Czn = tcp \cdot Cч, \quad (6.11)$$

где  $tcp$  – средняя трудоемкость изготовления отдельных оригинальных деталей, чел/ч;

$Cч$  – часовая ставка рабочих, исчисляемая по 3-му разряду, руб;

$$Cч = 34,3 \text{ руб./ч.}$$

Среднюю трудоемкость изготовления отдельных оригинальных деталей (валы, корпуса), берем из таблицы 6.2.

Таблица 6.2 Трудоемкость изготовлении деталей

№	Наименование	Трудоемкость, чел-ч
1	Рама	2,2
2	Малая рама	1,1
3	Стойка нижняя	0,8
4	Стойка верхняя	2,0
5	Гидробак	0,7
6	Кронштейн штанги	0,6
7	Угольник	0,3
8	Хомут	2,2
9	Штуцер	1,5
10	Стойка угольника	0,7
Итого		12,1

Тогда

$$C_{зп.} = 12,1 \cdot 34,3 = 415,03 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату считаем по формуле

$$C_{зп доп} = 0,15 \cdot 415,03 = 62,25 \text{ руб.}$$

Страховые начисления на заработную плату считаем по формуле (6.12)

$$C_{зп соц} = 0,262 \cdot (415,03 + 62,25) = 125,04 \text{ руб.}$$

$$3П_{пр} = 415,03 + 62,25 + 125,04 = 602,32 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовки для изготовления оригинальных деталей, руб.

$$C_{м.з.} = C_{з} \cdot Q_{з}, \quad (6.13)$$

где  $C_{з}$  – цена одного килограмма материала заготовки, руб;

$Q_{з}$  – масса заготовки, кг.

Стоимость заготовок для изготовления деталей стенда для проверки турбокомпрессоров приведем в таблице 6.3

Таблица 6.3 Стоимость заготовок для изготовления оригинальных деталей.

Наименование деталей	Масса заготовки для одной детали, кг	Кол-во деталей	Масса заготовки, кг	Материал	Цена 1кг заготовки(прокат), руб	Стоимость материала заготовки См, руб
Рама	15	1	15	Ст3	31	465
Малая рама	7	2	14	Ст3пс	28	392
Стойка нижняя	1,8	1	3,6	Ст3пс	28	100,8
Стойка верхняя	1,8	2	3,6	Ст3пс	28	100,8
Гидробак	0,8	2	1,6	Сталь 45	32,2	51,5
Кронштейн штанги	0,7	2	1,4	Ст3пс	28	39,2
Угольник	1,6	2	3,2	Сталь 45	32,2	103,04
Хомут	0,2	2	0,4	Сталь 45	32,2	12,88
Штуцер	0,3	2	0,6	Сталь 45	20	12
Стойка угольника	2,0	3	6,0	Сталь 45	32,2	193,2
Итого: руб						1469,34

Затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.:

$$Со.д. = 602,32 + 1469,34 = 2071,6 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы составляют 70% от заработной платы

$$Со.п. = 0,7 \cdot (2071,6 + 602,32) = 1871,74 \text{ руб.}$$

Покупные изделия, необходимые для сборки конструкции – электродвигатель, насос шестеренчатый, болты, гайки на общую сумму Спд=1885 руб.

Таким образом затраты на изготовление конструкции составят:

$$Сц.кон. = 2071 + 1871,74 + 1885 = 5827,74 \text{ руб.}$$

### 6.3 Технико-экономические показатели участка.

Для организации восстановления деталей в условиях участка по ремонту турбокомпрессоров, необходимо приобрести технологическое оборудование, перечень и стоимость которых приведем в таблице 6.4

Таблица 6.4 Стоимость приобретаемого оборудования

Наименование	Модель	Цена, руб.
Станок токарно-винторезный	16К20	190100
Машина моечная	ОМ-3600-ГОСНИТИ	55000
Стол дефектовщика	ОРГ 1468-01-090А	4000
Приборы измерения: Штангенциркули	ШЦ-І, ШЦ-ІІ, ШЦ-ІІІ	1500
Микрометры по ГОСТ 6507-78	МК-25, МК-50, МК-75, МК-100	3000
Люнет неподвижный по ГОСТ 15760-70		1000
Индикатор кл. 1 ГОСТ 10197-70	ИЧ	500
Станок круглошлифовальный	3М151	180000
Стенд для контроля и бieniaия валов		6500
Комплект шаблонов для контроля шероховатости		1650
Установка электроcontactная	01-11-02 «Рем-деталь»	50000
Комплект ключей		3890
Итого		497140

Стоимость 1 м<sup>2</sup> составляет 3200 руб.; Площадь участка: F = 12·6 = 72 м<sup>2</sup>;

Стоимость здания составляет: Сзд = 3200 · 72 = 230400 рублей.

Годовая производственная программа, N=250 шт.

1. Годовой выпуск продукции в руб. определяется по формуле

$$B\Pi = \mathcal{L} \cdot N, \quad (6.14)$$

где  $\mathcal{L}$  – цена восстановленного вала, руб.

$$B\Pi = 400 \cdot 250 = 100000 \text{ руб.}$$

2. Стоимость основных средств участка в руб. определяется по формуле

$$Cосн.ср = Cуч + Cоб, \quad (6.15)$$

где  $Cуч$  – стоимость строения участка, руб.;

$Cоб$  – стоимость оборудования, руб.

$$Cосн.ср = 230400 + 497140 = 727540 \text{ руб.}$$

3. Количество производственных рабочих n=3 чел.

4. Фондооруженность в руб. определяется по формуле

$$\Phi_{воор} = Cосн.ср / n, \quad (6.16)$$

$$\Phi_{воор} = 727540 / 3 = 242513,3 \text{ руб.}$$

5. Производственная площадь участка  $F_{уч} = 72 \text{ м}^2$ .

6. Производительность труда в руб./чел. определяется по формуле

$$Пт = B\Pi / n, \quad (6.17)$$

$$Пт = 100000 / 3 = 33333,3 \text{ руб./чел.}$$

7. Фондоотдача в руб./руб. определяется по формуле

$$\Phi_о = B\Pi / Cосн.ср, \quad (6.18)$$

$$\Phi_о = 100000 / 727540 = 0,14 \text{ руб./руб.}$$

8. Фондоемкость в руб./руб. определяется по формуле

$$\Phi_{ем} = 1 / \Phi_о, \quad (6.19)$$

$$\Phi_{ем} = 1 / 0,14 = 7,1 \text{ руб./руб.}$$

9. Прибыль в руб. определяется по формуле

$$\Pi = (\mathcal{L} - C_{пол}) \cdot N, \quad (6.20)$$

$$\Pi = (400 - 289) \cdot 250 = 27750 \text{ руб.}$$

10. Уровень рентабельности в % определяется по формуле

$$R = (\Pi - C_{пол}) / C_{пол} \cdot 100 \%, \quad (6.21)$$

$$R = (400 - 289) / 289 \cdot 100\% = 38 \%$$

11. Годовой экономический эффект в руб. определяется по формуле

$$\text{Эгод эф} = [\Pi - (p \cdot C_p + C_{нк} + E_n \cdot C_{уч})] \cdot N, \quad (6.22)$$

где  $\Pi$  – цена новой детали, руб;

$p$  – коэффициент восстановления ресурса;

$C_p$  – себестоимость восстановления детали, руб;

$C_{нк}$  – накладные расходы, руб;

$E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений;

$N$  – объем производства, шт.

$C_{уч}$  – стоимость строения участка, руб.

$$\text{Эгод эф} = [1200 - (0,9 \cdot 289 + 72,1 + 0,15 \cdot 230400 / 250)] \cdot 250 = 182390 \text{ руб.}$$

12. Годовая экономия в руб. определяется по формуле

$$\text{Эгод} = (\Pi - C) \cdot N, \quad (6.23)$$

$$\text{Эгод} = (1200 - 289) \cdot 250 = 227750 \text{ руб.}$$

13. Срок окупаемости в руб. определяется по формуле

$$T = C_{оснпр} / \text{Эгод}, \quad (6.24)$$

$$T = 727540 / 227750 = 3,1 \text{ года}$$

Проведенный технико-экономический анализ показал, что организация участка по восстановлению вала турбокомпрессора является рациональным способом восстановления. Годовой экономический эффект от организации на участке по восстановлению вала турбокомпрессора 182390 руб., срок окупаемости 3,1 года.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной ВКР разработаны мероприятия по организации ремонта турбокомпрессоров тракторов и автомобилей.

Выполнено планирование предлагаемого проекта с расчетами капитало-вложений и срока окупаемости. Определено, что для безубыточной работы необходимо ремонтировать не менее 250 единицы турбокомпрессоров. Разработанная технология ремонта турбокомпрессоров позволяет снизить себестоимость ремонта и увеличить срок службы восстановленной детали. Этому способствует также разработанная конструкция стенда для испытания турбокомпрессоров. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и экологичности производства способствуют улучшению работы производственных рабочих.

Технико-экономические расчеты показали целесообразность разрабатываемых мероприятий. Срок окупаемости капитальных вложений на организацию и внедрение технологии ремонта турбокомпрессоров современной отечественной и импортной сельскохозяйственной техники в условиях инновационного научно-производственного центра при годовой программе 250 приведенных ремонтов составляет 3 года и 1 месяц.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адигамов Н. Р., Кочедамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Адигамов Н. Р., Гималтдинов И. Х. Методическое указание по выполнению ВКР. Профиль «Технический сервис в АПК». – Казань: Издательство КГАУ, 2016.
3. В.И. Чернов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве – Учебное пособие/ ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003.-992с.
4. Серый И.С, Смелов А.П. и др. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. - М.: Колос. 1991-184 с.
5. Восстановление деталей машин: Справочник Ф.И. Пантелейенко, В.П.Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; под ред. В.П. Иванова.-М.: Машиностроение, 2003. – 672с., ил.
6. Сайфуллин Р.Н. Исследование порошково-полимерных лент для восстановления изношенных деталей // Технология металлов, 2000 –№3.- с.11-13.
7. Курчаткин В.В., Тельнов Н.Ф., Ачкасов К.А. и др. Надежность и ремонт машин. - М.: Колос, 2000.- 776 с.
8. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1979-288 с.
9. Типовые нормы времени на восстановление изношенных деталей,- М.: ГОСНИТИ, 1984.
10. Сайфуллин Р.Н. Восстановление деталей электроконтактной приваркой порошков//Сельские узоры.-2000.-№4.-с.25.
11. Справочник молодого шлифовщика/М.С. Наерман, Я.М. Наерман, А.Э.Исаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991.-207с.: ил.

12. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей.- М.: Колос, 1981-351с.
13. Молоков Б.М. Организация восстановления деталей машин в сельском хозяйстве.- М.: Колос. 1979.-192 с.
14. Мамедов А.М., Нигородов В.В. Маршрутная технология восстановления деталей машин. - М.: Колос, 1974-192 с.
15. Ю. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 1975-654 с.
16. Кузьмин А.В. Расчеты деталей машин. Справочное пособие. - Минск: Высшая школа, 1986.
17. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1991-447 с.
18. Дунаев Л.В., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. -М.: Высшая школа. 1990-339 с.
19. Глебов Л.В., Пескарев И.А. Расчет и конструирование машин контактной сварки. - Л.: Энергоиздат, 1981 .-423 с.
20. Солуянов П.В. Охрана труда,- М.: Колос, 1977-336 с.
21. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. - М.: Высшая школа. 1988-351 с.
22. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты. Учебное пособие для студентов ВУЗов.- М.: Энергия, 1972.-248с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**