

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических
машин и оборудования

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления шкива генератора с разработкой конструкции приспособления для разборки и сборки генераторов»

Шифр 23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Дипломник студент _____ Шарифзянов Б.В.

Руководитель ст. преподаватель _____ Гималтдинов И.Х.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от февраля 2018)

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

Казань – 2018 г

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Шарифзянова Б.В., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления шкива генератора с разработкой конструкции приспособления для разборки и сборки генераторов».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из ___ листов печатного текста и графических материалов на ___ листах формата А1, содержит ___ рисунков, ___ таблиц, список использованной литературы содержит ___ наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ условий работы генераторов. Приведены причины потери работоспособности. Проанализированы методы ремонта. Во второй части приводится разработка технологического процесса восстановления шкива генератора. Выбран рациональный способ восстановления шкива, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление. В третьем разделе разрабатывается конструкция стенда для разборки и сборки генераторов. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции.

Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции стенда. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения конструкции стенда.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	—
1.	АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	—
1.1	Анализ условий работы, причины потери работоспособности и методов ремонта генераторов.....	—
1.2	Анализ технологического процесса ремонта генераторов.....	—
2.	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШКИВА ГЕНЕРАТОРА	—
2.1	Разработка технологического процесса дефектации и выбор контрольно измерительных средств	—
2.2	Выбор рационального способа восстановления дефектов шкива генератора.....	—
2.3	Разработка ремонтного чертежа шкива генератора	—
2.4	Разработка маршрутных и операционных карт восстановления шкива.....	—
2.5	Расчет и выбор параметров нанесения гальванического покрытия.....	—
2.6	Техническое нормирование восстановительных работ.....	—
3.	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ СБОРКИ И РАЗБОРКИ ГЕНЕРАТОРОВ.....	—
3.1	Обзор существующих конструкций стендов для сборки генераторов.....	—
3.2	Устройство и принцип работы конструкции.....	—
3.3	Техническая характеристика стенда	—
3.4	Определение параметров пневмопривода.....	—
3.5	Инструкция по безопасности труда оператора при эксплуатации стенда для разборки и сборки генераторов.....	—
3.6	Экономическое обоснование конструкции.....	—
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	—
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	—

ПРИЛОЖЕНИЯ.....	—
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	—

ВВЕДЕНИЕ

Около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте, являются ремонтпригодными, либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому вместо приобретения новых запасных частей следует вторично использовать изношенные детали машин, восстанавливаемых в процессе ремонта.

Из ремонтной практики известно, что большинство выбракованных по износу деталей теряют в весе не более 1-2% исходной массы. При этом прочность деталей практически сохраняется. Например, 95% деталей двигателей внутреннего сгорания выбраковывают при износах, не превышающих 0,3 мм. и большинство из них могут быть вторично использованы после восстановления.

Экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей как годных, так и предельно изношенных после восстановления. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами металла и других материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых машин.

Себестоимость восстановления для большинства восстанавливаемых деталей не превышает 50% стоимости новых, расход материалов в 15-20 раз ниже, чем на их изготовление. Высокая экономическая эффективность ремонта изношенных деталей восстановлением в конечном итоге снижает затраты и тем самым обеспечивает конкурентоспособность в условиях рыночного производства.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Анализ условий работы, причины потери работоспособности и методов ремонта генераторов

Основные неисправности генераторных установок. Установки с генераторами переменного тока работают значительно дольше и надежнее, чем установки с генераторами постоянного тока. Однако, несмотря на это, встречаются отдельные случаи неисправностей генераторных установок переменного тока, которые необходимо правильно определить и вовремя устранить.

При движении автомобиля следует наблюдать за показанием амперметра или за контрольной лампой. В эксплуатации имеют место три характерных случая неисправностей генераторной установки.

Первый случай. Амперметр не показывает заряда на средней частоте вращения коленчатого вала двигателя. Контрольная лампа горит полным накалом. Эти показания свидетельствуют о том, что генератор не заряжает аккумуляторную батарею и происходит ее разряд.

Одной из причин может быть обрыв цепи между генератором и аккумуляторной батареей. Обрывы чаще всего встречаются в местах соединений с зажимами и на перегибах проводов. В последнем случае обрывы провода обычно скрыты изоляцией.

Обрыв в цепи, если он не обнаруживается внешним осмотром, определяют при помощи контрольной лампы при обязательном отключении генератора и реле регулятора.

Одним концом провода контрольной лампы касаются массы автомобиля, а вторым последовательно касаются зажимов, идя по цепи в определенном направлении от батареи к генератору. Горение контрольной лампы указывает, что цепь на участке от точки касания до источника тока исправна, поэтому неисправность цепи нужно искать дальше этой точки. Погасание лампы при переносе точки касания показывает на наличие обрыва провода на участке между точками касания, соответствующими горению и погасанию

лампы. Поврежденные провода лучше всего заменяют новыми или при необходимости сращивают путем скрутки и пайки. Место скрутки изолируют изоляционной лентой и поли хлорвиниловыми трубками.

Падение напряжения в проводах проверяют вольтметром, замеряя величину напряжения в начале или в конце пути, питающей потребитель. Разность напряжений является величиной падения напряжения в данной цепи. Обычно допустимая величина падения напряжения в цепи составляет 0,5 - 0,8 В. Второй причиной может быть обрыв в цепи возбуждения. Если провода зарядной цепи исправны, а амперметр все же не показывает заряда, то необходимо при работе двигателя на средней частоте вращения коленчатого вала при включенной батарее и включенных потребителях кратковременно, на 1 - 2 с, не более, переключить отрезком провода зажимы ВЗ и Ш реле - регулятора. При этом нужно соблюдать осторожность, чтобы нечаянно не замкнуть на массу зажимы Ш, что вызовет отказ в работе транзисторного регулятора напряжения. Если при замыкании проводом зажимов ВЗ и Ш амперметр не показывает броска зарядного тока и искрения в точках касания провода к зажимам не происходит, то неисправность следует искать в проводе, соединяющем зажимы Ш реле-регулятора и генератора или в самом генераторе, который не возбуждается. Чтобы выяснить место повреждения (в проводе или генераторе), осторожно повторяют операцию замыкания зажимов ВЗ (или +) и Ш на самом генераторе. Если по прежнему амперметр не покажет броска тока, то неисправность заключается в генераторе. Она может возникнуть по причине зависания щеток в каналах щеткодержателей или обрыва в цепи обмотки возбуждения генератора. Прежде всего следует проверить щетки. Для устранения зависания щеток необходимо очистить каналы щеткодержателя от пыли и грязи, затем вставить щетки в щеткодержатели и убедиться, что они свободно перемещаются без заедания. Изношенные щетки необходимо заменить. Для определения обрыва обмотки возбуждения щетки вынимают из щеткодержателя и к контактными кольцам

через амперметр или лампу подводят напряжение 12 - 24 В. Если стрелка амперметра остается па нуле или лампа не загорается, значит, в цепи возбуждения имеется обрыв.

Третьей возможной причиной неисправности является «сбрасывание» нагрузки генератором. При токе нагрузки, равном нулю, генератор может развивать некоторое напряжение. Но при включении нагрузки напряжение генератора резко падает до величины, близкой нулю, и генератор не может питать включенную нагрузку. Это явление обусловлено, как правило, межвитковым замыканием в обмотке статора. При замыкании витков в одной или в нескольких катушках статора ток начинает протекать по короткозамкнутым виткам и во внешнюю цепь не попадает. Мощность генератора резко уменьшается, а так как сопротивление короткозамкнутых витков мало, то ток в них достигает большой величины и короткозамкнутые витки перегреваются, а их изоляция нарушается или полностью сгорает. Межвитковое замыкание можно определить при помощи дефектоскопа ПДО-1. Если дефектоскопа в мастерской нет, то можно замерить сопротивление фазных обмоток статора. В фазе, сопротивление которой меньше, чем у других, имеется витковое замыкание. Генератор также сбрасывает нагрузку в случае пробоя или обрыва в одном из вентилях выпрямительного блока. Наличие пробоя или обрыва в вентиле обнаруживают осциллографом ЭО-7 без разборки генератора по форме кривой выпрямленного напряжения. При обнаружении пробоя или обрыва вентиля генератор разбирают и проверяют каждый ventиль в отдельности. Обрыв и пробой отдельных вентилях обнаруживается контрольной лампой, соединенной с 12- или 24-вольтовой аккумуляторной батареей или с другим источником постоянного тока. Наконец причиной -может быть короткое замыкание цепи возбуждения, Амперметр в этом случае не показывает броска зарядного тока, но при замыкании проводов зажимов ВЗ и Ш возникает сильная дуга, а сам провод быстро нагревается. В этом случае причиной отсутствия зарядного тока является короткое замыкание цепи обмотки возбуждения на массу, из-за чего

срабатывает реле защиты в реле-регуляторе и напряжение генератора снижается почти до нуля. В данном случае необходимо, отключив выключатель зажигания, устранить короткое замыкание, после чего заряд аккумуляторной батареи должен восстановиться.

Если при замыкании зажимов ВЗ и Ш амперметр показывает бросок зарядного тока, то сам генератор и провод, соединяющий зажимы Ш генератора и реле-регулятора, исправны, но, вероятно, неисправен реле-регулятор. Прежде всего может произойти разрегулировка регулятора напряжения в сторону уменьшения регулируемого напряжения ниже уровня э. д. с. батареи. Убедиться в этом можно кратковременным натяжением пружины вибрационного регулятора напряжения. При этом должен появиться зарядный ток и без замыкания зажимов ВЗ и Ш. Эту неисправность устраняют регулировкой регулятора. В контактно-транзисторном реле-регуляторе может произойти самопроизвольное срабатывание реле защиты, что видно при снятии крышки реле-регулятора. Эта неисправность может быть устранена незначительным повышением натяжения пружины реле защиты. В реле-регуляторе может также произойти внутренний обрыв, который можно определить и устранить только в мастерской. В этом случае реле-регулятор необходимо снять и передать для ремонта в мастерскую. При работе автомобиля на средней скорости стрелка амперметра колеблется, контрольная лампа мигает. Это явление говорит о периодических нарушениях в цепи зарядного тока. Нарушение может быть вызвано ослаблением натяжения приводного ремня. В момент проскальзывания ремня частота вращения ротора генератора уменьшается, и отдаваемый во внешнюю цепь ток падает, что вызывает колебание стрелки амперметра. Ремень необходимо натянуть, и генератор тщательно закрепить. Плохой контакт между щетками и контактными кольцами так же приводит к колебаниям величины отдаваемого тока. Нарушение контакта между щетками и кольцами происходит за счет загрязнения контактных колец, повышенного износа щеток и уменьшения давления пружин на щетки. Через

отверстие в основании щеткодержателя осматривают контактные кольца и очищают их от загрязнения тряпкой, смоченной в бензине. Если длина оставшейся части щетки меньше 7 мм, то щетку заменяют. При уменьшении давления контакт между щеткой и кольцами может периодически нарушаться. Нарушение заряда аккумуляторной батареи происходит так же за счет сильного подгара контактов регулятора напряжения.

Стрелка амперметра длительное время показывает большой зарядный ток (более 10 А). Этот признак указывает на то, что напряжение генератора, которое регулируется регулятором напряжения, превысило нормальное. В результате перезаряда электролит аккумуляторной батареи выкипает и аккумуляторная батарея в случае длительного перезаряда может прийти в негодность. Для определения неисправности необходимо проверить регулируемое напряжение при средней частоте вращения коленчатого вала двигателя. Если уровень регулируемого напряжения выше заданных пределов, то регулятор следует подрегулировать. Может случиться, что при ослаблении натяжения пружины регулируемое напряжение не снижается, т. е. регулятор не поддается регулировке. Наиболее вероятной причиной такого явления является пробой транзистора, вследствие чего сопротивление перехода эмиттер - коллектор равно нулю. Для проверки транзистора следует остановить двигатель, и при включенном выключателе зажигания присоединить вольт-метр или лампу напряжением 12 В между зажимами *III* и массой реле-регулятора и замкнуть контакты регулятора напряжения. При исправном транзисторе стрелка вольтметра покажет нуль (лампа погаснет). Если же показания вольтметра при таком принудительном замыкании не меняются (а лампа не гаснет), то это означает, что транзистор пробит. Такой реле-регулятор снимают и сдают в мастерскую для замены транзистора.

Механические неисправности. К числу неисправностей генератора относится шум и стук в генераторе. Характерный стук появляется при ослаблении крепления шкива и вентилятора на валу ротора. Ослабление крепления шкива и вентилятора, приводящее к стуку и шуму, а в дальнейшем

и к поломке вентилятора, является следствием неудовлетворительной первоначальной затяжки гайки, крепящей шкив на валу ротора. В процессе эксплуатации при пусках и остановках двигателя недостаточно затянутая гайка позволяет несколько перемещаться шкиву, и за счет этой «игры» происходит выработка поверхности втулки шкива под валом генератора и ослабление крепления. Кроме этого, появляется выработка шпоночного паза в шкиве и вентиляторе.

Характерный стук в генераторе появляется также при задевании ротора за статор, причем статор сильно нагревается. Этот дефект может произойти за счет выработки стального кольца, залитого в крышку в гнезде для шарикового подшипника или иногда за счет выработки на валу посадочного места под шариковый подшипник. В конечном счете отмеченные износы и стуки приводят к перегреву шариковых подшипников, к вытеканию и асфальтированию их обмазки и разрушению сепараторов шариковых подшипников. При работе с загустевшей и высохшей смазкой также слышен скрежет и стук. Повышенный шум, сопровождаемый отдельными ударами, появляется при ослаблении крепления генератора на двигателе. Эта неисправность приводит, к выработке посадочных мест и отверстий в лапах крышки генератора. Все перечисленные неисправности, если их не устранять сразу, быстро прогрессируют и приводят к поломкам, которые трудно отремонтировать. Поэтому при первом появлении ненормального шума и стука нужно осмотреть генератор, подтянуть его крепление и, если это не помогает, снять генератор и направить его в мастерскую для ремонта.

Ремонт генераторных установок. В случаях, когда обнаруженные неисправности нельзя устранить на автомобиле, генераторы, выпрямительные блоки и реле-регуляторы сдают в мастерскую для ремонта. Ремонт в зависимости от характера и объема работ подразделяют на текущий и капитальный.

При текущем ремонте изделия частично разбирают и заменяют мелкие детали, очищают наружную поверхность от пыли, грязи, масла,

восстанавливают поврежденную изоляцию, испытывают и регулируют. При капитальном ремонте предусматривается полная разборка изделий, замена основных деталей и узлов, перемотка катушек статора и ротора, восстановление отдельных деталей. Ремонт генератора начинают с его разборки. Рассмотрим последовательность и особенности разборки - некоторых типов генераторов.

Генераторы Г250-Д, Г271-А, Для того чтобы снять крышку со стороны контактных колец, необходимо генератор установить в тисках шкивом вниз. Схема выполнения данной операции представлена на рисунке 1.

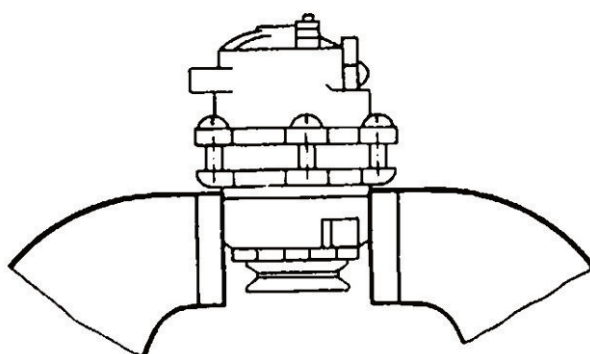


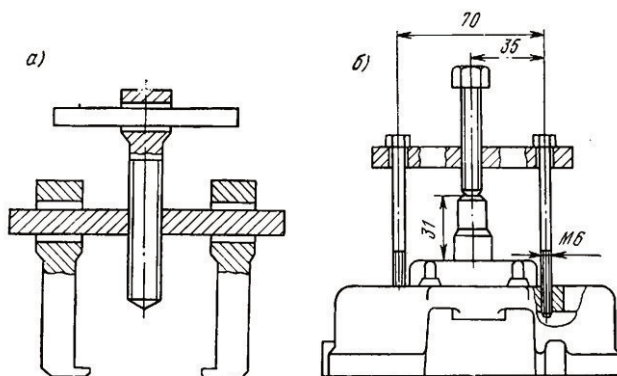
Рисунок 1 – Схема закрепления генератора в тисках при разборке.

Фиксация таким методом является не достаточно надежной и при определенных условиях может привести к проворачиванию изделия. Далее ключом 9×11 и отверткой 8 мм отвернуть два винта крепления щеткодержателя и снять щеткодержатель. Отверткой 6 мм отвернуть три винта крепления защитного колпачка подшипника со стороны контактных колец, снять три винта с пружинными шайбами и крышку подшипника. Отверткой 8 мм отвернуть четыре винта крепления крышек генератора. Для снятия крышек применяют съемник с раздвижными лапами представленный на рисунке 2.

Размеры съемника не указаны, так как они зависят от размеров генератора. Соответственно такая методика разборки требует наличия съемников различных размеров, что экономически нецелесообразно. Так же негативным фактором является применение ручного труда. Центральный

винт съемника упирают в торец вала, а лапы подводят под торец крышки. Вращая центральный винт, снимают крышку вместе со статором.

Крышку со стороны привода в сборе с ротором закрепляют в тисках за ушко крышки и открытым ключом 17×19 отвертывают гайку крепления подшипника со стороны контактных колец, а ключом 22×24 - гайку крепления шкива.



а) – съемник раздвижной для крышки со стороны контактных колец привода и шкива; б) – для крышки со стороны привода.

Рисунок 2 – Применение стандартного ручного инструмента при разборке генераторов

Тем же съемником (рисунок 2а) снимают шкив, затем вентилятор и втулку. Выбивают бородком 0 2 мм шпонку из шпоночной канавки вала ротора. Крышку со стороны привода снимают специальным съемником (рисунок 2 б). Этот съемник предназначен только для генераторов Г250 и Г271. Центральный винт упирают в торец вала ротора, а боковые винты ввертывают в резьбовые отверстия на торце крышки. Ввертывая центральный винт в планку съемника, снимают крышку с вала ротора. Разборку крышки со стороны контактных колец выполняют лишь при необходимости замены выпрямительного блока, контактного болта и его изоляции. Отвертывают гайку крепления выводного болта «+», снимают пружинную и плоскую шайбы и изоляционную втулку. Отверткой 8 мм вывертывают винт крепления выпрямительного блока и снимают его. При помощи съемника (рисунок 2а) снимают подшипник с вала

ротора, для чего ротор устанавливают на специальную подставку. Собирают генератор в обратном порядке. Генератор Г221. Отвертывают специальный винт, крепящий щеткодержатель к крышке со стороны контактных колец. Снимают щеткодержатель. Отвертывают четыре гайки стяжных шпилек и вынимают их из генератора. Отвертывают гайку, крепящую шкив, снимают упорную конусную шайбу. При помощи съемника снимают шкив. Затем снимают крышку со стороны контактных колец вместе со статором. Отвертывают три гайки крепления фазных выводов обмотки статора к выпрямителям. Из колодки штеккерного разъема вынимают наконечник нулевого вывода и отсоединяют статор от крышки со стороны контактных колец. Выбивают сегментную шпонку из шпоночного паза и снимают крышку со стороны привода с подшипником с вала ротора. Шариковый подшипник крышки со стороны контактных колец снимают с вала ротора при помощи съемника. Генератор Г284. Отвертывают три винта защитной скобы щеткодержателя и снимают скобу. Отвертывают винты крепления щеткодержателя и вынимают его из отверстия в крышке. Отвертывают винт крепления полумуфты гидроусилителя рулевого управления и снимают полу муфту. Вывертывают три стяжные шпильки. Снимают крышку со стороны контактных колец вместе со статором при помощи съемника. Отвертывают гайку крепления фазных выводов статора и отделяют статор от крышки со стороны контактных колец. Отвертывают гайку крепления шкива, снимают пружинную и плоскую шайбу. Снимают съемником шкив, затем вентилятор ,и опорную втулку и выбивают шпонку из шпоночного паза. Кладут крышку со

стороны контактных колец на верстак, и оправкой выбивают подшипник.

Отвертывают винты крепления подшипника в крышке со стороны привода, кладут крышку на верстак, и выбивают оправкой подшипник. Генераторы Г290, Г290-Б. При помощи отвертки 6 мм отвертывают два стяжных винта защитной ленты и снимают ее с экрана. Отвертывают винты крепления экрана к крышке. Осторожно отделяют экран от крышки. Отвертывают винт,

крепящий наконечник вывода *III* к щеткодержателю и гайки крепления наконечников выводов к фазным радиаторам. Снимают экран с крышки. Открытым ключом 9×11 и отверткой 8 мм отвертывают два винта крепления щеткодержателя и вынимают его из гнезда в крышке. Открытым ключом отвертывают болт, крепящий выводы диодов к основанию щеткодержателя к крышке, и снимают

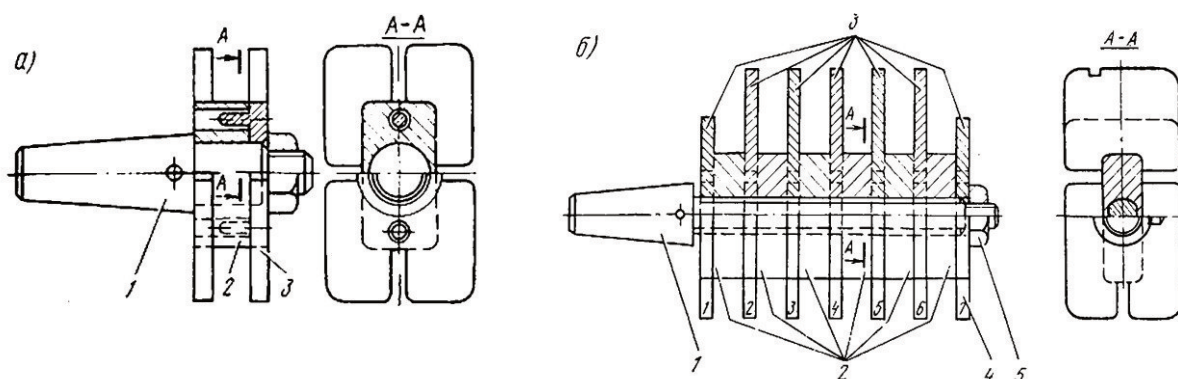
его. Отверткой отгибают выступ стопорной шайбы и открытым ключом 34×36 отвертывают гайку на валу со стороны контактных колец. Отсоединяют фазные выводы обмотки статора и выводы вентиля от теплоотвода. Снимают крышку съемником вместе с подшипником, и с сальниковым уплотнением и упорной втулкой. Для этого винт съемника устанавливают в торец вала, а лапы подводят под крышку в месте приливов под стяжные болты. Осторожно постукивая по крышке деревянным молотком, отделяют крышку от статора. Ключом 22×24 отвертывают гайку, крепящую шкив или фланец. Снимают шкив или фланец, вентилятор и втулку. При необходимости шкив или фланец снимают съемником. Выбивают шпонку из шпоночного паза вала. При помощи винтового прессы и подставки или съемником выпрессовывают вал ротора из подшипника со стороны привода. Для того чтобы вынуть подшипник из крышки, отвертывают винты крепления сальниковых устройств. Крышку кладут на верстак, и специальной оправкой выпрессовывают подшипник. При сборке генераторов необходимо соблюдать соосность отверстий в крышках для стяжных шпилек. Для этого следует пользоваться стержнем соответствующего диаметра. Стержень должен свободно проходить через оба отверстия в крышках. Диаметр стержня должен быть на 0,2 мм меньше отверстий в крышке. Генератор Г502. Свертывают гайки с вала со стороны контактных колец и со стороны привода и снимают две предохранительные втулки. Отвертывают шесть гаек на выводах генератора, снимают пружинные и плоские шайбы. Снимают щеткодержатель с щетками, предварительно отвернув винты крепления. Вывертывают четыре стяжные

шпильки. При помощи съемника спрессовывают крышку с подшипником со стороны контактных колец с вала ротора. Отвертывают винты крепления шайб подшипника со стороны контактных колец. Устанавливают крышку на подставку и выбивают при помощи оправки подшипник из крышки. Снимают изоляционные втулки с выводных болтов. Снимают статор. При помощи съем-

ника выпрессовывают крышку с подшипником со стороны привода с вала.

Собирают генератор в обратном порядке. Генератор Г253 и Г285. Отверткой 6 - 8 мм отвертывают три винта, крепящих защитный колпачок подшипника со стороны контактных колец. Вынимают винты, пружинные шайбы и снимают колпачок. Зажимают генератор в тисках за шкив и отвертывают гайку, крепящую подшипник, и два винта, крепящие массовый и изолированный щеткодержатели к крышке. Вынимают щеткодержатели с щетками. Отвертывают два винта, крепящие панель выводных болтов к крышке.

Открытым ключом 10X12 отвертывают три стяжные шпильки и снимают крышку со стороны контактных колец. Снимают статор. Открытым ключом 22×24 отвертывают гайку, крепящую шкив. Снимают шкив, вентилятор и выбивают шпонку из шпоночного паза. Съемником или на винтовом прессе выпрессовывают вал ротора из подшипника крышки со стороны привода. Отвертывают три винта, крепящие крышку подшипника, и оправкой выбивают его. Подшипник со стороны контактных колец снимают с вала съемником. Собирают генератор в порядке, обратном разборке. Перед установкой шарикового подшипника со стороны контактных колец на вал надевают металлическую маслоотбойную шайбу и картонную прокладку. Шариковые подшипники ставят закрытой стороной внутрь генератора. Ремонт статора. Намотка катушек статора производится на оправках (рис. 3, а и б)



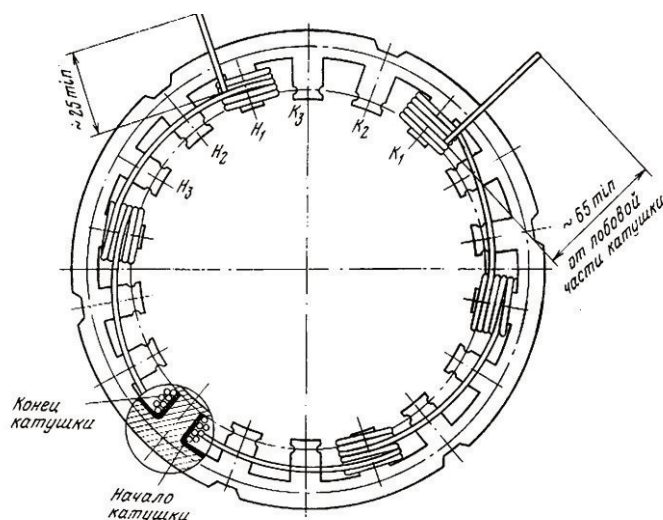
а) для намотки одной катушки; б) для намотки всех катушек фазы статора одним

проводом;

1 - стержень; 2 - оправки; 3 - щеки; 4 - концевая щека; 5 - гайка

Рисунок 3 – Оправка для намотки катушек статора:

У генератора Г250 каждая катушка состоит из 13 витков, намотанных в три слоя. Два слоя имеют по пять витков, верхний слой - три витка. На рисунке 3 показана намотка одной фазы статора. Концы выводов фаз обрезают по указанному размеру и зачищают от эмали на длину 6 - 8 мм.



H_1, H_2, H_3 - расположение начала первой, второй и третьей фаз; K_1, K_2, K_3 - расположение концов первой, второй и третьей фаз.

Рисунок 3 – Укладка катушек одной фазы генератора Г-250.

Зачищенные концы начала фаз необходимо скрутить (в нулевую точку) и пропаять припоем ПОС-40; на место скрутки следует надеть хлорвиниловую трубку $\varnothing 4$ мм. На зачищенные концы фаз статора надевают

хлорвиниловые трубки $\varnothing 2,5$ мм и напаяют наконечники (рис. 4). Статор подвергают пропитке лаком. Пропитку проводят для обеспечения влагостойкости и теплостойкости изоляции катушек и скрепления витков между собой. Для пропитки необходимо иметь ванну с решеткой. Над ванной должен быть вытяжной зонт.

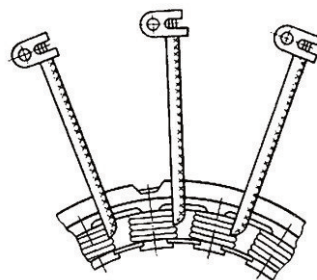


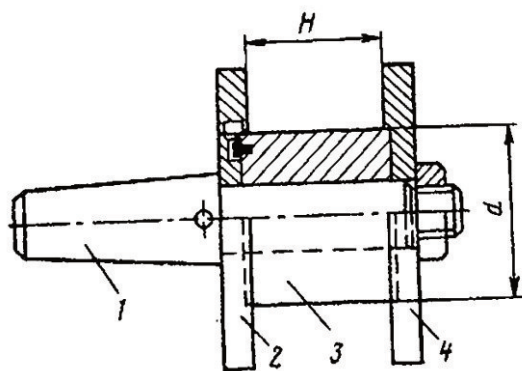
Рисунок 4 – Расположение фазных выходов у генераторов Г 250, Г 271.

Для пропитки применяют электроизоляционный лак МЛ-92 ГОСТ 1586 - 70 или ГФ95 ГОСТ 8018-70. В лак ГФ95 добавляют 15% меламиноформальдегидной смолы К-421-02. Вязкость лака должна быть 25 - 30 с по ВЗ-4 при 20°С. Статоры устанавливают в ванну в горизонтальном или вертикальном положениях оси пакета. Обмотка статора должна быть погружена в лак, за исключением фазных выводов. Выдержка статора генераторов Г250, Г266, Г271, Г287 - 30 - 40 с, а генераторов Г263-А, Г286, Г29 - 2 - 3 мин. По окончании пропитки статоры выдерживают на решетке «над ванной для стекания избытка лака, устанавливая их на боковую поверхность пакета железа в наклонном положении или на обмотку (фазными выводами вверх). После выдержки в течение 10 - 12 мин на воздухе, посадочные места статоров, наружную и внутреннюю цилиндрические поверхности пакета протирают от лака тканью, смоченной в бензине. Статоры генераторов Г263-А, Г273, Г275, Г287, Г288 пропитывают дважды. Сушка статоров производится в сушильном шкафу. Статоры устанавливают на боковую поверхность пакета или на торцовую поверхность посадочного места под крышки фазными выводами вверх. Сушка производится при температуре 100 - 120°С в течение 2 - 4 ч. После окончания сушки наплывы лака с наружной и внутренней поверхностей пакета железа и

посадочных мест удаляются зачисткой при помощи острой металлической пластинки. Ремонт ротора. При ремонте ротора заменяют обмотку возбуждения, протачивают или меняют контактные кольца, устраняют выработку на валу под посадочные места шариковых подшипников. Роторы генераторов переменного тока по своей конструкции разделяют на две группы: с креплением полюсов и втулки на валу при помощи запрессовки на накатку или с креплением при помощи шпонок и гайки. К первой группе относят генераторы Г250, Г271, Г278, Г502, ко второй - генераторы Г285, Г256, Г263, Г290. При длительной эксплуатации генераторов за счет попадания на контактные кольца пыли, грязи, масла последние изнашиваются. На кольцах появляется выработка, которая, в свою очередь, приводит к быстрому и неравномерному износу щеток. Проточку контактных колец выполняют на токарном станке. С одной стороны ротор зажимают цангой, с другой поддерживают центром. Проточку ведут до выведения черноты, но не более чем на 1 мм по диаметру. После проточки колец биение диаметров проточенных поверхностей относительно цапф вала должно быть не более 0,1 мм для всех типов роторов. Для получения требуемой чистоты поверхности по 7-му классу контактные кольца полируют стеклянной шкуркой, не снимая ротора со станка. Сильно изношенные контактные кольца (более чем на 1 мм) следует заменять. Для этой цели концы обмотки возбуждения отпаивают от колец и кольца спрессовывают с вала. У генераторов Г250, Г270, Г261 кольца снимают последовательно одно за другим, а у генераторов Г501, Г285 снимают сразу оба кольца, так как они имеют общее пластмассовое основание. Новые кольца напрессовывают на вал при помощи оправки на ручном прессе, после чего их протачивают и отполировывают. Выводы обмотки возбуждения припаивают к кольцам припоем ПОС40. Если в автотранспортных предприятиях нет новых контактных колец, то их изготавливают собственными силами. В этом случае контактные кольца после отпайки выводов протачивают до удаления черноты. Затем изготавливают медные кольца с внутренним размером,

соответствующим диаметру проточенных колец, и с наружным размером новых колец. Изготовленные таким образом кольца закрепляют на посадочных местах при помощи клея БФ-2. После сушки и припайки выводов поверхность колец только слегка полируют, но не протачивают (во избежание срыва и проворачивания наклеенных колец). Обмотки возбуждения генераторов всех типов наматывают непосредственно на втулку ротора. Приспособление для намотки обмотки возбуждения ротора (рисунок 5) состоит из стержня 1, втулки 3 и щек 2 и 4. Размер Н должен быть меньше, чем длина втулки, на толщину картонных шайб, приклеиваемых к катушке после намотки.

Перед намоткой втулку по диаметру смазывают клеем и плотно обертывают кабельной бумагой. На вывод начала катушки надевают линоксиновый или полихлорвиниловый чулок, надрезанный на длине 7 - 10 мм от края. Надрезанную часть чулка укладывают вдоль втулки, после чего проводят намотку. Катушку мотают плотно, виток к витку. Между отдельными рядами прокладывают конденсаторную бумагу. На вывод конца обмотки надевают чулок и закрепляют его при бандажировке. Катушку бандажируют крепированной бумагой или при ее отсутствии - хлопчатобумажной лентой.



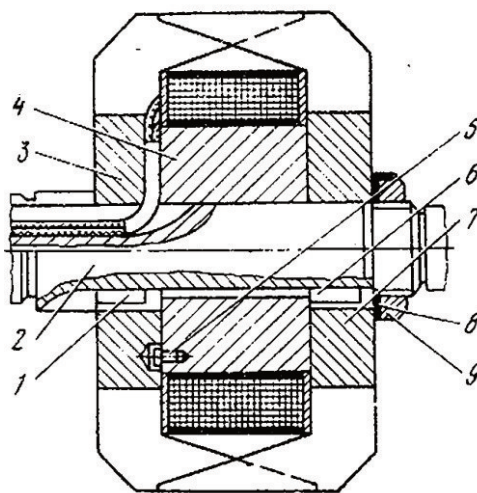
1 – стержень; 2,4 – щеки; 3 – втулка

Рисунок 5 – Приспособление для намотки обмотки возбуждения

Для сборки ротора делают подставку к винтовому прессу
по размерам ротора.

Вал ротора устанавливают в подставку, запрессовывают шпонку и надевают половину полюсов ротора. Затем устанавливают втулку с

намотанной на нее катушкой возбуждения таким образом, чтобы отверстие во втулке совпало с головкой установочной шпильки на имеющейся половине полюсов ротора. После этого запрессовывают вторую шпонку, устанавливают вторую половину полюсов ротора и затягивают гайку, которую кернят в трех местах. Для закрепления контактных колец ротор устанавливают вверх тем концом вала, который имеет насечку. На конец вала напрессовывают шайбу до упора. Выводы обмотки возбуждения предварительно вставляют в отверстия шайбы. У контактного кольца зачищают места под пайку и лудят. Собирают контактное кольцо с пластиной изогнутым концом в сторону ротора и напрессовывают на вал так, чтобы шлиц в кольце совпал с канавкой валика. Для того чтобы изолировать контактную пластину от вала между пластиной и валом вставляют деревянный клин. Один конец контактной пластины припаивают к контактному кольцу, другой - к выводу обмотки возбуждения. Второй конец обмотки возбуждения припаивают ко второму контактному кольцу. Сборку ротора генераторов Г263, Г256, Г290 представлена на рисунке 6.



- 1 - шпонка, 2 - вал ротора, 3 – левая половина полюсов ротора,
4 - втулка с намотанной обмоткой возбуждения, 5 - фиксирующая шпилька, 6 - вторая шпонка, 7 - правая половина полюсов ротора,
8 - стопорная шайба, 9 - гайка.

Сборку необходимо начинать с установки шпонки 1 в вал ротора 2. Затем устанавливают вал в подставку концом со стороны контактных колец

вниз и напрессовывают до упора левую половину полюсов 3 ротора. Втулку 4 с намотанной обмоткой возбуждения устанавливают на вал таким образом, чтобы фиксирующая шпилька 5 на втулке вошла в отверстие на левой половине ротора. При этом вывод от обмотки возбуждения укладывают в канавку на валу ротора в сторону контактных колец. После этого устанавливают вторую шпонку 6 под правую половину полюсов 7 ротора и напрессовывают последнюю на вал. При этом расстояние между противоположными полюсами (клювами) левой и правой половинок ротора должно быть не менее 3,5 мм. На вал ротора надевают стопорную шайбу 8 и затягивают гайку 8. Один из выступов стопорной шайбы загибают на грань гайки. Для удержания выводов обмотки возбуждения в пазу вала в паз загибают деревянный клин. На шейку вала со стороны привода устанавливают разрезное кольцо. Контактные кольца на вал устанавливают следующим образом. Первое кольцо напрессовывают на вал так, чтобы выступ на кольце находился против канавки на валу. Конец вывода обмотки возбуждения соединяют с выступом кольца и припаивают припоем ПОС40. Второе кольцо напрессовывают на вал и соединяют со вторым выводом обмотки таким же образом. Роторы пропитывают лаком ГФ95. Для этого ротор устанавливают вертикально в ванну с лаком контактными кольцами вниз. Пропитку производят в течение 15 мин. По окончании пропитки и выдержки на воздухе в течение 10 - 15 мин тряпкой, смоченной бензином и отжатой, протирают резьбу, посадочные места под шариковые подшипники на валу и контактные кольца. Для сушки ротор устанавливают вертикально контактными кольцами вниз в сушильный шкаф. Сушку выполняют при температуре 100 - 120°C в течение 4 - 6 ч. На высушенном роторе не должно быть лака на посадочных местах и больших наплывов по наружной поверхности полюсов. У готового ротора необходимо проверить напряжением 550 или 220 В электрическую прочность изоляции контактных колец и обмотки возбуждения по отношению к валу, а также сопротивление обмотки возбуждения.

Ремонт крышек. Несмотря на то что посадочные места под шариковые подшипники в крышках генераторов армированы стальными или чугунными кольцами, имеют место случаи выработки посадочных мест. В мастерских посадочное место под шариковые подшипники растачивают на 1,5 - 2,0 мм и с одного торца делают выточку 1,5 - 2 мм. Затем по месту вытачивают втулку с буртиком и запрессовывают эту втулку в крышку. Если износ невелик, то делают точечную наплавку металла электросваркой по всему периметру посадочного места или кернение с последующей шлифовкой до требуемого размера. Практикой установлено, что после подобного ремонта генераторы еще работают длительное время. При ослаблении крепления генератора на кронштейне двигателя от повышенной вибрации появляется выработка в отверстиях ушков крышек. Для устранения этого выпрессовывают изношенную стальную втулку и запрессовывают новую, изготовленную из стали любой марки. В крышках, где нет стальных втулок, и появился износ отверстия, следует расточить отверстие до выведения выработки, изготовить по месту стальную втулку и запрессовать ее.

Ремонт вала. В эксплуатации происходит выработка шеек вала ротора под шариковые подшипники. Наиболее распространенным способом ремонта является наплавление металла на место выработки при помощи сварки с последующей проточкой. Шлифовку, как правило, не делают. Иногда протачивают изношенную шейку до устранения выработки и напрессовывают на вал стальную втулку, диаметр которой доводят до размера, указанного на чертеже.

Ремонт шкива. При плохой затяжке гайки, крепящей шкив на валу, происходит выработка отверстия и шпоночной канавки в ступице шкива. К наиболее распространенным методам восстановления подобных дефектов является постановка дополнительной ремонтной детали в отверстие. Такой метод не дает стойких результатов. Для обеспечения износостойкости рабочих поверхностей изношенных деталей следует уделять внимание разработке и внедрению перспективных технологий.

Ремонт щеток. При попадании топлива, пыли и песка на щеточный узел происходит интенсивный износ щеток. При отсутствии новых щеток их выпиливают из щеток марки МІ. Для этого необходимо выпилить щетку по размерам износившейся, припаять медный канатик, надеть пружину и припаять наконечник. Изготовленные таким образом щетки работают по 50 000 – 70 000 км пробега автомобиля.

Закладка смазки в подшипники. Перед закладкой свежей смазки шариковые подшипники промывают в бензине. Наличие частиц песка и металлической пыли в промывочном бензине и смазке недопустимо.

В шариковые подшипники закладывают смазку 158 МРТУ 12Н № 139—64 (синего цвета), заполняя % объема полости между шариками. Обильная смазка пользы не приносит. Избыток смазки попадает на внутреннюю полость генератора, на контактные кольца и щетки и вызывает тем самым интенсивный износ щеток и колец, а иногда и обрыв цепи возбуждения. Совершенно недопустимо класть смазку в полость, в которой установлены закрытые подшипники с заложенной смазкой. Закрытые подшипники имеют одноразовую смазку, заложенную при их изготовлении, и добавления смазки не требуют. Смазка, заложённая в полость установки закрытого подшипника, попадает на контактные кольца и щетки, что приводит к отказу в работе генератора.

1.2 Анализ технологического процесса ремонта электрооборудования

Генераторы постоянного тока, принятые на электроремонтные предприятия для капитального ремонта, поступают со склада ремонтного фонда на производство по мере необходимости.

Объем ежесуточного поступления ремонтного фонда определяется специальным расчетом, который осуществляется при разработке проекта предприятия.

Технологический процесс поточного ремонта генераторов постоянного тока начинается с момента их доставки в цех или отделение разборки и включает следующие технологические участки: наружной мойки; разборки

на узлы; мойки узлов; разборки узлов на детали; мойки деталей; дефектации узлов и деталей; намоточный; пропиточно-сушильный; гальванический; сварочный; слесарно-механический; комплектации деталей для сборки узлов; сборки узлов; комплектации узлов для сборки генераторов; сборки генераторов; испытания; окраски; консервации.

Затем испытанные и прошедшие консервацию генераторы направляются на склад готовой продукции.

Схема технологического процесса ремонта генераторов постоянного тока показана на листе 1 графической части проекта.

Технологический маршрут может включать до 18 участков и 6 складов. В зависимости от конкретных условий и количества ремонтов те или иные участки могут быть уменьшены, увеличены или объединены. Подача ремонтного фонда со склада в цех и вывоз готовой продукции из цеха на склад должны производиться внутрихозяйственным транспортом, подъемно-транспортными приспособлениями и т. д.

Узлы и детали по технологическому маршруту могут передаваться конвейерным способом или другим, наиболее полно отвечающим рациональной организации современного поточного производства. Способ транспортировки выбирается при разработке конкретного проекта.

В связи с идентичностью маршрутов ремонта на практике могут встретиться случаи наложения технологического маршрута ремонта генераторов постоянного тока на аналогичные маршруты ремонта генераторов переменного тока и стартеров.

Производственные помещения, в которых должно располагаться электроремонтное предприятие, должны удовлетворять строительным и технологическим требованиям в соответствии с действующими нормами на проектирование подобных производств (требованиями к высоте помещений, размерам проходов, освещенности, отделке стен и потолков, вентиляции, чистоте, влажности и температуре воздуха и т. п.). Указанные требования следует учитывать при разработке конкретных проектов.

Кроме того проведенный анализ показал, что с целью интенсификации разборочно-сборочных работ и минимизации ручного труда необходимо разрабатывать и внедрять новые приспособления и оснастку.

2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШКИВА ГЕНЕРАТОРА

2.1 Разработка технологического процесса дефектации и выбор контрольно измерительных средств

Дефектация деталей и узлов подразумевает **процесс их технического контроля**, включающий осмотр, измерения и, **при необходимости**, испытания. Детали и узлы сортируют на три **группы: годные, подлежащие ремонту и негодные**.

Основными показателями при контроле и **сортировке деталей и узлов** на группы служат допустимые при их **сборке размеры** - такие, при которых основные детали и их сопряжения, **оставленные во время ремонта (сборки)** в узлах или изделиях, проработают **без замены гири** в соблюдении правил технического ухода в течение **еще одного межремонтного периода** до следующего капитального **ремонта**. В дальнейшем для краткости эти величины будут именоваться **«допустимыми»**. В связи с задачей повышения послеремонтного **ресурса электрооборудования** «допустимые» величины размеров, **натягов и зазоров в сопряжения** основных деталей приняты по **чертежам заводов-изготовителей** с учетом возможности использования **принятого в ремонтной практике** мерительного инструмента.

Все шарикоподшипники и изоляционные **конструкции обмоток, уложенные в корпуса и якоря генераторов**, подлежат **обязательной замене** на новые.

Дефектация деталей, узлов и их сопряжений **должна производиться** на отдельных рабочих местах дефектовочного участка **с помощью специальных приборов, приспособлений и инструмента**.

Все поступающие на дефектацию детали и узлы **должны быть хорошо очищены, тщательно промыты и высушены**.

Технические требования на дефектацию **деталей и узлов являются** основным документом для дефектовщика.

Коэффициенты повторяемости дефектов деталей и узлов учитывают все возможные дефекты и отражают их количественные значения. Эти данные определяют анализом микрометражных и статистических материалов, которые были получают путем проведения специальных наблюдений и измерений фактических износов деталей и узлов в условиях специализированных ремонтных предприятий.

Эти коэффициенты даны для обеспечения возможности расчета технологических маршрутов ремонта, определения количества того или иного технологического оборудования, приспособлений и оснастки, обслуживающих данный технологический маршрут, а также норм расхода материалов и запасных частей.

Коэффициенты сменности, ремонта (изготовления) и годности деталей и узлов приведены для того, чтобы специалисты могли руководствоваться ими при разработке проектов электроремонтных предприятий, в частности при расчете площадей под складские помещения, выборе наиболее рациональных технологических потоков и т. д.

Сводный перечень оборудования, приспособлений и инструмента включает всю необходимую оснастку для организации наиболее рациональной службы дефектации. Количество единиц того или иного оборудования, приспособлений и инструмента для каждого электроремонтного предприятия должно быть определено расчетом при разработке его проекта.

Генераторы, поступающие в ремонт, сначала подвергают внешнему осмотру для обнаружения механических повреждений (забоин, трещин, легкость вращения якоря), проверяют состояние контактов и клем, а также щеток и коллектора, а затем испытывают на специальных стендах.

Перечень дефектов рассматриваемой детали следующий:

1. Изломы и трещины;

2. Износ поверхности под вал;
3. Износ шпоночного паза по ширине;
4. Износ поверхности обода шкива.

В качестве оборудования для дефектации принимаем стол для дефектации ОРГ-14-68-01-0,90 А ГОСНИТИ.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

1. По известному номинальному размеру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 определяют допускаемую предельную погрешность измерения;
2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta, \quad (2.1)$$

где δ – допускаемая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность измерительного средства.

Изломы и трещины контролируются осмотром при помощи лупы 3х кратного увеличения.

По известному номинальному размеру $\varnothing 20_{js8}(\pm 0,036)$ для контроля дефекта определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [5], $\delta = 7$ мкм. Выбираем средство измерения по литературе [4] с учетом выполнения условия (1) – гладкий микрометр НИ 18-50 ГОСТ 868-82 предельная погрешность которого $\Delta_{\text{lim}} = \pm 5$ мкм.

Таблица 2.1 – Результаты выбора средств измерения

Наименование детали, ее размер, поле допуска.	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительного средства, мм.	Наименование, обозначение измерительного средства, ГОСТ.
---	-------------------------------	---------------------------------------	---	--

Отверстие φ20	0,072	0,0018	± 0,005	НИ 18-50 ГОСТ 868-82
------------------	-------	--------	---------	-------------------------

2.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов шкива генератора

Выбирают способ восстановления деталей с учетом характера, величины и места расположения дефектов, материала деталей, нагрузочных и температурных условий работы восстанавливаемых поверхностей, класса чистоты их обработки, производственных возможностей предприятий, для которых разрабатывается технология.

Основные оценочные критерии эффективности выбранного способа — полное восстановление физико-механических свойств, геометрических форм и размеров детали, обеспечивающих ее срок службы не менее чем до следующего капитального ремонта, стоимость восстановления детали должна быть меньше стоимости новой детали.

В настоящее время при восстановлении деталей в зависимости от характера и производственной программы ремонтного предприятия применяют методы: ручной, механизированный, виброконтактный и автоматический под слоем флюса электродуговых наплавов, гальванических покрытий (хромирование, осталивание), газовой сварки и наплавки, пластической деформации, обработки поверхностей под ремонтные размеры.

Из этих способов такие, как вибродуговая и автоматическая наплавки под слоем флюса и др. гальванические покрытия, которые обеспечивают высокое качество восстанавливаемых деталей можно более эффективно применять при сравнительно большой программе восстановления деталей. В условиях специализированных ремонтных предприятий применению этих способов должно быть отдано предпочтение.

Во всех случаях для выбора наиболее целесообразного способа восстановления из нескольких вариантов, обеспечивающих требуемое качество детали, необходимо сопоставление цеховой себестоимости при

разных способах восстановления. Рассчитывать себестоимость восстановления детали можно с различной точностью, которая будет определяться главным образом степенью точности в исчислении накладных расходов.

Известно, что цеховая себестоимость восстановления детали складывается из прямых и косвенных расходов. К прямым относятся зарплата производственных рабочих и стоимость материалов, энергии и других средств, израсходованных на восстановление детали. Производственная зарплата определяется расчетом прямой зарплатой путем умножения тарифной почасовой ставки соответствующего разряда работы на техническую норму времени по отдельным операциям и расчетом дополнительной зарплатой и начисления на зарплату по соцстрахованию.

Стоимость расхода материалов определяют произведением преysкурантной цены на норму расхода соответствующих материалов по каждому маршруту. Нормы затрат труда и материалов устанавливают после разработки технологического процесса режимов работы

К цеховым накладным расходам относятся: отчисления на амортизацию оборудования, приспособлений и инструмента, зданий и сооружений, на содержание и ремонт оборудования, ремонт зданий и сооружений, силовую и осветительную электроэнергию и топливо, на содержание административно-технического персонала, служащих, вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала.

Часть этих расходов находится в прямой зависимости от способа восстановления и обработки детали, например отчисления на амортизацию применяемого оборудования, приспособлений и инструмента; расходы на силовую электроэнергию и топливо и т.п. Часть же накладных расходов — в малой зависимости от способа восстановления и применяемого оборудования (расходы, связанные с эксплуатацией цеховых зданий и сооружений, содержанием административно-технического персонала; расходы на осветительную электроэнергию и на топливо для отопления).

Точный расчет стоимости восстановления той или иной детали различными способами обычно весьма затруднителен. Поэтому для исчисления стоимости восстановления детали рекомендуется пользоваться приближенными значениями накладных расходов, учитывая лишь те из них, которые в значительной степени зависят от методов восстановления и обработки. Большей частью для таких расчетов могут быть использованы средние данные за прошлые годы.

Процент накладных расходов по отношению к производственным затратам не определяет характера организации производственного процесса, а зависит от ряда существенных факторов, в том числе и от степени механизации производственных процессов, соотношения числа административно-технических работников и производственных рабочих, состояния производственного оборудования и помещений. Механизация производственных процессов приведет к уменьшению числа рабочих, что при сохранении общецеховых расходов обусловит относительное увеличение накладных расходов.

В основе расчета стоимости восстановления детали - цеховые затраты - прямые, технологические и накладные. Все цеховые затраты, связанные с восстановлением детали различными способами, можно разделить на две категории.

Затраты (А), величина которых существенно зависит от способа восстановления детали; это - заработная плата производственных рабочих, стоимость материалов (электродов, металла и т. п.) и следующие накладные расходы: амортизация технологического оборудования, инструмента и приспособлений, применяемых при данном способе восстановления, а также расходы, связанные с эксплуатацией оборудования, приспособлений и инструмента (стоимости их ремонта, электроэнергии, мелкого инструмента и т. п.). Величины этих затрат могут быть определены более точно.

Затраты (В), не зависящие или зависящие в весьма малой степени от способа восстановления детали, например амортизации зданий и других

сооружений, стоимость их содержания, стоимость осветительной электроэнергии, заработная плата цехового инженерно-технического персонала и другие общецеховые расходы.

Выбор рационального способа необходим для обеспечения требуемых характеристик поверхности, формы и точности после восстановления при условии минимально возможных трудоемкости и себестоимости.

Рациональный способ выбирают, исходя из следующих критериев:

- технологический (иначе говоря, критерий, учитывающий возможность применения способа);
- технический (учитывает долговечность после восстановления);
- технико-экономический (является обобщающим и решающим, поскольку учитывает в себе предыдущие критерии).

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (K_D), которое, определяют по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.2)$$

где K_i , K_B , K_C - коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

K_{II} - поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_{II} = 0,8 \dots 0,9$.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатацию и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_D \rightarrow \max$.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В. И.:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (2.3)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, руб.;

C_H – стоимость новой детали, руб.

$$K_T = C_B / K_D, \quad (2.4)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб/м².

Эффективным будет считаться способ, у которого $K_T \rightarrow \min$. Если K_T будет больше стоимости 1 м² новой детали, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления детали. [1]

Примем для дефекта 2 в качестве возможных способов восстановления детали наплавку и осталивание и рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значения коэффициентов при расчете определяем из таблицы 1 литературы [15], значение коэффициента K_{II} примем равным 0,8.

1. Наплавка

$$K_i = 0,7; K_B = 0,6; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,34.$$

2. Осталивание

$$K_i = 0,91; K_B = 0,82; K_C = 0,65;$$

$$K_D = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,38.$$

Исходя из условия $K_D \rightarrow \max$, наиболее эффективным способом является осталивание.

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления, используя формулу (4). Значения C_B также принимаем из таблицы 1 [15].

1. Наплавка

$$C_B = 1950 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_D = \frac{1950}{0,34} = 5735.$$

2. Осталивание

$$C_B = 604 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_d = \frac{604}{0,38} = 1589,47.$$

Исходя из условия $K_T \rightarrow \min$, наиболее эффективным способом также является осталивание.

Таким образом, на основе анализа технологического, технического и технико-экономического критериев, делаем вывод, что наиболее рациональным способом восстановления детали в месте дефекта 2 является осталивание. Допустимым методом восстановления детали в случае дефекта 2 примем наплавку.

Для устранения дефекта 1 примем способ восстановления наплавку.

Для устранения дефекта 3 примем способ восстановления наплавку в среде углекислого газа (в качестве допустимого способа – ручную сварку).

Дефект 4 устраняется либо осталиванием, либо наплавкой под слоем флюса.

2.3 Разработка ремонтного чертежа шкива генератора

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали.

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной 2s, а также подписываются на полках линий выносок (например, «Деф. 1»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество. Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при

восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материал основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки.

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации и контроля восстановления дефектов, то есть номинальные размеры с их отклонениями.

2.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления шкива

Маршрутные карты восстановления содержат информацию о последовательности восстановления детали, общее время выполнения операций, а также могут содержать информацию об используемом при восстановлении оборудовании.

В таблице 2.2 представлены основные операции, определяющие алгоритм восстановления детали, оборудование и инструмент.

Таблица 2.2 - Последовательность операций по восстановлению.

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-3360А	Корзина для очищаемых деталей
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НИ 18-50 ГОСТ 868-82
015 Шлифовальная	Станок внутришлифовальный 3К228В	Круг шлифовальный ПП 24А40СМ2К ГОСТ 2424-83
020 Осталивание	Установка ОГ-1349А, выпрямитель тока ВСА – 600/300 – 1	Тампон, подвесное приспособление, щетка стальная
025 Шлифовальная	Станок	Круг шлифовальный ПП

	внутришлифовальный 3K228B	24A40CM2K ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НИ 18-50 ГОСТ 868-82

2.5 Расчет и выбор параметров нанесения гальванического покрытия

Основные режимы процесса осталивания рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_o, \quad (2.5)$$

где D_K – катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K=15$ А/дм²);

F_o – общая поверхность покрываемая железом, дм².

$$F_o = 2l\pi R, \quad (2.6)$$

где l – длина поверхности, на которую наносится покрытие, $l = 0,70$ дм;

R – средний радиус конусной поверхности, $R = 0,335$ дм.

$$F_o = 2 \cdot 0,7 \cdot 3,14 \cdot 0,335 = 1,47 \text{ дм}^2.$$

$$I = 15 \cdot 1,47 = 51,45 \text{ А}.$$

Расчетная продолжительность осаждения железа t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_K \cdot E \cdot \eta}, \quad (2.7)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ – плотность покрытия ($\gamma=7,8$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент железа ($E = 0,324$ г/А · ч);

η – выход железа по току ($\eta = 0,8...0,95$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,1 \cdot 7,8}{15 \cdot 1,042 \cdot 0,8} = 0,62 \text{ ч}.$$

2.5 Техническое нормирование восстановительных работ

Техническая норма времени, выражается следующей формулой:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \quad (2.8)$$

где T_n – норма времени (штучно – калькуляционное время);

$T_{осн}$ – основное время, т. е. время, в течение которой происходит изменение размеров, формы, свойств, внешнего вида обрабатываемой детали, в результате какого-либо вида обработки, $T_{осн} = 41$ мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, т. е. время, затрачиваемое на действия, обеспечивающие выполнение основной работы (закрепление и снятие детали со станка, измерение детали, перестановка инструмента и т. д.), $T_{всп} = 30$ мин;
 $T_{доп}$ – дополнительное время, затрачиваемое на организацию и обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и естественные надобности исполнителя, мин $T_{доп} = 30$ мин;

$T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, подготовку рабочего места, наладку оборудования, сдачу изготовленного изделия (дается на партию деталей), мин $T_{ПЗ} = 53$ мин;

n – количество обрабатываемых деталей в партии, $n = 5$.

$$T_n = 41 + 30 + 30 + \frac{53}{5} = 111,6 \text{ мин.}$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}. \quad (2.9)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{ПЗ}$.

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп}. \quad (2.10)$$

$$T_{шт} = 41 + 30 + 30 = 101 \text{ мин.}$$

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ СБОРКИ И РАЗБОРКИ ГЕНЕРАТОРОВ

3.1 Обзор существующих конструкций стендов для сборки генераторов

Основным классифицирующим признаком современных конструкций разборочно-сборочных стендов является тип используемого привода. В настоящее время наиболее распространены гидравлические и пневматические приводы.

Пневматические приводы подразделяются по виду пневмодвигателя на поршневые и диафрагменные, по схеме действия - на одно- и двусторонние, по методу компоновки с приспособлением — на встроенные и агрегатированные, по виду установки - на стационарные и вращающиеся, по количеству приводов — на одинарные и двойные.

К преимуществам приводов следует отнести быстроту действия (0,5...1,2 с), постоянство усилия зажима и возможность его регулировки, простоту конструкции и эксплуатации, независимость работоспособности от колебаний температуры окружающей среды.

Оптимальная рабочая скорость исполнительного механизма при применении пневмопривода составляет 0,1...2 м/с. При меньших скоростях возникают вибрации и неравномерность хода. Экономически целесообразно применение пневмопривода в механизмах с усилием до 30 кН и пневмоцилиндров с максимальным диаметром 250 мм.

Недостатками пневмопривода являются довольно низкий коэффициент полезного действия, большие габариты по сравнению с гидроприводом (из-за применения низкого давления воздуха), неравномерность перемещения рабочих органов, особенно при переменных усилиях, невозможность остановки в

					<i>ВКР 23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ</i>						
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Стенд для разборки и сборки генераторов</i>	<i>Литера</i>		<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>		<i>Шарифзянов</i>		<i>02.18</i>		<i>у</i>		<i>1</i>	<i>22</i>		
<i>Проверил</i>		<i>Гималтдинов</i>		<i>02.18</i>		<i>Казанский ГАУ каф. Э и РМ</i>					
<i>Н. контр.</i>		<i>Гималтдинов</i>		<i>02.18</i>							
<i>Утв.</i>		<i>Адигамов Н Р</i>		<i>02.18</i>							

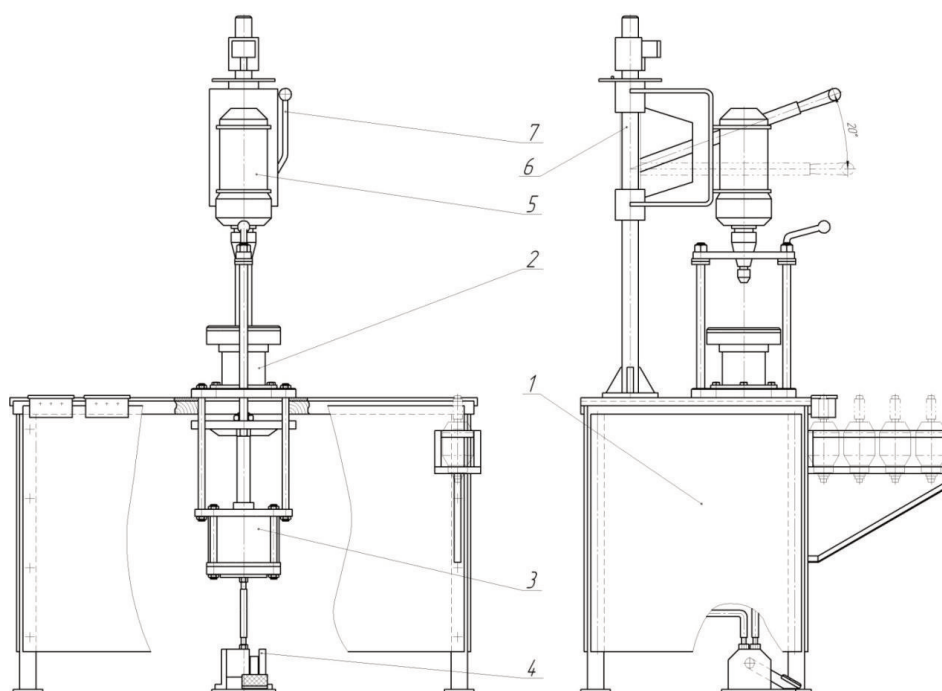
середине хода. Разрабатываемый стенд предназначен для сборки генераторов двигателей различных марок.

За основу взят прототип – стенд для сборки генераторов модели 6606-120. Недостатком данного стенда, а также и ряда других стендов, является недостаточное нажимное усилие, которое не позволяет устанавливать шкивы, крышки, вентиляторы на якоря генераторов определенных моделей. Кроме того, у прототипа перемещение штока осуществляется на сравнительно небольшое расстояние, недостаточное для сборки некоторых генераторов.

К недостаткам других стендов можно также отнести невысокое усилие сжатия, а также и гидравлический привод, требующий, в условиях ремонтных мастерских установки насосов и их приводов, включая электродвигатели и гидравлическую аппаратуру. В этом отношении использование централизованных источников сжатого воздуха более предпочтительно.

3.2 Устройство и принцип действия конструкции

Стенд для сборки генераторов изображен на рисунке 3.1



1 – станина; 2 – зажимное устройство; 3 – пневмоцилиндр; 4 – педальный распределительный кран; 5 – гайковерт электрический; 6 – штатив; 7 – рукоятка

Рисунок 3.1 – Стенд для сборки генераторов:

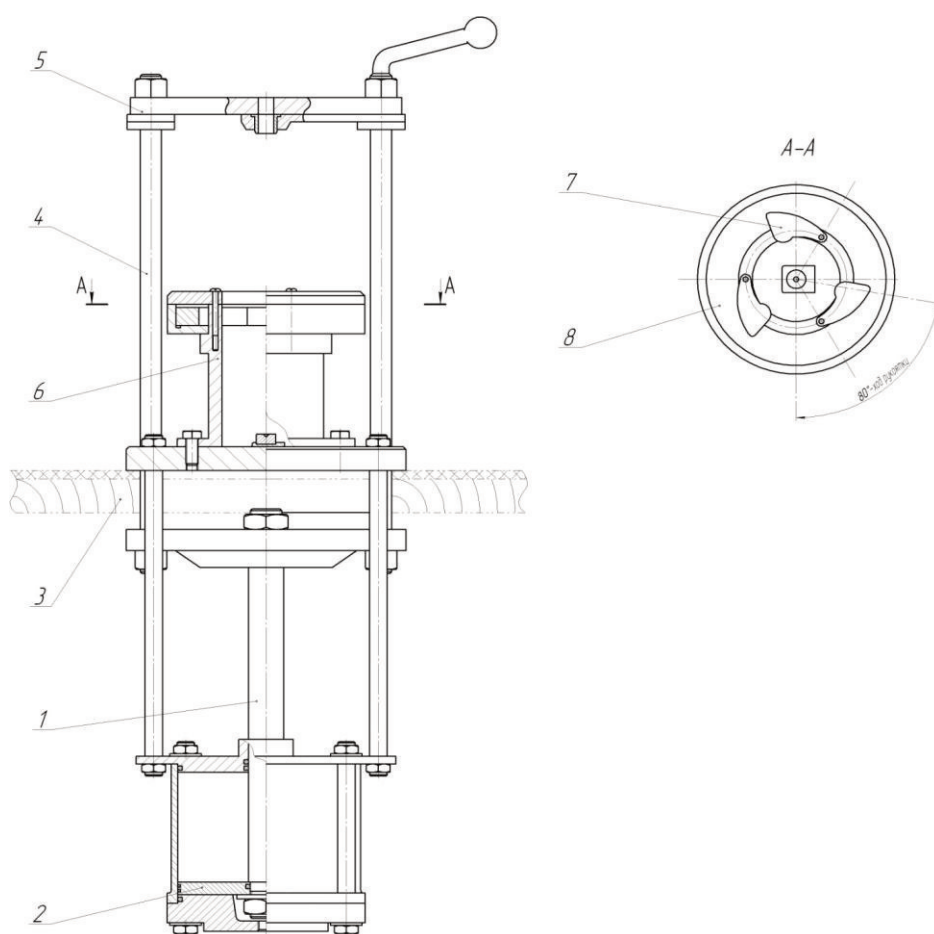
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.590.18.ПСГ.00.00.00 ПЗ

Лист

Устройство состоит из сварной станины 1, с тарой для мелких деталей и держателя подготовленных для сборки якорей; штатива 6, на котором установлен перемещаемый вертикально посредством рукоятки 7 электрический гайковерт 5. Непосредственно под гайковертом расположено зажимное устройство 2. Пневматический цилиндр 3 установлен под станиной.

Внутри пневмоцилиндра перемещается поршень 2. Шток цилиндра 1 (рисунок 3.2) жестко соединен с тягами 4, которые, в свою очередь, шарнирно соединены с прижимной планкой 5. Зажимное устройство состоит из корпуса 6, диска 8 и кулачков 7.



1 – шток; 2 – поршень; 3 – станина; 4 – тяга; 5 – планка; 6 – корпус; 7 – кулачок;
8 – диск

Рисунок 3.2 – Зажимное устройство в сборе с пневмоцилиндром:

Работа устройства при сборке происходит следующим образом. Подготовленный к сборке якорь устанавливают в корпус 6. Вращением рукоятки

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Лист

зажимного устройства диск 8 через кулачки 7 зажимает якорь генератора. Поршень устанавливается в верхнее положение. На якорь устанавливают опорную чашку. Затем посредством распределительного клапана осуществляют подачу воздуха в надпоршневую полость цилиндра. Происходит напрессовывание. Таким же образом напрессовывают крышку и вентилятор.

Затем рукояткой освобождают планку 5, отворачивают ее в сторону и гайковертом заворачивают гайку.

Разборка происходит в обратном порядке. Вместо прижимной планки в этом случае устанавливают сменные съемники.

3.3 Техническая характеристика стенда

Тип стенда стационарный
 Привод пневматический
 Давление сжатого воздуха, МПа..... 0,63
 Усилие на штоке, кН 13,6
 Ход штока, мм..... 130
 Габаритные размеры, мм 2055x1430x1130
 Масса, кг 65,4

3.4 Определение параметров пневмопривода

Данные приводы состоят из пневмодвигателя, пневматической аппаратуры и воздухопроводов.

Для надежной работы пневмопривода необходимо обеспечить отделение влаги, возможность внесения смазочного материала, защиту от превышения или падения давления сжатого воздуха.

При расчете пневматических поршневых цилиндров на прочность определяются толщина стенок цилиндра, количество и диаметр шпилек (болтов) для крепления его крышек и диаметр резьбы на штоке.

					ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Обычно при расчете на прочность толщины стенок цилиндра получаются слишком незначительные величины. Цилиндры со стенками таких размеров не обладают жесткостью, необходимой для эксплуатации. Поэтому по таблицам выбираются рекомендуемые значения толщины стенок цилиндров.[6]

В ходе проектирования и расчета силовых механизмов (расчете пневмопривода) за основу принимаем стенд модели 6606-120.

При этом исходные данные примем следующие:

- требуемое усилие $W = 9 \text{ кН}$;
- давление воздуха в сети $p = 0,63 \text{ МПа}$ (в соответствии с давлением, используемым в ремонтной мастерской);
- ход штока 130 мм.

Для определения усилия на штоке пневмоцилиндра составим расчётную схему (рисунок 3.3)

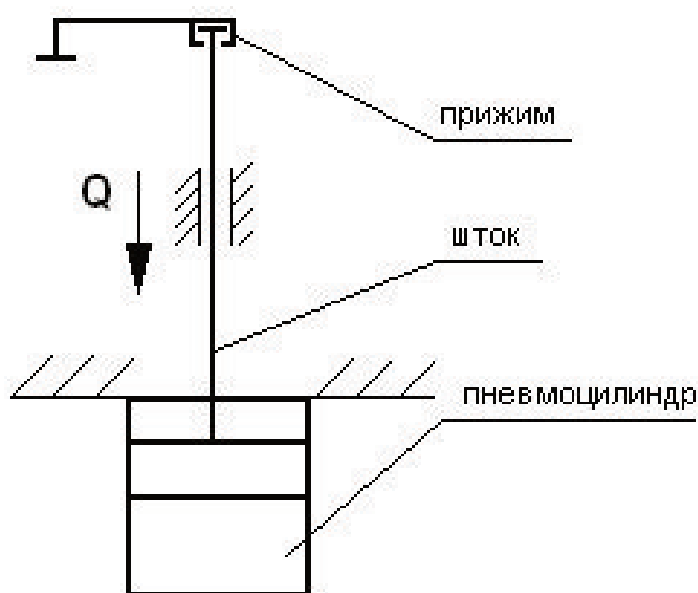


Рисунок 3.3 – Расчётная схема

Шток пневмоцилиндра напрямую воздействует на прижимную планку, следовательно, усилие Q является расчетным для определения диаметра пневмоцилиндра.

Определение параметров пневмоцилиндра

Диаметр цилиндра определяем согласно [6] выразим из системы и вычислим по формуле, мм:

$$\begin{aligned} W &= Q; \\ Q &= \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}; \\ d &= 0,25 \cdot D; \\ D &= \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{0,9375 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}}. \end{aligned} \quad (3.1)$$

где Q – усилие на штоке пневмоцилиндра, Н;
 p – давление воздуха в пневматической системе, МПа;
 η – механический КПД пневмоцилиндра, $\eta=0,85 \dots 0,95$ [6].
Принимаем $p=0,63$ МПа, $\eta=0,9$. Тогда

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 9000}{0,9375 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9}} = 164,9 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 200$ мм.

При расчёте пневмоцилиндра на прочность определяют толщину стенок цилиндра, количество и диаметр шпилек для крепления крышки, а также диаметр резьбы на штоке.

Площадь поршня F_1 :

$$\begin{aligned} F_1 &= 0,01 \cdot 0,785 \cdot D^2 \\ F_1 &= 0,01 \cdot 0,785 \cdot 200^2 = 314 \text{ см}^2 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Площадь штоковой полости F_2 :

$$\begin{aligned} F_2 &= 0,01 \cdot 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \\ F_2 &= 0,01 \cdot 0,785 \cdot (200^2 - 40^2) = 301,4 \text{ см}^2 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Фактическое тянущее усилие Q_2 :

$$Q_2 = 100 \cdot F_2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.4)$$

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

$$Q_2 = 100 \cdot 301,4 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 13563 \text{ Н}$$

Для обеспечения безударной и плавной работы пневмоцилиндра следует назначать рабочую скорость перемещения поршня в пределах $v=0,1 \dots 1$ м/с. Принимаем скорость движения поршня $v=0,1$ м/с.

Тогда время движения поршня t определяем по формуле:

$$t = \frac{L}{1000 \cdot v} \quad (3.5)$$

где L – ход поршня, мм.

$$t = \frac{130}{1000 \cdot 0,1} = 1,3 \text{ с.} \quad (3.6)$$

Определяем расход воздуха за рабочий ход поршня пневмоцилиндра по формуле:

$$V = 6 \cdot F_1 \cdot v. \quad (3.7)$$

$$V = 6 \cdot 301,4 \cdot 0,1 = 180,8 \text{ л/мин} \approx 0,18 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

Определяем внутренний диаметр трубопровода d_T по формуле:

$$d_T = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{V}{\omega}}, \text{ мм} \quad (3.8)$$

где ω – скорость движения воздуха в трубопроводе, м/с.

При проектном расчете $\omega \approx 17$ м/с. Тогда:

$$d_T = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{180,8}{17}} = 15,0 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_T = 15$ мм.

Для подвода сжатого воздуха применяем медные и латунные трубы ГОСТ 617-72. В качестве уплотнений поршня и штока пневмоцилиндра выбираем по [2] табл.151 манжеты резиновые уплотнительные для пневматических устройств ГОСТ 6678-72 применяемые при давлении $p=0,005 \dots 1$ МПа и скорости возврата – поступательного движения поршня до 1 м/с.

Из литературы [6] выбираем толщину стенки пневмоцилиндра. Для пневмоцилиндра из стали толщина стенки $h=7$ мм.

					ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

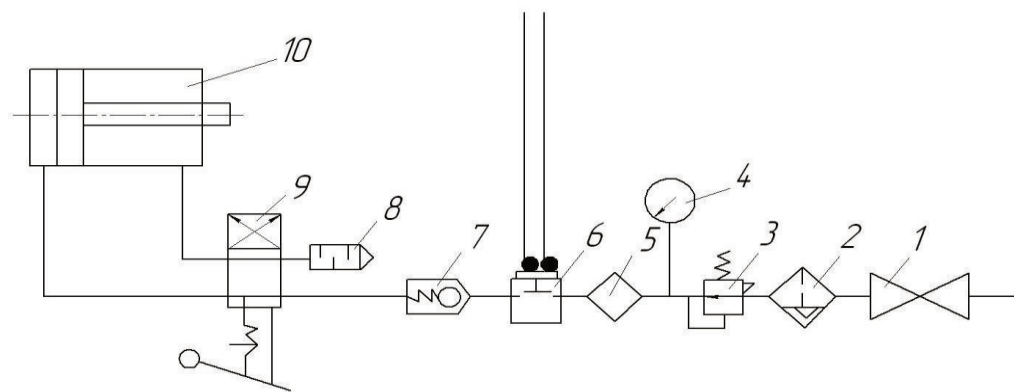
Из литературы [6] для пневмоцилиндра с размерами $D=160$ мм, $d=40$ мм принимаем:

- резьба на штоке наружная М36×2;
- резьба в отверстии на штуцерах для подвода воздуха М18×1,5;
- число шпилек $z=4$, резьба М16;

Таблица 3.1 – Размеры пневмоцилиндра

Диаметр цилиндра D, мм	200
Диаметр штока d, мм	40
резьба штока наружная	M36x2
резьба в отверстии для подвода воздуха	G1/2"
толщина стенки цилиндра для стали h, мм	7,5
количество шпилек z	4
диаметр резьбы на шпильках	M20

Пневмоаппаратура



- 1 – вентиль; 2 – влагоотделитель; 3 – клапан редукционный; 4 – манометр;
 5 – маслораспылитель; 6 – реле; 7 – клапан обратный; 8 – глушитель;
 9 – пневмораспределитель; 10 – цилиндр пневматический

Рисунок 3.4 – Типовая схема включения пневмоцилиндра

Пневмоцилиндр (рисунок 3.4) работает следующим образом. Сжатый воздух из сети через вентиль 1 поступает в фильтр-влагоотделитель 2.

Редукционный клапан 3 предназначен для понижения давления сжатого воздуха, поступающего из пневмосети, до заданного. С помощью манометра 4 осуществляется контроль давления сжатого воздуха, подаваемого в пневмоцилиндр. Маслораспылитель 5 обеспечивает подачу смазочной жидкости в поток сжатого воздуха. Реле 6 предназначено для контроля давления (0,1...0.63 МПа) сжатого воздуха и подачи сигнала при достижении заданного давления, а также для отключения электродвигателей станка при аварийном падении давления. Для защиты от аварийного падения давления в пневмосети предусмотрен обратный клапан 7.

Для управления подачей сжатого воздуха в пневмоцилиндр 10 применяется пневмораспределитель 9. Отработавший сжатый воздух должен выбрасываться в атмосферу через глушитель 8.

Выбираем пневмоаппаратуру:

- редукционный пневмоклапан БВ 57-16 (рисунок 3.5), параметры которого приведены в таблице 3.2

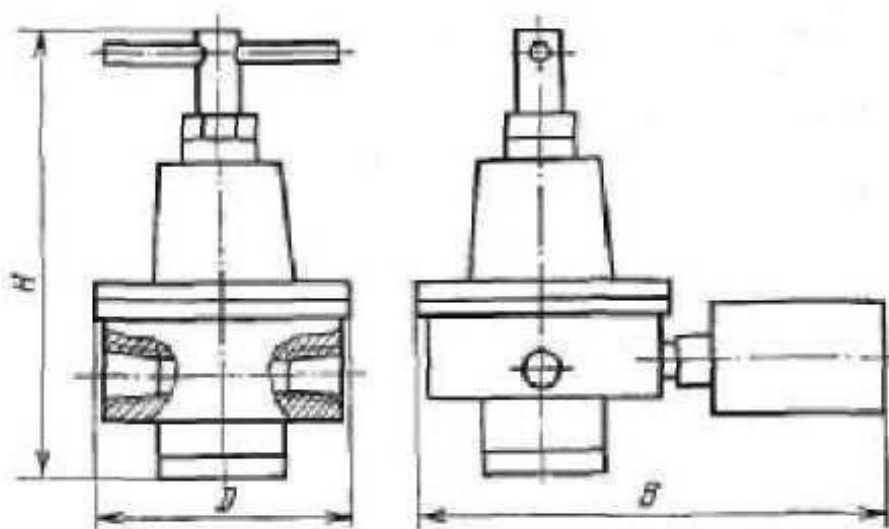


Рисунок 3.5 – Редукционный пневмоклапан

Таблица 3.2 – Параметры клапана редукционного

Обозначение	Наибольший расход воздуха, м ³ /мин, при давлении 0,4 МПа	Условный проход, мм	Резьба	Н, мм	В, мм
В57-16	0,25	26	К 1"	200	190

- влагоотделитель В41-16 (рисунок 3.6), параметры которого приведены в таблице 3.2

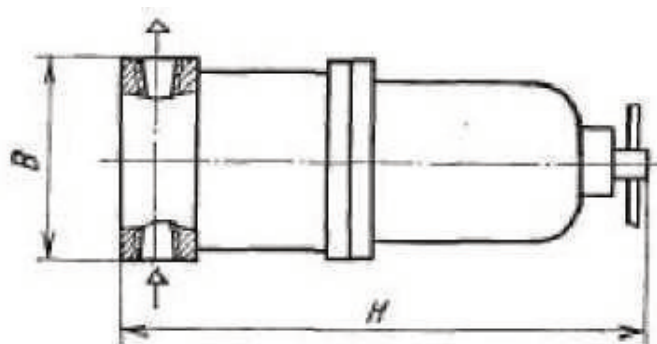


Рисунок 3.6 – Влагоотделитель

Таблица 3.3 – Параметры влагоотделителя

Обозначение	Наибольший расход воздуха, м ³ /мин, при давлении 0,4 МПа	Условный проход, мм	Резьба	Н, мм	В, мм
В41-16	0,25	25	К 1"	190	120

- маслораспылитель В44-26 (рисунок 3.7) принимаем исходя из расхода воздуха за рабочий ход. Параметры маслораспылителя приведены в таблице 3.4.

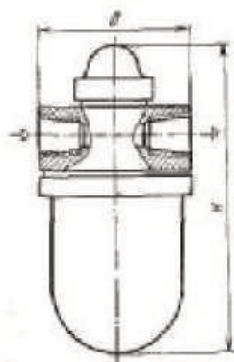


Рисунок 3.7 – Маслораспылитель

Таблица 3.4 – Параметры маслораспылителя

Обозначение	Наибольший расход воздуха, м ³ /мин, при давлении 0,4 МПа	Условный проход, мм	Резьба	Н, мм	В, мм
В44-26	0,25	25	К 1"	270	120

Проверка резьбовых соединений

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Для изготовления штока и шпилек пневмоцилиндра применяем качественную углеродистую сталь 45 ГОСТ 1050-88; вид термообработки - нормализация, твердость НВ 207; область применения - ответственные детали различного характера (корпуса, валы, оси, фланцы, кольца, кронштейны); допускаемые напряжения при растяжении $[\sigma_p] = 60...70$ МПа; допускаемые напряжения при статической нагрузке при срезе $[\tau_{ср}] = 123$ МПа; при смятии $[\sigma_{см}] = 294$ МПа.

Внутренний диаметр шпилек для крепления крышек:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot Q}{z \cdot \pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.9)$$

где α – коэффициент затяжки резьбы; $\alpha \approx 2,25$.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 13563}{4 \cdot 3,14 \cdot 60}} = 12,7 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр резьбы на штоке:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} \quad (3.10)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 13563}{3,14 \cdot 60}} = 25,5 \text{ мм}$$

Ранее были приняты следующие размеры пневмоцилиндра: резьба штока наружная М36х2; диаметр резьбы на шпильках – М20. Следовательно, прочность резьбы на штоке и на шпильках обеспечивается.

Внутренний диаметр тяг планки (находим по формуле 3.9):

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 13563}{2 \cdot 3,14 \cdot 60}} = 18,0 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр резьбы на тягах – М24.

Следовательно, прочность резьбы на тягах обеспечивается.

3.5 Инструкция по безопасности труда оператора при эксплуатации стенда для разборки и сборки генераторов и мероприятия по профилактике влияния негативных факторов условий труда

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

«Утверждаю»

Директор ООО _____

«___» _____ 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для слесаря при сборке генератора.

Общие требования:

1. Строгое соблюдение внутреннего распорядка.
2. К работе не допускаются лица не достигшие 18-ти летнего возраста.
3. При работе в помещениях должно быть установлено активное вентилирования.
4. Правильная организация рабочего места.
5. Соблюдения правил пользования инструментом, оборудованием и приспособлением.
6. Разбирать генератор на специально отведенных площадках или рабочих мест с использованием средств малой механизации.
7. Снабжать рабочего необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.
8. Обеспечить соответствующий микроклимат в помещениях, в которых находятся слесари.

Требования безопасности перед началом работы

1. Рабочее место должно быть в чистом состоянии
2. Перед началом работы визуально проверить исправность оборудования, приспособления и инструментов.
3. Застегнуть обшлага рукавов, заправить волосы под головной убор, проверить, нет ли свисающих концов одежды.
4. Проверить наличие всех инструментов на рабочем столе.
5. Убрать все посторонние вещи на полу.

Требование безопасности во время работы

1. Собирать генератор только на специальных стендах, прочно удерживающих генератор в любом положении.
2. Не проводить ремонт и регулировки установки при рабочем состоянии.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Лист

3. При работе на стенде не разрешается придерживать деталь рукой.
3. Для предотвращения аварийной ситуации необходимо придерживаться инструкции.

Требования в аварийных ситуациях

1. При обнаружении неисправности или случая травматизма должен извещать непосредственно заведующему мастерской.
2. Не соблюдения требованиям по техники безопасности обращаться инженеру по ТБ.
3. Оказать первую медицинскую помощь и при необходимости вызвать скорую помощь.

Требования безопасности после работы

1. Произвести уборку рабочего места и прилежащую к нему территорию.
2. Оборудование, которые имеет электропривод, должно быть выключено.
3. Подводящая к участку вода должна быть закрыта.
4. Все инструменты должны быть сложены в шкаф или выделенное для них место.

Физическая культура на производстве

Работа слесарей работающие на стационарных установках требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

Работа на стенде для разборки и сборки генераторов выполняется стоя. Кроме того выполнение данной операции требует поднятия и переноса тяжести. Отсюда следует выделить следующие основные нагрузки на тело рабочего. Сердечнососудистая система человека при вертикальном положении тела испытывает значительно большие нагрузки, чем при деятельности сидя или лежа. Работа стоя приводят к существенным нагрузкам на суставы ступней, коленей, тазобедренные суставы и межпозвоночные хрящи, недостаточному сокращению мышц, особенно икроножных. Причем длительное стояние утомляет ноги больше, чем ходьба. Даже незначительная дополнительная нагрузка на опорно-двигательный аппарат существенно увеличивает импульсные (ударные) нагрузки.

					<i>ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

С целью профилактики влияния негативных факторов условий труда, создания предпосылок к ускоренному высокопроизводительному труду, предупреждения профессиональных заболеваний и травматизма необходимо использовать средства физической культуры, как для активного отдыха, так и для восстановления работоспособности в рабочее и свободное время. Предлагается выполнение следующих упражнений: упражнения в потягивании; упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением); упражнения махового характера для различных мышечных групп, приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу, маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы, упражнения в расслаблении наиболее активно работавших мышечных групп с динамическими усилиями для других, упражнения на точность и координацию движений.

Ответственность

1. За соблюдением состояния инструментов и рабочего места отвечает слесарь.

Согласовано:
специалист по ОТ
представитель профкома

Разработал:

Шарифзянов Б.В.

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.23.03.03.590.18.ПСГ.00.00.00 ПЗ

3.6 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [4]

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (3.11)$$

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

$C_{п.д}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

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

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле [4]:

$$C_k = Q_p \cdot Ц_{к.д}, \quad (3.12)$$

где Q_p – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$Ц_{к.д}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_k = 85 \cdot 50 = 4250 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле [4]:

$$C_{о.д} = C_{зп} + C_m, \quad (3.13)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле [4]:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.14)$$

					ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где $C_{\text{пр}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_t, \quad (3.15)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{\text{ч}}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{\text{пр}} = 85 \cdot 36 = 3060 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}}{100}. \quad (3.16)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 3060}{100} = 306 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})}{100}. \quad (3.17)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (3060 + 306)}{100} = 148,1 \text{ руб}$$

$$C_{\text{зп}} = 3060 + 306 + 148,1 = 3514,1 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_3, \quad (3.18)$$

где Π – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения [4]:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (3.19)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

					<i>ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$Q_{\text{заг}} = \frac{65,4}{0,8} = 81,75 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 40 \cdot 81,75 = 3270 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 3514,1 + 3270 = 6784,1 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29 \dots 0,99$).

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (3.20)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (3.21)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 10 \cdot 85 \cdot 1,03 = 875,5 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{(5 \dots 12) C_{\text{сб}}}{100}. \quad (3.22)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 875,5}{100} = 87,5 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}})}{100}. \quad (3.23)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(875 + 87,5)}{100} = 423,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 875 + 87,5 + 423,5 = 1386 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяют по формуле [4]:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (3.24)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Лист

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$\Pi_{\text{оп}}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{\text{оп}} = 69,5$).

$$C_{\text{оп}} = \frac{3060 \cdot 69,5}{100} = 2126,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 4250 + 6784,1 + 2500 \cdot 1,5 + 875,5 + 2126,7 = 17786,3 \text{ руб.}$$

Таблица 3.5 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	60	65,4
2	Балансовая стоимость	руб	21560	17786
3	Потребляемая мощность	кВт	1,78	1,78
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел. ч	85	85
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	110	110
10	Время 1 цикла	ч	0.011	0.005

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия [4]

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot t}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.25)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

t – коэффициент использования рабочего времени смены ($t = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,6}{9} = 4 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,6}{4} = 8 \text{ шт/час}$$

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\Xi_{\text{е}} = \frac{N_{\text{е}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.26)$$

где $N_{\text{е}}$ – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

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

$$\Xi_{\text{е}0} = \frac{1,78}{4} = 0,44 \text{ кВт/шт}$$

$$\Xi_{\text{е}1} = \frac{1,78}{8} = 0,22 \text{ кВт/шт}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.27)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{\text{е}0} = \frac{60}{4 \cdot 110 \cdot 5} = 0,027 \text{ кг/шт}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{65,4}{8 \cdot 110 \cdot 5} = 0,014 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.28)$$

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

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

$$F_{e0} = \frac{21560}{4 \cdot 110} = 49 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{17786}{8 \cdot 110} = 20,2 \text{ тыс. руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.29)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A. \quad (3.30)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_e, \quad (3.31)$$

$$C_{\text{зп0}} = 85 \cdot 0,25 = 21,25 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{зп1}} = 85 \cdot 0,125 = 10,62 \text{ тыс. руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \Delta_e, \quad (3.32)$$

где $C_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Δ_e - энергоемкость процесса, кВт/шт

$$C_{\text{э0}} = 2,81 \cdot 0,44 = 1,23 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{\text{э1}} = 2,81 \cdot 0,22 = 0,6 \text{ руб/кВт}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.33)$$

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{21560 \cdot 8}{100 \cdot 4 \cdot 110} = 3,92 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{17786 \cdot 8}{100 \cdot 8 \cdot 110} = 1,6 \text{ тыс. руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.34)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{21560 \cdot 13}{100 \cdot 4 \cdot 110} = 6,37 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{17786 \cdot 13}{100 \cdot 8 \cdot 110} = 2,62 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_0 = 21,25 + 1,23 + 3,92 + 6,37 = 32,77 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_1 = 10,62 + 0,6 + 1,6 + 2,62 = 15,44 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (3.35)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 32,77 + 0,15 \cdot 49 = 40,12 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{прив1}} = 15,44 + 0,15 \cdot 20,2 = 18,47 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathfrak{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (3.36)$$

$$\mathfrak{E}_{\text{год}} = (32,77 - 15,44) \cdot 8 \cdot 110 = 15250 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [4]:

$$E_{\text{год}} = \mathfrak{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб. ($\Delta K = F_{\text{е1}}$)

$$E_{\text{год}} = 15250 - 0,15 \cdot 20,2 = 15246,9 \text{ тыс. руб}$$

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.590.18.РСГ.00.00.00 ПЗ

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\Xi_{\text{год}}} , \quad (3.37)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{17786}{15250} = 1,16 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Xi_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} . \quad (3.38)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{15250}{17786} = 0,85$$

Таблица 3.6 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед/ч	4	8
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	49	20,2
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	0,44	0,22
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,027	0,014
5	Трудоемкость процесса, чел·ч/ед	0.25	0.125
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	3,92	1,6
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	40,12	18,47
8	Годовая экономия, руб.	-	15250
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	15246
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,16
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,58

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день в виду новой ситуации на международном рынке и переход на мероприятия по замещению импортной продукции, возрастает нагрузка на сельскохозяйственную технику. Поддержание машин и оборудования в постоянном работоспособном состоянии является актуальной задачей на сегодняшний день, а это возможно при наличии современных способов восстановления изношенных деталей и эффективного оборудования.

Предлагаемая технология восстановления шивов позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция комплекта оснастки позволяет существенно сократить время на выполнение разборочно-сборочных работ. Кроме того качественное выполнение разборочно-сборочных позволяет повысить надежность отремонтированных объектов. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения стенда для разборки и сборки составляет 1,16 года, экономический эффект 15246 тыс. рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочадамов 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. Агеев В.А. Методика расчета геометрии камер сгорания и охлаждения высокоскоростного газопламенного напыления // Сварочное производство, 1993. – №3.
3. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912с.: ил.
4. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.
5. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов: Методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Хабаровск, Изд-во ДГАПС, 1997. – 65 с.
6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
8. Васильев В.И., Купеев Ю.А., Автомобильные генераторы. – М.: Транспорт.-1978 г.
9. Газотермическое напыление: Учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.: ил.
10. Галиев И. Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с.

11. Голованов Н.Ф., Гинзбург Е. Г., Фирун Н. Б. Зубчатые и червячные передачи. – Л.: Машиностроение, 1967.

12. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.

13. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. Стройиздат, 1970. – 239 с.

14. Пучин Е.А., Новиков В.С., Очковский Н.А. и др. Технология ремонта машин. Под ред. профессора Е.А.Пучина. - М.: «Колос». - 2007

15. Рабинович А.Ш. Повышение работоспособности и сроков службы режущих рабочих органов машин путем обеспечения их самозатачивания. Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин. Материалы Всесоюзной научно-технической конференции под редакцией Клецкина М.И. - М.: - ВИСХОМ. - 1964.

16. Серый И. С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991, – 184 с.

17. Справочник по вентиляторам. М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1994. – 248 с.: ил.

18. Теплотехника: Учеб. для вузов. Под ред. А.П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

19. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.

20. Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1998. – 589 с., ил.

21. Федеральный закон от 23 июня 1999 года «Об основах охраны труда в Российской Федерации»

22. Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление / Пер. с яп. В.Н. Попова; Под. ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.: ил.

23. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.