

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**СПРАВОЧНИК-ИНСТРУКЦИЯ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ
ДЕФЕКТОСКОПИИ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Компьютерные технологии автоматизации и управления»

Идентификационный номер ВКР: 717

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра информационных систем и технологий

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ

Заведующая кафедрой ИС

_____ Н. С. Толстова

« ____ » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СПРАВОЧНИК–ИНСТРУКЦИЯ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ
ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Исполнитель:

студент группы Пу-413 СКТэ

С.С. Сапегин

Руководитель:

старший преподаватель

Т.П. Телепова

Нормоконтролер:

Т.В. Рыжкова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы выполнена на 56 страницах, содержит 27 рисунков, 30 источников литературы.

Ключевые слова: ТРУБНАЯ ПРОДУКЦИЯ, МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ, ДЕФЕКТОСКОПЫ, МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, СПРАВОЧНИК-ИНСТРУКЦИЯ

Объектом исследования является процесс проведения магнитопорошковой дефектоскопии в трубной промышленности

Предметом исследования являются справочные материалы, инструкции, пособия по магнитопорошковой дефектоскопии и приборам для магнитопорошкового контроля.

Цель – разработать справочник-инструкцию по методам, приборам магнитопорошковой дефектоскопии и техническому обслуживанию установки магнитопорошковой дефектоскопии электромонтером Первоуральского Новотрубного завода.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

1. Рассмотрены вопросы автоматизации и управления технологическими процессами.
2. Изучена специальная литература по методам контроля качества трубной промышленности и методу магнитопорошковой дефектоскопии.
3. Отобран материал для формирования справочника-инструкции и разработана его структура.
4. Сформирован электронный вариант справочника-инструкции.

Справочник-инструкция предназначен для электромонтёров по ремонту и обслуживанию электроустановок технологической автоматики Первоуральского Новотрубного завода, а также для студентов проходящих практику на предприятии.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Теоретические основы автоматизации и контроля производства	6
1.1 Системы автоматизации и контроля технологических процессов	6
1.2 Применение программируемых логических контроллеров для автоматизации и контроля производства	13
2 Разработка справочника-инструкции по магнитопорошковой дефектоскопии трубной продукции	26
2.1 Описание метода магнитопорошковой дефектоскопии	26
2.2 Применение метода магнитопорошковой дефектоскопии на Первоуральском новотрубном заводе.....	29
2.3 Описание программной среды разработки справочника- инструкции.....	37
2.4 Описание разделов справочника-инструкции	42
Заключение	50
Список использованных источников	51
Приложение	54

ВВЕДЕНИЕ

Любое современное производство предполагает осуществление контроля над протеканием технологического процесса и их автоматическим управлением. На ОАО «ПНТЗ» в цехе №4 на технологическом оборудовании используется огромное количество самых разнообразных контролеров фирмы SIEMENS. Чтобы все средства автоматического управления были в исправном состоянии и появилась профессия электромонтер по ремонту и обслуживанию оборудования технологической автоматики. Электромонтер имеет дело с быстро усложняющейся и совершенствующейся техникой, что требует от него постоянного профессионального роста. Представители этой профессии нередко становятся активными рационализаторами и изобретателями. Их предложения повышают надёжность функционирования оборудования и аппаратуры, повышающая производительность.

Работа электромонтера отличается ответственностью, ведь от того как произведена наладка и ремонт оборудования, устройств контроля зависит не только качество изделий, работоспособность дорогого технологического оборудования, но и жизнь и здоровье людей, работающих на данном производстве. Так как постоянно совершенствуется оборудование, электромонтеру необходимо постоянно осваивать новые технологии.

Электромонтер не прекращает обучение профессии даже по окончании учебного заведения, он продолжает постоянно совершенствоваться, приумножая собственные знания, связанные с профессиональной деятельностью. Благодаря приобретенным навыкам, электромонтер сможет определять неисправности аппаратуры и устранять их. Электромонтер при работе в цехе № 4 ОАО «ПНТЗ», часто сталкивается с ремонтом и обслуживанием установок МПД на которых применяются контроллеры SIMATIC S7-1200.

Для облегчения процесса обслуживания оборудования электроманерами цеха №4 на ОАО «ПНТЗ» разработано руководство по работе электромонтера с установкой магнитопорошковой дефектоскопии на основе контроллера SIMATIC S7-1200.

Объект – процесс проведения магнитопорошковой дефектоскопии в трубной промышленности

Предмет – справочные материалы, инструкции, пособия по магнитопорошковой дефектоскопии и приборам для магнитопорошкового контроля.

Цель – разработать справочник-инструкцию по методам, приборам магнитопорошковой дефектоскопии и техническому обслуживанию установки магнитопорошковой дефектоскопии электромонтером Первоуральского Новотрубного завода.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть вопросы автоматизации и управления технологическими процессами.
2. Изучить специальную литературу по методам контроля качества трубной промышленности и методу магнитопорошковой дефектоскопии.
3. Отобрать материал для формирования справочника-инструкции и разработать его структуру.
4. Сформировать электронный вариант справочника-инструкции.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Системы автоматизации и контроля технологических процессов

Автоматизация технологического процесса – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо права принятия наиболее ответственных решений [1].

Основа автоматизации технологических процессов - это перераспределение материальных, энергетических и информационных потоков в соответствии с принятым критерием управления (оптимальности) [2]. Основными целями автоматизации технологических процессов являются:

- повышение безопасности;
- повышение эффективности производственного процесса;
- повышение экологичности производства;
- повышение экономичности.

Достижение целей осуществляется посредством решения следующих задач:

- улучшение эргономики труда операторов процесса;
- улучшение качества регулирования;
- повышение коэффициента готовности оборудования;
- обеспечение достоверности информации о материальных компонентах, применяемых в производстве (в т.ч. с помощью управления каталогом);

– хранение информации о ходе технологического процесса и аварийных ситуациях [3].

Автоматизация технологических процессов в рамках одного производственного процесса позволяет организовать основу для внедрения систем управления производством и систем управления предприятием. Как правило, в результате автоматизации технологического процесса создаётся АСУТП.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) – комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Может иметь связь с более глобальной автоматизированной системой управления предприятием (АСУП) [4].

Под АСУТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций технологического процесса на производстве, в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно законченный продукт. Термин «автоматизированный» в отличие от термина «автоматический» подчеркивает возможность участия человека в отдельных операциях, как в целях сохранения человеческого контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций.

Составными частями АСУТП могут быть отдельные системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные устройства, связанные в единый комплекс. Как правило, АСУТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматики: датчики, контроллеры, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети [5].

В связи с различностью подходов различают автоматизацию следующих технологических процессов:

- автоматизация непрерывных технологических процессов;
- автоматизация дискретных технологических процессов;
- автоматизация гибридных технологических процессов.

Автоматизация и управление технологическими процессами и механизмами трубного производства

Трубное производство развивается опережающими темпами, что обусловлено быстрым развитием трубопроводного транспорта, широким применением труб в строительстве, машиностроении, энергетике и других отраслях промышленности. Освоены практически все известные мировой практике прогрессивные способы изготовления труб.

Современный период автоматизации трубного производства, как и других отраслей, характеризуется применением быстродействующих и высоконадежных бесконтактных автоматических систем управления, вычислительной техники, электропривода с тиристорным управлением и других достижений радиоэлектронной, приборостроительной и электротехнической отраслей промышленности.

Системы управления технологическими процессами – это комплекс средств, применение которых позволяет человеку контролировать производственный процесс, не участвуя в нем непосредственно. На современных предприятиях автоматизация производства осуществляется с целью сократить численность персонала, который занят обслуживанием производственного оборудования, повысить надежность оборудования, увеличить производительность, улучшить условия труда и сделать производство более безопасным. Система автоматизированного управления предоставляет все вышеперечисленные преимущества.

Автоматизация технологических процессов на предприятиях *трубного производства* поднимает качество производства на уровень, который практически недостижим для человека. Благодаря комплексной

автоматизации производственных процессов производительность на промышленных предприятиях трубного производства повышается за счет того, что получение и использование данных в целях управления и контроля осуществляется автоматически. Таким образом, автоматизация технологических процессов позволяет добиться существенного увеличения выпуска трубной продукции, снизить ее себестоимость и при этом добиться повышения качества.

При внедрении автоматизации технологических процессов и механизмов *трубного производства*, производятся следующие действия:

- разрабатывается автоматизированная система управления;
- проектируются автоматизированные систем управления;
- модернизируется производственный процесс и автоматизированные системы технологического управления;
- модернизируются контроллеры, например с Simatic S5 на Simatic S7;
- разрабатывается система управления;
- подбирается необходимое оборудование для проекта от исполнительных механизмов и датчиков до конвейеров и роботов;
- автоматизируются производственные процессы и системы управления технологическими процессами;
- разрабатываются конвейеры и центр обработки продукции.

Промышленные автоматизированные и технологические системы управления, внедренные на производствах трубной продукции открывают перспективы увеличения экономического эффекта, связанные с сокращением затрат на материалы и энергоресурсы с повышением качества выпускаемой продукции [19].

Контроль технологического процесса

Организация технологического контроля производства – это проверка этапов подготовки, изготовления и контроля соблюдения техпроцессов. Кон-

троль осуществляется различными службами, участвующими в технологическом процессе.

Основной задачей технологического контроля является обеспечение в пределах функций, прав и ответственности ОТК надёжного, эффективного и своевременного технического контроля качества продукции и её элементов, на соответствие требованиям конструкторской, технологической, нормативной документации и действующим программам обеспечения качества, с конечной целью поставки потребителям продукции, соответствующей установленным требованиям к её качеству.

Любая нормативная документация (ГОСТы, технические условия, спецификации) обязательно предусматривает следующие виды контроля труб, СДТ и ТПА:

- контроль качества наружной поверхности;
- контроль качества внутренней поверхности;
- контроль геометрических параметров: наружного и (или) внутреннего диаметров, толщины стенки, кривизны, перпендикулярности торцов к оси трубы, параметров фаски (согласно нормативной документации);
- контроль марки стали.

В соответствии с требованиями нормативной документации контролю подвергаются химический состав, механические, технологические свойства труб, СДТ и ТПА и другие параметры.

Визуальный контроль наружной поверхности труб является обязательным видом контроля для всех типоразмеров и назначений труб, выпускаемых предприятием. Производится непосредственно на инспекционных столах контролерами без применения увеличительных средств. Осмотр поверхности производится участками с последующей перекантовкой каждой трубы таким образом, чтобы осмотренной оказалась вся поверхность трубы.

Визуальный контроль внутренней поверхности труб является традиционным для труб общепромышленного назначения. Суть его в том, что каждая труба, имеющая достаточно большой внутренний канал, с противоположной

от контролера стороны просвечивается электрической лампочкой или подсветкой рефлекторного типа, для эффективности осмотра внутренней поверхности по всей длине трубы.

Также осуществляется контроль с применением перископов по специальной методике с увеличением участка контролируемой поверхности.

Контроль труб с малым внутренним сечением (например, капиллярных) осуществляется невооруженным глазом или с применением увеличения (в зависимости от требований нормативной документации) на образцах, разрезанных вдоль образующей трубы («лодочка»). Приборный контроль применяется для оценки качества наружной и внутренней поверхности труб в соответствии с требованиями нормативной документации или по согласованию с заказчиком. Приборами для такого контроля являются установки ультразвукового контроля. Толщина стенки проверяется на обоих концах трубы микрометром трубного типа МТ второго класса точности либо пружинным индикатором нажимного действия в нескольких диаметрально противоположных точках. Приборный контроль толщины стенки трубы производится ультразвуковыми приборами.

Наружный диаметр контролируется вручную с помощью гладкого микрометра типа МК второго класса точности либо калиброванными скобами, не менее чем в двух сечениях. В каждом сечении производится не менее двух замеров во взаимно перпендикулярных плоскостях. Приборный контроль применяется для труб ответственного назначения и производится одновременно с контролем сплошности поверхности, толщины стенки на ультразвуковых приборах. Требования по кривизне труб, как правило, обеспечиваются технологией производства. Контроль торцевого кольца (притупления) фаски по требованию нормативной документации производится замер фактической кривизны поверочной линейкой длиной 1 метр и набором щупов.

Контроль угла фаски производится по требованию нормативной документации с помощью измерительной линейки или шаблона. Замер длины

труб производится с помощью линейек, рулеток или автоматически на специальных установках при помощи инкрементальных датчиков. Контроль марок стали осуществляется следующими методами:

- стилоскопированием;
- химическим или спектральным анализом.

1.2 Применение программируемых логических контроллеров для автоматизации и контроля производства

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) – группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях [6].

Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее автоматизацию основных операций технологического процесса на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённое изделие.

Понятие «автоматизированный», в отличие от понятия «автоматический», подчёркивает необходимость участия человека в отдельных операциях, как в целях сохранения контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций [7].

Составными частями АСУТП могут быть отдельные системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные устройства, связанные в единый комплекс. Такие как системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), распределенные системы управления (DCS), и другие более мелкие системы управления (например, системы на программируемых логических контроллерах (PLC/ПЛК)). Как правило, АСУ ТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства

обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматики: датчики, устройства управления, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети [20].

В данной работе разрабатывается справочник-инструкция по работе с установками МПД, на основе контроллера SIMATIC S7-1200, поэтому более подробно в данном разделе рассмотрим программируемый логический контроллер (ПЛК). Более точный перевод на русский – контроллер с программируемой логикой). Программируемый контроллер – электронная составляющая промышленного контроллера, специализированного (компьютеризированного) устройства, используемого для автоматизации технологических процессов. В качестве основного режима работы ПЛК выступает его длительное автономное использование, зачастую в неблагоприятных условиях окружающей среды, без серьёзного обслуживания и практически без вмешательства человека.

Иногда на ПЛК строятся системы числового программного управления станков. ПЛК – устройства, предназначенные для работы в системах реального времени. ПЛК имеют ряд *особенностей*, отличающих их от прочих электронных приборов, применяемых в промышленности:

- в отличие от микроконтроллера (однокристального компьютера) микросхемы, предназначенной для управления электронными устройствами областью применения ПЛК обычно являются автоматизированные процессы промышленного производства в контексте производственного предприятия;

- в отличие от компьютеров, ориентированных на принятие решений и управление оператором, ПЛК ориентированы на работу с машинами через развитый ввод сигналов датчиков и вывод сигналов на исполнительные механизмы;

- в отличие от встраиваемых систем ПЛК изготавливаются как самостоятельные изделия, отдельные от управляемого при его помощи оборудования.

В системах управления технологическими объектами логические команды, как правило, преобладают над арифметическими операциями над числами с плавающей точкой, что позволяет при сравнительной простоте микроконтроллера (шины шириной 8 или 16 разрядов), получить мощные системы, действующие в режиме реального времени.

В современных ПЛК числовые операции в языках их программирования реализуются наравне с логическими. Все языки программирования ПЛК имеют лёгкий доступ к манипулированию битами в машинных словах, в отличие от большинства высокоуровневых языков программирования современных компьютеров [21].

Архитектура и функции программируемого контроллера SIMATIC S7-1200

На ПНТЗ метод прибора диктоскопии реализован на основе контроллера SIMATIC S7-1200.

Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров. Программируемый контроллер SIMATIC S7-1200 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности (рисунок 1). Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства [9].



Рисунок 1 – SIMATIC S7-1200

Контроллеры SIMATIC S7-1200 имеют модульную конструкцию (рисунок 2). Рассмотрим основные модули.

Модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемой задачи в контроллерах могут быть использованы различные типы центральных процессоров, отличающихся производительностью, объемом памяти, наличием или отсутствием встроенных входов-выходов и специальных функций, количеством и видом встроенных коммуникационных интерфейсов и т.д.

Модули блоков питания (PS), обеспечивающие возможность питания контроллера от сети переменного тока напряжением 120/230В или от источника постоянного тока напряжением 24/48/60/110В.

Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами.

Коммуникационные процессоры (CP) для подключения к сетям PROFIBUS, Industrial Ethernet, AS-Interface или организации связи через PtP (point to point) интерфейс.

Функциональные модули (FM), способные самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, позиционирования, обработки сигналов. Функциональные модули снабжены встроенным микропроцессором и способны выполнять возложенные на них функции даже в случае остановки центрального процессора программируемого контроллера.

Интерфейсные модули (ИМ), обеспечивающие возможность подключения к базовому блоку (стойка с CPU) стоек расширения ввода-вывода. Контроллеры SIMATIC S7-1200 позволяют использовать в своем составе до 32 сигнальных и функциональных модулей, а также коммуникационных процессоров, распределенных по 4 монтажным стойкам. Все модули работают с естественным охлаждением.

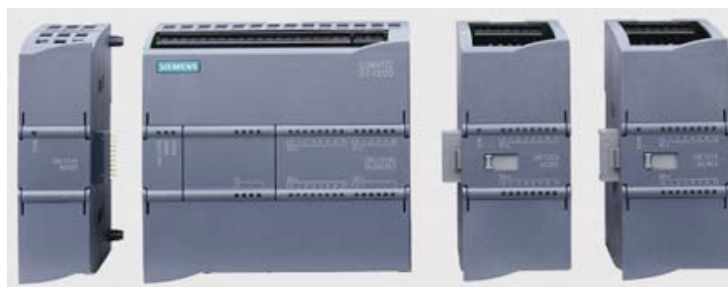


Рисунок 2 – Конструкция SIMATIC S7-1200

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:

- все модули легко устанавливаются на профильную рейку S7-1200 и фиксируются в рабочем положении винтом;
- во все модули (кроме модулей блоков питания) встроены участки внутренней шины контроллера. Соединение этих участков выполняется шинными соединителями, устанавливаемыми на тыльной стороне корпуса. Шинные соединители входят в комплект поставки всех модулей за исключением центральных процессоров и блоков питания;
- наличие фронтальных соединителей, позволяющих производить замену модулей без демонтажа внешних соединений и упрощающих выполнение операций подключения внешних цепей модулей;
- подключение внешних цепей через фронтальные соединители с контактами под винт или контактами-защелками. Механическое кодирование фронтальных соединителей, исключающее возможность возникновения ошибок при замене модулей;
- применение модульных и гибких соединителей SIMATIC TOP Connect, существенно упрощающих монтаж шкафов управления;

- единая для всех модулей глубина установки, кабели располагаются в монтажных каналах модулей и закрываются защитными дверцами;

- произвольный порядок размещения модулей в монтажных стойках. Фиксированные места должны занимать только блоки питания, центральные процессоры и интерфейсные модули.

В центральных процессорах S7-1200 отсутствует встроенная загружаемая память. Функции загружаемой памяти выполняет микро карта памяти (3В NVFlash-EEPROM). В микро карте памяти могут сохраняться:

- все блоки программы пользователя;
- архивы и рецепты;
- параметры конфигурации (данные проекта STEP 7);
- данные для обновления и сохранения резервной копии операционной системы.

Микро карты памяти емкостью от 2 Мбайт могут использоваться для обновления операционной системы центральных процессоров. При температуре до +60°C одна микро карта памяти может служить в течение 10 лет. Каждая микро карта позволяет производить до 100000 операций записи/стирания данных. Микро карта памяти используется для необслуживаемого сохранения всех данных (состояний флагов, таймеров, счетчиков, содержимого блоков данных) при перебоях в питании центрального процессора. Последнее обстоятельство позволило избавиться от использования буферной батареи и существенно повысить эксплуатационные свойства новых центральных процессоров [10].

Контроллеры SIMATIC S7-1200 поддерживают широкий набор функций. Они позволяют максимально упростить процесс разработки программы, ее отладки, снизить затраты на обслуживание контроллера в процессе его эксплуатации.

Основными функциями контроллеров SIMATIC S7-1200 являются:

Высокое быстродействие и поддержка математики с плавающей запятой, позволяющие выполнять максимально эффективную обработку данных и обеспечивающие существенное расширение спектра допустимых областей применения контроллеров.

Удобный интерфейс для настройки параметров: для настройки параметров всех модулей используется единый набор инструментальных средств с общим интерфейсом.

Человеко-машинный интерфейс встроен в операционную систему контроллера. Он позволяет намного упростить программирование. Система или устройство человеко-машинного интерфейса запрашивает необходимые данные у контроллера, контроллер передает запрашиваемые данные с заданной периодичностью. Все операции по обмену данными выполняются автоматически под управлением операционной системы контроллера с использованием одинаковых символьных имен и общей базы данных.

Диагностические функции встроены в операционную систему контроллера. С их помощью осуществляется непрерывный контроль функционирования системы и выявляются все возникающие отказы. Диагностические сообщения с отметками даты и времени записываются в кольцевом буфере для последующего анализа.

Парольная защита обеспечивает эффективную защиту программы от несанкционированного доступа, попыток копирования и изменение программы.

Большое количество модулей программируемого контроллера S7-1200 оснащено большим набором встроенных интеллектуальных функций, существенно упрощающих эксплуатацию системы управления:

- мониторинг сбора определенных сигналов (диагностика);
- мониторинг сигналов аппаратных прерываний.

Диагностика используется для выявления работоспособности модулей ввода-вывода, дискретных и аналоговых сигналов. Для передачи диагностической информации применяются *маскируемые* и *немаскируемые*

сообщения. Маскируемые диагностические сообщения могут пересылаться только в том случае, если это разрешено определенными параметрами настройки. Не маскируемые диагностические сообщения производится независимо от определенных параметров настройки [11].

Основные понятия языка STEP7 и программного обеспечения

Операционная система содержит общую часть всех инструкций и соглашений для реализации внутренних функций (например, сохранение данных при сбросе напряжения питания, управление реакцией пользователя при прерывании и т. д.). Она расположена на так называемом EPROMе (Erasable Programmable Read Only Memory) и является фиксированной составной частью процессора [12].

Программа пользователя содержит набор всех написанных пользователем инструкций и соглашений для обработки сигналов, с помощью которых производится управление установкой (процессом). Программа пользователя распределяется на блоки. Деление программы на блоки значительно проясняет структуру программы и подчеркивает программно-технические связи отдельных частей установки [13].

Блоком называется часть программы пользователя, ограниченная функционально и структурно или по целям использования. Различают блоки, которые содержат:

- инструкции для обработки сигналов;
- блоки, содержащие данные (блоки данных).

Блоки идентифицируются:

- типом блока (OB, PB, SB, FB, FX, DB, DX);
- номером блока (число от 0 до 255).

Инструкция языка STEP является наименьшей самостоятельной единицей программы пользователя, представлено на рисунке 7. Она является предписанием для работы процессора. Инструкция может быть представлена в виде:

- список команд (инструкций) – STL. Представляет собой список команд подобно обычному языку Ассемблера;
- контактный план – LAD. Управляющая программа записывается при помощи изображений элементов релейных контактных схем;
- функциональный план – FUP. Для отображения программы используются схемы логических элементов.

STL – программа состоит из ряда отдельных выражений (statement). Выражение – это наименьшая самостоятельная единица пользовательской программы. Выражение содержит описание работы для CPU [14].

Инструкция языка STEP (рисунок 3) состоит из операции и операнда. Операнд может быть представлен абсолютно или символически (через список соответствия).

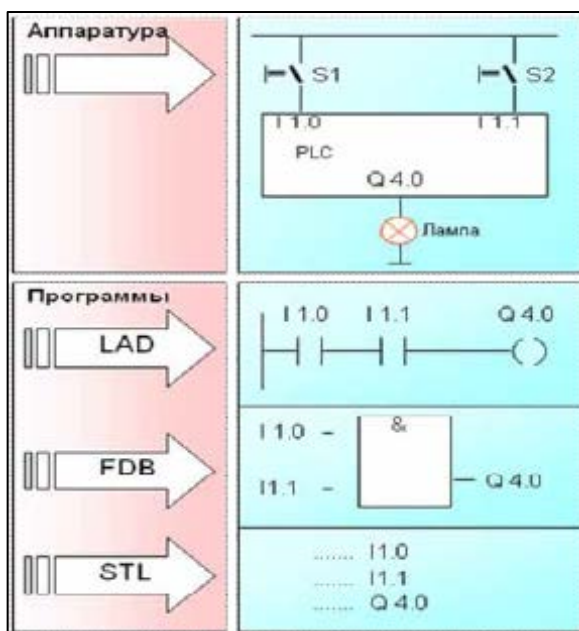


Рисунок 3 – Инструкция языка STEP

STEP 7 – это пакет стандартного программного обеспечения, используемый для конфигурирования и программирования программируемых логических контроллеров SIMATIC. Он является частью промышленного программного обеспечения SIMATIC [15]. STEP 7 для приложений на SIMATIC S7-1200 имеет набор функций:

- может быть расширен по выбору программными продуктами, имеющимися в промышленном программном обеспечении SIMATIC;
- возможность назначения параметров функциональным модулям и коммуникационным процессорам;
- принудительный и многопроцессорный режим;
- связь через глобальные данные;
- управляемая событиями передача данных с использованием коммуникационных функциональных блоков;
- проектирование соединений.

При решении задачи автоматизации с помощью STEP 7 появляется ряд основных задач (рисунок 4), которые должны быть решены для большинства проектов, и ставит им в соответствие основные процедуры.

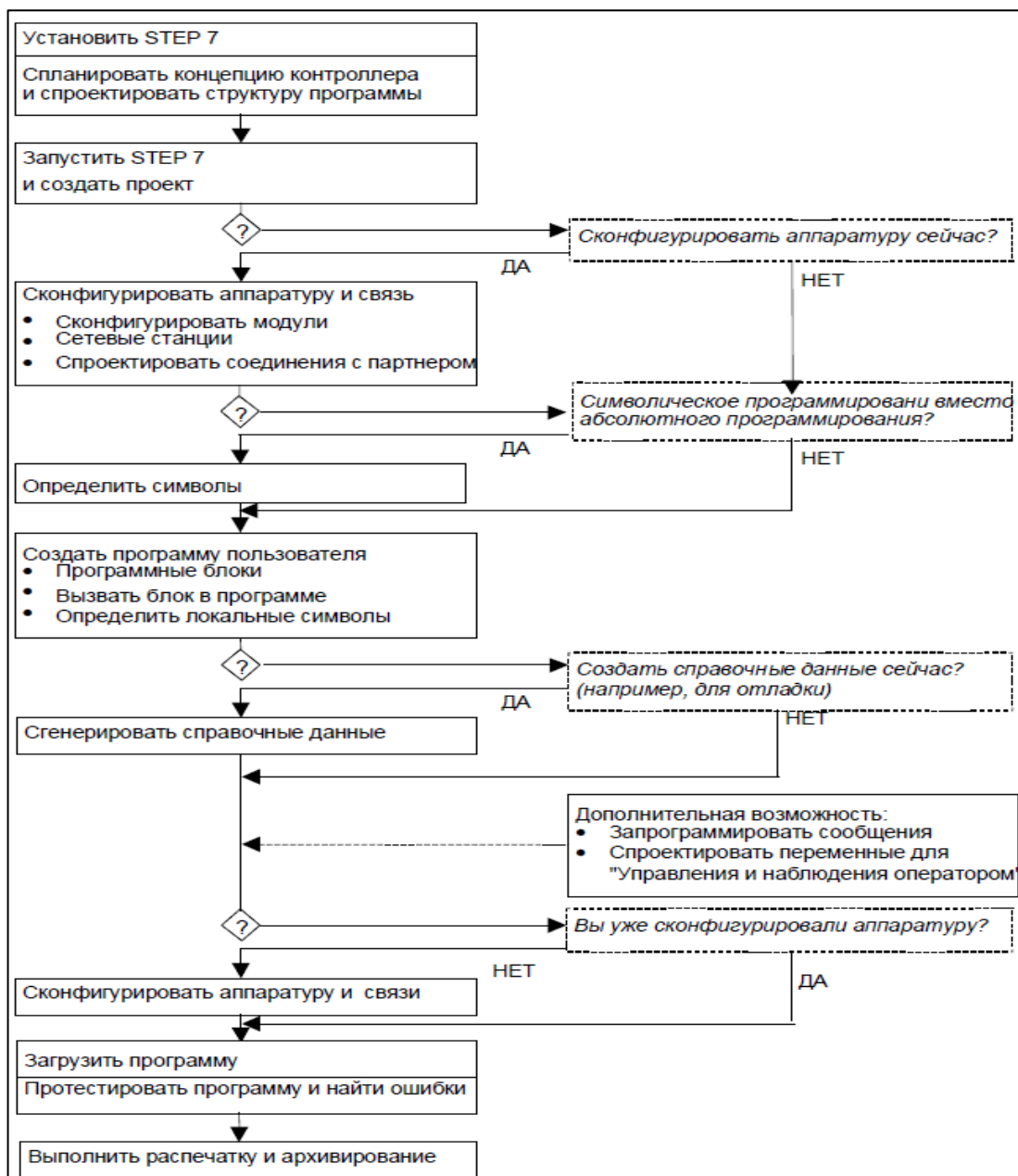


Рисунок 4 – Задачи основных процедур

Он отсылает к соответствующим главам, давая, таким образом, возможность перемещения по руководству в поисках информации, относящейся к конкретной задаче [16].

Как показано на рисунке 4, в распоряжении есть две альтернативы:

– можно сначала сконфигурировать аппаратуру, а затем программировать блоки;

– можно, сначала запрограммировать блоки, не конфигурируя аппаратуру. Это рекомендуется для работ, связанных с эксплуатацией и

обслуживанием, например, для встраивания программных блоков в существующий проект.

Краткое описание отдельных шагов при реализации основных задач:

- установка и авторизация, при первом использовании STEP 7, необходимо установить его и перенести авторизацию с дискеты на жесткий диск;

- планировка концепции использования контроллера, перед началом работы со STEP 7 необходимо спланировать решение задачи автоматизации от деления процесса на отдельные задачи до создания диаграммы конфигурации;

- разработать структуру программы, преобразовав задачи, описанные в эскизном проекте контроллера, в структуру программы, используя блоки, имеющиеся в STEP 7;

- запуск STEP 7;

- создание структуры проекта, проект похож на папку, в которой все данные хранятся в виде иерархической структуры и доступны в любое время. После создания проекта все остальные задачи выполняются в этом проекте;

- сконфигурировать станцию, при конфигурировании станции указывается, какой программируемый контроллер нужно использовать например, SIMATIC S7-1200;

- сконфигурировать аппаратуру, при конфигурировании аппаратуры указывается в конфигурационной таблице, какие модули будут использоваться для решения своей задачи автоматизации и какие адреса должны быть использованы для доступа к модулям из программы пользователя; модулям также могут быть назначены свойства с помощью параметров;

- спроектировать сети и коммуникационные связи, основой для коммуникаций является предварительно спроектированная сеть. Для этого нужно создать подсети, необходимые для задач автоматизации, установить

свойства подсетей и установить свойства сетевых подключений и всех коммуникационных связей, требуемых для сетевых станций;

- определить символы. в таблице символов локальные или глобальные символы, имеющие более наглядные имена, для использования в пользовательской программе вместо абсолютных адресов;

- создать программу, используя один из доступных языков программирования, создать программу, связанную с модулем или независимую от модуля, и сохранить ее в виде блоков, исходных файлов или схем;

- спроектировать сообщения, сообщения, относящиеся к блокам, создаются, например, с помощью их текстов и атрибутов; используя передающую программу, переносятся созданные данные о конфигурации сообщений в базу данных системы взаимодействия с оператором (например, SIMATIC WinCC, SIMATIC ProTool);

- спроектировать переменные для управления и наблюдения оператором. создать переменные для управления и наблюдения оператором один раз в STEP 7 и назначить им требуемые атрибуты; используя передающую программу, перенести созданные переменные для управления и наблюдения оператором в базу данных системы взаимодействия с оператором WinCC;

- загрузить программы в программируемый контроллер; после завершения конфигурирования, назначения параметров и программирования задач нужно загрузить всю свою пользовательскую программу или отдельные боки из нее в программируемый контроллер (программируемый модуль для аппаратного решения). CPU уже содержит операционную систему;

- протестировать программу; создать таблицу переменных, которые нужно отображать или изменять, для тестирования или отображения значений переменных в своей пользовательской программе на CPU, или присвоения значения переменным;

– наблюдение за работой, диагностика аппаратуры; причина неисправности модуля определяется отображением информации о модуле в режиме online; причины ошибок в обработке программы пользователя определяются с помощью диагностического буфера и содержимого стеков. Вы можете также проверить, может ли программа пользователя исполняться на конкретном CPU;

– задокументировать установку; после создания проекта/установки имеет смысл выполнить четкое документирование данных проекта, чтобы облегчить дальнейшее редактирование проекта и любую деятельность по обслуживанию.

2 РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКА-ИНСТРУКЦИИ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ

2.1 Описание метода магнитопорошковой дефектоскопии

Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД) – это метод неразрушающего контроля для обнаружения и локализации поверхностных и подповерхностных дефектов ферромагнитных материалов (важно – у измеряемых материалов должна быть относительная магнитная проницаемость не менее 40). Магнитопорошковый метод дефектоскопии основывается на выявлении локальных магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами. К диагностируемым с помощью такого метода дефектам относятся: непровар, поры, трещины, волосовины, флокены и другие (дефекты с шириной раскрытия до нескольких мкм на глубине до 1-2 мм). Все методы для определения сплошности металлических изделий основаны на обнаружении локальных возмущений поля, происходящих из-за наличия дефектов в намагниченном ферромагнетике.

Чувствительность магнитопорошкового метода зависит:

- от магнитных характеристик материала детали;
- напряженности намагничивающего поля;
- размера, формы и шероховатости поверхности детали;
- размера, формы, местоположения и ориентации дефекта;
- взаимного направления намагничивающего поля и дефекта;
- свойств дефектоскопического материала;
- способа нанесения дефектоскопического материала на поверхность детали;
- способа и условий регистрации индикаторного рисунка выявляемого дефекта.

Этим методом обнаруживаются дефекты:

- поверхностные с шириной раскрытия у поверхности 0,002 мм и более, глубиной 0,01 мм и более;
- подповерхностные, лежащие на глубине до 2 мм;
- внутренние (больших размеров), лежащие на глубине более 2 мм;
- под различного рода покрытиями, но при условии, что толщина немагнитного покрытия не более 0,25 мм.

Современный **магнитопорошковый контроль** – востребованный в металлургической сфере, химическом машиностроении, автомобилестроении метод. Также он применяется для определения уровня износа трубопроводных систем. Основа магнитопорошкового контроля – это свойство магнитных частиц, которые концентрируются в местах неоднородности магнитного поля, появляющихся при наличии дефектов. контроль осуществляется следующим образом:

1. Изделие намагничивается и покрывается магнитным порошком или суспензией.
2. Происходит оседание вещества в местах дефектов.
3. Магнитные частицы выстраиваются в цепочку и образуют рисунок, по которому определяется наличие дефектов.

Существует два метода магнитопорошкового неразрушающего контроля: это **сухой** (использование магнитного порошка) и **мокрый** (использование магнитной суспензии). Для успешного проведения магнитопорошкового контроля необходимо использование качественной суспензии и порошка.

Область применения магнитных порошков

Сухие магнитные порошки, состоящие из ферромагнетиков, активно используются в магнитной дефектоскопии, то есть при обнаружении дефектов, в качестве индикатора полей рассеивания.

Несмотря на широкий выбор магнитных материалов и порошков на современном рынке, область их использования достаточно узкая: они

применяются, как правило, для обнаружения дефектов, которые могут иметь выход на наружную поверхность деталей. Для этого часть конструкции или деталь, которая подвергается исследованию, при помощи специального устройства намагничивается, после чего производится магнитопорошковый контроль: на намагниченную поверхность наносится магнитный порошок, который идентифицирует дефекты[10]. Следует отметить, что такой способ контроля требует от специалистов, производящих его, полного соблюдения особых правил безопасности и гигиены.

Методы нанесения магнитных порошков

Магнитные порошки могут наноситься на исследуемую поверхность несколькими методами:

1. Распыление в специальной изолированной камере – один из самых безопасных, а потому широко распространенных способов, при этом магнитный порошок может наноситься на поверхность при помощи различных инструментов: груши, сита и других распылителей.

2. Погружение, такой способ чаще всего применяют для исследования изделий, имеющих сравнительно небольшие габаритные размеры; он подразумевает полное погружение исследуемого объекта в специальную емкость, наполненную магнитным индикатором.

Использование магнитного порошка является одним из самых простых методов дефектоскопии. Такой способ позволяет предельно точно определить место и контуры нарушения, которое находится на самой поверхности детали, а также на глубине 2 – 3 мм. Намагничивание, обработка магнитным порошком и последующее размагничивание детали производится при помощи специального аппарата – дефектоскопа.

Кроме того, в отдельных случаях необходим двойной контроль. Он подразумевает циркулярное и продольное намагничивание. Но наиболее производительным методом контроля является магнитопорошковый контроль с применением комбинированного намагничивания.

На сегодняшний день производители представляют широкий ассортимент разнообразных магнитных порошков, которые различаются между собой цветом индикатора, а также верхним пределом температуры, расфасовкой и т. д. Однако, магнитопорошковый контроль осуществляется не только с помощью магнитного порошка, но и специального оборудования: протонных магнитометров, магнитных клещей, электромагнитных катушек и других [18].

2.2 Применение метода магнитопорошковой дефектоскопии на Первоуральском новотрубном заводе

Цех № 4 Первоуральского новотрубного завода выпускает трубы нефтяного сортамента. Основные задачи цеха № 4 - это проверка труб на дефекты, нарезание на трубы резьбы и изготовление соединительных муфт для соединения труб между собой.

Метод МПД актуален тем, что его применяют при проверке соединительных муфт на трубах нефтяного сортамента, для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов типа нарушения сплошности материала изделия: трещины, волосовины, расслоения, непроварка стыковых сварных соединений, закатов и т.д. При помощи данного метода, исключается поставка труб не соответствующих качеству.

Цех № 4 разработан в виде одной большой без прерывной линии производства, которой применяются следующие станки:

- станок для проверки дефектов трубы;
- трубонарезные станки для нарезки резьбы на трубу;
- пилы для резки трубы под муфты;
- муфтонаверточный станок для нарезки резьбы на муфту;
- гидропресс, для проверки труб под высоким давлением;
- установка МПД для проверки муфт на дефекты
- установка для маркировки труб;

- моющая станция;
- упаковочная станция.

Этапы магнитопорошкового метода дефектоскопии

Подготовка детали к контролю. Заключается в очистке поверхности измеряемой детали от грязи, ржавчины, различных смазочных материалов. В случаях, когда поверхность детали темная (что может затруднять диагностику) - наносят тонким слоем контрастную белую краску.

Намагничивание детали. Один из основных этапов контроля, так как от правильного выбора способа, направления и вида намагничивания, а также рода тока во многом зависит чувствительность и возможность обнаружения дефектов. Различают следующие основные виды намагничивания в установке МПД.

Круговое (циркулярное) намагничивание обеспечивается пропусканием тока в контуре через изолированный сквозной стержень. Стержень закреплен на правой подвижной части, помещается в отверстие контролируемого изделия и замыкается с левой контактной пластиной. Круговое намагничивание показано на рисунке 5. В этом способе выявляются дефекты, ориентированные вдоль изделия и отклонены на угол до 45 градусов от направления магнитного поля. При циркулярном намагничивании поле направлено перпендикулярно сварному шву или продольной оси детали. При такой схеме намагничивания хорошо выявляются продольные дефекты сварки. Наиболее эффективно циркулярное намагничивание при контроле труб, валов, стержней и др.

Если контролю подвергают протяженные сварные соединения крупногабаритных изделий, то намагничивание осуществляют по участкам. Сварные соединения, включающие одну или несколько труб (штуцеров) небольшого диаметра, подвергают продольному намагничиванию, используя соленоид или обмоточный кабель с накладным магнитопроводом.

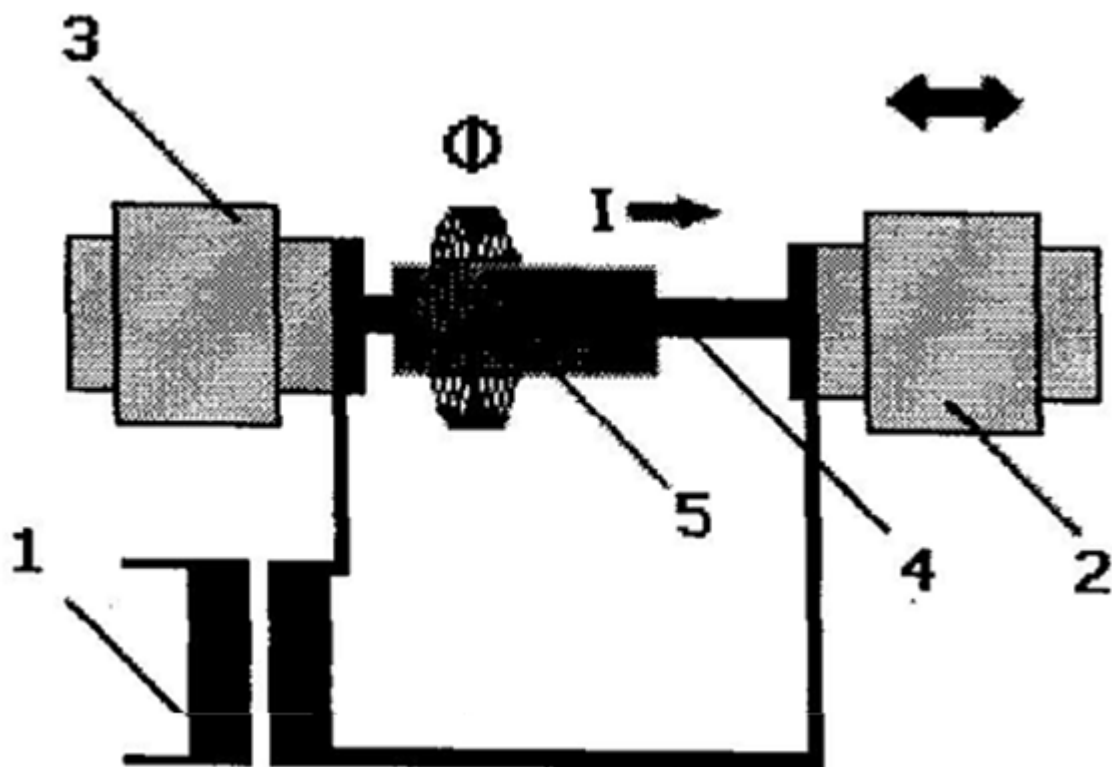


Рисунок 5 – Круговое намагничивание

На рисунке обозначены:

- 1 – понижающий трансформатор;
- 2 – подвижная опора;
- 3 – неподвижная опора;
- 4 – изолированный сквозной стержень;
- 5 – деталь;
- I – направление электрического тока;
- Φ – характер магнитного потока.

Продольное намагничивание обеспечивается пропусканием тока по обмоткам катушек, расположенным в бабках [2]. Стальные сердечники катушек выступают в качестве магнитопровода. Изделие контроля также становится магнитопроводом и магнитное поле замыкается. Продольное намагничивание показано на рисунке 6. В этом способе выявляются дефекты, ориентированные поперек изделия и отклоненные на угол 45 градусов от направления магнитного поля.

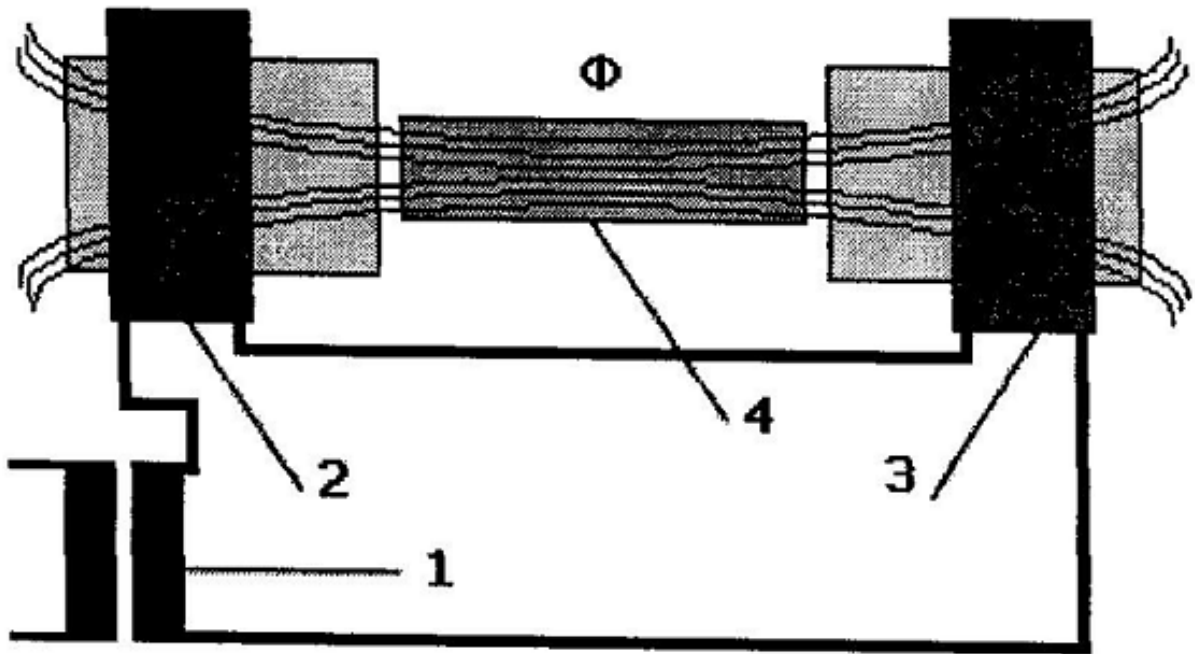


Рисунок 6 – Продольное намагничивание

На рисунке обозначены:

- 1 – понижающий трансформатор;
 - 2 – катушка (7 витков);
 - 3 – катушка (7 витков);
 - 4 – деталь;
- Φ – характер магнитного потока.

Нанесение магнитного индикатора. В зависимости от метода нанесения (сухой или мокрый способ измерения) используют либо сухой порошок, либо суспензию (смеси воды с антикоррозионными веществами, смеси трансформаторного масла с керосином либо в трансформаторном масле).

Осмотр контролируемого объекта. Изучение индикаторного рисунка. Детали изучаются визуально, в некоторых случаях могут использоваться оптические приборы с увеличением до 10х. Преимущества магнитопорошковой дефектоскопии:

- расходные материалы (порошок, суспензия и др.) можно собирать и использовать повторно - низкая стоимость расходных материалов;

- низкие требования к качеству покрытия;
- малая трудоемкость и достаточно высокая оперативность измерений.

Недостатки магнитопорошковой дефектоскопии:

- ограничения для получения достоверного результата (наибольшая вероятность выявления дефектов достигается в случае, когда плоскость дефекта составляет угол 90 градусов с направлением магнитного потока. С уменьшением этого угла чувствительность метода снижается, и при углах, существенно меньших 90 градусов, дефекты могут быть не обнаружены) ;
 - высокое влияние состояния поверхностного слоя металла измеряемого контролируемого объекта (т.н. «зоны наклепа», где напряжения могут превышать напряжения основного металла в тысячи раз) ;
 - неравномерность магнитных свойств металла;
 - снижение чувствительности метода при толщине покрытия более 100-150 мкм - могут быть выявлены дефекты размером не менее 0,15 мм;
 - выявление преимущественно поверхностных дефектов или дефектов с минимальным залеганием под поверхностью.

Магнитопорошковая дефектоскопия осуществляют с помощью СНК (средств неразрушающего контроля): приборов (дефектоскопов, толщиномеров, структуроскопов и т.д.) и установок, а также дефектоскопических веществ и материалов (проникающих и проявляющих жидкостей, магнитных порошков и суспензий, паст и т.д.), стандартных образцов, вспомогательного оборудования.

Дефектоскопы представляют собой приборы и установки, предназначенные для обнаружения дефектов типа нарушения сплошности.

Практически все дефектоскопы не только выявляют дефекты в изделии, но и определяют с установленной погрешностью его размеры и местонахождение. Некоторые дефектоскопы способны обнаруживать дефекты, определять глубину их и координаты относительно плоскостей изделия.

Общий вид установки магнитопорошковой дефектоскопии Universal SW, которая используется на ПНТЗ показан на рисунке 7.

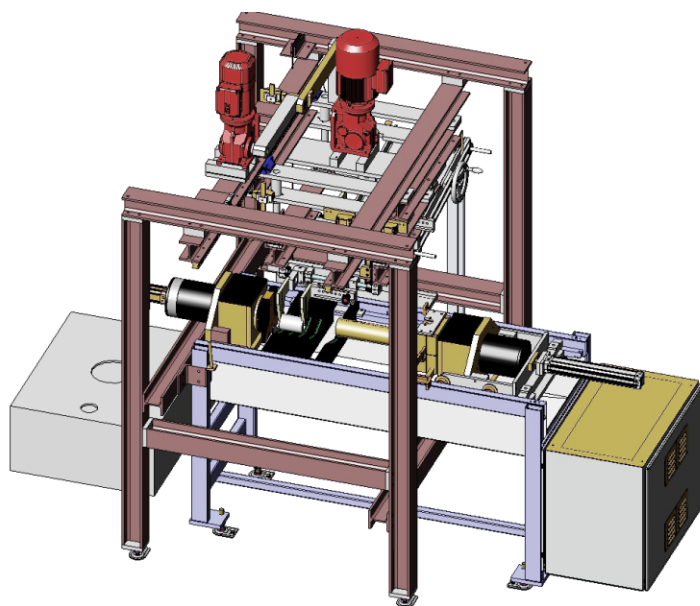


Рисунок 7 – Общий вид установки МПД

Основные узлы установки МПД

Обзор основных узлов установки МПД на рисунке 12

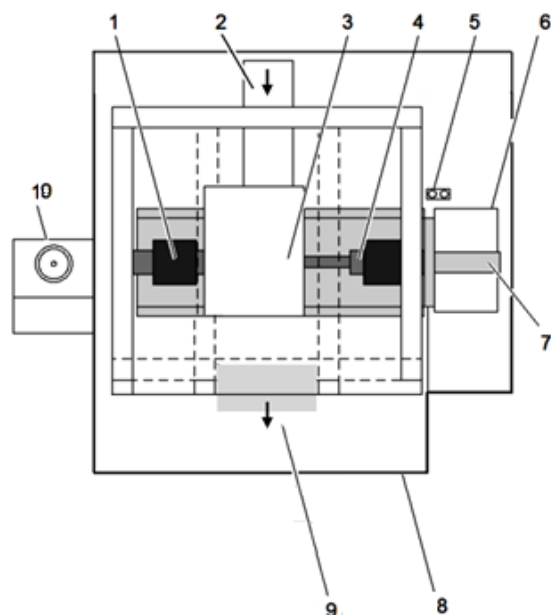


Рисунок 12 – Основные узлы установки МПД

Элементы машины, обозначенные цифрами на рисунке 12 означают:

1 – левая намагничивающая пиноль (неподвижная);

2 – подающая шахта;

- 3 – транспортный кронштейн;
- 4 – правая, пневматически перемещаемая пиноль;
- 5 – пневматика пневмоблока и подключение сжатого воздуха;
- 6 – трансформаторный шкаф;
- 7 – пневмоцилиндр правой намагничивающей пиноли;
- 8 – защитной сетки;
- 9 – зона передачи намагниченных деталей в следующее приспособление, предоставляемое заказчиком (в пределах защитной решетки).
- 10 – Емкость для проверочного средства с установленным насосом для проверочного средства.

Обзор органов управления на электрошкафу установки МПД показан на рисунке 13.

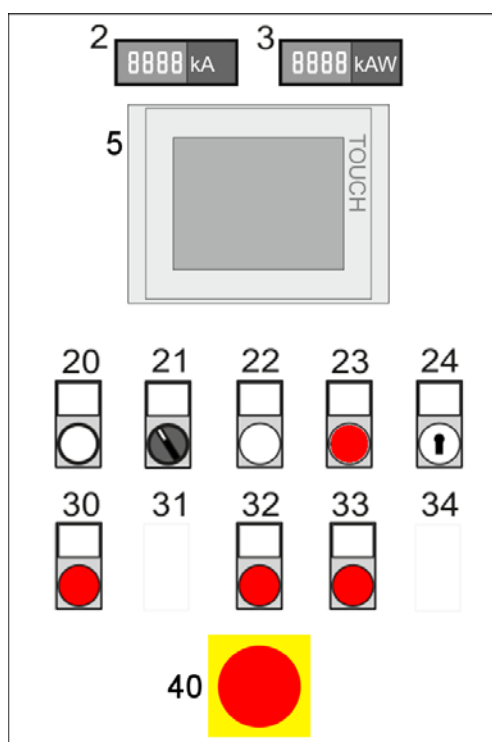


Рисунок 13 – Органов управления установки МПД

Органы управления обозначены цифрами, которые означают следующее:

- 2 – нажимной выключатель с подсветкой Вкл управление;
- 3 – переключатель Автоматический режим работы;
- 5 – сенсорная панель управления;

- 20 – нажимной выключатель с подсветкой Вкл управление;
- 21 – переключатель Автоматический режим работы;
- 22 – нажимной выключатель с подсветкой Старт;
- 23 – нажимной выключатель Сброс сообщения о сбое;
- 24 – Замок-выключатель КОК вкл/выкл;
- 30 – кнопка Управление выкл;
- 32 – световой сигнализатор Общий сбой работает;
- 33 – световой сигнализатор Распознано замыкание на землю, управляющее напряжение 220 В / 50 Гц;
- 34 – резерв;
- 40 – кнопка аварийного останова.

Панель на главном пульте управления

Панель с сенсорным экраном предназначена для управления машиной в ручном и автоматическом режиме. Выберите нужную функцию кнопками на левой панели. Для перехода в начальный экран из других окон нужно нажать кнопку Автом. Окно «Автоматика без КОК» (начальный экран) приведено на рисунке 14. Начальный экран отображается после включения машины в автоматическом режиме.

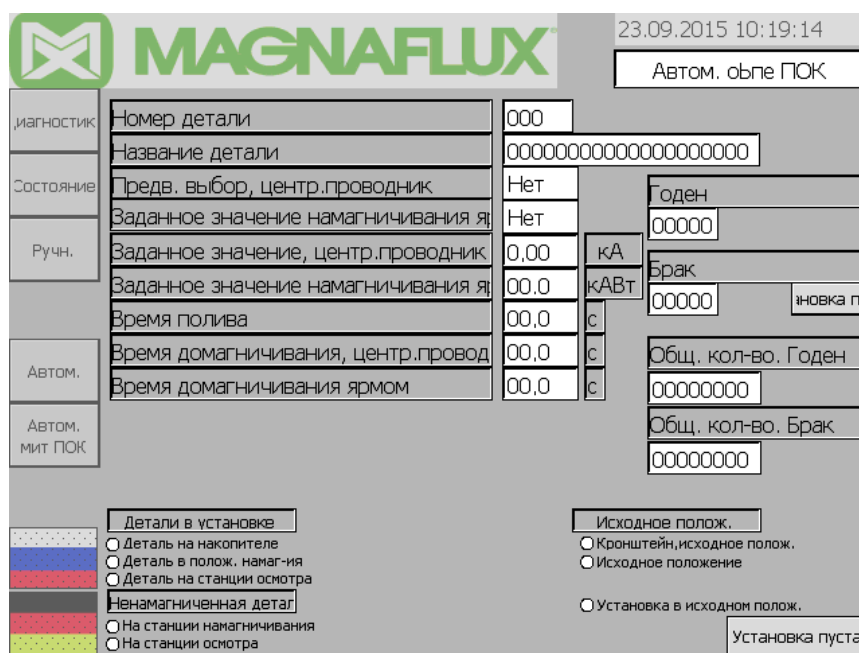


Рисунок 14 – Начальный экран «Автоматика без КОК»

На экране обозначены кнопки:

- *диагностика*, отображение текущих сообщений о сбоях и рабочих сообщениях, а также истории;
- *пользователи*, создание и удаление пользователей, изменение прав и паролей;
- *ручная*, эксплуатация машины в ручном режиме;
- *состояние*, отображение состояния важнейших компонентов машины;
- *автом.*, отображение загруженных параметров проверки деталей;
- *флаги стран*, переключение языка интерфейса;
- *порожные такты*, опорожнение машины в автоматическом режиме. При этом детали, которые уже находятся в машине, обрабатываются, но новые детали не подаются;
- *назад*, отображение окна «автом.» (начального).

2.3 Описание программной среды разработки справочника-инструкции

Для электронного представления справочника-инструкции по магнитопорошковой дефектоскопии трубной продукции был выбран PDF-формат.

PDF-формат – это возможность надежного предоставления и обмена документов, независимо от программного и аппаратного обеспечения или операционной системы. Документ в PDF-формате может содержать шрифты, графику, мультимедийные элементы, что гарантирует правильное отображение независимо от операционной системы, программного обеспечения и пользовательских настроек конкретного компьютера. Этот формат в настоящее время успешно использует:

1. Конвертации PostScript-файлов в PDF-формат с одновременным уменьшением их в десятки раз.

2. Компрессии всех использованных шрифтов, изображений, подключения видео и звука и изготовления (в том числе и на основе печатных публикаций) электронных книг и презентаций.

3. Изготовления компактной документации с полным сохранением особенностей верстки издательских программ.

4. Проверку качества PostScript-файлов перед их выводом на принтере или фотонаборном автомате в результате преобразования PostScript-файлов в PDF-формат с помощью программы Acrobat Distiller и пробного вывода получившегося файла в программе Acrobat Reader.

5. Быстрая передача клиенту эскизов в PDF-формате, например, по электронной почте с максимальным сжатием и минимальным разрешением порядка 72 dpi.

PDF-файл может быть создан из **файлов** с расширением DOC, используя при этом Microsoft Office Word. Две последние версии этого приложения (Word 2007 и 2010) выпущены уже со встроенными функциями сохранения документов в этом стандарте.

PDF-файл может содержать, помимо общепринятых, также несколько специальных вариантов навигации (ориентировки):

1. Посредством кнопок и гипертекстовых ссылок на страницах.
2. Посредством закладок.
3. С помощью статей, когда информация может подразделяться на несколько параллельных или пересекающихся тем, а не просто излагаться страница за страницей, как в обычной книге.

PDF-формат способен содержать: контурную или векторную графику (встраивается); пиксельную или растровую графику (встраивается); формат MPEG (ссылка на видеофрагменты).

Для просмотра PDF-документов можно использовать разные программы:

- Adobe Acrobat Reader;
- Foxit Reader;

- Sumatra PDF;
- Браузер (Например: Opera, Google Chrome, Mozilla Firefox).

Программу *Adobe Acrobat Reader* можно бесплатно загрузить с сайта фирмы Adobe Systems.

Программа Adobe Reader позволяет осуществлять с документами PDF только два действия – просматривать и распечатывать. Естественно, можно использовать все функциональные возможности – масштабировать листы при просмотре, осуществлять поиск информации или предварительный просмотр перед печатью. Но, по сути, программа Adobe Reader – удобное средство для чтения документов PDF в электронном или печатном виде. Программа Adobe Acrobat создана компанией Adobe, но является коммерческой.

Sumatra PDF – бесплатная, компактная и быстрая программа для просмотра файлов в формате PDF, ePub, MOBI, XPS, DjVu, CHM, CBZ и CBR. Программа обладает простым и ненавязчивым интерфейсом разобраться в котором не составит ни малейшего труда даже начинающим пользователям. Работает в несколько раз быстрее Adobe Reader, потребляя при этом минимум системных ресурсов. Еще одно преимущество **Sumatra PDF** – не требует установки, что позволяет запускать программу с внешних USB-карт, а поддержка горячих клавиш делает работу с этой программой еще быстрее и удобнее. Программа имеет простой, минималистичный дизайн – приоритетом для разработчиков является простота использования и удобство просмотра и печати документов. Имеется функция копирования текста.

Программа имеет многоязычный интерфейс на 60 языках. Программа имеет инсталлятор, но также существует портативная версия, которая запускается с USB флеш-накопителей без предварительной инсталляции. Особенности работы с PDF обусловлены возможностями движка MuPDF, на базе которого построена программа.

В отличие от большинства других программ (в том числе Adobe Acrobat Reader), корректно (со сглаживанием) масштабирует чёрно-белые изображения (например, сканированные, но не распознанные книги). Начиная с версии 0.9.1 поддерживаются гиперссылки, вложенные в PDF документы. Печать документов реализована посредством преобразования страницы в растровое изображение, что ведёт к увеличению объёма данных и замедляет печать на принтерах с малой памятью.

Документ PDF может быть открыт в *веб-браузере*, который их поддерживает. Можно настроить установки Интернета так, чтобы связанные или загруженные файлы PDF открывались в отдельном окне Acrobat. При открытии документов PDF в Acrobat без применения браузера вы не сможете использовать функцию «Быстрый просмотр в web» (например, отправлять формы через браузер). Новые версии самых популярных браузеров Firefox и Chrome смогут отображать содержимое PDF документов без стороннего вмешательства.

Foxit Reader – бесплатная программа для просмотра и печати документов в формате PDF, альтернатива всем известной программы Adobe Reader. Бесплатная программа Foxit Reader снабжена простым и интуитивно понятным пользователям интерфейсом, при помощи которого пользователь может максимально эффективно использовать данный программный продукт. Программа не нуждается в инсталляции, не требовательная к программной и системной конфигурации компьютера и способна работать практически со всеми версиями Windows.

Основные характеристики *Foxit Reader*:

- быстрое действие: запуск программы происходит за несколько секунд;
- возможность вставки комментариев: возможность добавлять к существующему документу PDF свои комментарии, а затем распечатать или сохранить его вместе с этими комментариями;

– безопасность и конфиденциальность: Foxit Reader никогда не соединяется с интернетом без разрешения пользователя.

Каждый пользователь может выбрать для себя любой из двух предложенных стилей интерфейса: классический или ленточный. Как и в панели инструментов Office 2013, Foxit Reader 6.0 поддерживается ленточная панель управления, в которой различные ярлыки расположены в отдельной ленте. Вы можете просматривать различные вкладки, например, Главная, Комментарий, Вид, Формы и т.д. и выбирать необходимые инструменты, как показано на рисунке 15.



Рисунок 15 – Ленточная панель инструментов

Панель навигации, расположена слева, можно использовать «Эскиз», для перемещения позиции на текущей странице, а также можно использовать «Закладки», для перемещения по содержанию документа. На рисунке 16 продемонстрирована панель навигации.

Просмотр PDF документов можно делать в трех режимах – вкладками в одном окне, один документ в одном окне и несколько документов в рамках единого интерфейса. Чтение можно включить режим чтения «Read Mode», при котором будут спрятаны все панели, тем самым освобождая место для текста документа.

Для достижения необходимого результата, т.е. создания структурированного электронного документа с упорядоченной информацией, были выполнены следующие действия:

– вся отобранная информация, была разделена на темы, отформатирована в соответствии с требованиями к электронному документу; добавлены таблицы, изображения, демонстрирующие приборы, методы и инструкции; организована навигация для удобного перемещения по документу.

Для организации навигации были использованы стили MSWord, а также гиперссылки внутри документа. Таким образом, используя возможности Microsoft Office Word, был сформирован электронный формат справочника-инструкции, содержание которого представлено на рисунке 16.

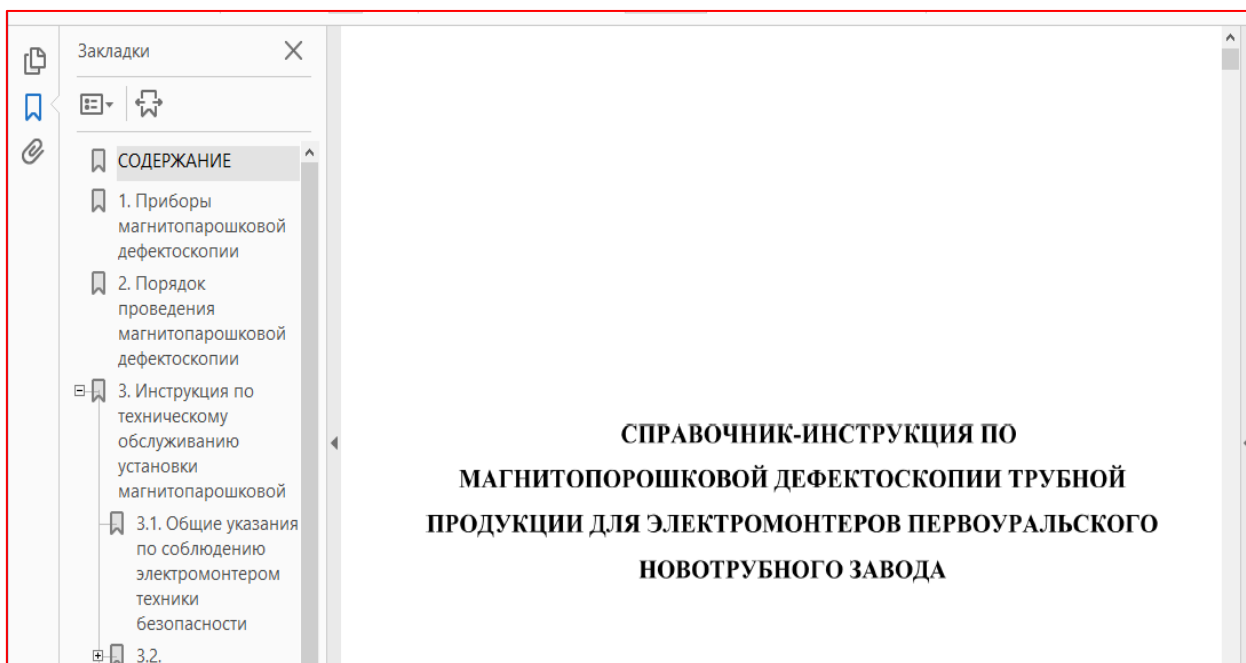


Рисунок 16 – Панель навигации

2.4 Описание разделов справочника-инструкции

Содержание справочника-инструкции представлен на рисунке 15 состоит из 3 разделов:

1. Приборы магнитопорошковой дефектоскопии.
2. Порядок проведения магнитопорошковой дефектоскопии.
3. Инструкция по техническому обслуживанию установки магнитопорошковой дефектоскопии электромонтером Первоуральского Новотрубного завода. Инструкция включает несколько параграфов, структура которых представлена на рисунке 17.

В первом разделе «**Приборы магнитопорошковой дефектоскопии**» рассмотрены дефектоскопы, которые позволяют не только выявить повреждение, но и описать его основные характеристики (длина, ширина, толщина, площадь), а также обозначить координаты расположения (рисунок 18).

Общие указания по соблюдению электромонтером техники безопасности

Профилактические работы, выполняемые электромонтером на установке МПД

- очистка контактов соединений для большой токовой нагрузки
- очистка намагничивающих контактов
- проверка интенсивности ультрафиолета
- проверка предохранительных устройств на установке МПД
- проверка датчиков и внешних устройств на установке МПД при подключении программатора к контроллеру SIMATIC S7–1200

Основные ситуации, возникающие при выявлении неисправностей на установке МПД

График выполнения работ по техническому обслуживанию

Рисунок 17 – Структура инструкции

Данные устройства нашли свое применение в разных отраслях промышленности: металлургии, машиностроении, транспорте, энергетике, нефтегазовом комплексе.



Рисунок 18 – Приборы магнитопорошковой дефектоскопии

Они предназначены для обнаружения повреждений разной природы и характера на поверхностях и внутри изделий. В зависимости от метода используют разные виды приборов: акустические, или ультразвуковые дефектоскопы, вихретоковые дефектоскопы, магнитопорошковые (или магнитные)

дефектоскопы. На рисунке 18 показана навигация по разделу 1, которая позволяет переходить из текущего раздела:

- в следующий раздел;
- в инструкцию (раздел 3);
- в содержание справочника-инструкции;
- в начало текущего раздела.

Акустические, или ультразвуковые дефектоскопы – регистрируют параметры ультразвуковых колебаний, которые проникают вглубь контролируемого изделия и отражаются от дефектов. При этом ультразвуковые дефектоскопы выявляют изменение энергии или фазы колебаний, которые огибают дефект. На рисунке 19 показан фрагмент раздела по описанию ультразвуковых дефектоскопов.

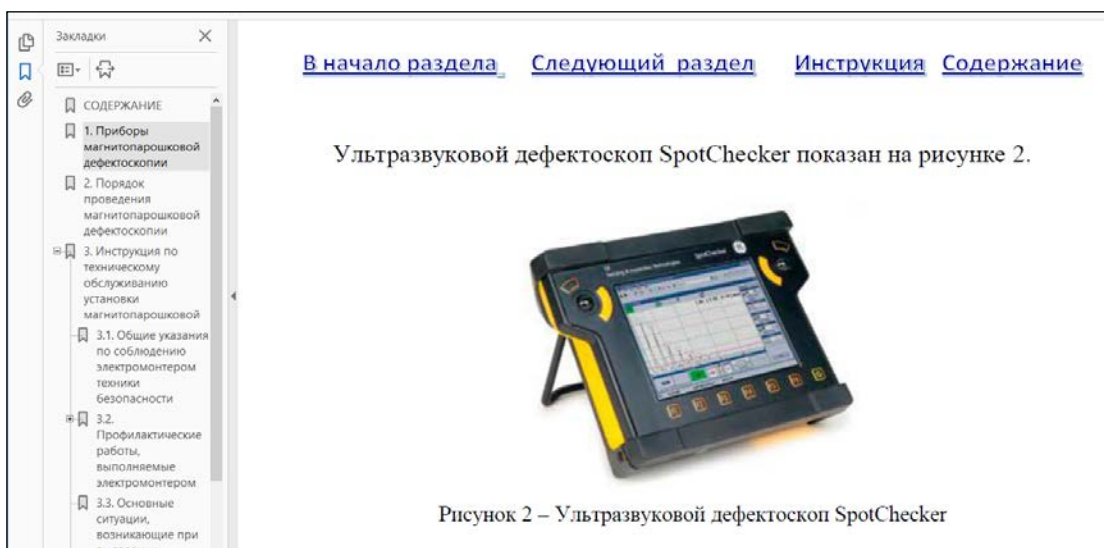


Рисунок 19 – Фрагмент раздела 1 по описанию ультразвуковых дефектоскопов

Вихретоковые дефектоскопы – регистрируют параметры взаимодействия электромагнитного поля контролируемого изделия с электромагнитным полем, создаваемым вихревыми токами, которые создаются в зоне контроля. На рисунке 20 показан фрагмент раздела по описанию вихретоковых дефектоскопов.

Широкое распространение получили **магнитопорошковые** дефектоскопы. **Магнитопорошковые** (или магнитные) дефектоскопы – выполняют контроль

путем намагничивания тестируемого участка и последующего нанесения на поверхность магнитного порошка (суспензии).



Рисунок 20 – Фрагмент раздела 1 по описанию вихрековых дефектоскопов

Под действием магнитного поля частички порошка концентрируются в проблемной зоне, что делает магнитопорошковый контроль одним из самых быстрых способов выявления дефектов. В справочнике инструкции рассмотрены: *портативный магнитопорошковый дефектоскоп МДМ-2, магнитные клещи Parker DA-400, магнитопорошковый дефектоскоп МД-М*. На рисунке 21 показан фрагмент раздела по описанию магнитопорошкового дефектоскопа МДМ-2.

В разделе «**Порядок проведения магнитопорошковой дефектоскопии**» описаны магнитные методы неразрушающего контроля, которые используются для обнаружения скрытых дефектов в деталях, материалом для которых служит ферромагнитный металл (сталь, чугун), то есть материалы, способные под воздействием внешнего магнитного возмущения менять свои магнитные характеристики.

В справочнике инструкции рассмотрены: метод кругового (циркулярного) намагничивания и метод продольного намагничивания.



Рисунок 21 – Фрагмент раздела 1 по описанию магнитопорошкового дефектоскопа

Магнитопорошковый метод среди других методов магнитопорошкового контроля нашел наибольшее применение, благодаря легкости получения требуемого результата и простоте его анализа. В справочнике инструкции рассмотрены *этапы магнитопорошкового метода дефектоскопии* (рисунок 21).

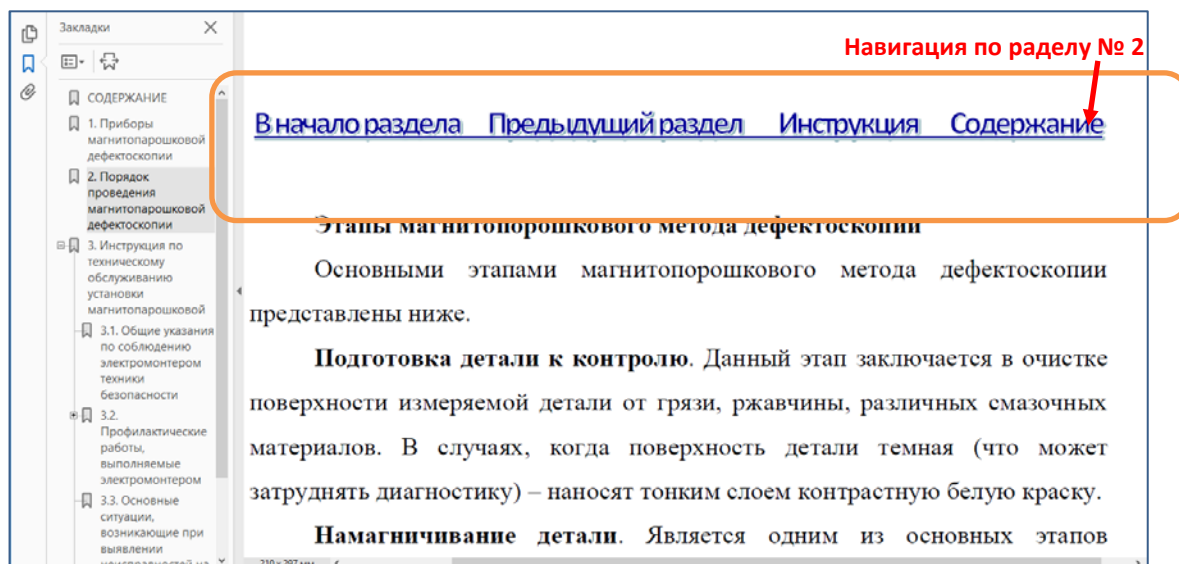


Рисунок 22 – Этапы магнитопорошкового метода дефектоскопии

В разделе «**Инструкция по техническому обслуживанию установки магнитопорошковой дефектоскопии электромонтером Первоуральского**

Новотрубного завода» рассмотрено проведение технических работ для своевременного выявления и определения причин неисправностей, которое требуется для обеспечения бесперебойной работы установки МПД на производстве.

В параграфе **«Общие указания по соблюдению электромонтером техники безопасности»** рассмотрены основные правила по работе с установкой МПД и мероприятия для экстренного случая.

В параграфе **«Профилактические работы, выполняемые электромонтером на установке МПД»** рассмотрены следующие вопросы:

1. Очистка контактов соединений для большой токовой нагрузки § 3.2.1. Пример фрагмента содержания параграфа представлен на рисунке 23.
2. Очистка намагничивающих контактов § 3.2.2. Пример фрагмента содержания параграфа представлен на рисунке 24.
3. Проверка интенсивности ультрафиолета § 3.2.3. Пример фрагмента содержания параграфа представлен на рисунке 25.
4. Проверка предохранительных устройств на установке МПД § 3.2.4.
5. Проверка датчиков и внешних устройств на установке МПД при подключении программатора к контроллеру SIMATIC S7-1200 § 3.2.5.



Рисунок 23 – Фрагмента содержания параграфа «Профилактические работы, выполняемые электромонтером на установке МПД»

Для выполнения очистки контактов соединений для большой токовой нагрузки электромонтер должен: выключить установку и защитить от неправомерного включения; открутить соединения на кабелях на большую силу тока; очистить стальной ватой места контакта до металлического блеска; смазать места контакта тонким слоем смазки для электрических контактов; снова установить соединения.

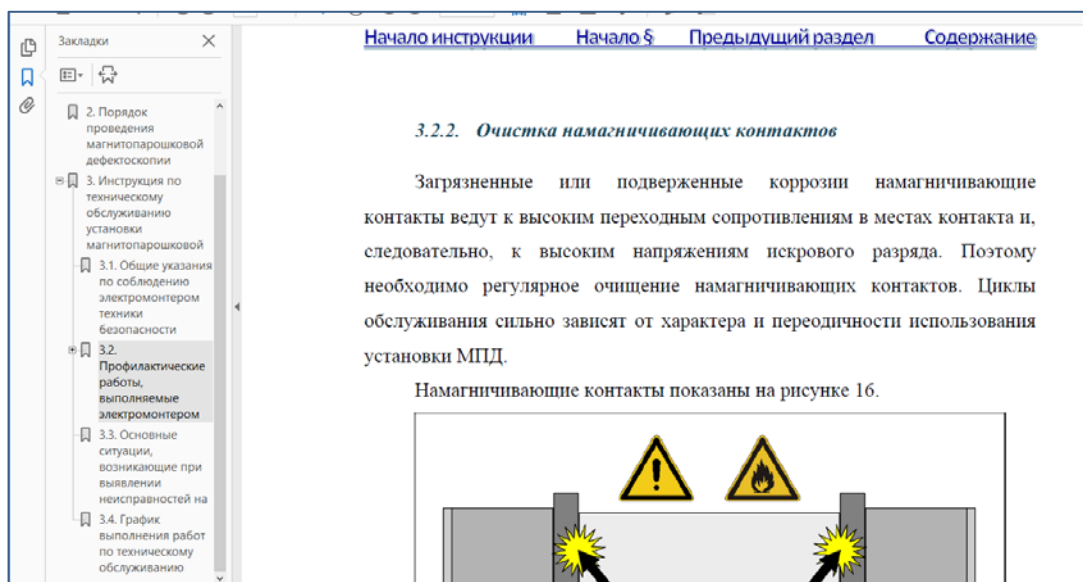


Рисунок 24 – Фрагмента содержания параграфа «Очистка намагничивающих контактов»

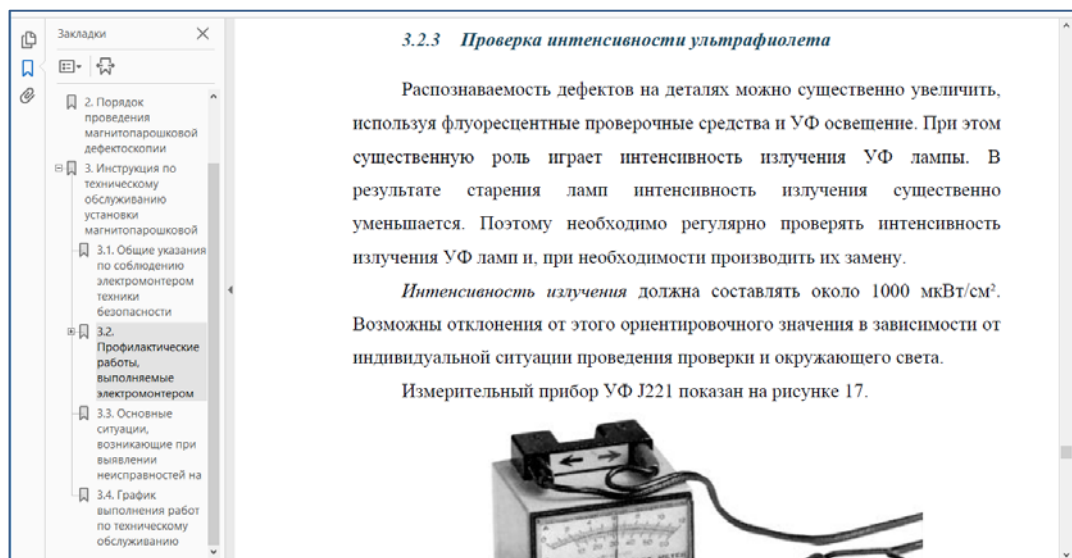


Рисунок 25 – Фрагмента содержания параграфа «Проверка интенсивности ультрафиолета»

В разделе «*Основные ситуации, возникающие при выявлении неисправностей на установке МПД*» описаны основные причины неисправностей и способы их устранения (рисунок 26).

[Начало инструкции](#)
 [Начало §](#)
 [Предыдущий раздел](#)
 [Содержание](#)

Таблица 1 – Причины неисправностей установки МПД и способы их устранения

Причина неисправности	Способ устранения неисправности
1. Система управления выключена	Включить устройство управления
2. Сработала защита электродвигателя	Двигатель неисправен или перегружен. Выяснить и устранить причину. Нажать Сброс, чтобы закрыть сообщение.
3. Контроль температуры силовочного трансформатора	Трансформатор неисправен или перегружен. Проверить вентилятор и фильтр электрошкафа/генератора сильного тока. Выяснить и устранить причину. Нажать Сброс, чтобы закрыть сообщение.
4. Сбой тока кругового намагничивания	Отсутствие намагничивания детали. Осторожно: Трещины в детали невидимы. Проверить заданный намагничивающий ток (потенциометр интенсивности). Задать значение >10% максимального. Проверить контакт на детал.

Рисунок 26 – Основные причины неисправностей и способы их устранения

В разделе **«График выполнения работ по техническому обслуживанию»** представлена периодичность технического обслуживания (рисунок 27).

3.4. График выполнения работ по техническому обслуживанию

Обзор периодичностей технического обслуживания показан в таблице 2.

Таблица 2 – Периодичность технического обслуживания

Периодичность	Период	Часы работы
1	ежедневно	8 ч
2	еженедельно	40 ч
3	ежемесячно	160 ч
4	ежеквартально	500 ч
5	ежегодно	2000 ч
6	каждые 2 года	4000 ч

[Начало инструкции](#)
 [Начало §](#)
 [Предыдущий раздел](#)

Рисунок 27 – График выполнения работ по техническому обслуживанию

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание справочника-инструкции по магнитопорошковой дефектоскопии трубной продукции облегчает работу сотрудников и студентов проходивших практику на предприятии ОАО «ПНТЗ» цеха №4 технологической автоматике, помогает им в дальнейшем с обслуживанием, настройкой установки МПД.

Исходя из этого, была поставлена цель – создать справочник-инструкция. Электронное учебное пособие реализовано в электронном виде в формате PDF, с помощью программного обеспечения AdobeAcrobat.

Для ОАО «ПНТЗ» завода цеха №4 данная работа является первым шагом к обучению персонала. Выполненная работа показала все достоинства при самостоятельном обучении персонала, а также студентов проходившие практику на этом предприятии, возможность быстро дополнять и изменять при необходимости информацию. Цель работы достигнута, поставленные задачи решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Аванесов, В.С.* Научные проблемы контроля знаний [Текст] / В.С. Аванесов. – М.: Исслед. центр пробл. кач. подгот. спец. (ИЦПКПС), 1994. – 194 с.
2. Автоматизация технологических и производственных процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proma-utomatic.ru> (дата обращения: 02.12.2016).
3. *Баранов, В.Н.* Применение микроконтроллеров: схемы, алгоритмы, программы [Текст] / В.Н. Баранов. – М.: Додэка-XXI, 2006. – 288 с.
4. *Бергер, Г.* Автоматизация с помощью программ STEP7 LAD и FBD [Текст] / Бергер Г. – М., 2001. – 156 с.
5. *Болл, Р.* Стюарт. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров (Программируемые системы) [Текст] / Р. Болл, – М., 2007. – 134 с.
6. *Бродин, В.Б.* Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс [Текст] / В.Б. Бродин, М.И. Шагурин. – М.: ЭКОМ, 1999. – 400 с.
7. *Водовозов, А.М.* Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие [Текст] / А.М. Водовозов. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 123 с.
8. *Гадре, Д.* Занимательные проекты на базе микроконтроллеров TinyAVR [Текст] / Д. Гадре. – М.: Электроника, 2012. – 186 с.
9. *Гилмор, Ч.* Введение в микропроцессорную технику [Текст] / Ч. Гилмор. – М.: Мир, 1984. – 314 с.
10. *Евгенева, Г.Б.* Автоматизация технологических процессов и производств. [Текст] / Г.Б. Евгенева. – М.: «СТАНКИН», 2015. – 441с.
11. *Евстифеев, А.В.* Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы ATMEL [Текст] / А.В. Евстифеев. – М., 2008. – 156 с.
12. Магнитопорошковый метод контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://armtorg.ru/articles/item/58/> (дата обращения: 02.12.2016).

13. *Макарова, Н.В.* Информатика. Учебник [Текст] / Н. В. Макарова, Л. А. Матвеев, В.Л. Бройдо и др.; под ред. Н. В. Макарова. – 3-е изд. – М. : Финансы и статистика, 2009. – 761 с.
14. Методы нанесения магнитных порошков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://qualytest.ru/katalog_produkcii/magnitoporoshkovyjj_kontrol/primenenie (дата обращения: 17.01.2017).
15. Неразрушающий контроль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntsexpert.ru/md> (дата обращения: 05.12.2016).
16. *Петинов, С.В.* Обзор методов дефектоскопии при обследовании трубопроводов [Текст] / С.В. Петинов, В.Г. Сидоренко // Молодой ученый. – 2016. – №2. – С. 194-199.
17. Обзорные статьи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arman-engineering.ru/info_center/articles/654 (дата обращения: 05.12.2016).
18. *Осин, А.В.* Мультимедиа в образовании: контекст информатизации [Текст] / А.В. Осин. – М.: Агентство «Издательский сервис», 2004. – 320 с.
19. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5856491/page:11> (дата обращения: 09.12.2016).
20. *Прокопенко, В.С.* Программирование контроллеров SIEMENS [Текст] / В.С. Прокопенко. – М.: 2012. – 184 с.
21. *Робертсон, Л.* Программирование это просто. Пошаговый подход [Текст] / Л. Робертсон. – М.: 2008. – 383 с.
22. *Романов, В.П.* Основы языка программирования STEP 7 [Текст] / В.П. Романов. – М.: 2009. – 45 с.
23. *Рюмик, С.М.* 1000 и одна микроконтроллерная схема. Книга 1 [Текст] / С.М. Рюмик. – М.: Додэка-XXI, 2012. – 356 с.
24. *Соснин, О.М.* Основы автоматизации технологических процессов и производств [Текст] / О.М. Соснин. – М.: «Академия», 2009. – 240с.

25. *Сумина, Т.Г.* Общая и профессиональная педагогика. Учебное пособие [Текст] /Т.Г.Сумина. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед.ун-т», 2008. – 127 с.

26. *Хомченко, В.Г.* Автоматизация технологических процессов [Текст] / В.Г. Хомченко, А.В. Федотов; Под. ред. В.Г. Хомченко. – М.: 2005. – 230 с.

27. Что такое формат PDF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pdfopen.ru/chto-takoe-format-pdf.html> (дата обращения: 20.12.2016).

28. *Эрганова Н. Е.* Практикум по методике профессионального обучения. Учебное пособие [Текст] / Н.Е. Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед.ун-та, 2011. – 89 с.

29. *Эрганова Н. Е.*, Методика профессионального обучения. Учебное пособие [Текст]/Н.Е. Эрганова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 160 с.

30. *Эрганова Н. Е.*, Практикум по педагогическим технологиям. Учебное пособие [Текст] / Н.Е. Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. – 50 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра информационных систем и технологий
направление 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль «Информатика и вычислительная техника»
профилизация «Компьютерные технологии»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ИС

_____ Н.С. Толстова
(подпись) (Фамилия И.О.)
« _____ » _____ 20 ____ 17 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение **выпускной квалификационной работы** специалиста
(выпускная квалификационная работа)

студента (ки) _____ 4 _____ курса группы _____ Пу-413СКТэ

_____ Сапегин Сергей Сергеевич

(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема _____ СПРАВОЧНИК–ИНСТРУКЦИЯ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ
ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ

утверждена распоряжением по факультету от _____ « ____ » _____ 20 ____ 17 г. № _____

2. Руководитель _____ Телепова Татьяна Петровна

(фамилия, имя, отчество полностью)

_____ старший преподаватель _____ каф. ИС
(ученая степень) (ученое звание) (должность) (место работы)

3. Место преддипломной практики _____ ОАО ПНТЗ цех №4

4. Исходные данные к ВКР _____ 1. Магнитопорошковый метод контроля. – Режим доступа:
http://armtorg.ru/articles/item/58/ (Дата обращения 02.12.2016).
(список основной литературы)

_____ 2. .Неразрушающий контроль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ntcexpert.ru/md
(Дата обращения: 05.12.2016).

5. Содержание пояснительной записки ВКР (перечень подлежащих разработке вопросов)

_____ 1) *Теоретический раздел. Анализ источников по теме ВКР*

_____ 2) *Практический раздел. Описание практического задания*

_____ 3) *Методический раздел. Описание задания по методике*

_____ 4) *Список используемых источников информации,*

_____ 5) *Приложения(демонстрационные материалы, таблицы, графические материалы)*

6. Перечень графических и демонстрационных материалов _____
 презентация, выполненная средствами MicrosoftPowerPoint

7. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапа дипломной работы	Срок выполнения этапа	Процент выполнения ВКР	Отметка руководителя о выполнении
1	Поиск информации по теме ВКР Работа над теоретическим разделом ВКР Сдача зачета по преддипломной практике	20.12.2016- 12.01.2017	40 %	(подпись)
2	Выполнение работ по разрабатываемым вопросам, их изложение в пояснительной записке ВКР:			(подпись)
	Выполнение и оформление теоретического раздела ВКР	30.12.2016	45%	(подпись)
	Работа над практическим разделом ВКР			(подпись)
	Выполнение и оформление практического раздела ВКР	05.01.2017	75%	(подпись)
	Работа над заданием методического раздела			(подпись)
	Выполнение и оформление методического раздела	15.01.2017	85%	(подпись)
3	Оформление демонстрационных материалов: электронная презентация (плакаты) и подготовка доклада к предварительной защите	29.01.2017	90%	(подпись)
4	Подготовка доклада к предварительной защите	30 01.2017		(подпись)
5	Нормоконтроль	25-31 01.2017	95%	(подпись)
6	Предварительная защита	01–19 01.2017	98%	(подпись)
7	Получение рецензии, подготовка к защите	10–16 02.2017		(подпись)
8	Защита ВКР	17.02.2017	100%	

8. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Наименование раздела	Консультант	Задание выдал		Задание принял	
Методическая часть		_____	_____	_____	_____
		(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
Нормоконтроль		_____	_____	_____	_____
		(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)
Предварительная защита		_____	_____	_____	_____
		(подпись)	(дата)	(подпись)	(дата)

Руководитель _____ Задание получил _____
 (подпись) (дата) (подпись) (дата)

9. Пояснительная записка дипломной работы и все материалы проанализированы
 Считаю возможным допустить _____ **Сапегина С.С.** _____ к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии

Руководитель _____
 (подпись) (дата)

10. Допустить _____ **Сапегина С.С.** _____ к защите выпускной квалификационной работы
 (фамилия и.о. студента)
 в государственной экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры
 от« _____ » _____ 20 _____ г., № _____)

Заведующий кафедрой _____
 (подпись) (дата)