

УДК 62-523.2

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИСТИЛЛЯТОРОМ ДЭ-25 НА
БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ПЛК-150**

Пилипенко А.В.

к.т.н., доцент,

*Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева,
Орел, Россия*

Маркин Н.И.

к.т.н., доцент,

*Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева,
Орел, Россия*

Шарифов Н.К.

Зав. лабораторией,

*Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева,
Орел, Россия*

Хохлов П.А.

магистр 2 курса,

*Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева,
Орел, Россия*

Аннотация

В статье описана разработка современной системы управления электрическим дистиллятором ДЭ-25, обеспечивающая управление нагревом воды по заданному алгоритму, поддержание уровня воды в камере испарения при ее убыли, а также мониторинг распределения температур по вертикали камеры испарения.

Ключевые слова: система управления дистиллятором, распределение температуры в испарителе, контроллер ОВЕН ПЛК 150, принципиальная схема дистиллятора, структурная схема дистиллятора.

***DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM OF DISTILLATION OF
DE-25 BASED CONTROLLER PLC-150***

Pilipenko A.V.

PhD, Associate Professor,

Orel state University named after I. S. Turgenev,

Orel, Russia

Markin N.I.

PhD, Associate Professor,

Orel state University named after I. S. Turgenev,

Orel, Russia

Sharifov N.K.

head of laboratory,

Orel state University named after I. S. Turgenev,

Orel, Russia

Hohlov P.A.

student master 2nd year,

Orel state University named after I. S. Turgenev,

Orel, Russia

Annotation

The article describes the development and manufacture of modern control system of electric distiller DE-25, which provides control of water heating according to a given algorithm, maintaining the water level in the evaporation

chamber at its loss, as well as monitoring the temperature distribution vertically evaporation chamber.

Keywords: control system of distillation, the temperature distribution in the evaporator, PLC 150 controller, schematic diagram of the distiller, the structural scheme of the distiller.

В работе для модернизации был выбран дистиллятор ДЭ-25М.

Большое применение дистиллятор ДЭ-25 нашел в медицинских лабораториях. Часто дистилляторы применяют для получения чистой питьевой воды в случае ее загрязнения. Но после дистилляции воду необходимо обогатить солями.

Коротко технологический процесс дистилляции описывается так:

1. Холодная вода, требующая очистки поступает в испаритель;
2. Поступившая вода нагревается группой электрических тэнов до кипения;
3. Получающийся пар, двигается через группу сепараторов и достигает поверхностей конденсатора. Конденсатор постоянно охлаждается с другой стороны холодной водой. Пар конденсируется на стенках конденсатора, и сливается по специальному желобу. Перед нами полученная дистиллированная вода.

Чтобы контролировать уровень подаваемой в нагревательный бак воды используется датчик уровня. Если уровень падает ниже допустимого значения производится выключение нагревательных тэнов, чтобы не допустить их перегорания или электрического повреждения дистиллятора или работающего персонала.

К данному дистиллятору ДЭ-25 подается трехфазное питание напряжением 380В.

Отличительной особенностью является отсутствие температурных датчиков, и как следствие какого-либо температурного контроля и регулирования.

На рисунке 1 изображен дистиллятор ДЭ-25 в разрезе с протекающим в нем технологическим процессом.

Вода из трубопровода подается через питающий вентиль 3 в охлаждающую рубашку 2, находящуюся в корпусе 1. Затем вода по отводному патрубку 10 подается в уравнивающий сосуд 9. Из уравнивателя вода через фильтр 16 и подающую трубу 11 подается в камеру испарения (испаритель) 4. В испаритель 4 вода подается до определенного конструкцией дистиллятора уровня.

Этот уровень воды в испарителе 4 можно регулировать уравнивателем 9. Это происходит из-за отвода лишней воды через отвод 12. Как только уровень воды в испарителе 4 опускается ниже рабочего датчик уровня 14 отключает нагревательные тэны 5. Датчик уровня 14 поплавковый.

В испарителе 4 вода нагревается нагревательными тэнами 5 до кипения. Пар движется через сепарационные тарелки 6 в камеру конденсации (конденсатор) 7. Конденсатор охлаждается снаружи проточной водой, находящейся в охлаждающей рубашке 2 корпуса 1. Пар прошедший через все устройства конденсируется в конденсаторе 7. Полученный дистиллят поступает через ниппель 8 в специальную тару.

После окончания процесса дистилляции вода из испарителя сливается через спускной кран 13. Это можно делать только при отключенном аппарате.

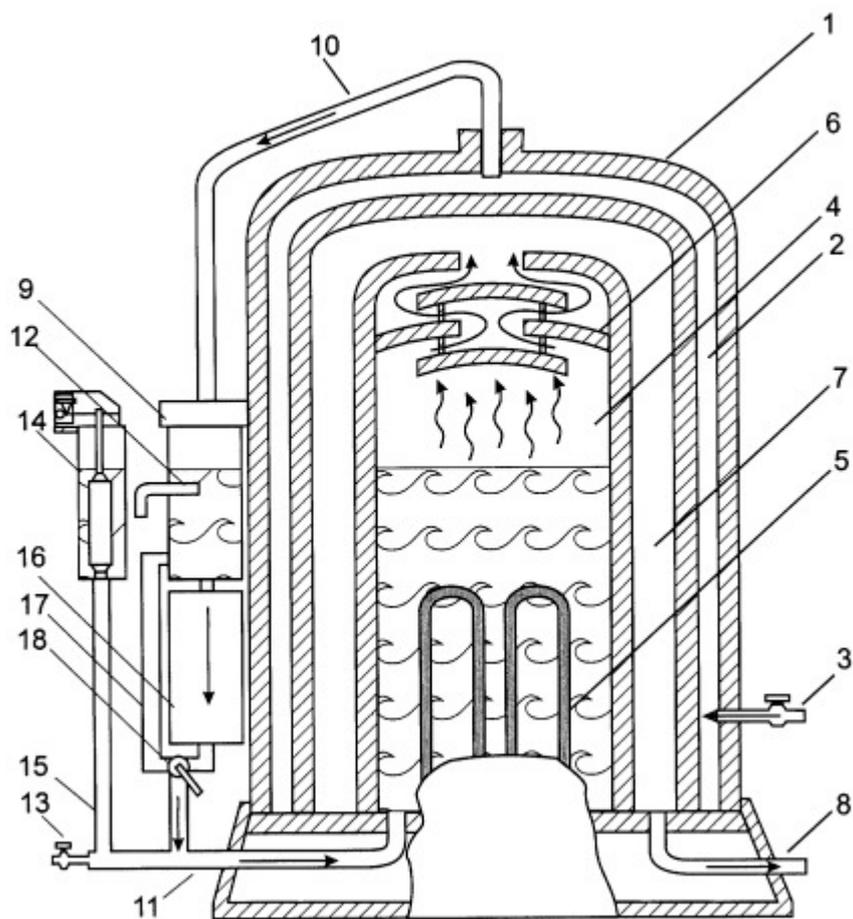


Рис. 1 Дистиллятор ДЭ-25, где: 1 - корпус, 2- охлаждающая рубашка ,3 – питающий вентиль, 4 – испаритель, 5 - нагревательные тэны, 6 - сепарационные тарелки, 7 - камеру конденсации, 8 – ниппель, 9 - уравнивающий сосуд, 10 - отводному патрубку, 11 - подающую трубу, 12 - отвод, 13 - спускной кран, 14 - датчик уровня, 15 – соединительная труба, 16 - фильтр, 17 - соединительный патрубок, 18 - перепускной кран.

Используемый в работе дистиллятор долгое время находился в эксплуатации и как следствие имел серьезные загрязнение известью всех полостей, тарелок, водопроводов и нагревательных тэнов.

После изучения конструкции дистиллятора, бала проведена его разборка и прочистка.

Было принято решение о внесении в конструкцию дистиллятора следующих изменений:

1. Расположить во внутренних полостях (камерах) четырех датчиков температуры. Один датчик расположить непосредственно в нижней части

камеры с нагревательными тэнами (в испарителе). Три датчика температуры расположить на каждой сепарационной тарелке. Такое расположение позволит отслеживать температуру пара.

2. Внести в электрическую часть интеллектуальный управляющий элемент – промышленный контроллер ОВЕН ПЛК150.

3. Управления нагревательным тэном, а также наливным клапаном обеспечивать от контроллера с использованием интеллектуального алгоритма управления.

4. Количество нагревательных тэнов сократить до одного. Это позволит запитать стенд от простой однофазной цепи.

5. Датчик уровня также подсоединить к контроллеру.

6. Данные с датчиков температуры сбрасывать в архив с постоянным текущим отображением их значений на ЭВМ в виде графиков. Для этого контроллер должен быть соединен с ЭВМ.

В качестве визуализатора и архиватора данных принято решение использовать SCADA TRACE MODE.

Структурная схема системы управления стендом представлена на рисунке 2. В структуре стенда ядром является промышленный контроллер ОВЕН ПЛК150. Этот контроллер предназначен для реализации небольших проектов, как раз как в нашем случае.

Контроллер по интерфейсу Ethernet через Hub соединен с операторской станцией (ЭВМ). На операторской станции реализуются две функции. Первая это программирование контроллера, которое осуществляется из среды CodeSys (канал программирования). Вторая функция – пульт визуального контроля показаний датчиков, и архивирования данных, организованный на базе Scada Trace Mode (канал МРВ).

К четырем каналам аналогового входа контроллера подключены четыре резистивных датчика температуры (датчик температуры 1 - датчик температуры 4).

У контроллера имеется шесть дискретных входов. Мы используем в работе только один для подключения датчика уровня жидкости в испарителе.

Этот датчик требует подключения внешнего блока питания 5В. Он изображен на схеме.

У контроллера есть два аналоговых выхода. При разработке стенда они не задействованы.

Для управления исполнительными устройствами используются дискретные выходы релейного типа с допустимой нагрузкой до 2 А.

К ним подключены:

1. Контактор (Реле) включения нагревательного тэна на 25А.

Сам тэн с контроллерным выходом не соединен, т.к. включается через сильноточное реле (контактор)

2. Электромагнитный клапан подачи воды в испаритель.

3. Лампочка “Тэн включен”.

Ко всем силовым элементам выполнен подвод напряжения питания 220В от блока сетевого питания.

Сам контроллер ПЛК150 также питается от сети 220В от блока сетевого питания.

Линии питания 220В на схеме показаны толстыми линиями.

У контроллера на передней панели имеется кнопка сброса, которую можно программировать на любые функции.

Также у контроллера есть два коммуникационных разъема RS-485. Причем один из них работает как RS-485 так и как RS-232. В нашем проекте эти каналы не задействованы.

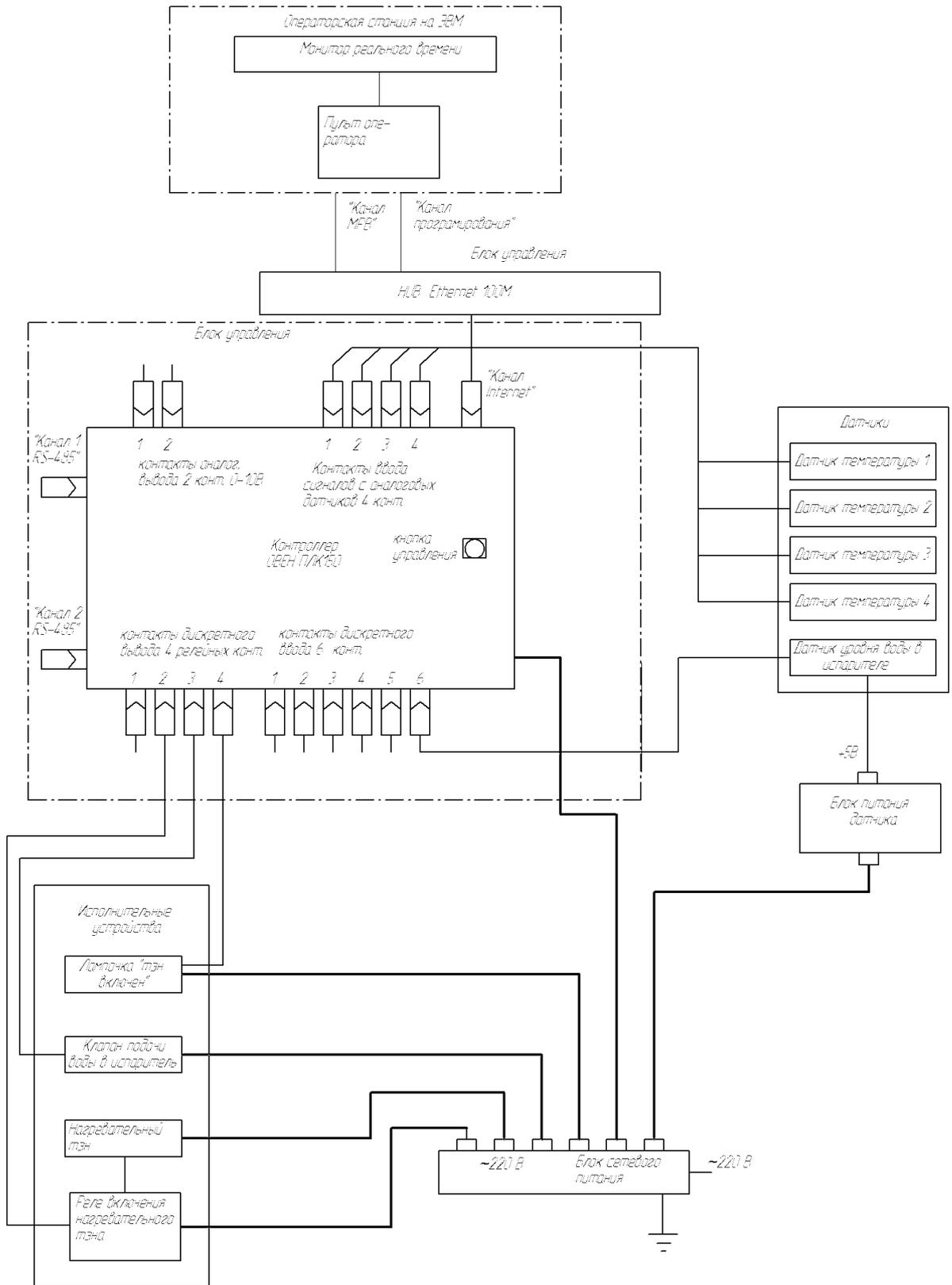


Рис. 2. Структурная схема системы управления дистиллятора.

Модернизируемый дистиллятор имел собственную электрическую принципиальную схему подключения тэнов и датчика уровня.

У дистиллятора были применены сразу три нагревательных тэна мощностью 5 кВт. Поэтому для его подключения использовалась трехфазная электрическая цепь переменного тока на 380В.

Подключение выполнялось через автомат. Через трехфазное реле трехфазная цепь подключалась к трем электрическим тэнам. Каждый тэн подключен на отдельную фазу. В сети тэнов располагается лампочка индикатора сети.

Датчик уровня камеры испарения и управляющая цепь трехфазное реле, подключены к блоку питания. К нему же подключены две лампочки индикаторы воды и нагрева.

Управление включением/выключением тэнов выполнялось по жесткой логике завязанной на показания датчика уровня, и реализованное на схемотехническом уровне.

В соответствии с разработанной структурной схемой была разработана новая электрическая принципиальная схема подключения датчика уровня, датчиков температуры, электромагнита управления нагревательным тэном, электромагнитным клапаном подачи воды к ПЛК150 (рисунок 3). В центре схемы промышленный контроллер ОВЕН ПЛК150.

К четырем каналам аналогового входа контроллера (контакта 25-32) подключены четыре резистивных датчика температуры (датчик температуры RK1 - датчик температуры RK4). Каждый аналоговый вход имеет два электрических контакта (Общий и A_{ix}).

У контроллера имеется шесть дискретных входов. Мы используем в работе только один для подключения датчика уровня жидкости AA2 в испарителе. Датчик трехконтактный реализованный по N-P-N схеме.

Этот датчик требует подключения внешнего блока питания 5В. Он изображен на схеме – БП30Б.

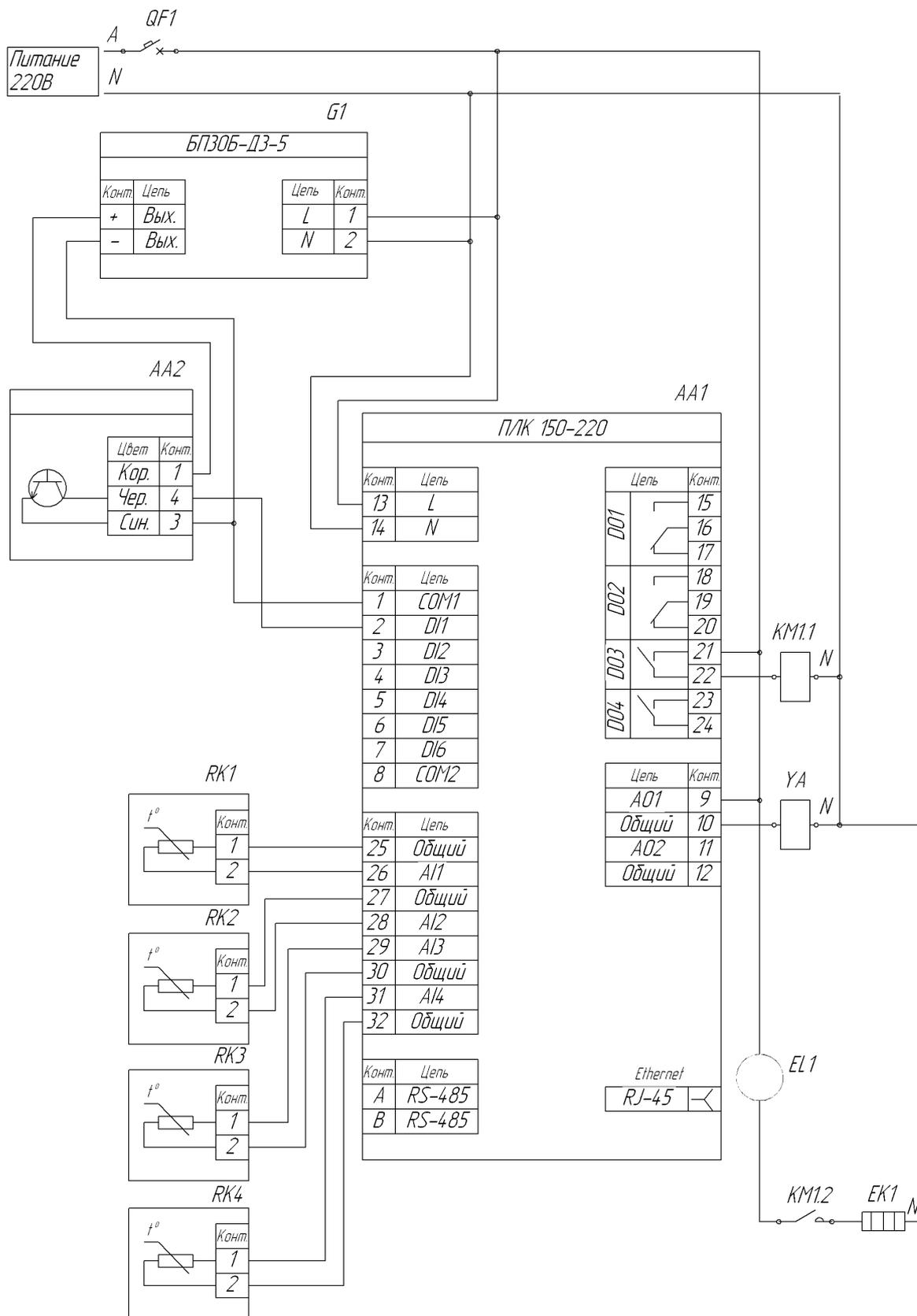


Рис. 3. Принципиальная схема системы управления дистиллятором.

Для управления исполнительными устройствами используются дискретные выходы релейного типа с допустимой нагрузкой до 2 А.

К ним подключены:

1. Контактор (Реле) включения нагревательного тэна на 25А КМ1.

Сам тэн с контроллерным выходом не соединен, т.к. включается через сильноточное реле (контактор) КМ1. В цепи тэна расположена сигнальная лампа работы тэна.

2. Электромагнитный клапан подачи воды в испаритель (обозначен на схемеУА) управляется реле контроллера на прямую.

Ко всем силовым элементам выполнен подвод напряжения питания 220В от блока сетевого питания.

Сам контроллер ПЛК150 также питается от сети 220В от блока сетевого питания.

Блок сетевого питания включен через автомат QF1.

Особое внимание было уделено разработке алгоритма управления и программе управления контроллером.

Программа управления была разработана в соответствии с созданным алгоритмом в среде программирования CodeSys.

Был разработан визуальный пульт управления на операторской ЭВМ.

Пульт был спроектирован в SCADA TraceMode. Одновременно был реализован механизм состыковки контроллера и SCADA по интерфейсу Ethernet и протоколу связи Modbus.

Предполагается, что спроектированная система может быть использована в лабораторных работах по промышленным контроллерам и протоколам. Также возможно применение для проведения экспериментов по изучению процессов происходящих в закрытых сосудах при кипении воды с различными примесями.

Библиографический список:

1. Сергеев А.И. Программирование контроллеров систем автоматизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Сергеев, А.М.

Черноусова, А.С. Русяев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 126 с. — 978-5-7410-1649-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71315.html>

2. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс] : учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 459 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37830.html>