

При нажатии на все три зелёные кнопки «Включить» (рисунок 3а) они поменяет свой цвет на красный, и надпись изменится на «Выключить» (рисунок 3б).

Таким образом, в результате проделанной работы была разработана SCADA системы управления вентилятором приточной вентиляции. При нажатии кнопок производится включение и выключение вентилятора. При включённом вентиляторе его лопасти начинают вращаться, и индикатор меняет свой цвет на красный, оповещая о включении вентилятора.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Елизаров И.А. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA- системы: учеб. пособие для вузов / И. А. Елизаров. — Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 160 с
2. Палагута К.А. Интегрированные системы проектирования и управления / К.А. Палагута, А.С. Семенов. - М.: МГИУ, 2008. - 204 с.
3. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. 3-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Харазов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2013. - 550 с.
4. Матвейкин В.Г. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов: учеб. пособие для вузов /В.Г. Матвейкин, С.В. Фролов, М.Б. Шехтман. — Москва: Машиностроение, 2000. — 176 с.
5. Simple-Scada // О программе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://simple-scada.com/>

Научный руководитель: Е.В. Кравченко, к.т.н., доцент кафедры АТП ЭНИН ТПУ.

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ ПО ОСАЖДЕНИЮ НЕРАСТВОРИМЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS S7-1500**

А.Г. Нигай

Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа А7-13

Одним из направлений повышения безопасности АЭС является их ориентация на пассивные системы безопасности. Одной из таких систем является система пассивного отвода тепла от защитной оболочки реактора СПОТ 30. Основная функция данной системы – обеспечение непревышения максимального проектного давления под защитной оболочкой в условиях запроектной аварии с целью сохранения целостности последнего барьера безопасности при отказе активных систем [1].

Анализ процессов при запроектной аварии на АЭС позволил выделить четыре характерные стадии аварии, отличающиеся скоростями конденсации, концентрацией и составом аэрозолей, которые способны снизить мощность теплоотдачи теплообменника СПОТ 30 [2].

Целью работы является разработка системы автоматизированного контроля и управления реактором по осаждению нерастворимых аэрозолей на базе программируемого логического контроллера Siemens S7-1500.

На рисунке 1 представлена упрощенная технологическая схема испытательной установки – реактора по осаждению нерастворимых аэрозолей.

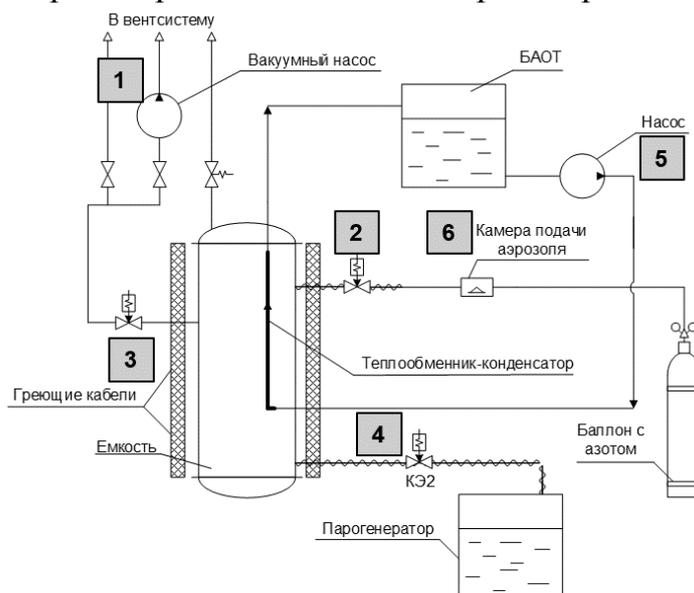


Рис. 1. Упрощенная технологическая схема испытательной установки – реактора по осаждению нерастворимых аэрозолей.

Алгоритм работы установки:

В емкость смонтирован теплообменник-конденсатор.

1. Сначала из емкости откачивается воздух;
2. Затем подается азот;
3. После этого происходит нагрев емкости до заданной температуры;
4. Далее в нагретую емкость подается пар. При достижении заданного давления и температуры емкость выдерживается 10-20 минут для стабилизации всех параметров;
5. Далее в теплообменник конденсатор подается вода;
6. При достижении стационарных условий (температура воды, температура и давление парогазовой среды) в емкость осуществляется напуск модельной смеси порошков в токе газа-носителя – азота. Включается отсчет времени.

Разработанная система автоматизированного управления построена таким образом, что все вышеперечисленные действия выполняются на выбор оператора исходя из условий эксперимента: в ручном или в автоматическом режиме.

Из структурной схемы, представленной на рисунке 2, видно, что система является трехуровневой [3-4].

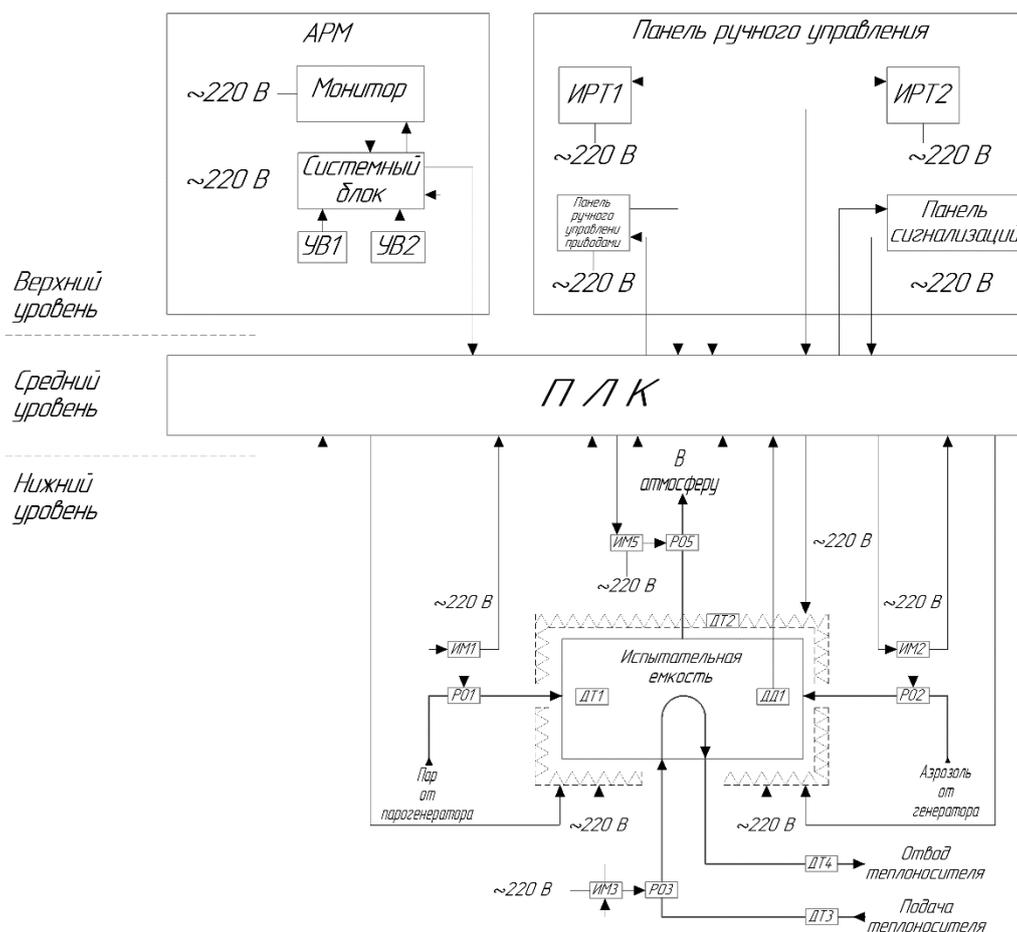


Рис. 2. Структурная схема САУ

Пояснения к рисунку 2: АРМ – автоматизированное рабочее место; УВ – устройство ввода; ИРТ – измеритель-регулятор температуры; ПЛК – программируемый логический контроллер; ИМ – исполнительный механизм; РО – регулирующий орган; ДТ – датчик температуры; ДД – датчик давления.

Пример разработанного математического обеспечения системы автоматизированного контроля и управления реактором по осаждению нерастворимых аэрозолей представлен на рисунке 3, где изображен фрагмент блок-схемы описывающий алгоритм подачи пара в емкость.

Если выбран тип управления «Нормальный», то значение текущего давления в сосуде выводится на мнемосхему и оператору необходимо выбрать режим работы: ручной или автоматический.

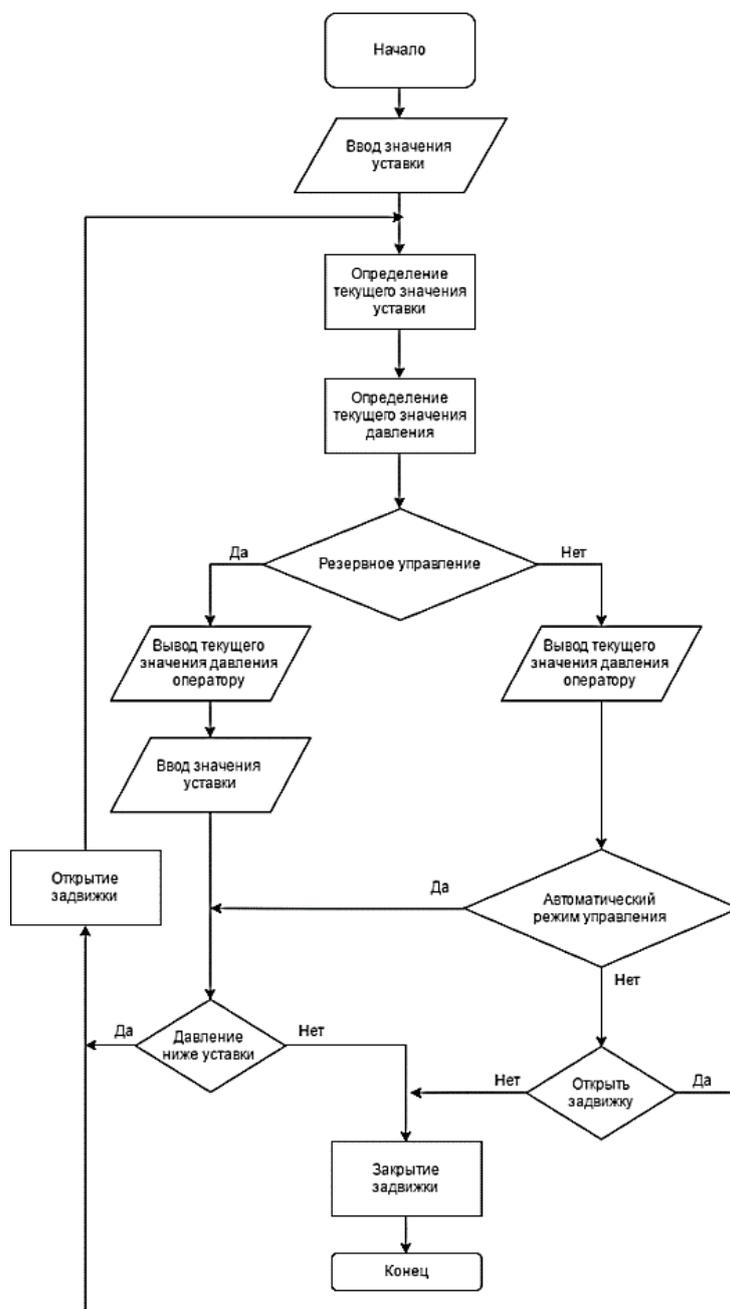


Рис. 3. Фрагмент алгоритма подачи пара в емкость реактора

В ручном режиме предусмотрено нажатие оператором кнопок «Открыть» или «Закрыть» задвижку на мнемосхеме или на панели ручного управления.

В автоматическом режиме управления оператор должен ввести значение уставки на мнемосхеме, которая сравнивается со значением текущего давления в сосуде и если давление выше уставки, то задвижка закрывается, а если давление ниже уставки то поступает сигнал на открытие задвижки и цикл повторяется.

При помощи специализированного программного обеспечения TIA Portal разработана мнемосхема (рисунок 4), на которой в режиме реального времени отображаются текущие значения измеряемых параметров, уставки и состояния задвижек. При помощи данной мнемосхемы выполняется выбор режима управления, управление задвижками и задание уставок [5]. При запуске мнемосхемы

автоматически начинается запись всех измеряемых параметров на жесткий диск в отдельные файлы Excel.

The screenshot displays a control interface for a reactor, titled "РЕАКТОР". It is divided into several functional areas:

- ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (Current Technological Parameters):**
  - Temperature of water at inlet: 17.000 °C
  - Temperature of water at outlet: 21.700 °C
  - Temperature inside the vessel: 106.002 °C
  - Pressure inside the vessel: 0.240 МПа
  - Temperature of the vessel surface: 98.001 °C
  - Heating of the vessel body is turned on (checkbox checked).
- УСТАВКИ (Setpoints):**
  - Pressure: 0.240 МПа
  - Temperature: 100.000 °C
- ВЫБОР РЕЖИМА (Mode Selection):**
  - АВТОМАТИЧЕСКИЙ (Automatic) - selected
  - РУЧНОЙ (Manual)
- УПРАВЛЕНИЕ ЗАДВИЖКАМИ (Valve Control):**
  - Задвижка на подаче ПАРА (Steam supply valve):**
    - Mode: Автоматический (Automatic)
    - Position: +0 %
    - Buttons: ОТКРЫТЬ (Open), ЗАКРЫТЬ (Close)
  - Задвижка на подаче АЗОТА (Nitrogen supply valve):**
    - Position: +0 %
    - Buttons: ОТКРЫТЬ (Open), ЗАКРЫТЬ (Close)
  - Задвижка на сбросе (Drain valve):**
    - Position: +0 %
    - Buttons: ОТКРЫТЬ (Open), ЗАКРЫТЬ (Close)
  - Задвижка на подаче ВОДЫ (Water supply valve):**
    - Position: -100 %
    - Buttons: ОТКРЫТЬ (Open), ЗАКРЫТЬ (Close)
- ВЫЧИСЛЕНИЯ (Calculations):**
  - Specify flow rate: +0 л/ч
  - Specify heat flow: +0 Вт
- Buttons:** Тренды (Trends), Выход (Exit)

Рис. 4. Мнемосхема

Разработанная автоматизированная система позволяет контролировать и управлять технологическими процессами реактора по осаждению нерастворимых аэрозолей.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Арон Д.В., Павлова М.В., Панченко С.В. Оценки масштаба социально-экономических последствий аварии на АЭС в префектуре Фукусима / Известия российской академии наук. Энергетика. 2013. № 5. С. 65-71.
2. Козлов И.Л. Анализ результатов моделирования аварий с повреждением ядерного топлива на АЭС с корпусными ядерными реакторами / Труды одесского политехнического университета. 2015. № 1 (45). С. 65-74.
3. Nigay A.G., Kravchenko E.V. Development Automated System Control Heat Chamber Based on Programmable Logic Controller Siemens S7-200 // MATEC Web of Conferences. - Les Ulis: 2015. - Vol. 37 : Smart Grids 2015. - [01037, 3 p.]. - Title screen. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20153701037>
4. Нигай А.Г. Система автоматического управления климатической камерой // Труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. ТПУ - 2017. - Т. 2. - [С. 197-199].
5. Нигай А.Г., Васильева Ю.З. Разработка программно-технического комплекса мониторинга давления удаленного объекта / Труды IV Международного молодежного форума «Интеллектуальные энергосистемы». ТПУ – 2017. – Т. 3. – [С. 119-123].

Научный руководитель: Е.В. Кравченко, к. т. н., доцент каф. АТП ЭНИН ТПУ.