

внешние признаки - поворотная ручка на электроприводе AMV-423 начинает вращаться против часовой стрелки (что указывает на открытие клапана)

Циркуляционные насосы включены, один находится в работе;

Таймер переключения насосов переведен, путем вращения поворотного циферблата, на время срабатывания переключения насосов.

При срабатывании таймера насос находившийся в работе – останавливается и переходит в режим ожидания, второй насос переходит из режима ожидания в рабочий режим.

Контролируемые параметры:

1. Температура наружного воздуха;
2. Температура подающего теплоносителя.
3. Температура обратного теплоносителя.
4. Время переключения циркуляционных насосов.

В случае отработки системы автоматики по заданному алгоритму, система считается прошедшей комплексное опробование и передается Заказчику в опытную эксплуатацию.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Технические средства автоматизации и управления/ Белов М.П.

Научный руководитель: Е.В. Иванова, к.ф.-м.н., ст. преподаватель кафедры АТП ЭНИН ТПУ.

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

А.А. Таханова<sup>1</sup>, Е.В. Кравченко<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, <sup>1</sup>группа 5БМ4Д

В работе любого объекта всегда являлось важным обеспечение надежности и безопасности материалов, элементов, составляющих объект. Сбои в работе объекта могут привести к ухудшению качества работы и производимой продукции, к прекращению работы объекта и также к возникновению аварий на объекте. Электроконтактные соединения присутствуют во многих технических системах, в том числе и в теплотехнической, и являются одним из важных элементов.

Целью работы является исследование надежности, прогнозирование остаточного ресурса электроконтактных соединений в рабочих

интервалах температур. Определены следующие задачи исследования: проведение серий экспериментов по измерению температуры контактных соединений в рабочих интервалах температур; разработка математической модели для прогнозирования остаточного ресурса контактного соединения. Проверка адекватности прогнозирования предполагается осуществить с помощью уже существующей программной реализации системы прогнозирования остаточного ресурса контактных соединений.

Объектом исследования являются контактные соединения (коммутационные устройства).

Описание экспериментальной установки и ее устройств

Экспериментальная установка представлена в виде автоматизированной системы, состоящей из климатической камеры, нагревательного элемента (печи), датчиков температуры и влажности, блока питания и контроллера фирмы Siemens (центрального процессора, модуля аналоговых входов), нормирующего преобразователя температуры и влажности, реле, трансформатора и объекта исследования.

В качестве центрального устройства разрабатываемой системы выбран программируемый логический контроллер Simatic S7-200 (CPU 222) фирмы Siemens, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Изображение контроллера приведено на рисунке 1.



Рис. 1. ПЛК Simatic S7-200 (вид спереди)

Программирование контроллера осуществляется с помощью ПК. Связь контроллера с ПК осуществляется с помощью PPI (Point To Point Interface) кабеля.

Согласно техническому заданию предусматривается использование датчиков температуры сигналы с которых имеют аналоговую величину.

Контроллер имеет 8 дискретных входов и 6 дискретных выходов и имеет возможность подключения до 2 модулей расширения. Т.к. выходные сигналы с датчиков имеют аналоговый тип, есть необходи-

мость в использовании дополнительного модуля аналоговых входов [4].

Модуль аналоговых сигналов выполняет аналого-цифровое преобразование входных сигналов от датчиков. Результат преобразования передается на контроллер. В изготавливаемой установке в качестве такого модуля выступает EM 231 фирмы Siemens. Изображение модуля представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Модуль аналоговых входов EM 231 (вид спереди)

Модуль соединяется с ПЛК посредством специальной внутренней шины.

Данный модуль имеет 4 аналоговых входа и принимает сигналы в достаточно широких пределах измерений: 0...10 В, 0...5 В, 0...20 мА,  $\pm 5$  В,  $\pm 2,5$  В [5]. Поэтому возникает необходимость в использовании нормирующего преобразователя.

В качестве нормирующего преобразователя используется преобразователь 2000Н-22 компании ООО "Теплоприбор-Сенсор" [6]. Изображение преобразователя представлено на рисунке 3.



Рис. 3. Нормирующий преобразователь 2000Н-22 (вид спереди)

Данный преобразователь имеет выходной сигнал 4...20 мА, который попадает в диапазон входных сигналов 0...20 мА модуля аналоговых входов EM 231.

В качестве датчика температуры используется малогабаритный термопреобразователь сопротивления медный ТСМ 50М, который подключается к нормирующему преобразователю по 4-х проводной схеме.

Диапазон измерения датчика: от минус 50 до плюс 150°C [7].

Объектом управления является эмулятор печи ЭП10 фирмы ОВЕН (рис. 4).

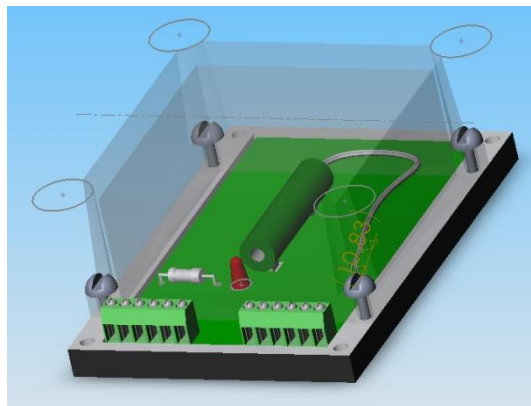


Рис. 4. 3D модель ЭП10

В качестве нагревательного элемента в эмуляторе выступает резистор мощностью 10 Вт со встроенным датчиком температуры ТСМ 50М [8].

Данный эмулятор работает от сети переменного тока 220 В. Управление происходит за счёт замыкания контактов цепи.

Для управления включением-отключением эмулятора необходимо электромагнитное реле, т.к. напряжение управляющего тока 24 В (дискретные выходы ПЛК), а напряжение коммутируемых контактов равно 220 В.

В качестве объекта экспериментов выступает соединение, контактные площадки которого выполнены из меди (рис. 5).

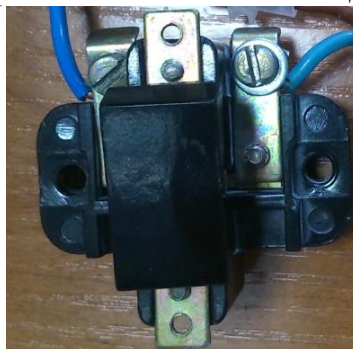


Рис. 5. Контактное соединение

Емкость термокамеры изготовлена из пенополистирола толщиной 38 мм и имеет форму прямоугольного параллелепипеда (рис. 6). Изнутри камера полностью покрыта глянцевой фольгой с целью улучшения теплоизоляции.

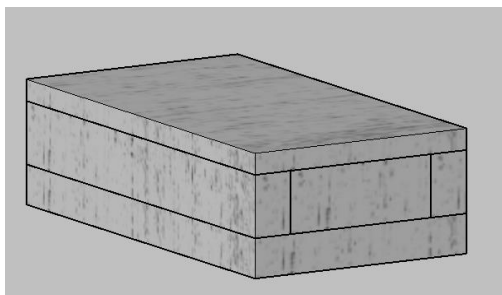


Рис. 6. Емкость в собранном виде

Автотрансформаторы предназначены для плавного регулирования напряжения переменного тока частотой 50-60 Гц при различных электротехнических работах. В данной работе используется автотрансформатор фирмы «Ресанта».



Рис. 7. Лабораторный трансформатор

Температура контактного соединения и сила тока, протекающая через контакт измерялись двумя мультиметрами (рис.8).



Рис. 8. Внешний вид мультиметров

С помощью SCADA системы производится задание уставки температуры в камере и визуализация результатов эксперимента.

Для разработки SCADA – системы выбрана программа Simple-Scada – это простая, бесплатная среда разработки SCADA-систем, обеспечивающая сбор, обработку, архивирование и визуализацию технологических процессов.

На рисунке 9 разработанная мнемосхема представлена в работе.

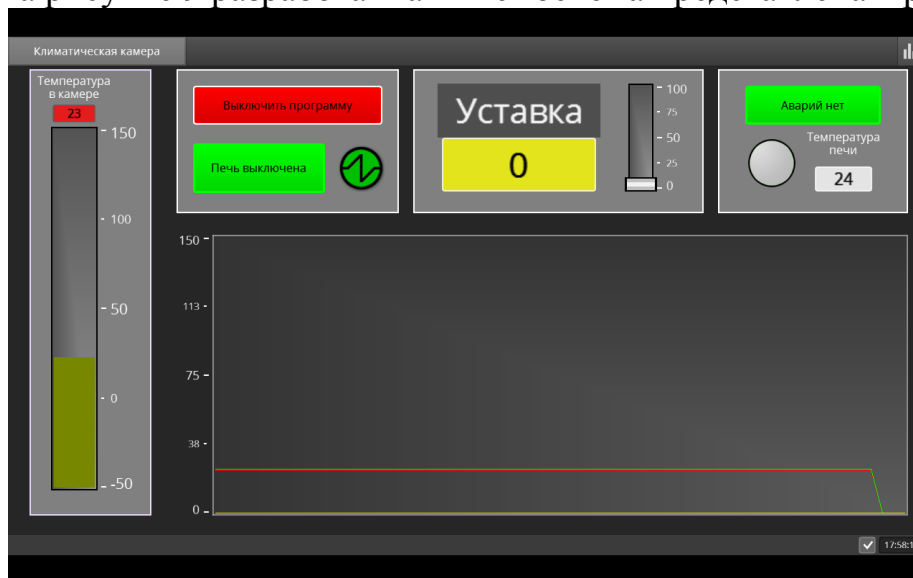


Рис. 9. Окно Simple Scada при работе системы

На рисунке 9 слева расположен индикатор температуры внутри климатической камеры. Вверху расположена панель индикаторов состояния и задания уставки, индикатор температуры печи и аварии. Внизу расположены линии трендов.

Проводится ряд экспериментов в первом опыте, когда объектом является первое контактное соединение при уставке 35 °С в камере. Через контакт протекает ток в 457 мА, к контакту подводится термоэлектрический датчик температуры типа К.

Для прогнозирования остаточного ресурса в дальнейшем воспользуемся статистическим методом анализа временных рядов.

Результаты эксперимента

Табл. 1. Результаты эксперимента

Серия 1		Серия 2		Серия 3		Серия 4	
тк, °С	Время, мин	тк, °С	Время, мин	тк, °С	Время, мин	тк, °С	Время, мин
22	0	22	0	22	0	22	0
23	1	23	5	23	4	23	4
24	3	24	8	24	6	24	7
25	5	25	11	25	9	25	11
26	7	26	13	26	11	26	14
27	10	27	16	27	14	27	17

28	14	28	20	28	17	28	20
29	17	29	24	29	20	29	24
30	20	30	28	30	25	30	29
31	25	31	33	31	30	31	35
32	30	32	40	32	35	32	40
33	36	33	46	33	45	33	45
34	45	34	55	34	56	34	54
35	60	35	70	35	68	35	64

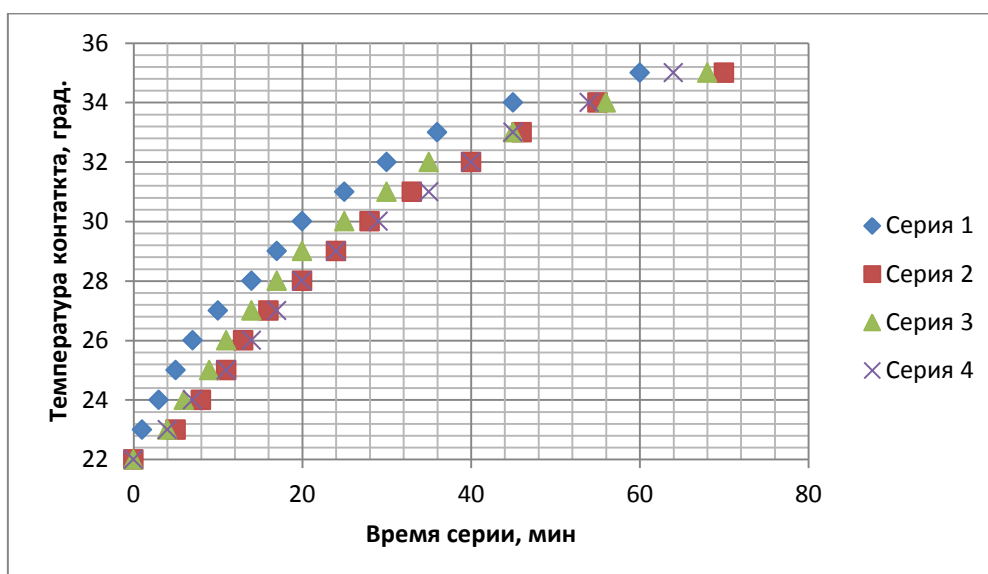


Рис. 10. Графическое представление результатов

По рисунку 10 видно, что температура контакта увеличивается с ростом температуры в камере. При установившейся температуре в камере температура контакта увеличивается до определенного значения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Федотов А.И., Грачева Е.И., Наумов О.В. Исследования показателей безотказности низковольтных коммутационных аппаратов электрических сетей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. №9-10. С. 73-80.
2. Измайлов В.В., Новоселова М.В., Наумов А.Е. Применение статических методов для прогнозирования остаточного ресурса электроконтактных соединений // Электротехника. 2008. №1. С. 51-56.
3. Любченко Е.А., Чуднова О.А. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие. Часть 1. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 156 с.

4. ПЛК S7-200 CPU 222. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siemens.ru> свободный. – Загл. с экрана.
5. Модуль аналоговых вводов EM 231. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siemens.ru> свободный. – Загл. с экрана.
6. Нормирующий преобразователь 2000H-22. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trchel.ru> свободный. – Загл. с экрана.
7. Датчик ТПС малогабаритный TSM 50M. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.relsib.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
8. Эмулятор печи ЭП10. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.owen.ru> свободный. – Загл. с экрана.
9. Блок питания Sitop Smart. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siemens.ru> свободный. – Загл. с экрана.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ**

Д.А. Чебочакова  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5Б2В

Насосная станция представляет собой комплексную систему для перекачки жидкостей из одного места в другое, включает в себя здание и оборудование: насосные агрегаты (рабочие и резервные), трубопроводы и вспомогательные устройства [1].

Целью работы являлось изучение внедрения системы автоматического управления насосными агрегатами (СУНА).

СУНА предназначена для управления насосными агрегатами в режиме автоматического поддержания давления в напорном коллекторе на заданном уровне. С этой целью СУНА обеспечивает:

- ПИД-регулирование частоты питающего напряжения электродвигателей насосных агрегатов в зависимости от величины расхождения текущего давления от уставки;
- автоматическое подключение/отключение резервных насосных агрегатов;