

Рис. 13 - Вид окна "Graphics Designer"

**Выводы:** последовательное выполнение всех этапов позволит начинающим пользователям сократить временные затраты на освоение программных и аппаратных средств. Более детальную информацию можно получить из предлагаемого списка литературы.

#### Литература

1. Каталог ST70 "SIMATIC – Компоненты для комплексной автоматизации". – Siemens AG, 2007. – 862 с.
2. SIMATIC NET Step by Step: Ethernet Communication between OPC Server and S7-200 incl. CP243-1. Manual, Release 02/2003, Siemens AG, 2003. – 45 с.

УДК 681.51:[621.576:66.048.913]

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Титлова О.А., аспирант.

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Для повышения эффективности экспериментальных исследований АДХМ как объекта управления и процессов управления ею разработано специализированное автоматизированное рабочее место (АРМ). Предложенное АРМ реализует функции сбора информации и графического представления хода технологического процесса, хранение и первичную обработку полученной информации, а также формирование команд оператора-исследователя по изменению параметров процесса и автоматическое управление на основе выбранного алгоритма.

*The specialized workstation for the experimental researches efficiency increasing of the absorption-diffusional refrigeration vehicles (ADRV) as a control object and the processes of its control is developed. The workstation, that is offered, realizes the functions of the data collection and the graphic presentation of the current technological process, the storage and primary data processing, forming the operator-researcher commands for the changing the process parameters and the automatic control, which based on the chosen algorithm.*

Ключевые слова: АХП, дефлегматор, температура, измерение, преобразование, управление, АРМ.

Наиболее распространенными видами холодильного оборудования в настоящее время являются компрессорные и абсорбционные холодильные приборы (АХП). Их устройство и, соответственно, принцип работы существенно отличаются. АХП обладают рядом преимуществ, но имеют и существенный недостаток – большой, по сравнению с компрессорными аналогами, удельный расход электроэнергии.

Повышению энергетической эффективности АХП посвящено большое количество работ, связанных с совершенствованием их конструкции, оптимизации выбора их рабочего тела, давления заправки, режимов работы и, в последнее время, – разработке эффективных систем автоматического управления (САУ) этими режимами [1-4]. При этом реализация таких САУ требует специальных научных исследований, так как технологический процесс производства холода в АХП как объект управления (ОУ) имеет ряд специфических особенностей, а их энергетическая эффективность зависит от различных факторов [5-7].

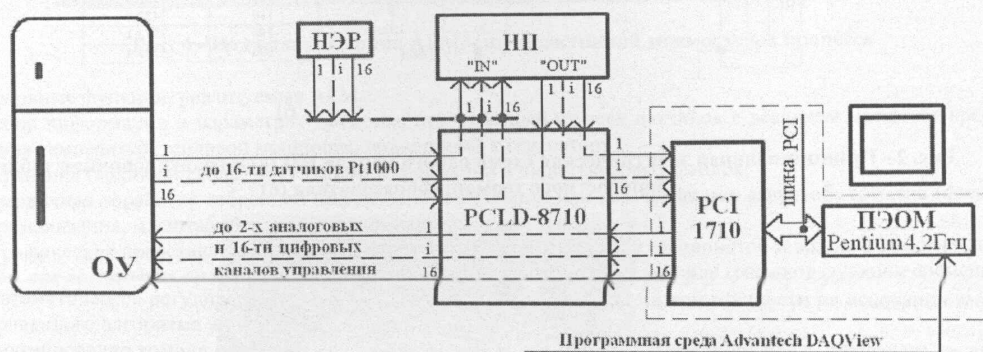
В [2-4] рассмотрена система гарантирующего управления (СГУ) АХП, позволяющая повысить их эффективность за счет поддержания уровня ПЖФ в максимальной близости от верхней точки  $h^{max}$  подъемного участка дефлегматора, что соответствует, в данном случае, наиболее эффективному режиму работы абсорбционного холодильного цикла. При этом, уровень ПЖФ не должен выходить за пределы дефлегматора, т.е. очистка паров аммиака от воды должна быть полностью в нем завершена. Однако в реальных условиях возникают две ситуации.

1. В условиях интенсивного подвода тепла к термосифону, прежде всего в режимах выхода АХП с холостого хода на рабочую нагрузку, и/или высокой температуре окружающей среды, когда эффективность работы дефлегматора снижается, уровень ПЖФ может превышать  $h^{max}$ . При этом вода или пары воды будут попадать в конденсатор и далее в испаритель. Тепло, которое будет туда принесено парами воды и, главное, выделяемое ими при конденсации, существенно снизит энергетическую эффективность АХП.

2. В условиях слабого подвода тепла к термосифону, прежде всего в режимах длительного хранения продуктов, и/или низкой температуре окружающей среды, когда эффективность работы дефлегматора повышается, уровень ПЖФ будет значительно ниже  $h^{max}$ . В этом случае пары аммиака будут переохлаждаться, что приведет к их частичной конденсации в дефлегматоре, уменьшению подачи в конденсатор и испаритель. Это также снизит энергетическую эффективность АХП.

Эти и другие особенности процесса производства холода в АХП как ОУ показывают, что для возможности реализации рассмотренной СГУ необходимы дополнительные научные исследования. При этом использовать аналитические методы, в данном случае, достаточно сложно из-за необходимости решения уравнений с частными производными высокого порядка. Поэтому наиболее целесообразным является проведение экспериментальных исследований, которые позволяют получать в реальном времени информацию о ходе ведения технологического процесса. Анализ полученных данных позволит разработать метод получения в реальном времени достоверной информации о текущем значении уровня ПЖФ в дефлегматоре АХП, проследить его реакцию на изменение подводимой к генератору тепловой мощности, а также разработать математическую модель динамических свойств каналов управления АХП как основы для разработки САУ.

С целью повышения эффективности проведения требуемых исследований было реализовано автоматизированное рабочее место (АРМ). Разработанное АРМ представляет собой АХП с комплексом специальных технических и программных средств, включая ПЭВМ. Информация о ходе протекания тепловых процессов в АХП, получаемая с помощью технических средств измерения, через специальное устройство ввода-вывода подается в ПЭВМ и отображается в наглядном виде и реальном времени на экране интерфейса. Воздействовать на процессы, протекающие в АХП, исследователь также может непосредственно через ПЭВМ.



ОУ – объект управления (АХП типа «Киев-410»); НП – нормирующий преобразователь;  
 НЭР – набор эталонных резисторов; PCLD-8710 – плата коммутации сигналов;  
 PCI 1710 – многофункциональная плата ввода-вывода

Рис. 1 - Структурная схема АРМ

Нормирующий преобразователь содержит 16 каналов, каждый из которых обеспечивает дифференциальный метод измерения сопротивления терморезистора Pt1000, преобразование его в напряжение и предварительное усиление ( $K \approx 15$ ) сигнала напряжения. Набор эталонных резисторов предназначен для калибровки НП. В качестве НЭР используется магазин сопротивления МСР-63 № 42513, класс точности – 0,05.

Принципиальная электрическая схема одного из каналов НП и градуировочная таблица используемых термопреобразователей представлена на рис. 2. Изображение НП представлено на рис. 3.

Многофункциональная плата сбора данных – плата ввода-вывода в ПЭВМ аналоговых сигналов, стандарт PCI, тип PCI-1710 с клеммной платой PCLD-8710 (фирма Advantech). Ее характеристики:

- а) поканально программируемое усиление (КУ: 1, 2, 4, 8);
- б) количество каналов аналогового ввода: 8 дифференциальных или 16 потенциальных;
- в) максимальная частота опроса: 100 кГц;
- г) разрешение АЦП – 12 бит;
- д) диапазон измерений: ±10 В, ±5 В, ±2,5 В, ±1,25 В, ±0,625 В, 0...10 В, 0...5 В, 0...2,5 В, 0...1,25 В;
- е) количество каналов аналогового вывода: 2
- ж) диапазон выходных сигналов: 0...5 В, 0...10 В;
- з) разрешение ЦАП: 12 бит;
- и) количество каналов дискретного ввода: 16;
- к) количество каналов дискретного вывода: 16;
- л) автоматическое сканирование каналов.

Программное обеспечение обозначенных функций реализовано в среде специализированной SCADA-системы Advantech DAQView на ПЭВМ Pentium 4,2 ГГц.

Вид главного интерактивного окна АРМ приведен на рис. 4. В главном окне находится схема АХП с наглядным изображением размещения терморезисторов в генераторном узле, на подъемном участке дефлегматора, на конденсаторе и испарителе. Рядом с каждым датчиком расположен элемент отображения – цифровой индикатор. С помощью таких элементов на экран выводятся текущие измеренные значения температур в соответствующих точках. Цифровые индикаторы используются также для индикации текущей температуры в холодильной камере, ее заданного значения, а также разности между этими значениями, значения подводимой к генератору АХА тепловой мощности. Кроме того, здесь же находится таймер, который позволяет контролировать время текущего сеанса экспериментальных исследований.

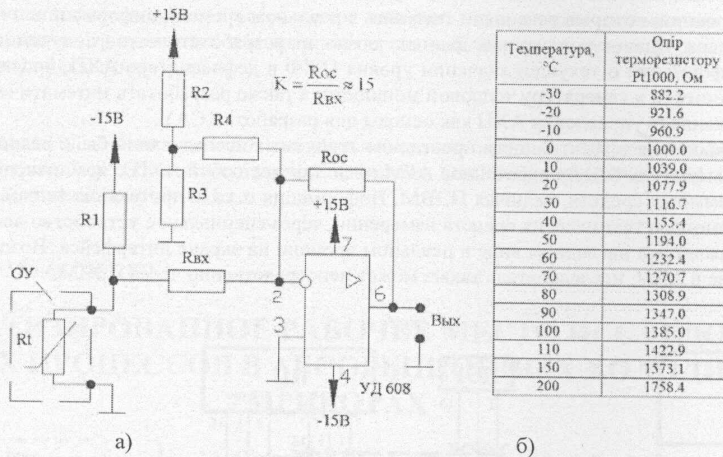


Рис. 2 - Принципиальная электрическая схема одного канала НП (а) и градуировочная таблица поверхностного термопреобразователя (б)

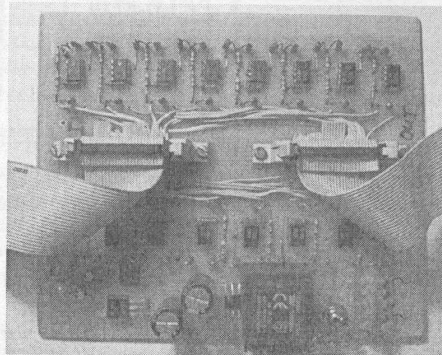


Рис. 3 - Изображение НП

Кнопки «Окно визуализации» и «Главное окно управления» позволяют при нажатии на них перейти в соответствующие окна, а кнопка «Выход» останавливает работу текущего сеанса.

Всего предусмотрено 6 вариантов алгоритмов управления:

- ручное управление;
- двухпозиционный с идеальным реле на 0-110 Вт и 0-220 Вт;
- двухпозиционный с гистерезисом на 0-110 Вт и 0-220 Вт;
- алгоритм с ПИД-регулятором;
- САУ с вибрационной линеаризацией;
- каскадная САУ.

Режим работы АХП «ручное управление» используется для целенаправленных экспериментальных исследований тепловых процессов, протекающих в дефлегматоре.

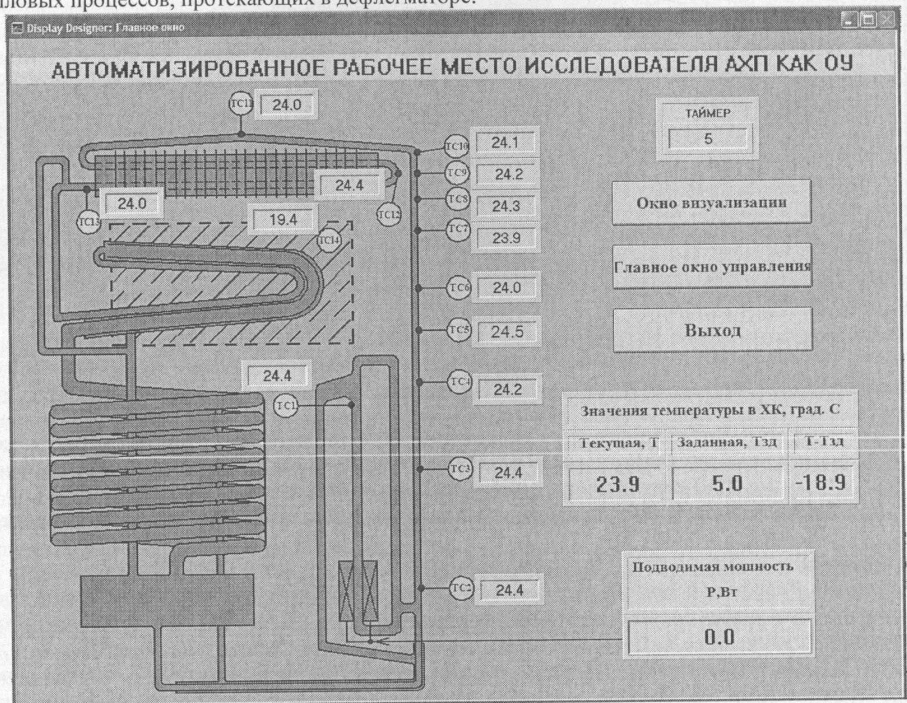


Рис. 4 - Вид главного окна АРМ – интерактивной мнемосхемы процесса

Основные функции, реализуемые АРМ:

- сбор информации о параметрах процесса, поступающей от всех датчиков в реальном масштабе времени (значения температур, тепловой мощности, подводимой к генератору);
- хранение (архивирование) полученной информации в виде текстовых файлов;
- первичная обработка собранной информации в реальном или квазиреальном масштабе времени (фильтрация, нормализация, масштабирование, линеаризация);
- графическое представление хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобном для восприятия виде (в цифровой, символьной, цветовой форме, в виде графиков функции времени);
- автоматическое регулирование подводимой к генератору АХА тепловой мощности на основании запрограммированного алгоритма управления;
- формирование команд оператора-исследователя по изменению параметров процесса и передача их на исполнительное устройство.

Программное обеспечение указанных функций реализовано в среде SCADA-системы Genie (фирма Advantech).

АРМ позволяет автоматизировать процесс проведения экспериментальных исследований, обеспечивая их высокое качество и эффективность, что обусловлено отстранением человека от процесса получения информации о ходе протекания тепловых процессов и, соответственно, позволяет исключить ошибки, возникающие вследствие человеческого фактора. Следовательно, в данном случае АРМ позволяет достичь наиболее высокой точности измерений. Кроме того, ПЭВМ, в отличие от человека, может работать круглосуточно. Это является важным преимуществом в условиях необходимости исследования тепловых процессов в установившихся режимах работы АХП, а также исследований работы САУ АХП.

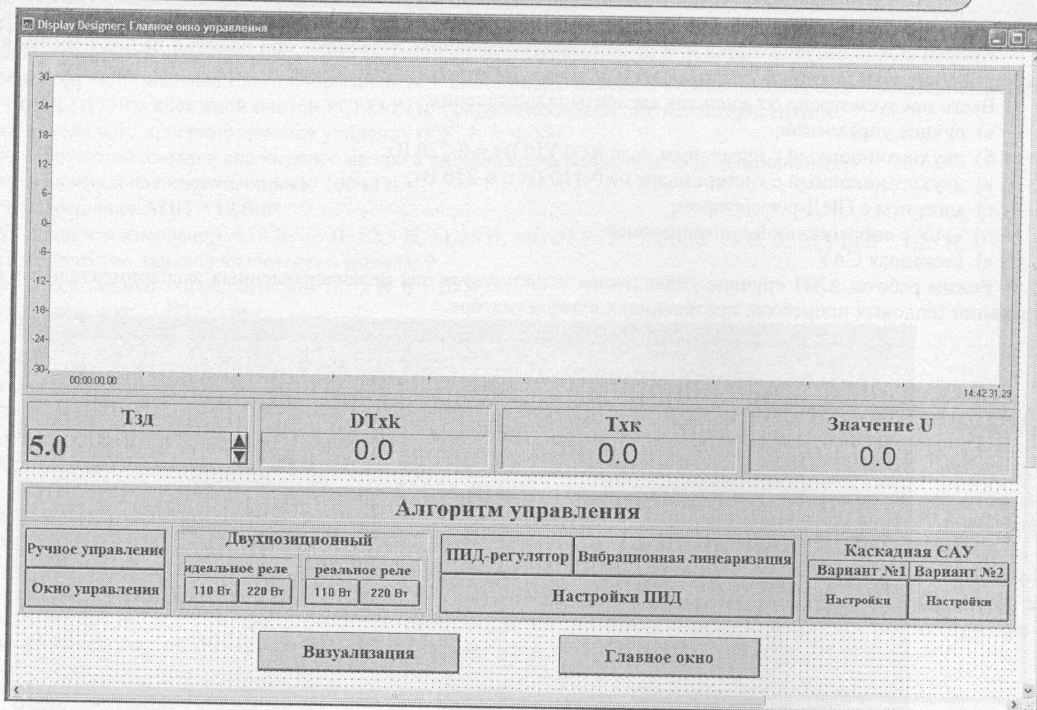


Рис. 5. Вид главного окна управления АРМ для выбора алгоритма управления (ручное, двухпозиционный 0...110 или 0...220 с идеальным или реальным реле, с ПИД-регулятором, с вибрационной линеаризацией, каскадные САУ), а также возможностью наблюдения за изменением основных переменных процесса

### Литература

1. Мазур А.В. Тепловые процессы пищевых технологий как объекты управления: общность особенностей и принципов повышения энергетической эффективности / Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2007. – Вип. 30. – Т. 1. – С. 237 – 241.
2. Хобин В.А. Система автоматического управления с коммутируемой структурой, минимизирующая энергопотребление АДХМ / Хобин В.А., Титлова О.А., Мазур А.В. ; наук. праці ОНАХТ / Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2007. – Вип.31. – Том 1. – С.149-151.
3. Titlova O.A. Automatic control system` development, minimizing energy consumption of absorption refrigeration vehicles / Titlova O.A., Hobin V.A., Mazur A.V. / Energy Challenges of the 21<sup>st</sup> Century: Science, Technology, Economy, Society: Book of abstract. – Odessa: OSAR. – 2007. – P. 120 – 121.
4. Хобин В.А. Минимизация энергопотребления АДХМ в классе систем с коммутируемой структурой / Хобин В.А., Титлова О.А. / Тез. доп. 16-ої міжнарод. конф. з автомат. управління «АВТОМАТИКА – 2009». Чернівці: Книги – XXI, 2009. – С. 231-232.
5. Бабакин Б.С. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник) / Бабакин Б.С., Выгодин В.А. / 3-е изд., испр. и доп. – Рязань, "Узоречье", 2005. – 860 с.
6. Хобин В.А. К вопросу измерения парожидкостного фронта в дефлегматоре абсорбционно-диффузионной холодильной машины (АДХМ) / Хобин В.А., Титлова О.А. / Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2007. – №2 (20). – С. 94 – 102.
7. Хобин В.А. Расчет температуры парожидкостной смеси в дефлегматоре АДХМ на основе обратной задачи моделирования температурного поля его поверхности / Хобин В.А., Титлова О.А. / Автоматика 2008: доклады XV міжнародної конференції з автоматичного управління. – Одеса: ОНМА, 2008. – С.649-651.