

УДК: 697.34; 681.51.

Д. А. КОВАЛЕВ, канд. техн. наук, ассистент

А. А. БОБУХ, канд. техн. наук, доцент

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

*Рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства за счет применения автоматизации системы солнечных коллекторов. В результате исследований была разработана функциональная схема автоматизации технологических процессов систем солнечных коллекторов и кондиционирования воздуха офисных помещений.*

*Розглядаються питання підвищення енергоефективності інженерних систем житлово-комунального господарства за рахунок застосування автоматизації системи сонячних колекторів. В результаті досліджень була розроблена функціональна схема автоматизації технологічних процесів систем сонячних колекторів і кондиціонування повітря офісних приміщень.*

### Введение

На сегодняшний день в мире широкое распространение получила нетрадиционная энергетика. Одним из направлений нетрадиционной энергетике, основанных на непосредственном использовании солнечного излучения является солнечная энергетика, которая использует неисчерпаемый источник энергии и является экологически чистой, то есть не производящей вредных отходов. Установки и системы солнечного теплоснабжения делятся на пассивные и активные. В пассивных системах поглощение и аккумуляция солнечной энергии осуществляется непосредственно элементами строительных конструкций зданий при незначительном использовании дополнительных устройств или без них. Активные системы основаны на использовании коллекторов – устройств преобразующих солнечную энергию в тепло. Плоский солнечный коллектор состоит из поглощающей энергию плиты, стекла, и расположенных между плитой и стеклом труб. По трубам с помощью насоса циркулирует нагреваемая жидкость. Солнечные коллекторы могут использоваться в целом ряде технологических процессов [1].

### Основной материал

Для повышения энергоэффективности инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства целесообразно применение автоматизации системы солнечных коллекторов. В результате исследований была разработана функциональная схема автоматизации технологических процессов (ФСА ТП) систем солнечных коллекторов (ССК) и кондиционирования воздуха (СКВ) офисных помещений с рециркуляцией при работе в летний период с применением современных контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИП и СА), в том числе, микропроцессорного контроллера (МПК). Из-за сложной технологической схемы вышеуказанных процессов без потери общности подхода к разработке ФСАТП рассмотрим краткое описание фрагмента указанной ФСАТП (рисунок).

Наружный воздух (3.1) через клапан (1) подачи этого воздуха поступает в воздухоприемный блок (2), после которого воздух (3.2) смешивается с рециркуляционным воздухом (3.8) и смешанный воздух (3.3) поступает на фильтр (3) для очистки воздуха. После фильтра (3) воздух (3.4) поступает в камеру увлажнения сотовую (4), в состав которой входят: охладитель (4.1) фреоно-водяной; насос (4.2) с электродвигателем подачи холодной воды (1.1) в камеру орошения (4.3), где она распыляется и происходит увлажнение поступающего воздуха (3.4) за счет достижения им «точки росы» (100% влажность) и нагрев холодной воды (1.1), в результате чего нагретая вода (1.2) из нее самотеком поступает в охладитель (4.1) фреоно-водяной. Увлажненный воздух (3.5) поступает в воздухонагреватель второго

подогрева (5), где он нагревается за счет теплообмена с проходящей через него нагретой водой (1.3), которая, охлаждаясь после воздухонагревателя второго подогрева (5), становится холодной (1.4) и подается в бак-аккумулятор (7) насосом (8) с электродвигателем.

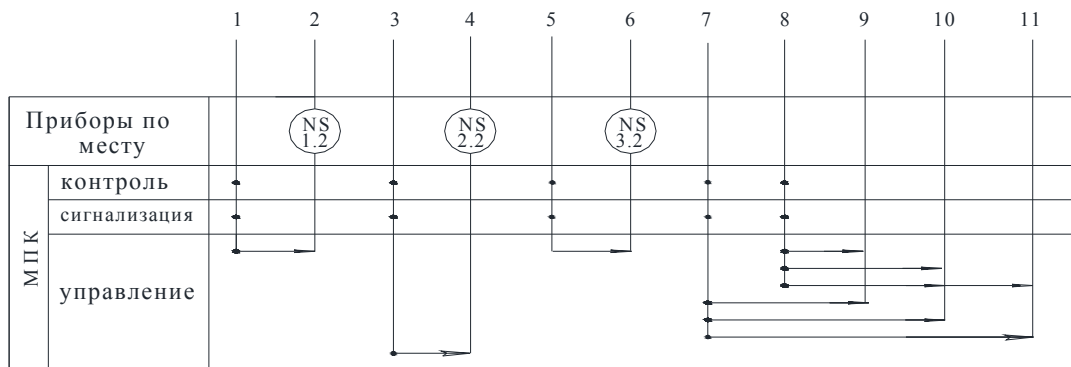
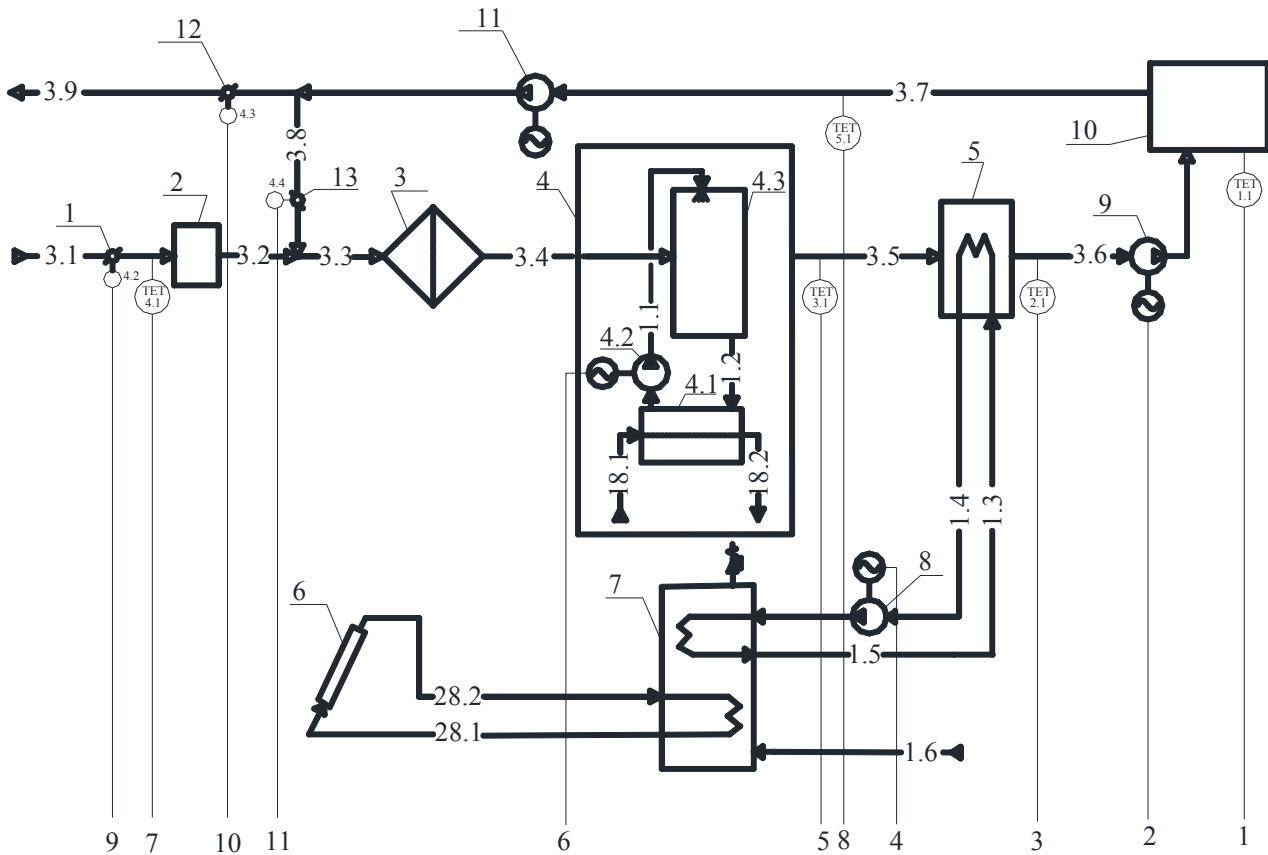


Рисунок. Фрагмент функциональной схемы автоматизации технологических процессов систем солнечных коллекторов и кондиционирования воздуха

Одновременно с указанным происходит следующий технологический процесс теплообмена. Холодный водный раствор пропиленгликоля (28.1) подается в солнечные коллекторы (6) насосом с электродвигателем (на фрагменте ФСАТП не показан), после которых горячий водный раствор пропиленгликоля (28.2) поступает в бак-аккумулятор (7), где за счет теплообмена с холодной водой (1.4) становится холодным – (28.1) и возвращается в солнечные коллекторы (6). Вода (1.5) в бак-аккумулятор (7) поступает из водопроводной сети под давлением. В случае увеличения своего объема при нагревании водный раствор пропиленгликоля (28.2) поступает в расширительный бак (на фрагменте ФСАТП не показан). В баке-аккумуляторе (7) за счет теплообмена с водой (1.5) холодная вода (1.4) нагревается, становится теплой (1.3) и поступает в воздухонагреватель (5) второго подогрева, где за счет

теплообмена с увлажненным воздухом (3.5) становится холодной (1.4). После воздухонагревателя второго подогрева (5) охлажденный воздух (3.6) подается вентилятором (9) с электродвигателем в помещения офиса (10), в которых необходимо обеспечить требуемые температуру и относительную влажность воздуха в соответствии с санитарными нормами.

Точность управления температурой воздуха в помещениях офиса (10) составляет  $\pm 1$  °С, а относительной влажностью  $\pm 7$  %. Относительную влажность воздуха в помещениях обычно контролируют по температуре «точки росы» увлажненного воздуха (3.5), а управляют – изменением расхода холодной воды (1.1) перед камерой орошения (4.3) за счет изменения числа оборотов электродвигателя насоса (4.2). Для обеспечения заданной точности управления температурой воздуха в помещениях офиса (10) необходимо обеспечить ее контроль и управление изменением расхода охлажденного воздуха (3.6) для подачи в эти помещения изменением числа оборотов электродвигателя вентилятора (9) подачи воздуха. В помещениях офиса (10) этот воздух нагревается и его необходимо удалять. Нагретый воздух (3.7) из помещений удаляется вентилятором (11) с электродвигателем. Часть нагретого воздуха (3.7) через клапан (12) выбрасывается при необходимости в атмосферу, а другая часть этого воздуха, называемая рециркуляционным воздухом (3.8), через клапан (13) подачи этого воздуха подается на смешение с воздухом (3.2).

В очень жаркие периоды лета температура наружного воздуха (3.1) зачастую становится больше температуры нагретого воздуха (3.7). Для экономии энергетических ресурсов необходимо предусмотреть контроль температур наружного (3.1) и нагретого (3.7) воздуха и управлять их расходами: наружного воздуха (3.1) – вплоть до прекращения его подачи за счет полного закрытия клапана (1); удаляемого воздуха (3.9) – вплоть до прекращения его выброса за счет полного закрытия клапана (12) удаления воздуха; рециркуляционного воздуха (3.8) – полное его использование за счет полного открытия клапана (13) подачи рециркуляционного воздуха (3.8) при достижении температурой наружного воздуха (3.1) значения на  $0,5$  °С больше значения температуры нагретого воздуха (3.7).

Для разработки фрагмента ФСАТП ССК и СКВ среди современных МПК по функциональным возможностям для реализации приведенных функций применяем компактный, высоконадежный, многоканальный, многофункциональный МПК РЕМИКОНТ Р-2000, отличающийся высокими технико-экономическими показателями и возможностью эффективно решать как относительно простые так и сложные задачи управления во многих отраслях промышленности, сельского и городского хозяйства.

В состав МПК РЕМИКОНТ Р-2000 входят: центральный микропроцессорный блок контроллера – процессор; устройства связи с объектом управления; блоки усилителей и переключателей сигналов; блоки расширения и преобразования интерфейса; блоки питания, межблочные и клемно-блочные соединители.

В памяти МПК РЕМИКОНТ Р-2000 хранится 256 алгоритмов. Разрядность данных, которые обрабатываются процессором – 8, 16, 32. Производительность процессора до 5 млн. операций в секунду. Объем массива пассивной памяти – 512 кБ, оперативной – 256 кБ, твердотельный флеш-диск – 1 МБ.

Общее количество входных аналоговых унифицированных сигналов постоянного тока 4-20 мА – 170; выходных аналоговых унифицированных сигналов постоянного тока 4-20 мА (управляющих воздействий) – 50; дискретных входов – 176, выходов (управляющих воздействий) – 176.

Штатным пакетом для разработки и проверки прикладных программ в МПК РЕМИКОНТ Р-2000 является пакет программного обеспечения ULTRA-LOGIK, позволяющий выполнять проверку прикладных программ в реальном времени.

МПК по алгоритму «контроль» соответствующих параметров (температуры, давления, расхода и других) преобразовывает сигналы в значения этих параметров (температуры (°С), давления (МПа), расхода ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) и других) и выдает их на лицевую панель МПК. В случае выхода этих параметров за нормы технологического регламента, МПК по алгоритму

«технологическая сигнализация» выхода параметров за нормы технологического регламента, выполняет эту функцию и сигнализирует о случившемся световой и/или звуковой сигнализацией. При этом МПК по алгоритму «расчет и выдача управляющих воздействий», рассчитывает управляющие воздействия по заданным законам и критериям управления и выдает их на соответствующие ИМ.

Для автоматического контроля температуры в соответствующих местах ФСА ТП в качестве первичного – передающего преобразователя применяем термопреобразователи сопротивления медные с унифицированными выходными сигналами постоянного тока 4-20 мА, пропорциональными измеренной температуре, типа КВАНТ ДТ.1 (поз. 1.1, 2.1, 3.1, 4.1; 5.1), сигналы от которых поступают на соответствующие входы МПК, который по алгоритму «контроль температуры» выполняет преобразование их в единицы температуры (°С). При выходе их за нормы технологического регламента, МПК по алгоритму «технологическая сигнализация температуры» выполняет выдачу звуковых и световых сигналов и регистрацию этих значений на экране дисплея, в это же время по алгоритму «расчет и выдача управляющих воздействий», МПК рассчитывает величину этих воздействий с выдачей их на соответствующие исполнительные механизмы (ИМ), выбор которых описан ниже.

Для автоматических пуска/останова электродвигателей соответствующих насосов и вентилятора, а также изменения их числа оборотов в качестве ИМ применяем электромагнитный пускатель в комплекте типа ПМЕ (поз. 1.2, 2.2, 3.2). Для автоматических изменений расходов материальных потоков в том числе полного прекращения их при необходимости в качестве ИМ применяем электрический однооборотный двигатель с тормозом типа МЭО -1 (поз. 4.2, 4.3, 4.4).

Для этого фрагмента разработаны автоматизированные системы управления (АСУ) параметрами технологических процессов:

1. АСУ температурой воздуха в помещениях офиса с выдачей управляющих воздействий на управление этой температурой изменением расхода воздуха для подачи в эти помещения путем изменения числа оборотов электродвигателя вентилятора подачи воздуха (поз. 1.1; 1.2; МПК).

2. АСУ температурой воздуха подачи в помещения офиса с выдачей управляющих воздействий на управление этой температурой изменением расхода холодной воды перед баком-аккумулятором путем изменения числа оборотов электродвигателя насоса подачи холодной воды после воздухонагревателя в бак-аккумулятор (поз. 2.1; 2.2; МПК).

3. АСУ температурой «точки росы» увлажненного воздуха перед воздухонагревателем второго подогрева с выдачей управляющих воздействий на управление этой температурой изменением расхода холодной воды перед камерой орошения путем изменения числа оборотов электродвигателя насоса подачи холодной воды (поз. 3.1; 3.2; МПК).

4. АСУ разностью температур наружного воздуха и нагретого воздуха из помещений офиса и при превышении этой разности на 0,5 °С с выдачей управляющих воздействий на: прекращение подачи наружного воздуха, прекращение выброса удаляемого воздуха в атмосферу, полное использование рециркуляционного воздуха (поз. 4.1; 5.1; 4.2; 4.3; 4.4; МПК).

### Вывод

Разработанный фрагмент ФСАТП ССК и СКВ с рециркуляцией с применением МПК способствует созданию комфортных условий в помещении офиса, экономии энергоресурсов на 15–20% и повышению энергоэффективности исследуемых инженерных систем.

### Список литературы

1. Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38. – Вып. 8. – С. 937–948.

**AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF SOLAR COLLECTOR AND  
AIR CONDITIONING SYSTEMS**

D. A. KOVALEV, Candidate of Engineering, Assistant  
A. A. BOBUH, Candidate of Engineering, Associate Professor

*The paper deals with the issues of improvement of energy efficiency in engineering systems of housing and utilities infrastructure due to application of automated systems of solar collectors. As a result of research a functional diagram for automation of technological processes of office space solar collectors and air conditioning systems was developed.*

Поступила в редакцию 12.04 2013 г.