

ной соли, 100 г катионита, а в водоемы сбрасывалось 900000 м<sup>3</sup> солевых растворов.

В качестве альтернативы Na-катионированию наибольшее внимание в технической литературе уделено ингибированию накипеобразования с помощью органофосфатов. Опыт промышленного внедрения данного способа различными авторами позволяет говорить о многообразии влияния физико-химических показателей подпиточной и сетевой воды на эффективность применения данного способа.

Предлагается надежность работы водоподготовки с использованием антинакипинов проверять для каждого конкретного объекта, на реальной воде, с применением рекомендуемых методик. Экологические аспекты использования антинакипинов обычно ограничиваются только информацией о предельно-допустимых концентрациях, и не рассматриваются вопросы ущерба при аварийных утечках, плановых технологических потерях и сбросов при чистке трубопроводных систем на котельных и теплопунктах, а также наличия продувочных вод для водооборотных систем.

По технико-экономическим показателям и экологической чистоте более перспективными представляются физико-химические способы водоподготовки. При большом их многообразии особенно важным критерием является их сравнительный анализ. Ведущие зарубежные и российские фирмы предлагают на рынке водоподготовки целый ряд электронных способов (Water King, Hydro Flow), но лишь в Германии действует стандартная методика сравнительной их оценки. Согласно методике, тестируются, как минимум, два аппарата водоподготовки, устанавливаемых в сети энергетического объекта.

Результаты работы сравниваются с показателями работы того же объекта без использования способа водоподготовки. Эффективность работы оценивается по значению параметра F, который рассчитывают по формуле:

$$F = (M_{\text{необр}} - M_{\text{обр}}) / M_{\text{необр}}$$

где  $M_{\text{необр}}$  – средняя масса ионов кальция и магния, осевшая на теплопередающих поверхностях энергообъекта, работающего без установки водоподготовки;  $M_{\text{обр}}$  – средняя масса ионов кальция и магния, осевшая на теплопередающих поверхностях энергообъекта, с обработкой воды конкретным способом (аппаратом).

Способ (аппарат) рекомендуется к применению при условии, что  $F > 0,8$ .

Согласно данным нескольких десятков протестированных аппаратов, этому критерию соответствуют лишь единицы. Примечательно, что данное условие намного превысили аппараты электрохимического действия.

Электрохимические аппараты в Германии начали выпускать несколько лет назад, в то время как ООО «Азов» имеет опыт их разработки и внедрения более 15 лет. За указанный период электрохимические антинакипные аппараты типа АЭА-Т установлены более чем на 700 энергетических объектах. В процессе их эксплуатации накоплен большой практический опыт, позволяющий сформулировать следующие положительные особенности работы электрохимических аппаратов:

– эффективность работы по снижению накипеобразования более 95% ( $F > 0,95$ ) в широком интервале значений общей жесткости (2–25 мг-экв/л) при оптимальной расчетной производительности аппарата АЭА-Т;

– отсутствие необходимости использования реагентов, то есть экологическая чистота антинакипной обработки сетевой воды. Электрохимическое

подавление развития микрофлоры в оборотных сетевых водах;

– очистка трубопроводов от старых отложений накипи путем их растворения и вновь выделения на электродных пластинах электрохимического аппарата;

– минимизация обслуживающего персонала, практическая возможность работы аппаратов типа АЭА-Т в автоматическом режиме до остановки на очистку от уловленных накипеобразующих солей и взвесей;

– большой интервал работы аппаратов АЭА-Т между остановками на чистку (от 2 до 7 месяцев в зависимости от жесткости воды, величины подпитки и расчетной производительности аппарата); малые временные затраты на чистку (2 работника, 4-5 часов);

– проведение чистки аппарата без остановки котельной, так как аппараты подключаются к сетевому трубопроводу в режиме байпаса;

– типовой ряд аппаратов позволяет при установке их в сетевом контуре, при одноаппаратном варианте работать с производительностью до 350 м<sup>3</sup>/час по сетевой воде или при большей производительности использовать блочный вариант подключения;

– при организации аналитического контроля показателя общей жесткости подпиточной и сетевой воды имеется возможность реального ведения балансового расчета выделяющихся в системе солей жесткости и улавливаемых в аппаратах АЭА-Т;

– контроль за работой аппаратов АЭА-Т осуществляется по показателю рабочего тока, оптимальный вариант которого указывается в режимной карте при пуске-наладке. Снятие показателя в постоянном режиме на пульте управления теплоагрегатами;

– аппараты типа АЭА-Т, учитывая простоту в обслуживании, могут, помимо котельных и ЦТП, монтироваться в блочных и крышных котельных и использоваться в индивидуальных тепловых пунктах;

– при использовании электрохимического аппарата отсутствует необходимость предварительной подготовки подпиточной воды после сезонной или аварийной (с утечкой) остановках. Пуск котельной осуществляется одновременно с пуском электрохимического аппарата;

– эксплуатация аппарата АЭА-Т не требует больших энергетических затрат. Требуемая мощность при подключении аппарата производительностью 350 м<sup>3</sup>/час составляет 0,7-0,9 кВт.

Данные по промышленному использованию позволили выявить и следующие ограничения его использования:

– для безнакипной работы жаротрубных котлов. При наличии жаротрубных котлов аппарат АЭА-Т используется при условии организации двухконтурной схемы;

– при значениях pH подпиточной воды менее 7,2, при pH < 7,2 аппарат типа АЭА-Т используется совместно с аппаратом коррекции pH;

– при температурных режимах работы теплоагрегатов более 115°C и теплообменников более 130°C.

#### Список литературы

1. Художидков Е. Практика энергоаудита предприятий и организаций ЖХХ Кировской области // Энергетика. Энергосбережение. Экология. – 2010. – С. 62-67.

### КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Половинкина Е.О., Семикова Е.Н.  
Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный университет, Нижний  
Новгород, e-mail: wuty777@mail.ru

В связи с ограниченностью запасов ископаемых источников энергии задача удовлетворения нараста-

ющих потребностей населения и промышленности в электрической и тепловой энергии приводит к необходимости более широкого использования возобновляемых источников энергии: солнца, ветра, рек и водотоков, тепла Земли и низкопотенциального тепла.

В России, с ее многочисленными запасами ценных полезных ископаемых, энергосберегающие технологии в теплоснабжении пока имеют статус нетрадиционных. В условиях стабильного роста цен на традиционные энергетические ресурсы (уголь, природный газ, нефть) и угрожающих масштабов загрязнения окружающей среды наиболее перспективными направлениями развития энергетической отрасли с точки зрения энергосбережения и охраны окружающей среды являются гелиоэнергетика, ветроэнергетика и геотермальная энергетика.

Высокие технико-экономические показатели применения возобновляемых источников энергии, стабильные рабочие параметры энергетического оборудования и стабильное энергоснабжение потребителей достигаются при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии, комплексном ее аккумулировании, и при сочетании различных видов возобновляемых источников энергии, как между собой, так и с технологиями традиционной энергетики.

Рассмотрим систему тепло- и холодоснабжения энергоэффективного жилого дома площадью 240 квадратных метров, расположенного в Нижнем Новгороде (рис. 1). Система энергоснабжения дома предусматривается комплексное использование альтернативных возобновляемых источников тепловой энергии (тепло окружающей среды, солнечное излучение, энергию ветра) наряду с традиционными (электричество, древес-

ное топливо). В основу технического решения заложен принцип максимального использования возобновляемых источников тепловой и электрической энергии [1].

Система теплоснабжения и холодоснабжения здания включает в себя систему сбора теплоты грунта, состоящую из контура циркуляции низкопотенциального теплоносителя, проходящего через скважинные теплообменники и соединенного с тепловым насосом системы «грунт-вода», установленном в тепловом пункте здания.

В баке емкостного водонагрева с пиковым электрическим нагревателем и нижним и верхним теплообменниками происходит нагрев воды на нужды горячего водоснабжения здания. Кроме того, назначением бака емкостного водонагрева является накопление тепловой энергии во время минимального потребления теплоты и отдача ее при максимальных нагрузках.

Система сбора теплоты солнечной энергии включает в себя контур циркуляции теплоносителя, который проходит через вакуумированный трубчатый коллектор, соединенный с нижним теплообменником бака емкостного водонагрева и теплообменником, размещенным в баке косвенного нагрева. Бак косвенного нагрева позволяет наиболее эффективно аккумулировать и затем использовать солнечную энергию. В нем размещен теплообменник, соединенный с солнечным коллектором, пиковый электрический нагреватель и второй теплообменник, соединенный с тепловым насосом системы «грунт-вода». Когда температура в баке косвенного нагрева такая же как в земляном контуре, тепловой насос работает напрямую с грунтовым контуром по байпасу, а когда температура в баке поднимается за счет работы солнечных коллекторов, то тепловой насос работает через него с большей эффективностью.

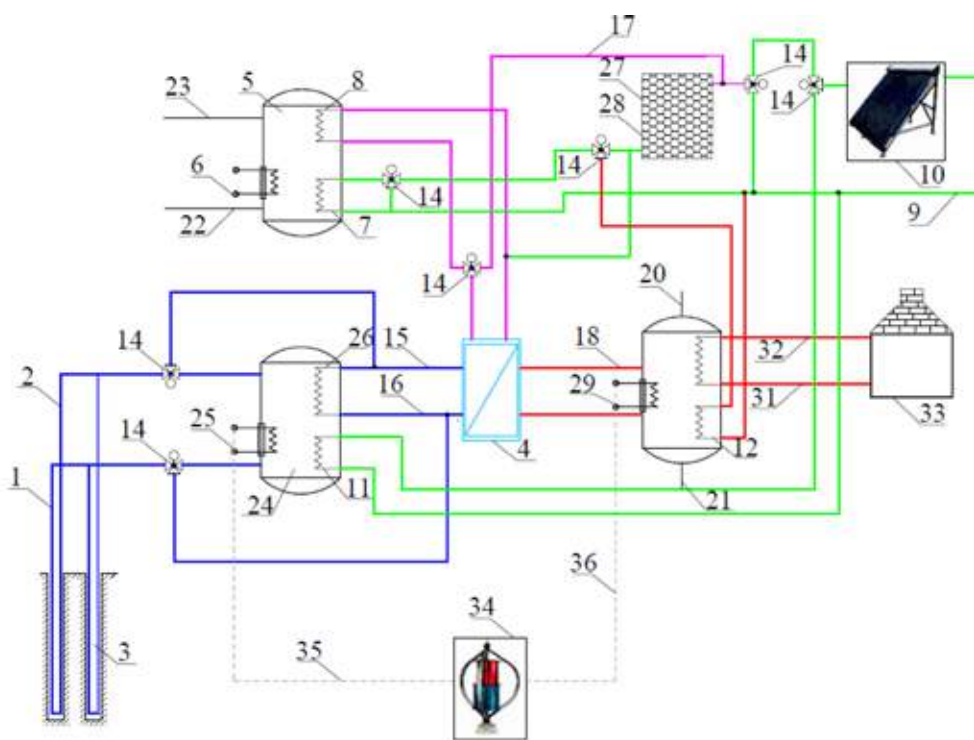


Рис. 1. Принципиальная схема системы энергоснабжения дома:

1, 2 – трубопроводы внешнего контура; 3 – скважинные теплообменники; 4 – тепловой насос; 5 – бак емкостного нагрева; 6, 25, 29 – пиковый водонагреватель; 7, 8, 11, 12, 26, 30 – теплообменники; 10 – солнечный коллектор; 13 – буферная емкость; 14 – трехходовые краны; 9, 15, 16, 17 – трубопроводы внутреннего контура теплоносителя; 18, 19 – трубопроводы теплохладоносителя; 20, 21 – трубопроводы контура системы отопления; 22 – трубопровод холодного водоснабжения; 23 – трубопровод горячего водоснабжения; 24 – бак косвенного нагрева; 27 – бак-аккумулятор; 28 – парафин; 31, 32 – трубопроводы контура котла; 33 – котел; 34 – ветрогенератор; 35, 36 – электрические кабели

В системе теплоснабжения дома запроектирована установка парафинового бака-аккумулятора, внутри которого размещен теплообменник. Совместное применение парафинового аккумулятора и теплового насоса повышает энергоэффективность последнего, так как у теплового насоса максимальная температура нагрева теплоносителя  $50^{\circ}\text{C}$ , а при нагреве до  $50^{\circ}\text{C}$  парафин аккумулирует больше теплоты, чем вода за счет фазового перехода. Также с помощью парафинового аккумулятора достигается наиболее эффективная работа солнечных коллекторов. [2]

Нагрев теплоносителя на нужды отопления происходит в буферной емкости, которая снабжена пиковым электрическим нагревателем и вторым теплообменником, вход и выход которого через трубопроводы соединены с введенным в систему дополнительным источником теплоты в виде пеллетного или твердотопливного котла.

Ветрогенераторы, установленные на крыше здания (рис. 2), электрически связаны с пиковыми нагревателями бака косвенного нагрева и буферной емкости.

На крыше здания также установлены солнечные панели, преобразующие солнечную радиацию в электрическую энергию. Изделие представляет собой панель, с герметично заламинированными на ней кремниевыми пластинами, в которых происходит преобразование солнечной энергии в элек-

трическую. Сверху панель покрыта закаленным стеклом с низким содержанием оксидов железа, что увеличивает его прозрачность. Панель полностью герметична и выдерживает большие ветровые и снеговые нагрузки. Полученная электрическая энергия накапливается в аккумуляторах и затем используется как на освещение здания, так и для работы теплового насоса.

Система вентиляции в целях энергосбережения спроектирована с рекуперацией воздуха. Принцип рекуперации реализован с помощью приточно-вытяжной вентиляционной установки с рекуперацией тепла вытяжного воздуха УВРК-50, вмонтированной в наружную стену здания [3].

Оборудование УВРК подает в помещение свежий теплый воздух в автоматически регулируемом объеме, не потребляя энергии на его нагрев. Работу установки УВРК-50 можно разделить на четыре фазы (Рис. 3).

В фазе 1 вентилятор установки удаляет воздух из комнаты. Воздух, проходя через теплоемкий воздухопроницаемый регенератор, нагревается.

В фазе 2 регенератор прогрет и происходит реверсирование вентилятора.

В фазах 3 и 4 холодный наружный воздух, проходя через регенератор установки, нагревается почти до комнатной температуры и подается в помещение.



Рис. 2. Энергосберегающий дом:

1 – световой фонарь; 2 – солнечный элемент; 3 – ветрогенератор; 4 – стена энергоэффективного ядра; 5 – солнечный фонарь; 6 – дымоход; 7 – сан.тех. стояк; 8 – охлаждающая поверхность; 9 – греющая поверхность; 10 – буферный бак; 11 – тепловой насос; 12 – геозонд; 13 – аквакамин; 14 – теплые полы; 15 – станция биологической очистки; 16 – аккумулятор теплоты; 17 – декоративный бассейн; 18 – решетка канала рекуперации; 19 – солнечные элементы; 20 – воздухозаборная решетка; 21 – грунтовой контур теплообмена

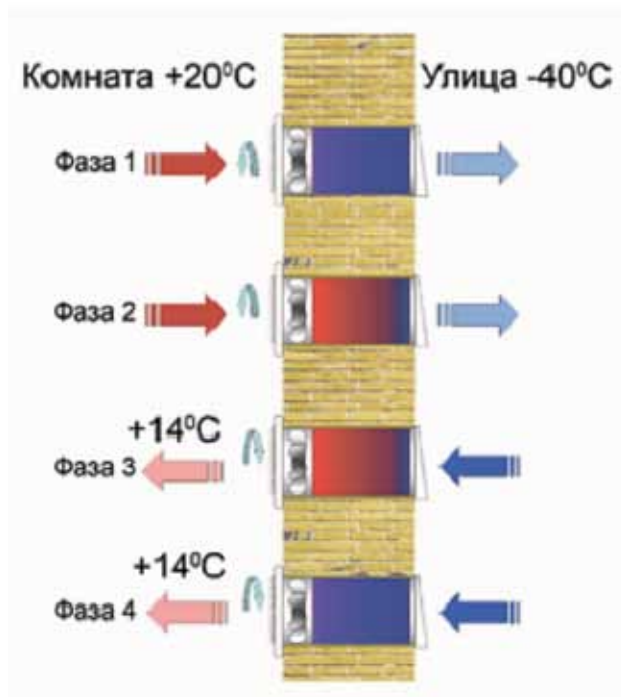


Рис. 3. Принцип работы установки УВРК-50

Далее процессы повторяются.

Обладая КПД более 90%, УВРК в 10 раз сокращает вентиляционные потери теплоты на нагрев поступающего воздуха до комнатной температуры и последующее его удаление через систему вытяжки. Такие потери составляют более половины в тепловом балансе здания. Соответственно, примерно в два раза сокращается теплопотребление дома. [4]

Применение современных новейших технологий при проектировании системы энергоснабжения данного здания позволяет максимально использовать альтернативные возобновляемые источники энергии – ветер, солнечный свет и тепло недр Земли. Актуальность внедрения комплексных энергоэффективных систем автономного и смешанного энергообеспечения зданий с использованием возобновляемых источников энергии состоит в снижении потерь невозобновляемых углеводородных топливных ресурсов, негативного влияния на окружающую среду систем теплоснабжения и в обеспечении повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

**Список литературы**

1. Патент на полезную модель № 135344, Российская Федерация, 2012;
2. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн.ун-та, 2008.
3. Патент на полезную модель № 88110, Российская Федерация, 2009;
4. <http://www.home-vent.com>.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДО И ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА**

Суворов Д.В., Кочева М.А.

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: eplo@gde.ru*

Экономия топливно-энергетических ресурсов и охрана окружающей среды – две важнейшие про-

блемы, решению которых во всем мире уделяется большое внимание. Темп роста потребности энергии значительно опережает темпы прироста топливных ресурсов. по расчетам специалистов мировое потребление энергии с 1986 года по 2030 год увеличится втрое. При этом обостряется проблема изменения климата на планете.

Исходя из этого положения, перед энергетикой страны ставится задача неотложного решения проблем, связанных с повышением энергетической и экономической эффективности газоиспользующих установок [1].

Воздействие электрического поля на процесс горения позволяет его существенно интенсифицировать [2, 3]. Поддержание электрического поля при горении, дополнительно, к сжигаемому газу, затрачивает электроэнергию. Вклад электрической энергии остаётся незначительным по сравнению с мощностью газовых горелок и потребляемого топлива. В данной статье освещены перспективы интенсификации горения посредством наложения электрического поля на факел пламени в топке котла.

На опытно-экспериментальной котельной в настоящее время, на нужды теплоснабжения потребителей, используются 2 котла ПТВМ-30М с шестью горелками ГМ4 номинальной тепловой мощностью 4,6 Гкал/ч на каждый котёл. Максимальная производительных для котлов ПТВМ-30М-4 ст.№1 и ст.№2 по режимным картам составила 24,77 Гкал/ч и 26,3 Гкал/ч соответственно.

Суммарная максимальная (в соответствии с режимными картами) производительность котельной составляет: 51,07 Гкал/ч. Тепловая нагрузка на котельную составляет 55 Гкал/ч с учётом потерь и собственных нужд в размере 6,8%. Нагрузка на котлы превышает производительность котельной на 3,93 Гкал/ч.

В соответствии с погодными условиями существует два наиболее сложных режима работы котельной установки – режим максимальной и минимальной нагрузки.