

# Концепция системы теплохолодообеспечения энергоэффективного дома

Б.Басок, А.Недбайло, М.Ткаченко, И.Божко, Е.Ряснова

**Сочетание архитектурных приемов с технологическими особенностями поддержания комфортных санитарно-гигиенических условий в помещениях различного назначения является неотъемлемой составляющей современного энергоэффективного строительства.**

Мировые тенденции в повышении энергетической эффективности систем теплоснабжения в целом направлены на использование природных возобновляемых источников энергии, сбросных вторичных энергоресурсов, децентрализацию поставки теплоты, а также переход на низкотемпературные отопительные системы. Новейшие системы теплоснабжения энергоэффективных зданий во многих случаях поливалентны с высокой степенью автоматизации управления процессами поддержания норм температурно-влажностного режима помещений.

Нагрев поверхностей теплообмена низкотемпературных систем отопления не превышает +30 ... +40 °С. Основным механизмом передачи теплоты в таких системах является свободная конвекция воздуха (75 %) вдоль нагретой поверхности с постепенным перемешиванием его в объеме помещения. Радиационная составляющая теплообмена здесь низкая (до 25 %). В качестве при-

мера можно привести такие системы отопления, как водяной (в т. ч. капиллярный) и электрический «теплые полы», «теплая стена» или потолок; воздушная система отопления и кондиционирования с помощью фэнкойлов; пленочные системы отопления, бытовые и промышленные сплит-системы и т. д.

Среднетемпературные системы отопления характеризуются температурой в диапазоне от +40 до +65 °С. При этом, имеет место совокупность конвективного (60 %) и радиационного (40 %) теплообмена отопительных приборов, соответственно, с воздухом и предметами в помещении. Классическим примером является радиаторно-конвекторная система. Среднетемпературные системы отопления распространены в жилых, административных и промышленных зданиях различного назначения. Источником теплоты в них обычно является теплоноситель от централизованного снабжения (ТЭЦ, котельные, когенерационные установки). Также целесообразно ис-

пользование таких систем с тепловыми насосами различных типов.

Высокотемпературные системы отопления имеют температуру нагревателя, превышающую +80 °С. Основным механизмом теплообмена является концентрированное излучение в инфракрасном спектре волн (от 60 % и более с ростом температуры и повышением степени черноты поверхности прибора). Как пример можно привести излучатели с керамическими, металлическими или полупроводниковыми электроногревательными элементами с рефлекторами. Такие системы крайне целесообразно использовать в помещениях, где требуется локальный подогрев, с большой высотой потолка или на открытой территории. В основном, широкое распространение они получили в производственных помещениях, сельском хозяйстве, а также в технологических целях.

Разработанное схемное решение теплохолодообеспечения энергоэффективного дома общей площадью 300 м<sup>2</sup>



баке-накопителе автоматически включается электрический нагреватель.

При профиците тепловой энергии, полученной от солнечных коллекторов, нагретый раствор этиленгликоля прокачивается через пластинчатый теплообменник и, подогревая воду, восстанавливает тепловое состояние грунтового аккумулятора теплоты (массива грунта). В последующем грунтовой аккумулятор теплоты используется в качестве низкопотенциального источника теплоты для теплового насоса в переходной и зимний периоды.

Таким образом, осуществляется сброс излишней теплоты, полученной в солнечных коллекторах.

### Переходный период

Переходный период – это период, в течение которого среднесуточная температура наружного воздуха колеблется в пределах от +8 до +21 °С. В этих условиях основными задачами являются работа системы ГВС и покрытие тепловых потерь энергоэффективного дома за счёт работы системы вентиляции. Схема теплоснабжения в этот период представлена на рис. 3.

Приготовление горячей воды в переходный период осуществляется по той же схеме, что и летом.

При понижении температуры внутреннего воздуха в двух и более помещениях ниже +20 °С часть нагретого в солнечных коллекторах раствора этиленгликоля поступает на пластинчатый теплообменный аппарат и нагревает воду, которая, в свою очередь, поступает на рекуператор системы вентиляции. Понижение температуры в двух и более помещениях принято для минимизации влияния человеческого фактора (например, наличие открытого окна) на автоматику системы теплоснабжения.

При сохранении тенденции снижения температуры внутреннего воздуха после

### Летний период ( $t_{внеш.в.} > +21\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

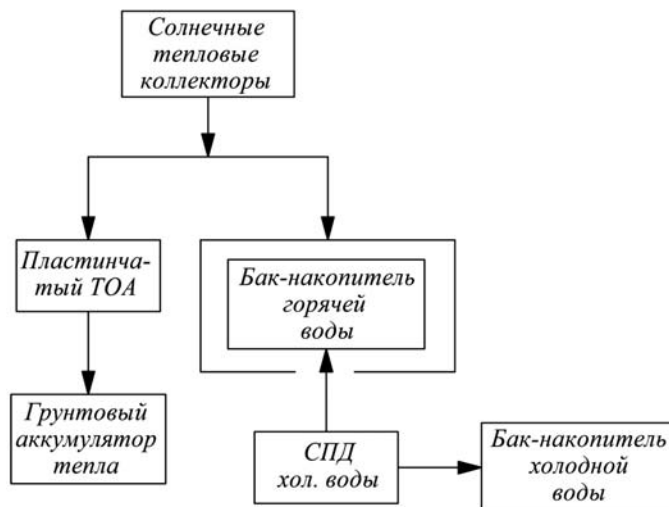


Рис. 2. Приготовление горячей воды и регенерация грунтового аккумулятора теплоты

заданного промежутка времени работы пластинчатого теплообменника происходит его отключение и включение теплового насоса. Этот механизм действует в ночные периоды или при снижении интенсивности солнечного излучения за счет облачности.

В качестве источников низкопотенциальной тепловой энергии для теплового насоса предусмотрен набор теплообменников. Каждый из них имеет свой приоритет. Смена источника возможна как в автоматическом, так и в ручном режимах.

В переходный период при включении теплового насоса первым источником низкопотенциальной энергии для него служит теплообменник скважины водозабора.

Тепловые потери дома в переходный период будут

компенсироваться за счет работы системы вентиляции. Для повышения температуры внутреннего воздуха в отдельных помещениях возможно использование фэнкойлов. При снижении температурного потенциала водозаборной скважины до уровня, который не может обеспечить стабильную работу, происходит переключение источника низкопотенциальной энергии теплового насоса с теплообменника скважины водозабора на грунтовой аккумулятор теплоты.

Также в переходный период происходит зарядка бака-аккумулятора системы отопления. Предполагается его использование в зимний период для приготовления теплоносителя для низко-температурных отопительных приборов.

### Переходной период ( $+21\text{ }^{\circ}\text{C} > t_{внеш.в.} > +8\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



Рис. 3. Работа системы теплоснабжения в переходный период года

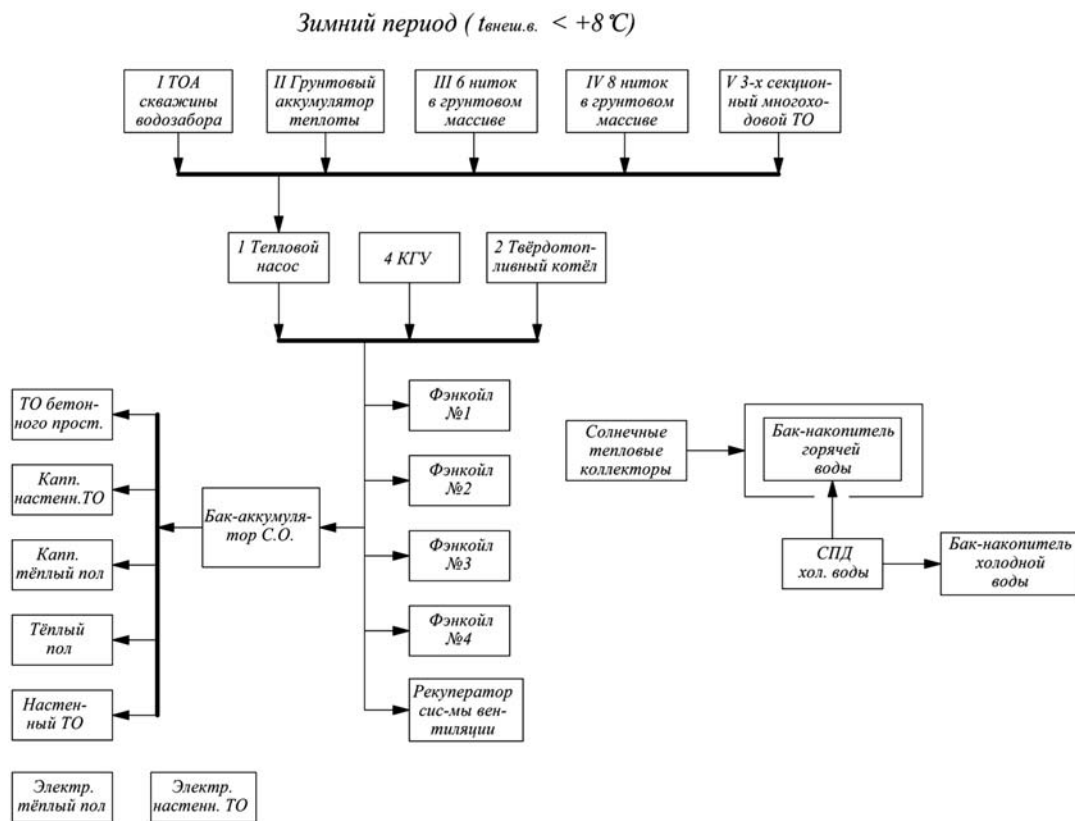


Рис. 4. Работа системы теплоснабжения в зимний период

## Зимний период

Система теплоснабжения переключается в зимний режим работы при снижении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже  $+8^\circ\text{C}$  на протяжении трех суток. Основная задача в данный период – поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне  $+20^\circ\text{C}$ , вне зависимости от температуры наружного воздуха. Схема работы в зимний период представлена на рис. 4.

Основным источником теплоты для отопительных приборов в этом случае выступает тепловой насос. Также, следующие по приоритету, используются твердотопливный котел и минигенерационная установка.

Приготовление горячей воды выполнено по уже знакомой нам схеме.

Отопление помещений реализуется как системой вентиляции и фэнкойлов, так и низкотемпературными отопительными приборами. Основные отопительные приборы – «теплый пол», капиллярный «теплый пол», трубча-

тый и капиллярный настенные теплообменники, теплообменник, вмонтированный в бетонную стену. В качестве резервного отопительного прибора выступает электрический «теплый пол», который размещен перед входной дверью. Низкотемпературные отопительные приборы подключаются к тепловому насосу через бак-аккумулятор, поскольку на выходе из теплонасоса нагретая вода имеет температуру до  $+55^\circ\text{C}$ .

Особое внимание следует уделить группе теплообменников – источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса. Кроме уже знакомых нам теплообменника скважины водозабора и грунтового аккумулятора теплоты, тут предусмотрена еще группа теплообменников, расположенных в грунтовом массиве на территории Института технической теплофизики НАН Украины.

В эту группу входят одноходовой теплообменник в виде 6 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 3 петли длиной

15 м, а также 8 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 4 петли длиной 20 м. Тут также представлен трехсекционный многоходовой паяный теплообменник из материала ПЕ100 с наружным диаметром трубы 40 мм.

Данные теплообменники расположены на схеме (рис. 4) теплоснабжения энергоэффективного дома в порядке возрастания теплообменной поверхности. Приоритетность включения источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса соответствует обозначениям I – V.

Таким образом, разработанная принципиальная схема системы теплоснабжения в настоящее время реализуется Институтом технической теплофизики НАН Украины при создании на основе строящегося пассивного дома площадью  $300\text{ м}^2$  высокоэнергоэффективного здания типа «ноль-энергии» с использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии.