

В.В. Покотилов,
к.т.н., доцент БНТУ, национальный
эксперт проекта ПРООН/ГЭФ

М.А. Рудковский,
аспирант БНТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОСИСТЕМ И ДРУГИХ ВИЭ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Конференция «Энергоэффективные здания XXI века. Европейский и отечественный опыт проектирования, строительства и эксплуатации домов с минимальным потреблением энергии. Альтернативные источники энергии» – Минск, 18 декабря 2013 г.

Радикационный режим Беларуси аналогичен режиму многих средне-европейских стран с развитым применением солнечной энергии как в области гелиоархитектуры домостроения и градостроительства, так и в области применения специальных тепловых гелиосистем теплоснабжения и горячего водоснабжения. Поэтому в настоящее время развитие солнечной энергетики в Беларуси рассматривается в качестве перспективного направления как на уровне государственных инициатив, так и непосредственно частными фирмами и застройщиками.

Распространенность использования гелиосистем в Европе

В Центральной Европе годовое количество солнечной прямой и рассеянной энергии на горизонтальную поверхность составляет 1000...1400 кВт·ч/м² (в Германии – 1200, в Беларуси – 1100 кВт·ч/м²). В Германии, Великобритании, Швейцарии, Финляндии, США и других странах для большинства возводимых объектов применяют принципы «солнечной архитектуры» и пассивные конструкции, снижающие теплотраты на отопление на 30...60% до уровня 10...40 кВт·ч/м² в год при сроке окупаемости 2...4 года.

Для нагревания воды горячего водо-

снабжения солнечная энергия используется с применением специальных гелиосистем, основными элементами которых являются гелиоколлекторы, преобразующие высококачественное солнечное излучение в тепловую энергию, а также аккумулятор тепловой энергии, сглаживающий нерегулярности поступления солнечной энергии и нерегулярности потребления тепловой энергии системой горячего водоснабжения.

Основную себестоимость гелиосистемы 50...70% от общей себестоимости – несут в себе гелиоколлекторы. Срок окупаемости гелиосистемы зависит от сравниваемого варианта и составляет не менее 15 лет. Однако современная Европа учитывает перспективу неуклонного роста стоимости традиционных источников энергии, а также перспективу окончания их использования. Поэтому в странах Европы применение гелиосистем начало активно стимулировать уже 30 лет назад. В некоторых районах Австрии гелиосистемы горячего водоснабжения были смонтированы для всех эксплуатируемых жилых зданий уже более 20 лет назад. Начиная с 1980-х годов, правительство Германии настойчиво проводит политику внедрения «солнечной архитектуры» и гелиотехники. К настоящему времени в связи с отказом от атомной энергетики Германия ориентируется на повсеместное ис-

пользование возобновляемых источников энергии.

В Беларуси первая современная гелиосистема горячего водоснабжения была смонтирована в 1998 г. для здания Международного института по радиоэкологии им. А.Д. Сахарова в г. Минске (МИРС) с применением комплекта оборудования, предоставленного фирмой DOMA (Австрия), при содействии сотрудников ENERGIES-PAR VEREIN, Dornbirn (Австрия). В Беларуси гелиосистемы в настоящее время становятся все более востребованными, чему способствуют предложения зарубежных фирм – производителей гелиотехнического оборудования: Viessmann, Thermomax, Bosch, De Dietrich, Vaillant, Junkers, Kospel, Jäspi, Thermo/solar Žiar s.r.o., Buderus, Herz и др., – в том числе и многочисленных китайских производителей. Большинство фирм предлагают свои услуги в части проектирования, подбора оборудования и монтажа, опираясь на собственные базовые электронные программы проектирования. На десятках различных государственных, частных объектах и индивидуальных жилых домах уже функционируют гелиосистемы различных фирм-производителей с площадью гелиоколлекторов в основном 4...10 м², но не более 20 м², с баками-аккумуляторами объемом до 2 м³.

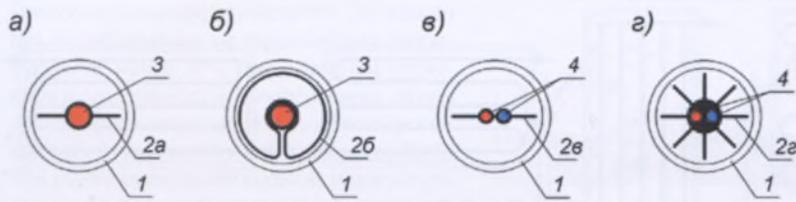


Рис. 1. Сечение трубки различного типа вакуумированных трубчатых коллекторов: а), в) – с тепловым плоским элементом; б) – с тепловым цилиндрическим элементом; г) – с тепловым литым элементом из алюминиевого сплава. 1 – колба с двойным остеклением и вакуумированным зазором; 2а, 2в – плоский теплопринимающий элемент; 2б – теплопринимающий элемент цилиндрического вида с пружинным контактом с тепловой трубкой; 2г – тепловой элемент литой из алюминиевого сплава; 3 – тепловая трубка; 4 – U-образная медная трубка циркулирующего теплоносителя

Решения для Беларуси

Из практики проектирования и эксплуатации геосистем горячего водоснабжения известно, что экономически оптимальными для климата – аналога Беларуси являются геосистемы, запроектированные на компенсацию 60...70% годовых теплотрат на нужды горячего водоснабжения. При более высоком проценте компенсации резко возрастают капитальные затраты. Поэтому остальные 30...40% годовых теплотрат, приходящиеся на зимние месяцы, восполняются в зависимости от конкретных местных условий: либо от традиционных источников – котельной или тепловых сетей, – либо от нетрадиционных, в том числе от возобновляемых источников энергии. Достаточно широко для предварительного нагревания воды применяется утилизация теплоты сточных вод, температура которых может достигать 35°C при условии отделения от них сточных вод от унитазов.

Основным элементом геосистемы являются тепловые гелиоколлекторы. Существуют коллекторы «условно плоские», преобразующие солнечную энергию непосредственно в плоскости падения солнечных лучей, и коллекторы с концентрирующими отражательными устройствами – самостоятельными либо располагаемыми в конструкции коллектора. Эволюция проектирования гелиоколлекторов насчитывает лишь несколько десятилетий, но уже на настоящий момент можно считать устоявшимися основные конструктивные тенденции.

Солнечные коллекторы с теплоизолирующим светопрозрачным покрытием

В настоящее время выпускаются несколько типов гелиоколлекторов с плоским теплоизолирующим светопрозрачным покрытием. Среди них можно выделить коллекторы фирмы *Viuderus* с теплоизолирующим слоем в виде светопрозрачной прослойки из инертного газа низкой теплопроводности, а также плоские вакуумированные коллекторы фирмы *Thermo/solar Ziar s.r.o.*, производство ко-

торых претендует на статус уникального. Стоимость коллекторов с плоским теплоизолирующим светопрозрачным покрытием в 1,5...2,0 раза выше их традиционных аналогов с одинарным остеклением.

Наибольшее распространение получили вакуумированные трубчатые коллекторы. Их основным элементом является «трубка» (рис. 1), которая состоит из стеклянной колбы поз.1 с двойным остеклением и вакуумированным зазором и теплопринимающего элемента поз.2.

Плоский теплопринимающий элемент поз. 2а имеют наиболее «дешевые» коллекторы, в которых колбу надо поворачивать при монтаже на какой-либо оптимальный угол вслед за Солнцем, что на самом деле не приносит практического эффекта.

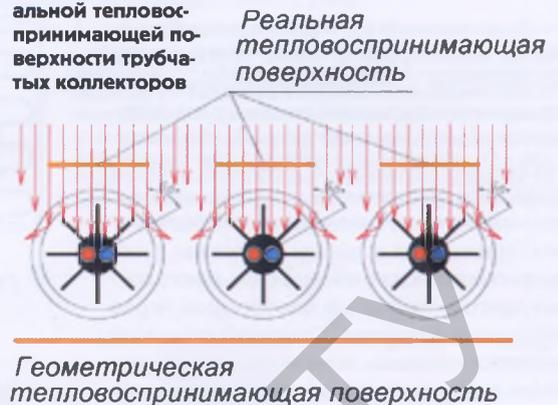
Идея теплового цилиндрического элемента поз. 2б позволяет воспринимать излучение при любом угле падения солнечного излучения, но в данной конструкции вызывает сомнения эффективность теплопередачи за счет теплопроводности пластины поз. 2б по «длинному» пути к поверхности тепловой трубы поз. 3.

Коллекторы на рис. 1а, 1б имеют низкую себестоимость. Применение тепловых трубок поз. 3 не дает теплового преимущества в эффективности передачи теплоты от теплопринимающей поверхности к теплоносителю по сравнению с традиционным способом непосредственной циркуляции теплоносителя (рис. 1в, 1г).

Коллекторы рис. 1в, 1г имеют более высокие теплотехнические качества по сравнению с коллекторами рис. 1а, 1б ввиду непосредственного контакта теплопринимающего элемента с теплоносителем. Но они неудобны в транспортировке и имеют более высокую стоимость.

Наиболее качественным по теплотехническим показателям является коллектор рис. 1г, но стоимость его значительно выше всех иных трубчатых коллекторов и значительно превышает стоимость «обычных» плоских коллекторов с одинарным остеклением.

Рис. 2. Оценка реальной теплопринимающей поверхности трубчатых коллекторов



Реальная теплопринимающая поверхность трубчатого коллектора значительно меньше его геометрической поверхности. На рис. 2 для оценки реальной поверхности показан характер облучения стеклянной колбы коллектора.

Реальная теплопринимающая поверхность трубчатого коллектора составляет 0,60...0,62 от его геометрической поверхности. Для плоских коллекторов это соотношение составляет 0,9...0,85. Таким образом, при проектировании для получения идентичной теплопринимающей поверхности гелиоколлекторов геометрическая поверхность трубчатых коллекторов должна быть в 0,88/0,61=1,44 раза больше.

При сравнении стоимости также следует сравнивать между собой удельную стоимость одного квадратного метра реальной поверхности плоского и трубчатого коллектора:

для плоского коллектора, зная его стоимость $C_{пл}$ и площадь по наружным габаритам $A_{пл}$, удельная стоимость определится следующим образом $C_{уд} = C_{пл} / (0,88 \times A_{пл})$;

для трубчатого коллектора, зная его стоимость $C_{тр}$ и площадь по наружным габаритам $A_{тр}$, удельная стоимость определится следующим образом $C_{уд} = C_{тр} / (0,61 \times A_{тр})$.

Механическая прочность коллекторов оценивается в основном по устойчивости к граду. Трубчатые коллекторы, показанные на рис. 1, не выдерживают крупный град. Исключение составляют трубчатые коллекторы с одинарным стеклом повышенной толщины. Они выдерживают град размером до 35 мм. В коллекторах данного типа вакуумируется все пространство стеклянной трубы.

На механическую прочность влияет также выпавший между трубами коллектора слой подтаявшего снега, который, расширяясь в весенних циклах замораживания-оттаивания, может нарушить целостность стеклянных колб.

Срок службы трубчатых гелиоколлекторов не более 10 лет, гарантийный срок – от 1 до 5 лет.

Большинство фирм – производителей трубчатых коллекторов (а также других типов коллекторов с теплоизолирующим светопрозрачным покрытием) рекомендуют их повсеместное применение для любых климатических зон, особенно в холодный период года. Эксплуатационные натурные исследования, например, выполненные специалистами Германии, не показали в условиях центрально-европейского климата столь явного преимущества трубчатых коллекторов перед обычными плоскими. Основной причиной является изморось, налипающая на «холодные» трубы коллектора и не дающая проникать солнечному излучению.

При высоких температурах срок службы незамерзающей жидкости резко уменьшается. Поэтому существенным недостатком коллекторов с теплоизолирующим светопрозрачным покрытием является значительное повышение температуры теплоносителя при отсутствии циркуляции до более 200°C по сравнению с плоскими, температура которых достигает не более 150°C. Ввиду этого, для исключения кипения теплоносителя необходимо поддерживать в коллекторах высокое избыточное давление.

Коллекторы с теплоизолирующим светопрозрачным покрытием по своим характеристикам оптимальным образом подходят для климатических условий высокогорной местности.

Плоские солнечные коллекторы с одинарным светопрозрачным покрытием

Солнечные плоские коллекторы с одинарным светопрозрачным покрытием выпускаются десятками фирм в мире. В таких коллекторах соединения тепловых элементов между собой выполняются по схемам, показанным на рис. 3.

В плоских гелиоколлекторах применяется обычное оконное силикатное стекло, выдерживающее удары крупного града и значительные изгибающие нагрузки, а также стекла со специальной наружной поверхностью без «блесткости», которая исключает отражение солнечных лучей при угле падения менее 30°C. Коллекторы со специальным стеклом без «блесткости» имеют более высокую стоимость. Их срок службы – более 20 лет, гарантийный срок – от 1 до 10 лет.

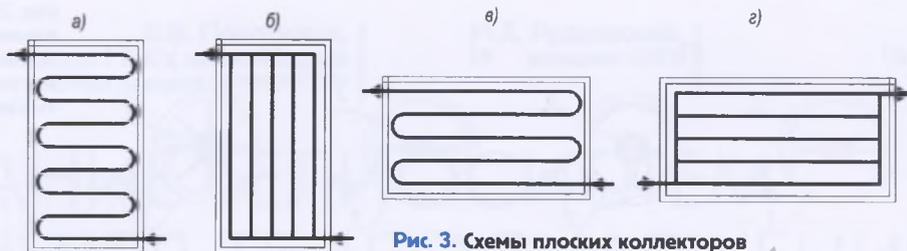


Рис. 3. Схемы плоских коллекторов

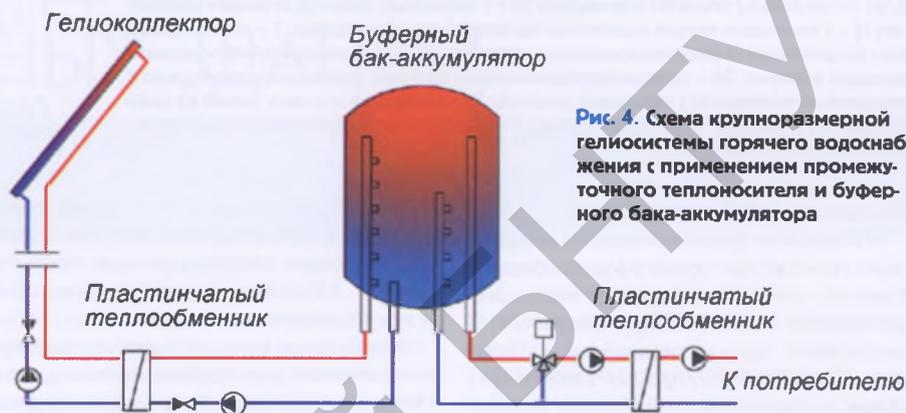


Рис. 4. Схема крупноразмерной гелиосистемы горячего водоснабжения с применением промежуточного теплоносителя и буферного бака-аккумулятора

Крупноразмерные гелиосистемы с баками-аккумуляторами

Конструирование гелиосистемы зависит от задаваемых исходных данных. Для систем с гелиоколлектором площадью примерно до 20 м² применяют бак-аккумулятор воды горячего водоснабжения со встроенными поверхностями нагрева. Таким образом, с помощью одного устройства обеспечивается температурное расслоение по высоте бака, суточное аккумулярование тепловой энергии, нагревание воды от гелиосистемы и от дополнительных источников энергии.

Для крупноразмерных гелиосистем с площадью гелиоколлекторов более 30 м² следует предусматривать бак-аккумулятор с промежуточным теплоносителем. В практике такие баки обычно называют буферными. Буферные баки емкостью 1...2 м³ выпускаются с встроенными змеевиками гелиосистемы и змеевиком для нагревания воды горячего водоснабжения. Например, для гелиосистемы с коллектором 120 м² используют 4 таких бака с системой обвязки, обеспечивающей «последовательную» автоматическую зарядку баков с помощью переключающих трехходовых клапанов. Более удобным по эксплуатации с минимальными капитальными расходами применяют вариант с одним баком-аккумулятором на 8 м³ со скоростными теплообменниками со стороны гелиоколлектора и со стороны потребителя – системы горячего водоснабжения. В общем виде подобная система показана на рис. 4.

Поскольку подобные крупноразмерные гелиосистемы в отечественной практике пока не применялись, перед местными предприятиями встанет задача изготовить все их элементы, кроме гелиоколлекторов,

включая и систему автоматического регулирования и контроля.

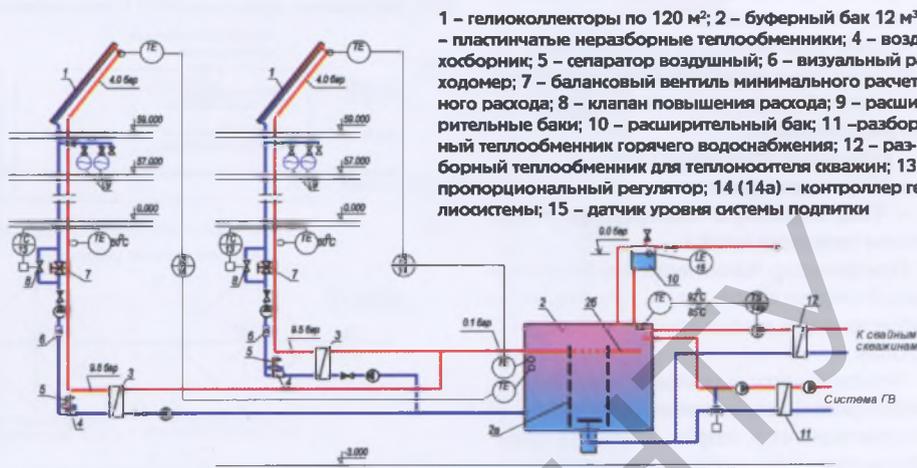
Эксплуатировать такие системы следует при участии белорусских сервисантов – производителей отечественного оборудования в области теплообменников, теплоаккумулирующих устройств, систем автоматизации, учета производимой и потребляемой теплоты. Ввиду этих обстоятельств предлагается гелиосистема горячего водоснабжения, значительно упрощающая в сравнении с европейскими аналогами проектное решение в части его реализации, а также и в части предстоящей эксплуатации. При этом предлагаются технические решения, повышающие годовую тепловую эффективность гелиосистемы горячего водоснабжения при снижении капитальных затрат.

Практические варианты гелиосистемы для белорусской многоэтажки

На рис. 5 показана общая принципиальная схема решений гелиосистемы для многоэтажного энергоэффективного жилого дома, запланированного к строительству в Минске в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь».

На схеме не показаны контрольные приборы, системы защиты, фильтры, системы заполнения и подпитки, некоторая часть запорной арматуры и др. Указаны ориентировочные значения избыточного давления в трубопроводах. Для обеспечения эффективной работы расширительных баков поз. 9 последние монтируются на техническом чердаке. Балансовый вентиль поз. 7 настраивается на минимальный расчетный расход теплоносителя.

Рис. 5. Схема гелиосистемы 132-квартирного 19-этажного жилого дома:



1 – гелиоколлекторы по 120 м²; 2 – буферный бак 12 м³; 3 – пластинчатые неразборные теплообменники; 4 – воздухоотборник; 5 – сепаратор воздушный; 6 – визуальный расходомер; 7 – балансовый вентиль минимального расчетного расхода; 8 – клапан повышения расхода; 9 – расширительные баки; 10 – расширительный бак; 11 – разборный теплообменник горячего водоснабжения; 12 – разборный теплообменник для теплоносителя скважин; 13 – пропорциональный регулятор; 14 (14а) – контроллер гелиосистемы; 15 – датчик уровня системы подпитки

Пропорциональный регулятор поз. 13 и клапан поз. 8 срабатывают на поддержание температуры не менее 50°C при снижении теплопроизводительности гелиосистемы путем дросселирования потока вплоть до полного закрытия клапана при температуре менее 50°C. При значительно более высокой температуре клапан поз. 8 полностью открыт, и система имеет максимальную теплопроизводительность.

Применяется циркуляционный насос с электронным управлением частотой вращения, которая изменяется при изменении сопротивления системы под воздействием клапана поз. 8. Приведенный принцип управления позволяет почти в 1,5 раза увеличить годовую теплопроизводительность гелиосистемы за счет эффективного использования малой интенсивности излучения в облачный период, а также в утренние и вечерние часы.

Системы автоматического регулирования (контроллер, датчики температуры, регулирующие клапаны и приводы), а также системы учета тепловой энергии предлагаются белорусского производства НП ООО «Гран-Система-С».

Позиционный регулятор поз. 14а настраивается на температуру 92°C, при превышении которой с помощью циркуляционных насосов и теплообменника поз. 12 излишки производимой гелиосистемами теплоты перекачиваются в грунт через свайный теплообменник. При понижении температуры до 85°C позиционный регулятор поз. 14а выключает циркуляционные насосы.

Буферный бак-аккумулятор поз. 2 заполняется водой из тепловой сети по датчику уровня поз. 15. Бак работает под атмосферным давлением, имеет систему аварийной сепарации и сброса пара в атмосферу при аварийном закипании воды в баке. Бак изготавливается из котловой или обычной стали на заводе в Беларуси; сепаратор поз. 2а, перфорированный распределитель поз. 2б и другие

внутренние элементы бака, предназначенные для поддержания температурного расщепления, следует изготовить из нержавеющей стали.

Теплообменники пластинчатые прием к проектированию от Гомельского завода сантехзаготовок, использующего основные комплектующие (пластины и прокладки) германского производителя.

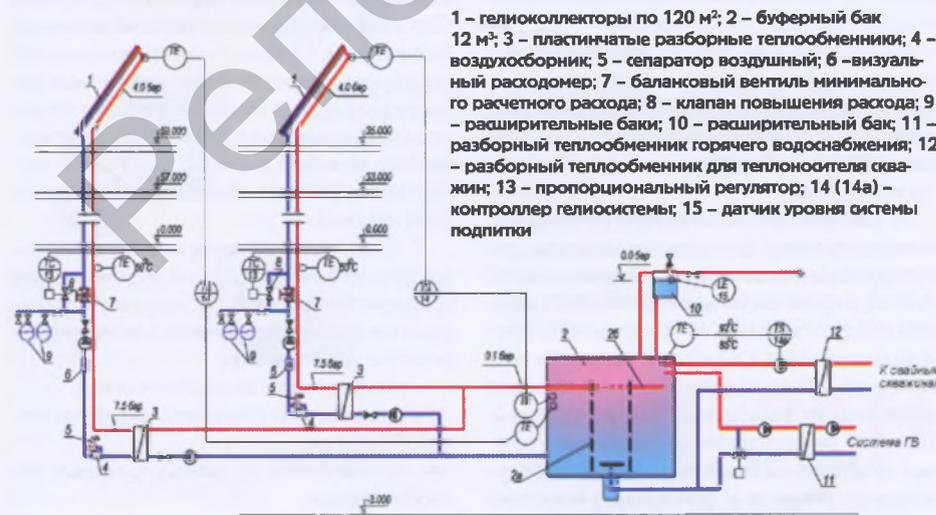
Запорно-регулирующую арматуру и другие устройства высокотемпературного циркуляционного контура коллекторов гелиосистемы следует принять к проектированию от итальянской фирмы Caleffi. Фирма выпускает запорно-регулирующие и др. устройства для гелиосистем с эксплуатационной температурой до 200°C и является лидером как по качеству, так и по номенклатуре в данной технической области. Запорно-регулирующую арматуру других контуров прием к проектированию от австрийской фирмы HERZ, которая на фоне других фирм отличается наличием новых изделий: термостатические клапаны повышенного сопротивления, компактные регуляторы расхода на малые расходы, ком-

пактные регуляторы фиксированного перепада давления, компактные термостаты и др.

Гелиоколлекторы плоского типа с оптимальным соотношением цена-качество с цельнометаллическим штампованным корпусом следует принять к проектированию от словацко-германской компании Thermo/solar Ziar s.r.o. Компания предоставляет на свои солнечные коллекторы гарантию качества на 12 лет. Период эксплуатации коллекторов – до 35 лет.

На рис. 6 показана общая схема гелиосистемы для 120-квартирного 10-этажного энергоэффективного жилого дома, который планируется возвести в г. Гродно. Схема аналогична вышеприведенной с некоторыми изменениями, связанными со значительным уменьшением гидростатического давления. Расширительные баки поз. 9 перенесены в тепловой пункт, а теплообменники поз. 3 запроектированы разборного типа. В целом работа представленной на рис. 6 схемы является аналогичной схеме на рис. 5.

Рис. 6. Схема гелиосистемы 120-квартирного 10-этажного жилого дома:



1 – гелиоколлекторы по 120 м²; 2 – буферный бак 12 м³; 3 – пластинчатые разборные теплообменники; 4 – воздухоотборник; 5 – сепаратор воздушный; 6 – визуальный расходомер; 7 – балансовый вентиль минимального расчетного расхода; 8 – клапан повышения расхода; 9 – расширительные баки; 10 – расширительный бак; 11 – разборный теплообменник горячего водоснабжения; 12 – разборный теплообменник для теплоносителя скважин; 13 – пропорциональный регулятор; 14 (14а) – контроллер гелиосистемы; 15 – датчик уровня системы подпитки

Рекомендуемые схемы комплексного использования источников тепловой энергии

Согласно заданию, для системы горячего водоснабжения в течение годового цикла предусматривается использование следующих источников тепловой энергии:

- утилизатор теплоты сточных вод;
- гелиосистема с гелиоколлекторами тепловой энергии;
- тепловой насос от свайных грунтовых теплообменников;
- теплообменник тепловых сетей.

С точки зрения приоритетов совместного использования возобновляемых и невозобновляемых энергоисточников следует в максимальной степени использовать возобновляемые источники, а недостающую энергию получить от невозобновляемых источников (рис. 7а).

Возобновляемыми источниками тепловой энергии в данной схеме являются:

– утилизируемая теплота сбросов, в данном случае – от сточных вод;

– солнечная энергия от гелиосистемы.

В качестве невозобновляемых источников в схеме обеспечения тепловой энергией будем рассматривать:

– котельную природного газа;

– ТЭЦ, подающую тепло;

– ТЭЦ, подающую электроэнергию для работы теплового насоса.

При проектировании энергоэффективных зданий следует использовать только один из этих источников, исходя конкретных исходных условий.

Тепловой насос и тепловые сети следует рассматривать равноценными с точки зрения эксплуатационных затрат. Учитывая существующие тарифы на тепловую и электрическую энергию, стоимость электроэнергии для теплового насоса за год его эксплуатации будет не менее стоимости тепловой энергии тепловых сетей. При этом капитальные затраты на тепловой насос и его техническое обслуживание в сотни раз превышают затраты на оборудование теплового пункта от тепловых сетей. Поэтому экономические годовые совокупные дисконтированные затраты (СДЗ) для теплового насоса значительно выше СДЗ тепловых сетей. Таким образом, тепловой насос следует рассматривать только в качестве альтернативы тепловым сетям (или котельной) при отсутствии тепловых сетей (или котельной). Указанные приоритеты являются прагматичными проектными вариантами для застройщика и представлены схематично на рис. 7б, 7в, 7г.

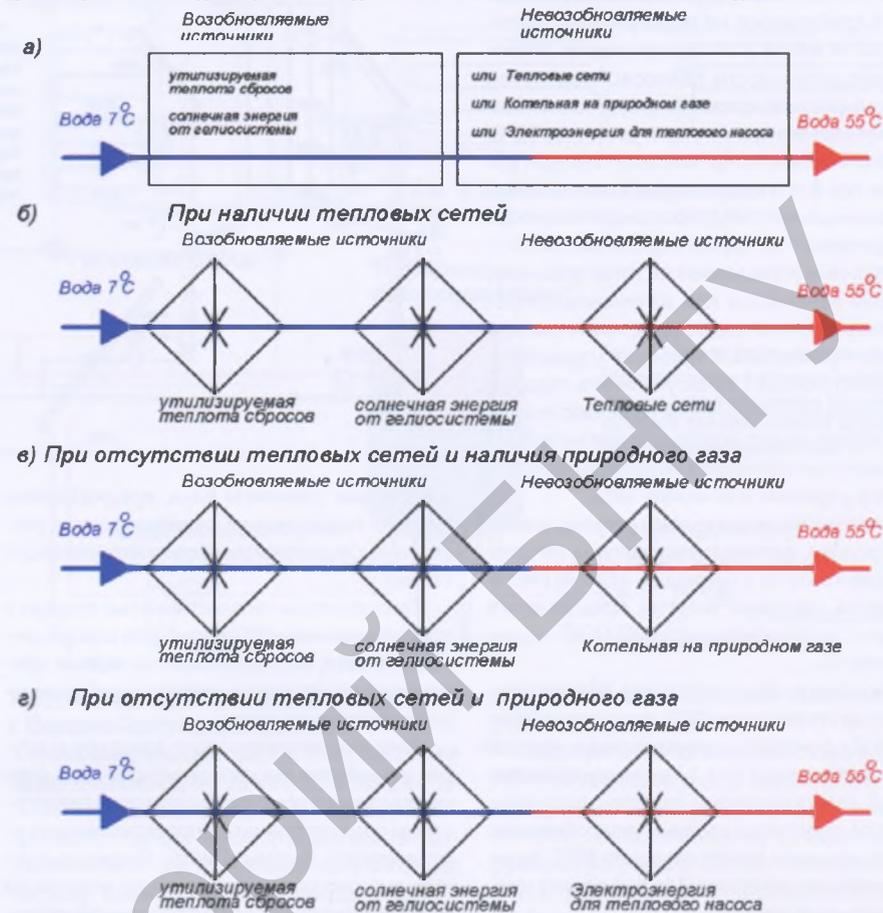
Выводы

В представленной работе согласно заданию выполнен анализ состояния дел в области использования гелиосистем горячего водоснабжения и разработан проект рекомендаций для проектирования гелиосистем горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов в Республике Беларусь, значительно упрощающий в сравнении с европейскими аналогами проектное решение в части его реализации, а также и в части предстоящей эксплуатации. При этом предлагаются технические решения, повышающие годовую тепловую эффективность гелиосистемы горячего водоснабжения при снижении капитальных затрат. При разработке проекта рекомендаций в максимальной степени принята ориентация на производителей и сервисных специалистов Республики Беларусь. По представленному проекту рекомендаций можно сделать следующие выводы:

1. Выбор гелиоколлекторов для данного проекта ПРООН следует ограничить областью плоских коллекторов с одинарным остеклением.

2. Буферный бак-аккумулятор емкостью 12 м³ следует изготовить на заводе в Беларуси по индивидуальному проекту из котловой или

Рис. 7. Схема комплексного и приоритетного использования источников тепловой энергии для нагрева воды горячего водоснабжения многоэтажного жилого дома



обычной стали. Внутренние элементы бака, предназначенные для поддержания температурного расслоения, следует изготовить из нержавеющей стали. Бак работает под атмосферным давлением, заполняется водой из тепловой сети по датчику уровня, имеет систему аварийной сепарации и сброса пара в атмосферу в случае аварийного закипания воды в баке.

3. Теплообменники пластинчатые с высокими теплотехническими характеристиками следует принять к проектированию от отечественного производителя, использующего высококачественные основные комплектующие (пластины и прокладки). При этом размеры теплообменников меньше и их цена ниже аналогов белорусского и зарубежного производства.

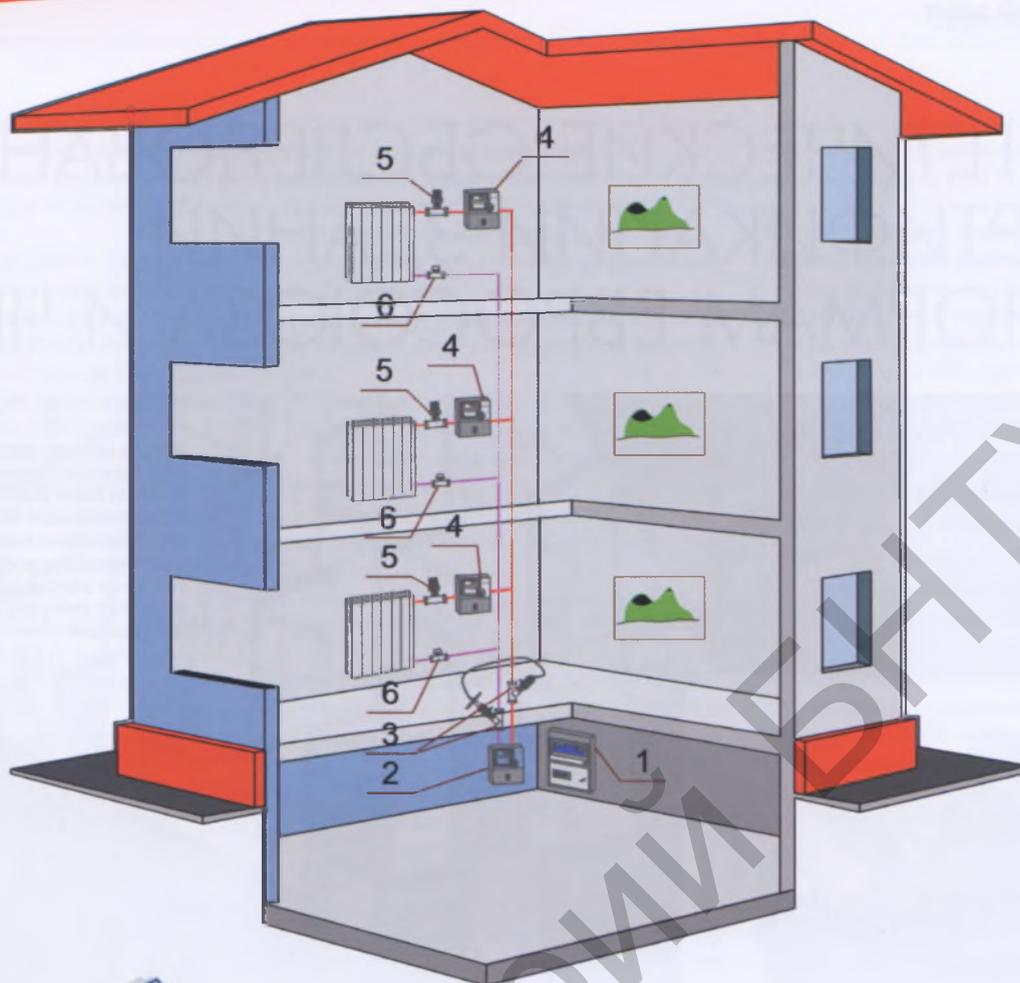
4. Системы автоматического регулирования (контроллер, датчики температуры, регулирующие клапаны, исполнительные механизмы), а также системы учета тепловой энергии следует заказать у белорусского производителя – НП ООО «Гран-Система-С», технический уровень производства которого выше многих зарубежных производителей. При этом решается также чрезвычайно важная проблема систематизированного обслуживания, ремонта и обновления морально устаревшего оборудования.

5. Запорно-регулирующую арматуру и другие устройства высокотемпературного циркуляционного контура коллекторов гелиосистемы следует принять к проектированию от мирового производителя, который является лидером как по качеству, так и по номенклатуре в данной технической области.

6. Запорно-регулирующую арматуру других контуров следует принять к проектированию от австрийской фирмы HERZ, которая на фоне других фирм отличается наличием новых изделий: термостатические клапаны повышенного сопротивления, компактные регуляторы расхода на малые расходы теплоносителя, компактные регуляторы фиксированного перепада давления, компактные термостаты и др. Оптимальной является также и цена изделий.

7. С точки зрения приоритетного использования источников тепловой энергии следует предусмотреть в проекте следующую последовательность их применения для системы горячего водоснабжения:

- утилизатор теплоты сточных вод;
- гелиосистема с гелиоколлекторами тепловой энергии;
- тепловой насос от свайных грунтовых теплообменников;
- теплообменник тепловых сетей. ■



1. Микропроцессорный свободно программируемый регулятор температуры "Струмень" РТМ-03, позволяет управлять тремя независимыми контурами регулирования: двумя контурами отопления, одним контуром ГВС и контуром подпитки.



2.

Групповой ультразвуковой теплосчетчик марки "Струмень". Ультразвуковые теплосчетчики "Струмень" – надежные и долговечные приборы, работающие от встроенного элемента питания, абсолютно не требовательны к качеству теплоносителя. Предназначены для учета группового потребления тепла на промышленных объектах и объектах жилищно-коммунального хозяйства.

3.

3.

Балансировочная арматура производства НП ООО "Гран-Система-С" предназначена для гидравлической балансировки систем отопления и охлаждения. Отвечает самым высоким требованиям современных систем отопления. Соответствует EN 215, ТУ ВУ 100832277.010-2010

4.



Поквартирные ультразвуковые теплосчетчики марки "Струмень". Ультразвуковая технология позволяет избежать механического износа, обеспечивает высокую точность измерений вне зависимости от качества теплоносителя на протяжении всего срока службы. Встроенный беспроводной интерфейс позволяет организовать систему дистанционного сбора данных.

5, 6.



Термостатические клапаны и головки производства НП ООО "Гран-Система-С". Современные термостатические клапаны и головки соответствуют европейскому стандарту EN 215. Позволяют создавать комфортные условия в каждом помещении и, благодаря точным настройкам, экономить энергоресурсы.



НП ООО "Гран-Система-С",
Республика Беларусь, 220141, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 54А,
тел./факс (017) 265-82-03, (017) 265-82-08
www.strumen.com
E-mail: info@strumen.com