

СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ

Покотилов В.В., Жидович И.С.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь на теплоснабжение многоквартирного жилого фонда расходуется более 35 % суммарного потребления органического топлива. Одной из существующих альтернатив органическому топливу является использование местных и возобновляемых источников энергии с применением современного оборудования для их использования, в т. ч. тепловых насосов, утилизаторов теплоты удаляемого воздуха, фотоэлектрических преобразователей, гелиосистем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

В рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», реализуемого Программой развития ООН и Департаментом по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь при финансовой поддержке Глобального экологического фонда, основное внимание уделяется разработке и обеспечению эффективного внедрения новых методов проектирования жилых зданий и строительных норм, проектированию и строительству трех демонстрационных многоэтажных жилых зданий массовых серий в Гродно, Минске и Могилёве, решению вопросов, связанных с сертификацией зданий по уровню энергоэффективности. Национальным исполняющим агентством является Департамент по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь. Основными партнерами проекта выступают Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, ОАО МАПИД, УП «Институт Гродногражданпроект», Могилевский облисполком. Проект ставит своей целью снижение потребления энергии при строительстве и эксплуатации жилых зданий и соответствующее сокращение выбросов парниковых газов. Для каждого из трёх демонстрационных многоэтажных жилых зданий реализуются различные варианты систем теплоснабжения с комбинацией различных возобновляемых источников энергии. Основные проектные работы выполняются УП «ИНСТИТУТ ГРОДНОГРАЖДАНПРОЕКТ», ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»

Тепловые насосы являются признанным энергоэффективным и экологически чистым теплогенерирующим оборудованием. В мире ежегодно вводятся в эксплуатацию около 2 млн. тепловых насосов разных типов и мощности. По прогнозу Международной электротехнической комиссии (МЭК) к 2020 году в развитых странах 75% теплоснабжения (коммунального и промышленного) будет осуществляться с помощью тепловых насосов. Особенно интенсивно применяются тепловые насосы в странах Западной Европы и Скандинавии (в Германии, Великобритании, Швейцарии, Австрии, Польше, Швеции, Норвегии). В последнее десятилетие реализуются пилотные проекты в России, Украине и Казахстане.

В последние годы в Республике Беларусь принят ряд решений по повышению энергетической эффективности жилищного строительства и по тарифной политике, которые значительно повысили конкурентоспособность тепловых насосов как источников теплоснабжения нового многоквартирного жилого фонда. Способствуют этому и мировые тенденции технического совершенствования и экономического стимулирования. Определяющими факторами, дающими основание рассматривать тепловые насосы в качестве источников теплоснабжения многоквартирных жилых домов, является их энергетическая и экологическая эффективность, когда тепловая энергия генерируется в местах ее потребления, а топливо для выработки электрической энергии сжигается вне жилых районов. Низкопотенциальными источниками теплоты (НПИТ) для тепловых насосов могут быть: вытяжной воздух; наружный воздух; грунт; сточные воды; подземные и поверхностные воды; дымовые газы собственной крышной котельной на природном газе; вторичные тепловые потоки промышленных предприятий и объектов коммунального хозяйства (ТВЭР); теплоноситель существующей сети теплоснабжения района от ТЭЦ.

Наружный воздух является самым доступным НПИТ неограниченного объема. Эффективность его использования в Республике определяется особенностями климата. Так, для условий г. Гродно по данным многолетних наблюдений при расчетной для отопления температуре наружного воздуха равной минус 22 °С продолжительность стояния температуры ниже минус 15 °С составляет только около 2 % от продолжительности отопительного периода, а ниже минус 10 °С – около 7 %. Учитывая технические возможности современных тепловых насосов, можно рассматривать наружный воздух как перспективный НПИТ, особенно при ограниченных ресурсах НПИТ других видов.

Грунт верхних слоев земли, так же как и наружный воздух, представляет собой тепловой аккумулятор неограниченной емкости. Эффективность использования теплоты грунта определяется, главным образом, температурным режимом грунта в годовом цикле и зависит от его состава, влажности, температуры воздуха и др. Температура грунта в зимний период на глубине 0,8 м составляет от 1...3 °С, а на глубине 1,5 м – 2...7 °С. Технически возможны системы отбора теплоты грунта с применением теплообменников из пластиковых труб разного диаметра: горизонтального исполнения (змейки, петли и др.), укладываемые с заглублением на 1,5-2,0 м в грунт, и вертикального (зонды) – в скважины разной глубины или в опоры фундаментов зданий. В условиях дефицита свободной от застройки территории применение горизонтальных теплообменников имеет ограничения, поэтому отбор теплоты от грунта возможен только с применением различных конструкций вертикальных теплообменников.

Сточные воды очень перспективный, но пока мало используемый для теплоснабжения источник низкопотенциальной теплоты, что обусловлено их биологической и коррозионной агрессивностью, неравномерным режимом потока в канализационной сети. Объемы и температура бытовых сточных вод зависят от уровня инженерного благоустройства, привычек жителей и температуры водопроводной воды. На выпусках домов их температура изменяется в интервале от 15 °С до 35 °С при среднем суточном значении 24 °С. Проблемы утилизации частично решаются при использовании теплоты только «серых» сточных вод (от ванн, умывальников и кухонь), что возможно при создании в жилых домах двухтрубных систем отведения сточных вод: «серых» и от туалетов. Компактные установки утилизации теплоты сточных вод, включающие герметичные резервуары-усреднители потока, могут размещаться в подвалах домов.

Эффективность применения тепловых насосов в сравнении с другими источниками теплоснабжения определяется по трем критериям: энергетическому, экологическому и экономическому. Энергетическая эффективность рассчитывается по величине ожидаемой ежегодной экономии первичного топлива. Экологическая эффективность применения тепловых насосов выражается в их возможности сокращать при работе одновременно физическое и химическое загрязнение окружающей среды. Экономическая оценка эффективности выполняется по приведенным затратам, величине экономии ежегодных эксплуатационных затрат, сроку окупаемости единовременных капитальных вложений и доходности.

Интенсивность солнечной энергии зависит от географической широты и локальных атмосферных особенностей. Радиационный режим Беларуси аналогичен многим средневропейским странам с развитым применением солнечной энергии в области гелиоархитектуры домостроения и градостроительства, и в области тепловых гелиосистем теплоснабжения и горячего водоснабжения. В центральной Европе годовое количество солнечной прямой и рассеянной энергии на горизонтальную поверхность составляет 1000...1400 кВтч/м² (в Германии – 1200, в Беларуси -1100 кВтч/м²). В Германии, Великобритании, Швейцарии, Финляндии, США и др. странах для большинства вновь возводимых объектов применяют принципы «солнечной архитектуры», снижающие теплотраты на отопление на 30...60% до уровня 10...40кВтч/м² в год при сроке окупаемости 2...4 года, а в некоторых проектах – со снижением капитальных затрат. Начиная с 80-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 по-

всеместное использование возобновляемых источников энергии, как это было принято в Австрии несколько десятилетий тому назад.

Из практики проектирования и эксплуатации гелиосистем известно, что экономически оптимальными для климата – аналога Беларуси являются гелиосистемы, запроектированные на компенсацию 40...70% годовых теплотрат, необходимых на нужды горячего водоснабжения. При более высокой степени компенсации резко возрастают капитальные затраты.

Условно современные гелиоколлекторы можно разделить на гелиоколлекторы с одинарным остеклением и гелиоколлекторы с повышенной теплоизоляцией. Среди последних популярность приобрели трубчатые вакуумированные коллекторы.

Для климатических и эксплуатационных условий Беларуси более соответствуют солнечные плоские коллекторы с одинарным светопрозрачным покрытием. В плоских гелиоколлекторах применяется обычное оконное силикатное стекло, выдерживающее удары крупного града и значительные изгибающие нагрузки, а также стёкла со специальной наружной поверхностью без «блёсткости», которая исключает отражение солнечных лучей при угле падения менее 30 град. Коллекторы со специальным стеклом без «блёсткости» имеют более высокую стоимость. Срок службы более 20 лет, гарантийный срок - от 1 до 10 лет.

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

Условно гелиосистемы подразделяют на небольшие, средние и крупные. Такое разделение связано с принципиальными различиями в конструкции этих гелиосистем. Для крупных гелиосистем, используемых для многоквартирных жилых домов, применяют скоростные пластинчатые теплообменники, отделяющие контур гелиоколлектора от контура горячего водоснабжения с помощью промежуточного между ними контура с буферным баком-аккумулятором ёмкостью более 4 м³.

Крупные гелиосистемы применяют также в сочетании другими возобновляемыми источниками тепловой энергии, что позволяет значительно повысить энергоэффективность систем здания в течение всего года.

При конструировании гелиосистемы и низкотемпературной системы отопления следует учитывать особенности, связанные с монтажом и эксплуатацией систем.

Для повышения эффективности использования теплового насоса и тепловых сетей предполагается использование «низкотемпературных систем отопления» здания. Качество теплового комфорта отапливаемых помещений повышается при значительном понижении расчётной температуры теплоносителя системы отопления. Такие системы называются низкотемпературными и максимальная температура теплоносителя в них задаётся от 450 °С до 700 °С. Практика современных систем низкотемпературного водяного отопления (СНВО) обусловлена в основном использованием низкопотенциальных, в том числе возобновляемых, источников энергии, энергоэффективность которых значительно повышается при снижении температуры теплоносителя менее 500 °С. К низкотемпературным источникам относят гелиосистемы, тепловые насосы, утилизаторы тепловых сбросов, системы с аккумуляторами тепловой энергии, низкотемпературные конденсатные водогрейные котлы, энергоэффективные низкотемпературные тепловые сети. СНВО технически реализуются в виде систем напольного, панельного и конвективного отопления.