

кВт·ч. Более высокая стоимость топлива у традиционных систем нагрева воды ведет к росту эксплуатационных расходов и более значительному снижению затрат при переходе на технологии, использующие возобновляемые источники энергии. Соответственно, по сравнению с газовым котлом у гелиосистем показатель стоимости выше, а срок окупаемости при одинаковой гибридной системе – короче.

Стоимость вырабатываемой энергии в системах, где не используется газ (т.е. тепловые насосы и солнечные коллекторы интегрируются с электрическими водонагревателями), остается неизменной, но там, где гелиосистемы интегрируются с газовыми котлами, увеличивается. Анализ срока окупаемости показывает, что при низкой нагрузке (до 6 чел.) у гелиоустановок экономические показатели лучше. На объектах с числом пользователей свыше 6 у систем на основе тепловых насосов ниже сроки окупаемости (менее трех лет). Наихудшие экономические показатели получены для комбинированных систем, главным образом из-за высоких первоначальных капиталовложений [3].

ВЫВОДЫ

Авторы не претендуют на полноту охвата вопросов использования НВИЭ в домашней энергетике, а хотят еще раз подчеркнуть важность и своевременность энергосбережения.

Обзор и анализ экономических показателей, полученных при моделировании ситуаций, показывает, что все три технологии позволяют получить значительную экономию по сравнению с традиционными системами нагрева бытовой воды. В целом гелиоустановки представляются наиболее привлекательными для обеспечения нагрева бытовой воды среди рассматриваемых вариантов. Использование тепловых насосов, имеющих более длительный период окупаемости, представляется целесообразным в случаях, когда в силу объективных причин использование гелиоустановки невозможно. Гелиосистемы, комбинированные с тепловыми насосами, в силу высоких первоначальных капиталовложений менее привлекательны.

Не нужно стремиться добиваться от одной единицы теплотехнического оборудования запредельных параметров. Более эффективно решать задачу поэтапно, на каждом из которых использовать оптимальную технологию и техническое оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет: <http://esco.co.ua/journal/2011>
2. Интернет: <http://www.uaenergy.com.ua>. UA Energy © 2011 Share.
3. Интернет: [solarhome.ru\biblio/pv/kuchmistr.htm](http://solarhome.ru/biblio/pv/kuchmistr.htm).
4. Перспективы развития альтернативной энергетики и ее воздействие на окружающую среду / В.В.Алексеев, Н.А.Рустамов, К.В.Чекарев, Л.А.Ковешников. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1999, с. 152.
5. Апполонов Ю.Е., Миклашевич И.В. О комплексном использовании нетрадиционных возобновляемых источников энергии // Энергетическое строительство, № 1, 1994. С. 15-18.

УДК 662.61:621

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА И РАЗРАБОТКА СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ПО АВТОНОМНОМУ ОТОПЛЕНИЮ И ГОРЯЧЕМУ ВОДОСНАБЖЕНИЮ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

**Гладюк Е.Р., студент НВИЭ-501, Серегин В.Г., студент НВИЭ-501,
Муровский С.П., к.т.н., доцент**

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В работе рассмотрен вопрос целесообразности использования низкотемпературных воздушных тепловых насосов для автономного отопления и горячего водоснабжения многоэтажных жилых домов и коттеджных поселков на Крымском полуострове.

Предложены схемные решения автономного энергоснабжения жилых объектов с использованием тепловых насосов различного класса.

Тепловой насос, энергоснабжение, децентрализация, схемные решения.

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом мировых запасов природных ресурсов становится всё меньше, а, следовательно, цена на них постоянно растёт. В связи с этим всё чаще для отопления и снабжения зданий горячей водой прибегают к использованию установок на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Скандинавские страны уже на протяжении многих лет используют тепловые насосы (ТН) для отопления зданий. В этих странах энергия, получаемая за счёт ТН, составляет 70% от общей доли энергии, получаемой за счёт установок на основе ВИЭ. Появившиеся в Европе в конце прошлого века низкотемпературные модели ТН принципиально изменили существовавшие ранее представления о технических возможностях этого оборудования, что качественно повлияло на потребительские приоритеты и структуру европейского рынка. Низкотемпературные воздушные тепловые насосы (НВТН) стали наиболее востребованным типом теплонасосных установок (ТНУ). Объёмы их продаж на национальных европейских рынках измеряются сегодня сотнями тысяч штук и десятками миллионов евро. Это совершенно очевидно проявилось в странах Северной Европы как территорий с наиболее холодным климатом [1].

На сегодняшний день повышение уровня энергосбережения возможно лишь при условии уменьшения энергоёмкости. Система теплоснабжения требует коренной технологической перестройки с преобладающим использованием комбинированного производства тепловой и электрической энергии, повышения экономической эффективности. В скандинавских странах, где климат суровее нашего, энергозатратность жилых домов составляет 120- 150 кВт·ч/м² в год, а энергоэффективных 60- 80 кВт·ч/м² (жилые дома застройки последних лет в Украине потребляют 300-400 кВт·ч/м² в год). Чтобы достичь таких показателей, дом, кроме энергосберегающих ограждений, должен быть оборудован последними достижениями энергоэкономной техники: солнечными коллекторами, ТН, системами аккумуляции тепла, экономными автоматизированными системами: отопления, вентиляции, горячего водоснабжения (ГВС), кондиционирования воздуха. Сегодня ТН - это перспективный и практичный способ отопления. И при установке теплового насоса, для отопления и подогрева воды, можно сократить расход электроэнергии почти на 60%, и при этом уменьшить потребление органического топлива [2].

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является анализ эксплуатации ТН различного типа и разработка схемных решений по автономному отоплению и горячему водоснабжению многоэтажных жилых зданий за счет внедрения ТН. По мере массового распространения сплит-систем и насыщения ими европейского рынка к концу 1970-х годов задача поиска новых сфер сбыта становилась все более актуальной. Поскольку интерес к ТН наметился уже тогда, идея расширения области применения за счет создания НВТН, отвечающих Европейским требованиям, полностью соответствовала этой задаче. Понятно, что необходимо было добиться гарантированной надежности и как можно меньшего падения теплопроизводительности аппаратов при низких температурах. Для работы в таких условиях воздушному тепловому насосу необходимы опции, аналогичные тем, что обеспечивает зимний комплект низкотемпературному кондиционеру. Это, во-первых, подогрев картера компрессора и надежные средства для удаления из внешнего блока конденсата и наледи и, во-вторых, - возможность регулирования интенсивности поглощения тепла теплообменником внешнего блока в зависимости от наружной температуры. Поскольку оптимальное решение этих задач означало выход на грандиозный европейский рынок теплоснабжения, идея начала реализовываться не одной компанией, а была подхвачена всеми ведущими производителями. Появилось множество блестящих решений. То есть появление НВТН – следствие многолетних целеустремленных усилий

всей отрасли в целом. Свидетельством этому служит богатство и многообразие их ассортимента, представленного на европейском рынке. В 2000-х появление новых НВТН приобретает тотальный характер. Сегодня в Европе нет уже ни одного заметного бренда, в программе поставок которого не присутствовали бы эти аппараты [3].

Воздушные тепловые насосы имеют целый ряд преимуществ перед ТН других типов, а именно:

- используется везде, где есть возможность подключения к источнику питания;
- обладают максимальной эксплуатационной надежностью;
- подходят для всех систем разделения низких температур, а также для приготовления воды на отопление и ГВС;
- работают очень тихо, благодаря оптимизированной вентиляционной технологии;
- занимают малую площадь по сравнению с ТН с грунтовым коллектором или зондом.

Тепловые насосы НВТН наиболее просты в изготовлении и, как видно из графика (рис. 1), на 1 кВт потребляемой электрической энергии они вырабатывают до 3,5 кВт тепловой [4].

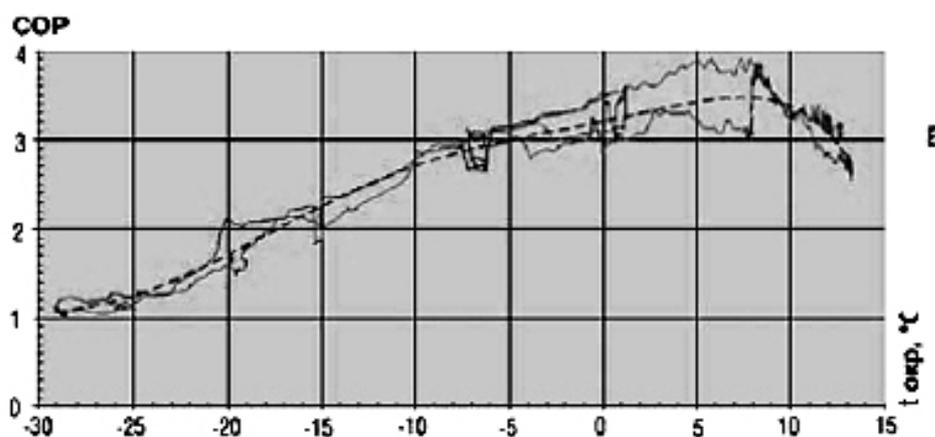


Рис.1. Зависимость коэффициент преобразования современных НВТН от температуры окружающей среды

В ТН, так же как и в холодильных установках, осуществляется так называемый обратный цикл передачи теплоты от источника с низкой температурой к источнику с более высокой температурой. При этом необходимо затратить некоторое количество механической энергии (рис. 2). Баланс энергии для обоих циклов выражается уравнением:

$$Q_{BA} = Q_{dc} + W_{cd}, \quad (1)$$

где: Q_{BA} - энергия, которая отводится от рабочего тела;

Q_{dc} - подводимая к рабочему телу тепловая энергия;

W_{cd} - работа, которая затрачивается на передачу теплоты от низкотемпературного к более высокотемпературному источнику.

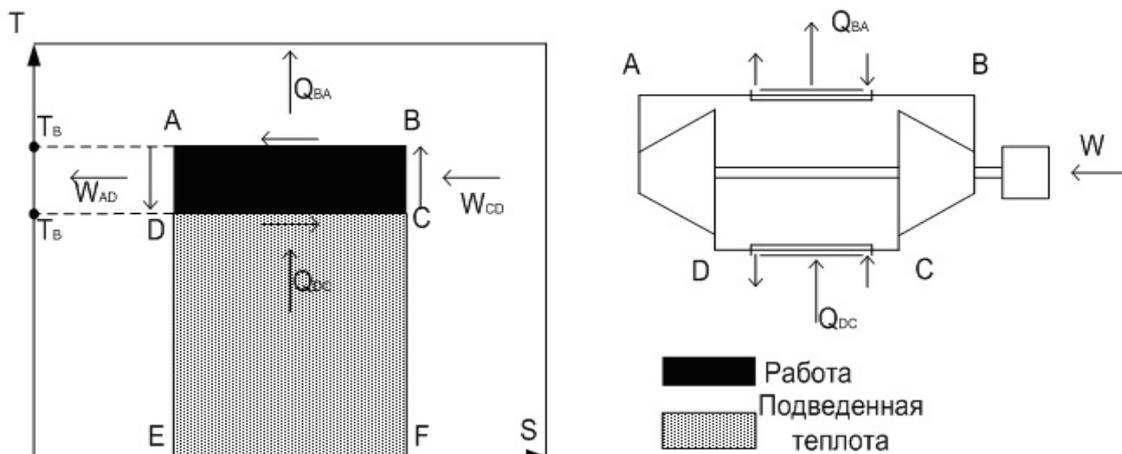


Рис. 2. Цикл Карно и схема устройства идеального теплового насоса

Цикл Карно состоит из изотермического процесса DC подвода теплоты Q_{dc} на низком температурном уровне T_n , соответствующем условиям теплообмена с окружающей средой, изоэнтропического сжатия CB , в процессе которого к рабочему телу подводится работа W_{cd} , изотермического процесса BA отвода теплоты Q_{BA} на высоком температурном уровне T_B , соответствующем условиям теплообмена с обогреваемым пространством, и изоэнтропического расширения AD , в процессе которого рабочее тело возвращает энергию W_{AD} , в результате чего к компрессору подается внешняя энергия W , равная разности энергий W_{cd} и W_{ad} .

Наиболее часто в практике сопоставления различных циклов и конструкций тепловых насосов используется коэффициент преобразования (μ), который определяется как отношение полезной тепловой энергии, получаемой на выходе из теплового насоса Q_{BA} , к энергии, затраченной компрессором на сжатие хладагента W :

$$\mu = Q_{BA}/W = T_B/(T_B - T_n) \quad (2)$$

Наглядно этот теоретический коэффициент преобразования выражается отношением заштрихованной на рис. 2 площади прямоугольника $EFBA$ к площади прямоугольника $DCBA$ [5].

На рис. 3 представлен энергетический баланс НВТН, рассматриваемого в качестве энергогенерирующей установки для проектируемого объекта, где принимаем, что подведена электрическая мощность $N_{эл}=51$ кВт. Полезная мощность теплового насоса, передаваемая потребителю от конденсатора $Q_{BA}=100$ кВт, является суммой тепловой мощности испарителя $Q_{dc}=57$ кВт, полученной из окружающей среды, и механической мощности компрессора, работающего на сжатие хладагента $P=43$ кВт. Причем, из подведенной к тепловому насосу электрической мощности потери мощности в электродвигателе компрессора и приводе вентилятора охлаждения составляют не более 8 кВт.

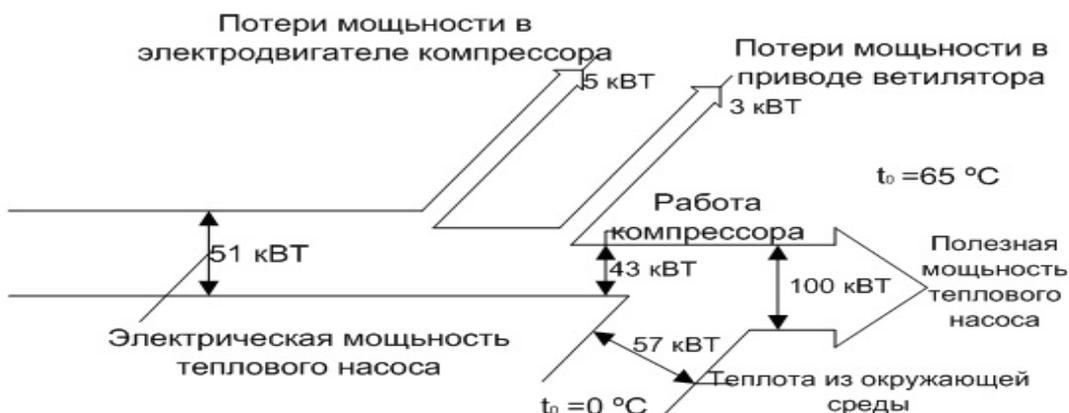


Рис. 3. Пример схемы энергетического баланса парокompрессионного теплового насоса

Выбор именно НВТН для горячего водоснабжения и отопления проектируемого объекта предпочтительнее, т.к. они занимают во много раз меньшую площадь, чем ТН с грунтовым коллектором. На участке строительства отсутствуют свободные площади, обходимые для укладки грунтового коллектора в почву. С учетом особенностей площадки строительства и метеоклиматическим условиями была разработана следующая схема энергоустановки с использованием НВТН (рис. 4).

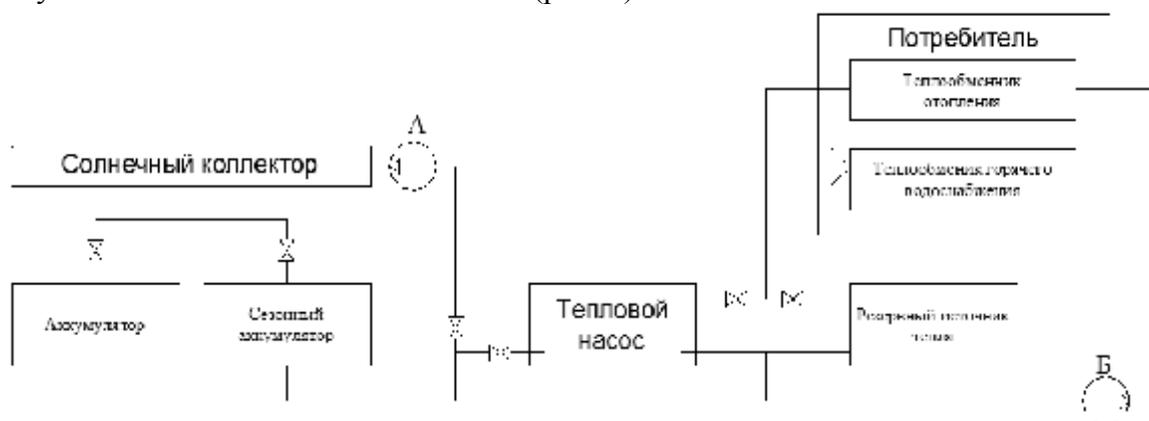


Рис. 4. Блок-схема энергоустановки для жилого дома на базе НВТН

В качестве НВТН выбран внешний блок АОYA24LALL (производство – Япония), гидромодуль WSYA080DA с двумя дополнительными электронагревателями (Франция). Минимально допустимая температура наружного воздуха для работы НВТН составляет $-(-)20^{\circ}\text{C}$.

Для автономного энергоснабжения индивидуальных жилых домов и коттеджей возможно использование схемы с грунтовым тепловым насосом (рис. 5).

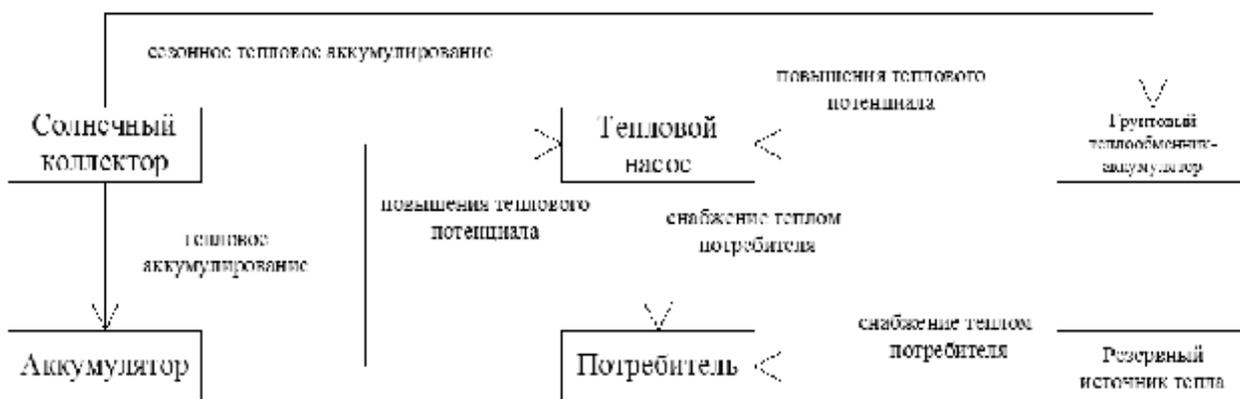


Рис. 5. Блок-схема энергоустановки для индивидуального жилого дома на базе ТН с грунтовым коллектором

Проведенный сравнительный анализ стоимости производства 1 кВт тепловой энергии для систем отопления в 2010 году получаемый при использовании природного газа составляет примерно 0,54 грн. для юридических лиц и 0,26 грн. для населения, при сжигании угля - 0,07 грн., при использовании НВТН стоимость электрической энергии составляла 0,36 грн., но с учетом коэффициента трансформации ТН - 0,1 грн. Таким образом, при организации отопления без использования органического топлива за один отопительный сезон при эксплуатации НВТН обеспечивается колоссальная экономия первичных энергоресурсов и значительно снижается эмиссия CO_2 и других вредных выбросов в атмосферу.

ВЫВОДЫ

1. Выбор системы комбинированного теплоснабжения зависит от метеоклиматических условий района строительства.

2. В районах с низкими зимними температурами наружного воздуха наиболее рациональным является использование грунтовых тепловых насосов.

3. Для установки комбинированных систем теплоснабжения в существующих зданиях наиболее целесообразно использование НВТН из-за отсутствия необходимой площади для установки грунтовых ТН;

4. Для отдельно стоящих или строящихся автономных объектов и коттеджных поселков рекомендуется использовать грунтовые ТН, для них использование НВТН экономически не целесообразно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности нетрадиционных источников энергии в условиях территориального размещения в автономной республике Крым: Отчет о НИР (заключительный) / О.М. Козлов [и др.]; М-во образования и науки Украины, науч.-произв. комплекс НАПКС.- № 0107U000772.- Симферополь, 2008.- 105 с.

2. Муровский С.П. Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма /Н.В. Багров, В.Н. Боков, С.П. Муровский, Э.А. Бекиров и др.- Симферополь: «Доля».- 2009.- 294 с.

3. Перспективы внедрения тепловых насосов в Украине. Форум электр. информ.- режим доступа: <http://www.sintsolar.com.ua/>

4. Пирков И.В. Технич.-экономический анализ использования тепловых насосов типа «воздух-вода» в системах горячего водоснабжения жилых домов: материалы XI международной конференции «Відновлювана енергетика XXI століття» (Миколаївка, АР Крим, 13-17 вер. 2010 р.) / И.В. Пирков, А.В. Гоптарь. НАНУ, КПІ.- Київ, 2010.- С. 76-79.

5. Фиалко Н.М. Некоторые аспекты выбора парокомпрессионных тепловых насосов для систем теплоснабжения индивидуальных домов /Н.М. Фиалко, Л.Б. Зимин// Відновлювана енергетика. 2011.- № 1. – С. 60-76.

УДК 697

Обоснование выбора различных типов систем отопления с низкотемпературным источником для жилых и производственных помещений

Савич П. Н., студент гр. НВИЭ-501, Долгова Н.А., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В работе рассмотрены основные виды систем отопления с низкотемпературным источником (теплый пол): водяной и электрический пол; особенности их монтажа и эксплуатации. Разработаны рекомендации по выбору системы обогрева полов на основе технических и экономических показателей.

Низкотемпературные системы отопления, водяной пол, электрический теплый пол, инфракрасный пленочный обогрев, нагревательный мат.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы во многих странах мира, в том числе и в Украине, решается проблема экономии энергии и топлива. Энергосберегающая политика включает в себя с одной стороны решение проблем по использованию новейших технологий сжигания топлива, с другой стороны внедрение альтернативных источников энергии. Одной из самых актуальных есть проблема, связанная с отоплением жилищно-коммунального хозяйства, на которое расходуется более 40% всей вырабатываемой энергии. В целях экономии при сохранении комфортного самочувствия людей предлагается нормировать температуру воздуха в помещениях. В связи с этим стремительно набирают популярность альтернативные системы отопления, позволяющие автономно обогревать помещение, получая желаемый температурный режим круглый год.