

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В БЕЛАРУСИ

**Л.С. Герасимович,**

*профессор каф. электротехнологий БГАТУ, докт. техн. наук, профессор, академик НАН Беларуси*

**А.Г. Цубанов,**

*доцент каф. энергетики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**И.А. Цубанов,**

*ст. преподаватель каф. энергетики БГАТУ*

*Рассмотрены перспективы применения тепловых насосов в Беларуси на основе опыта стран-членов ЕС и достигнутых в Беларуси результатов.*

*The prospects of heat pumps use in Belarus based on the experience of EU member states and the results achieved in our country are considered in the article.*

### Введение

В современном мире происходит быстрое распространение и рост популярности новых технологий, основанных на применении возобновляемых и вторичных источников энергии и представляющих альтернативу традиционным технологиям энергообеспечения потребителей.

В результате, традиционные источники энергии вытесняются альтернативными источниками. Основной тенденцией является сокращение потребления ископаемого топлива для производства тепловой энергии за счет широкого использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Если основой энергетики в XX веке было ископаемое топливо, то в XXI веке ее основой становятся ВИЭ.

Ожидается, что к 2030 году до 80 % мирового производства тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения зданий будет осуществляться не в котельных и ТЭЦ, а в модернизированных, энергоэффективных зданиях, так называемых, «экодомах» или «энергодомашках».

В мировой практике при производстве тепловой энергии на смену традиционным технологиям приходят теплонасосные технологии.

Тепловой насос (ТН) рассматривается как современный источник тепловой энергии в системах отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения. Достоинствами ТН являются экономичность и высокая эффективность потребления первичной энергии; простота конструкции, полная автоматизация и длительный срок службы; экологичность, надежность и безопасность при работе. Их использование способствует достижению поставленных целей: они отличаются высокой эффективностью, используют ВИЭ и не приводят к выбросам парниковых газов.

Последние десятилетия прошли в странах-членах ЕС в условиях технического совершенствования ТН и

экономического стимулирования широкого их применения.

С точки зрения охраны окружающей среды, применение теплонасосных установок оправдано и требует всяческой поддержки.

Трудно оспорить прямую выгоду от внедрения ТН. Экономия топлива и энергии обоснована использованием тех источников энергии, которые существуют сами по себе в природе и при использовании которых не надо ничего добывать, транспортировать, сжигать и решать экологические проблемы. Внедрение ТН не требует многокилометровых газопроводов, нефтепроводов и трубопроводов тепловых сетей. При использовании децентрализованного теплоснабжения на базе ТН не нужны ни газ, ни нефтепродукты, ни уголь, ни другие виды топлива.

Миллионы эксплуатируемых в мире ТН подтверждают эффективность и надежность теплонасосных технологий и не дают повода усомниться в целесообразности их применения. В настоящее время в ряде стран количество работающих ТН исчисляется сотнями тысяч и миллионами штук.

Областями рационального применения ТН являются системы теплоснабжения объектов ЖКХ, социально-общественного назначения, промышленности и агропромышленного комплекса. В агропромышленном комплексе ТН могут быть использованы на молочно-товарных фермах, при сушке зерна и семян, в отопительно-вентиляционных системах производственных помещений, на предприятиях пищевой промышленности и в жилом секторе.

Целесообразность применения ТН в каждом случае может быть определена исходя из технико-экономических расчетов с учетом условий его использования [1-4].

Методы и пути энергосбережения с помощью ТН должны быть выгодны для государства, предприятий и населения.

При широком распространении ТН в мировой практике Беларусь находится в начале этого пути: около двухсот теплонасосных установок работают на предприятиях и несколько сотен – в частном секторе. Общая их мощность около 15 МВт. Сотни используемых ТН не идут ни в какое сравнение с десятками – сотнями тысяч ТН во многих странах. Для сопоставления укажем, что в Эстонии, не относящейся к лидерам среди стран ЕС, установлено около 50 тысяч ТН общей мощностью 275 МВт.

Возникает естественный вопрос: в чем причины нашего отставания в использовании теплонасосных технологий? Тем более, что в Беларуси, импортирующей около 80–85 % всех топливно-энергетических ресурсов, задача по максимальному вовлечению ВИЭ является первостепенной. При этом большое значение имеет широкое применение ТН.

В настоящее время ВИЭ в энергетическом балансе Беларуси занимают 5,2 % при потенциале в 35 %.

Цель настоящей работы состоит в рассмотрении перспектив применения ТН в Беларуси и причин, препятствующих широкому их распространению.

### **Основная часть**

Рассматривая данную проблему, необходимо остановиться на факторах, содействующих широкому использованию ТН в ЕС.

Первым, во многом определяющим фактором, являются государственные энергетические программы стран-членов ЕС, которые предусматривают решение проблем экологии и энергобезопасности за счет замены ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии.

При этом ставятся задачи снижения непроизводительных потерь топлива и энергии, в первую очередь, в зданиях различного назначения.

Евросоюзом приняты Директивы по энергопотреблению зданий, по увеличению доли использования ВИЭ, по энергетической эффективности, по энергетическим показателям зданий и др. Директивы обязывают страны-члены ЕС добиваться конкретных результатов в сфере энергоэффективности, не ограничивая при этом методы и пути их достижения. При разработке национальных энергетических программ страны-члены ЕС должны руководствоваться экономической эффективностью и целесообразностью принимаемых мер.

Энергоэффективность рассматривается как основа устойчивого развития европейской экономики. Требования по энергоэффективности являются существенным фактором, который способствует увеличению спроса и предложения на европейском рынке ТН. Теплым зданиям будут не нужны котельные и ТЭЦ, не нужна будет и прокладка тепловых сетей – основным решением для отопления, кондиционирования, вентиляции и горячего водоснабжения зданий станут ТН со всеми их преимуществами.

В странах-членах ЕС напрямую связывают сокращение расходов сжигаемого топлива с решением экологических проблем. Принятая программа «20-20»

направлена на 20 %-ое снижение выбросов CO<sub>2</sub>, увеличение доли ВИЭ в энергобалансе до 20 % и 20 %-ое сокращение потребления первичной энергии к 2020 г. по сравнению с 1990 г.

В 2014 г. в ЕС доля ВИЭ в конечном потреблении энергии составила 15 % по сравнению с 8,3 % в 2004 г. В отдельных странах достигнуты более высокие показатели. В 2013 г. доля ВИЭ в энергопотреблении в Швеции составила 52,1 %, в Латвии – 37,1 %, в Финляндии – 36,8 %, в Австрии – 32,6 %, в Эстонии – 25,6 %, в Германии – 25 % и т.д.

При теплоснабжении зданий за счет ВИЭ в основном используются теплонасосные установки. В настоящее время в странах-членах ЕС установлено около 7 млн тепловых насосов, ожидается, что к 2030 г. их будет не менее 60 млн.

Политика ЕС в части энергетических программ способствует широкому распространению ТН.

Лидером в Европе по использованию теплонасосных технологий является Швеция. Сегодня тепловые насосы используются в Швеции более чем в 50 % частных домов, при этом 90 % всех строящихся частных домов оснащаются ТН. В Стокгольме 12 % всего отопления города обеспечивается тепловыми насосами общей мощностью 320 МВт, использующими в качестве источника теплоты воды Балтийского моря.

В настоящее время в Швеции установлено свыше миллиона ТН при ежегодной их продаже около 100 тысяч.

Рост рынка ТН в Евросоюзе неразрывно связан с повышением требований к энергоэффективности зданий и к размерам энергосбережения в системах жизнеобеспечения жилых и общественных зданий.

При этом устанавливаются максимально допустимые значения потребления энергии в новых зданиях (на отопление) в размере 20-40 Вт/м<sup>2</sup> на единицу площади пола. Требуемые значения могут быть достигнуты посредством теплоизоляции, минимально допустимые термические сопротивления наружных стен и покрытий устанавливаются на уровне 5-6 м<sup>2</sup>·К/Вт и выше.

В национальных энергетических программах предусмотрен переход к строительству зданий с нулевым потреблением энергии. Подобные здания покрывают значительную часть своей потребности в энергии за счет возобновляемых источников, используемых с помощью солнечных батарей, ветроэнергетических установок, тепловых насосов и гелиоводонагревателей непосредственно в пределах здания или рядом с ним.

Директивой ЕС предписано, что все новые жилые и общественные здания в странах-членах ЕС должны быть с нулевым потреблением энергии к 31 декабря 2020 г.

Несмотря на впечатляющий технический прогресс, возобновляемая энергетика на базе применения теплонасосных технологий, как правило, отличается высокой себестоимостью получаемой энергии и оказывается в экономическом плане неконкурентоспособной по сравнению с традиционной энергетикой.

Причиной все большего применения ВИЭ в Евросоюзе является масштабная государственная под-

держка энергетических программ, в том числе и производителей, и потребителей теплонасосных установок. И это оказывается вторым решающим фактором широкого использования ТН в странах-членах ЕС.

Выделяются субсидии и дотации, льготные кредиты и льготы при взыскании налогов, вводятся гранты и льготные тарифы на электроэнергию, потребляемую теплонасосным оборудованием.

Страны-члены ЕС ежегодно расходуют около 35 млрд евро на использование ВИЭ.

В Бельгии выделяется субсидия в размере 75 % стоимости ТН, в Германии – в размере до 2400 евро.

Энергетическая политика Дании, основанная на полном переходе на возобновляемую энергию к 2035 году, пробудила повышенный интерес к тепловым насосам. Запрещено использование котлов на жидком топливе во многих частных хозяйствах, в связи с чем ТН становятся альтернативным решением, которое должно быть рассмотрено их владельцами. В Дании установлено около 100 тысяч тепловых насосов и около 5 тысяч продается ежегодно.

Нормативы, принятые в Норвегии, требуют, чтобы во всех зданиях, площадью более 500 м<sup>2</sup>, не менее 60 % отопления осуществлялось за счет ВИЭ. Каждый год правительство Норвегии выделяет 200÷300 млн евро в форме грантов на возобновляемую энергию. Гранты доступны для большинства типов ТН. Частные домовладельцы могут получить гранты до 1200 евро на теплонасосные установки.

Особое значение имеют высокие тарифы на топливо и энергию. Следует отметить, что в странах-членах ЕС тарифы на электроэнергию для населения выше, чем для предприятий. Таким образом, осуществляется субсидирование предприятий за счет населения и стимулируется энергосбережение со стороны населения.

Важным фактором, способствующим широкому распространению ТН, является собственное промышленное производство ТН.

Марки тепловых насосов Octopus, Thermia, Nibe, производимых в Швеции, широко известны в Европе. В Германии свыше 50 различных компаний предлагают тепловые насосы, среди них Buderus, Junkers, Vaillant, Viessman, Waterkotte и др. В Австрии производят тепловые насосы Heliotherm, Ochsner и др., в Польше – Newalex. Список производимых ТН можно продолжить.

Масштабы внедрения ТН неразрывно связаны с информационной работой по формированию у различных слоев населения представлений о необходимости, целесообразности и экономичности использования ТН с целью энергосбережения.

Мировой опыт показывает, что частный сектор является основным потребителем ТН и поэтому мировой рынок ориентирован, прежде всего, на владельцев загородных домов и коттеджей. Осведомленность о работе ТН и преимуществах теплонасосных технологий может стать решающим фактором для владельцев домов при решении вопроса о применении ТН.

Энергетическая политика ЕС включает несколько просветительных инструментов:

– программу обучения энергосбережению и распространения знаний по энергетике;

– сайты для информационного обмена в области энергоэффективных технологий;

– программу для профессионалов строительного рынка, желающих улучшить свои навыки в сфере энергетической эффективности.

Такими образом, решающими факторами, содействующими широкому распространению тепловых насосов в Евросоюзе, являются:

– Директивы ЕС и государственные энергетические программы;

– государственная поддержка программ;

– высокие тарифы на топливо и энергию;

– собственное промышленное производство ТН;

– информационная работа.

Следует признать, что какими бы эффективными не были ТН, возможности их использования зависят не столько от степени их эффективности и технического совершенства, сколько от государственной политики в области энергетики и возможностей экономики.

Постановлением Совета министров Республики Беларусь № 586 от 10.05.2011 утверждена Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011 – 2015 годы.

Развитие использования местных видов топлива (МВТ) и возобновляемых энергоресурсов рассматривается в Беларуси как одно из направлений энергетической безопасности страны. Выполнение поставленной задачи доведения доли МВТ в балансе котельно-печного топлива до 30 % в 2015 г. должно быть обеспечено в основном за счет увеличения добычи, производства и потребления древесного топлива и торфа. Также в ближайшее время планируется расширенное вовлечение в топливно-энергетический баланс солнечной энергии, гидроресурсов, биогаза и энергии ветра.

В Национальной программе отмечено, что самым перспективным способом снижения энергозатрат на отопление и теплоснабжение объектов, не включенных в систему централизованного теплоснабжения, является применение тепловых насосов. В ряде случаев, говорится в программе, ТН могут оказаться единственным надежным источником теплоснабжения там, где нет централизованного теплоснабжения или газоподводящей сети, а также достаточных ресурсов МВТ. При этом тепловые насосы совместимы с любой циркуляционной системой теплоснабжения, а малые габариты, современный дизайн и малый шум при работе позволяют устанавливать их в любых хозяйственных помещениях.

Финансирование Национальной программы предусмотрено в размере 3454,55 млн долларов за счет собственных средств организаций; заемных и привлеченных средств, включая кредиты банков и небанковских кредитно-финансовых организаций, а также средств инвесторов и других источников.

Национальной программой предусматривается внедрение 126 тепловых насосов для использования низкопотенциальных вторичных энергоресурсов и геотермальной энергии, суммарной мощностью 8,9 МВт. Финансовые вложения в эти работы оцениваются в

5,72 млн долл., что меньше 0,2 % от вышеуказанной суммы.

В то же время на использование МВТ и биогазовых установок запланировано около 1900 млн долл., т.е. 55 % от всего финансирования Национальной программы.

Вышеприведенные цифры свидетельствуют о том, что использование ТН в нашей стране и в ближайшем будущем по-прежнему остается в зачаточном состоянии, а финансирование работ по внедрению ТН производится по остаточному принципу.

На государственном уровне в развитии энергетики выбрано направление замещения части газа в топливном балансе страны МВТ и биогазом. Выбор сделан в пользу традиционных систем теплоснабжения на базе котельных. Не так давно в Беларуси переводилось теплогенерирующее оборудование на газ как более прогрессивное топливо в энергетическом и экологическом плане, а теперь предусматривается перевод части того же оборудования с газа на МВТ.

Такой подход требует больших средств и оправдан с позиций сокращения импорта газа, но не способствует решению как энергетической, так и экологической проблемы.

Мы опять идем своим путем, а не востребованной в западноевропейских странах дорогой широкого внедрения теплонасосных технологий с целью замещения органического топлива возобновляемыми энергоресурсами.

В нашей стране планируется строительство котельных на местных видах топлива и перевод котлов на эти виды топлива. В то же время в Норвегии, например, теплонасосные системы отопления вытесняют традиционное отопление с использованием печей и котлов на дровах и более чем в 35 % частных домов установлено свыше 500 тысяч тепловых насосов.

Казалось бы, что может быть проще возможности перенять проверенный мировой практикой опыт, а не ограничиваться декларативными фразами в государственных документах?

Однако ответ на поставленный вопрос о причинах, ограничивающих применение ТН, лежит на поверхности: первопричиной является состояние экономики страны, а все остальные – следствие названной первопричины.

Проблема состоит в состоянии экономики и наличии политической воли решения энергетических проблем на современном уровне.

Как известно, ВВП на душу населения характеризует паритет покупательной способности и определяет уровень экономического развития страны. По этому показателю Беларусь находится в районе 65-го места в мире, что объективно свидетельствует о недостаточно высоком уровне развития ее экономики. В то же время большинство из упомянутых в статье стран-членов ЕС занимает места в рейтинге по ВВП на душу населения в пределах от 6-го до 25-го места.

Следствием такого состояния экономики в нашей стране являются низкие тарифы на топливо и энергию, отсутствие собственного промышленного производства теплонасосного оборудования и госу-

дарственной поддержки его широкого внедрения в системы теплоснабжения. По стоимости газа и тарифам на электроэнергию для населения Беларусь находится в конце списка из 37 стран Европы.

Все это приводит к тому, что использование теплонасосных технологий в нашей стране оказывается неоправданным с позиций технико-экономических расчетов. И не удивительно распространенное мнение типа: «несмотря на простоту принципа и устройства, экономическая эффективность ТН невысока и их применение носит экспериментальный характер».

Этой тенденции следуют и принимаемые государственные документы. Например, Республиканская программа энергосбережения ограничилась в рассматриваемой проблеме постановкой задачи «разработки типовых технологических решений по использованию тепловых насосов в системах теплоснабжения».

В условиях нашего правового поля и состояния нашей экономики, спрос на ТН практически отсутствует: десятки теплонасосных систем, сооружаемых в нашей стране ежегодно, подтверждают этот вывод. Ссылки на зарубежный опыт далеко не всегда убеждают потенциальных покупателей теплонасосных установок.

В Беларуси, к сожалению, сегодня трудно указать какое-либо другое направление развития новой техники и технологии, которое находилось бы в таком разительном противоречии, как со своими потенциальными возможностями, так и с уровнем развития в других странах мира. В настоящее время в нашей стране прочно укоренилось в общественном сознании такое мнение, что использование тепловых насосов – это дорогое теплоснабжение, на окупаемость которого можно рассчитывать в очень отдаленной перспективе. Но при этом не учитывается, что отказ от применения ТН в пользу твердотопливных котлов сопровождается повышенной пожароопасностью, дополнительными затратами труда и средств на заготовку (доставку) твердого топлива, на сооружение складов (навесов) для его хранения и на эксплуатацию котельного оборудования.

Отопление домов твердым или жидким топливом не может конкурировать по безопасности, комфорту и эксплуатационным расходам с отоплением с использованием ТН.

Что означает перейти на широкое внедрение ТН в системы теплопотребления зданий? Это означает: перейти от традиционной энергетики к альтернативной, основанной на использовании ВИЭ. В результате потребуются значительные капитальные вложения на замену котельного и печного оборудования теплонасосными установками.

Энергосбережение нарушает энергобаланс между предложением и спросом. Появляется проблема сокращения производства энергии действующими источниками теплоснабжения – существующими котельными различного назначения.

Возникающая проблема в развитии энергетики страны становится государственной и может быть разрешена только на государственном уровне.

Особое значение имеет повышение заинтересованности отечественного потребителя в применении

вместо традиционного энергорасточительного теплоснабжения более эффективного и энергосберегающего на базе ТН.

### Заключение

Главной причиной очень невысоких темпов использования в Беларуси не только теплонасосных технологий, но и всей возобновляемой энергетики является недостаточно высокий уровень развития экономики.

В нашей стране ТН применяются очень ограниченно и их массовое освоение вряд ли возможно в ближайшей перспективе из-за отсутствия государственной поддержки, сложившейся ситуации в ценах на топливо и электроэнергию и больших капитальных затрат на теплонасосные технологии.

Следует признать, что перспективы широкого применения тепловых насосов в Беларуси практически отсутствуют в связи с ориентацией на энергетику прошлого XX-го века, основанную на органическом топливе и атомной энергетике.

От политической воли государства зависит многое: насколько дальновидной будет политика в области энергетической безопасности и насколько

целенаправленной – поддержка возобновляемой энергетики.

Для того чтобы тепловые насосы были востребованы в Беларуси, необходимо создание нормативно-правовой базы, способной сделать инвестиции в теплонасосные технологии экономически эффективными.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рэй, Д. Тепловые насосы / Д. Рэй, Д. Макмайкл. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
2. Синяков, А.Л. Пути экономии электроэнергии в системах теплоснабжения с теплонасосными установками / А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама, 2012. – №6. – С. 34-37.
3. Цубанов, А.Г. К расчету энергоэффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов // Агропанорама, 2011. – №1. – С. 22-26.
4. Янговский, Е.И. Промышленные тепловые насосы / Е.И. Янговский, Л.А. Левин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.05.2015

## Радиоволновой влагомер зерна

*Предназначен* для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 мА, а также интерфейс RS-485.



### Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна	от 9 до 25%
Основная абсолютная погрешность	не более 0,5%
Температура контролируемого материала	от +5 до +65°С
Цена деления младшего разряда блока индикации	0,1%
Напряжение питания	220 В 50Гц,
Потребляемая мощность	30ВА