

УДК 620:621.09.31.311.661.51.313

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЗДАНИЙ – ПРИОРИТЕТ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В УКРАИНЕ

Басок Б.И., член-корреспондент НАН Украины, **Базеев Е.Т.**, канд. техн. наук

Институт технической теплофизики НАН Украины, ул. Желябова, 2а, Киев, 03680, Украина

Представлені результати виконаних в ІТТФ НАН України розробок інноваційного обладнання і технологій для підвищення енергоефективності будівель та інженерних систем їх енергозабезпечення.

Представлены результаты выполненных в ИТТФ НАН Украины разработок инновационного оборудования и технологий для повышения энергоэффективности зданий и инженерных систем их энергообеспечения.

Presented are the results development of innovative equipment, engineering services and works on energy efficiency of buildings and engineering systems for their energy supply performed in the Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine.

Библ. 13, рис. 8.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, теплообеспечение, энергетическая стратегия, энергоёмкость, инновационное оборудование.

В последнее время в Украине в законодательном поле и в текущей политике исполнительной власти существенно интенсифицировалась деятельность по повышению энергоэффективности и реальным путям ее реализации в сфере энергетики [1-8]. В частности принята новая Энергетическая стратегия Украины на период до 2035 года: безопасность, энергоэффективность, конкурентоспособность. По сравнению с предыдущими стратегиями 2006 и 2013 гг. в ней существенными блоками представлены материалы по повышению энергоэффективности экономики и пути развития возобновляемой энергетики, включая подраздел повышения энергоэффективности зданий и использование энергии окружающей среды. Также были приняты несколько энергетических законов Украины: по энергоэффективности зданий; по созданию фонда энергоэффективности; по тарифу на негазовую теплогенерацию. Закон об альтернативных источниках энергии был дополнен материалами о применении тепловых насосов, а закон о когенерации усилен положениями о высокоэффективных когенерационных технологиях. Разработана концепция реализации долгосрочной государственной политики в сфере теплоснабжения. В соответствии с директивой 2009/28/ЕС о стимулировании использования энергии из возобновляемых источников создана методика расчета количества тепловой энергии, произведенной с помощью тепловых насосов из энергии окружающей среды [7].

Ряд современных материалов по стратегии теплоэнергетики, включая теплообеспечение населенных пунктов Украины разработано в ИТТФ НАН Украины [1-7] и в других институтах НАН Украины [8-11]. Ярким примером такого направления также является проект «Форсайт» НТУУ «КПИ» [12]. По проблематике теплообеспечения населения заметим, что наибольший потенциал повышения энергоэффективности находится в сфере теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) страны.

Сегодняшняя ситуация в теплоснабжении населенных пунктов Украины может быть охарактеризована как близкая к критической. В сфере теплоснабжения плотно переплелись технические, экономические, экологические и социальные проблемы.

Главной целью для коммунальной теплоэнергетики Украины становится выбор стратегически выверенных решений по развитию этой сферы ЖКХ - разработка руководящих документов государственного значения (концепции, стратегии, программы) и формирование на их основе научно-технической политики, создание комплекса нормативно-правовых актов и научно-организационных мероприятий, реализация которых обеспечит энергоэффективное использование энергоресурсов, энергетическую безопасность, устойчивое развитие и эффективное функционирование систем теплообеспечения населенных пунктов Украины.

Изложенные в данной статье материалы продолжают содержание концептуальных подходов и технологий по повышению энергоэффективности, изложенных в [6], и их опытно-промышленной реализацией.

В ИТТФ Украины в последнее время проведены исследования и разработаны предложения инновационного оборудования, инженерных услуг и работ по повышению энергоэффективности зданий и инженерных систем их энергообеспечения, среди них:

1. Пассивный дом типа «ноль - энергии». Фото, рис. 1.

Назначение – создание пассивного дома с минимальным теплоснабжением и его автономное энергообеспечение (электро- и теплохолодообеспечения и горячее водоснабжение) на основе возобновляемых источников энергии.

Технические характеристики (на примере дома ИТТФ):

- общая отапливаемая площадь - 306 кв. м;
- толщина слоя утепления фасадов - до 35 см;
- двойные двухкамерные энергоэффективные окна

типа 4M1i-10-4M1i-10-4M1;

- внешние стены в исполнении с комбинацией различных отечественных строительных материалов;
- отопляемые приборы - фанкойлы и комбинации теплого пола или теплых стен;
- мощность системы отопления - 2,6 кВт;
- мощность системы горячего водоснабжения - 3,4 кВт;
- теплонасосная система теплоснабжения на основе

теплоты грунта;

- годовое потребление тепла (для климата м. Киева) - до 14,8 кВт·часов на 1 кв. м отапливаемой площади (норматив пассивного дома);
- система воздушной тепловой завесы фасадов и крыши здания на основе грунтовых теплообменников;
- номинальная мощность системы электроснабжения - 15 кВт (из них 5 кВт – ветроагрегат и 10 кВт - фотовольтаика)



Рис. 1. Фото пассивного дома.

2. Теплонасосная система климатизации здания.

Фото части системы, рис. 2.

Назначение – создание и поддержание надлежащего теплового и воздушно-влажностного состояния (климатизации) здания.

Технические характеристики:

- средняя удельная мощность отопления - 20 Вт на 1 кв. м;
- использование теплонасосной системы теплоснабжения (с коэффициентом трансформации не менее 3) на основе теплоты грунтового массива вокруг дома;
- отопительные низкотемпературные приборы: теплые водяные полы (в т.ч. капиллярная система) теплообменники в простенке между помещениями; жидкостно-воздушные теплообменники (настенные и напольные) для нагрева и кондиционирования воздуха;
- принудительная приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией теплоты и со вспомогательным догревом воздуха, коэффициент воздухообмена - 0,8 / час;
- резервная система отопления на основе универ-

сального твердотопливного котла, дооснащенного пилетной горелкой;

- тепловая завеса фасадов и крыши здания на основе грунтовых теплообменников.

Преимущества: низкотемпературные эффективные технологии отопления; высокая экологичность; высокая степень энергонезависимости; автоматизированное погодозависимое управление; использование информационных smart-технологий.

3. Система автономного электрообеспечения на основе возобновляемых источников энергии.

Фото отдельных частей системы, рис. 3.

Назначение – для независимого электроснабжения объектов с умеренным электропотреблением. Использует энергию ветра и солнечной инсоляции совместно с системой аккумуляции.

Технические характеристики (на примере использования для дома площадью 300 кв.м):

- общая установленная электрическая мощность -

15 кВт, из них ветроагрегат – 5 кВт, система фотовольтаики - 10 кВт (для климата Киева);

- солнечные электрические коллекторы на кристаллических и полиаморфных элементах (тонкопленочные) - общей площадью 85 кв. м;
- два уровня напряжения: 220 В (трехфазного переменного напряжения) и 12/24 В (постоянного напряжения);
- имеется блок автоматического включения резерва;
- имеется блок учета и оптимального (приоритетного)

электропотребления.

Преимущества - автономность электроснабжения; отказ от централизованных электросетей; экологичность; возможность продажи избыточной электроэнергии (например, летом, когда есть мощная инсоляция и отсутствуют потребности в отоплении) по «зеленому» тарифу; использование современных информационных smart-технологий; использование в зданиях типа «0-энергии» (где энергия потребляется в необходимом количестве, но генерируется собственно домом или на придомовой территории).



Рис. 2. Фото части теплонасосной системы теплообеспечения.



Рис. 3. Фото аппаратной части системы автономного электроснабжения.

4. Индивидуальный тепловой пункт с гидравлической стрелкой.

Назначение – для эффективного погодозависимого управления теплотреблением (отопление, горячее водоснабжение) здания в зависимости от состояния тепловой изоляции ее наружных ограждающих конструкций и климата местности.

Технические характеристики:

- реализация качественного и количественного управления теплоносителем;
- двухступенчатое регулирование теплотребления;
- возможность задания в контроллере температуры управления на 3...9 °С большей температуры окружающей

среды;

- возможность применения для климата местности с расчетной температурой окружающей среды от -15 °С до -25 °С;
- возможность устранения «недотопа» тепловых сетей;
- реализация 6 режимов эффективной эксплуатации системы отопления;
- реализация режима незамерзания теплоносителя при отключениях или при авариях в тепловых сетях.

Преимущество по сравнению с традиционным элеваторным узлом - экономия теплоты от использования достигает 15...18 % за отопительный период.



Рис. 4. Фото части ИТП с гидравлической стрелкой.

5. Индивидуальный тепловой пункт с электрическими котлами.

Назначение - для эффективного погодозависимого управления теплотреблением (отопление, горячее водоснабжение) здания в зависимости от состояния тепловой изоляции ее наружных ограждающих конструкций и климата местности.

Технические характеристики:

- реализация качественного и количественного управления теплоносителем;
- двухступенчатое регулирование теплотребления;
- возможность задания потребителем в контроллере любого алгоритма управления теплотреблением;
- возможность автономного использования вне зависимости от тепловых сетей;
- возможность устранения «недотопов» тепловых сетей;
- реализация режима незамерзания теплоносителя при отключениях или при авариях в тепловых сетях;
- возможность круглогодичного независимого от

тепловых сетей горячего водоснабжения на основе использования электроэнергии;

- наличие гидравлической развязки от тепловых сетей за счет использования теплообменника;
- возможность использования льготного ночного тарифа на электроэнергию.

Преимущество по сравнению с традиционным элеваторным узлом - экономия теплоты от использования достигает 20 % за отопительный период.

Фото ИТП с гидравлической стрелкой приведено на рис. 4, а фото ИТП с дополнительными электродкотлами – на рис. 5.

6. Термомодернизация ограждающих конструкций существующих зданий – стен и окон.

Проведена экспериментальная разновариантная термомодернизация стеновых ограждающих конструкций существующего здания, расположенного на территории ИТТФ НАН Украины, с помощью типовых социально доступных теплоизоляционных материалов клеевым способом одинаковой толщины в 10 см. Используются для утепления: вермикулит-перлитовая

штукатурка, пеногазостекло, плотная базальтовая вата разных типов, пенополистирол разной плотности, экструдированный пенополистирол, пенополиуретан. Создан полигон 10 типовых утеплений фасадных стен из социально доступных теплоизоляционных материалов. При толщине утеплителя в 10 см для административного корпуса института достигнуто уменьшение теплопотерь помещений на 51 %.

Проведена экспериментальная термомодернизация светопрозрачных ограждающих конструкций существующего здания (рис. 6) с помощью разных конструкций (камерности, толщины, профилей, низкоэмиссионного напыления и других эффектов) энергоэффективных окон. Создан полигон из 20 высокоэффективных окон одинакового периметра и одинаковой геометрии оконного переплета. Достигнуто уменьшение теплопотерь



Рис. 5. Фото части ИТП с электроротлами.



Рис. 6. Фото разновариантной термомодернизации части корпуса ИТТФ – полигон утепления стеновых конструкций и энергоэффективных окон.

помещений на 58 %.

7. Полигон грунтовых теплообменников.

На территории ИТТФ НАН Украины создан испытательный полигон грунтовых теплообменников, предназначенный для экспериментальных исследований систем закачки, длительного аккумулирования (суточного, более длительного, сезонного) и извлечения тепловой энергии, как сбросной теплоты вторичных энергоресурсов,

так и естественной теплоты грунта и/или тепловой энергии инсоляции. На полигоне обустроены различные теплообменники типа грунт-вода, грунт-вода-вода и грунт-воздух различной геометрии и объема, а также глубины залегания как горизонтального, так и скважинного типа (рис. 7).

8. Полигон теплых водяных полов.

Создан полигон различных вариантов эксперимен-

тального обустройства теплого водяного пола низкотемпературной системы теплонасосного отопления зданий (от грунтовых теплообменников), различающийся по типу закрутки и направления движения теплоносителя, геометрии укладки, пространственной ориентации и тепловой мощности (рис. 8). Исследован инновационный теплый водяной пол «сухого» способа монтажа.

Все разработки 1-8 оснащены комплектующими и оборудованием не ниже класса С энергоэффективности

и прошли успешную эксплуатацию в экспериментально-промышленных условиях.

Кроме того для исследования систем длительного аккумулирования тепловой энергии разработана система пассивной тепловой воздушной защиты фасадов пассивного дома на основании теплоты грунта; создан центр теплонасосных технологий; проводится многолетний мониторинг солнечной инсоляции и ее влияния на тепловой режим здания [13]; осуществляются метео-



Рис. 7. Фото грунтовых теплообменников, а - типа грунт-воздух, б - типа грунт-вода, в - типа регистра.

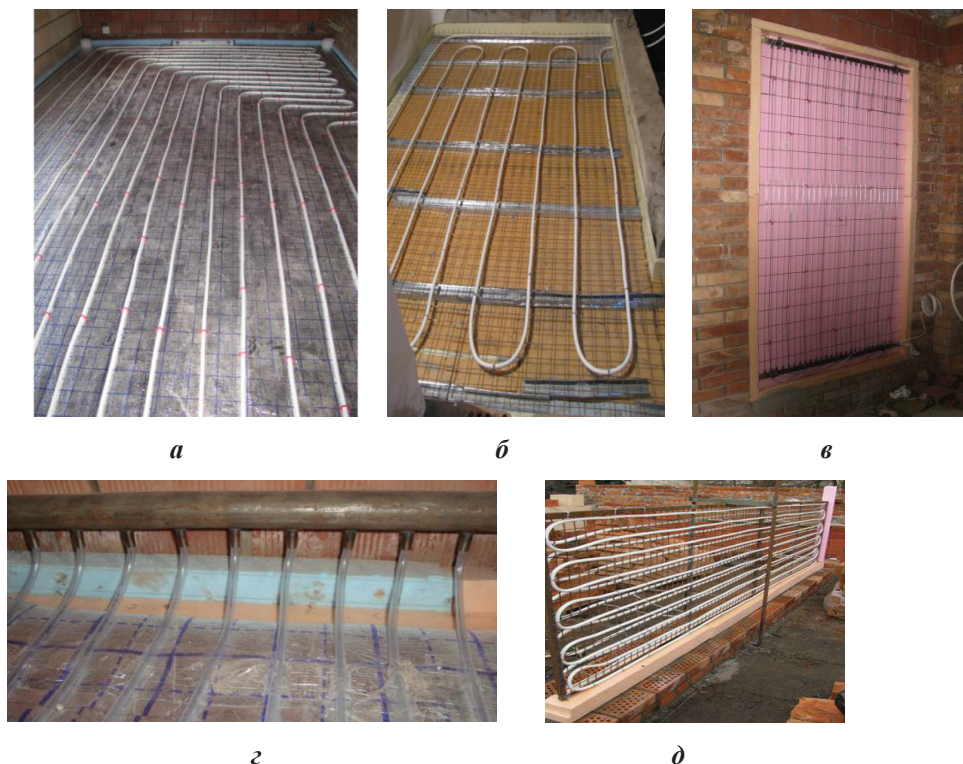


Рис. 8. Фото различных вариантов обустройства теплого водяного пола низкотемпературной системы теплонасосного отопления, а, б – горизонтальные грунтовые теплообменники различной геометрии укладки; в – капиллярный настенный пол; г – горизонтальный капиллярный пол с раздаточным коллектором; д – вертикальный встроенный теплообменник в простенок между двумя помещениями.

наблюдения локального климата.

Выводы

Развитию экономики и в т.ч. энергетики Украины в направлении повышения энергоэффективности и взвешенного использования возобновляемых энергоресурсов нет альтернативы. При этом трудно переоценить роль составляющей энергоэффективности в структуре энергетических балансов – как основного потенциального экологически чистого энергоресурса. Использование энергетического законодательства ЕС и его имплементация в экономику страны, безусловно адаптированного к национальным особенностям, в частности, необходимости установления компромисса между финансово-промышленными группами (занимающимися генерацией энергии), а также между ними и конечным потребителем энергии, дает шанс уменьшить удельную энергоемкость ВВП, повысить энергетическую независимость и усилить национальную безопасность, так необходимую Украине сегодня и в ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патон Б.С., Долінський А.А., Гець В.М., Кухар, В.П., Басок Б.І., Базеев Є.Т., Подолець Р.З. Пріоритети Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України // Вісник НАН України, - 2014. №9. – С. 29-47.
2. Патон Б.С., Долінський А.А., Басок Б.І., Базеев Є.Т. Проект державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики на 2012-2016 роки – інноваційна основа технологічного оновлення систем теплозабезпечення населених пунктів України // Вісник НАН України. – 2012. – № 9. – С. 14 – 28.
3. Долінський А.А., Басок Б.І., Базеев Є.Т. Цільові орієнтири проекту Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України. Частина 1. Вихідні умови розробки стратегії, основні пріоритети, інноваційний розвиток сфери теплозабезпечення // Пром. теплотехніка, - 2014. - Т.36, №2. - С. 54-69.
4. Долінський А.А., Басок Б.І., Базеев Є.Т. Цільові орієнтири проекту Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України. Частина 2. Механізм реалізації, цільові індикатори, моніторинг виконання і очікувані результати // Пром. теплотехніка, – 2014. – Т.36, №3. – С. 44-54.
5. *Організаційно-економічні механізми модернізації теплоенергетики України*/під ред. Баска Б.І. - К.: - 2015. - 338 с.
6. Басок Б.І., Базеев Є.Т. Повышение энергоэффективности экономики Украины – миссия и основной приоритет развития энергетики. // Пром. теплотехніка, - 2017. - № 2. – С. 46-52.
7. Басок Б., Дубовской С. Методологические особенности оценки располагаемой мощности тепловых насосов в Украине. // Насосы и оборудование. – 2017. - № 3 (104). – С. 42-44.
8. Кулик М.М., Куц Г.О., Білодід В.Д. Аналіз стану розвитку систем теплопостачання в Україні // Проблеми загальної енергетики. – 2006. - №14. – С. 13-25.
9. Кулик М.М., Дубовський С.В. Основні напрями та пріоритетні заходи зі зменшення обсягів використання природного газу в економіці і соціальній сфері України // Проблеми загальної енергетики. – 2009. - №19. – С. 7-15.
10. Карп І.Н., Никитин Е.Е. Пути решения проблем коммунальной энергетики // ЖКГ Украины. – 2011. - №6. – С. 16-22.
11. Гець В.М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні // Вісник НАН України. – 2016. - №2. – С. 46-53.
12. «Форсайт 2016» - сценарій соціально-економічного розвитку України до 2020 і 2030 років: анотація / керівник проекту М. З. Згуровський // – Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Видавництво «Політехніка», 2016. – 20 с.
13. Басок Б.І., Накорчевский А.И. Теплофизика влияния солнечного излучения на здания. Киев. Наукова думка. 2016. – 224 с.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR BUILDINGS

**PRIORITY OF INCREASE OF ENERGY
EFFICIENCY IN UKRAINE**

Basok B.I., Bazeev E.T.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
2a, Zhelyabova str., Kyiv, 03680, Ukraine

Possible trends in the development of Ukrainian energy for improving the energy efficiency of Ukraine's economy were considered. The role of improving energy efficiency in the structure of energy balances is emphasized as the main potential ecologically clean energy resource. Presented are the results development of innovative equipment, engineering services and works on energy efficiency of buildings and engineering systems for their energy supply performed in the Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine.

References 13, figures 8.

Key words: energy efficiency, energy saving, heat supply, energy strategy, energy intensity, innovative equipment.

1. *Paton B.E., Dolinsky A.A., Geyets V.M., Kuhar V.P., Basok B.I., Bazeev E.T., Podolets R.Z.* Priorities of the National Strategy for heating settlements in Ukraine // National Library of Ukraine, 2014, №9, P. 29-47 (Ukr).

2. *Paton B.E., Dolinsky A.A., Basok B.I., Bazeev E.T.* The draft state program of modernization municipal power system for 2012-2016 - an innovative technological basis for updating heating systems settlements of Ukraine // Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. 2012. № 9. P. 14 – 28 (Ukr)..

3. *Dolinsky A.A., Basok B.I., Bazeev E.T.* Target benchmarks draft National Strategy for heating settlements in Ukraine. Part 1. Initial conditions development strategy, the main priorities of innovation development sphere supplies // *Promyshlennaya teplotekhnika* [Industrial Heat Engineering], 2014, V.36, №2. - P. 54-69 (Ukr).

4. *Dolinsky A.A., Basok B.I., Bazeev E.T.* Target benchmarks draft National Strategy for heating settlements in Ukraine. Part 2. Mechanism of realization, target indicators, monitoring the implementation and expected results // *Promyshlennaya teplotekhnika* [Industrial Heat Engineering], - 2014 - T.36, №3. - P. 44-54 (Ukr).

5. *Organizational and economic mechanisms modernization of thermal power Ukraine* / ed. Basok B.I., K. : - 2015. - 338 p. (Ukr).

6. *Basok B.I., Bazeev E.T.* Increase of energy efficiency of Ukrainian economy - mission and main priority of energy development // *Promyshlennaya teplotekhnika* [Industrial Heat Engineering], 2017. № 2. P. 46-52. (Ukr).

7. *Basok B.I., Dubovskoy S.* Methodological features of estimating the available capacity of heat pumps in Ukraine. // *Pumps and equipment.* 2017. № 3 (104). P. 42-44. (Ukr).

8. *Kulik M.N., Kuts G.O., Biloded V.D.* Analysis of the Development of heating systems in Ukraine // *Problems of Energy.* 2006. №14. P. 13-25. (Ukr).

9. *Kulik M.N., Dubovskiy S.V.* The guidelines and priority measures to reduce the volume of natural gas in the economy and social sphere of Ukraine // *Problems of Energy.* 2009. №19. P. 7-15. (Ukr).

10. *Karp I.N., Nikitin E.E.* Ways to solve the problems of communal energy // *ZhKG of Ukraine.* 2011. №6. P. 16-22. (Ukr).

11. *Geyets V.M.* Development and economic cooperation and energy policy in Ukraine // *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine.* 2016. №2. P. 46-53. (Ukr).

12. "*Foresight 2016*" - scenario of socio-economic development of Ukraine for 2020 and 2030: Abstract / Project Manager MZZgurovsky // Kyiv: "KPI named Igor Sikorsky." Publishing house "Polytechnic", 2016. 20 с. (Ukr).

13. *Basok B.I., Nakorchevsky A.I.* Thermophysics of the influence of solar radiation on buildings. Kiev. Naukova dumka. 2016. 224 p. (Ukr).

*Получено 18.09.2017
Received 18.09.2017*