

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО Й ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ СФЕРИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

### MODERN TRENDS IN SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL AND INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE HEAT PROSPECTED SECTORS OF PLANNED ITEMS

*В роботі виконаний огляд сучасних тенденцій науково-технічного та інноваційного розвитку у сфері теплозабезпечення населених пунктів. Особливістю подальшого розвитку таких систем є не тільки суттєве зниження споживання зовнішніх енергоносіїв та залучення відновлювальних джерел, але і перехід на низькотемпературні технології, відмова від безпосереднього спалювання палива, впровадження "smart"-технологій та нових принципів господарювання й управління*

**Ключові слова:** теплозабезпечення населених пунктів, науково-технічний й інноваційний розвиток, принципи управління.

*В работе выполнен обзор современных тенденций научно-технического и инновационного развития в сфере теплообеспечения населенных пунктов. Особенностью дальнейшего развития таких систем является не только существенное снижение потребления внешних энергоносителей и привлечения возобновляемых источни-*

*ков, но и переход на низкотемпературные технологии, отказ от непосредственного сжигания топлива, внедрение "smart"-технологий и новых принципов хозяйствования и управления*

**Ключевые слова:** теплообеспечение населенных пунктов, научно-технический и инновационный развитие, принципы управления.

*An overview of current trends in scientific, technological and innovative development of the community heating systems has been carried out. A distinguished feature of the further development of such systems is not only a significant reduction of the primary energy consumption and application of renewable sources, but also transition to low-temperature technologies, refusal of direct combustion, implementation of "smart" technologies and new principles of management.*

**Key words:** community heating systems, scientific, technological and innovative development, principles of management.

УДК 658.26

**Нікіфорович О.Є.**

аспірант

Чернігівський національний технологічний університет

**Постановка проблеми.** Для забезпечення сприятливих умов всередині будинків споживається значна частина енергоресурсів, які і сьогодні, в основному, базуються на традиційних викопних видах палива та спричиняють значну частку викидів парникових газів й інші види негативного антропогенного навантаження на довкілля. Такий стан речей не можна вважати задовільним. Для багатьох країн функціонування цієї сфери здійснюється за рахунок імпортованих викопних видів палива, ціна на які весь час зростає, а наявні ресурси знижуються. Згідно даних Міжурядової групи експертів з питань змін клімату на долю енергозабезпечення будівель загалом припадає майже 20 % загального рівня викидів парникових газів станом на 2010 р. [1]. Якщо не приймати ніяких мір, то енергоспоживання в будівлях до 2050 р. може зрости на 50 %. Хоча таке зростання може бути обмежене 10 % без зниження комфорту проживання [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Вперше про необхідність суттєвого зниження рівня використання викопних видів палива для теплозабезпечення будівель та пов'язану з цим економічну вигоду вказали в період енергетичної кризи 70-х років в країнах тодішнього капіталістичного табору. В той час був зроблений акцент на впровадження найпростіших енергозберігаючих заходів як в самих будівлях, так і в системах генерації, транспортування та розподілу теплової енергії між споживачами [3]. З часом акценти трохи змінилися. В 80-х, на початку 90-х років минулого століття додатково піднімаються проблеми охорони довкілля через використання викопних видів

палива. Крім необхідності зниження витрат неповноцінних джерел енергії за рахунок підвищення енергоефективності піднімаються питання необхідності залучення відновлювальних джерел енергії [4]. Також поступово з'являються акценти на необхідності покращення теплового комфорту і розробки відповідних технологій із забезпечення цього комфорту [5].

**Постановка завдання.** Отже, метою даної роботи є огляд сучасних тенденцій науково-технічного та інноваційного розвитку у сфері теплозабезпечення населених пунктів з урахуванням особливостей їх управління.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Сьогодні з'явилося велике різноманіття архітектурних, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель з істотно різними особливостями формування теплового режиму в приміщеннях, зумовленими їх технологічним призначенням і системами регулювання мікроклімату [2]. Існує достатньо великий перелік різних типів будинків на основі відповідних концепцій енергетичної та екологічної ефективності [2]: енергоефективна будівля (energy efficient building); будівля з низьким енергоспоживанням (low energy building); будівля з ультра низьким енергоспоживанням (ultralow energy building); низькоексергетична будівля (low exergy building) [6]; будівля з нульовим використанням енергії (zero energy building) [7]; будівля з близьким до нульового енергетичного балансу (nearly zero energy building, nZEB); пасивна будівля (passive building); біокліматична архітектура (bioclimatic architecture); здорова будівля (healthy

building); розумна будівля (smart building); інтелектуальна будівля (intelligent building); будівля високих технологій (high-tech building); екологічно нейтральна будівля; стала будівля (sustainable building); покращена будівля (advanced building); сонячний активний будинок (solar active house).

Зниження питомих потреб енергії на створення теплового комфорту в будинках сприяє більш активному впровадженню низькотемпературних або низькоексергетичних систем кліматизації. У свою чергу це забезпечує можливість залучення джерел з більш низькою температурою і підвищення енергетичної ефективності системи [6].

Трубопровідні системи транспорту та розподілу енергії застосовуються при централізованому теплозабезпеченні будівель. Однією з характерних особливостей цих систем на сьогоднішній день, зокрема в країнах бывшего СРСР, є їх висока капіталоємкість, значні питомі тепловтрати, інерційність та низька надійність.

Така ситуація у свою чергу зумовила масовий перехід на індивідуальні джерела енергії без належного наукового обґрунтування. Суттєве зниження споживання енергії для теплозабезпечення будівель поставило під сумнів подальше використання централізованих систем тепlopостачання [9].

Разом з тим, оскільки саме централізоване теплозабезпечення є найбільш обґрунтованою технологією для міст з високою концентрацією населення, сьогодні відбувається перегляд існуючих техніко-технологічних та управлінських рішень в транспортних та розподільних системах централізованого тепlopостачання. Особливістю таких систем є зниження температури теплоносія до рівня 50...55° С у подаючому трубопроводі та 25...30° С у зворотному, більш пологий температурний графік теплової мережі, можливість застосування теплопроводів на основі пластику, використання теплопроводів типу «twin-pipes» та «triple-pipes» [10].

Сьогодні існує цілий спектр техніко-технологічних рішень з отримання та трансформації енергії для потреб теплозабезпечення будівель.

Теплонасосні технології забезпечують відвід енергії у формі теплоти від джерел низького потенціалу, підвищення температурного рівня цієї енергії та відвід її до споживача. Серед можливих джерел низькопотенційної енергії для теплонасосних установок використовуються: навколишнє повітря, сонячна енергія, ґрунт поверхневих шарів Землі, водойми та природні водні потоки, вентиляційні викиди будівель і споруд, стічні води, скидна теплота технологічних процесів.

Одним із найбільш вживаних показників енергетичної ефективності теплонасосних установок є коефіцієнт трансформації (COP) - відношення кількості теплоти, що подається споживачеві від установки, до кількості енергії, що споживається

для його роботи. Чим вище значення COP – тим вища ефективність теплонасосної системи. На сьогоднішній день уже є можливість досягнути значення COP = 4...5 і навіть вище. Пониження температурного рівня систем теплозабезпечення будівель сприяє підвищенню коефіцієнта трансформації.

З метою збору сонячної енергії в період її надходження на поверхню Землі використовуються зокрема сонячні колектори. Енергетична ефективність таких систем зростає при зниженні температури теплосприймаючої поверхні колектора та, відповідно, температури теплоносія споживача теплоти.

Неспівпадіння наявності енергії довкілля або дешевої енергії з її потребою призвело до створення установок акумуляції енергії. В системах теплозабезпечення використовують сезонні та короткотермінові (від декількох днів до годин) теплові акумулятори. Зниження температури теплоносія в акумуляторі також підвищує його ефективність: зменшуються тепловтрати через стінки акумулятора та зростає його корисний енерговміст [11].

В теперішній час багато робіт присвячено дослідженню когенераційних установок та їх впровадженню в централізованих системах теплозабезпечення. В таких установках зниження температури прямої та зворотної води споживача теплоти дозволяє збільшити виробництво електричної енергії на базі когенерації та підвищити ефективність утилізації скидної теплоти [12].

На сьогоднішній день майже половина населення Землі проживає у міських територіях. В майбутньому прогнозується зростання цієї кількості та відповідне зменшення сільських поселень з нижчою густиною населення.

Технологічні та управлінські рішення у сфері централізованого теплозабезпечення населених пунктів також зазнали суттєвих змін за остання десятиліття. В літературі вже розглядаються рішення із створення систем теплозабезпечення нового, 4-го, покоління.

Згідно [10] такі системи повинні забезпечувати:

- можливість подачі низькотемпературного теплоносія для опалення та гарячого водопостачання існуючих будинків, після впровадження в них енергоефективних рішень, а також будинків із низьким споживанням енергії за рахунок синергетичного ефекту;
- можливість розподіляти енергію по мережах з низькими втратами;
- можливість використання скидної низькотемпературної енергії, а також енергії відновлювальних джерел в тому числі сонячної й геотермальної енергії;
- можливість бути складовою «розумної» енергетичної системи, що включає в себе

«розумні» електричні, теплові, газові та водопровідні мережі;

– можливість реалізації рішень з планування, забезпечення мотивації при реалізації на засадах сталого розвитку стратегічних рішень до створення майбутніх енергосистем.

В роботі [13] наведені характерні особливості існуючих централізованих систем теплозабезпечення та майбутніх на прикладі Фінляндії. Згідно [13] ключовими властивостями існуючих систем є: використання викопних видів палива; централізоване виробництво енергії; монополія муніципальних компаній-виробників енергії; використання традиційних бізнес моделей; висока температура подавальної води; приєднання до мережі будівель з різною енергетичною ефективністю; використання традиційних технологій. На відміну від існуючих, системи централізованого теплозабезпечення майбутнього будуть характеризуватися: зростанням частки відновлювальних джерел енергії; застосуванням нових бізнес моделей; комбінованим виробництвом електричної енергії, та енергії для тепло- й холодозабезпечення; зростанням частки розподіленого виробництва енергії; можливістю підключення різних виробників до системи; появою просьюмерів (prosumers); відносно низькою температурою подавальної води, зростанням частки підключених до системи будинків з нульовим споживанням енергії (zero-energy buildings); використанням технологій індивідуального управління (supportive technologies).

#### **Висновки з проведеного дослідження.**

Отже, існуючі сучасні тенденції техніко-технологічних рішень у сфері теплозабезпечення населених пунктів, що базуються не тільки на суто існуючих формальних підходах, але із урахуванням інженерного досвіду, інтуїції та експертної оцінки, демонструють крім суттєвого зниження споживання зовнішніх енергоносіїв перехід на низькотемпературні (низькоенергетичні) системи. А це потребує розробки не тільки відповідної методологічної бази щодо технологічних аспектів, але нових підходів із управління такими системами, зміни законодавчої бази, а також врахування соціальних аспектів.

#### **БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the IPCC 5th Assessment Report Changes to the underlying Scientific/

Technical Assessment [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.

2. Transition to Sustainable Buildings. Strategies and Opportunities to 2050 [Електронний ресурс] // Режим доступу – [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013\\_free.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013_free.pdf).

3. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания [Текст] // Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

4. Crane P. Comparison of exergy of emissions from two energy conversion technologies, considering the potential for environmental impact / P. Crane, D.S. Scott, M.A. Rosen // International Journal of Hydrogen Energy. – 1992. – Vol.17 (5). – p. 345-350.

5. Табунщиков Ю.А. «Зеленые здания» – нужны ли архитектору и инженеру новые знания [Текст] / Ю.А. Табунщиков // АВОК. – 2009. – №7. – С. 4 – 9.

6. Torío H., D. Schmidt, S. C. Jansen, M. Shukuya, A. Angelotti, P. Benz-Carlstrom, T. Iwamatsu, G. Johannesón, M. Molinari, F. Meggers, M. d. Carli, P. G. Cesaratto, L. Kranzl, P. Caputo, P. Op't Veld, M. Ala-Juusela and D. Solberg (2011). IEA ECBCS Annex 49 Final Report - Low Exergy Systems for High-Performance Buildings and Communities - Detailed Exergy Assessment Guidebook for the Built Environment. Stuttgart, Germany, Fraunhofer Verlag (available online from [www.annex49.com](http://www.annex49.com)).

7. Бродач М.М. Здания с нулевым энергетическим балансом – миф или реальность? / М.М. Бродач // АВОК. – 2010. – № 8. с. 4 – 10.

8. Sartori I. Net zero energy buildings: A consistent definition framework [Text] / I. Sartori, A. Napolitano, K. Voss // Energy and Buildings. – 2012. - Volume 48. – P. 220–232.

9. Reidhav C. Profitability of sparse district heating // C. Reidhav, S. Werner / Applied Energy. – 2008. Vol. 85. – P. 867-877.

10. Toward 4th Generation District Heating: Experience and Potential of Low-Temperature District Heating [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2011-2014-annex-x/annex-x-project-03.html>.

11. Thermal Energy Storage for Sustainable Energy Consumption Fundamentals. Case Studies and Design / edited by Halime O. Paksoy. – Springer, 2007. – 447 p.

12. Economic and Design Optimization in Integrating Renewable Energy and Waste Heat with District Energy Systems [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2011-2014-annex-x.html>

13. Paiho S. Towards next generation district heating in Finland / S. Paiho, F. Reda // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. –Vol. 65. – P. 915–924.