

2. **Александровский С.** Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1973. – 432 с.
3. **Арутюнян Н.** Некоторые вопросы теории ползучести. – М. : Гостехтеориздат, 1952.
4. **Бондаренко В.** Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. – Харьков : Изд-во Харьков. ун-та, 1968. – 325 с.
5. **Прокопович И.** Влияние длительных процессов на напряженное и деформированное состояние сооружений. – М. : Госстройиздат, 1963. – 260 с.
6. **Яценко Е.** Методы расчёта железобетонных конструкций на длительное воздействие с учётом ползучести бетона: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.01. – М., 1989. – 364 с.
7. **Джонс Р.** Ультразвуковой импульсный способ испытания бетона [Перев. с англ.] / Р. Джонс, Гэтфилд Е. – Госстройиздат, 1957.
8. **Блинков В.** Исследование деформаций бетона при чистом сдвиге // Изв. ВНИИГ, 1955. – Т. 53.
9. **Карапетян К.** Ползучесть бетона при кручении // Изв. АН Арм. ССР, сер. физ.-мат. наук. – 1962. – Т.15. – № 6.
10. **Александровский С.** О коэффициенте поперечной деформации бетона при длительном действии нагрузки / С. В. Александровский, О. М. Попкова // В кн. : Ползучесть и усадка бетона. Мат. совещ., подготовл. НИИЖБ Госстроя СССР. – М. : ЦИНИС, 1969. – С. 48 – 51.
11. **Корсак Н.** Исследование прочности и упругих свойств бетона. // Прочность, упругость ползучесть бетона. – М. : Стройиздат, 1941.
12. **Черкашин А.** Исследование деформаций длительного сжатия материалов, твердеющих во времени // Строительные конструкции – К. : Будівельник, 1965. – Вып. 3.
13. **Ткачук В.** Ползучесть бетона при плоском напряженном состоянии / В. М. Ткачук, Н. У. Мамунян // Строит. конструкции. – К. : Будівельник, 1972. – Вып. 19. – С. 114 – 119.
14. Volume changes in precast prestressed concrete structures // Journal of Prestressed Concrete Institute. – 1977. – V. 22. – № 5. – P. 38 – 53.
15. **Ross A.** Experiments on the creep of concrete under two dimensional stressing // Magazine of Concrete Research. – 1958. – Vol. 29. – . 9.
16. **Duke C., Davis H.** Some properties of concret eunder sustained combined stress, Am. Soc. For Test. Mat. Proc., vol. 44, 1944.
17. **Freudental, A.** Roll F. Creep and creep recovery of concrete under high compressive stress // Journal of the American Concrete Institute. – 1958. – Vol. 29. – № 12.
18. **Thiel M.** Influence de la dimension del'epourette, Annales del' Institute Technique du Batimentetdes Travaux Publics. – № 154, Oct. 1960.

УДК 620.92:621.311.243:621.176

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ І ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У БУДІВНИЦТВІ

*А. М. Березюк, к. т. н., проф., К. Б. Дікарев, к. т. н., доц., Р. Б. Папірник, к. т. н., доц.,
А. О. Скокова, к. т. н., асист., О. М. Кузьменко, студ.*

Ключові слова: енергозбереження, альтернативні джерела енергії, тепловий насос, сонячний колектор, комбіновані системи теплопостачання

Постановка проблеми. У сучасному світі тенденції до застосування енергоефективних технологій у промисловості, енергетиці та житловому комплексі продовжують поширюватися та втілюватися на практиці. В Україні проблема енергозбереження та постачання паливних ресурсів особливо загострилася останнім часом. Для того щоб проаналізувати вартісні коливання енергоресурсів у нашій країні, необхідно продемонструвати динаміку зростання тарифів для населення на газ порівнянно з електроенергією [9; 8].

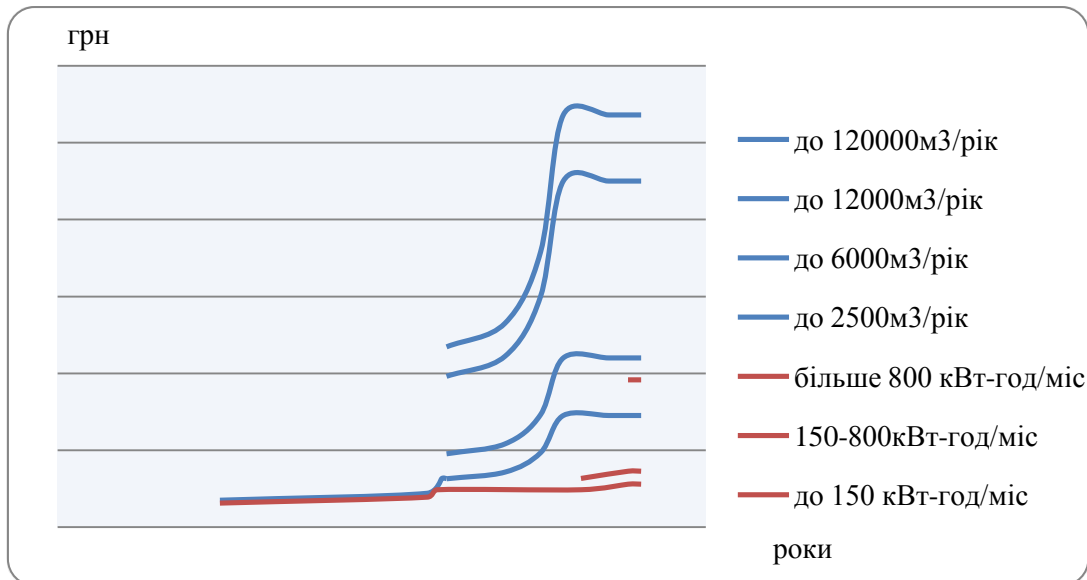


Рис. 1. Динаміка зростання тарифів на газ у порівнянні з електроенергією

Відтак, вартість опалення природним газом з 2000 року до сьогодні зросла у середньому:

- для власника квартири – у 4 рази;
- для власника будинку площею 200 м² – у 6 разів.

При цьому слід зазначити, що вартість електроенергії для цих споживачів зросла приблизно вдвічі.

З огляду на вищезазначене звертання до альтернативних джерел енергії у комплексному використанні з енергозберігальними технологіями теплоізолювання відкриває реальні перспективи екологічного сучасного будівництва.

Аналіз публікацій. Огляд літератури свідчить, що в Україні ресурси відновлювальних джерел енергії існують практично на всій території. До основних складових відновлювальної енергетики України відносяться вітроенергетика, сонячна енергетика, мала гідроенергетика, біоенергетика, геотермальна енергетика й енергетика навколишнього середовища. Рівень технічного річного сумарного енергетичного потенціалу основних видів відновлювальних нетрадиційних джерел енергії в Україні належать еквівалентним 80 млн т умовного палива [6]. Інтенсифікація науково-дослідницьких робіт у галузі відновлювальної енергетики, створення законодавчо-правової й нормативної бази та системи державного економічного стимулювання дадуть можливість ефективного й широкого використання нетрадиційних джерел енергії.

Мета статті – отримати широкую матрицю вибору варіантів поєднання обладнання на основі відновлювальних джерел енергії для опалення, кондиціонування та забезпечення тепловою енергією для нагріву води.

Виклад основного змісту. Функцію теплозабезпечення на основі відновлювальних джерел енергії виконують тепловий насос (ТН) та сонячний колектор. Тепловий насос – пристрій, що дозволяє відібрати теплову енергію низького температурного потенціалу навколишнього середовища, підвищити її температурний рівень і віддати на потреби теплозабезпечення. [11] Сонячний колектор – пристрій, за допомогою якого теплова енергія сонця нагріває теплоносії, який спрямовує зібрану теплову енергію на нагрів води для побутових потреб.

У процесі дослідження було проаналізовано декілька варіантів комбінування альтернативних джерел енергії між собою та альтернативних джерел енергії з традиційними з подальшим виявом найбільш економічно доцільного з-поміж них.

Для проведення порівняльного розрахунку було обрано три будівлі різноманітної житлової площі:

1. Коттедж . $S_1 = 215,16 \text{ м}^2$
2. Житловий будинок, що налічує 5 поверхів. $S_2 = 1703,2 \text{ м}^2$
3. Житловий будинок, що налічує 15 поверхів. $S_3 = 17189 \text{ м}^2$.

З урахуванням місця розташування (II кліматична зона) та індивідуальних параметрів захисних конструкцій здійснено теплотехнічний розрахунок [1] та розрахунок потужності теплового навантаження [12] на пристрої для опалення зазначених будівель з використанням

вентильованої фасадної системи з утеплювачем і за її відсутності. З'ясовано, що застосування фасадної системи зумовлює до скорочення втрат теплоти крізь захисні конструкції в межах, що відображені на графіку нижче.

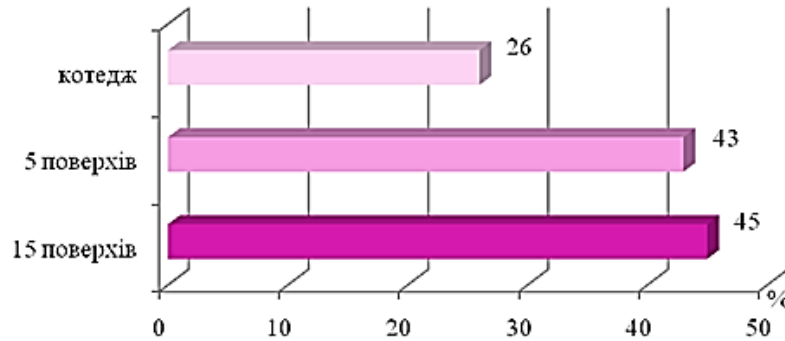


Рис. 2. Скорочення втрат теплоти крізь захисні конструкції розглянутих будівель

Також було розраховано енергетичні потужності для нагріву води для побутових потреб розглянутих будівель [2].

Маючи необхідні потужності, підбрали необхідне обладнання на основі відновлювальних джерел енергії і сформувавши такі варіанти комбінування:

1. Котедж обладнуємо ТН типу «земля – вода». У будинку передбачено систему опалення обладнану фанкойлами. Тепловий насос (ТН) буде забезпечувати опалення, протягом 5 місяців та здійснювати нагрів води для побутових потреб протягом 7,5 місяця. В теплий період року (4,5 місяця) ТН автоматично вмикається у реверсний режим і працює на охолодження приміщень. У цей час забезпечення гарячою водою здійснюється за допомогою сонячних колекторів. Підраховано стартові капіталовкладення, що включають вартість обладнання, вартість земляних і бурових робіт при будівництві геотермального поля. А також розраховано експлуатаційні витрати на рік за умови використання електроенергії, необхідної для функціонування насоса та компресора, виходячи з того, що забезпечується опалення, нагрів води та кондиціонування (враховувався ефект від використання фасадної системи і її відсутності).

2. Припустимо, що будівлю, яка налічує 5 поверхів, планується розмістити на березі р. Дніпро. Необхідно встановити ТН типу «вода – вода» із зовнішнім теплообмінником у вигляді контуру довжиною 200 м (16 кілець), зануреного у воду. Система опалення будівлі обладнана фанкойлами. ТН забезпечує опалення впродовж 5 місяців та нагрів води протягом 7,5 місяця. В теплу пору року протягом 4,5 місяця ТН працює в реверсному режимі на охолодження. В цей час потребу в гарячій воді забезпечує сонячний колектор. Аналогічно підраховано початкові та експлуатаційні витрати.

3. Будівлю, що налічує 15 поверхів, планується розмістити в обмежених умовах міської забудови. Відповідно площі для встановлення підземного контуру недостатньо. У цьому випадку доцільно встановити тепловий насос типу «повітря – вода» із зовнішнім теплообмінником. Кожен ТН має коефіцієнт перетворення, що дорівнює відношенню теплової енергії, виробленої ТН, до енергії, спожитої ТН для функціонування. Розглянуте обладнання ТН має коефіцієнт перетворення, рівний 4, але за умови температури повітря 0°C і вище. Тоді для покриття ризиків в опалювальний сезон, коли температура опускається нижче нульової відмітки (приблизно 1,5 місяця для м. Дніпропетровськ, [3]) замість ТН буде функціонувати газове обладнання на забезпечення г/в і опалення. Система опалення будівлі обладнана фанкойлами. ТН забезпечує опалення впродовж 3,5 місяця та нагрів води протягом 7,5 місяця. В теплу пору року протягом 4,5 місяця ТН працює в реверсному режимі на охолодження. У цей час потребу в гарячій воді забезпечує сонячний колектор (СК). Аналогічно підраховано початкові та експлуатаційні витрати.

Для порівняння для всіх будівель було підбрано обладнання на основі традиційних джерел енергії, проведено розрахунок початкових капіталовкладень і експлуатаційних затрат. При чому враховувався той факт, що більшість нового будівництва в нашій країні відзначається об'єднанням мешканців у житлово-будівельні кооперативи, які згідно з [7; 10] здійснюють закупівлю газу й електроенергії як юридичні особи відповідно 4,687 грн/м³ і 1,12 грн/кВт-год. [4; 5].

Далі здійснено розрахунок періоду окупності різниці початкових затрат на встановлення обладнання на основі альтернативних джерел енергії та традиційних для опалення, забезпечення гарячою водою та кондиціонування. У початкові затрати закладалась вартість встановлення фасадної системи. Теплоізоляція також суттєво вплинула на експлуатаційні затрати.

Результати розрахунку відображено на графіках (рис. 3).

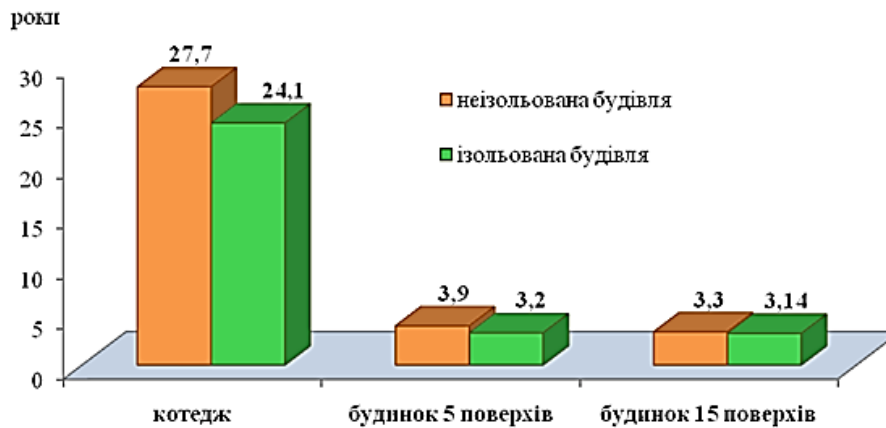


Рис. 3. Період окупності. Будівлі ізольовані, що використовують відновлювальні джерела енергії для теплопостачання порівнянно з цими ж будівлями, що використовують традиційні джерела енергії

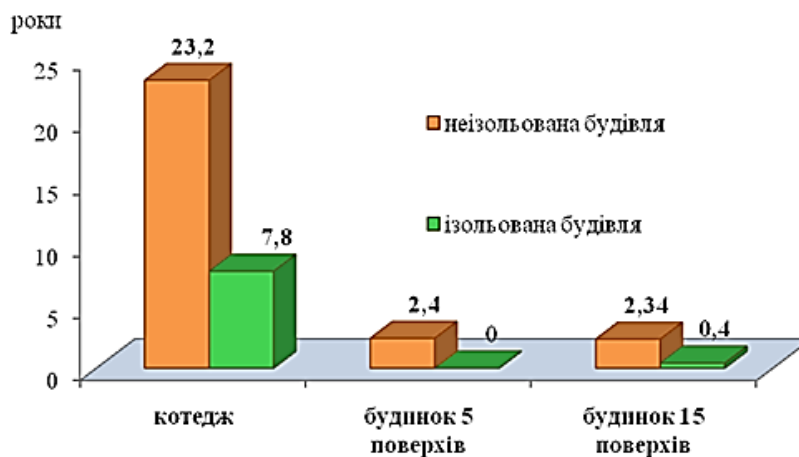


Рис. 4. Період окупності. Будівлі неізольовані, що використовують відновлювальні джерела енергії для теплопостачання, порівнянно з цими ж будівлями, що використовують традиційні джерела енергії

***Примітка.** У випадку порівняння п'яти поверхового будинку без фасадної системи, що використовує альтернативні джерела енергії, з цим же будинком із фасадною системою і традиційними джерелами теплопостачання період окупності розраховувати не потрібно, оскільки другий варіант виявився дорожчим, ніж варіант із відновлювальними джерелами енергії.

Висновок. Результати аналітичного порівняння дають змогу підібрати найбільш ефективний та економічно доцільний варіант теплозабезпечення будівель залежно від різноманітних початкових вимог.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006. – Замість СНиП II-3-79; чинні з 01.01.2006.
2. Теплові мережі. ДБН В.2.5-39:2008. – Замість СНИП 2.04.07-86; чинні з 07.01.2009.
3. Будівельна кліматологія. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – На зміну СНиП 2.01.01-82; чинний

з 01.11.2011.

4. Про засади функціонування ринку природного газу. Закон України від 08.07.2010 № 2467-VI (редакція станом на 01.01.2013) // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2467-17>

5. Інформація про тарифи на електроенергію для юридичних осіб ПАТ «ДТЕК ДНПРООБЛЕНЕРГО» на 2013 рік // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://doe.com.ua/node/125>

6. **Плачкова С. Г.** Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. – К. : Лібра, 2010. – 321 с.

7. Про дальший розвиток житлово-будівельної (житлової) кооперації. Постанова КМУ № 593 від 20 жовтня 1992 р. // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/593-92-п>

8. Про затвердження роздрібних цін на природний газ, що використовується населенням на побутові потреби. Постанова Національної комісії регулювання електроенергетики України (НКРЕ) від 13.07.2010 № 812 // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0507-10>

9. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню. Постанова Національної комісії регулювання електроенергетики України (НКРЕ) від 23.04.2012 № 497. // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0598-12>

10. Про затвердження примірного статуту житлово-будівельного кооперативу. Постанова Ради Міністрів УРСР № 186 від 30 квітня 1985 р. // [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/186-85-п>

11. **Рей Д.** Тепловые насосы. – М. : Энергоиздат, 1982. – 224 с.

12. Отопление, вентиляция и кондиционирование. СНиП 2.04.05-91*У. – Замість СНиП П-12-77; чинні з 01.10.1996.

УДК 666.1.031.2:004.942

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАРІННЯ СКЛА У ВАННІЙ СКЛОВАРНІЙ ПЕЧІ

Л. І. Чумак, к. т. н., доц., О. В. Волох, магістр

***Ключові слова:** математичне моделювання, варіння скла, ванна піч, температурний режим, регулювання*

Постановка проблеми. Основним технологічним процесом при виробництві скла є його варіння. Варіння листового скла виконується у безперервно діючих печах, воно ґрунтується на безперервності процесу, який дозволяє встановити стабільний температурний режим скломаси, що повинен постійно забезпечуватись без відхилень, тому що ванна піч надзвичайно чутлива до різноманітних відхилень від установленого режиму. У виробництві листового скла основним фактором, який визначає швидкість варіння, є температура. Процес варіння скла супроводжується значними енергозатратами, які можна знизити за рахунок використання автоматизованого управління. Для забезпечення належної якості скла і зменшення кількості браку, варіння потрібно вести строго за встановленим температурним режимом. Основним завданням системи автоматичного управління тепловим режимом печі є витримка заданої кривої зміни температури скломаси.

Аналіз публікацій. Проблеми регулювання процесу скловаріння досліджувалися вченими І. П. Баумштейном, А. В. Ралко, О. О. Крупною [2; 7]; у працях [1; 8] проведено дослідження залежності однорідності скла від складу шихти та тривалості її варіння, розглянуто алгоритми стабілізації температурного режиму скловарної ванної печі. Математичне моделювання процесу варіння скла, розглянуте у наведених працях, дозволить поліпшити якість продукції, знизити економічні витрати та розробити математичну модель процесу варіння скла з використанням сучасних інформаційних технологій для регулювання температурного режиму ванної печі, враховуючи тривалість варіння.

Мета статті – розробити та реалізувати математичну модель процесу варіння скла, враховуючи необхідність забезпечення певного температурного режиму, для того щоб зменшити витрати палива, поліпшити якість продукції, підвищити однорідність скла.