



**Габрінець В.О.,
Накашидзе Л.В., Сокол Г.І.,
Марченко О.А., Гільорме Т.В.**

**ФОРМУВАННЯ СХЕМНИХ
РІШЕНЬ СИСТЕМИ
КЛІМАТИЗАЦІЇ СПОРУД
В РОБОЧОМУ
СЕРЕДОВИЩІ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

**ДНІПРО
2016**

**Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет
імені Олеся Гончара**

**Габрінець В.О., Л.В. Накашидзе, Сокол Г.І.,
Марченко О.Л., Гільорме Т.В.**

**ФОРМУВАННЯ СХЕМНИХ РІШЕНЬ
СИСТЕМИ КЛІМАТИЗАЦІЇ СПОРУД
В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ
ЕНЕРГІЇ**

Дніпропетровськ

ЛІРА

2016

УДК 521.311.243(075.8)

ББК 31.63я73

H21

Друкується відповідно до рішення Вченої Ради Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол №2 від 29 вересня 2016 р.)

Рецензенти:

М.В. Губинський – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислової теплотехніки Національної металургійної академії України;

В.Г. Сиченко – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електрозабезпечення Дніпропетровського державного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

H21 Формування схемних рішень системи акліматизації споруд в робочому середовищі альтернативних джерел енергії: монографія / Габрінець В.О., Л.В. Накашидзе, Сокол Г.І., Марченко О.Л., Гільорме Т.В. – Дніпропетровськ: ДНУ імені Олеся Гончара, ПП «Ліра ЛТД», 2016. – 146 с.

ISBN 111

У монографії принципи побудови систем енергозабезпечення, які використовують енергію альтернативних джерел. Висвітлено особливості функціонування систем енергозабезпечення в яких суміщено енергоактивні огороження та теплові насоси. Розглянуто особливості функціонування теплових насосів. Розглянуто можливість використання в таких системах вітрових агрегатів, та вирішено проблему впливу інфразвуку на споживачів. Представлено техніко-економічний розрахунок таких систем. Матеріал супроводжується необхідними теоретичними відомостями, ілюстраціями, ключовими поняттями і категоріями. Дана монографія має науково-практичне значення й розрахований на спеціалістів, які займаються проектуванням комплексних систем енергозабезпечення, тобто використанням енергозберігаючих технологій на промислових підприємствах та в житлово-комунальному секторі України.

УДК 621.311.243 (075.8)

ББК 31.63я73

© Габрінець В.О., Л.В. Накашидзе, Сокол Г.І., Марченко О.Л., Гільорме Т.В.

© ДНУ імені Олеся Гончара, 2016

© ЛІРА, 2016

ISBN 111

ЗМІСТ

Вступ	
Розділ 1 Габрінець В.О., Накашидзе Л.В. Сумісне функціонування енергоактивних огорожень з тепловими насосами в системах кліматизації споруд	
2.1. Особливості побудови енергоактивних огорожень у складі систем енергозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії	
2.2. Конструктивні особливості енергоактивних огорожень, які використовуються в системах енергозабезпечення	
2.2.1. Енергоактивне огороження з світлонепроникних жалюзі	
2.2.2. Енергоактивне огороження з поворотними теплопоглинальними елементами	
2.2.3. Енергоактивне огороження, що запобігає перегріванню споруди	
2.2.4. Енергоактивне огороження з ізованими секціями	
2.2.5. Енергоактивне огороження „бетонний сонячний колектор”	
2.3 Системи енергозабезпечення з використанням енергоактивних огорожень та теплових насосів	
2.3.1. система енергозабезпечення з енергоактивними огороженнями з жалюзі та тепловим насосом для безперервного енергопостачання	
2.3.2. Енергоактивне огороження та тепловий насос в системі енергозабезпечення з одним контуром для приготування гарячої води	
2.3.3. Двоконтурна система енергозабезпечення з використанням енергоактивних огорожень та теплоти навколишнього середовища	
2.3.4. Схема з тепловим насосом з одним опалювальним контуром без змішувача та енергоактивними огороженнями для приготування гарячої води та функцією "natural cooling"	
2.3.5. Схемне рішення з одним контуром опалювання без змішувача, одним контуром опалювання із змішувачем та функцією гарячого водопостачання за допомогою енергоактивних огорожень та буферною ємністю контуру опалювання	
2.3.6. Схема системи енергозабезпечення з енергоактивними огороженнями та тепловим насосом, яка використовує теплоту проточної води	
2.3.7. Схема системи енергозабезпечення з тепловою pompою	

та суміщеним випарником і теплообмінником сонячного контуру	
2.3.8. Схемне рішення яке передбачає наявність одного контуру опалювання без змішувача, двох контурів опалювання із змішувачем, енергоактивне огороження та буферну ємність контуру опалювання	
2.3.9. Схемне рішення, яке включає один контур опалювання без сумішувача, два контура опалювання без сумішувача, з приготуванням гарячої води, буферної ємності та функцією кондиціювання	
2.3.10. Схема комбінованої системи енергозабезпечення	
2.3.11. Схема системи енергозабезпечення з системою кондиціювання	
2.4. Методика розрахунку ефективності систем енергозабезпечення	
Висновки до розділу 2	
Література до розділу 2	
Розділ 2 Сокол Г.І., Кириченко С.Ю. Безпечність функціонування акустичних джерел в робочому середовищі альтернативної енергетики	
2.1. Джерела інфразвуку при роботі вітроагрегатів горизонтального типу	
2.2. Методики розрахунку інфразвукових характеристик акустичного поля вітроколеса	
2.2.1. Акустичне поле, що генерується у результаті обертального руху лопатів вітроколеса у повітряному середовищі	
2.2.2. Розрахунок інфразвукових частот акустичних полів, які генеруються у результаті обтікання лопатів вітроколеса повітряним середовищем	
2.3. Методика розрахунку акустичних характеристик при резонансних явищах на інфразвукових частотах у повітряних полостях секцій вежі вітроенергетичної установки	
2.3.1. Апроксимації секцій башти трубами циліндричної форми	
2.3.2. Апроксимації секцій башти трубами конічної форми	
2.4. Заходи щодо зниження рівня шумів в інфразвуковому діапазоні	
Висновки до розділу 2	
Список використаної літератури до розділу 2	
Розділ 3 Марченко О.Л. Трансформація тепла. Теплові насоси, системи кондиціювання, холодильна техніка	

3.1. Робота теплового насоса в режимі охолодження (холодильна машина)	
3.2. P-h діаграма холодильного циклу	
3.3. Термодинамічні властивості холодоагентів	
3.4. Екологічна безпека холодоагентів	
Висновки до розділу 3	
Література до розділу 3	
Розділ 4 Гільорме Т.В. Обґрунтування управлінських рішень щодо запровадження енергозберігаючих проектів на основі використання альтернативних джерел енергії	
4.1. Методика економічної оцінки інвестування у сучасні енергозберігаючі технології на основі використання альтернативних джерел з урахуванням темпоральної складової оцінки капіталовкладень	
4.2. Формування моделі системи інтегрованих маркетингових комунікацій як оптимального інформаційно-комунікаційного засобу просування енергозберігаючих технологій	
4.3. Розробка стратегій нівелювання ризиків заходів з енергозбереження	
4.4. Модель обліку витрат як складова системи управління проектів з енергозбереження	
Висновки до розділу 4	
Список літератури до розділу 4	
Додатки до розділу 4	

ВСТУП

Використання в спорудах комплексних систем енергозабезпечення, до складу яких входять теплові насоси, теплові акумулятори, енергоактивні огороження, є результатом пошуку шляхів найбільш економічних засобів енергозбереження та рекуперації енергетичних потоків об'єктів. Впровадження таких систем сприяє поширенню технічного забезпечення виробництва енергії безпосередньо на об'єкті. Такі системи здатні частково або повністю замінити енергію, що генерується традиційними засобами енергозабезпечення. Проблема енергозаощадження та перехід на технології, які дозволяють частково або й повністю відійти від використання газу та іншого викопного органічного палива, є пріоритетною в Україні на сьогодні. Споживаючи газ за застарілими технологіями для теплозабезпечення споруд житлового, рекреаційного та промислового призначення, Україна витрачає у 3-4 рази більше палива, ніж при використанні сучасних науково-технічних технологій. Впровадження в системах енергозабезпечення нових інженерних і конструктивних рішень, в яких передбачено комплексне використання енергії альтернативних джерел (сонячна енергія, тепло навколишнього середовища та ін.), дозволить розв'язувати господарську та науково-технічну проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів. Це відповідає „Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.” та іншим законодавчим документам. Нова редакція Директиви Європейського Союзу про енергетичну ефективність будівель вказує на заходи, впровадження яких дозволить наблизити сферу послуг енергозабезпечення до вимог європейських країн до будівництва будівель з мінімальним споживанням енергії, тобто будинків, що мають високий рівень енергоефективності.

Вирішити проблему підвищення в спорудах різного призначення ефективності систем енергозабезпечення пропонується впровадженням комплексного використання енергоактивних огорожень, теплових насосів, ґрунтових акумуляторів тепла та альтернативних джерел енергії.

Реалізація методичних техніко-економічних рекомендацій та розробленого комплексу заходів дозволить ефективно модернізувати

системи енергопостачання житлово-комунального фонду, споруд промислового та рекреаційного призначення шляхом усебічного впровадження новітніх ресурсозберігаючих технологій, що є актуальним. Це призведе, при помірних фінансових затратах, до значного ефекту енергозбереження; до створення нових робочих місць, дозволить покращити стан навколишнього середовища й забезпечити сталий розвиток України та знизити ризики від зовнішнього постачання енергоносіїв. Перспективність проекту обумовлена тим, що він за своїми результатами є актуальним для декількох суміжних галузей науки: будівництво, промислова теплотехніка, агрокомплекс, екологія.

Проблема енергозбереження та використання потенціалу альтернативних джерел енергії та перехід на технології, які дозволяють частково або й повністю відійти від використання газу та іншого викопного органічного палива, є актуальною та пріоритетною в Україні на сьогодні. Необхідним є широкомасштабне впровадження в системах енергозабезпечення нових інженерних і конструктивних рішень, в яких передбачено комплексне використання енергії альтернативних джерел (сонячна енергія, тепло навколишнього середовища та ін.). Наявність специфічного обладнання та відповідного його взаємозв'язку призводить до виникнення проблем невідповідності генерованої потужності та супутніх ефектів в першу чергу акустичних коливань, на ефективність використання. Тільки завдяки комплексному врахуванню технічних, технологічних, екологічних та ін. аспектів дозволить розв'язувати господарську та науково-технічну проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів. Це відповідає „Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.” та іншим законодавчим документам.

Представлені в монографії наукові основи побудови систем енергозабезпечення з використанням енергії альтернативних джерел дозволять підвищити ефективність таких систем за рахунок оптимального врахування виявлених джерел акустичних коливань та проведення розрахунків акустичних полів, зокрема низькочастотних і інфразвукових, при перетворюванні енергетичних потоків та зменшити дію акустичних

коливань на окремі вузли конструкції перетворювачів енергії альтернативних джерел, стан атмосфери та живі організми.

Розділ 2

**СУМІСНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИХ
ОГОРОДЖЕНЬ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ В СИСТЕМАХ
КЛІМАТИЗАЦІЇ СПОРУД**

**2.1. Особливості побудови енергоактивних огорожень у складі
систем енергозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії**

В умовах високої вартості енергоносіїв та обмеженості їх запасів актуальним є вирішення проблеми зменшення енергоспоживання в житлово-комунальному господарстві, в промисловому секторі та ін. розробка та подальше впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій енергозабезпечення, використання альтернативних джерел енергії сприяють вирішенню цього питання.

Практично всі проблеми з енергозбереження вирішуються інженерними засобами, які спрямовані на підвищення показників термічного опору огорожувальних конструкцій споруд та підвищення коефіцієнту корисної дії встановленого в них устаткування та приладів [1, 2, 3]. Але для реалізації таких [4, 5] заходів необхідні значні витрати фінансово-матеріальних ресурсів як при будівництві, так і при подальшій експлуатації споруд зі зведеними до мінімуму тепловими втратами. Крім того, витрати на організацію теплового захисту, який забезпечує відсутність теплових втрат, значні за сучасними економічними критеріями, мають значний строк окупності не можуть.

Використання альтернативних джерел енергії в системах енергозабезпечення – перспективний напрям енергозбереження, але оптимальним є одночасне підвищення показників термічного опору будівель [2, 3, 6]. При цьому в процесі оптимізації споруда

розглядається як складна система. Необхідно враховувати вплив навколишнього середовища на теплотехнічні характеристики елементів споруди, та те, що огорожуючі конструкції споруди активно сприймають з нього розсіяну низькопотенціальну енергію з наступним доведенням її до необхідного рівня [7]. Однак, треба враховувати, що просте механічне приєднання до об'єктів традиційної архітектури сонячних колекторів, фотоелектричних батарей та ін. (тобто елементів перетворюювання енергії альтернативних джерел) призводить:

- до недостатньої реалізації функціональних можливостей систем енергозабезпечення (СЕЗ),

- збільшення навантаження на конструкцію та не завжди вдалої зміни теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та архітектури будівель.

Усунути ці недоліки можливо шляхом використання енергоактивних огорожень.

У порівнянні з розповсюдженими огорожувальними конструкціями (пасивними), енергоактивні огороження [8] дозволяють регульовано отримувати, перетворювати, перерозподіляти та акумулювати енергію. Їх використання забезпечує позитивний енергетичний баланс між надходженням енергії від сонячного випромінювання й довкілля та її втратами.

До конструкції та матеріалів, з яких виготовлено енергоактивне огороження навні вимоги, які представлені в роботах [9,10,11].

Енергосприймальна панель енергоактивного огороження [4, 8] повинна виготовлятися з матеріалів, механічні, теплові та хімічні властивості яких задовольняють функціональним й експлуатаційним вимогам. Її поглинальна спроможність в оптичному діапазоні сонячного випромінювання, якщо на цю величину не впливають особливі естетичні вимоги, повинна бути не меншою за 0,9.

За умови, коли робочим тілом є рідинний теплоносіє, енергосприймальна панель повинна бути розрахована на тиск, який відповідає допустимому робочому тиску в сонячному контурі системи енергозабезпечення, й зберігати міцність та герметичність при гідравлічних випробовуваннях тиском, рівним двократному робочому. Трубопроводи потрібно конструювати такими, щоб можна було забезпечити гарантоване заповнення теплоносієм без утворення повітряних порожнин, а також очищення та продування в умовах експлуатації.

Лакофарбове або селективне покриття металевої енергосприймальної панелі повинне зберігати свої оптичні властивості за високих вологості та температури (до плюс 220 °C) при забезпеченні її естетичного зовнішнього вигляду. Світлопрозора теплоізоляція [10,11] є одним з варіантів виконання зовнішнього декоративно-захисного шару енергоактивного огороження. Вона може бути виконана у вигляді одно— чи багатошарового скляного або полімерного покриття. Світлопрозора теплоізоляція повинна мати прийнятну пропускну спроможність в оптичному діапазоні електромагнітних хвиль, бути стійкою до атмосферних та експлуатаційних впливів і зберігати свої властивості протягом усього терміну її експлуатації. Матеріали для зовнішнього шару багатошарової світлопрозорої теплоізоляції ЕО повинні зберігати свої властивості при температурі від мінус 45 °C до плюс 100 °C, а для внутрішнього шару – від мінус 45 °C до плюс 150 °C. Для забезпечення необхідної ефективності та довговічності функціонування енергоактивного огороження, якщо немає особливих естетичних обмежень, пропускну здатність в оптичному діапазоні одного шару світлопрозорої теплоізоляції повинна бути не меншою за 0,85 та суттєво зменшуватись протягом терміну експлуатації. Її матеріал повинен бути стійким до високих температур та вологості, атмосферного забруднення (пилу, снігу, тощо), до ультрафіолетового випромінювання, а також витримувати вплив вітрового потоку, не меншого за 30 м/с. Термін служби світлопрозорої теплоізоляції повинен бути не меншим за 10 років, а конструкція кріплення повинна передбачати можливість її заміни.

Необхідно передбачати захист внутрішньої й зовнішньої поверхонь енергоактивного огороження [10, 11] від зволоження, яке може мати місце внаслідок проникнення атмосферної вологи всередину конструкції.

Для теплової ізоляції, що контактує з енергосприймальною панеллю огороження, необхідно застосовувати нетоксичні, стійкі до впливу температур (не менших за плюс 180 °С) та негігроскопічні матеріали, що не виділяють пилових часток і летких фракцій. При тривалому впливі експлуатаційних факторів теплоізоляційні матеріали не повинні оплавлятися, змінювати свою структуру, зовнішній вигляд і форму.

У районах, де товщина і особливості конструкції огороження визначаються з умови захисту внутрішніх приміщень від перегріву, допускається з зовнішньої сторони огороження влаштовувати суцільні вентилязовані повітряні прошарки. Вони можуть утворювати канали повітряного теплоносія, які необхідно розташовувати між енергосприймальним та декоративно-захисним шарами [12]. Канали повинні мати відсічні елементи, які дозволяють примусово робити їх замкнутими з висотою, не меншою за висоту поверху, але не більшою за 6 м. Мінімальний розмір поперечного перерізу таких каналів повинен бути не меншим за 40 мм. Для зменшення втрат тепла за рахунок перевипромінювання доцільно одну з поверхонь прошарку покривати алюмінієвою фольгою або покриттям зі схожими відбивальними властивостями.

2.2.Конструктивні особливості енергоактивних огорожень, які використовуються в системах енергозабезпечення

2.2.1. Енергоактивне огороження з світлонепроникних жалюзі

Енергоактивне огороження представлене авторами в [13], складається з несучої стіни, теплоізоляційного шару, зовнішнього повітряного прошарку, в якому розташовані світлонепроникні жалюзі, а також зовнішнього прозорого теплоізоляційного шару, відрізняється тим, що жалюзі виконані без окремих рухомих елементів, зроблені з

Список літератури до розділу 6

1. Cronbach L. J. and Gleser G. C. (1957). Psychological tests and personnel decisions. Urbana : University of Illinois Press.
2. Gil'orme T.V. Models of human capital assets accounting in promoting energy efficiency technologies // Information aspects of socio-economic systems development. – Katowice School of Technology, Poland. – 2016. – 448 p.
3. Абрамова О. В. Облік витрат за стадіями життєвого циклу засобів індивідуального захисту / О. В. Абрамова // Актуальні проблеми економіки. – науковий журнал, 2011. – №10. – С. 225-228.
4. Банасько Т. М. Побудова організаційної структури управління як передумова створення системи обліку витрат [Текст] / Т. М. Банасько // Формування ринкових відносин в Україні. – 2013. – № 9. – С.24-27.
5. Гільорме Т.В. Механізм маркетингового просування інноваційних енергозберігаючих технологій на засадах інвестиційного аудиту [Електронний ресурс] / Т. В. Гільорме, В.А. Михайліченко // Глобальні та національні проблеми економіки – 2015. – № 6. – С.299-306. – Режим доступу до журн.: <http://global-national.in.ua/issue-6-2015>
6. Гільорме Т.В. Механізм пільгового оподаткування як чинник активізації впровадження енергозберігаючих проектів / Т.В. Гільорме, Т.В. Хрущова // Науковий вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – 2015. – №2 (51). – С.85-90.
7. Гільорме Т.В. Формування механізму маркетингового просування енергозберігаючих технологій на ринках товарів і послуг України / Маркетингове просування енергозберігаючих технологій використання альтернативних джерел енергії в Україні: Монографія / С. О. Смирнов, С.Я. Касян, Л. В. Накашидзе, Т. В. Гільорме. – Дніпропетровськ : «ЛІРА», 2015. – С. 80–111.
8. Гільорме Т.В. Формування механізму просування енергозберігаючих технологій на засадах концепції стейкхолдерів / Т.В. Гільорме // Інтелект ХХІ, м. Київ. – 2016. – №1. – С. 90-98.
9. Єлісеєва О.К. Обґрунтування підходів щодо обліку та аудиту витрат операційної діяльності підприємства [Електронний ресурс] / О.К. Єлісеєва, Т. В. Гільорме, В.А. Михайліченко // Глобальні та національні

проблеми економіки – 2016. – № 9. – С.759-765. – Режим доступу до журн.: <http://global-national.in.ua/issue-9-2016>

10. Зосименко Т.І. Концептуально-методичні основи вітчизняного та іноземного досвіду управління витратами. [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vcndtu>

11. Касян С.Я. Методика економічної оцінки інвестування у сучасні енергозберігаючі технології підприємства / С.Я. Касян, Т.В. Гільорме // Інноваційна економіка. – 2015. – №3 (58). – С. 192–197.

12. Накашидзе Л.В. Оцінка енергетичної безпеки при впровадженні технологій використання енергії відновлюваних джерел / Л.В. Накашидзе, Т.В. Гільорме // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – №4/8 (76) – С. 54-59.

13. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. перевод с англ. В. Г. Вачнадзе. – М. : Радио и связь, 1993. – 316 с.

14. Скрипник М. Особливості методу калькулювання за стадіями життєвого циклу / М. Скрипник // Економічний аналіз, 2010. – №6. – С. 334-337.

15. Смирнов С. О. Методологічна платформа формування організаційно-інформаційного механізму маркетингового просування енергозберігаючих технологій / С. О. Смирнов, Т.В. Гільорме // Бізнес Інформ. – 2015. – №7. – С. 311–315.

16. Хэнсен Ш. Перфоманс – контрактинг: новые горизонты / Ш. Хэнсен, Дж. Вейсман // Энергоаудитиенергосервис. – 2013. – № 2(26). – С. 4–11.

Наукове видання
Габрінець Володимир Олексійович
Накашидзе Лілія Валентинівна
Сокол Галина Іванівна
Марченко Олег Леонідович
Гільorme Тетяна Вікторівна

**ФОРМУВАННЯ СХЕМНИХ РІШЕНЬ
СИСТЕМИ КЛІМАТИЗАЦІЇ СПОРУД
В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ
ЕНЕРГІЇ**
Монографія
(Українською мовою)

Видання друкується в авторській редакції
Коректор української мови: Накашидзе І С.
Здано у видавництво 05.10.2016. Підписано до друку 23.10.2016.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Academy. Друк
офсетний Умовн. друк. арк. 8,49. Наклад 300 прим. Зам. № 404.
Видавництво і друкарня «ЛІРА».
49010, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова, 5
<http://www.lira.dp.ua>
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК №188 від 19.09.2000

Здано у видавництво 05.10.2016. Підписано до друку 23.10.2016.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Academy. Друк
офсетний Умовн. друк. арк. 8,49. Наклад 300 прим. Зам. № 404.
Видавництво і друкарня «ЛІРА».
49010, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова, 5
<http://www.lira.dp.ua>
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

ДК №188 від 19.09.2000

