



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Ministry of Education, Science, Youth and Sports of Ukraine
Київський національний університет будівництва
і архітектури
Kiev National University of Building and Architecture

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ

ENERGY-SAVINGS IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Науково-технічний збірник

The Collection of Proceedings

Випуск № 1 Issue No 1

КИЇВ 2011 KYIV

Науково-технічний збірник “Енергозбереження в будівництві та архітектурі”.
Випуск 1. Відповідальний редактор А.М.Тугай. – К.: КНУБА, 2011р. – 172 с.

UKR В збірнику розміщено статті, присвячені різним аспектам комплексного впровадження принципів енергозбереження в об’єктах будівництва та архітектури.

Збірник розрахований на працівників науково-дослідних і проектних організацій, викладачів, аспірантів та докторантів,

RUS В сборнике размещены статьи, посвященные различным аспектам комплексного внедрения принципов энергосбережения в объектах строительства и архитектуры.

Сборник рассчитан на работников научно-исследовательских и проектных организаций, преподавателей, аспирантов и докторантов.

ENG Articles is devoted to the investigation of various aspects of the complex implementation of save-energy principles in the civil engineering and architectural objects.

Collection is intended for researchers, designers, high school teachers, post-graduate students etc.

Редакційна колегія: А.М.Тугай (відп. редактор), П.П.Лізунов (заступник відп. редактора), В.О. Плоский (відп. секретар), В.А.Баженов, Т.О.Кашченко, В.П.Корбут, А.М.Кравчук, Е.С.Малкін, О.Л.Підгорний, Л.Л.Покровський, Ю.К.Росковшенко, О.В.Сергейчук, О.С.Слепцов, М.В.Степанов, В.В.Товбич.

Editorial board: A.M.Tugay (chief editor), P.P.Lizunov (deputy editor), V.O. Ploskyi (managing editor), V.A.Bazhenov, T.O.Kashchenko, V.P.Korbut, A.M.Kravchuk, E.S.Malkin, O.L.Pidgorny, L.L.Pokrovskyi, Yu.K.Roskovshenko, O.V.Sergeychuk, O.S.Sleptsov, M.V.Stepanov, V.V.Tovbych.

Адреса редакції: 03680, Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА, к. 419,
телефон редакції: 2449637

Наукове фахове видання

©Київський національний університет
будівництва та архітектури

ДОПОВІДІ

**ПЕРШОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ІНТЕГРОВАНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ
ТЕХНОЛОГІЇ
В АРХІТЕКТУРІ ТА БУДІВНИЦТВІ**

«ЕНЕРГОІНТЕГРАЦІЯ-2011»



**УКРАЇНА, КИЇВ, КНУБА,
24-25 ТРАВНЯ 2011 р.**

Організатори конференції:



**Київський національний університет
будівництва і архітектури**



Академія будівництва України

Підтримка:

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Всеукраїнська громадська організація «Українська асоціація з прикладної геометрії».

Організаційний комітет:

ТУГАЙ А.М., - ректор КНУБА, Київ, Україна – співголова,
ПОКРОВСЬКИЙ Л.Л., - віце-президент АБУ, Київ, Україна, -
співголова

БАЖЕНОВ В. А. (Київ, Україна)
ГЛАМАЗДІН П. М. (Київ, Україна)
ЛІЗУНОВ П. П., (Київ, Україна)
МАЛКІН Е. С. (Київ, Україна)
ПЛОСКИЙ В. О. (Київ, Україна)
РОСКОВШЕНКО Ю. К. (Київ, Україна)

Покровський Л.Л.,
віце-президент Академії
будівництва України
Зембицький П.Ю.,
директор інституту
„УкрНДІнжпроект”

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ

Містобудування (містобудівна діяльність) згідно визначення поданого в Законі України „Про основи містобудування” – це цілеспрямована діяльність державних органів, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій, громадян, об’єднань громадян по створенню та підтриманню повноцінного життєвого середовища, яке включає прогнозування розвитку населених пунктів і територій, планування, забудову та інше використання територій проектування, будівництва об’єктів містобудування, спорудженні інших об’єктів, реконструкцію історичних населених пунктів при збереженні традиційного характеру середовища, реставрацію та реабілітацію об’єктів культурної спадщини, створення інженерної та транспортної інфраструктури.

В сучасних умовах головними задачами містобудування є: підвищення ефективності управління містобудівним розвитком, відповідно до соціально-демографічних умов, економічних, екологічних, технологічних чинників; раціональне використання ресурсів містобудівного розвитку; утримання капітальних фондів; інформаційне забезпечення інвестиційного процесу; інженерно-технічне забезпечення розпланування та забудови міст різної величини народногосподарського профілю.

Вирішення інженерно-планувальних та інженерно-технічних проблем міста є фундаментом для подальшого удосконалення інфраструктури.

Головним напрямком розвитку міст є розроблення генеральних планів міст, в яких невід’ємною частиною присутня інженерна інфраструктура.

Інженерну інфраструктуру по своїй значимості для життя міст можливо порівняти з кровоносною системою живого організму, яка здебільшого є невидимою для населення. Від стану інженерної інфраструктури, що включає в себе інженерні споруди, тепло-, газо-, електро-, водопостачання і водовідведення транспортозабезпечення, багато в чому залежить подальше економічне зростання і розвиток міста.

Інженерна інфраструктура міста складається з інфраструктури водогосподарського комплексу, інфраструктури енергетичного комплексу, інфраструктури зв’язку.

Інфраструктура водогосподарського комплексу включає системи водопостачання та водовідведення міста. Інфраструктура енергетичного комплексу включає системи теплопостачання, електропостачання, паливопостачання міста. Інфраструктура зв’язку включає системи телефонного зв’язку, телевізійні мережі, мережі поштового зв’язку міста. Об’єкти інженерної

інфраструктури вимагають великих матеріальних затрат на їх нове будівництво, на реконструкцію діючих об'єктів, на забезпечення якісного функціонування об'єктів, що вже діють.

Для покращення надійності функціонування всіх об'єктів інженерної інфраструктури в генеральних планах розвитку міст до 2020 року повинні бути визначені основні напрямки розвитку цієї галузі господарського комплексу міста – як комплексної інженерної інфраструктури і інфраструктур водогосподарського, енергетичного комплексів і інфраструктури зв'язку, що входять до неї.

Сучасний стан природного середовища міст характеризується як помірно небезпечний з оцінки якості повітряного басейну, а динаміка забруднення води у ріках та водоймах – основних джерелах централізованого водопостачання, свідчать про тенденцію втрати річками здатності до самоочищення.

За прогнозом очікується подальше погіршення якості води, якщо не вжити водоохоронні заходи.

Заходи і пропозиції, які містяться у Генеральних планах міст повинні бути спрямовані на відтворення природно-ресурсного потенціалу міст, ліквідацію деградаційних зсувів у природному середовищі, на реабілітацію порушених підроблюваних територій і т.п.).

Серед першочергових та невідкладних заходів щодо сталої роботи житлово-комунальної сфери є забезпечення в повному обсязі фінансування державних цільових програм: Загальнодержавної програми реформування житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки; Програми „Питна вода України”; Програма розвитку міського електротранспорту на 2007-2015 роки; Програма поводження з твердими побутовими відходами; Державної цільової економічної програми модернізації комунальної теплоенергетики.

Водний басейн:

Враховуючи постійне забруднення поверхневими дощовими водами річок та водойм міст передбачається очищення поверхневого дощового стоку, що скидається з територій міської забудови у річки та водойми з будівництвом очисних споруд зливової каналізації.

Для зменшення дії захисту від фізичних чинників впливу, для зменшення діючих чинників необхідно передбачити проведення відповідних досліджень з розробкою проектної документації та карт електромагнітної ситуації міста. Проведення радіоекологічного контролю на територіях міста, проведення дезактиваційних заходів за результатами контрольних вимірювань.

Ліквідація зон екологічного ризику:

- ліквідація (або перепрофілювання) житлового фонду з відселенням населення, розташованого в межах виробничих зон і межах санітарно-захисних зон.

Транспорт і вулично-шляхова мережа:

Стратегічні напрямки розвитку транспортної системи міста пов'язані з переходом:

- від транзитних вантажних залізничних магістралей в межах міської забудови до пасажирських ліній міської залізниці;

- від автостанцій та вокзалів, до міжнародних вокзальних комплексів для залізничного, автобусного, повітряного, річкового транспорту;
- від суміщення транзитних і міських автотранспортних потоків на вулично-шляховій мережі міста до створення системи обхідних магістралей за напрямками міжміських та міжнародних транспортних коридорів;
- до комплексної реконструкції та будівництва магістралей і транспортних вузлів у різних рівнях;
- подовження або будівництво нових ліній метрополітену, міської залізниці, трамвайних ліній.

Передбачити заходи щодо вдосконалення мережі вулиць та доріг, спрямованої на збільшення пропускнуєї спроможності на основних напрямках транспортних потоків, підвищення швидкості та безпеки руху, зниження негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище.

Міський електричний транспорт:

Забезпечити реалізацію заходів Державної програми розвитку міського електротранспорту на 2007-2015 роки.

Підготувати Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних та місцевих програм розвитку міського електротранспорту на період до 2015 року.

Розробити та внести на розгляд Кабінету Міністрів України Порядок використання коштів, передбачених у Державному бюджеті України на придбання рухомого складу.

Забезпечити подальше удосконалення нормативно-правової бази з питань ціноутворення у сфері міського електротранспорту.

Розробити стандарти щодо загальних технічних вимог до нового рухомого складу міського електротранспорту та рухомого складу, що перебуває в експлуатації.

Забезпечити моніторинг:

- фінансово-економічного стану підприємств міського електротранспорту;
- тарифів на перевезення трамваями і тролейбусами;
- реалізація заходів Державної програми розвитку міського електротранспорту на 2015 рік;
- забезпечити здійснення контролю за дотриманням підприємствами міського електротранспорту Законів України „Про міський електричний транспорт” та „Про дорожній рух”, „Правил дорожнього руху”, „Правил експлуатації трамвая та тролейбуса”, інших нормативних документі, що регламентують роботу міського електротранспорту.

Водопостачання:

Вдосконалення системи міського водопроводу повинно базуватись на принципах оптимального використання природних, технічних, енергетичних і фінансових ресурсів, що необхідно враховувати при розробці або коригуванні схем водопостачання міст.

Головними напрямками розвитку галузі є:

- скорочення нераціональних витрат води;
- зниження втрат води при транспортуванні;

- раціональне використання води питної якості промисловими підприємствами і об'єктами енергетики;
- підвищення якості питної води за рахунок будівництва споруд попередньої очистки води;
- збільшення подачі артезіанської води у централізовану систему водопостачання міст з доведенням її обсягів до затверджених експлуатаційних запасів;
- ремонт і відновлення існуючих магістральних, вуличних, внутрішньо-квартальних і домових водопровідних мереж.

Водовідведення:

Головними напрямками водовідведення стічних вод міста є виконання заходів згідно розробленої схеми каналізування міста, а саме:

- підвищення надійності та економічності роботи системи каналізації;
- повне забезпечення населення системою централізованої каналізації;
- спорудження дублюючих самопливних і напірних колекторів, дублюючих насосних станцій міського значення з напірними колекторами;
- реконструкція існуючих очисних споруд з метою підчищення рівня очистки і скорочення існуючої санітарно-захисної зони;
- подальше будівництво колекторів великого заглиблення з ліквідацією малопотужних каналізаційних насосних станцій;
- каналізування всієї існуючої малоповерхової забудови.

Зливова каналізація:

В містах необхідно передбачати роздільну систему каналізації. На випусках головних колекторів зливної каналізації у відкриті водойми або річки, відведення забрудненої частини поверхневого стоку передбачається на очисних спорудах, за розробленою схемою зливної каналізації.

Електропостачання:

Електропостачання міста необхідно виконувати згідно схеми електропостачання міста.

Головне місце в корисному електроспоживанні міста належить комунальному господарству. Для покриття зростання електричного навантаження міста необхідно передбачити збільшення потужності джерел електропостачання за рахунок реконструкції існуючих мереж та введенням в дію нових.

Газопостачання:

Основним напрямком розвитку систем газопостачання міст є забезпечення виконання схеми газопостачання міста для надійного забезпечення газом джерел комунального та автономного теплопостачання, а також підвищення безпеки та надійності системи газопостачання шляхом будівництва нових і реконструкції існуючих мереж та споруд.

Мережа загальних колекторів:

Передбачити заходами по розвитку інженерних мереж використання загальних колекторів, що обумовлюють сумісне прокладання інженерних комунікацій в центральних частинах міст.

Зв'язок і сигналізація:

Інфраструктура зв'язку повинна включати міський телефонний зв'язок, кабельне телебачення та проводове мовлення на сучасному рівні.

Теплопостачання:

У великих містах необхідно діяти за розробленою схемою теплопостачання міст. Перевага віддається централізованій системи теплопостачання або помірно-централізованій системі з врахуванням можливості автономного теплопостачання житла.

Впровадження будь-якого матеріалу систем теплопостачання потрібно розглядати починаючи з вирішення наступних питань:

1. Розробки і оптимізації схем теплопостачання міст та інших населених пунктів України в контексті проектування, будівництва і модернізації джерел теплопостачання і теплових мереж.

2. Безпечної експлуатації систем теплопостачання.

3. Економічної доцільності впровадження окремого виду системи теплопостачання.

Використання альтернативних видів палива можливе при зниженні споживання природного газу за рахунок використання паливно-енергетичного потенціалу регіонів:

- модернізація котелень, яка передбачає використання інших видів палива, в т.ч. можливість утилізації побутових відходів; встановлення котлів, які працюють як на газоподібному так і на твердому паливі (універсальне котельне обладнання);

- організація і впорядковане накопичення, переробка, зберігання, збут альтернативного палива (на місцях). Створення ринку палива.

При впровадженні комбінованих джерел можливе вирішення проблеми забезпечення підприємства теплом і електроенергію когенераційних установок без додаткового будівництва потужних ліній електропередач і теплопроводів.

Особливо ефективні когенераційні установки з газовим двигун-генератором при використанні їх на підприємствах з встановленням на вже існуючих котельнях.

Благоустрій та озеленення:

Ефективне містобудівне освоєння і сучасне використання внутрішньо-міських територій призводить до збільшення щільності та поверховості забудови, значної зміни середовища постійного перебування людей.

Найбільше при будівництві потерпає рослинність із знищенням існуючої фактично на 100 відсотків та послідує частковим відновленням після завершення будівництва до 30 відсотків.

Негативні тенденції ущільнення внутрішньоквартальної забудови, розміщення спортивно-розважальних комплексів в паркових зонах призвели до зменшення загальної площі озеленення з 714201,9 га у 1990 році до 637207,6 га

у 2008 році, а насаджень загального користування з 129831,5 га до 100477,33 га або на 22,6 відсотків.

У цей же період різко зменшилося фінансування робіт по створенню нових паркових зон в усіх населених пунктах України, а також виділення коштів на утримання існуючих зелених насаджень, скверів і парків на території житлової забудови, рекреаційних чи захисних зон підприємств у розмірі від 5 до 30 відсотків до нормативних потреб. Належним доглядом в цілому по Україні охоплено лише 40% зелених насаджень.

Характерним є занепад розсадницьких господарств, більшість з яких перепрофільовано або передано під забудову, у зв'язку з чим порушилась єдина система загального вирощування садивного матеріалу для забезпечення регіональних потреб.

На сьогодні покриття потреб у рослинах для озеленення населених пунктів, котедж них містечок здійснюється частково за рахунок лісових порослевих насаджень, частково за рахунок придбання у Польщі, Німеччині, Угорщині, а частково за рахунок залишків в існуючих розсадниках.

Все це вже призвело до погіршення санітарного і екологічного стану несприятливості оточуючого середовища.

Постійне перебування людей в ізольованому від природного середовища залізобетонному просторі з негативним на них впливом потребує перебудови системи сприйняття підходів до планування територій з переходом від категорії озеленення міст до категорії ландшафтної організації населених пунктів.

Розв'язання проблем покращення благоустрою та озеленення населених пунктів необхідно вирішувати шляхом об'єднання зусиль органів державної влади, місцевого самоврядування, проектних, будівельних і експлуатаційних організацій, всього суспільства.

В першу чергу необхідно вирішити питання щодо:

1. Розроблення нових санітарних і будівельних норм і правил у сфері планування та забудови населених пунктів щодо збільшення озелених територій на одного мешканця.

2. Розробити національні і регіональні програми збереження та розвитку зелених зон, розвитку декоративного садівництва із створенням регіональних розсадників площею 150 і 300 га в усіх ґрунтово-клімативних зонах.

3. При розробці генеральних планів населених пунктів передбачати створення внутрішньоквартальних скверів площею не менше 1 га на кожні 2-3 тис. мешканців, парків площею не менше 8-10 га на кожні 12-12 тис. мешканців, парків відпочинку міського значення площею 10-30 га на кожні 150-200 тис. мешканців, лісопаркові захисні насадження на в'їздах та навколо міст.

4. Внести до нормативної документації з питань містобудування термін „зелені лінії”, в межах яких забороняється будь-яке будівництво, не пов'язане з утриманням паркових територій і зелених насаджень.

5. При розробці інженерної підготовки територій у складі генеральних планів населених пунктів обов'язково передбачити влаштування технічних водопроводів для поливу зелених насаджень, зволжених вулиць і майданів, а

також визначення місць розташування виробничих ділянок для складування і переробки рослинних відходів.

6. Внесення змін до існуючих Законів України „Про благоустрій населених пунктів” до Кодексу України про адміністративні законодавства у сфері благоустрою та озеленення, недотримання нормативних вимог з озеленення при розробці проектів чи їх реалізації.

7. Здійснення інвентаризації і паспортизації зелених насаджень загального користування у населених пунктах та послідує утворення і функціонування інспекцій з благоустрою та озеленення населених пунктів.

8. Використання для посадок, особливо вздовж вулиць, виключно районного садивного матеріалу відповідних стандартів та сертифікації.

При розрахунках енергозбереження необхідно також звернути увагу на економічну складову зелених насаджень.

Значно зменшуються витрати поливочної води при мульчуванні пристовбурних лунок дерев подрібненими рослинними рештками та витрати інших видів палива при використанні брикетів і пілетів з відходів деревини для опалювання приміщень.

Санітарна очистка міст:

Розглядаючи ситуацію, що склалася в Україні у сфері поводження з твердими побутовими відходами, відзначається наявність низки проблем та негативних тенденцій для великих, малих міст та населених пунктів.

В зв'язку з незабезпеченістю повного збирання з максимально можливою утилізацією, своєчасним знешкодженням та видаленням відходів, унаслідок чого прогресує їх накопичення.

Не впроваджуються екологічно безпечні методи та засоби поводження з відходами, через що підвищується небезпечність відходів, зростають техногенні та екологічні ризики.

Неналежними темпами вдосконалюється законодавство у сфері поводження з відходами, не забезпечується поетапна розбудова системи державного регулювання у цій сфері.

Регулювання органами виконавчої влади діяльності у сфері поводження з твердими побутовими відходами, впровадження системи заходів, пов'язаних з організаційно-економічним стимулюванням ресурсозбереження, здійснюється непослідовно, носить хаотичний характер, результати виконання прийнятих рішень свідчать про неефективність заходів, передбачених такими рішеннями.

Наведене свідчить про незадовільний стан реалізації органами виконавчої влади державної політики у сфері поводження з відходами, про відсутність належної координації роботи міністерств, інших центральних та місцевих органів виконавчої влади у цій сфері.

Відсутня система стимулювання суб'єктів господарської діяльності які впроваджують технології, спрямовані на зменшення обсягів утворення відходів. Зокрема розроблена „Схема розвитку санітарної очистки м. Києва до 2020 р.”

не виконується в повному обсязі. Схема розвитку у сфері поводження з твердими побутовими відходами в основному повинна базуватися на впровадженні роздільного збору відходів, будівництві сортувальних станцій та сміттєпереробних заводів.

Система поводження побутових відходів в малих населених пунктах, в якій повністю відсутні спеціалізовані місця знешкодження відходів, відсутня тара для збирання та механізми транспортування вказаних відходів.

Необхідно розробити загальнодержавну програму поводження з твердими побутовими відходами та внести відповідні зміни до вже прийнятих законодавчих документів.

На основі прийнятої державної програми поводження з твердими побутовими відходами, зобов'язати місцеві виконавчі органи розробити схеми розвитку санітарної очистки (поводження з твердими побутовими відходами) на перспективу з обов'язковим фінансуванням вказаних програм.

Для покращення системного підходу до розвитку інфраструктури міст на період до 2020 року необхідно переглянути застарілі нормативні документи та розробити нові державні будівельні норми, із затвердженням їх та введенням в дію, починаючи з 2010 року.

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПЕРЕХОДА НА ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ В УКРАИНЕ

КНУСА, Украина

Цель настоящей публикации – поделиться своими взглядами на пути и перспективы решения проблемы энергетического кризиса в Украине и перехода на эффективное потребление реальных энергоресурсов страны.

Прежде всего, хочу оговориться, что некоторые мои соображения несколько отличаются от публикуемых материалов.

Состояние с энергопотреблением в Украине широко известно: оно не менее, чем в 4,5 раза превышает удельное энергопотребление в высокоразвитых странах. Хотя известно, что с развитием общества, удельные энергозатраты увеличиваются.

Следовательно, энергосбережение не на словах, а на деле, должно быть краеугольным камнем развития страны. Проблема решения этой задачи базируется на следующих основных этапах:

1. Совершенствование теплотехнических, конструктивных и эксплуатационных характеристик объектов жилищно-коммунального, промышленного и аграрного сектора.

2. Выбор для систем энергоснабжения оптимальных энергоносителей, имеющихся в пределах Украины;

3. Обоснование энергоэффективных схем генерации энергии, её доставки и потребления;

4. Обоснование глобальных для страны перспективных направлений решения поставленной задачи для постепенного перевода страны на эти основы;

5. Определение путей модернизации существующих систем с целью повышения эффективности и стабильности их работы на период постепенного перехода на оптимальные системы энергоснабжения.

Состояние с традиционными и нетрадиционными источниками энергии в Украине:

1. Традиционное топливо.

1.1. Уголь. Имеются еще оставшиеся значительные запасы, однако, в основном, расположенные на значительной глубине 1500м и более в основном в пластах небольшой высоты. Соответственно уменьшается процент добычи коксующихся углей и увеличивается доля угля в диспергированной форме. Одновременно растет опасность добычи углей с таких глубин, благодаря отсутствию надежных данных о запасах и циркуляции на этих глубинах взрывоопасных газов. Для обеспечения безопасности работы шахт в передовых странах, перед началом эксплуатации шахт, даже находящихся в более безопасных условиях, на протяжении до 20 лет сначала проводят откачку и сжигание метана, и только после

этого начинают эксплуатацию шахты. Безусловно, все эти затраты лягут на себестоимость угля, который не может быть дешевым.

1.2. Природный газ - добыча в настоящее время составляет приблизительно 20-25% от потребности, не известны относительно точные запасы газа в Украине. Возможно, с развитием добычи газа в шельфе Черного моря положение несколько улучшится. В мире разведанные запасы уменьшаются, а новые залежи, в основном, находятся в труднодоступных местах. Таким образом, изменение цены на газ следует в перспективе ожидать в сторону увеличения. Соответственно, хотя и в меньших размерах, следует ожидать повышения цены и на отечественный газ.

1.3. Бурые угли, торф и сланцевый газ. Безусловно, запасы бурых углей, сланцевого газа и торфа следует использовать. Однако, эти энергоносители для Украины, с нашей точки зрения, имеют региональное, а не общегосударственное значение. Это положение вызвано тем, что низкая теплотворная способность и высокая зольность бурых углей и сланцевого газа делают экономически нецелесообразным транспортировку их на большие расстояния. В отношении торфа к этим соображениям добавляется опасность осушки болот и ухудшения водного баланса в реках Украины, т.е. добавляются дополнительные проблемы с обеспечением Украины пресной водой. К этому следует добавить значительную зольность и наличие вредных, как с энергетической, так и с экологической точки зрения, веществ в выбросных газах.

1.4. Уран. Украина имеет большие запасы урана, но, к сожалению, не владеет технологией производства ядерного топлива. Поэтому она занимается невыгодным обменом стратегического сырья на дорогое топливо из этого сырья. Необходимо освоить технологию получения ядерного топлива.

Таким образом, освоение технологии производства ядерного топлива и развитие на основе этой технологии атомной энергетики является, по нашему мнению, одним из основных путей увеличения количества выработанной энергетически наиболее эффективной электрической энергии.

2. Нетрадиционные источники энергии.

2.1. Геотермальная вода. Украина имеет запасы геотермальной воды. Однако эти воды расположены, преимущественно, на больших глубинах, а также они, в основном, сильно минерализованы и коррозионноактивны и, в большинстве случаев, имеют недостаточно высокую температуру (45-65°C) и давление. Следовательно, при широком использовании геотермальных вод Украины нужно нести большие затраты: на бурение скважин с соответствующим дебитом, на деминерализацию и снижение коррозионной активности термальной воды. Всё вышеизложенное, приводит к тому, что в широком масштабе использование термальных вод для теплоснабжения для Украины вряд ли целесообразно. Эти воды могут применяться для теплоснабжения узорегионального значения с использованием существующих низкодебитных геолого-разведочных скважин. Перспективным направлением может оказаться использование энергии вод с

глубины залегания до 200 м, пусть даже более низких температур порядка 25-30 °С с применением тепловых насосов без откачки подземных вод.

2.2. Ветроэнергетика. Ветроэнергетика уже в настоящее время нашла достаточно широкое применение в ряде стран: Японии, Дании, Германии и т.д., т.е. в странах с морским климатом и со среднегодовой скоростью ветра $>6\div 8$ м/с, которая превышает пороговую для экономической целесообразности ветроэнергетики, при современном ее уровне, скорости ветра $7,0\div 7,5$ м/с. В большинстве же регионов Украины среднегодовая скорость ветра составляет от 2 до 4,5 м/с и лишь в очень небольшом количестве регионов, включая Крымские горы и Карпаты, среднегодовая скорость ветра достигает 5-6 м/с. Причем наблюдается резкое отличие средней скорости ветра между летом и зимой. В таких условиях обеспечение работы ветродвигателей на централизованную систему электроснабжения с четким поддерживанием постоянных параметров электрического тока (напряжение, частота и т.д.) является достаточно сложной и дорогостоящей задачей, что приводит к увеличению стоимости электроэнергии. Кроме того, ветроэнергетика, как показывает опыт ее эксплуатации, далеко не безопасна. Что же касается децентрализованного электроснабжения, вплоть до индивидуального, с ветродвигателями малой мощности и менее жесткими требованиями постоянства параметров тока, то такие системы вполне могут использоваться для целей, не требующих жесткого поддержания постоянства параметров тока (нагрев объектов, не требующих стабильности мощности и т.д.).

2.3. Гелиоэнергетика. Проблема развития гелиоэнергетики связаны с практическим неумением человечества аккумулировать тепловую энергию. Поэтому важнейшими проблемами, которые нужно решить, являются вопросы разработки основ долговременного аккумулирования низкопотенциальной тепловой энергии и создания сезонных аккумуляторов. Пока же в мировой практике наибольшее распространение получили децентрализованные маломощные системы с суточными баками-аккумуляторами. В отношении мощных гелиоэнергетических систем, то намечается уклон в сторону гелиотермоэлектрических станций, не взирая на чрезвычайно низкий КПД (до 12%). Представляется, что Украина в области гелиоэнергетики будет идти по двум путям: аналогичным зарубежному опыту и широким исследованиям и внедрению новых методов аккумуляции тепловой энергии.

2.4. Гидроэнергетика. К сожалению, основное количество рек в Украине (по крайней мере, больших) является равнинными, т.е., за исключением паводкового периода, их кинетическая энергия относительно невелика (среднегодовая мощность не превышает 10 % от расчетной). Наличие же морей, плотин и суточных колебаний уровней рек за плотинами приводит к ухудшению экологических условий и увеличению расходов на поддержание в нормальном состоянии плотин и станций в целом. Представляется целесообразным дальнейшее развитие гидроэнергетики осуществляется

путем использования теплового потенциала рек и озер с помощью тепловых насосов.

2.5.Биогаз. Биогаз является важным потенциальным источником энергоресурсов. Однако, широкое развитие этого направления возможно осуществлять после (или одновременно) с развитием коммунального хозяйства городов со строительством современных очистных сооружений, а также с переводом АПК на современные рельсы.

2.6.Бытовые и промышленные отходы. Сжигание бытовых и промышленных отходов является важным источником тепловой энергии, одновременно выполняя важнейшую функцию улучшения экономической обстановки в стране и освобождения значительных земельных площадей.

Исходя из вышеизложенного, считаю, что основным перспективным направлением развития энергоснабжения в стране должен быть постепенный переход на электрическую энергию, получаемую от атомных и тепловых (на угле) электростанций.

Безусловно, для решения этой проблемы в масштабах Украины необходимо введение в строй новых энергоблоков атомных электростанций (путь по которому идут многие страны мира: Франция, США, Россия, Китай) и сбалансированное увеличение мощности угольных электростанций (введение новых или расширение существующих). В этой схеме ТЭС должны выполнять роль амортизаторов сезонного несоответствия выработки и потребления электроэнергии, учитывая, что нормальная работа атомных электростанций осуществляется при постоянной величине выработки электроэнергии. Суточные несоответствия решаются с использованием гидроэлектростанций и применением электроаккумуляционных систем отопления с накоплением теплоты в ночное время и систем горячего водоснабжения с суточными баками-аккумуляторами для аккумуляции в ночное время суточной нормы горячей воды. Широкое развитие систем потребления электроэнергии должно обеспечиваться коренным изменением систем и сетей электроснабжения (как это делается, например, в США). Кроме того, представляется необходимым осуществить постепенный переход АЭС та ТЭС на теплофикационный цикл с использованием выбросной теплоты в тепличных комбинатах-спутниках. Аналогичный путь по-видимому целесообразен применительно к компрессорным станциям Все вышеизложенное свидетельствует о том, что введение новой стратегии электропотребления потребует некоторого времени. На переходный период, когда еще, в основном, будет превалировать теплоснабжение объектов при помощи водяных и паровых систем, необходимо в соответствующих районах и предприятиях проводить модернизацию путем: повышения теплоизоляционных свойств ограждений; снижения энергозатратности технологических процессов; разукрупнения систем централизованного теплоснабжения на основе оптимизационного районирования; частичным переводом их на сбросные отходы, а также на местное низкокалорийное топливо; переход на независимое подключение систем отопления к тепловым

сетям; постепенный полный переход на автономные холодильно-теплоснабжающие системы горячего водоснабжения.

В новых районах представляется целесообразным предусматривать децентрализованное или автономное отопление и горячее водоснабжение, а там, где это возможно, предусматривать на введение в объекты жилищно-коммунального сектора единого энергоносителя - электроэнергии для нужд аккумуляторных систем отопления и горячего водоснабжения, вентиляции, приготовления пищи и т.п.

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ УПЛОТНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ (НА ПРИМЕРАХ Г. КИЕВА)

Академия строительства Украины.

«...архитектура тоже летопись мира: она говорит тогда, когда уже молчат и песни и предания, и когда уже никто не говорит о погибшем народе. Пусть же она хоть отрывками является среди наших городов в таком виде, в каком она была при отжившем народе, чтобы при взгляде на нее осенила нас мысль о минувшей его жизни и погрузила бы нас в его быт, в его привычки и степень понимания, и вызывала у нас благодарность за его существование, бывшее степенью нашего собственного возвышения.»

Н.В. Гоголь

Уплотненная застройка существенно влияет на архитектурный облик города. Строительство современных объектов в таких условиях сопряжено со сложными инженерными вопросами, которые затрагивают существующую инженерную структуру, рядом находящиеся здания и сооружения, а также проявляется по истечению времени.

Сама идея уплотненной застройки достаточно проблематична. Однако, несмотря на протесты киевлян, реализуется, искажая оригинальный облик столицы и неся массу проблем: в энергосбережении, существующей инфраструктуре, комфортности проживания людей и т.д.

Такого вида застройка столицы приобрела массовое явление в последнем десятилетии.

Очень удачно и концентрированно высказался по сути ситуации созданной новыми экономическими условиями для архитектуры, строительства известный американский архитектор Ф. Райт:

«Частная собственность делает невозможным правильную планировку городов... Мы не можем иметь большую архитектуру, пока она создается только для собственника. Если прибыль берется движущим мотивом цивилизации, последняя не будет иметь облагораживающей основы.»

Как мы можем великие свободные здания, апеллирующие к свободе для свободного народа – если сама жизнь не свободна?.. Извращенный мир, где капитал выше труда, где индивидуальные качества личности калечатся под гнетом власти денег...»

Опыт европейских стран, на который сегодня так любят все ссылаться (но очень слабо перенимается) говорит нам, что вопросам застройки столицы уделяется самое пристальное внимание самых высоких государственных органов.

В Польше застройка Варшавы находится под пристальным вниманием Сейма, в Барселоне в течение двух лет не был забит ни один кол на стройплощадке, пока не был утвержден генплан. Строителям даже платили неустойку. В Париже, еще при де Голле, после первой высотки прошла протестная манифестация и для высотного строительства было найдено отдельное пятно застройки. Исторический Париж не был подвергнут тому, что произошло и происходит с Киевом.

В Киеве сегодня целые десятки скандальных строек. О них вы знаете: это строительство в районе Софии, возле театра Леси Украинки, строительство на территории Александровской больницы, инженерные проблемы с новым мостом, строительство на Мечникова 9А – 11, застройка набережной Днепра, Андреевского спуска и другие места.

В чем сущностей технических сложностей возникающих при строительстве при стесненных условиях:

- нарушение существующих норм (ДБН В.1.2 -12.2008), регламентирующих действия до начала строительства;
- недостаточные геологические исследования территории;
- не обследование окружающих зданий и сооружений;
- не знание проектировщиками, учеными, представителями надзорных служб, что чувствительность фундамента существующего сооружения к влиянию близкой новостройки особенно велика и заслуживает особого внимания. Эта высокая чувствительность является результатом несовместности деформаций фундамента и грунта под фундаментом, вызванных деформациями основания при устройстве котлована и при возведении новостройки. Совместность этих деформаций возможна только при образовании трещин и разрушении конструкций существующего сооружения.

И главное – жесткая позиция застройщика: любым путем получить разрешение на строительство – построить и – прибыль. Это последнее подминать под себя все: законы, нормы, архитектурный облик, условия живущих рядом и т.д.;

- невмешательство властей всех уровней в творящееся безобразие, контролирующих органов.

Все эти безобразия, как в фокусе нашли свое отражение при строительстве офисно-жилищного центра по ул. Мечникова 9А-11. К этому еще надо добавить беспринципность, некомпетентность отдельных институтов при решении инженерных задач и профессиональную непорядочность отдельных ученых, проектировщиков.

Строительство расположено у подножия правого склона Кловского оврага, над строительной площадкой три террасы, на которых расположены жилые дома и другие объекты (Рис.1).

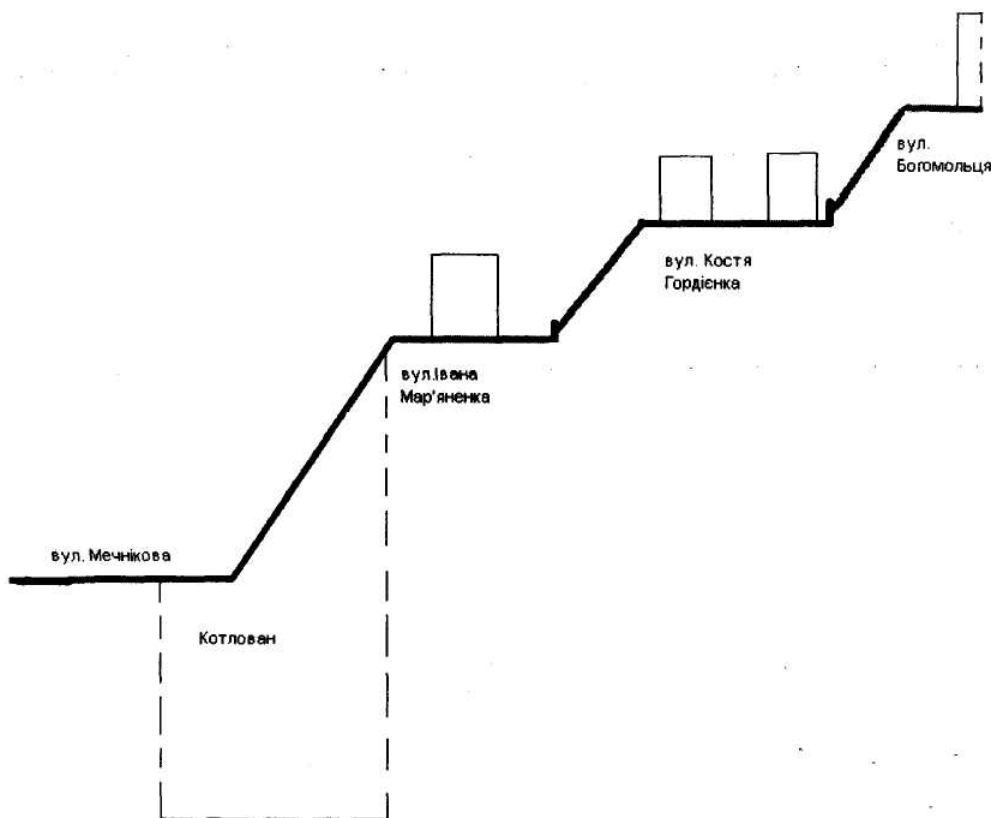


Рис. 1. Схематический разрез участка склона Кловского оврага.

Изначально было допущено ряд грубых инженерных просчетов:

- в качестве ограждения котлована были приняты сваи, вместо сплошного ограждения;
- для удержания свай была применена немецкая технология устройства анкеров гидравлическим методом, совершенно не подходящая для такого рода грунтов;
- геологические исследования были проведены только под пятно застройки, и их было явно недостаточно;
- не был обследован склон оврага.

В конечном итоге произошла авария первой категории – в котлован вывалилось через промежутки между сваями сотни кубов грунта.

Ряд домов, а особенно №7 по пер. Ивана Марьяненко затрещали. Для решения проблем изначально была привлечена Академия строительства Украины. Выводы ее комиссии были правильными, однако не приняты во внимание.

Затем был привлечен НИИ строительных конструкций.

За солидной вывеской государственной структуры оказались слабокомпетентные и профессионально не порядочные специалисты Матвеев и Слюсаренко. Институт с задачей не справился:

- его проект был забракован и не прошел экспертизу;
- истинную оценку ситуации Матвеев и Слюсаренко не смогли дать, более того, выдали ложную оценку типа «проблем нет»;

- жильцы дома №7 объявили институту недоверие, и он был устранен от процесса;

- только спустя три с половиной года, когда было принято еще ряд мер по обследованию дома №7, изучению ситуации, прежде всего академиками АСУ, была доказана аварийность ситуации и дом начали укреплять.

На фоне такой необъективной оценки состояния дел формально вели себя чиновники из Минрегионстроя: инспекция не расследовала аварию, зам. Министра написал везде, что проблем нет.

Сегодня это уже стоит городу пять миллионов бюджетных средств, и еще не конец. Устойчивость склона близка к критической, а мер по защите и склона, и рядом стоящих домов, не принимают. Вот цена деятельности НИИСКА, а конкретно Матвеева и Слюсаренко.

Не лучшим образом ведет себя и застройщик. Он преступно экономит на геологических исследованиях, обследовании существующих сооружений, не разрабатывает и не производит работ, связанных с сохранением старой застройки.

Выполняя дополнительные исследования, обследования за свой счет, застройщик держит результаты в секрете, и этим тоже наносит вред.

К сожалению, случаев аналогичных приведенному по Киеву множество. В конечном счете – все это потери всех видов ресурсов и угроза человеческим жизням, собственности людей.

Что делать? А делать то, что делает Академия строительства Украины и персонально ее президент Злобин Г.К., в отличие от других. Надо об этом не молчать. Когда-то ученые за истину сторали на кострах.

А сегодня у Слюсаренко и Матвеева даже волосок с головы не упал за допущенную профессиональную не порядочность, и чувствуют себя вполне комфортно. И на их совести не один объект в г. Киеве.

Если дирекция НИИСКА не дает им должностной оценки, давайте скажем мы на своих независимых общественных конференциях и будем доносить до власти эти случаи в своих решениях.

Надо информировать инспекцию Архстройконтроля. Иначе мы превратим среду своего обитания в ужас, а для этого есть предпосылки. Чиновников тоже надо ставить на место силой общественности.

Аналогичным образом надо давать оценку и деятельности застройщиков. Киевляне доказали, что успеха можно добиться, если работать, тем более имея солидную научную основу. Надо эти вопросы отразить в Решении конференции и направить его государственным органам управления страны, а так же для публикации в средствах массовой информации.

ГЕОМЕТРИЧНА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА МОДЕЛЬ «ATMOSPHERIC RADIATION» ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Постановка проблеми. При визначенні форми, об'ємно-планувального вирішення енергоефективних будівель, оптимізації розподілу утеплювача по поверхні теплоізоляційної оболонки проектувальникам необхідно мати значення потоків сонячної (прямої та розсіяної) і теплової радіації, котрі надходять на довільно орієнтовану площину за фіксовані проміжки часу (опалювальний період, період перегріву, півроку, рік) з урахуванням мінливості метеорологічних факторів. Ці данні повинні бути закладені у норми з будівельної кліматології чи, при наймі, у нормах повинні бути первісні кліматичні параметри, достатні для подальшого розрахунку потоків за допомогою комп'ютерних програм. Необхідність створення таких норм и відповідного програмного забезпечення вже стала очевидною, що і було реалізовано в процесі роботи над ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011 «Будівельна кліматологія», який набуває чинності з 1.11.2011 р.

Аналіз основних досліджень. Кількість моделей для розрахунків атмосферної радіації досить велика, до того ж кількість і якість вхідних даних для них стрімко зростає. Теорія фундаментальних процесів перенесення радіації в атмосфері Землі добре вивчена, є багато літератури на цю тему, розроблено величезне число методів розрахунку. Збільшується складність програмного забезпечення, його структура й зв'язки з програмним забезпеченням суміжних наукових дисциплін. На даний час створені пакети програм для розрахунку радіаційних характеристик, такі як DISORT [1], FASCODE [2], ECHAM-HOPE [3], IOC «Атмосферна радіація» [4] і ін. Відома бібліотека програм LIBRADTRAN [5], що на основі окремих програм дозволяє створювати нові комп'ютерні пакети для розрахунків радіації. Однак всі вони потребують досить велику кількість сервісних програм, велику апріорну метеорологічну інформацію. Усе це приводить до того, що розрахунки з використанням названих програм здатні здійснити лише висококваліфіковані фахівці-метеорологи. Програми не пристосовані до потреб проектувальників будівельної галузі.

Постановка завдання. Метою дослідження було створення геометричної комп'ютеризованої моделі «Atmospheric Radiation», спрямованої на розв'язання задач оптимізації форми будинків та інших задач, пов'язаних з аналізом надходження радіації на поверхні складної форми у будівництві.

Основна частина. Модель реалізована у вигляді ППП «Atmospheric radiation» у середовищі «Matlab». Структура ППП наведена на рис. 1.



Рис. 1. Структура ППП "Atmospheric radiation"

Основою пакету є три вкладені пакети програм, що розраховують енергетичну освітленість довільної площини прямою сонячною радіацією, енергетичну яскравість дифузної (розсіяної та відбитої від підстильної поверхні) сонячної радіації та енергетичну яскравість довгохвильової (від атмосфери та землі) радіації.

Енергетична освітленість *прямою сонячною радіацією* довільної площини при умовах ясного неба визначається за відомою формулою [6]

$$I_{\text{пр}0} = Ip^m,$$

де I – енергетична освітленість прямою сонячною радіацією цієї площини без врахування поглинення і розсіяння атмосферою; p – прозорість атмосфери; m – оптична маса атмосфери для поточного променя Сонця.

I визначається за відомими формулами як функція від географічної широти φ , номера місяця N , дня місяця n , часу доби, куту нахилу α і азимуту β вектора нормалі \mathbf{N} площини, що інсолується.

При визначенні m враховується кривина атмосфери та рефракція світлових променів. Прозорість атмосфери визначається за формулою

$$p = (0,906m_1^{0,018})^{T_m} \cdot (m/m_1)^{a_m},$$

де m_1 – оптична маса атмосфери при якій визначено значення фактору мутності T_m (зазвичай 1,5 чи 2), a_m – деяка постійна для конкретного значення p величина. Ця формула є розвитком методу П.М. Тверського приведення коефіцієнту прозорості атмосфери до заданого значення оптичної маси [6].

При хмарному небі інтенсивність опромінення площини сонячними променями $I_{\text{пр}}$ розраховується за формулою

$$I_{\text{пр}} = I_{\text{пр}0} (1 - n_{ho}),$$

де n_{ho} – кількість хмар у напрямі на Сонце у долях одиниці з врахуванням проекційного збільшення кількості хмар при зменшенні висоти Сонця за рахунок їх висоти.

ППП “Direct solar radiation” має 5 рівнів і складається з 13 програм, що визначають окремі геометричні та фізичні характеристики прямого сонячного опромінення.

Енергетична яскравість *розсіяної сонячної радіації* розраховується, виходячи з припущення пропорційності енергетичного та світлового потоку розсіяної радіації, що має підставу, оскільки основна частина розсіяної радіації припадає на видиму область спектру. Це дає змогу використовувати для розрахунку енергетичної яскравості неба формули, що описують його світлову яскравість. Міжнародною комісією з освітлення стандартизовані наступні формули для розрахунку яскравості неба: для безхмарного неба – формула Р.Кіттлера, для хмарного неба – формула П. Муна і Д. Спенсер. Щоб скористатися цими формулами треба знати енергетичну яскравість розсіяної радіації L_z у зеніті.

При ясному небі значення L_z знаходиться на підставі того, що співвідношення k_1 між потоком розсіяної радіації, яка надходить на горизонтальну поверхню i_r і інтенсивністю прямої сонячної радіації I_{\perp} , залежить тільки від прозорості атмосфери. Виведені залежності, що виражають

k_1 як функцію від T_M , m_1 і m . При суцільно хмарному небі прийняти припущення, що хмари розташовані у вигляді одного шару і вся радіація, що пройшла крізь хмари розповсюджується як розсіяна радіація. Тоді при ясному небі: при суцільній хмарності:

$$L_z = \frac{I_{\perp} \cdot k_1(T_M, m_1, m)}{2\pi \int_0^{\pi/2} S(z, \gamma) dz},$$

$$L_z = \frac{(\tilde{I} + \tilde{i})P}{2\pi \int_0^{\pi/2} S(\alpha) \sin \alpha \cos \alpha d\alpha},$$

де $S(z, \gamma)$ – функція розподілу відносної яскравості ясного неба у формулі Р. Кіттлера; z і γ – кутові відстані поточної точки Сонця від zenіту; \tilde{I} і \tilde{i} – потоки прямої і розсіяної радіації на верхній поверхні хмар, що розраховуються для умов безхмарного неба; P – функція пропускання сонячної радіації хмарами; $S(\alpha)$ – функція розподілу відносної яскравості хмарного неба у формулі П. Муна і Д. Спенсер. На основі аналізу експериментальних даних, що є у літературі, отримані залежності зміни фактора мутності T_M від висоти над рівнем моря, і функції пропускання сонячної радіації хмарами P від кутової висоти Сонця.

Енергетична яскравість неба від розсіяної радіації при довільній хмарності неба знаходиться за формулою

$$L = L_0(1 - n_{\alpha}) + L_{10}n_{\alpha}, \quad (1)$$

де L_0 і L_{10} – енергетичні яскравості ясного та повністю хмарного неба у поточному напрямі; n_{α} – кількість хмар на небі у поточному напрямі ($0 \leq n \leq 1$).

При розрахунку яскравості сонячної радіації, що відбивається від поверхні землі прийнято припущення її ізотропності.

ППП “Diffused solar radiation” має 6 рівнів і складається з 21 програми. Результатом роботи пакета є двовимірний масив енергетичної яскравості дифузної (розсіяної та відбитої) радіації. На рис. 2 показані поверхні яскравості,

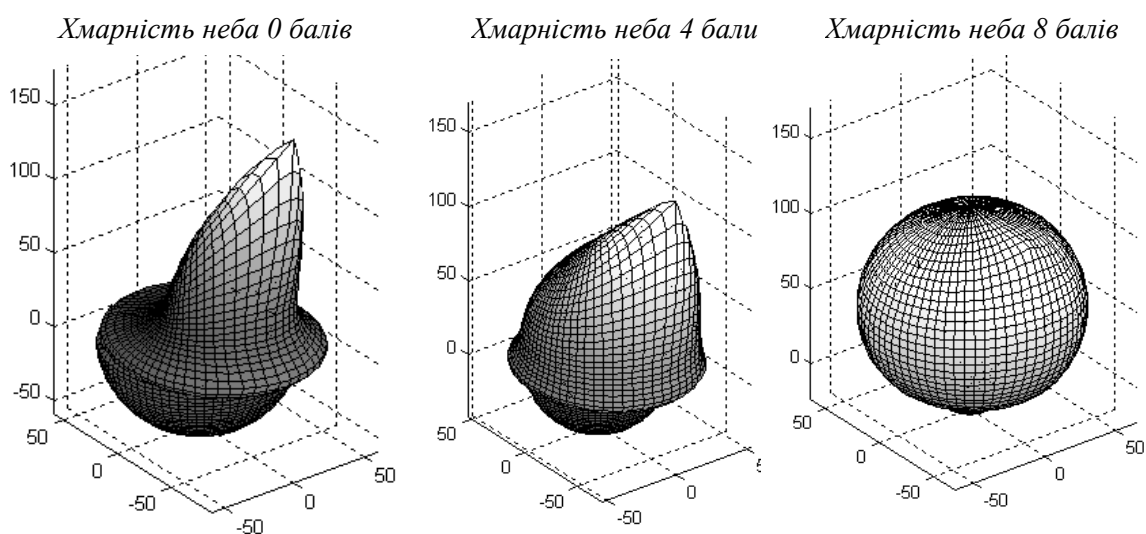


Рис. 2. Поверхні енергетичної яскравості розсіяної побудовані у сферичній системі координат.

Розрахунок енергетичної яскравості *довгохвильової радіації* базується на відомих інтегральних рівняннях переносу теплової радіації у атмосфері [7]. Однак ці рівняння не враховують кривину атмосфері, що викликає значну похибку при визначенні енергетичної яскравості атмосфері біля горизонту. Тому запропоноване їх уточнення. Для чисельного розв'язання рівнянь сформульовані та обґрунтовані відповідні припущення та отримані рівняння переносу теплової радіації в атмосфері при ясному небі:

$$\left\{ \begin{array}{l} G(h, \alpha) = \sum_{\lambda=1}^{37} \int_h^{25000} \sum_{i=1}^3 k_{\lambda i}(\xi) \cdot \rho_i(\xi) \cdot k_{\alpha}(\xi) \cdot E_{\lambda}(\xi) \cdot e^{-\int_{h_i=1}^{\xi} \sum_{i=1}^3 k_{\lambda i}(\zeta) \cdot \rho_i(\zeta) d\zeta} d\xi; \\ U(0, \alpha) = \sum_{\lambda} \left(\delta \cdot E_{\lambda}(0) + 2 \cdot (1 - \delta) \int_0^{\pi/2} G_{\lambda}(0, \alpha) \cos \alpha \sin \alpha d\alpha \right); \\ U(h, \alpha) = \sum_{\lambda} \left(U_{\lambda}(0, \alpha) e^{-\int_0^h \sum_{i=1}^3 k_{\lambda i}(\zeta) \rho_i(\zeta) d\zeta} + \int_0^h \sum_{i=1}^3 k_{\lambda i}(\xi) \rho_i(\xi) k_{\alpha}(\xi) E_{\lambda}(\xi) e^{-\int_{\xi=1}^h \sum_{i=1}^3 k_{\lambda i}(\zeta) \rho_i(\zeta) d\zeta} d\xi \right), \end{array} \right.$$

де h – висота розрахункової точки над рівнем землі; α – кут нахилу променя до площини горизонту; G і U – енергетична яскравість інтегрального випромінювання з верхньої та нижньої півсфери простору відповідно; G_{λ} і U_{λ} – теж саме, монохромного випромінювання на смузі λ ; $k_{\lambda i}$ – масовий коефіцієнт поглинання i -го газу (водяна пара, вуглекислий газ, озон); k_{α} – коефіцієнт, що враховує збільшення маси атмосфері по напрямку α по відношенню до напрямку на zenit; ρ_i – густина i -го газу; E_{λ} – енергетична яскравість випромінювання абсолютно чорного тіла на смузі λ при температурі атмосфері на висоті h ; δ – відносний коефіцієнт поглинання поверхні землі.

Аналогічні рівняння отримані для суцільної хмарності. При несуцільній хмарності значення енергетичної яскравості визначається за формулою (1).

ППП “Thermal radiation” має 8 рівнів і складається з 16 програм. Результатом роботи пакета є значення енергетичної яскравості *довгохвильової радіації* (рис. 3).

Особливістю розрахунків добових доз надходження загальної радіації на довільні площини у розробленій моделі є врахування розсіяної радіації під час присмерків. Для цього проведений геометричний аналіз складу діб на різних географічних широтах і отримані формули для визначення часу початку та кінця ранкових та вечірніх присмерків.

Результатом роботи ППП “Atmospheric radiation” є двовимірні масиви розмірністю середньої за розрахунковий період енергетичної освітленості

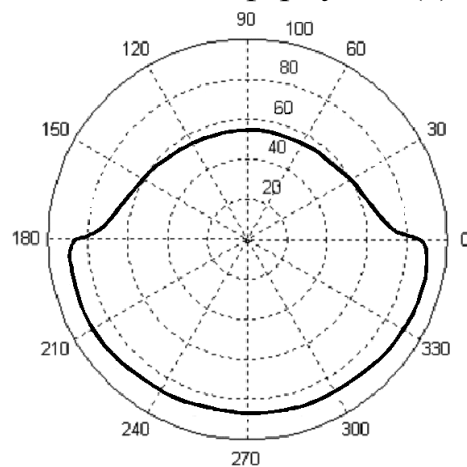


Рис. 3. Діаграма розподілу довгохвильової радіації

площин, орієнтація яких задана значеннями азимутів та кутових висот нормалей, від прямої сонячної, дифузної сонячної, теплової і загальної радіації. Виводяться графічні зображення цих масивів у вигляді поверхонь, побудованих у сферичних координатах (рис. 4). Після введення вхідної кліматичної інформації робота ППП триває в автоматичному режимі. Передбачена можливість введення деяких кліматичних параметрів за умовчанням, на основі розрахунку загальних закономірностей їх зміни за географічною широтою та у часі та просторі. В подальшому всі необхідні кліматичні параметри можна буде отримати з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Співставлення результатів розрахунку характеристик радіації за ППП “Atmospheric radiation” з експериментальними даними та розрахунками за іншими існуючими моделями показав їх коректність. Застосування цієї моделі при роботі над ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011 «Будівельна кліматологія» дозволило скласти таблиці значень енергетичної освітленості вертикальних (за 8 румбам) та горизонтальної площин атмосферною радіацією при ясному небі та за середніх умов хмарності.

В подальшому планується удосконалити модель “Atmospheric radiation” для розрахунку спектральних характеристик радіації.

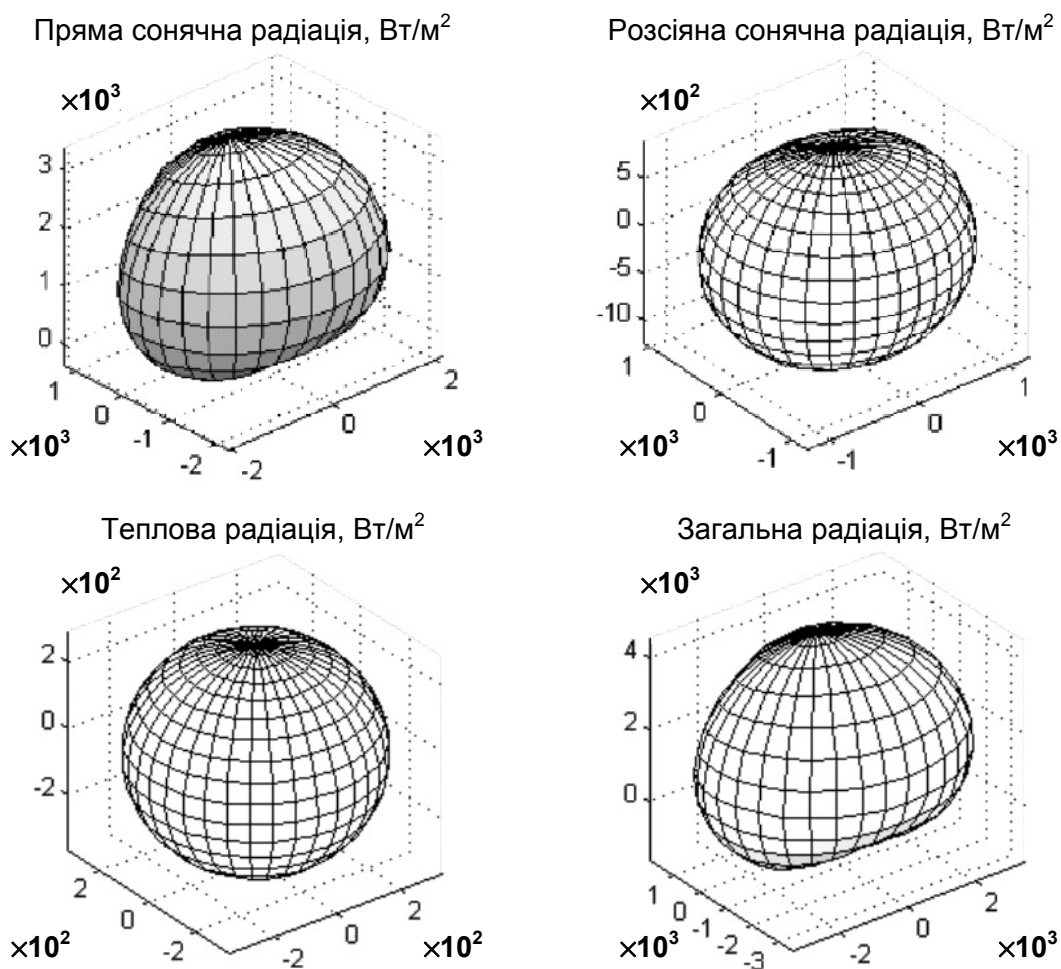


Рис. 4. Поверхні усередненої в часі енергетичної освітленості

ЛИТЕРАТУРА

1. DISORD program [Электронный ресурс] – Режим доступа : ftp://climate.gsfc.nasa.gov/pub/wis-combe/Multiple_Scatt.
2. FASCODE [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rtweb.aer.com>.
3. Подготовка данных и реализация глобальной климатической модели ECHAM-HOPE на многопроцессорном кластере ВЦ РАН / [Михайлов Г. М., Пархоменко В. П., Тучкова Н. П. и др.] // Сообщения по прикладной математике. – М : ВЦ РАН, 2005. – 40 с.
4. Развитие доступной по сети Интернет информативно-вычислительной системы “Атмосферная радиация” / [Привезенцев А. И., Фирсов К. М., Сакерин С. М. и др.] // Измерения моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды. – М. : ВИНТИ, 2006. – С. 50–54.
5. Mayer B. The LibRadtran software package for radiative transfer calculations – description and examples of use / Mayer B, Kylling A. // Atmos. Chem. Phys. – 2005. – Vol 5. – P. 1855–1877.
6. Кондратьев К. Я. Лучистая энергия Солнца / К. Я. Кондратьев ; под ред. П. Н. Тверского. – Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1954. – 600 с.
7. Кондратьев К. Я. Лучистый теплообмен в атмосфере / К. Я. Кондратьев ; под ред. П. Н. Тверского. – Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1956. – 421 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРИЗОВАННАЯ МОДЕЛЬ «ATMOSPHERIC RADIATION» ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Разработана новая компьютерная модель поступления атмосферной радиации, ориентированная на решение оптимизационных задач в строительстве, в частности по оптимизации формы энергоэффективных зданий. Она рассчитывает двумерные массивы энергетической освещенности плоскостей, ориентация которых задана азимутами и угловыми высотами, от прямой, рассеянной и отраженной от земной поверхности солнечной радиации, а также тепловой длинноволновой радиации.

GEOMETRICAL COMPUTERIZED MODEL «ATMOSPHERIC RADIATION» FOR ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTIONS

We derive a computer model of intake of atmospheric radiation, which is designed to solve optimization problems in building; in particular, the problems of optimizing the form of energy effective houses. This model takes into consideration the direct, diffuse, ground-reflected solar radiation and the thermal Earth radiation, It calculates two-dimensional arrays of power luminosity of a plane whose location is given by its azimuth and angular height.

ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПОКВАРТИРНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України»

Постановка проблеми. Зараз в Україні опалення в багатоповерхових житлових будинках на 80 % здійснюється від централізованих джерел. Останнім часом широкої популярності набуває автономне опалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В.А. Мухаметкулов і А.Л. Наумов [1], стверджують, що автономне газове опалення і гаряче водопостачання поряд с суттєвими перевагами, має і ряд недоліків.

Асоціація інженерів АВОК Росії з 2005 року документом [2] рекомендує для автономного опалення багатоповерхових будинків газові котли лише з закритою камерою згоряння і лише з виведенням продуктів згоряння газу через колективні димоходи вище даху будинку. Мінрегіонбуд України ДБН В.2.5-20-2001 [3] дозволив, не зважаючи на негативну позицію МОЗ, до 10 поверхів включно виведення продуктів згоряння різного газового обладнання через зовнішню стіну житлових будинків. В той же час Мінжитлокомунгосп України має зовсім іншу точку щодо впровадження автономного газового опалення в багатоповерхових будинках в умовах України [4].

Мета та завдання роботи - дати гігієнічну оцінку технічного рішення по відведенню продуктів згоряння газу через зовнішнє огороження при застосуванні автономного поквартирного газового опалення в багатоповерхових житлових будинках.

Методи і результати дослідження та їх обговорення. Розробники, особливо закордонних фірм, добилися якісного спалювання газу, що призвело до зменшення в продуктах згоряння оксиду вуглецю, оксидів азоту та вуглеводнів. Реєструються величини, які набагато менші, регламентованих нашими державними стандартами для цього обладнання Але треба зазначити, що продукти згоряння містять значні концентрації двоокису вуглецю, який в Україні регламентований в повітрі житлових [5] і виробничих [6] приміщень. На прикладі газового котла DEMRAD нами був проведений експеримент по визначенню концентрацій продуктів згоряння безпосередньо на виході з коаксіальної труби. Результати показали, що зі збільшенням температури вихідних газів концентрація CO зменшується, але рівні NO_x та CO₂ значно збільшуються.

Ми також поставили собі завдання дослідити деякі умови розсіювання на фасаді будинку, використовуючи коефіцієнт розрідження, запропонований в роботі фірми Vaillant [7]. Для розрахунку ми частково використовували дані, отримані нами раніше [8] по визначенню CO поблизу викиду газового котла DEMRAD.

Результати замірів фонові концентрації на фасаді будинку і концентрації CO, NO та CO₂ в нерозбавлених продуктах згоряння котла DEMRAD представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Місце заміру	CO	NO	CO ₂
Концентрація в трубі, мг/м.куб	9,41	23,59	48934
Фонова концентрація, мг/м.куб	1,07	0,06	730

Результати розрахунків коефіцієнту розрідження (F) та концентрації CO, NO та CO₂ в різних точках спостереження в зоні викиду газового котла DEMRAD представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

№	Положення точки забору проби на фасаді будівлі відносно осі труби викиду	Коефіцієнт розбавлення (F)	Розрахункова концентрація, мг/м.куб		
			CO	NO	CO ₂ ,
1	0,5 м з права, 0,5 м вверх	70	1,20	0,40	1429
2	1,0 м з права, 1,0 м вверх	109	1,15	0,25	1179
3	1,0 м зліва, 0,5 м вверх	79	1,19	0,36	1349
4	1,0 м над трубою	60	1,23	0,45	1546
5	0,5 зліва, 0,5 м вверх	109	1,15	0,25	1179
6	1,0 м з права, 0,5 м вверх	26	1,43	0,97	2612
7	0,5 м над трубою	131	1,14	0,24	1104

З представлених результатів видно (табл.2), що індикатором гігієнічної якості повітря на фасаді будинку повинні бути концентрації не лише оксиду азоту, а і CO₂, оскільки остання речовина в зоні забору повітря для вентиляції (вікно) житлового будинку перевищує концентрації, регламентовані, як в Україні [5], так і за кордоном [10].

Повітря з прифасадного простору використовується для вентиляції приміщення. Враховуючи дослідження вчених [11], найкращим рівнем концентрації CO₂ в приміщенні являється рівень, максимально приближений до атмосферного повітря. Згідно з нормами, запропонованими в EN 13779 [10] для великих міст, рівень CO₂ в атмосферному повітрі не повинен перевищувати величину 400 ppm, для сільської місцевості 350 ppm.

Нами було проведено експеримент по визначенню концентрації CO₂ в повітрі кухні площею 10 м² (на 3-ому поверсі десятиповерхового житлового будинку) при включених трьох пальниках газової плити та закритих кватирці і дверях. Результати вимірювання рівня CO₂ на кухні представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Фонова концентрація CO ₂ на кухні, ppm	Фонова концентрація CO ₂ атм. повітря, ppm	Концентрація CO ₂ в приміщенні через 3 хвилини після роботи газової плити, ppm
545	350	2200

Дані таблиці 3 свідчать, що повітря кухні до початку роботи газової плити вже містить високу концентрацію CO₂. Газова плита доводить ці концентрації CO₂ вище гігієнічних нормативів України [5] за три хвилини. Після того, як була відкрита кватирка та двері, концентрація CO₂ в суміжних приміщеннях значно збільшилась.

В стандарті ГОСТ Р ЕН 13779-2007 [12], CO₂ визначено як показник якості повітря приміщення. Згідно цього документу збільшення концентрації CO₂ в приміщенні, по відношенню до зовнішнього повітря більш як на 1000 ppm, характеризує якість повітря приміщення як низьку.

Згідно вимог ДБН В. 2.5-20-2001 (таблиця Ж) [3] розміщення викиду продуктів неповного згоряння газу може здійснюватись на відстані 0,25 ÷ 0,5 м від вентиляційного отвору (вікно в режимі провітрювання), в залежності від потужності котла. В той же час в СНиП 2.04.05-91* У [13] є вимога щодо розміщення отворів забору і викиду повітря на відстані 10 м по горизонталі та 6 м по вертикалі.

В СНиП 2.04.05-91* У [13] йде посилання на методику розрахунку розсіювання шкідливих речовин згідно ОНД-86 [14], яка вимагає брати дані гідрометеорологічних центрів по напрямку і швидкості руху повітря.

Нами були проведені вимірювання швидкості та визначення напрямку руху повітря на фасаді восьмого поверху 14-поверхової будівлі на відстані 0,5 м та 1 м від стіни. Вимірювання проводились за допомогою приладу термоанемометр Mini PRO HW VT50 на протязі 5 днів в першій половині квітня 2011р. Результати вимірювань в кожній точці реєструвалися на протязі 2 хвилин в режимі «AVERAGE». Відображення результатів проведених вимірювань представлено на рисунку 1.

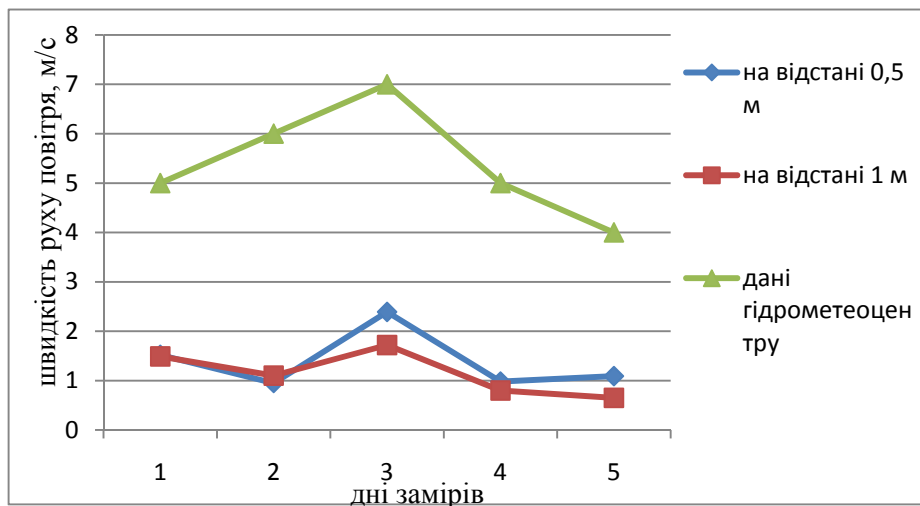


Рисунок 1. Результати вимірювань швидкості руху повітря у прифасадному просторі та дані гідрометеорологічного центру за 5 днів спостереження

З рисунку 1 видно, що використовувати дані гідрометеорологічного центру щодо швидкості руху повітря в розрахунках розсіювання забруднення шкідливих речовин на фасаді будинку в умовах щільної забудови згідно методики ОНД-86 [14] не зовсім коректно.

Реєструючи напрямок руху сніжинок з допомогою кінокамери біля фасаду будинку, можливо також стверджувати, що поблизу будинку в основному створюються повітряні потоки, які рухаються впродовж стіни будинку і напрямок їх не співпадає з даними гідрометеорологічного центру за цей період спостереження.

Висновки:

1. В якості гігієнічного критерію оцінки технічного рішення згідно п.6.34 ДБН В.2.5-20-2001 [3] запропоновано використовувати поряд з ГДК СО, NO_x, ГДК СО₂ для повітря житлового приміщення.

2. Без наявності отриманих експериментально даних: зміна швидкості руху повітря з висотою, горизонтальне розподілення вітрового потоку, температурної стратифікації для кожного окремого об'єкту - використання методики ОНД-86 для розрахунку розсіювання забруднення від точкового джерела (викид газового котла), розміщеного на стіні будинку, не коректне.

Подальші дослідження будуть направлені на удосконалення методики розрахунку розсіювання продуктів згоряння газових котлів з урахуванням метеорологічних умов на фасаді будинку і використанням нових критеріїв їх гігієнічної оцінки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мухаметкулов В. А., Наумов А. Л. Тенденции развития рынка котлов малой мощности в России / В. А. Мухаметкулов, А. Л. Наумов // Экологические системы: электронный журнал энергосервисной компании. - 2004. - №1. – Режим доступа до журн.: http://esco-ecosys.narod.ru/subjects/heat_cities.htm.
2. Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе : СП 41-108-2004. – Оф. издат. – М. : Госстрой России. – 2005. – 11 с.

3. Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі і споруди. Газопостачання : ДБН В.2.5-20-2001. - Видання офіційне. – К. :Дежрбуд України. -2001. – 287 с.
4. Кучеренко О. Ю. Час припинити дискусії щодо індивідуального опалення як альтернативи централізованому / О. Ю. Кучеренко // Житлово-комунальне господарство України – 2009. - № 5 (18). - Режим доступу до журн.: http://jkg.com.ua/ukr/archive.php?mag_id=22
5. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за устройством и содержанием жилых зданий: СН N 2295-81/ Министерство здравоохранения СССР .- М. : Минздрав СССР, 1981. - 78 с.
6. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005-88 – М., 1988.
7. Материалы исследований распространения продуктов сгорания по фасаду здания при одновременной работе нескольких котлов. Дипломированный инженер фирмы Vaillant Арнд Фребиш (Vaillant GmbH, Berghauser Strasse 40, Telefon (02191) 18-0, D-42859 Remscheid, Fax (02191) 18 30 90)
8. Акіменко В.Я., Пелех Л.В. Про деякі гігієнічні проблеми проектування індивідуальних газових систем опалення і гарячого водопостачання багатопверхових житлових будинків / В. Я. Акіменко, Л. В. Пелех // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. - Київ, 2008. - Вип. 52. - С. 8-17.
9. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами: ДСП -201-97 – К., 1997. – 40 с.
10. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems: EN 13779.
11. Квашнин И. М., Гурин И. И. К вопросу о нормировании воздухообмена по содержанию CO₂ в наружном и внутреннем воздухе / И. М. Квашнин, И. И. Гурин // АВОК-Пресс. – Москва, 2008. - № 5.
12. Национальный стандарт Российской Федерации. Вентиляция в нежилых зданиях : ГОСТ Р EN 13779-2007 - М., 2008.
13. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирования: СНИП 2.04.05-91* У – К., 1992.
14. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86 – Л. : Гидрометеиздат. 1987. – 85 с.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКВАРТИРНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Исследование посвящено гигиенической оценке технического решения по выведению продуктов сгорания газового котла автономного отопления и горячего водоснабжения через внешнее ограждение жилого здания. В работе проведен анализ информационных источников по проблеме и выполнены эксперименты по обоснованию новых гигиенических критериев оценки химического загрязнения воздуха прифасадного пространства.

HYGIENIC PROBLEMS OF USING INDIVIDUAL HEATING SYSTEM IN MULTISTORIED DWELLING BUILDING

SI “O. M. Marzeiev Institute for Hygiene and Medical Ecology, Academy of Medical Sciences of Ukraine”

Research is devoted to the hygienic assessment of technical decision on the extraction of products of gas boiler combustion of the autonomous heating and hot water-supply systems through the walls of dwelling building. This work presents the analysis of information on the studied issue and the results of the experiments aimed at the substantiations of chemical pollution in the near-wall area of the building.

A ZERO-EMISSION REQUALIFICATION PROJECT FOR A WINE PRODUCER IN THE CHIANTI (TUSCANY-ITALY)

Elmec Italia (member of OICE), Eutecna Energia

Abstract

Climate change is one of our greatest challenges in the future and the situation calls for the reduction of gas emission into the atmosphere. The 40% of total energy is used for humanity for heating/cooling buildings as well as private housing.

This project demonstrates how it's possible to spend the minimum amount of energy and how to have zero emission of gas, without losing comfort indoor conditions, by applying principles of thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer

Project

The climate conditions of the building are:

City		CASTELLINA IN CHIANTI (Italy)	
Elevation	[m]	578.00	
Latitude	[°N]	43.28	
Longitude	[°]	-11.17	
Reference meridian	[DEG]	-15	
Outdoor conditions		Heating	Cooling
Dry bulb Temp	[°C]	-4	31
Wet bulb Temp.	[°C]	-5	22.7
Relative Humidity	[%]	78.2	51.0
Daily range	[°C]		13

The desired indoor comfort conditions are:

dry bulb temperature: winter 20°C, summer 26°C;

relative umidity: 50%

Time Operating Schedules

There are two apartments and an office.

We use the standard time operating schedules for apartments and offices.

It's very important how the building is used by people to analyse the amount of energy for maintain indoor conditions.

Starting from the 2D plants we have created the 3D model for simulate the energetic behaviour of the whole building.

In a concurrent engineering approach the designers (architects, structural engineers, mechanical engineers) can communicate from the start of the design and operate in a constant feed-back.



Fig.1 3D model of the building

The first aspect to consider is the thermal insulation of structures. The thermal insulation reduces the heat transferred by the walls, roofs, floors and glass surfaces.

We can plan in advance the right stratification of materials to obtain the desired value of thermal features.

Filtro: Annulla filtro

Massa Sup.: 547.08

Filtro per categorie/Massa

U: **0.276**

R: 3.623

Calcolati

U: **0.276**

R: 3.623

Adottati

Trasm. Limite: **0.330**

Res. Limite: 3.030


Limiti di legge

Nuova | Cancella | In Archivio | Copia

Descrizione

parete esterna seminterrato

Pavimento radiante



Materiali della struttura - da interno verso esterno		
Cod	Descrizione	S. [cm]
Massetto/Rivestimento		
313	Piastrelle	1
1334	C.I.s. con aggr. natur. 2000 (m 15%)	5
Resiliente		
1700	Isolante15	10
Soletta		
1201	Sottofondo in cls magro	7
3203	Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	22
8	Malta di calce o calce cemento	1.5

Spessore 46.5 [cm]

Fig. 2 stratification of materials for the floor

We adopted for the external structures (walls, roof, floor) a value of transmittance lower than 0,3 W/(m²K), for the windows a transmittance value lower than 2 W/(m²K). Building requirements are:

net area: 786 m², volume: 2,320 m³

Maximum heat loss, in winter and summer = **30 kW**

To maintain indoor confort conditions we need to design equipments that can supply this thermal power.

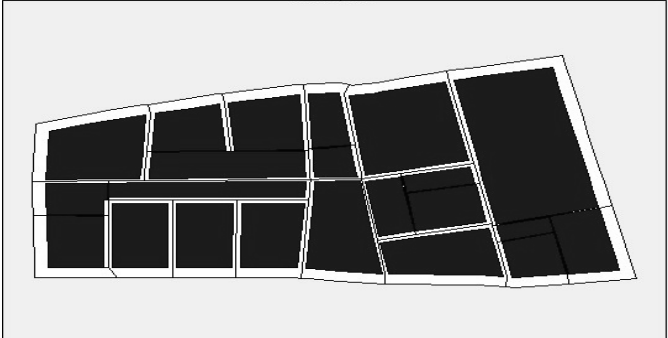
Generally designers calculate the power of equipments considering 30W for m³ for standard buildings: 69,6 kW.

Only with a good insulation we can reduce the dimation of all

equipements by the half (30 kw instead of 70kW).

Elenco ambienti di progetto							
Descrizione	N°	Lung[m]	Sup.[m²]	Alz[m]	Volume[m³]	Pot. Tot. Est.[...]	Potenza Inv.[kW]
[A-U4): 8 - Ufficio	1		17.16	2.9	49.78	842.3	465.9
[A-U4): 7 - Ufficio	1		17.11	2.9	49.62	843.2	470.6
[A-U4): 6 - Ufficio	1		18.65	2.9	54.07	887.8	502.1
[A-U4): 12 - Corridoio	1		13.68	2.9	39.68	598.3	248.4
[A-U4): 8 - Ufficio	1		71.93	2.9	208.6	3658.9	2512.2
[A-U4): 7 - ingresso	1		39.02	2.9	113.17	1865.3	1420.4
[A-U4): 3 - Ufficio	1		17.6	2.9	51.03	888.3	647.3
[A-U4): 4 - Ufficio	1		14.16	2.9	41.08	825	566.2
[A-U4): 5 - Ufficio	1		25.83	2.9	74.91	1359	999.7
[A-U4): 2 - Corridoio	1		19.64	2.9	56.95	829.4	377.8
[A-U4): 13 - Corridoio	1		5.72	2.9	16.6	279	120.2
[A-U4): 6 - ingresso	1		26.09	2.9	75.65	1257.2	994.4
[A-U4): 14 - Corridoio	1		9.63	2.9	27.93	401	260.1
						1151.42	19505.70
							13157.60

Vista in pianta



Vista in sezione

Fig.3 power loss for each zone of office area in winter and summer

Heating/cooling system

The desired thermal indoor conditions are different from external conditions that depend on the area of the world and on the seasons. Naturally heat flows from a high temperature object to a lower temperature one.

The second Law of Thermodynamics says:

It is not possible for heat to flow from a colder body to a warmer body without any work having been done to accomplish this flow.

Starting from this law our target is:

how to spend the minimum amount of energy for holding indoor comfort conditions?

We can consider our system like two thermal reservoirs: outdoor and indoor.

Several thermodynamic cycles used in machines can be approximated with idealized cycles. Carnot engine was the most efficient engine operating between two thermal reservoirs.

In his book, “Reflexions sur la puissance motrice du feu (“Reflections on the Motive Power of Fire”),” Carnot says that the efficiency of the engine doesn't depend on the type of fluid, rather it depends on the maximum and minimum temperatures between which the heat engine cycle operates. An heat pump is a machine or device that moves heat from one location at a lower temperature to another location at a higher temperature using mechanical work. An heat pump can be used to provide heating or cooling.

For a Carnot machine functioning as a heat pump, the term COP (coefficient of performance) is the ratio of the energy (Qh) delivered to the high-temperature reservoir to the work (W) required to force the machine around its cycle:

$$COP = Q_h / W = T_h / (T_h - T_c)$$

$$W=Q_h/COP$$

T_h : temperature of hot reservoir

T_c : temperature of cold reservoir

Our question is: how to reduce the value of W ?

With the thermal insulation we reduced the amount of heat transferred (Q_h).

Now we need to make COP as bigger as possible.

The Carnot efficiency increases just as fast as the temperature difference to be conquered decreases.

For these theoretical reasons the best way to have comfort indoor with the minimum amount of energy are the mix of technologies:

radiant system + geothermal pumps + solar collectors.

Radiant/cooling systems involve supplying heat/cool directly to the floor or to panels in the wall or ceiling of the building. Comfort of radiant system is superior because the radiant flux is uniform throughout the space.

When combined with high performance buildings (and for this is required a perfect thermal insulation), radiant systems operate with low temperature in heating and high temperature in cooling, the ranges found typically in geothermal and solar system.

In these conditions we can obtain COP between 4 and 5.

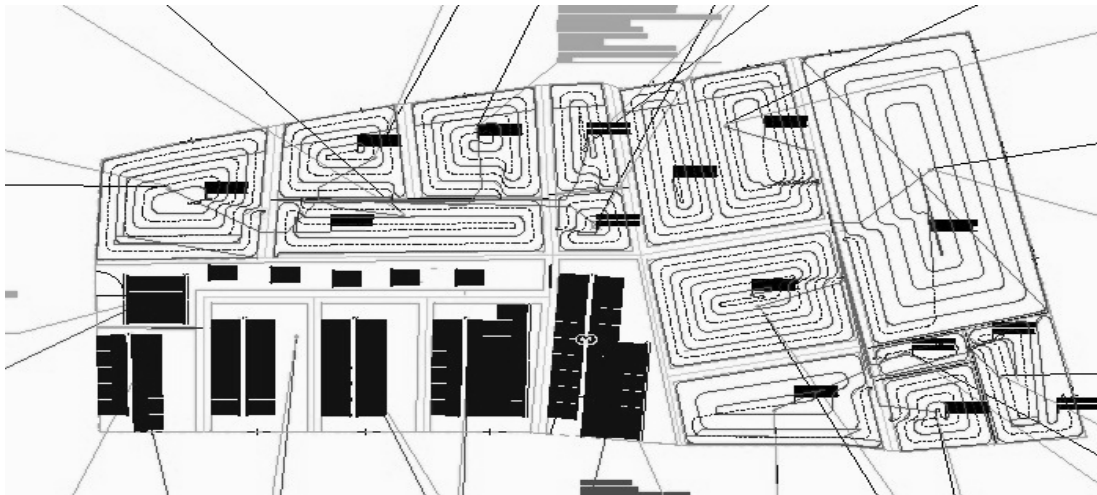


Fig.4 design of radiant system in ceiling and floor

According to the first law of thermodynamic, we spend only 1 kwh of energy to **move** 5kwh of heat. Nature says: better move heat than generate it.

Geothermal heat pumps use the constant temperature of the heart as the exchange medium instead of the outside air temperature. This allows the system to reach high efficiencies (until 600% on the coldest of winter nights, compared with 175%-250% for air-source heat pumps on cool days).

Depending on latitude ground temperatures range only from 7°C to 21°C.

This system can be apply in every climate zone.

In our project the undergorund constant temperature (at -100 m) is 14°C.

The power of heat pump is 30 kw (thermal power) in association with 500 m of geothermal tube.

The pump needs 6-7 kW of electric power. But we use this maximum power only in extreme climate conditions. During the year the power needed is very low. In summer we spend a minimum amount of energy because temperatures of water in radiant system and underground are the same. This process is called free-cooling. In winter we use another source: solar collectors. Water temperature in solar collector is more than 40°C, water temperature of radiant system is 35-40°C. So we use more than 50% of energy from the sun for heating needs .

The amount of energy for heating the building is lower than 12.000 kWh per year.

The energetic classification is A+, the most efficient.

Traditional buildings have D-E energetic classification and spend 600% - 800% of energy more than a A+ building class.

We supply the electric energy for the heat pump and all electrical needs with 10kW of photovoltaic panels.

Total emission of CO2 is zero. We use only sun and earth.

Bibliography:

Lo standard passive house, Maurizio Landolfi, Luigi Norgia, 2011

(http://www.oice.it/progettopubblico/47/Sommario_47.html)

Heat pump COP, Titus M.C.Bartholomeus(<http://www.grasso.nl/en-us/News-and-Media/technical-articles-Grasso/Pages/HeatpumpCOP.aspx>)

Carnot Engines, Heat Pumps, and Refrigerators

(<http://www.ohio.edu/people/piccard/phys202/carnot/carnot.html>)

Second Law of Thermodynamics

(<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/seclaw.html#c2>)

Engineering Thermodynamics Applications

(http://en.wikibooks.org/wiki/Engineering_Thermodynamics/Applications)

Thermal effectiveness of a vapor compression cycle

(<http://www.coadengineering.com/book/SECTION-12-60-THERMAL-EFFECTIVENESS-OF-A-VAPOR-COMPRESSION-CYCLE.pdf>)

Réflexions sur la puissance motrice du feu, Sadi Carnot (1796-1832) publie en 1824

Manuale degli impianti di climatizzazione, Luca Stefanutti, Ed: Tecniche Nuove, 2007

Аннотация

Климатические изменения являются одной из наиболее глобальных проблем будущего. Поэтому такая сложившаяся ситуация требует немедленных действий, направленных на снижение выброса CO₂ в атмосферу. Около 40 % суммарной энергии используется человечеством для отопления и охлаждения различных зданий, построек, жилых помещений. Вопрос состоит в том, как снизить потребление энергии, сохраняя комфорт и должный уровень

жилищных условий. Данный проект демонстрирует, как можно минимизировать расход энергии и снизить процент выброса газа до нуля. Система разработана на основе принципов термодинамики, теплопередачи, а также механики жидкости и газа.

Анотація

Кліматичні зміни є однією з найглобальніших проблем нашого майбутнього. Дана ситуація потребує негайних дій, спрямованих на зниження газових викидів в атмосферу. Близько 40% сумарної енергії використовується людством для опалення та охолодження будівель, споруд, житлових приміщень. Питання полягає в тому, як знизити споживання енергії, зберігаючи комфорт та належний рівень житлових умов.

Даний проект демонструє можливість мінімізувати затрати енергії та знизити рівень викиду газу до нуля. Система розроблена на основі принципів термодинаміки, теплопередачі, а також механіки рідини та газу.

**ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЗОРИХ
ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЇХ ВПЛИВ НА ПОВІТРООБМІН І
ОСВІТЛЕНІСТЬ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ**

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім.О.М.Марзєєва НАМН України»

Зміна вимог до світло прозорих конструкцій [1], як одного із елементів енергозбереження несе загрозу неконтрольованої зміни деяких пріоритетних гігієнічно значимих факторів внутрішнього середовища житла. Відомо, що конструктивні особливості вікна, характер засклення, повітропроникність і опір теплопередачі в значній мірі визначають температуру, вологість, швидкість руху повітря, повітрообмін, освітленість та інсоляцію приміщення.

Енергозбереження вимагає оптимізувати повітрообмін житлових приміщень, вступаючи в протиріччя з гігієнічними вимогами до якості повітря в них. Ливчак В.И. , проводячи порівняльний аналіз стандартів США і Росії різних років, приходять до висновку, що норма повітрообміну на одну людину для більшості характерних приміщень стала нижче рекомендованої в попередніх редакціях стандарту ASHRAE за 2002 і 1999 роки [2]. В роботах [3, 4, 5] стверджується, що норма величини повітрообміну приміщень в провідних країнах світу базується на припустимому рівні двооксиду вуглецю (CO₂). Разом з тим, у сучасних містах, де основними джерелами двооксиду вуглецю є продукти згоряння палива, припустимий його рівень, запропонований свого часу М. Петтенкофером (M. Pettenkofer) як гігієнічний критерій антропогенного забруднення повітря приміщення, частково втрачає своє санітарно-показове значення. В Україні ні гігієнічні [6], ні будівельні нормативні документи [7] не враховують, що повітря населених місць містить концентрації двооксиду вуглецю, які значно перевищують його природні рівні. В Європейському Союзі таке положення знайшло відображення навіть в стандартах по розрахунку вентиляції будинків (8) . В той же час в переліку гігієнічних нормативів забруднення атмосферного повітря ГДК на двооксид вуглецю відсутній [9].

В країнах Європейського Союзу проектування будинків, в тому числі висотних, ведеться згідно Єврокодів, які не містять обов'язкових вимог до інсоляції. В Росії з 2002 року введені в дію нові дещо знижені вимоги до інсоляції (10). В Україні вимоги до інсоляції приміщень [11,12] не змінюються вже більше 25 років. Аналіз літературних даних [13] і власні дослідження показують, що в зв'язку з будівництвом висотних будинків в Україні, ущільненням забудови міст і широким застосуванням нових світло прозорих енергозберігаючих конструкцій, появою у санітарному законодавстві нових ризикових підходів в нормуванні факторів довкілля, правомірним є постановка питання про удосконалення критеріїв гігієнічної оцінки інсоляції , не лише за її тривалістю, але й з урахуванням дози УФВ, його еритемних та бактерицидних властивостей [14], не залежно від джерела походження.

Мета роботи: дати гігієнічну оцінку потенційного впливу сучасних прозорих енергоефективних огорожувальних конструкцій на деякі параметри, що визначають освітленість, інсоляцію, повітрообмін закритих приміщень.

Методика та матеріали дослідження. У сучасних енергозберігаючих віконних технологіях для досягнення високих значень опору теплопередачі, як правило, застосовується або потрійне застклення, або спеціальне теплозахисне скло, що має підвищену товщину, підвищений вміст окислів металів чи оксидно-металевого покриття (плівка). Для визначення коефіцієнтів проникнення крізь сучасні склопакети електромагнітного випромінювання в ультрафіолетовому та видимому частинах спектру були проведені експериментальні дослідження. Джерелом УФВ обрані люмінесцентні еритемні лампи ЛЕ-30, що випромінюють в діапазоні довжин хвиль 280-420 нм. Спектральна характеристика УФВ цих ламп близька до спектральної характеристики випромінювання Сонця в УФ-спектрі та має в своєму складі довжини хвиль випромінювання майже всієї частини видимого діапазону. Додатково для відтворення спектральної характеристики в жовто-червоній частині спектру видимого діапазону випромінювання використовувалась лампа розжарювання. Для проведення експерименту була сконструйована спеціальна установка. Джерело випромінювання установки складалося з восьми ламп ЛЕ-30 та лампи розжарювання (200 Вт). За основу методу визначення коефіцієнту направленої пропускання УФВ та видимого світла крізь склопакети була обрана методика за ДСТУ Б В.2.7-13-95 (ГОСТ 26302-93). Ця методика дозволяє визначати коефіцієнти направленої пропускання та відбиття видимого світла крізь скло. В якості фотоприймача були використані дві головки спектрорадіометра УФР-21 з косинусними насадками, які пропускають УФВ "А" та "В" піддіапазонів. Видиме світло вимірювалося приладом ZDS-10, який також оснащений косинусною насадкою. Експериментальні дослідження були виконані в НДІ будівельних конструкцій (м. Київ) (зав. лабораторією проф. Г.Г. Фаренюк), де було вивчено 9 сучасних склопакетів. В табл. 1 представлені результати вимірів коефіцієнтів проникнення випромінювання оптичного діапазону (K_{λ}) крізь різні світло прозорі огорожувальні конструкції. Як видно з табл. 1, крізь потрійне застклення до приміщення може потрапити лише 1 – 2,5% УФВ піддіапазону "В", 0 – 7 % УФВ піддіапазону "А", 60 – 68 % видимого світла. В той же час звичайне одинарне скло товщиною 4 мм до приміщення може пропускати до 18 % УФВ "В" піддіапазону, 74 % - УФВ "А" піддіапазону та більш ніж 93 % видимого світла. Звичайне подвійне застклення дає відповідно такі результати – 12%, 54 %, 83%.

Таблиця 1 - Проникнення УФВ та видимого світла крізь засклення вікна

№ п/п	Характеристики склопакетів	УФВ 280-320 нм , К _λ , %	УФВ 320-400 нм , К _λ , %	Видиме світло, К _λ , %
1.	Звичайне скло, одинарне, товщиною 4 мм	18,5	74,0	93,1
2.	Однокамерний склопакет товщиною 24 мм (4-16-4), заповнення - повітря	12,3	53,9	83,1
3.	Однокамерний склопакет товщиною 24 мм (4-16-4Е)*, заповнення - аргон	3,5	9,2	73,5
4.	Однокамерний склопакет товщиною 24 мм (4-16-4Е), заповнення - повітря	6,3	28,0	72,9
5.	Двохкамерний склопакет товщиною 36 мм (4-12-4-12-4), заповнення - повітря, опір теплопередачі $\rho=0,51 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	2,3	7,0	65,8
6.	Двохкамерний склопакет товщиною 36 мм (4-12-4Е-12-4Е), заповнення - аргон, селективне покриття - оксид титану, срібло, нітрид титану; опір теплопередачі $\rho=0,92 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	2,5	6,7	67,5
7.	Двохкамерний склопакет товщиною 36 мм (4-12-4-12-4Е), заповнення - повітря, опір теплопередачі $\rho=0,51 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	1,3	0	59,6
8.	Двохкамерний склопакет товщиною 36 мм (4-12-4Е-12-4Е), опір теплопередачі $\rho=0,8 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$	1,0	0	59,6
9.	Двохкамерний склопакет НМ 77	0,6	0	70,2
10.	Двохкамерний склопакет "Теплове дзеркало"	0,08	0	22,4

Примітка . * Літера Е означає селективне напилювання

Як свідчать дані табл. 1, теплозахисні напилювання скла та плівки значно послаблюють чи зовсім “відрізають” випромінювання УФ-діапазону до 0 - 2,5 % (піддіапазон “В”), 0 - 9,0 % (піддіапазон “А”) та знижують коефіцієнт проникнення видимого світла до 23 - 60 %. Як бачимо (табл. 1), сучасні енергозберігаючі світло прозорі огорожувальні конструкції практично не пропускають у закриті приміщення УФВ, тим самим нівелюючи бактерицидну дію сонячного випромінювання (при інсоляції), що може негативно впливати на санітарно-гігієнічні властивості помешкання та здоров'я його мешканців. При застосуванні в проектах такого застосування варто також передбачати додаткові технічні засоби компенсації (відповідні освітлювальні прилади, або рециркуляційні закриті ультрафіолетові лампи). Отримані дані необхідно враховувати при розробці нових нормативно-технічних документів з освітленості та інсоляції закритих приміщень.

Фундаментальні публікації ВООЗ [15, 16] свідчать, що якість повітря сучасних житлових і громадських приміщень значно погіршилась і являє собою загрозу здоров'ю людини. Але енергетичний тиск веде до постійного зниження нормованих значень повітропроникності вікон з 18 кг/ м² (1971рік) до до 6 кг/ м² (2006) [1]. Як бачимо, повітропроникність сучасних метало пластикових вікон зменшена в тричі. Сучасне вікно в закритому стані здатне забезпечити приплив лише 40% від нормативного припливу повітря. Тому окрім провітрювання крізь вікна для регулювання припливу свіжого повітря в помешкання застосовуються спеціальні пристрої - провітрювачі.

Особливої уваги потребує проблема вентиляції житлових і офісних приміщень при будівництві висотних будівель. З підвищенням висоти будівлі зростає вплив вітрового напору на поверхню будівлі, в тому числі на вікна [17].

Таблиця 2 - Швидкість руху повітря м/с (похибка 3%) біля вікна (0,02 м) в будинку на житловому масиві Позняки, 10-А

Умови вимірювання	Швидкість руху повітря, м/с			
	Поверхи			
	36	26	16	9
Провітрювач (без вентилятора)	0,44	0,32	0,36	0,02
Провітрювач (з вентилятором)	0,24	0,22	0,10	0,01
Вікно в режимі провітрювання(без вентилятора)	0,28	0,59	0,36	0,02
Вікно в режимі провітрювання(з вентилятором)	0,20	0,20	0,21	0,14

В табл. 2 представлені результати натурних досліджень швидкості повітря практично в створі вікна, або провітрювачів у висотному будинку на різних поверхах. Як видно із представлених даних (дивись таблицю 2) при виключеному механічному спонуканні швидкість повітря в місці притоку свіжого повітря через спеціальний провітрювач на різних поверхах будинку суттєво відрізняється. Але і включення вентилятора не забезпечує на різних поверхах однакового надходження повітря в приміщення через ці пристрої. Дивно, але величини швидкості повітря на вході провітрювачів навіть дещо знизилась при включенні вентиляторів (витяжка на кухні). Практично та ж сама картина реєструвалася і в місці притоку повітря через вікно в режимі провітрювання.

Висновки

1. Теплозахисні напилювання скла та плівки значно послаблюють чи зовсім “відрізають” випромінювання УФ-діапазону до 0 - 2,5 % (піддіапазон “В”), 0 - 9,0 % (піддіапазон “А”) та знижують коефіцієнт проникнення видимого світла до 23 - 60 %, що необхідно враховувати при нормуванні природної освітленості та інсоляції житлових приміщень.

2. При застосуванні енергозберігаючих вікон система вентиляції з механічним видаленням повітря на кухні та приливом його через спеціальні провітрювачі, або отвори вікна в режимі провітрювання не забезпечує однакового повітрообміну в квартирах, розташованих на різних поверхах висотної будівлі.

Подальші дослідження повинні бути направлені на вивчення шляхів компенсації недостатності природного освітлення та інсоляції за рахунок штучних джерел, а також гігієнічної оцінки інтелектуальних систем оптимізації повітрообміну в приміщеннях з врахуванням стану повітря при фасадного простору.

Резюме. Исследование посвящено изучению влияния современных светопрозрачных ограждающих конструкций на некоторые приоритетные гигиенически значимые параметры, определяющие освещенность, инсоляцию, воздухообмен закрытых помещений. Показана необходимость усовершенствования расчетов освещенности, нормирования инсоляции и оптимизации воздухообмена в помещениях современных зданий.

The study is devoted to the issues of hygienic assessment of the impact of modern translucent building systems on the daylighting, insolation and air exchange rate of the internal environment of the buildings. The paper proves the necessity of improving the methods of daylighting calculations and development of measures for insolation regulation and ventilation optimization.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель / Держбуд України, Наказ №301 від 09.09.2006 р. - Київ: “Укрархбудінформ”, 2006.

2. Ливчак В.И. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения // АВОК. - 2007. - № 6. - С. 4 - 10.
3. Шилькрот Е.О., Губернский Ю.Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта // АВОК. - 2008. - № 4. - С. 4 - 17.
4. Квашнин И.М., Гурин И.И. К вопросу о нормировании воздухообмена по содержанию CO₂ в наружном и внутреннем воздухе // АВОК. - 2008. - № 5. - С. 34-41.
5. Табунщиков Ю.А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты // АВОК. - 2008. - № 5. - С. 4 - 11.
6. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за устройством и содержанием жилых зданий: СН N 2295-81/ Министерство здравоохранения СССР: Утв. 24.02.81.-М.: Минздрав СССР, 1981.-78 с.
7. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование: СНиП 2.04.05-91 / Госстрой СССР: Введ. 1.01.92 - М.: АПП ЦИТП, 1992. - 64 с.
8. EN 13779 Ventilation for non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
9. ДСП -201-97 “Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами).
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. МЗ РФ. Москва, 2001.
11. Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки: СанПиН 2605-82 /МЗ СССР: Утв.29.07.82.-М., 1983.- 5 с.
12. ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Держбуд України, Київ, 2006.-76 с.
13. Ультрафиолетовое злучение. Выпуск 14. ВОЗ. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева, 1984 , с.112.
14. Акіменко В.Я., Яригін А.В., Янко Н.М. Непрямий метод регламентації інсоляції житлових помешкань за допомогою розрахунку ефективної дози УФ-випромінювання // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України на рубежі століть: Труди науково-практичної конф. - Київ, 2000. - Вип. 3. - С. 16-17.
15. WHO (1987) Air quality guidelines for Europe, Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1987(WHO Regional Publications, European Series № 23).
16. WHO (2000)Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000(WHO Regional Publications, European Series № 91.).
17. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП ИТЦ Моском архитектуры,2007.-464с.

**ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ
ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВІ
МІКРОРАЙОНІВ І ГРУП ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ.**

В роботі розглянуті можливі варіанти використання сонячної енергії для енергозабезпечення будинків при плануванні та забудові мікрорайонів та груп житлових будинків. Наведені їхні переваги та недоліки. Розглянуті деякі особливості планування та забудови мікрорайонів (груп житлових будинків) при використанні сонячної енергії для їх енергозабезпечення.

Постановка проблеми. Розвиток світової економіки все більше і більше вимагає енергетичних ресурсів. Використання не відновлювальних джерел енергії в недалекому майбутньому приведе, в тому числі і Україну, до глобальної енергетичної кризи. Можливим шляхом відстрочення енергетичної кризи є використання відновлювальних джерел енергії. Одним з яких є енергія Сонця. Кількість сонячної енергії, яка надходить на Землю за рік складає біля 1.05×10^{18} кВт×г [5].

Основна частина. З метою забезпечення енергоресурсами та покращення екологічного стану довкілля необхідно максимально скорочувати використання не відновлювальних енергетичних ресурсів. Одним із ефективних відновлювальних джерел енергії є сонячна радіація.

Використання в Україні сонячної енергії (радіації) у практиці проектування і будівництва мікрорайонів і груп житлових будинків багатоповерхової забудови для їх енергозабезпечення не набуло широкого поширення, хоча територія України отримує річний потік сонячного опромінення на 1 м² горизонтальної поверхні 1000-1380 кВт×г, а річна кількість годин сонячного опромінення становить – 2005 – 2080 годин [3 ,5]. Це пов'язано з недостатньою кількістю наукових напрацювань з урахуванням специфіки підходів при планування та забудові територій. Не визначені особливості забезпечення сонячною енергією районів забудови. Не розглядалися можливі варіанти розміщення багатоповерхових будинків при використанні сонячної енергії для їх енергозабезпечення.

Як відомо, розрізняють три види використання сонячної енергії в будинках і спорудах: пасивне, активне і комбіноване [1, 2]. Усі три види легко використовуються для окремо стоячих будинків і будинків малої поверховості де за кожним будинком закріплена територія, яка забезпечує можливість не попадання геліобудинків у падаючу від сусідніх будинків тінь. В той же час

використання в практиці проектування і будівництва геліоприймальних систем для багатоповерхових будинків об'єднаних у мікрорайони чи групи житлових будинків вимагає відповідного підходу як до розміщення геліосистем відносно будинку, так і до планування і забудови територій. Це обумовлено перш за все тим, що мікрорайони і групи житлових будинків мають значну щільність забудови в результаті нижні фасади багатоповерхових будинків та значна частина прибудинкової території більшу частину світлового дня знаходяться в падаючій тіні від сусідніх будинків. Тому більш ефективним буде активне використання сонячної енергії.

Забезпечення сонячною енергією багатоповерхових будинків може здійснюватися по кільком варіантам. Вибір того чи іншого варіанту залежить від багатьох факторів, таких як: фізико-кліматичні (територія України або широта на якій буде розміщуватися проектуємий мікрорайон чи група житлових будинків); функціональні (кількість сонячної енергії, необхідної для експлуатації багатоповерхових будинків в даній ситуації необхідно враховувати завдання на проектування де відображається для яких цілей буде використовуватися сонячна енергія - тільки для отримання гарячого водопостачання чи для отримання електроенергії та вентиляції або тільки для опалення і гарячого водопостачання, або ж для опалення, гарячого водопостачання, виробництва електроенергії, вентиляції, холодопостачання); геометричних та конструктивних параметрів багатоповерхових житлових будинків, якими буде забудовуватися мікрорайон; містобудівні фактори (щільність забудови, наявність окремо розміщених будинків цивільного призначення та інших споруд на території мікрорайону); економічні фактори.

Для забезпечення сонячною енергією багатоповерхових будинків можливі наступні варіанти:

1. З використанням тільки геліоприймачів;
2. З використанням екранів-відбивачів;
3. З використанням як геліоприймачів, так і екранів-відбивачів та концентраторів.

При цьому треба враховувати такі посилання:

- оптимальним положенням для геліоприймачів є розміщення поверхні пристрою перпендикулярно напрямку сонячних променів, в такому випадку необхідно враховувати усі фактори, що впливають на планування та забудову мікрорайону і звідси необхідно вибирати - стаціонарно розміщені геліоприймачі, періодично слідкуючі за рухом Сонця чи постійно слідкуючі за рухом Сонця або їхню комбінацію;

- при використанні екранів-відбивачів їх розміщують під таким кутом до напрямку сонячних променів, щоб вони могли відбивати промені, які будуть перпендикулярні до поверхні геліоприймача чи концентратора при цьому їх вибирають стаціонарно розміщеними, періодично чи постійно слідкуючі за Сонцем або їхню комбінацію.

Враховуючи наведені посилання розглянемо кілька варіантів розміщення та використання геліоприймальних систем у складі утворень із житлових, громадських будинків, комунальних будівель та споруд.

1-й варіант. Передбачає розміщення геліоприймальних пристроїв на кожному будинку, кожний будинок має свою окрему геліосистему. Геліоприймачі доцільно розмішувати на скатних чи плоских дахах, на лоджіях, балконах, на східному, західному, південному фасадах будинків, з дотриманням архітектурно-функціональних вимог до будинків. При цьому необхідно враховувати слідуючі фактори, які впливають на кількість надходження сонячної енергії в геліосистему будинку. Це те що, у вранішні та вечірні години нижні частини будинків будуть попадати у падаючу тінь від сусідніх будинків, а також те що у вранішні години повністю не опромінюється західний фасад, а у вечірні години повністю не опромінюється східний фасад. В такій ситуації для продовження активного періоду опромінення будинку сонячною радіацією необхідно здійснювати слідуючі заходи:

- використовувати « слідкуючі за Сонцем » геліоприймачі;
- встановлювати в розрахункових зонах екрани-відбивачі (періодично або постійно слідкуючі за Сонцем);
- використовувати поверхні комунальних об'єктів, малі архітектурні форми (навіси, перголи, тощо) для розміщення на них геліоприймачів чи екранів-відбивачів, при умові, що вони не попадають у постійно падаючу тінь від прилеглих багатоповерхових будинків.

Переваги першого варіанту:

- не потрібно прокладати інженерні енергомережі по території забудови;
- будинок являє собою єдину замкнену енергосистему, де геліоприймачі максимально, можуть бути розміщені стаціонарно, повторюючи поверхні фасадів чи дахів.

Недоліки першого варіанту:

- при однаковому підході кожен будинок (геліосистема) може по різному бути забезпечений сонячною енергією в залежності від кількості розміщених на ньому геліоприймачів, від попадання частини поверхні будинку в падаючу від сусідніх об'єктів тінь, від можливості екранів-відбивачів, що розміщені поза будинком та використовуються для опромінювання геліоприймачів цього будинку, а це може привести до недостатнього забезпечення будинку в якийсь період енергоносіями;
- збільшується вартість самого будинку, тому що тягне за собою додаткову вартість екранів-відбивачів та концентраторів, що розміщені на самому будинку але опромінюють геліоприймачі інших будинків та екранів-відбивачів і концентраторів, які розміщені поза будинком (на прилеглих територіях) та опромінюють геліоприймачі даного будинку.

2-й варіант. Коли мікрорайон чи група житлових будинків мають кілька висотних окремо розміщених енергоактивних будинків, які обслуговують визначені групи житлових будинків у мікрорайоні. На цих будинках розміщують геліоприймачі (як стаціонарно розміщені, так і слідкуючі за рухом Сонця) і (або) концентратори. При цьому на сусідніх будинках нижчої поверхності доцільно розмішувати екрани-відбивачі, як стаціонарно встановлені, так і слідкуючі за рухом Сонця. При цьому можуть бути дві схеми розміщення стаціонарних екранів-відбивачів.

При першій схемі екрани-відбивачі можуть розміщуватися з розрахунку, що кожна окрема група обслуговує один об'єкт (геліобудинок), геліоприймачі розміщуються так, щоб при русі Сонця по небосхилу кожна підгрупа екранів-відбивачів у визначений час надсилає до «свого» визначеного геліобудинку потоки відбитих сонячних променів.

При другій схемі розміщення стаціонарних екранів-відбивачів вони розміщуються під визначеними розрахунками усередненими кутами (кожен відбивач під своїм кутом) відносно геліоприймальних об'єктів. При цьому кожен із них на протязі світлової доби може обслуговувати одночасно кілька геліоприймальних об'єктів.

Недоліки другого варіанту:

- для розрахунку усереднених кутів розміщення екранів-відбивачів при другій схемі необхідно створити геометричну модель процесу надходження сонячної радіації на площини екранів-відбивачів, яка відносно, складна.
- Необхідно робити перерозподіл енергії між будинками для чого необхідно об'єднувати геліоприймачі усіх геліобудинків в єдину енергосистему. Відповідно це вимагає додаткових затрат на створення цієї системи, але в цілому по групі будинків виходить економічніше ніж при першому варіанті.

Переваги другого варіанту:

- висотні геліобудинки можна використовувати для громадських потреб;
- приймається більша кількість сонячної енергії, так як висотні будинки на пропадають у падаючу тінь від сусідніх будинків;
- висотні геліобудинки можуть бути архітектурними акцентами мікрорайону.

Цей варіант доцільно використовувати, коли кількість житлових будинків у мікрорайоні значна.

3-й варіант. При третьому варіанті максимальний ефект буде забезпечуватися втіленням в містобудівні рішення проектування в мікрорайонах класичних сонячних енергоцентралей, з баштовим розміщенням геліоприймача чи концентратора, який отримує потоки сонячної енергії від екранів-відбивачів, що розміщені на фасадах, дахах сусідніх будинків. В мікрорайоні таким об'єктом може бути громадський багатоповерховий будинок, запроектований у вигляді башти або іншої архітектурної форми. В той же час такий будинок буде домінантою мікрорайону. У верхній частині його буде розміщений котел, а екрани-відбивачі розміщуються на сусідніх будинках, повернутих до нього під різними кутами (при стаціонарно розміщених екранах-відбивачах). При русі Сонця по небосхилу кожна група екранів-відбивачів по черзі, у визначений час світлового дня надсилає до центрального геліоприймача потоки сонячних променів.

Недоліки третього варіанту:

- для розрахунку усереднених кутів екранів-відбивачів необхідно створити геометричну модель процесу надходження сонячної радіації, відносно, складна;

- необхідна прокладка інженерної енергомережі по території забудови;
- може погіршитися архітектурний вигляд житлових будинків за рахунок екранів-відбивачів, які розміщені під різними кутами.

Переваги третього варіанту:

- у висотному геліобудинку доцільно влаштувати громадський центр мікрорайону, що вивільнить територію мікрорайону від забудови громадськими об'єктами;
- зменшує вартість геліосистеми мікрорайону (в цілому) у порівнянні з другим чи третім варіантами.

4-й варіант (комбінований варіант). Коли ніякий із вище приведених варіантів не дає можливості отримувати достатню кількість сонячних енергоресурсів для забезпечення ними потреб мікрорайону використовують комбінований варіант.

Недоліки 4-го варіанту:

- складна геометрична модель надходження сонячної радіації на опромінювані поверхні;
- складна експлуатація геліосистеми мікрорайону;
- найбільша вартість серед усіх розглянутих варіантів;
- можливі низькі архітектурні рішення об'єктів будівництва;

Переваги 4-го варіанту:

- максимальне забезпечення сонячними енергоресурсами;
- можливість його використання в мікрорайонах чи групах житлових будинків із значною кількістю багатоповерхових будинків.

На сьогоднішній день найбільш реальним до застосування є 3-й варіант. Розглянемо деякі особливості планування мікрорайонів (груп будинків) по 3-му варіанту. Використання 3-го варіанту доцільне для невеликих за кількістю житлових будинків мікрорайонів. Геліобудинок розміщують у південній частині мікрорайону. Як уже було відмічено раніше об'єкти загально мікрорайонного значення максимально розміщують у геліобудинку з метою економії території забудови та компактного розміщення об'єктів загального користування. При цьому варіанті доцільно використовувати при плануванні та забудові мікрорайону радіально-кільцеву схему. Житлові будинки розміщують по на півколу, яке приблизно повторює траєкторію Сонця. Кожне на півколо має свій

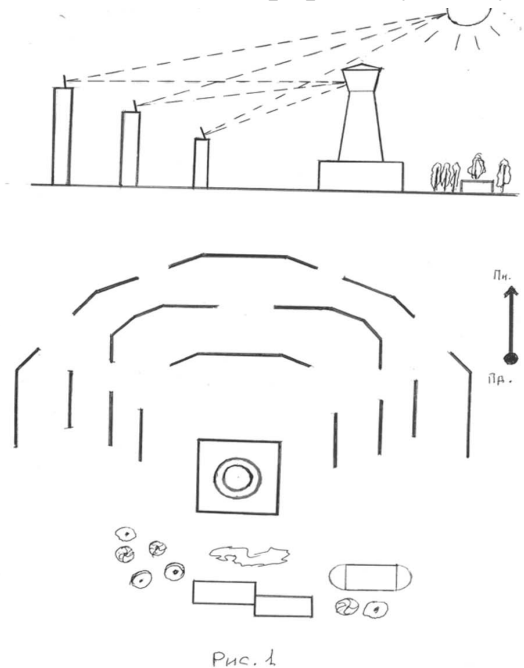


Рис. 1

розрахунковий радіус. Житлові багатоповерхові будинки які на ньому розміщені повинні мати однакову висоту. Причому поверховість будинків повинна збільшуватися при віддаленні їх від висотного баштового геліобудинку (рис. 1). Забудова здійснюється багатосекційними будинками. В будинках передбачаються поворотні секції з метою повтору траєкторії руху Сонця. При цьому розміщення об'єктів загального користування (зони відпочинку, спортивна зона інші споруди і об'єкти, які не приймають участь у забезпеченні роботи геліосистеми мікрорайону) необхідно передбачати в південній частині мікрорайону.

Висновки. В роботі приведені 4 можливі варіанти використання сонячної енергії при плануванні та забудові мікрорайонів (груп житлових будинків). Приведені їхні переваги та недоліки. Розглянуті деякі особливості планування мікрорайонів при застосуванні 3-го варіанту.

В подальших дослідженнях будуть розглянуті особливості планування та забудови мікрорайонів при застосуванні 1-го та 2-го варіантів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Запривода В.І., Зарпивода А.В. Практичне використання сонячної енергії в будівництві. // Современные проблемы строительства.- «Донецкий промстройНИИпроект».-2008 – вып.6.
2. Маркус Т. А., Моррис З. Н. Здания, климат, энергия. – Л.: Гидрометсоиздат, 1985 -543с.
3. Оболенский Н.В. Архитектура и Солнце. – М.: Стройиздат, 1988 – 208с.
4. Селиванов Н.П. Энергоактивные солнечные здания. // Строительство и архитектура. –М.: Знание, 1982. – Вып.2 -61с.
5. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. - М.: Энергоатомиздат, 1991.

КЛІМАТОЛОГІЧНО-ОПТИМАЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОБГРУНТУВАННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ

*Національний університет водного господарства та
 природокористування, м. Рівне, Україна*

Перехід від усталеної практики розгляду системи теплоенергозабезпечення житлово-комунального сектору не суто як технічних, а як складних природно-техногенних комплексів, з відповідною зміною усієї методології, технічної та технологічної стратегії їхнього функціонування, потребує, у першу чергу, безпосереднього врахування мінливих у часі та невизначених за своїм характером погодно-кліматичних умов [1].

У літературі [2] пропонується декілька підходів, на основі яких можна вибирати оптимальні рішення з урахуванням стохастичної зміни метеорологічних режимів. Розглянемо так званий байесівський підхід.

При описанні множин погодно-кліматичних умов $\Omega_D = \{D\}$ як і при описанні дій зі сторони системи теплозабезпечення будівель $\Omega_R = \{R\}$ може бути два випадки. Перший характеризується тим, що множини Ω_D та Ω_R дискретні і включають в себе кінцеву кількість елементів D_1, D_2, \dots, D_m та R_1, R_2, \dots, R_m , що відповідають різним погодним умовам та режимам роботи систем теплозабезпечення. Другий випадок означає, що множини Ω_D та Ω_R неперервні.

Маючи дані про характер множин Ω_D та Ω_R , можна побудувати функцію

$$u = u(D, R) \quad (1)$$

яка показує, який буде ефект при прийнятті деякого рішення $R \in \Omega_R$ і здійсненні погодних умов $D \in \Omega_D$. Ця функція може розглядатися як функція доходу, якщо мова іде про позитивний ефект, функція витрат, якщо описуються витрати тощо.

Якщо функція (1) дискретна, то для виконання подальших розрахунків її зручно представляти у вигляді прямокутної матриці [2]. Неперервну функцію можна задати або аналітично, або у вигляді графіка. Конкретний вигляд функції (1) визначається специфікою задачі, що розглядається і потребує окремого вивчення та аналізу.

Отже, для випадку довгострокових рішень при управлінні системами теплозабезпечення будівель, можна оптимально використати кліматологічну інформацію (прийняти кліматологічно оптимальну стратегію) наступним чином.

Якщо через s_{KL_j} позначити кліматологічну стратегію управління, смисл якої полягає у прийнятті одного і того ж рішення R_j , то згідно байесівського підходу осереднене значення функції (1) при вибраній стратегії s_{KL_j} буде визначатися за формулою

$$U_{KL_j} = \sum_{i=1}^m u(D_i, R_j) P(D_i), \quad (2)$$

де $P(D_i)$ - природна повторюваність відповідного метеофактора або комплексного показника, що характеризує погодно-кліматичні умови у багаторічному перерізі.

Процедура пошуку кліматологічно оптимальної стратегії заключається в розрахунку величин U_{KL_j} для всіх $j = \overline{1, n}$ та знаходження серед них екстремуму. Та стратегія, що відповідає екстремальному значенню U_{KL_j} і буде, згідно байесівського підходу, кліматологічно оптимальною.

Для неперервних моделей задача пошуку кліматологічно оптимальної байесівської стратегії полягає в знаходженні такого постійного рішення, що не залежить від конкретного стану погоди, при якому середнє в статистичному смислі значення функції

$$U = \int_{\langle x \rangle} u(x, R) f(x) dx \quad (3)$$

досягає екстремального значення. В цій формулі через $f(x)$ позначений закон розподілу метеофактора (або комплексу метеофакторів), що характеризує особливості клімату.

Ефективним шляхом зменшення витрат палива, в тому числі і природного газу, на опалення, і, відповідно, зниження негативного антропогенного тиску на навколишнє середовище є посилення теплозахисту огорожувальних конструкцій будівель.

Згідно [3] задача обґрунтування вибору раціонального теплозахисту огорожувальних конструкцій потребує одночасного врахування вимог і умов:

- раціональний теплозахист повинен бути оптимальним і забезпечувати досягнення по можливості більшого значення чистого дисконтованого доходу;
- теплозахист повинен бути економічно доцільним, тобто забезпечувати ефективність інвестицій, що у свою чергу вимагає відповідності трьом умовам: позитивне значення чистого дисконтованого доходу, не перевищення встановленого інвестором терміну окупності інвестицій або терміну окупності банківського вкладу, а також перевищення внутрішньої норми доходності проекту над необхідною доходністю капітальних вкладень, встановленою інвестором;
- рівень теплозахисту повинен бути не нижчий за значення, встановлених будівельними нормами по умовам енергозбереження;
- із всіх варіантів теплозахисту, які однаково задовольняють вимогам економічного і нормативного характеру, необхідно вибрати той варіант, у

якому опір теплопередачі має найбільше значення, що, у свою чергу, дозволить отримати максимальний екологічний ефект.

Одним із основних економічних критеріїв на сьогоднішній день є чистий дисконтований дохід [4], який практично визначає значення всіх інших показників економічної ефективності проекту.

Нехай огорожувальна конструкція має форму плоскої нескінченної стінки і складається з декількох однорідних матеріальних шарів. Один із цих шарів – теплоізоляційний, а всі інші – конструктивні. Причому параметри конструктивних шарів відомі, зокрема опір теплопередачі цих шарів - $R_{\Sigma_0}, \frac{m^2 \cdot град}{Вт}$. Необхідно, використовуючи прийнятий критерій економічної доцільності, визначити оптимальний опір теплопередачі даної огорожувальної конструкції при влаштуванні теплоізоляційного шару.

Улаштування теплоізоляційного опору потребує додаткових капітальних вкладень. За рахунок збільшення термічного опору огорожувальної конструкції знижуються тепловтрати через неї, що, у свою чергу, зменшує експлуатаційні витрати на обігрів будинку а також капітальні затрати завдяки зниження теплової потужності системи опалення будинку.

Тоді чистий дисконтований дохід за рахунок економії експлуатаційних та капітальних витрат при влаштуванні теплоізоляційного шару в огорожувальній конструкції будинку можна визначити як [3, 4]

$$ЧДД = ДД_{T_{ca}} + \Delta K_{c.o.} - \Delta K_{m.}, \quad (4)$$

де $ДД_{T_{ca}}$ - повний дисконтований дохід за рахунок економії поточних витрат на протязі експлуатації даного енергозберігаючого міроприємства, грн ;

$\Delta K_{c.o.}$ - скорочення капітальних вкладень в систему опалення, грн ;

$\Delta K_{m.}$ - додаткові капітальні вкладення у теплоізоляційний шар, грн .

У свою чергу, повний дисконтований дохід $ДД_{T_{ca}}$ за весь термін T_{ca} експлуатації даного енергозберігаючого міроприємства розраховується за формулою [3]

$$ДД_{T_{ca}} = \sum_{t=0}^{T_{ca}} \frac{\Delta D_t}{(1+r)^t}, \quad (5)$$

де r - норма дисконту, $1/рік$;

ΔD_t - проміжний дохід в t -му році, грн/рік ;

Величину доходів в t -му році ΔD_t в даному випадку можна визначити як

$$\Delta D_t = c_{e_t} \cdot \Delta Q_{pik_t} = \frac{c_{z_t}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} \cdot T_{on_t} \cdot (t_{\theta} - t_{o.n_t}^{cp}) \cdot F \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma_0}} - \frac{1}{R_{\Sigma}} \right) \cdot n, \quad (6)$$

де c_{e_t} - вартість теплової енергії в t -му році, яка, як буде показано нижче, може суттєво змінюватися, грн/ГДж ;

ΔQ_{pik_t} - скорочення тепловтрат через огорожувальну конструкцію в t -му році за рахунок улаштування теплової ізоляції, ГДж/рік ;

c_{z_t} - вартість палива в t -му році, грн/кг(m^3);

Q_n^p - нижча теплота згорання палива, ГДж/кг(m^3);

$\eta_{c.o.}$ - ККД системи опалення;

T_{on_t} - тривалість опалювального періоду в t -му році, доби;

t_e - температура повітря всередині будинку, $^{\circ}C$;

$t_{o.n_t}^{cp}$ - середня за опалювальний період температура навколишнього повітря, $^{\circ}C$;

F - площа поверхні огорожувальної конструкції, m^2 ;

R_{Σ_0} , R_{Σ} - відповідно опір теплопередачі огорожувальної конструкції до та після встановлення теплової ізоляції, $\frac{m^2 \cdot град}{Вт}$;

n - коефіцієнт, що залежить від положення огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [3].

Скорочення капітальних затрат у систему опалення можна визначити як

$$\Delta K_{c.o.} = c_{c.o.} \cdot \Delta q_{розр} = c_{c.o.} \cdot (t_e - t_{p.o.}) \cdot F \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma_0}} - \frac{1}{R_{\Sigma}} \right) \cdot n, \quad (7)$$

де $c_{c.o.}$ - питомі капітальні вкладення в систему опалення, $грн/Вт$;

$\Delta q_{розр}$ - скорочення розрахункової теплової потужності системи опалення при влаштуванні теплової ізоляції, $Вт$;

$t_{p.o.}$ - розрахункова температура опалення навколишнього повітря, $^{\circ}C$.

Додаткові капітальні вкладення в теплоізоляційний шар представимо у вигляді

$$\Delta K_m = c_m \cdot V_m = c_m \cdot \lambda_m \cdot F \cdot (R_{\Sigma} - R_{\Sigma_0}), \quad (8)$$

c_m - вартість теплоізоляційного матеріалу, $грн/m^3$;

V_m - об'єм теплоізоляційного матеріалу, m^3 .

Із формули (6) видно, що значення доходів в t -му році ΔD_t залежить від конструктивних та теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій (F , R_{Σ_0} , R_{Σ}), вартості палива ($c_{\xi t}$), а також від погодно-кліматичних умов навколишнього середовища, які визначають тривалість та середню температуру опалювального періоду в t -му році (T_{on_t} , $t_{o.n_t}^{cp}$), а також розрахункову температуру для проектування системи опалення ($t_{p.o.}$). Згідно [5] показник, що визначається за виразом $T_{on_t} \cdot (t_e - t_{o.n_t}^{cp})$, називається кількістю градусо-днів (D).

В існуючих методиках кількість градусо-днів для конкретної території приймається постійною і рівною осередненому в багаторічному перерізі значенню даної величини [5].

Якщо паливом є природний газ, то тут необхідно зазначити, що відповідно до постанови Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України № 812 від 13 липня 2010 р., з 1 серпня 2010 року в Україні діють такі тарифи на газ для населення, які диференціюються відповідно до річних обсягів споживання. Так, при споживанні природного газу за рік до $2500 m^3$ вартість $1 m^3$ цього палива становить $0,73 грн/m^3$, при

споживанні від 2500 до 6000 м³ – 1,10 грн/м³, при споживанні від 6000 до 12000 м³ – 2,25 грн/м³, при споживанні природного газу за рік більше 12000 м³ – 2,69 грн/м³.

Перепишемо формулу (6) у вигляді

$$\Delta D_t = (A_{1t} - A_{2t}), \quad (9)$$

де

$$A_{1t} = \begin{cases} \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma_0}} \cdot D_t + c_{z_2500} \cdot K, \text{ якщо } \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma_0} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 2500 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma_0}} \cdot D_t + c_{z_6000} \cdot K, \text{ якщо } 2500 \text{ м}^3 < \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma_0} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 6000 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma_0}} \cdot D_t + c_{z_12000} \cdot K \text{ якщо } 6000 \text{ м}^3 < \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma_0} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 12000 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma_0}} \cdot D_t + c_{z_>12000} \cdot K, \text{ якщо } \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma_0} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K > 12000 \text{ м}^3; \end{cases} \quad (10)$$

$$A_{2t} = \begin{cases} \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma}} \cdot D_t + c_{z_2500} \cdot K, \text{ якщо } \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 2500 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma}} \cdot D_t + c_{z_6000} \cdot K, \text{ якщо } 2500 \text{ м}^3 < \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 6000 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma}} \cdot D_t + c_{z_12000} \cdot K \text{ якщо } 6000 \text{ м}^3 < \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K \leq 12000 \text{ м}^3; \\ \frac{F \cdot n \cdot c_{z_2500}}{Q_n^p \cdot \eta_{c.o.} \cdot R_{\Sigma}} \cdot D_t + c_{z_>12000} \cdot K, \text{ якщо } \frac{F \cdot n \cdot D_t}{R_{\Sigma} \cdot Q_n^p \cdot \eta_{c.o.}} + K > 12000 \text{ м}^3, \end{cases} \quad (11)$$

де c_{z_2500} , c_{z_6000} , c_{z_12000} , $c_{z_>12000}$ - відповідно тарифи на природний газ при споживанні його за рік до 2500 м³, 2500...6000 м³, 6000...12000 м³, та більше 12000 м³ відповідно;

K - об'єм природного газу, що споживається на такі господарські потреби як приготування їжі, нагрів води для гарячого водопостачання і не залежить від погодно-кліматичного чинника.

Якщо проаналізувати вираз (9), то можна зрозуміти, що можливі щорічні доходи ΔD_t за рахунок улаштування теплової ізоляції огорожувальної конструкції будинку відрізняються один від одного за рахунок зміни кількості градусо-днів D .

Тоді, з урахуванням зміни параметра D на протязі всього терміну експлуатації даного енергозберігаючого міроприємства, прийнявши, що вираз

$$\sum_{t=0}^{T_{ca}} \frac{I}{(1+r_t)^t} = \frac{I}{r} \cdot [1 - (1+r)^{-T_{ca}}],$$

дисконтований дохід буде визначатися за формулою

$$ДД_{T_{ca}} = \frac{I}{r} \cdot [1 - (1+r)^{-T_{ca}}] \cdot \int_{D_{min}}^{D_{max}} \Delta D(D) \cdot f(D) \cdot dD, \quad (12)$$

де $f(D)$ - густина розподілу кількості градусо-днів;

D_{min} , D_{max} - відповідно мінімальне та максимальне значення кількості градусо-днів

Отже бачимо, що, на відміну існуючих підходів з обґрунтування термічного опору огорожувальної конструкції будинків, де кількість градусо-днів для конкретної території приймається постійною і рівною осередненому в багаторічному перерізі значенню даної величини, у запропонованому принципі враховується зміна кількості градусо-днів на протязі років. Це може суттєво вплинути на вибір оптимального або раціонального рішення по вибору термічного опору теплової ізоляції будинків.

Наведені матеріали свідчать про необхідність подальшого уточнення методів з обґрунтування опору теплопередачі при влаштуванні теплової ізоляції будинків, оскільки при обґрунтуванні даного енергозберігаючого міроприємства однією з обов'язкових умов є врахування всього спектру зміни кількості градусо-днів, що відображає реалізацію погодно-кліматичних умов на території розміщення об'єкта. При цьому, підхід з визначення чистого дисконтованого доходу для випадку влаштування теплової ізоляції з урахуванням зміни кількості градусо-днів на протязі років може суттєво вплинути на значення цього економічного показника у порівнянні із підходами, де вказаний параметр приймається постійним. Це, очевидно, може вплинути на остаточне рішення щодо підвищення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будинку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волощук В. А. Наукові принципи розрахунку і оптимізації проектних, технічних і технологічних рішень з управління системами теплопостачання на еколого-економічних засадах / В. А. Волощук, А. М. Рокочинський // Енергетика та електрифікація. – 2007. – № 9. – с. 51 – 56.
2. Жуковский Е. Е. Метеорологическая информация и экономические решения / Е. Е. Жуковский. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 303 с.
3. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А. Н. Дмитриев, И. Н. Ковалев, Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с.
4. Семенов Борис Александрович. Оптимизация параметров теплоиспользования в системах централизованного теплоснабжения городов: дис. ... докт. техн. наук : 05.14.01 / Семенов Борис Александрович. – Саратов, 2002. – 527 с. – Библиогр. : с. 428–452.
5. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. - Київ. – Мінбуд України, 2006.

В статье, на основе байесовского подхода, представленный климатологически-оптимальный принцип определения чистого дисконтированного дохода при увеличении термического сопротивления ограждающей конструкции зданий. Предложенный подход учитывает реальное изменение и вероятностный закон распределения количества градусо-суток в многолетнем разрезе. Показано, что, в отличие от существующих подходов, где количество градусо-суток принимается постоянным, учет изменения данного параметра в многолетнем разрезе может существенно повлиять на значение экономических показателей при обосновании сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции зданий.

Climatically optimal principle of calculation of net present value when increasing thermal resistance of barriering construction of buildings is presented on the basis of Bayesian approach. Offered approach takes into account real changes and probability distribution of heating degree days over years. It is shown, that, unlike existing approaches, where the heating degree days is accepted to be constant, consideration of the given parameter as changeable over years can substantially affect the values of economic indicators when substantiating thermal resistance of barriering construction of buildings.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЫМОГАРНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
BBS GmbH, ФРГ*

Эксплуатируемые в городах Украины системы централизованного теплоснабжения на протяжении длительного времени не подвергались реновации. Оборудование всех элементов этих систем, в том числе и котельных, уже выработало паспортный ресурс и нуждается либо в замене, либо в модернизации.

Большую долю теплогенерирующего оборудования котельных мощностью от нескольких мегаватт до пятидесяти мегаватт представляют водотрубные котлы типов КВГ и ТВГ производства Монастырищенского машиностроительного завода (Украина) либо типа КВГМ производства Дорогобужского котлостроительного завода (Российская Федерация). Эти котлы рассчитаны для работы с параметрами теплоносителя 150-70 °С по температуре и 1,6 МПа по давлению, что соответствует нормативам для тепловых сетей. В последнее время наметилась тенденция к замене подобных котлов на жаротрубные (дымогарные) котлы. Попытки использования жаротрубных котлов в системах централизованного теплоснабжения вызывают определенные проблемы при сопряжении этих котлов с тепловыми сетями вследствие того, что особенности конструкции жаротрубных котлов имеют определенные пределы для повышения их мощности, после которых некоторые преимущества этих котлов (меньшая удельная стоимость, простота в обслуживании, менее жесткие требования к качеству воды) утрачиваются на фоне роста стоимости котла. Этими пределами как раз и являются параметры теплоносителя. Очевидно, что с ростом давления ужесточаются требования к корпусу котла и чем больше диаметр корпуса, тем более его стоимость, что и ведет к снижению конкурентоспособности жаротрубного котла по отношению к водотрубному. Другой проблемой является наличие узлов с высокой температурой, что приводит к появлению серьезных температурных напряжений и к необходимости использования шамотной обмуровки для защиты металла, например, на передней стенке в поворотной камере, а иногда и к конструктивным ухищрениям по охлаждению отдельных элементов котла, например, поворотных камер, что также увеличивает стоимость котлов. В результате некоторые производители этой техники вынуждены приспособливать ее к параметрам тепловой сети за счет введения в тепловую схему котельной дополнительных элементов. Например, в одном из тендеров на замену котлов ТВГ-8 для сохранения в существующей тепловой сети давления

на уровне 1,2 МПа предлагалось перед жаротрубными котлами устанавливать регулятор давления для снижения его до 1,0 МПа, а затем циркуляционными насосами, установленными за котлом, поднимать его до требуемого значения. При этом, насосы должны были работать при более высокой температуре и соответственно стоить дороже с уменьшенным ресурсом.

Одной из попыток преодолеть пределы по температуре и давлению теплоносителя является разработка комбинированной конструкции, когда камера разворота выполняется в виде водотрубной теплообменной поверхности. Такой прием приводит к уменьшению размеров цилиндрического корпуса котла, повышается пластичность котла, температурные расширения воспринимаются как передним, так и задними днищами, поверхности теплообмена частично перемещаются из третьего хода в первый и второй. Однако все это ведет к увеличению стоимости котлов.

Реальным путем замены изношенных водотрубных котлов в централизованных системах теплоснабжения является использование так называемых циркуматов, являющихся разновидностью водотрубных котлов – трехходовых по ходу продуктов сгорания с принудительной циркуляцией теплоносителя в спиральных змеевиках. Внутренний ход змеевика навит плотно виток к витку и образует топку вокруг факела горелки. Наружные ходы змеевика расположены в конвективной зоне. Гидравлически циркумат работает по принципу противотока: вода из сети поступает в наружный змеевик, где начинает нагреваться уже охлажденными дымовыми газами, постепенно перемещаясь во внутренний, топочный, ход змеевика. За счет такого решения удается избежать ударных тепловых нагрузок на металл змеевика и соответственно мощных температурных напряжений.

Такие котлы могут быть изготовлены достаточно большой мощности и могут работать в сетях с высокими параметрами теплоносителя – по температуре вплоть до 225°C. При этом они обладают высокими теплотехническими качествами с точки зрения безопасности эксплуатации – тепловое напряжение топки <1,1 МВт/м³.

При использовании экономайзера КПД такого котла на уровне 96% соответствует КПД как водогрейных котлов других типов, так и жаротрубных котлов с экономайзерами. Котел имеет малый водный объем, очень пластичен к температурным расширениям (змеевик – это фактически пружина). Котлы могут располагаться как вертикально, так и горизонтально.

При этом стоимость циркумата не превышает стоимости жаротрубного котла, а при мощностях 10 МВт и выше становится меньше стоимости последнего.

Таким образом котлы типа циркумат открывают реальную возможность замены отслуживших свое водотрубных котлов в котельных централизованных систем теплоснабжения не меняя параметров теплоносителя в сетях и не прибегая при этом к дорогостоящим изменениям в тепловых и гидравлических схемах котельных.

**ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА СВІТЛОВІДБИВАННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ
КОРИСНОЇ ДІЇ ЦИЛІНДРИЧНИХ СВІТЛОВИХ ШАХТ**

*Національний університет водного господарства та
природокористування, Україна*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [2-4] розглядалося моделювання ефективності (ККД) циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиттям світла. В роботі [1] порівнювалися ефективності таких шахт. Проте в них не розглядався вплив коефіцієнта світловідбиття світлової шахти на ККД і оптимальні пропорції світлової шахти для заданого значення дифузного або дзеркального коефіцієнта світловідбиття.

Формулювання цілей та завдання статті. В даній роботі поставлена мета – показати вплив коефіцієнта світловідбиття на ефективність циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиттям світла за однакових геометричних параметрів шахт, а також запропонувати спосіб вибору одного з параметрів шахти таким чином, щоб забезпечити максимальний ККД, створений відбитим від внутрішньої поверхні шахти світлом, при заданому значенні коефіцієнта світловідбиття.

Основна частина. Світловий потік на виході з шахти створюється прямим світлом від небозводу і світлом, відбитим від внутрішньої поверхні шахти. Оскільки світловий потік, створений прямим світлом, залежить тільки від геометричних параметрів шахти, то для шахт однакових параметрів він буде теж однаковим і не залежатиме від виду відбиття (дифузне або дзеркальне) і значення коефіцієнта світловідбиття внутрішньої поверхні шахти. Тому ККД світлових шахт однакових геометричних параметрів з дифузним і дзеркальним відбиттям світла будуть відрізнятися лише за рахунок відбитого світлового потоку, який залежить також від значення коефіцієнта світловідбиття. Зважаючи на це, на рисунках 1 і 2 показані залежності ККД, який створюється відбитим світлом, від індексу шахти для різних значень коефіцієнта світловідбивання: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.97. На рис. 1 – для шахти з дзеркальним коефіцієнтом відбивання, а на рис. 2 – з дифузним (нижні криві на обох рисунках відповідають значенню коефіцієнта світловідбиття 0.1, а верхні – 0.97). Під індексом шахти в будівельній світлотехніці розуміють відношення суми площ її вхідного та вихідного отворів до площі бічної поверхні шахти або, що те ж саме для циліндричних шахт, відношення радіусу до висоти шахти. Залежності отримані шляхом розрахунку ККД в середовищі MathCad на векторі значень індексу світлової шахти з використанням авторських програм [3, 4]. Отримані точки проінтерпольовано в цьому ж середовищі кубічними сплайнами.

Зрозуміло, що світлові шахти з внутрішніми поверхнями, які мають малі значення коефіцієнта світловідбиття, в реальній практиці не використовуються. Проте криві для таких значень коефіцієнта розраховані для "повноти картини" і наочно демонструють причину, з якої їх не використовують.

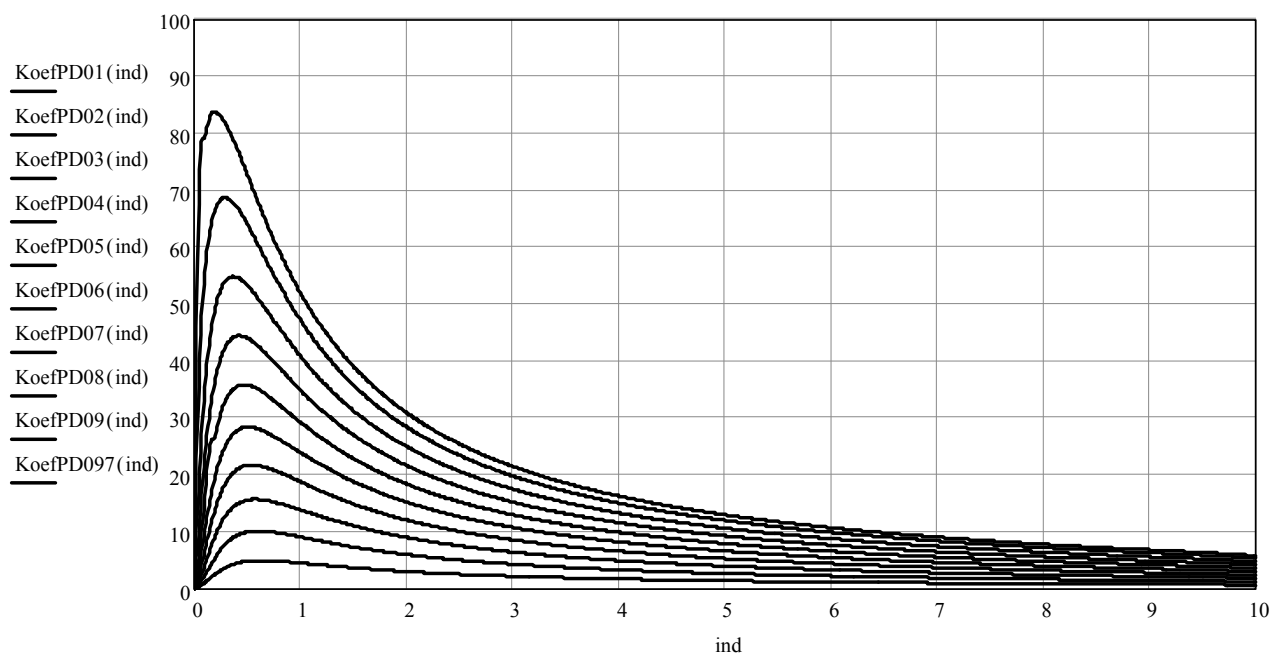


Рис. 1

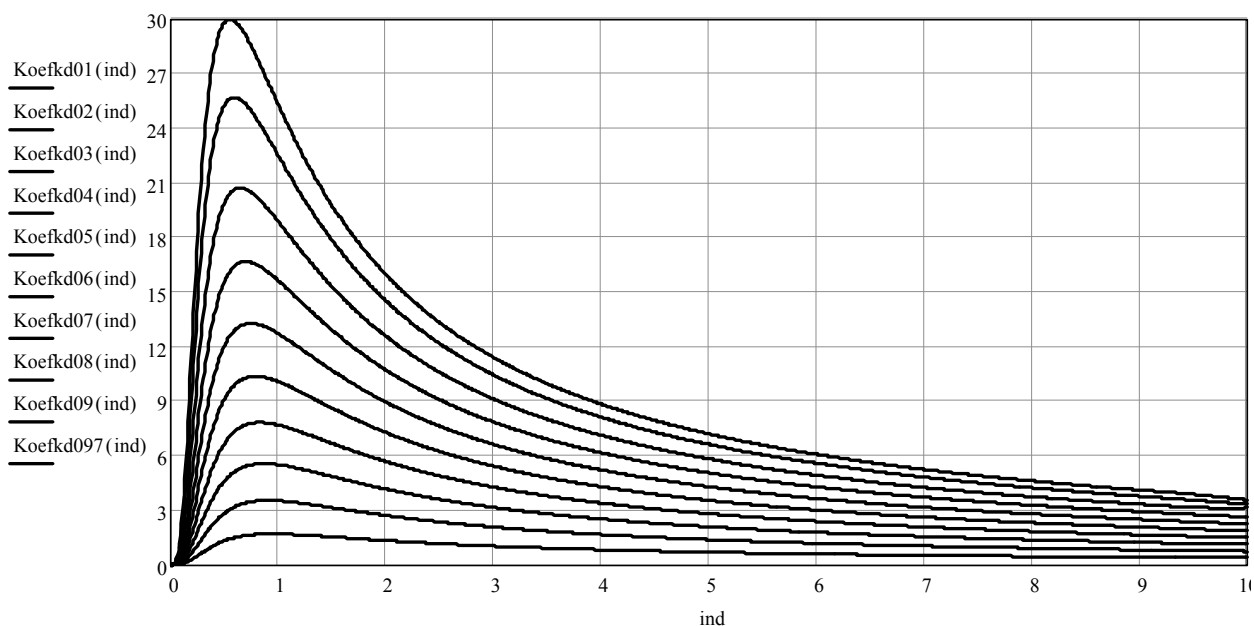


Рис. 2

Як видно з рисунків 1 і 2, максимальні значення ККД припадають на відрізок значень індексу шахти 0.4 – 1.0, що відповідає реальним параметрам циліндричних світлових шахт. При збільшенні індексу шахти (збільшенні її радіусу) значення ККД, створеного відбитим світлом, різко зменшуються, а потім поступово прямують до нуля (криві асимптотично наближаються до горизонтальної осі). Тобто внесок відбитого світла у загальний ККД шахти стає

несуттєвим у порівнянні з внеском прямого світла. Фізично це пояснюється тим, що освітленість обернено пропорційна відстані від освітлювальної точки до джерела світла. Джерелом відбитого світла в нашому випадку є внутрішня поверхня шахти, і при збільшенні її радіусу в центральну зону вихідного отвору відбите світло доходить сильно ослабленим. Тому, якщо ми не хочемо збільшувати ККД шахти тільки за рахунок прямого світла від небозводу (а такі отвори по своїй фізичній суті вже не є світловими шахтами), треба призначати пропорції шахти (її індекс) близькими до значень, які відповідають максимальному внеску відбитого світла у загальний ККД.

Для вибору оптимального значення індексу світлової шахти при заданому значенні коефіцієнта світловідбиття з графіків, наведених на рис. 1, 2, були зняті значення індексу, які відповідають максимальному значенню ККД, створюваному відбитим світлом. В результаті побудовані криві залежності індексу шахти від коефіцієнта світловідбиття для дзеркально і дифузно відбиваючих шахт (рис. 3). Зрозуміло, що при збільшенні коефіцієнта світловідбиття значення індексу шахти, які відповідають максимальному внеску у ККД відбитого світла, зменшуються як для шахт з дифузним, так і для шахт з дзеркальним відбиттям. Але для дзеркально відбиваючих шахт при значеннях коефіцієнта відбиття більших за 0.9 і менших за 0.2 значення індексу практично стабілізується. Графіки на рис. 3 дещо осцилюють. Це пояснюється тим, що значення індексів, які відповідають максимальним значенням ККД, знімалися з проінтерпольованих графіків (рис. 1, 2), а кількість розрахованих точок, можливо, була замалою. З рис. 3 видно, що для дифузно відбиваючих шахт при однаковому значенні коефіцієнта світловідбиття оптимальному значенню ККД відповідають шахти з більшим значенням індексу (верхня крива), тобто шахти більшого радіусу.

Графіки, наведені на рис. 3, можна використати для вибору одного з геометричних параметрів шахти, якщо відомі значення коефіцієнта світловідбиття (дифузного або дзеркального) і з певних причин (технологічних, конструктивних тощо) значення одного з геометричних параметрів шахти. Наприклад, нехай внутрішня поверхня шахти має коефіцієнт світловідбиття 0.9 і висота покриття будівлі, в якому влаштовується світлова шахта, становить 2.5 м (орієнтовна висота шахти). Тоді значенню коефіцієнта світловідбиття 0.9 відповідають значення індексу, який забезпечує максимальний ККД, що створюється відбитим світлом: для дифузно відбиваючої шахти – 0.59, для дзеркально відбиваючої шахти – 0.2. Оскільки індекс шахти – це відношення радіусу до висоти, то радіус шахти для дифузно відбиваючої становитиме – 1.475 м, а для дзеркально – 0.5 м. Якщо ж відомий радіус шахти, то аналогічним чином можна визначити її висоту.

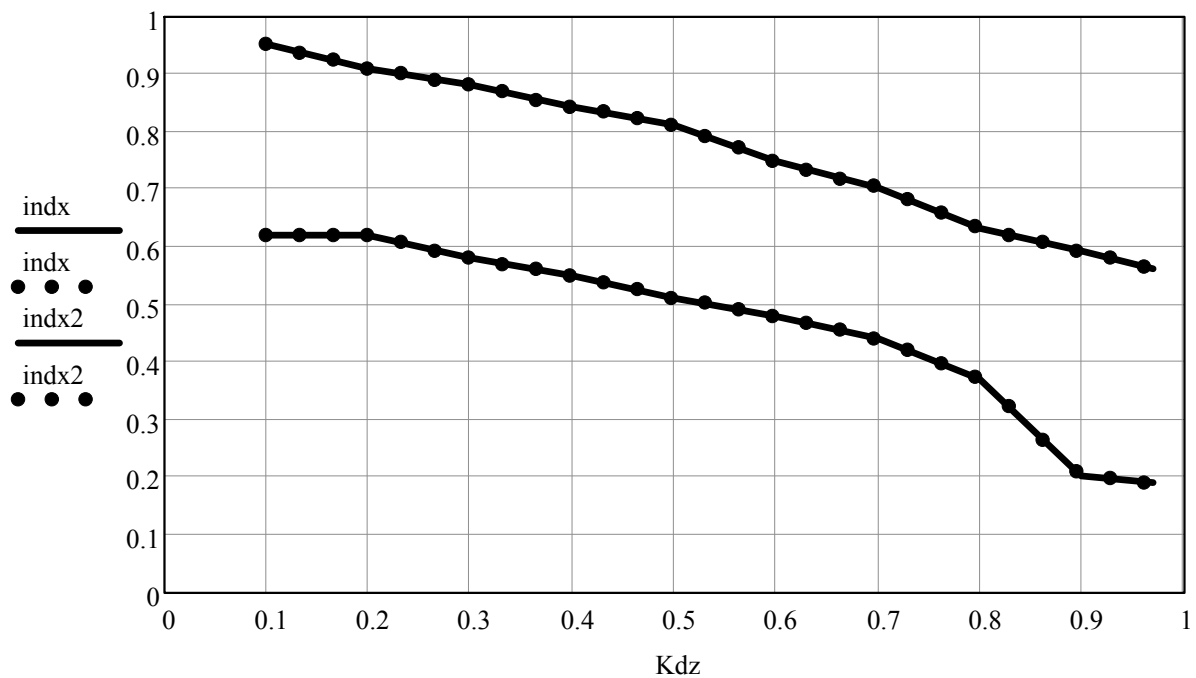


Рис. 3

Висновки і перспективи подальших досліджень. Аналіз впливу коефіцієнта світловідбиття на ефективність світлових шахт свідчить, що максимальний внесок у загальний ККД відбитого світла спостерігається на невеликому діапазоні зміни індексу світлових шахт. Причому цей діапазон відповідає їх реальним пропорціям. Дзеркально відбиваючі шахти за однакових геометричних параметрів мають значно більшу ефективність ніж дифузно відбиваючі шахи, обумовлену саме відбитою складовою вихідного потоку. Для ефективного використання цієї особливості необхідно при заданому коефіцієнті світловідбиття внутрішньої поверхні шахти приймати її індекс за графіками, наведеними на рис. 3.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на моделювання ККД дзеркально відбиваючих шахт інших форм, порівняння їх ефективності з ефективністю дифузно відбиваючих шахт таких же форм та розробку методів розрахунку освітленості та інших характеристик світлового поля під дзеркально відбиваючими світловими шахтами.

Іншим не менш важливим напрямком досліджень може бути моделювання освітленості та інших характеристик світлового поля під шахтами різних форм, коли джерелом світла є ясний небозвід і сонце. В цьому випадку згадані характеристики будуть функціями сонячного часу, тобто модель буде динамічною.

В статье анализируются зависимости коэффициента полезного действия (КПД) цилиндрических световых шахт с диффузным и зеркальным отражением света одинаковых геометрических параметров, от значения коэффициента светоотражения. Источником света является пасмурный

небосвод по стандарту Международной комиссии по освещению (МКО). Приведены зависимости коэффициента полезного действия шахт от их индекса при различных значениях коэффициента светотражения и показаны зависимости индекса шахты, соответствующие максимальным значениям КПД, от коэффициента светотражения.

The article examines the coefficient of performance (COP) of cylindrical light shafts with the diffuse and mirror reflection of light of identical geometric parameters from the value of the coefficient of light reflection. The light source is a cloudy sky on the standard of the International commission on illumination (ICI). Shows the dependence of the efficiency of shafts from their index for various values of coefficient of light reflection, and shows the dependence of index of the shafts corresponding to the maximum values of COP from light reflection coefficient.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гарбарук Ю.В., Кундрат Т.М., Пугачов Є.В. Порівняння коефіцієнта корисної дії циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиванням світла // Технічна естетика і дизайн. – 2010. – Вип. 8. – С. 75 – 79.
2. Кундрат Т.М. Геометричне моделювання освітленості від світлових шахт з дифузним відбиванням світла: дис. ... кандидата техн. наук: 05.01.01. – Київ., 2010. – 198 с.
3. Пугачов Є.В., Кундрат Т.М. Моделювання ефективності циліндричних світлових шахт з дифузним відбиванням світла // Системні технології: регіон. міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНВП “СТ”, 2006. – Вип. 3(44). – С. 82–87
4. Пугачов Є.В., Кундрат Т.М. Ефективність світлових шахт з дзеркальним відбиванням світла // Прикл. геометрія та інж. графіка 2006. – Вип. 76. – С. 63–67.

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ В УКРАЇНІ. СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ

Одним із основних видів альтернативної енергії є енергія сонячного випромінювання – сонячна енергія. Використання сонячних променів мало місце ще з прадавніх часів (приготування їжі, розведення вогню, сушіння овочів тощо). В наш час Сонце застосовують в якості постійного, стабільного та безкоштовного генератора енергії в промислових і побутових цілях. Для вловлювання сонячної енергії створені спеціальні панелі-накопичувачі-перетворювачі. Спільним для всіх типів сонячних накопичувачів є їхня орієнтація на південь з кутом нахилу до горизонту приблизно 30 градусів. Це дає змогу отримати на 15-20% більше енергії порівняно з горизонтально розташованими елементами. Також при монтажі варто враховувати можливе затінення деревами, сусідніми будівлями.

На сьогоднішній день існує принципово два різних рішення акумулювання сонячної енергії: фотогальванічні панелі, які перетворюють тепло Сонця на електроенергію, та сонячні колектори, які безпосередньо використовують сонячне тепло за рахунок циркуляції теплоносіїв (різних рідин).

Фотогальванічна установка (ФГ-установка) перетворює сонячне світло в електричний струм. Фотогальванічний процес перетворює сонячне світло в електричну енергію. Для цього необхідний напівпровідник (у 95% всіх установок – кремнієвий), який перетворює кванти світла (фотони), що потрапили на його поверхню, в постійний електричний струм. Струм збирається через металеві контакти. Багато фотоелементів збирається в блоки. Такі блоки, або фотогальванічні панелі, захищені від впливів навколишнього середовища склом і полімерами, складають основу сонячної (фотогальванічної) установки.

Електричний струм із ФГ-установок може використовуватися для забезпечення електроенергією незалежно від мережі. Для цього отримана сонячна електроенергія використовується безпосередньо, або накопичується в перезарядних батареях. Для використання в традиційних приладах змінного струму отриманий постійний струм може бути перетворений в інверторі. Якщо необхідно отримати виключно постійний струм, можна відмовитися від застосування інвертора. Такого роду вискоелективні автономні ФГ-системи часто використовуються в житлових будинках поза містом або інших будівлях, віддалених від мережі.

Енергія, що виробляється ФГ-установками, які працюють із максимальною продуктивністю саме в обідній час, коли споживається найбільша кількість електроенергій, має велику цінність.

Планування потужності ФГ-установки. Один квадратний метр панелі з фотоелементами виробляє 90-125 кВт-год змінного струму на рік (1/3 в

зимовий і 2/3 в літнє півріччя). Для планування майбутньої установки слід враховувати, що:

- середня сім'я із 4-х людей споживає близько 3000 кВт-год електроенергії на рік (без гарячої води);

- на кВт встановленої потужності необхідно 800-900 кВт-год електроенергії. Типовому господарству для повного покриття річної потреби в електроенергії необхідне встановлення фотогальванічних батарей площею 25-35 м². Фотогальванічна установка не має рухомих частин, а тому термін її експлуатації дуже великий. Фотоелементи із часом мало змінюють продуктивність (80% номінальної потужності після 20-ти років експлуатації). Термін експлуатації визначається тільки механічними пошкодженнями і становить 20-30 років.

Всі фотоелектричні системи (ФЕС) поділяють на два типи: автономні та з'єднані з електричною мережею. Станції другого типу віддають надлишки енергії в мережу, яка служить резервом у разі виникнення внутрішнього дефіциту енергії.

Автономна система складається з набору сонячних модулів (СМ), розміщених на опорній конструкції або на даху, акумуляторної батареї (АКБ), контролера заряду акумулятора, з'єднувальних кабелів. Якщо споживачеві необхідно мати змінну напругу, то до цього комплексу додається інвертор-перетворювач постійної напруги в змінну.



Для розрахунку ФЕС необхідно вибрати їх тип, умови експлуатації та ємності АКБ, а потім визначити: номінальну потужність їх модулів, кількість, схеми з'єднання, потужності інвертора і контролера заряду-розряду, параметрів з'єднувальних кабелів.

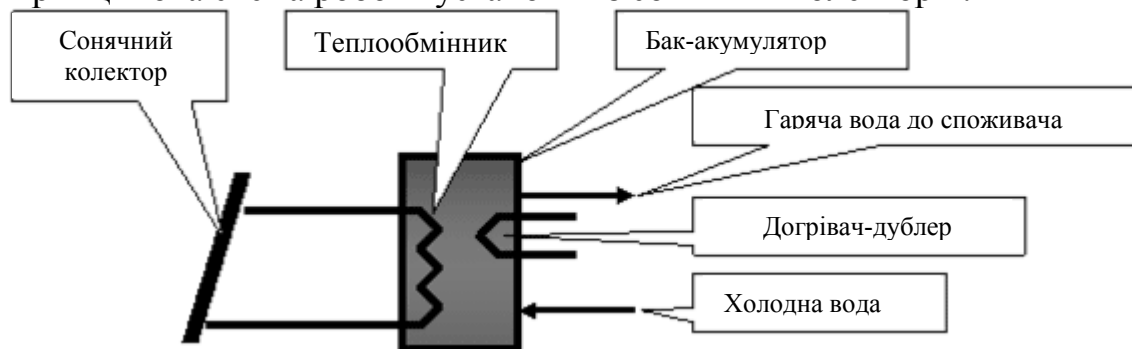
Максимальний ККД, який отримано в лабораторіях на сьогоднішній день, становить 45%.

Сонячні колектори застосовуються для нагріву води у системах гарячого водоспоживання, опалення та підігріву води в басейнах. Приблизно 1/3 загального енергоспоживання в Україні припадає на опалення будівель (за даними Viessmann). Значний потенціал економії ресурсів знаходиться в системах постачання гарячої води. Сонячні колектори разом із накопичувальними водонагрівачами в наших широтах у літні місяці представляють собою найбільш цікаву альтернативу використання газового

котла. Навіть у перехідний період (осінь-весна) завдяки підтриманню системи опалення за рахунок геліосистем часто можна вимикати опалювальний котел.

За даними компанії «Крим-Солар-Сервіс», в осінньо-весняний період від Сонця можна отримати 40...50% необхідної енергії на опалення будівель. У середньому потік сонячного випромінювання на земну поверхню складає 100...250 Вт/м² на рік (залежно від кліматичних умов місцевості), досягаючи пікових значень опівдні при ясному небі практично в будь-якому (незалежно від широти) місці, близько 1 000 Вт/м².

Принципова схема роботи установки з сонячних колекторів:



Сонячна водонагрівальна установка СВУ складається з сонячного колектора і теплообмінника-акумулятора. Через сонячний колектор циркулює теплоносій (антифриз, вода, пропиленгліколь). Теплоносій нагрівається в сонячному колекторі енергією сонця і віддає потім теплову енергію воді через теплообмінник, вмонтований в бак-акумулятор, у якому гаряча вода зберігається до моменту використання, а тому він повинен мати хорошу теплоізоляцію. У першому контурі, де розташований сонячний колектор, може використовуватися природна або примусова циркуляція теплоносія. У бак-акумулятор може встановлюватися електричний або інший автоматичний нагрівач-дублер. При пониженні температури нижче встановленої (тривала похмура погода або мала кількість годин сонячного сяйва взимку) нагрівач-дублер автоматично вмикається і донагріває воду до заданої температури.

Кожна з систем опалення сонячними колекторами може мати природну і примусову циркуляцію теплоносія. Тому система тепlopостачання може бути із пасивної (природною) або активною циркуляцією.

При природній циркуляції теплоносія в системі (термосифонна система) гарячий теплоносій піднімається вгору, тому бак-накопичувач повинен розташовуватися вище сонячного колектора. Якщо таке розташування неможливе або недоцільне, повинна застосовуватися система з активною циркуляцією теплоносія.

Існує кілька конструкцій сонячних колекторів, що використовуються в побутових водонагрівальних і опалювальних системах. Найбільш часто застосовуються три основних види колекторів:

- плоский колектор з селективним покриттям;
- прямоточний вакуумний колектор;
- вакуумний колектор із тепловими трубами.

Останні два типи колекторів подібні між собою, тому надалі у статті називатимемо їх «вакуумними колекторами». У чому ж різниця між плоскими і вакуумними колекторами?

Плоский сонячний колектор – найпоширеніший вид сонячних колекторів, що використовуються в побутових водонагрівальних і опалювальних системах. Цей сонячний колектор є теплоізолюваною заклопанною панеллю, в яку поміщена пластина поглинача, під якою розміщено змієподібна система трубок, по яких циркулює теплоносій. Пластина поглинача виготовлена з металу, що добре проводить тепло (наприклад міді або алюмінію). Пластина поглинача оброблена спеціальним високоселективним покриттям, яке краще утримує поглинене сонячне світло. Завдяки склінню (в плоских сонячних колекторах зазвичай використовується матове скло з низьким вмістом заліза, що пропускає тільки світло) знижуються втрати тепла. Дно і бокові стінки сонячного колектора покривають теплоізоляційним матеріалом, що зменшує теплові втрати.

Сонячний водонагрівач із вакуумним колектором, найбільш ефективний, хоча й найдорожчий. Він складається з двох основних елементів:

- зовнішнього блоку – сонячних вакуумних колекторів;
- внутрішнього блоку – резервуара-теплообмінника.

Зовнішній блок складається з мідних зачорнених трубок і відбиваючого шару. Прямі сонячні промені нагрівають чорні трубки, а відбиті від відбиваючого шару сонячні промені фокусуються на зворотньому боці трубок.

Сонячний вакуумний колектор забезпечує збір сонячного випромінювання в будь-яку погоду, послаблюючи залежність від зовнішньої температури. Коефіцієнт поглинання енергії колекторів досягає 98%, але з-за втрат, пов'язаних з віддзеркаленням світла скляними трубками та їх неповної світлопроникності, він нижчий.

Якщо порівнювати ефективність вакуумних і плоских сонячних колекторів у холодну пору року, то перше місце займуть вакуумні сонячні колектори за рахунок високої теплоізоляції та вакууму. При позитивній температурі в теплу пору року, різниця в ККД не істотна. Велика різниця в роботі установок стає значно помітною при температурі повітря нижче -15°C .

Якщо брати до уваги не дуже суворі температурні показники в Україні взимку, високу сонячну активність в теплу пору року, простоту конструкції сонячних установок і, порівняно, низькі на них ціни, то для нашої країни найкраще підходять плоскі сонячні колектори.

Магістерська дипломна робота

У магістерській роботі було проаналізовано можливість обігріву води у басейні об'ємом 84 м^3 на 10 поверсі готельно-офісної будівлі «Харків Палац» за допомогою сонячних колекторів. Були використані вакуумні колектори Viessmann типу Vitosol 200-T, які найкраще підходять для підігріву води в басейнах. Оскільки надходження сонячної енергії у Харкові є сезонним, то при проектуванні геліоконтурі було підключено догрівач-дублер, який у

перехідний та зимовий період може компенсувати недостаючу кількість енергії. За розрахунком, для підтримання стабільної температури води в басейні знадобилося 22,5 м² сонячних колекторів. На даху будівлі встановлено вісім панелей по 3,0 м², що загалом дало 24,0 м² корисної площі. Всі розрахунки були виконані згідно рекомендацій компанії Viessmann щодо проектування сонячних колекторів.

Варто підкреслити, що у нашої держави хороші показники інсоляції (річного потоку сонячної радіації), що становить в середньому 1200 кВт • год на 1 м², що значно більше, ніж у Німеччині – найбільшому ринку фотовольтаїки в ЄС. Розвиток альтернативних джерел енергії потребує реальної державної підтримки. За умов стабільного фінансування «зеленої» енергії та використання «зелених тарифів» в Україні можна створити потужній енергетичний комплекс, який би покривав щороку дедалі більший відсоток загальної енергії країни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Viessmann. Книга о «солнце». Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. – К.: Злато-граф, 2010. – 196 с.
2. Гетун Г.В. Архитектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник. – К.: Кондор, 2011. – 378 с.
3. Соловьёв А.К. Физика среды: Учебник. – М.: АСВ, 2011. – 352 с.
4. <http://zn.ua> (про сонячну енергетику).

Анотація

У статті розглянуті основні типи накопичувачів сонячної енергії, виконано їхній порівняльний аналіз для кліматичних умов України. Наведено перспективи розвитку альтернативних джерел енергії в Україні.

Аннотация

В статье рассмотрены основные типы накопителей солнечной энергии, сделан их сравнительный анализ для климатических условий Украины. Приведены перспективы развития альтернативных источников энергии в Украине.

Annotation

In the article considered main types of solar energy storages, a comparative analysis was made for the climatic conditions of Ukraine. An alternative energy sources perspectives for Ukraine were given.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Плачевное состояние коммунальной теплоэнергетики провоцирует выдвижение радикальных предложений ликвидировать системы централизованного теплоснабжения вплоть до перехода к поквартирным системам отопления с автономными источниками теплоты. Такие радикальные предложения безусловно не могут быть приняты, поскольку централизованные системы теплоснабжения еще не исчерпали заложенных в них возможностей. Реконструкция и модернизация систем на основе современных технических решений позволяет резко сократить потери в них и повысить их эффективность.

Любая система централизованного теплоснабжения состоит из трех основных объектов – источник теплоты, тепловые сети и абонентские вводы потребителей. Оборудование этих объектов сегодня если не отработало свой паспортный срок эксплуатации, то приближается к нему и требует либо замены, либо кардинальной реконструкции или модернизации. Анализ показывает, что наименьшие сроки окупаемости в силу различных причин характерны для источников теплоты. Оборудование большей части котельных систем централизованного теплоснабжения давно нуждается в замене, но это требует больших финансовых затрат, которые сегодня не под силу государству и поэтому единственный реальный путь повышения надежности и энергоэффективности теплогенерирующих мощностей – это их модернизация и реконструкция [1].

Водогрейные отопительные котельные в подавляющем большинстве скомпонованы по одной схеме, которая имеет ряд недостатков. Для поддержания постоянного расхода теплоноситель прокачивается сетевыми насосами через все котлы вне зависимости от того, сколько котлов работает одновременно. Точно также постоянно работает рециркуляционный насос. Естественно, это приводит к перерасходу электроэнергии и к увеличению расхода теплоты на собственные нужды. Для уменьшения этих непроизводительных потерь гидравлическую схему котельной нужно изменить, оснастив каждый котел собственными питательным и рециркуляционным насосами, что приведет к созданию отдельных котельного и наружного контуров теплоснабжения, разделенных гидравлическим разделителем.

Уже имеется положительный опыт использования подобных схем в котельных мощностью 3 МВт и 4 МВт, который можно расширить и на котельные большей мощности.

Все водогрейные котлы, которыми укомплектованы отопительные котельные систем централизованного теплоснабжения, для анализа можно

разделить на три категории по мощности, например как в [2]: до 1 Гкал/час, от 1 Гкал/час до 10 Гкал/час, более 10 Гкал/час.

Кроме котлов некоторых серий первой категории – малой мощности, которые выполнены из сборных чугунных секций, все они – водотрубные. Конструктивно большинство котлов представлены всего несколькими сериями и поэтому их анализ не представляет особой сложности. Это следующие серии – НИИСТу, ТВГ и КВГ, КВГМ и ПТВМ. С точки зрения теплотехнической эффективности все они, кроме НИИСТу, удовлетворяют сегодняшним требованиям. Однако им присущи некоторые общие недостатки, которые можно и нужно исправлять, используя достижения современной техники. Комплексы автоматического управления и контроля работы, которыми они оснащены, безусловно устарели и требуют незамедлительной замены. Устарели также для котлов серий КВГМ и ПТВМ и горелки, имеющие узкий диапазон регулирования. Конструкция котлов серии ПТВМ, кроме того, предполагает наличие большого количества горелок, что затрудняет автоматическое управление их работой и плавное регулирование нагрузки. Обмуровка всех перечисленных серий котлов выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации в ней появляются многочисленные трещины, которые приводят к увеличению присосов и, как следствие, увеличению потерь с уходящими и снижению КПД. Для котлов всех серий характерно использование труб диаметром 28 мм в виде горизонтальных пакетов труб в конвективных пучках, что, во-первых, увеличивает гидравлическое сопротивление котлов, и, во-вторых, делает их чрезвычайно чувствительными к качеству воды.

Ко второй категории по мощности котлов можно отнести также паровые котлы серий ДКВР и ДЕ, переведенные в водогрейный режим и также эксплуатирующиеся в отопительных котельных. Кроме неудачных конвективных пучков, эти котлы обладают теми же недостатками, что и чисто водогрейные котлы, связанные с обмуровкой и горелками с комплексами автоматики.

При ремонтах котлов с заменой конвективных пакетов с трубами диаметром 28 мм, которые происходят достаточно часто ввиду их зарастания отложениями из-за некачественной очистки теплофикационной воды, конвективные пакеты надо заменить на пакеты с трубой большего диаметра, а изменение площади теплообмена труб с дымовыми газами компенсировать оребрением труб [3], тем более, что в настоящее время существуют технологии, например, высокочастотной сварки, позволяющие очень надежно скрепить ребро с телом трубы и нанести на оребренную трубу методом напыления слой легированной стали либо алюминия для предотвращения коррозии.

Модернизация котлов в части обмуровки может производиться по опыту, например, немецких коллег [4]. Они произвели модернизацию котлов серии ПТВМ путем устройства газоплотного экрана за счет вваривания между экранными трубками металлических вставок и заменой штатной обмуровки минераловатными плитами, закрытыми снаружи металлическим сайдингом, что позволило избавиться от присосов и сделать избыток воздуха точно

регулируемым. Этот прием может быть использован для всех рассмотренных категорий котлов.

Большинство серий эксплуатируемых водогрейных котлов предназначены для работы под разряжением и поэтому они оснащаются дутьевыми вентиляторами и дымососами. Поскольку нагрузка на котлы изменяется, то изменяется и расход газа, а это влечет за собой изменение расхода воздуха и производительности дымососа для поддержания постоянного разряжения. Однако тягодутьевые машины почти во всех отопительных котельных регулируются при помощи направляющих аппаратов. При этом, расход электроэнергии на привод машин остается постоянным. Опыт установки регуляторов частоты оборотов электродвигателей тягодутьевых машин показывает, что это мероприятие дает значительную экономию электроэнергии и является одним из самых быстрокупаемых [5].

Одной из проблем, которые необходимо решать при организации централизованного теплоснабжения, является жесткость воды, которая отрицательно сказывается на эффективности работы котлов и теплообменников котельной, образуя на их поверхности накипь. Традиционные методы ионного обмена достаточно сложные, дорогие, требующие неукоснительного соблюдения технологических регламентов, несоблюдение которых может привести к досрочному окончанию жизненного цикла котла. Экологически этот метод также небезупречен. В последнее время ведутся работы по поиску менее сложных методов подготовки воды и чистки теплообменных поверхностей от накипных отложений [6]. К наиболее перспективным необходимо отнести метод магнитной обработки воды и добавление в нее поверхностно-активных веществ. Оба метода существенно снижают накипеобразование, если не предотвращают их вовсе. Кроме того, второй метод снижает и гидравлическое сопротивление сетей теплоснабжения [7].

Большой проблемой для систем теплоснабжения является наличие коррозионно-активных газов в теплофикационной воде. В мощных станциях теплоснабжения для решения задачи удаления этих газов устанавливают атмосферные деаэраторы и используют специальные паровые котлы для снабжения деаэрационно-питательных установок паром. Для квартальных и групповых котельных предлагаются вакуумные деаэрационно-питательные установки, которые очень требовательны к технологической дисциплине в обслуживании и при ослаблении последней свою функцию не исполняют в должной мере. В тоже время такие котельные чаще всего работают по отопительному графику с температурой теплоносителя 95-70 °С, при котором активностью растворенной углекислоты можно пренебречь и основным коррозионно-активным элементом является кислород. Поэтому в таких случаях возможно отказаться от вакуумных деаэраторов, реализующих термический метод деаэрации, увеличивающий затраты теплоты в котельной на собственные нужды, и переходить на гораздо более дешевый и надежный метод химического обескислороживания.

Особняком стоят системы внутреннего газоснабжения котельных. Традиционным для эксплуатирующихся котельных является устройство общего

газорегулирующего устройства (ГРУ) для всех котлов на входе газопровода в котельную или газорегулирующего пункта (ГРП) перед котельной и раздачей газа затем посредством распределительного коллектора большого диаметра (поскольку он в определенной мере выполняет функцию ресивера) горелкам котлов. Успехи машиностроения в области разработки надежных и точных регуляторов давления широкого диапазона регулирования и предохранительных клапанов позволяют сегодня отказаться от использования ГРУ и коллекторов-ресиверов, которые не позволяют гидравлически развязать газопроводы горелок и перейти к более современным схемам автоматического регулирования и управления горелками и котлами, в том числе и в каскадном режиме.

Очень эффективным шагом в снижении удельных расходов топлива и повышения экологических характеристик котлов является замена систем автоматики и горелок.

Современные системы автоматизации работы котлов позволяют удовлетворить все требования СНиП II-35-76 [8] к подобным системам. В этой части СНиП до сих пор не устарел, скорее наоборот – только современный уровень техники подтянулся к заложенным в нем требованиям. Современные системы позволяют реально осуществлять эксплуатацию котельных без постоянного присутствия обслуживающего персонала, осуществлять каскадное управление несколькими горелками на одном котле или несколькими котлами, осуществлять регулирование мощности котельной установки в соответствии с реальными запросами потребителей на отопление по погодным условиям и на горячее водоснабжение по изменяющемуся водоразбору, очень точно регулировать соотношение топливо-дутьевой воздух с возможным регулированием по изменяющимся параметрам наружного воздуха. Имеется опыт использования современных средств автоматизации работы котлов ДКВР с горелками ГМГ и ГМУ в комплекте с газовой арматурой и частотным регулированием работы тягодутьевых машин. Производственное предприятие «Специнжбуд» еще в 2002 году модернизировало котел ДКВР-6,5/13, заменив две штатные горелки ГМГ на одну (в целях экономии средств на газовой арматуре) более мощную той же серии и полностью автоматизировав работу котла. При этом был достигнут средневзвешенный КПД во всем диапазоне нагрузок 93%. Концентрации CO и NO_x получены в пределах сегодняшних европейских требований. В 2007 году был модернизирован котел ДКВР-10/13 с заменой штатных двух горелок на одну горелку ГМУ-7 с теми же результатами. Для котлов серий ДКВР и ДЕ, учитывая их массовую распространенность, такие немецкие производители как Weishaupt [9] и Saacke специально разработали модернизацию своих стандартных горелок в короткофакельном варианте. После соответствующих испытаний были выпущены совместно с заводами-изготовителями котлов этих серий рекомендаций по оснащению их котлов указанными горелками. Известны публикации об использовании горелок СНГ и МДГГ на котлах этих серий, однако каких-либо упоминаний об испытаниях этих горелок на Бийском котельном заводе нет.

Чем мощнее котел, тем больше эффект от замены комплекта горелок с автоматикой, отсюда интерес многих европейских производителей к привязке своих горелок к мощным котлам серий КВГМ и ПТВМ. По-видимому, первые работы были произведены производителем Saacke GmbH на котлах ПТВМ-100 в Дрездене и Ростоке в 1994-1995 году, где были заменены 16 штатных горелок РГМГ на шесть штук. В Шверине (ФРГ) был реконструирован котел ПТВМ-50. При этом двенадцать штатных горелок были заменены на 2 горелки компании Ray GmbH. В 1998 году Венгрии был реконструирован котел ПТВМ-30, при этом шесть штатных горелок были заменены на три горелки компании Weishaupt с расположением их не на стенках топки, а в поду. В Софии (Болгария) был реконструирован котел ПТВМ-100 с увеличением мощности на 20 МВт и при этом 16 штатных горелок были заменены на 4 горелки компании Oilon (Финляндия) и расположены по двум сторонам топки на разных уровнях с направлением факела под углом в низ [10]. В г. Алитус (Литва) французская компания Fives Pillard реконструировала котел ПТВМ-50, оставив штатное количество горелок – 12, но полностью изменив схемы подачи воздуха и газа. В Украине также имеется опыт модернизации котлов серии ПТВМ. Так же, как и в Литве, на котле ПТВМ-50 в Горловке произведена замена штатных горелок на горелки СНГ [12], а в Запорожье и Южном (Одесская обл.) подобная замена произведена на котле ПТВМ-30. При этом, ни система газоснабжения, ни система воздухоподачи не менялась. Если заграничный опыт однозначно показал положительный эффект в росте средневзвешенного КПД до 93-94% и улучшением экологических характеристик котлов, то отзывы эксплуатационщиков об украинских реконструированных котлах неоднозначны.

Котлы серии КВГМ также подвергались модернизации. В Риге (Латвия) в 2005 году котел КВГМ-100 был подвержен частичной модернизации: в нем одна штатная горелка была заменена на горелку компании ELKO (Германия), которая отработывала изменяющуюся часть нагрузки сверх номинальной на штатные горелки и работала летом на малых нагрузках при покрытии нагрузки на горячее водоснабжение. Автоматика была полностью заменена. Затем там же был модернизирован другой котел этой серии путем замены трех штатных горелок на четыре горелки компании Todd, что связано, по-видимому, с отсутствием у компании горелок с необходимой длиной факела, либо отсутствием горелок необходимой мощности. В Таллинне (Эстония) компанией Fives Pillard (Франция) проведена реконструкция такого котла с заменой трех штатных горелок на три новые такой же мощности. Компания Saacke в Игналине (Литва) на котле КВГМ-50 заменила две штатные горелки на две новые. В г. Южном (Украина) две штатные горелки на котле КВГМ-50 были заменены на четыре горелки СНГ. Причины увеличения количества горелок неизвестны, равно как и результаты этой модернизации, которые нигде не публикуются. Для котлов этой серии, но меньшей мощности, оснащенных одной горелкой, наибольший опыт имеется в России у компании Saacke, которая имеет успешный опыт модернизации этих котлов по всему типоряду.

Особняком стоят котлы КВГ и ТВГ, которые оснащены подовыми горелками. Попытки заменить подовые горелки на вентиляторные успеха не имели, что и понятно, ибо это приводило к неравномерности температурного поля топочной среды между двухсветными экранами, что тянуло за собой неравные условия работы экранных труб вплоть до температурной и гидравлической разверки. Энергоэффективная модернизация должна заключаться в замене обычных подовых горелок на беспламенные горелки с керамическим покрытием или покрытием из металлического войлока с большим диапазоном регулирования и системы автоматики с возможностью поочередного (каскадного) включения горелок.

Анализ успешных модернизаций котлов с заменой горелок и систем автоматики показывает, что это возможно в том случае, когда модернизации предшествует предварительный анализ совместной работы котла и выбранной горелки с моделированием температурного поля и при необходимости доработки горелки под геометрические особенности топки котла. К сожалению, так происходит не всегда, отчего фиксируются в некоторых случаях неоднозначные результаты замены горелок. Для предотвращения случаев некачественной модернизации котлов необходимо создать рабочую группу, которая должна решить следующую задачу:

- провести обследование всех модернизированных водогрейных котлов на территории Украины с целью определения технического уровня модернизации и достигнутых результатов;
- обобщить заграничный и отечественный опыт модернизации котлов серий ПТВМ и КВГМ;
- определить список технических и экологических параметров и их численные значения, которым должен отвечать модернизированный котел и которые должны быть утверждены Министерством регионального развития и согласованы с Министерством экологии и Агентством по энергосбережению;
- подготовить типовой договор между организацией, выступающей генподрядчиком при модернизации котла, и владельцем котла, в котором четко должны быть прописаны санкции для генподрядчика в случае, если котел не выйдет на рекомендуемый технический уровень, определенный в результате работы по предыдущему пункту.

Результат работы по приведенной программе должен быть обобщен в специальном документе, согласованном Минрегионстроем, Госгорпромнадзором, Министерством экологии и Агенством по энергосбережению.

В состав рабочей группы по разработке документа должны войти представители производителей горелок, что обеспечит объективность и беспристрастность ее работы. Организацию ее работы может взять на себя наш университет совместно с Министерством регионального развития в лице его подразделения – Агентства развития жилищно-коммунального хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плачков И.В. Особенности построения и развития энергосистем крупных городов. Новости теплоснабжения, 2001, № 4, с. 4 – 9.
2. Сигал А.И., Коринчук Е.А. Теплоснабжение в Украине. Житлово – комунальне господарство України, 2011, № 2 (35), с. 32 -35.
3. Щелоков В.И., Ладыничев В.В., Лисейкин И.Д., Тодорович А.В. Модернизация водотрубных котлов типа ПТВМ и КВГМ. [http\ pk – imperia.ru\artikles\modernizaciya – vodogreinyx - vodotrubny](http://pk-imperia.ru/artikles/modernizaciya-vodogreinyx-vodotrubny)
4. Гламаздин П.М. Второе дыхание для котла.// Житлово-комунальне господарство України. –2010. –№ 1(24), с. 21 -22.
5. Гандзюк О. Ф., Гламаздин П. М. Перспективи модернізації існуючого пакуру котлів в Україні. Матеріали Х міжнародної конференції «Енергосбереження, безпека, екологія в промисловості і комунальній енергетиці». –Ялта, 2003 г.
6. Гламаздин П. М., Цикал К. А. Современные методы борьбы с накипеобразованием в системах теплоснабжения.// Житлово-комунальне господарство України. –2011. –№ 3(36) –С. 46-47.
7. Рыженков В. А., Седлов А. С. Использование ПАВ для снижения гидравлического сопротивления систем теплоснабжения.// Вестник МЭИ. - 2008.-№1. –С. 41-47
8. СНиП II-35-76. Котельные установки
9. Новые решения. Модернизация водотрубных котлов. Теплотех – официальный представитель Weishaupt в Украине, 2009 г.
- 10.Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П. Надежное тепло – рациональное теплоснабжение.// Инвест-Украина. –2009. –№ 2(37). –С. 22-23.
- 11.Щукин К. Реконструкция котла ПТВМ-100 с заменой горелок.// Аква–Терм. –2009. –№ 6, с.20 – 21.
- 12.Сокол А.Г. Будущее – за внедрением энергосберегающих технологий. Энергосбережения, 2006, № 3, с. 16 -17.

В статье идет речь об существующем положении в отрасли коммунального теплоснабжения, рассматриваются текущие проблемы. Детально рассмотрены ключевые элементы систем теплоснабжения и источников теплоты. Проведен анализ резервов для повышения эффективности работы систем теплоснабжения в целом и источников теплоты в частности. Анализируется зарубежный и отечественный опыт повышения эффективности работы источников теплоты. Приведены конкретные рекомендации для повышения эффективности работы источников теплоты.

In the article speech goes about existent position in industry of communal heat supply, current problems are examined. The key elements of the systems of heat supply and heating plants are in detail considered. The analysis of backlogs is conducted for the increase of efficiency of work of the systems of heat supply on the whole and heating plants in particular. Foreign and domestic experience of increasing of efficiency of work of heating plants is analyzed. Concrete recommendations are resulted for an increase of efficiency of work of the heating plants.

**ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ
ОЧИЩЕННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВІД ВІДКЛАДЕНЬ***КНУБА*

Зниження ефективності роботи систем теплопостачання у значній мірі пов'язане з утворенням накипних відкладень на функціональних поверхнях. Присутність відкладень на теплообмінних поверхнях суттєво впливає на термодинамічну ефективність, надійність та ресурс теплообмінного обладнання. Накипні утворення через свою низьку теплопровідність знижують економічність обладнання, стимулюють корозійні процеси, підвищують гідравлічний опір обладнання та трубопроводів, що призводить до перевитрат палива та електроенергії на привід насосів для транспортування теплоносія.

На сьогодні існує два способи очищення функціональних поверхонь від сольових нашарувань – механічне очищення та хімічне промивання. Механічне очищення – складний, довгий і трудомісткий процес, що вимагає залучення кваліфікованого персоналу та наявності спеціального обладнання.

Хімічне промивання здійснюють із залученням сильних кислот, таких як: соляна, сірчана, оцтова. Загальновідомою є шкода хімічних реакцій в присутності кислот по відношенню до металевих поверхонь: разом із відкладеннями руйнується структура металу обладнання. Роботи з кислотовмісними сумішами вимагають підвищеної уваги кваліфікованого персоналу та засобів індивідуального захисту. Промивна вода становить небезпеку для водного середовища і створює навантаження на очисні споруди населених пунктів. Попри функціонування водопідготовчих установок на теплоенергетичних об'єктах, комунальні підприємства змушені кожні 2-3 роки проводити очищення теплообмінних поверхонь обладнання.

В умовах складного економічного стану держави та фізичної зношеності 70% теплообмінного обладнання пошук альтернативних методів очищення теплонапружених поверхонь є вкрай актуальним. З цією метою на кафедрі теплотехніки КНУБА проводяться дослідження впливу поверхнево-активних речовин (ПАР) на інтенсивність процесу накипоутворення та зростання відкладень на основі накипу, а також можливості очищення наявних відкладень.

В техніці вже відомі спроби використання ПАР. Так, в [1] описана можливість використання ПАР для зменшення гідравлічного опору систем, в [2] викладені результати дослідження використання ПАР для попередження корозії та відкладень накипу. В якості ПАР використовувався октадециламін (ОДА). Більшість досліджених ПАР досить дорогі і, крім того, небезпечні [3]. Російські вчені [2] до розчину ПАР додавали кислоти та інгібітори. Зважаючи на дороговизну та небезпеку ПАР, які досі використовувалися, методи не набули поширення.

В якості ПАР нами використовуються естери жирних кислот на натуральній основі. Це речовини IV класу шкідливості, не корозійноактивні.

Для проведення експериментальних досліджень у лабораторії було розроблено установку, яка включала автоклав, закріплений на опорній конструкції, викидну трубу для пари та запобіжні клапани. Початкові експерименти полягали в наступному: до автоклаву було поміщено металеві трубки і ТЕН, поверхня яких була вкрита шаром накипу товщиною 0,5 мм зі включенням іржі. В об'єм автоклаву був залитий розчин водопровідної води з ПАР концентрацією 1%, після чого концентрат в автоклаві був нагрітий до температури 97 °С з подальшим природнім охолодженням. В результаті експерименту виявилось, що накип на поверхні ТЕНу і контрольних труб відшарувався і опав. Труби з нелегованої сталі набули чорного кольору і на них не залишилося не тільки накипу, але і слідів корозії. Сам накип перетворився на напівпрозорі тверді, крихкі лусочки, схожі на слюду. Поверхня, вільна від накипу та іржі покрилася тонкою плівкою (рис.1).

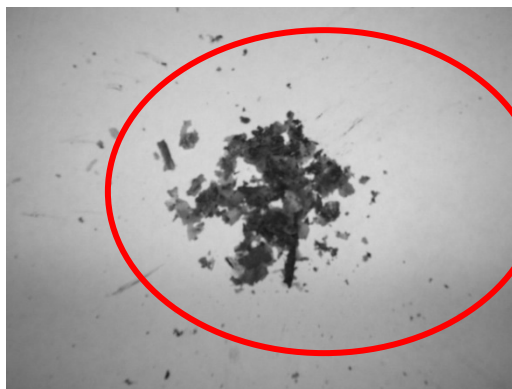


Рис. 1. Поверхні металу зразків труб і ТЕНу після очистки накипу та іржі протионакипним розчином.

Далі був проведений експеримент з відмивання від накипу латунної трубки d_y 18 з теплообмінника системи гарячого водопостачання. Відкладення були чисто накипними і мали товщину близько 2 мм. Трубка нагрівалася в автоклаві з 10% протионакипним розчином до температури 97 °С з наступним охолодженням у звичайних умовах. Накип після впливу протионакипного розчину в автоклаві відшарувався від стінок труби і випав з неї у лускоподібному виді. Розміри лусочок становив до 20 мм довжиною і 10 мм шириною.

Наступний етап досліджень був проведений з вирізкою із конвективної частини котла ПТВМ-30. Труба діаметром d_y 60 була забита відкладеннями, живий переріз якої складав не більше 6-8 мм. Відкладення мали сірий колір з чорними вкрапленнями і були настільки твердими, що лише з великими зусиллями піддавалися механічному очищенню.

Згідно методики експерименту вирізку труби довжиною 0,5 метра поміщали в автоклав і заповнювали його 10% розчином ПАР у водопровідній воді. Температуру у автоклаві доводили до 97 °С і залишали для звичайного охолодження. При температурі 35 °С розчин зливали, установку розбирали і виймали дослідний зразок труби. В результаті відкладення у трубі значно подрібнилися, і їх можна було без зусиль виймати до діаметру d_y 40 будь-яким твердим предметом. Однак далі у напрямку до стінки труби твердість

відкладень збільшувалася, і вони виймалися лише з великими зусиллями. Тому зразок знову поміщали до автоклаву, заливали 10% концентратом і нагрівали до температури 120 °С при тиску 7 атм. Через 7 годин рідину злили і вийняли зразок труби. Відкладення легко, без зусиль, піддавалися механічному очищенню.

Цей експеримент дав привід вважати, що запропонований розчин ПАР можна ефективно використовувати для відмивання найбільш забруднених поверхонь нагріву водогрійних котлів (рис. 2).

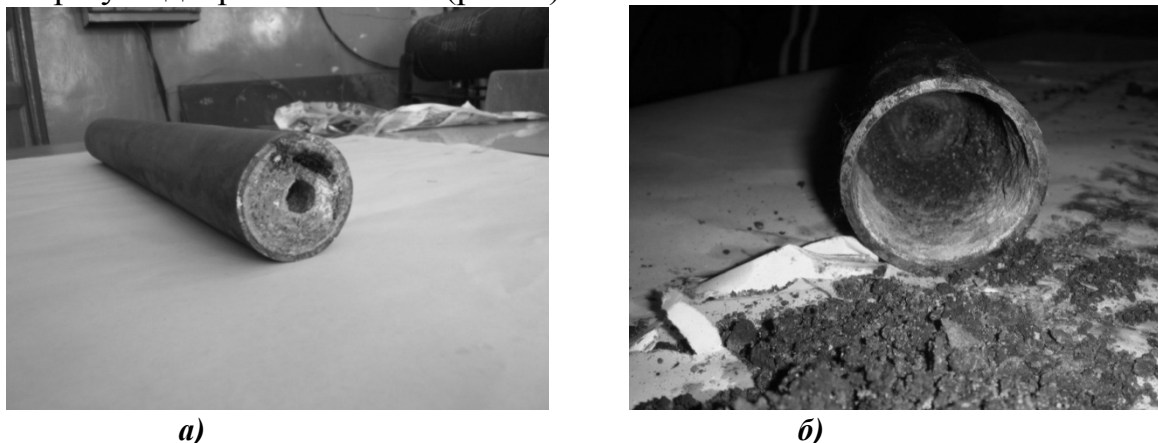


Рис. 2. Стан труби конвективної частини котла ПТВМ-30 до а) та після б) повторного нагріву у протинакипному розчині.

Таким чином, лабораторні дослідження показали, що 10% розчин ПАР здатний при нагріві до 100 °С видаляти комплексні застарілі відкладення накипу з латунних і сталевих труб, а також застарілі відкладення з теплообмінних поверхонь у трубах водогрійних котлів та теплообмінниках систем гарячого водопостачання.

Надалі були проведені промислові дослідження можливості ПАР для очищення поверхонь нагріву котлів від відкладень. У якості об'єкту для був вибраний котел ТВГ-8 у котельній, що належить філіалу АК «Київенерго» Київживтеплоенерго. Перед початком випробувань котел мав гідравлічний опір 5,92 кг/см² при паспортному 1 кг/см². Максимальна витрата складала 40 м³/год при паспортній витраті теплоносія 104 м³/год.

Згідно методики експерименту котел був відключений від теплової мережі, підключений до спеціальної промивної рухомої установки і заповнений 10% розчином ПАР. Установка була обладнана своїм циркуляційним насосом, фільтром, компресором з ресівером, запірною арматурою і манометрами. У якості фільтруючого матеріалу був використаний щебінь фракції 10-40.

На першому етапі експерименту тиск на вході в котел складав 2,55 кг/см², а температура 50 °С. Циркуляція з періодичним підігрівом розчину в котлі продовжувалася на протязі 14 годин. На другому етапі досліджень тиск на вході в котел встановили на рівні 3,57 кг/см². Це дало змогу підвищити температуру розчину до 60 °С. Циркуляція в такому режимі продовжувалася 18 годин. По закінченню експерименту котел був підключений до водопровідної мережі для видалення миючого розчину з відмитими відкладеннями.

Оскільки розчин ПАР випробувався в котлах вперше, експлуатаційники не наважилися підняти температуру вище 60 °С, що було необхідно згідно

результатів лабораторних дослідів. На жаль, промивання котла прийшлося на початок опалювального сезону і його змушені були припинити для підключення котла в систему.

Під час першого етапу промивки в баку з фільтром спостерігалось незначне піноутворення з включеннями бруду червонувато-коричневого кольору. На другому етапі змінився характер піноутворення. Піна стала інтенсивно підніматися і виливатися через верхній люк. Колір піни – бурий, а сам розчин набув червоного кольору. У відібраній пробі промивного розчину спостерігалось розшарування з виділенням осаду темно-сірого кольору і спливання піни червонувато-коричневого кольору.

Після закінчення промивки котел був заповнений хіміобробленою водою і підключений до теплової мережі. На цей момент витрата через котел мережної води складала $66 \text{ м}^3/\text{год}$ при перепаді тиску на ньому $2,8 \text{ кг}/\text{см}^2$. Через три доби витрата була збільшена до $75 \text{ м}^3/\text{час}$ при перепаді $3,0 \text{ кг}/\text{см}^2$. Повторні заміри перепаду тиску були зроблені через 27 днів та через два місяці. Вони показали поступове зменшення перепаду тиску на котлі (рис. 3).

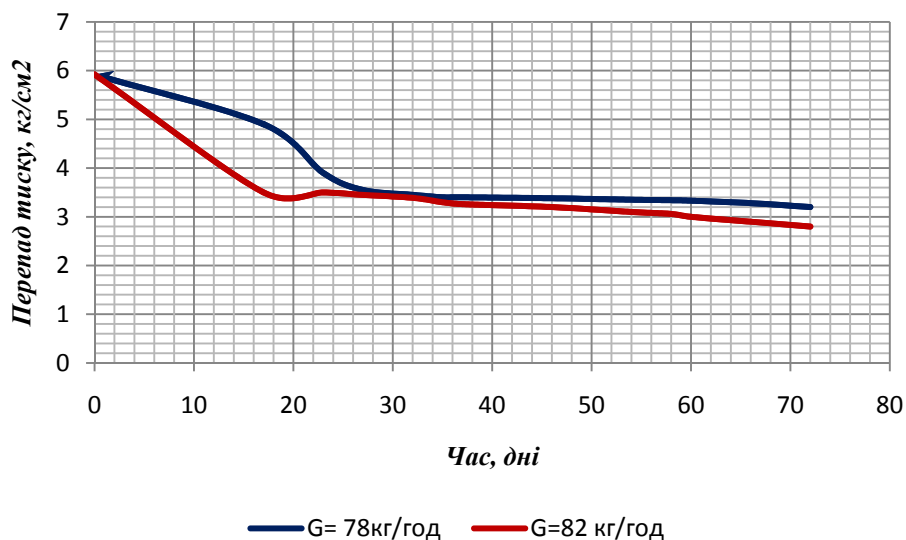


Рис. 3. Зміна перепаду тиску котла ТВГ-8 на протязі промивання розчином ПАР

Спираючись на результати натурних досліджень, для отримання більшої ефективності розчину ПАР промивна установка була удосконалена шляхом встановлення 2-х потужних насосів CALPEDA (Італія) з робочим тиском $P_{\text{роб}}$ до $2,45 \text{ кг}/\text{см}^2$ і витратою $120 \text{ м}^3/\text{год}$.

Наступним етапом експериментальних досліджень було промивання котла КВ-Г-7,56 з перепадом тиску $7,65 \text{ кг}/\text{см}^2$ при витраті $80 \text{ м}^3/\text{год}$, що є неприпустимим для котла цього типу. Після запуску системи в роботі були випробувані режими роботи: двох паралельно підключених насосів; послідовно підключених насосів, одного насосу, режим реверсивної циркуляції і температури нагріву від 10 до $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Для збільшення ефективності промивки була виконана врізка циркуляційного кільця окремо тільки до конвективної частини котла, де і створювався основний гідравлічний перепад. Промивка пройшла вдало, використання розчину ПАР у поєднанні з роботою компресора та циркуляцією у реверсивному режимі і по замкнутій схемі підключення установки дало

можливість видалити з конвективної частини котла шматки окалини, скріпки, металеві пластини та інше механічне сміття. Котел вийшов на паспортний гідравлічний опір $-0,9 \text{ кг/см}^2$.

Крім того, було виконане промивання системи опалення з навісними котлами. Об'єктом дослідження слугувала система теплопостачання двоповерхового котеджу з опалювальними приладами – чавунними радіаторами МС-140 і розводкою із сталевих труб. В якості джерела теплоти у котеджі функціонували 2 навісні двоконтурні котли голландського виробництва. Крім того, у цьому котеджі промивці підлягали ще 2 аналогічних котли, які вже експлуатувалися і були повністю забиті відкладеннями. Система була підключена до промивної установки та заповнена 10% протинакипним розчином. Промивання продовжувалася на протязі доби, потім до системи були підключені ще 2 резервні котли по чергово.

В результаті промивки знизилася середньодобова витрата природного газу на 12%. Це було зафіксовано показниками газового лічильника. Крім того результати промивки сказалися на температурному графіку: до промивки автоматика підтримувала температуру теплоносія на виході з котла $75 \text{ }^\circ\text{C}$, після промивки температура знизилася до $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Це свідчило про те, що очистилася як поверхня нагріву котла, так і внутрішня поверхня опалювальних приладів.

Нарешті цього опалювального сезону було проведено промивання системи теплопостачання лікарні з власною котельнею з двома котлами НІСТу-5. На початок експерименту в середині опалювального сезону перепад тиску на обох котлах складав $2,5 \text{ кг/см}^2$. Стаціонарні манометри були замінені на манометри класу точності 0,15. До системи через бак запасу води було влито концентрат ПАР з розрахунку концентрації у мережній воді 2%. Експлуатація котельні проходила у звичайному режимі згідно режимної карти. На початок експерименту фактично працював котел №1 і лише при пікових навантаженнях вмикався котел №2. Циркуляція теплоносія відбувалася на протязі всього експерименту через 2 котли, не зважаючи на температурний графік. Кількість годин роботи котлів у гріючому режимі за час експерименту склала 1088 для котла №1, та 891 для котла №2. На кінець опалювального сезону котел №1 вийшов на паспортний режим, перепад тиску на ньому складав 1 кг/см^2 . Котел №2 закінчив сезон із перепадом $1,5 \text{ кг/см}^2$, пропрацювавши на 200 годин менше. На протязі всього експериментального періоду (82 дні) на мережному фільтрі та в колекторах котлів фіксувалися відшаровані відкладення та шлам різних фракцій. Таким чином, експеримент по очищенню котлів НІСТу-5 при використанні 2% розчину показав його високу ефективність. Крім того, в системі опалення лікарні були повністю промиті всі опалювальні прилади.

Отже, враховуючи досвід використання розчину ПАР для очищення теплообмінних поверхонь обладнання, відпрацювання методики виконання та позитивну тенденцію результатів, можна вважати ПАР-технологію такою, що може бути рекомендована для широкого розповсюдження в теплотехнічних системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение. –Л.: Химия, 1981. – 304с.
2. Рыженков В.А., Седлов А.С. Использование ПАВ для снижения гидравлического сопротивления систем теплоснабжения.// Вестник МЭИ.- 2008.- №1. –С. 41—47.
3. Филиппов Г.А., Кукушкин А.Н. Результаты введения ОДА-гидразинного режима 2-го контура АЭС с ВВЭР-440.// Энергосбережение и водоподготовка. 2007.- №3.- С. 2- 5.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ ИЗ ОЧЕРЕТА*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

В статье описываются лабораторные исследования теплоизоляционных свойств конструкций из очерета с целью определения его коэффициента теплопроводности. Этот материал может быть использован в качестве экологически чистого утеплителя при термомодернизации сельских жилых домов.

Постановка проблемы. Многие дома в сельской местности Украины, построенные после второй мировой войны и те, что сохранились во время войны, имеют глинобитные стены. В таких домах еще живет достаточно много семей, имеющих, как правило, небольшой доход. Эти дома не отвечают нормативным требованиям по энергосбережению [1]. Это приводит к повышенному расходу топлива на их отопление. Для отопления в селах наиболее часто используются дрова, что, в свою очередь, приводит к вырубке лесов и ухудшению экологии.

В тоже время, неправильная эксплуатация малых и средних рек приводит к их заиливанию. Берега зарастают болотными растениями, в том числе и очеретом. Эти растения необходимо периодически уничтожать, а берега речек чистить.

А если посмотреть на очерет как на органический утеплитель? Стебель имеет трубчатую структуру диаметром 3-15 мм. Этот материал легкий, «дышит», пропускают прохладу в летнее время и защищает от стужи в зимнее время. Он не выделяет токсичные вещества. Поскольку это – болотное растение, то влага для него не опасна. А использование его в качестве утеплителя с экологической стороны – вне конкуренции: и речки очищаются и нет затрат невозобновляемой энергии на изготовление. При этом, он – практически бесплатный утеплитель для местных жителей.

Анализ основных исследований. В последние годы во всем мире увеличился интерес к использованию органических материалов – соломы, камышей [2,3]. Из этих материалов формируются тюки, которые оштукатуриваются и используются в качестве стен каркасных одно-двухэтажных домов. В литературе подчеркивается их экологичность и простота строительства. Однако эти материалы не рассматриваются в качестве утеплителей при термомодернизации уже построенных домов. В литературе нет данных их теплофизических показателей.

Постановка задачи. Провести лабораторные исследования теплофизических показателей очерета, определить коэффициент теплопередачи и разработать предложения по его использованию для утепления существующих частных домов в деревнях Украины в соответствии с

требованиями [4].

Основная часть. Испытания проводились в климатической камере ДП «Испытательном центре строительных конструкций» Киевского национального университета строительства и архитектуры.

Было испытано 2 образца размером 930×650мм толщиной 140 мм, которые представляют собой конструкцию из двух слоев гипсокартона толщиной 12,5 мм между которыми находится очерет (рис.1).



Рис.1. Общий вид образцов для испытания

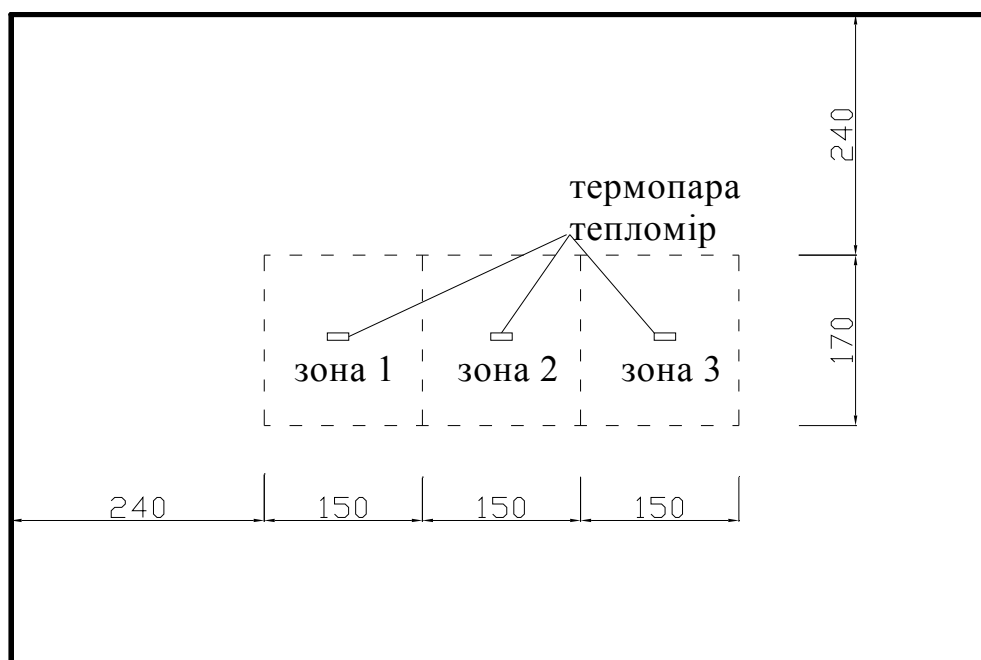
Конструкцией климатической камеры для проведения испытаний по определению сопротивления теплопередачи предусмотрен следующий температурный режим:

- температура воздуха в холодной камере -35°C ;
- температура воздуха в теплой камере $+18 \div +20^{\circ}\text{C}$.

Образцы устанавливались вертикально в прорез перегородки между камерами, монтажные зазоры заделывались монтажной пенополиуретановой пеной.

Термопары и тепломеры на поверхностях образца устанавливались по вертикальной и горизонтальной осям в центрах предполагаемых однородных температурных зон при помощи липкой ленты на слой технического вазелина (рис. 2).

Рис. 2. Зона определения и размещения термопар и тепломеров на образце



Для измерения температуры воздушной среды из теплого и холодного боков образца устанавливают по три термопары, располагая их на расстоянии 0,15 м от внешней и внутренней поверхностей.

После установления стационарного режима теплопередачи для каждой зоны было получено 6 значений температур поверхностей с внешней – $\tau_{н}$, °С, и внутренней – $\tau_{в}$, °С, сторон и плотность теплового потока, проходящего через образец q Вт/м². Значения снимались с интервалом в 1 час. Результаты измерений приведены в табл. 1 и табл. 2.

Табл. 1. Результаты измерений, проведенных для первого образца.

Название параметра		Номер измерения					Среднее значение
		1	2	3	5	6	
Температура воздуха в теплой камере, °С	$t_{в}$	19,07	19,02	18,98	19,02	19,09	19,04
Температура внутренней поверхности, °С	зона 1 $\tau_{в1}$	14,56	14,52	14,55	14,58	14,57	14,56
	зона 2 $\tau_{в2}$	15,37	15,35	15,35	15,38	15,39	15,37
	зона 3 $\tau_{в3}$	15,60	15,56	15,57	15,60	15,62	15,59
Температура наружной поверхности, °С	зона 1 $\tau_{н1}$	-	-	-	-	-	-31,94
	зона 2 $\tau_{н2}$	31,92	31,94	31,92	31,98	31,95	-31,94
	зона 3 $\tau_{н3}$	-	-	-	-	-	-31,99
		32,01	31,96	31,94	32,00	32,04	-31,99
		-	-	-	-	-	-31,62

			31,62	31,61	31,59	31,65	31,65	
Температура воздуха холодной камеры, °С		$t_{\text{н}}$	-	-	-	-	-	-35,02
Плотность теплового потока, Вт/м ²	зона 1	q_1	38,82	39,28	39,4	39,48	38,86	39,17
	зона 2	q_2	29,33	29,54	30,49	30,55	29,36	29,85
	зона 3	q_3	28,60	29,08	29,51	29,57	28,63	29,08

Табл. 1. Результаты измерений, проведенных для второго образца.

Название параметра		Номер измерения					Среднее значение	
		1	2	3	5	6		
Температура воздуха в теплой камере, °С		$t_{\text{в}}$	19,13	19,08	19,07	19,09	19,10	19,09
Температура внутренней поверхности, °С	зона 1	$\tau_{\text{в1}}$	14,77	14,82	14,81	14,91	14,83	14,56
	зона 2	$\tau_{\text{в2}}$	16,11	16,16	16,17	16,17	16,16	15,37
	зона 3	$\tau_{\text{в3}}$	15,48	15,49	15,52	15,59	15,53	15,59
Температура наружной поверхности, °С	зона 1	$\tau_{\text{н1}}$	-	-	-	-	-	-31,94
	зона 2	$\tau_{\text{н2}}$	32,75	32,68	32,61	32,59	32,64	-31,99
	зона 3	$\tau_{\text{н3}}$	31,40	31,29	31,30	31,23	31,29	-31,62
Температура воздуха холодной камеры, °С		$t_{\text{н}}$	-	-	-	-	-	-34,99
Плотность теплового потока, Вт/м ²	зона 1	q_1	35,01	34,98	35,00	34,97	34,98	39,17
	зона 2	q_2	38,17	36,68	36,63	36,41	37,07	29,85
	зона 3	q_3	23,20	22,75	21,23	22,40	22,34	29,08
			31,07	30,55	29,72	30,24	30,27	

Значения приведенных термических сопротивлений образцов $R_{\text{к}}$, м²·°С/Вт, определялись по формуле

$$R_{\text{к}} = \frac{3}{\sum_{i=1}^3 \frac{q_i}{\tau_{\text{в}i} - \tau_{\text{н}i}}}$$

Значения коэффициента теплопроводности очерета вычислялись по формуле

$$\lambda = \frac{\delta_2}{R_{\text{к}} - \frac{\delta_{\text{г.к}}}{\lambda_{\text{г.к}}}}$$

где: $\delta_2 = 0,115$ – толщина слоя очерета, м; $\delta_{г.к} = 0,025$ – общая толщина листов гипсокартона в конструкции, м; $\lambda_{г.к} = 0,21$ – коэффициент теплопроводности гипсокартона (по условиям «Б» [1]), Вт/(м·°С).

В результате расчетов получено следующее среднее значение коэффициента теплопередачи очерета:

$$\lambda = 0,082 \text{ Вт/(м·°С)}.$$

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Проведенные лабораторные испытания теплоизоляционных качеств очерета показали удовлетворительные результаты.

Таким образом очерет можно использовать как альтернативный теплоизоляционный возобновляемый и недорогой материал для утепления одно и двух этажных домов в сельской местности. Он не подходит для многоэтажных домов, поскольку не соответствует украинским нормативам пожаробезопасности.

Данный материал представляет определенную выгоду не только с технической точки зрения, но и с экологической точки зрения для окружающей природной среды. Очерет имеет потенциал для уменьшения темпов глобального потепления и выбросов CO₂.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. — [Чинні від 2007-04-01] / Мінбуд України. — К. : Укрархбудінформ, 2006. — 65 с. — (Державні будівельні норми України).
2. Mattis M., MacDonald S.O. Build it with Bales. A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction. Version Two / Copyrighted Material. — [Електронний ресурс] — Режим доступа : <http://www.amazon.com/Build-Bales-Step-Step-Construction/dp/0964282119>
3. Дом из соломы. — [Електронний ресурс] — Режим доступа : <http://www.ais.by/story/1372>
4. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.6-36:2008 — [Чинні від 2009-06-01] / Мінрегіонбуд України. — К. : ИМЦ, 2009. — 37 с. — (Державний стандарт України).

ЛАБОРАТОРНІ ВИПРОБУВАННЯ УТЕПЛЮВАЧА З ОЧЕРЕТУ

У статті описуються лабораторні дослідження теплоізоляційних властивостей конструкцій з очерету з метою визначення його коефіцієнта теплопровідності.

Цей матеріал може бути використаний як екологічно чистий утеплювач при термомодернізації сільських житлових будинків.

LABORATORIAL TEST OF HEAT INSULATION FROM BOG RUSH

In the article, a laboratory research of construction heat insulation characteristic from bog rush is simulated, with the purpose of achieving the definition of coefficient of thermal heat conductance. Bog rush can be used as clean environmentally heat insulation material during improvement of rural dwelling-houses.

Задоянний О.В.,
Лозянко Г.О.,
Соболева Н.О.

ФОРМОУТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВРАХУВАННЯМ ДОМІНУЮЧИХ НАПРЯМКІВ ВІТРУ В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ

Останнім часом економічні умови сприяли швидкому розвитку будівництва багатоповерхових офісних будівель. Однак нормативна база щодо теплотехнічних розрахунків і зокрема нормативне значення коефіцієнта тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожі не відповідає реальним умовам для вказаних будівель.

Так в роботі [1] для умов Москви було проведено аналітичні дослідження з використанням комп'ютерного моделювання тепловіддачі від зовнішньої поверхні огорожі для багатоповерхових будинків з урахуванням відмінних від нормативних значень швидкості вітру на відповідній висоті над поверхнею землі. Автори даної роботи дійшли висновку, що значення коефіцієнта тепловіддачі збільшуються при різних станах атмосфери (нестійкому, рівноважному та стійкому) на 20...42 % із збільшенням висоти будівлі в діапазоні 70...200 метрів. В абсолютних величинах це складає 29...41 Вт/м²°С, що значно перевищує нормативне значення 23 Вт/м²°С. В тій самій роботі також зазначається, що особливо вразливими щодо збільшення теплового потоку за рахунок збільшення коефіцієнта тепловіддачі є вікна та засклення взагалі, через які, як відомо, найбільші тепловтрати, а тепловий потік при цьому збільшується на 5 і більше відсотків.

Враховуючи вищенаведене нами було проведено схожі, але більш детальні дослідження з метою визначити зміни значень коефіцієнта тепловіддачі не тільки по висоті, але й по периметру високоповерхової будівлі при різних значеннях напрямку дії вітру.

Обтікання повітрям високоповерхової будівлі складний з точки зору аеродинаміки процес. Повітряний потік обтікає будинок з утворенням навітряної і завітряної вихрових зон [2], аеродинамічного сліду, локальних течій різного характеру та напрямку. Крім того турбулентні вихори, огинаючи будівлю через бічні фасади, „постачають” повітря в завітряну вихрову зону, утворюючи пульсуючі відривні течії та зони значного розрідження. Тобто реальна картина вітрового потоку, що обтікає будівлю, з урахуванням турбулентності достатньо складна для фізичного та математичного (комп'ютерного) моделювання.

При обтіканні вітровим потоком на висотну будівлю впливає аеродинамічне навантаження, яке складається, головним чином, з вітрового тиску на його фасадах (напруження тертя порівняно малі). Існує два головні чинники, що впливають на характер аеродинамічних навантажень. Це просторово-часова структура вітру і вторинні струменево-вихрові течії, що

утворюються в результаті множинних нестационарних відривів потоку на профілі будівлі. Поверхня землі з розташованою на ній забудовою, нерівностями рельєфу місцевості і т.д. чинить на рух повітря гальмівний вплив, який внаслідок турбулентного перемішування поширюється на верхні шари потоку, поступово слабшаючи зі збільшенням висоти в межах прикордонного шару атмосфери. Товщина цього шару має порядок від сотень метрів до кілометра. Вітровий режим прикордонного шару атмосфери в районі забудови (зміна швидкості вітру з висотою над поверхнею землі, масштаб та енергетичний спектр турбулентності, екстремальні значення швидкості вітру і його поривів) є апріорна інформація, яка задається при розрахунку вітрових навантажень на висотну будівлю. Отримання інформації, що забезпечує облік усіх складових просторово-часової структури вітру, вкрай складно і навряд чи можливо для поставленої задачі. При будь-якому способі завдання вітрового потоку, що набігає на будівлю, завжди невизначеність, яка пов'язана, зокрема, з особливостями місцевих течій (наприклад, у зв'язку з впливом струменів від навколишніх споруд). В даній роботі автори задали тільки зміну середньої швидкості вітру з висотою над поверхнею землі.

За розрахункові значення швидкості вітру було взято нормативне, що дорівнює 11,0 м/с та домінуюче з повторюваністю 19% в холодний період року, яке склало 6,2 м/с [3]. В якості експериментальної було взято сорокаповерхову офісну будівлю, зовнішнє огородження якої на 80% суцільне засклення (рис.1).

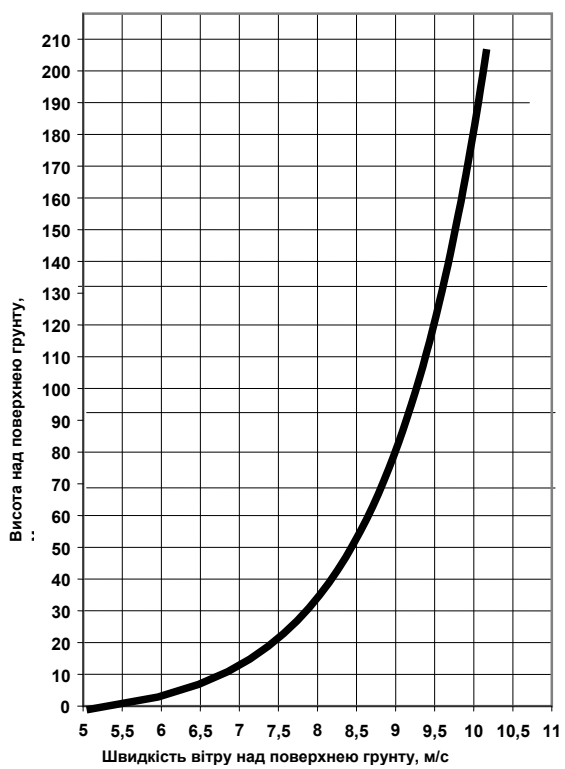


Рис.1. Експериментальна будівля та крива зміни швидкості вітру по висоті

Теоретичні дані щодо досліджень локальних та середніх значень коефіцієнта тепловіддачі від зовнішньої поверхні будівлі відсутні. Режим обтікання - турбулентний (значення критерію $Re > 10^8$).

Визначення коефіцієнта тепловіддачі від зовнішньої поверхні будівлі виконано на підставі комп'ютерного моделювання вимушеної конвекції при обтіканні вітровим потоком тривимірної моделі будівлі.

У даній роботі використано програмне забезпечення Cosmos Flow Works 2009 SRAC Cosmos. Розроблено тривимірну порожнисту модель будівлі у масштабі 1:1 у вигляді еліптичного циліндра. Циліндр встановлено на плоскій поверхні паралелепіпеда, яка імітує поверхню ґрунту. При цьому розрахункова область вибрана так, щоб її нижня грань знаходилася в товщі паралелепіпеда.

Температура навколишнього повітря задана $t_{ext} = -18^\circ\text{C}$, що відповідає розрахунковим умовам для Одеси. Температура внутрішнього повітря задана $t_e + 20^\circ\text{C}$.

Для визначення розподілу значень коефіцієнта тепловіддачі на поверхні моделі будівлі визначались локальні значення температури зовнішньої поверхні τ_{ext} , $^\circ\text{C}$, внутрішньої поверхні τ_{int} , $^\circ\text{C}$ та теплового потоку q , $\text{Вт}/\text{м}^2$. Коефіцієнт тепловіддачі визначено з виразу

$$\alpha = q / (\tau_{ext} - t_{ext}), \quad (1)$$

а тепловий потік перевірявся за формулою

$$q = (\lambda/\delta) (\tau_{int} - \tau_{ext}) \quad (2)$$

За розрахункову швидкість повітря в приземному шарі на рівні відповідного поверху v_x було взято швидкість відповідно до кривої розподілу швидкості повітря над поверхнею землі по висоті, яка побудована (рис.1) за відомою залежністю Прандтля [4]

$$v_x = v_{10} \frac{\ln \frac{x}{x_0}}{\ln \frac{10}{x_0}}, \quad (3)$$

де: v_{10} – нормоване значення швидкості вітру на висоті 10 метрів [3] , м/с; $x_0 = 0,2$ м - параметр шорсткості поверхні землі.

З рисунку видно, що із збільшенням висоти над поверхнею ґрунту спостерігається значне перевищення нормованого та домінуючого значень швидкості вітру. На рівні останнього поверху швидкість вітру при розрахунках по домінуючому значенню швидкості $v_{10} = 6,2$ м/с сягає 10 м/с, а при нормованому - майже 18 м/с.

На рис.3 подано картину ліній течії при обтіканні експериментальної будівлі, які підтверджують складний характер процесу. Характерно, що за будівлею виникає область завихрення, в якій саме і відбувається інтенсивний теплообмін між будівлею та оточуючим повітрям.

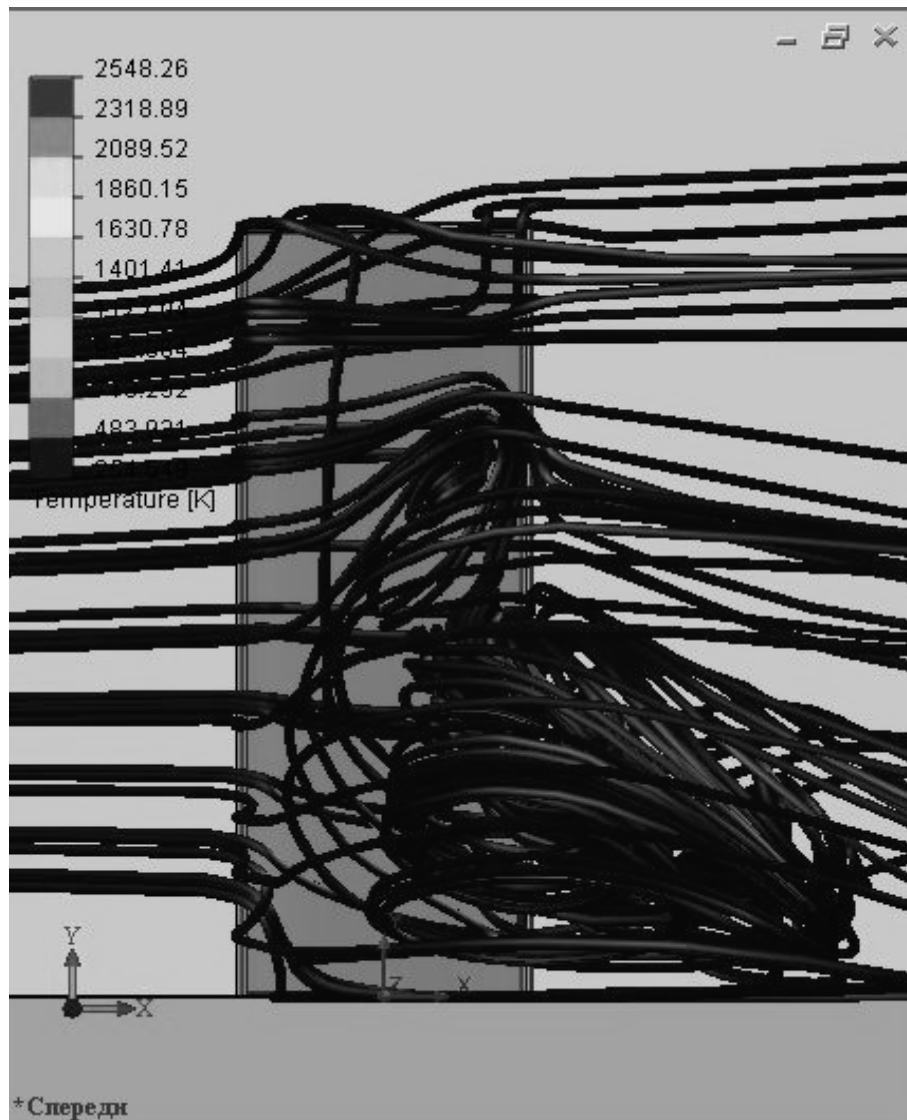


Рис.3. Лінії течії при обтіканні повітрям будівлі

Дані досліджень [4], які було проведено при комп'ютерному моделюванні обтікання висотної будівлі з метою визначення вітрового навантаження, показали значне (на 50-100%) перевищення значень локального вітрового відсмоктування (від'ємного значення аеродинамічних коефіцієнтів) в порівнянні з рекомендованими СНіП нормативними значеннями. Це підтверджує те, що нормативна база щодо вітрових навантажень для багатоповерхівок відстає від реального будівництва, що може привести до небажаних результатів.

На комп'ютерній моделі багатоповерхової будівлі, висотою 212 метрів, визначено коефіцієнти тепловіддачі на зовнішній поверхні для характерних поверхів вздовж лінії фасаду. Дослідна будівля в плані має форму еліптичного циліндра. В залежності від напрямку вітру по відношенню до поверхні огорожуючої конструкції будівлі було досліджено три двомірні моделі: модель Х-обтікання уздовж великої вісі еліптичного циліндра; модель Z- обтікання уздовж малої вісі циліндра та модель ХZ- обтікання під кутом 45° до поверхні будівлі (між вісями ХZ). В даній роботі нами подано лише результати визначення коефіцієнтів тепловіддачі для моделі Z-обтікання.

На рис.4 подано розподіл значень коефіцієнту тепловіддачі по поверхні фасаду експериментальної будівлі на різних висотах. З рисунку видно, що на висоті 50 метрів значення коефіцієнту тепловіддачі приблизно дорівнює нормованому і не має суттєвих коливань вздовж будівлі. При значенні 80...90 метрів довжини фасаду (зворотна сторона будівлі) спостерігається локальне збільшення коефіцієнту тепловіддачі за рахунок збурення вітрового потоку, що цілком логічно і відповідає уяві симетричного обтікання будівлі. Із збільшенням висоти характер кривої коефіцієнту тепловіддачі майже не змінюється, але локальні максимуми кривизни збільшуються на порядок. Так на висоті більше 100 метрів в завітреній зоні спостерігається стрибок локальних значень коефіцієнту тепловіддачі, що перевищує нормоване значення більше ніж в десять раз. Збільшення тепловіддачі від зовнішньої поверхні будівлі за рахунок швидкості повітря, що обтікає будівлю, збільшує трансмісійні тепловтрати, що негативно відбивається на тепловому балансі як будівлі в цілому, так і по окремих приміщеннях, які розташовані в місцях, де локальні значення коефіцієнту тепловіддачі суттєво значні. За нашими оцінками тепловтрати збільшуються на 6% і більше по будівлі в цілому та на 20...30% по окремих приміщеннях.

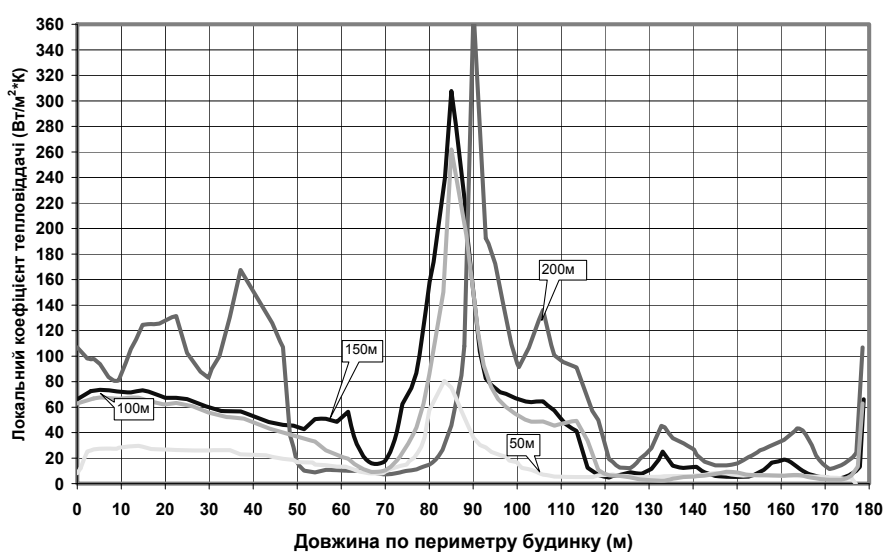


Рис.4.Розподіл значень коефіцієнту тепловіддачі по поверхні фасаду на різних висотах

Дані досліджень, що представлені в даній роботі, не можуть бути використані для конкретних будівель тому, що моделювання потребує врахування місцевих умов, але врахування збільшення коефіцієнту тепловіддачі та, як наслідок, трансмісійних тепловтрат в умовах енергетичної кризи вкрай необхідно. За результатами моделювання по конкретних будівлях потрібно відповідним чином в конкретних зонах фасаду збільшувати утеплення, розміщувати відповідно вікна та балконні двері, опалювальні прилади і т.д.

В своїй роботі Ю. А. Табунщиков вказує на те, що в певних випадках форму будівлі потрібно проектувати з урахуванням перш за все енергоефективності [2], а це потребує відповідних архітектурно-планувальних рішень. Крім того при плануванні орієнтації багатопверхових будівель теж потрібно враховувати домінуючі напрямки вітру в холодний період року відповідно до форми та розташуванню будівель.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.Г. Рымаров, доц., к.т.н., В.В. Смирнов (МГСУ)- Изменение коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности ограждающих конструкций высотного здания в холодный период.- <http://www.stroinauka.ru>
2. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания.-АВОК-ПРЕСС,2003;
3. СНиП 2.01.01-82 «Строительные климатология и геофизика» (Прил. 4)
4. С.В.Гувернюк, В.Г.Гагарин Компьютерное моделирование аэродинамических воздействий на элементы ограждений высотных зданий.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ

IAPX, НУ «Львівська політехніка»

Розглядається актуальна проблема енергозбереження з світлотехнічної, інженерної та архітектурно-дизайнерської позиції у системах штучного та суміщеного освітлення.

Development actual problem of the energy saving in light technical, engineering and architecture – designing position in the systems natural and combine lighting

Ключові слова: освітлення, природне, штучне, лампи, економія, енергія.

Key words: lighting, natural, artificial, lamps, saving energy.

Вступ. Актуальність теми полягає у тому, що зараз 25-30% у загальному балансі енергії витрачається на освітлення приміщень. Ефективне світлотехнічне, інженерне та архітектурно-дизайнерське енергозбереження у системах освітлення дозволить знизити цифру витрат на 5-10%.

Стан питання. Основний потенціал енергозбереження в освітлювальних установках лежить у площинах дизайну архітектурного середовища та підвищення ефективності перетворення електричної енергії в світлову. Основні фактори, що впливають на споживання енергії освітлювальної установки, при заданих нормах освітлення включають наступні положення: проект схеми освітлення, спільне використання природного та штучного освітлення у рамках системи суміщеного освітлення, забезпечення гнучкості керування освітленням; світлова віддача лампи; коефіцієнт корисної дії світильника; зниження коефіцієнту запасу при виборі освітлювальних установок; вибір кольорів та матеріалів для оздоблення приміщень; великі площі застакнення та чистота вікон та ліхтарів.

Аналіз публікацій [1,2,3] свідчить про недостатню увагу до проблеми раціонального суміщення параметрів природного та штучного освітлення під кутом зору енергозбереження та дизайну архітектурного середовища.

Гіпотеза полягає у тому, що вдосконалення та комплексне використання систем природного та штучного освітлення дозволить знизити витрати енергії та підвищити комфорт робочого середовища.

1. Використання ефективних джерел світла.

Необхідно використовувати той тип лампи, який забезпечує максимальний світловий потік на один ватт встановленого електричного навантаження та має характеристики, узгоджені з іншими потребами освітлювальної установки. Світлова віддача кожного типу лампи може бути визначена на основі доступних даних про лампу і схему її включення. При проектуванні нової установки має порівнюватись світлові віддачі придатних ламп і мають використовуватись ті з них, які мають найвищу ефективність.

Компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ). Завдяки використанню новітніх технічних рішень компактні люмінесцентні лампи були зменшені до розмірів звичайної лампи розжарювання. Завдяки чому з'явилась можливість використовувати люмінесцентні лампи в у побуті. Загалом люмінесцентні лампи мають наступні переваги: на 80% менше споживання електроенергії при однаковому світловому потоці; у 9-13 разів більший термін експлуатації; миттєве (0,6 с), без мерехтіння, запалення; - невеликий розмір та вага; відмінна кольоропередача.

Напівпровідникові світловипромінюючі діоди. Невелика потужність споживання, висока надійність, сумісність з інтегральними схемами пристроїв керування, висока стійкість до механічних і кліматичних впливів, поява зовнішньо чисто зелених і синіх СВД, а також СВД зі світловіддачею більше 75 люмен/ват (світловіддача стандартних ламп розжарювання – 15 люмен/ват), здійснило революцію в галузі світлотехнічних та інформаційних технологій, незважаючи на їх відносно високу вартість. На сьогодні в Україні уже випускаються світлодіоди на потужність уже понад 25 Вт. Монтувати їх можна в уже існуючу встановлену світлоарматуру.

2. Раціональні керуючі елементи. Флуоресцентні лампи і газорозрядні лампи потребують наявності пускових пристроїв (стартерів) і засобів обмеження струму лампи після запуску (дроселів). Зазвичай для підвищення коефіцієнта потужності і зменшення струму, що споживається з мережі при заданій потужності, передбачається також підключення конденсатора.

Звичайні дроселі є пристрої індукційного типу для обмеження струму ламп і стабілізації напруги, яка на них подається. Ці пристрої характеризуються високим рівнем втрат. Нові пристрої дозволяють знизити втрати в залізі і міді і одночасно забезпечують роботу ламп на номінальному рівні активної потужності. Інша категорія стартерів представляє собою чисто електронні і частково електронно-баластні навантаження.

3. Використання електронної пускорегулювальної апаратури. На сьогодні в експлуатації знаходиться величезна кількість люмінесцентних ламп з електромагнітними дроселями, які мають низькі експлуатаційні характеристики. На заміну дроселям прийшла електронна апаратура, яка суттєво покращує техніко-економічні показники світильників. Сучасні електронні баласты забезпечують: миттєве (без мигання і шуму) запалювання ламп; стабільність освітлення незалежно від коливань напруги; високу якість споживання електроенергії та коефіцієнт потужності рівний 1.

Сучасна електронна пускорегулювальна апаратура є досить дорогими пристроями, однак початкові затрати, компенсуються за рахунок їх високої економічності. Досягається економія електроенергії в розмірі 20-25% при збільшенні освітленості на 10-12%, зменшуються затрати на обслуговування світильників із-за виключення з їх складу стартерів, конденсаторів, підвищується на 50% термін служби ламп завдяки ощадному режиму роботи.

Основою електронних ПРА (електронних баластів) є напівпровідникові імпульсні схеми, які дозволяють забезпечити живлення люмінесцентних ламп

напругою підвищеної частоти, за рахунок чого суттєвого підвищується якість освітлення люмінесцентних ламп при зменшеному споживанні енергії порівняно зі світильниками, які використовують традиційні електромагнітні баласты. Сучасний етап характеризується інтенсивною розробкою і впровадженням мікропроцесорних і спеціалізованих контролерів для керування системами освітлення.

4. Використання світової віддачі ламп з користю та ефективно.

Для використання світлової віддачі ламп необхідно враховувати: ефективність світильника (освітлювальної арматури); схему суміщення природного та штучного освітлення; правильне використання вимикання та регулювання. До основних функцій світильників відносяться: підтримувати і захищати лампи, забезпечувати підключення до живлення, а також регулювання та направлення світла.

Високоєфективні рефлектори. Використовують поверхню покриту сріблом, що має виключно високе дзеркальне відображення та забезпечує максимальне відбиття світлового потоку лампи. Високоєфективні рефлектори забезпечують збільшення коефіцієнта використання освітлювальної установки, в результаті чого більша частина світлового потоку, досягає поверхні. Практично це дає змогу зменшити вдвоє кількість ламп.

Вплив дизайну та облицювання. Поверхні покрашені в світлий тон відбиває світла більше і є більш ефективними, проте їх необхідно регулярно фарбувати, мити, або заново оклеювати з тим щоб забезпечувати економічне використання освітлення. Збільшення коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщень на 20% дозволяє економити 5-15% електроенергії, внаслідок збільшення рівня освітленості.

Регулятори освітлення. Мета подібних регуляторів забезпечити ефективне освітлення в потрібному місті і протягом необхідного часу. Ручними регуляторами забезпечується керування освітленням для окремих рядів систем освітлення, керування індивідуальними світильниками. Автоматичні регулятори бувають: фотоелектричні, безконтактні, з таймером.

Фотоелектричні регулятори можуть забезпечити відключення освітлення тоді, коли природного освітлення достатньо для створення необхідного світлового потоку. Включення електронного економного світлотехнічного пристрою в робочий режим відбувається фотодіодом в момент настання темноти, а безпосереднє виключення освітлення створює детектор руху.

Безконтактні регулятори, які реагують на присутність (ефект близькості) людей в приміщенні. Визначення присутності може базуватися на використанні інфрачервоних чи високочастотних датчиків, які включають-виключають освітлення при визначенні присутності людини.

Регулятори з таймером використовуються в приміщення із чітким графіком роботи. При запізненні закінчення зміни необхідно передбачити аварійне та охоронне освітлення.

Автоматичне управління рядами світильників. При освітленні великих приміщень де використовуються кілька рядів світильників, розміщених

паралельно стіни можна відмикати окремі ряди в залежності від зміни природного освітлення, часу доби, роботи в окремих частинах приміщення.

5. Підтримання ефективності системи освітлення забезпечується: регулярною чисткою світильників, підвищенням світлового пропускання шляхом регулярного чищення вікон, підтримання чистоти (прозорості) повітря. В запилених і брудних виробництва спостерігається випадки зниження освітленості в 8-10 раз. Тому підтримання світильників в належній чистоті має велике значення для раціонального використання електроенергії.

Суттєві втрати світлового потоку обумовлює: темне оздоблення та пофарбування приміщення – 30%; забруднення світильників – 16%; забруднення стін та стелі – 19,5%; старіння ламп – 13%; понаднормативні втрати напруги в мережі – 8%. Використання ламп з раціональною освітлювальною арматурою скорочує витрати електроенергії в 1,5 рази в порівнянні з відкритими лампами.

6. Підвищення коефіцієнта потужності мережі є одним із найважливіших заходів щодо економії електроенергії. Цей захід зменшує споживання реактивної потужності електроустановками, а тим самим зменшення втрат в енергосистемі на передачу реактивної потужності.

У люмінесцентних ламп коефіцієнт потужності складає біля 0,5 але не можна використовувати ці лампи без статичних конденсаторів.

7. Підтримання номінальних рівнів напруги. Коливання напруги призводить до перевитрат електроенергії. Напруга на виводах ламп не павина бути більше 105% і нижче 85% номінальної напруги. Зниження напруги на 1% викликає зменшення світлового потоку ламп: розжарювання на 3-4%, люмінесцентних на 1,5% і ртутних люмінесцентних ламп на 2,2%

Для уникнення впливу коливань напруги на ефективність освітлювальних установок використовуються окремі трансформатори для навантаження освітлення і компенсуючи пристрої. Використовуються також пристрої автоматичного регулювання напруги.

Висновки: Шляхи економії енергії в освітлювальних установках:

1. Раціональне керування освітленням та взаємне доповнення природного і штучного світла. 2. Збільшення площі світлових отворів та пріоритет верхнього природного освітлення. 3. Пофарбування та оздоблення внутрішніх поверхонь приміщень у світлі тони. 4. Регулярне чищення вікон. 5. Вчасна чистка ламп та світильників. 6. Перехід на більш ефективні сучасні джерела світла та світильники. 7. Підтримання графіків роботи освітлення. 8. Підтримання номінальних рівнів напруги в освітлювальній мережі. 9. Зниження напруги при можливості зниження освітлення. 10. Використання ефективної апаратури і схем живлення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Архитектурная физика: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. и специальности «Архитектура». / Авт.: В.К. Лицкевич, Л.Н. Макриненко, Н.В. Мигалина и др.; Под ред. проф. Н.В. Оболенского. – М.: Стройиздат, 1997. – 448 с.
2. Державні будівельні норми України. Природне та штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006. – К.: УКрархбудінформ, 2006, – 76 с
3. Decker P., Lighting Modern Buildings. – Oxford: Architectural Press, 2000, –212 p.

ВИБІР КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

*Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій» (ДП НДІБК), Україна*

Вступ

В останній час спостерігається постійне зростання вартості електричної та теплової енергії, що робить особливо актуальною необхідність здійснення енерго- та ресурсозберігаючих заходів при проектуванні, будівництві та експлуатації будинків. Реалізація цього завдання полягає у зведенні енергоефективних будинків, в яких забезпечується сумарний ефект енергозбереження від архітектурних та інженерних рішень, направлених на максимальну економію енергетичних ресурсів.

Методологія проектування енергоефективних будівель полягає в системному аналізі або дослідженні операцій, направленому на пошук альтернативних конструктивних рішень та кількісному обґрунтуванні оптимальних їх варіантів. Завдання оптимізації для енергоефективного будинку зводиться до визначення показників архітектурних та інженерних рішень, що забезпечуватимуть мінімальні витрати енергії на створення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень [1].

Під архітектурними рішеннями в даному випадку необхідно розуміти вибір оптимальної архітектурної форми та розмірів будинку, його орієнтації та оптимальних характеристик огороджувальних конструкцій.

В статті розглядаються загальні питання пов'язані з вибором оптимального конструктивного рішення зовнішніх стін монолітно-каркасних будинків, як частини їх теплоізоляційної оболонки.

Основна частина

Згідно з [2] енергетична ефективність будинку – це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинку.

На сьогодні в Україні, як і в країнах ЄС, Білорусії, Росії основною характеристикою енергоефективності будинку в цілому є величина питомих витрат на його опалення за опалювальний період [2, 3, 4, 5]. Дана величина є комплексним показником енергоефективності будівельного об'єкту, який встановлює граничні межі енергоспоживання, і використовується при проектуванні, будівництві, здачі в експлуатацію, а також у подальшій експлуатації будинку.

У [2] вимоги представлені у наступному вигляді:

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}, \quad (1)$$

де $q_{\text{буд}}$ – розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення за опалювальний період, кВт·год/м² або кВт·год/м³;

E_{max} – максимально допустиме значення питомих тепловитрат, що встановлюється в залежності від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації.

Визначення показника питомих тепловитрат на опалення здійснюється під час розроблення та складання енергетичного паспорта будинку відповідно до методики встановленої в [6]. Порівнюючи розрахункове значення тепловитрат з нормативним значенням визначається клас енергетичної ефективності будинку відповідно до [2].

Додатковими показниками, що визначають енергетичну ефективність будинку є такі показники:

- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку $k_{\Sigma \text{пр}}$, Вт/(м²·К);
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку $k_{\text{інф}}$, Вт/(м²·К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції;
- коефіцієнт скління фасадів будинку $m_{\text{ск}}$;
- показник компактності будинку $\Lambda_{\text{к буд}}$, м⁻¹.

В основі забезпечення нормативної вимоги (1) лежить принцип альтернативного проектування теплоізоляційної оболонки будинку – визначення інтегральної характеристики будинку в цілому (питомих тепловитрат на опалення), величина яких залежить від об’ємно-планувальних рішень будинку та конструктивних особливостей його окремих елементів. Згідно з цим принципом регламентуються вимоги не до окремих елементів теплоізоляційної оболонки будинку (стіни, покриття, вікна, тощо), що формують тепловий баланс будинку, а вимоги до будинку в цілому з енергетичної точки зору. При виконанні цього нормативного принципу можна:

- не виконувати жорстко вимоги [2] щодо обов’язкового забезпечення величини приведенного опору теплопередачі окремих типів огорожувальних конструкцій будинку;
- мати можливість більшого вибору проектних рішень, в тому числі і конструкцій зовнішніх стін, при проектуванні в порівнянні із поелементним нормуванням, що обумовлює підвищення якості проектування.

Це означає, що рівень теплоізоляції для окремих зовнішніх конструкцій може бути нижче, рівним або вище поелементного рівня. Інша можливість – це компенсація зниженого рівня, в порівнянні із поелементним рівнем, теплоізоляції для одних елементів теплоізоляційної оболонки за рахунок підвищення для інших.

Перелічені можливості можуть широко застосовуватись при проектуванні монолітно-каркасних будинків. В цих будинках несучу здатність забезпечує монолітний каркас, в той час як зовнішні стіни, що влаштовуються з

поповерховим спіранням на диски перекриттів, виконують лише огорожувальні (тепло- та звукоізоляційні) функції. Поряд з тим, монолітно-каркасні будинки не мають обмежень за архітектурною формою і можуть бути запроєктовані з оптимальними, з точки зору забезпечення енергоефективності, об'ємно-планувальними показниками (формою, розмірами, поверховістю, орієнтацією). Це, в свою чергу, дозволяє на стадії проектування здійснювати оптимальний вибір конструктивного принципу влаштування зовнішніх огорожень вже з урахуванням архітектурних особливостей фасадів будинку.

Таким чином, проектування за показниками енергоефективності, зводиться до вибору архітектурної ідеології фасадних конструкцій, теплоізоляційні характеристики яких є величиною заданою на основі розрахункової оцінки питомих тепловитрат на опалення будинку. Після чого вже визначаються параметри теплоізоляційного шару (товщина, марка) конструкції.

Вищезазначене можливо проілюструвати розглянувши наступний приклад. Згідно з [2] при виконанні умови (1), допускається застосовувати непрозорі конструкції зовнішніх стін зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 75 % від нормативного. Тобто, забезпечивши виконання вимоги щодо енергоефективності будинку в цілому (за рахунок оптимальних об'ємно-планувальних рішень, підвищених рівнях теплоізоляції покриття або інших огорожень, тощо), можливо використовувати зовнішні стіни з характеристикою приведеного опору теплопередачі на рівні 2,1 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}$)/Вт (для І-ої температурної зони України згідно з [2]). Подальше проектування конструкції зовнішніх стін здійснюється вже на вказану характеристику.

Згідно з [7] в якості конструкцій зовнішніх стін в монолітно-каркасних будинках можуть використовуватися:

- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою (клас А);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою (клас Б);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами (клас В);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами (клас Г).

До вказаного переліку також слід додати конструкції одношарових зовнішніх стін на основі великорозмірних блоків (газобетонних, керамічних, тощо), що широко застосовуються в монолітно-каркасних будинках, однак не знайшли свого відображення у класифікації згідно [7].

Кожний із зазначених конструктивних типів має свої особливості, що наведені у [8], і вибір конструктивного типу необхідно проводити з їх урахуванням.

Так, товщину теплоізоляційного шару необхідно визначати з урахуванням теплотехнічної неоднорідності конструктивного рішення зовнішніх стін. Цей фактор є особливо визначальним для монолітно-каркасних будинків, в яких

основним теплопровідним включенням є міжповерхові диски перекриття. За результатами проведених досліджень [9] встановлено, що термічна неоднорідність зменшується при влаштуванні теплоізолюючого шару по торцевій поверхні перекриття. Технічно, це виконується в конструкціях фасадної теплоізоляції класів А, В та Г. Для конструкцій фасадної теплоізоляції класу Б та конструкцій одношарових зовнішніх стін врахування теплотехнічної неоднорідності призводить до значного збільшення товщини теплоізолюючого шару.

Необхідно також зазначити, що при проектуванні конструкцій зовнішніх стін за показниками енергоефективності особливу увагу при їх виборі необхідно приділяти забезпеченню санітарно-гігієнічних вимог та вимог теплової надійності, які є взаємопов'язаними з показниками, що визначають енергоефективність будинку. Так, оптимізація конструктивного рішення зовнішніх стін за характеристикою коефіцієнта скління фасадів будинку тісно взаємопов'язана із необхідністю забезпечення вимог щодо допустимого температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції. Оптимізація за показником умовного коефіцієнту теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку – взаємопов'язана з вимогою щодо опору повітропроникності огороження.

Наведений підхід по вибору оптимальної конструкції зовнішніх стін оснований на забезпеченні технічних характеристик конструктивного рішення. Такий підхід є підходом по технічній оптимізації і не враховує питання економічної оптимізації теплозахисту зовнішніх стінових огорожень будинку. Аналіз питання економічної оптимізації з урахуванням його сучасного стану наведено в роботі [10].

Висновок

Описаний принцип дає проектувальникам потенційно великі можливості для оптимізації (варіації) при виборі технічних рішень зовнішніх огорожень, однак дуже рідко застосовується на практиці. Це обумовлено, перш за все, консервативними підходами при проектуванні, коли проектування огорожувальних конструкцій ведеться поелементно або на основі типових рішень. Виходячи з вищезазначеного, необхідно здійснення більш детальних досліджень у вказаному напрямку для встановлення залежностей між показниками, що визначають енергоефективність будинку, на основі яких повинні бути надані рекомендації та типові рішення з об'ємно-планувальних та конструктивних рішень зовнішніх стінових огорожень монолітно-каркасних будинків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Табунщиков Ю.А. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач – М.: АВОК, 1998.

2. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007].- К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
3. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
4. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). Строительная теплотехника.
5. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings // Official Journal. 04.01.2003.- P.65-70.
6. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 43 с. – (Державний стандарт України).
7. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. – [Чинний з 01.06.2009 р.] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с. – (Державний стандарт України).
8. Колесник Є.С. Фасадна теплоізоляція / Колесник Є.С. // Энергосбережение –2010. – №8. – С.8-12.
9. Фаренюк Г.Г. Визначення лінійного коефіцієнту теплопередачі термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк, Є.С. Колесник // Будівельні конструкції – 2008. – вип. 68. – С.138-147.
10. Івлева Н.П. Техніко-економічний аналіз підвищення рівня теплозахисту зовнішніх стін існуючого житлового фонду / Н.П. Івлева, Є.С. Колесник // Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин» – 2010. – вип.23. – С.52-63.

Аннотация: В статье изложены общие положения по принципу выбора конструкций наружных стен монолитно-каркасных зданий по показателям энергоэффективности. Раскрыты особенности альтернативного принципа проектирования теплоизоляционной оболочки здания. Приведены типы стеновых конструкций, используемых в монолитно-каркасном домостроении.

Abstract: The paper describes the general statements by a principle of a choice of monolithic-frame building's external walls on energy efficiency parameters. Alternative principle features of building's thermal insulation designing are presented. The external wall types which used in monolithic-frame building's construction are resulted.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УТЕПЛЮВАЧА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ЗАДАНОМУ ТЕРМІНІ ОКУПНОСТІ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Пропонується спосіб визначення оптимального опору тепловтратам утеплювача огороджувальних конструкцій енергоекономічних будівель при заданому терміні окупності при реконструкції з урахуванням вартості утеплювача та монтажу.

Постановка проблеми. Зараз на опалення в Україні витрачається 30% усіх паливно-енергетичних ресурсів, що споживає країна, 65% з них – на опалювання житла. При цьому енерговитрати на опалення 1 кв. м загальної площі становлять в Україні – 250-400 кВт/год. на рік, у Німеччині – 180, країнах Скандинавії – 150, у будинках, споруджених із застосуванням комплексу теплозбережних технологій, енергоекономічних – усього 60-80. Один зі шляхів розв’язання проблеми економії енерговитрат на опалення житла – використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, реконструкція існуючих будівель з метою створення енергоефективних та енергоекономічних будівель, які витрачають мінімальну кількість енергії на опалення.

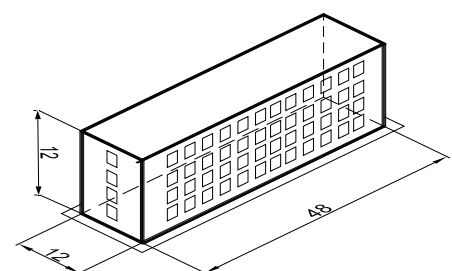
При реконструкції будівель під енергоекономічні постає задача визначення оптимальних параметрів (опору тепловтратам R) утеплювача зовнішніх огороджувальних конструкцій енергоекономічних будівель при заданому терміні окупності, визначення вартості утеплення будинку в цілому.

На оптимізацію параметрів утеплювача огороджувальних конструкцій будівлі впливають такі фактори як витрати на утеплення будинку, вартість утеплювача, його монтажу, нормований опір тепловтратам, термін окупності утеплення, існуючі експлуатаційні витрати на опалення, вартість енергоносіїв та інше.

З використанням математичного моделювання на стадії проектування можливо визначати оптимальні параметри утеплювача при визначеному терміні окупності, витрати на утеплення будинку та інше не витрачаючи при цьому значні кошти та час.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] визначалися оптимальні пропорції будинку з точки зору тепловтрат при різних похідних даних, у роботі [2] – мінімальні витрати на опалення за рахунок оптимального розподілу утеплювача по огороджувальним конструкціях.

У роботі [3] визначався економічно-доцільний опір теплопередачі огороджувальних конструкцій. Але при цьому не враховувалася можливість перерозподілу утеплювача. У роботі



[5] розглядалася оптимізація опору теплопередачі без урахування вартості утеплювача та монтажу.

Мета роботи. Запропонувати спосіб визначення оптимальних параметрів огорожувальних конструкцій утеплювача будинку при заданому терміні окупності за рахунок оптимального перерозподілу утеплювача по поверхні будівлі з урахуванням вартості утеплювача та вартості монтажу.

Матеріал та результати дослідження. Для дослідження взято гранний адміністративний будинок АТП 15362 (рис. 1) у вигляді прямокутного паралелепіпеда, де стіни, підлога, стеля мають однаковий опір тепловтратам $R=1\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$, опір вікон $R_{\text{в}}=0.3\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$. При розрахунках використано математичну модель теплового балансу грані будівлі (нелінійної функції з декількома змінними) [5]:

$$\begin{aligned} & \text{цільова функція} \\ \Delta Q_i = & \left[\frac{1}{R_{\text{cmi}}} \right] [S_{\text{cmi}}] (t_{\text{ei}} - (t_{\text{zi}} + \frac{r_i \cdot Q_{\text{cpi}}}{\alpha_{\text{zcmi}}})) 183 + \\ & + \left[\frac{1}{R_{\text{ei}}} \right] S_{\text{ei}} D_{\text{di}} - Q_{\text{cp i}} K_i \zeta_i \varepsilon_{oi} S_{\text{ei}} . \end{aligned} \quad (1)$$

Тепловий баланс огорожувальних конструкцій гранної будівлі при цьому мінімізується за наступною формулою:

$$\begin{aligned} & \text{система обмежень} \\ \Delta Q_{\text{б}} = & \sum \Delta Q_i - \sum Q_{\text{ki}} , \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Delta Q_{\text{б}} \rightarrow \min . \quad (3)$$

Сумарна вартість E_i утеплювача D_i та монтажу g_i n граней будинку остається незмінною:

$$\begin{aligned} E_i = & R_{\text{cmi}} S_{\text{cmi}} D_{\text{cm i}} g_{\text{cm i}} + R_{\text{ei}} S_{\text{ei}} D_{\text{ei}} g_{\text{ei}} , \\ \sum E_i = & \text{const} . \end{aligned} \quad (4)$$

(5)

Але обмежуються параметри опору тепловтратам утеплювача:

$$1 \leq R_{\text{cmi}} \leq 7 , \quad 0.5 \leq R_{\text{ei}} \leq 0.7 . \quad (6)$$

Розв'язання даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з використанням ЕОМ за декількома змінними.

При вартості опалення 0.52 грн/кВт год витрати за опалювальний період за рік для існуючого будинку АТП 15362 складатимуть 142571.52 грн (тепловтратами 274176 КВт год)(рис. 2).

В умовах реконструкції при утепленні будинку відповідно до вимог [4] (при $R_{\text{cm}}=2.8\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$) показники тепловтрат (експлуатаційних витрат на опалення) (рис. 3) з урахуванням перерозподілу утеплювача складатимуть 28756.03 грн (110600.1 КВт год). Витрати на утеплення будинку (вартість монтажу та утеплювача) буде 553453.28 грн.

Моделювання дозволяє з використанням пошуку рішення (рис.3) визначити мінімальні тепловтратами та витрати на опалення (чарунка F14) (з

урахуванням оптимального перерозподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях), що становлять 26739,67 грн за опалювальний період. Оптимальний розподіл утеплювача по поверхні будинку скорочує тепловтрати (експлуатаційні витрати на опалення) на 7 відсотків. Сума коштів на утеплення є незмінною 553453.28 грн.

Таким чином змодельовано тепловтрати (експлуатаційні витрати на опалення) та розподіл утеплювача при наступних витратах на утеплення (рис. 4). Так при витратах на утеплення 553.453 тис.грн (при $R_{cm}=1+1.8\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вм}$) термін окупності складатиме 6.21 року, при витратах 1107.127 тис.грн (при $R_{cm}=1+3.6\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вм}$) термін окупності буде 10.16 року, а при витратах 1610 тис.грн (при $R_{cm}=1+5.4\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вм}$) термін окупності складатиме 14.02 року.

Для визначення терміну окупності з використанням побудовано графіки. Перетин рівня витрат на утеплення та прибутку від опалення показує час окупності (рис. 4).

На рис. 5 змодельовано залежність витрат на утеплення від часу окупності. З використанням лінії тренда визначено залежність витрат на опалення від терміну окупності $y = 135,29x - 280,61$, (де y – витрати на утеплення, x – термін окупності).

Конструкція	опір теплопровідності R (м2 К/Вт)	1/R (Вт/м2 К)	Площа S (м2)	R*S	Вартість утеплення грн/м2				Вартість утеплення разом (грн)
					міним	оптимальне	вартіс	разом	
5 Дяк	Rd=1	1.00	576.00	0	30.00	120.00	48.00	0.00	0.00
6 Підлога	Rpl=1	1.00	576.00	0	20.00	50.00	20.02	0.00	20.00
7 Стіна 1	Rst1=1	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
8 Стіна 2	Rst2=1	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
9 Стіна 3	Rst3=1	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
10 Стіна 4	Rst4=1	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
11 Дах	Rdx=1	0.30	333	288.00	0	70.00	800.00	0.00	70.00
12 Сума	6.3			0					0.00
13 Контроль	18.7			5011.2					
14 Сумарні тепловтрати	3264.00	Вт/С				274178	КВТгод		
15 Витрати на опалення	142571.52	грн							
16	0.52								
17 Вартість 1 КВТгод	0.52								

Рис. 2

Конструкція	опір теплопровідності R (м2 К/Вт)	1/R (Вт/м2 К)	Площа S (м2)	R*S	Вартість утеплення грн/м2				Вартість утеплення разом (грн)
					міним	оптимальне	вартіс	разом	
5 Дяк	Rd=1	1.00	576.00	0	30.00	120.00	48.00	0.00	0.00
6 Підлога	Rpl=1	1.00	576.00	0	20.00	50.00	20.02	0.00	20.00
7 Стіна 1	Rst1=1	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
8 Стіна 2	Rst2=1	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
9 Стіна 3	Rst3=1	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
10 Стіна 4	Rst4=1	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	30.00
11 Дах	Rdx=1	0.30	333	288.00	0	70.00	800.00	0.00	70.00
12 Сума	18.204			4579.7					0.00
13 Контроль	18.7			5011.2					
14 Сумарні тепловтрати	1224.34	Вт/С				23479.34	КВТгод		
15 Витрати на опалення	1234.34	грн							
16	0.52								
17 Вартість 1 КВТгод	0.52								

Рис.3

Визначення часу окупності утеплення

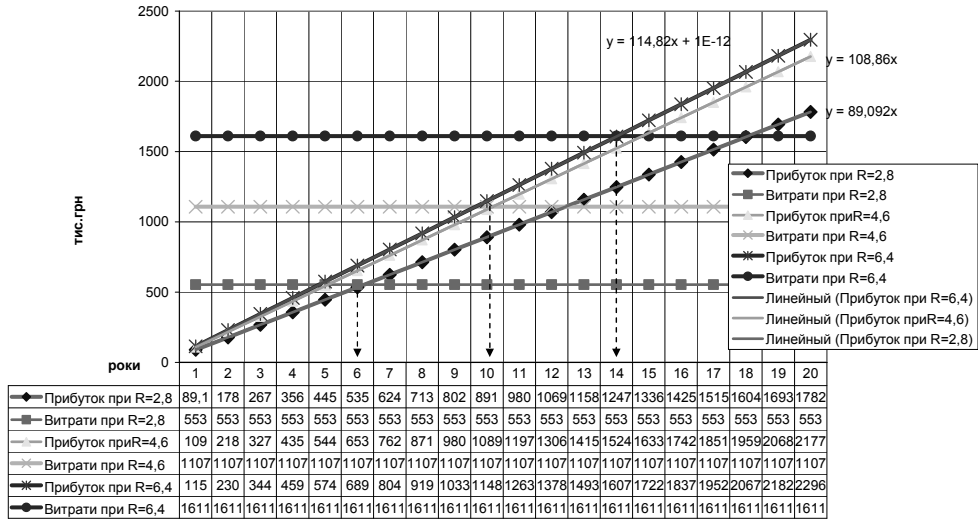


Рис. 4 Визначення терміну окупності утеплення

Визначення витрат на утеплення та опору тепловтратам від строку окупності

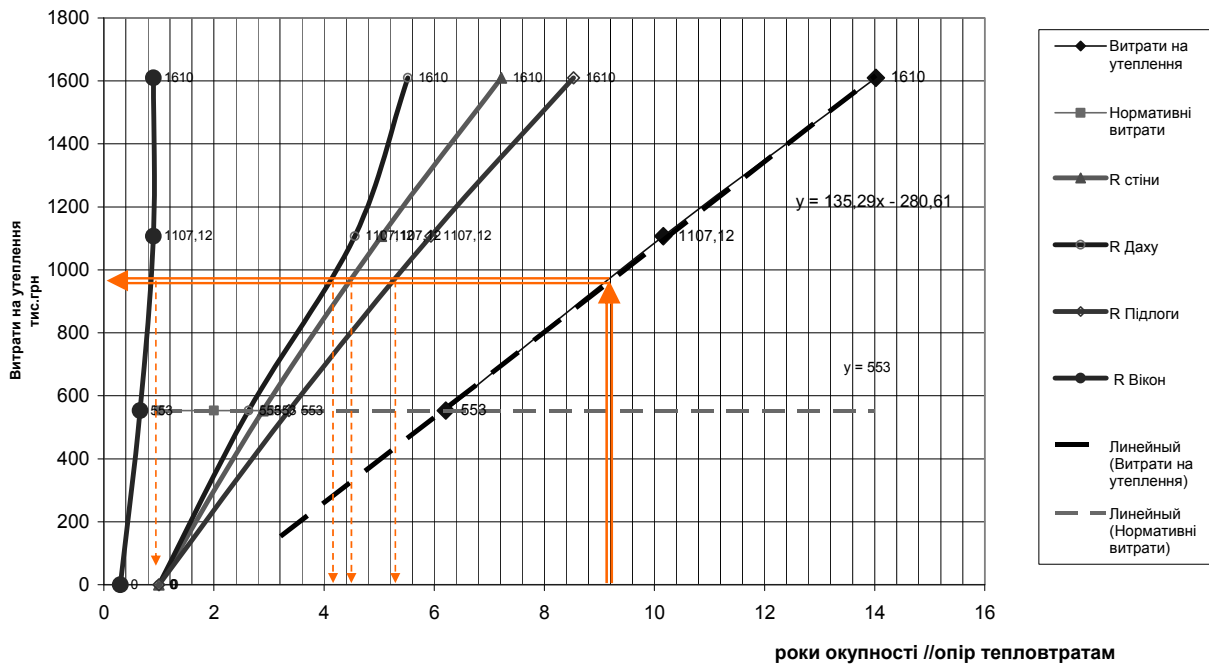


Рис. 5 Залежність витрат на утеплення та оптимального опору тепловтратам від строку окупності

Розроблена математична модель дозволяє проектувальникові в діалоговому режимі проектувальник-ЕОМ визначати (рис. 4, 5):

- показники витрат на утеплення будинку (монтаж та вартість утеплювача) при визначеному терміні окупності;
- оптимальний опір тепловтратам з точки зору мінімальних тепловтрат через огорожувальні конструкції при заданому терміні окупності;
- термін окупності коштів при визначених витратах на утеплення та інше.

Висновки. Розроблено спосіб визначення оптимальних параметрів утеплювача огорожувальних конструкцій будівель при заданому терміні

окупності та витрат на утеплення будівлі. Для адмінбудинку АТП 15362 при терміні окупності 6 років вартість економічно-доцільного утеплення буде складати 531,13 тис.грн. Визначено оптимальні показники опору тепловтратам ($R_{cm}=2.89 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_g=0,66 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{оax}}=2,63 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{ніo}}=3,36 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харків, 2009. – С.153-158.

2. Мартинов В. Л., Ткачук Л. І. Економіко-математичне моделювання витрат на опалення будинку // Тези міжнародної науково-практичної конференції «Диверсифікація інноваційного розвитку національного господарства в контексті реалізації глобалізаційних процесів». – Кременчук: КДУ, 2010. – С. 36-38.

3. Степанов М. Ф., Гайко А. Ф. Економічно доцільний опір зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків // Теплотехніка. — К. : КДТУБА, 1998. — Вип. 63. — С. 239—255.

4. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. — [Чинні від 2007-04-01] / Мінбуд України : — К. : Укрархбудінформ, 2006. — 65 с. — (Державні будівельні норми України).

5. Мартинов В. Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель/ В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн : теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УТЕПЛИТЕЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ЗАДАННОМ СРОКЕ ОКУПАЕМОСТИ

Предлагается способ определения оптимального сопротивления теплопередачи утеплителя ограждающих конструкций энергоэкономичных зданий при заданном сроке окупаемости при реконструкции с учетом стоимости утеплителя и монтажа.

DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS OF ENERGY- EFFICIENT INSULATION ENVELOPE BUILDINGS AT A GIVEN PAYBACK

A method of determining the optimum heat loss resistance heater energy efficient building envelope at a given time period at the cost of reconstruction and insulation installation.

**АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ПРИ РОЗРОБЦІ
ОПТИМІЗОВАНИХ СХЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТ УКРАЇНИ***ЛНТУ, КНУБА, Україна*

Останнім часом точиться багато дискусій з приводу реформування житлово-комунального господарства України, в тому числі такої його невід'ємної частини, як комунальна теплоенергетика, яка дійсно знаходиться в скрутному становищі, особливо її технічна база – централізовані системи теплопостачання.

Кабінет Міністрів з метою інвентаризації сьогоденного стану теплових мереж і прогнозування обсягу фінансування, необхідного для покращення технічного стану і підвищення енергоефективності централізованого теплопостачання виділив спеціальні кошти на реалізацію цієї програми. В рамках цієї програми всі населені пункти України з кількістю мешканців більше за 10 000 чоловік мають розробити за спеціальними стандартами плани енергоефективної реконструкції своїх систем теплопостачання. Для більш ніж двохсот населених пунктів вони вже розроблені, але внесено в Державний реєстр тільки трохи більше половини з них, що пояснюється тим, що якість розроблених схем не завжди дозволяє їх прийняти спеціалізованою Робочою групою при Агенції розвитку житлово-комунального господарства, що є структурним підрозділом Мінрегіонрозвитку і очолює роботи з вирішення даної проблеми.

Участь у роботі цієї Робочої групи та експертування розроблених схем дозволяє нам зробити деякі узагальнення щодо якості технічних рішень, що приймають розробники схем.

Рівень розробок дуже різниться. При цьому рівень розроблених схем не залежить від того, наскільки гучне ім'я має підприємство-розробник, а зумовлюється тим, чи має підприємство попередній досвід з проектування систем теплопостачання міст, бо наявність досвіду проектування теплопостачання промислових підприємств або об'єктів великої теплоенергетики, зовсім не гарантує якості розробленої схеми. На жаль, у цю роботу включилися багато галузевих проектно-конструкторських підприємств, що не мали досвіду проектування міських мереж. Для проектів схем, що розроблені подібними підприємствами характерна наявність великої кількості пропозицій кон'юктурних, так би мовити «модних».

Пропонується використання соломи на котельні в межах міста, але не розглядаються проблеми її збирання, транспортування, в тому числі в межах міста, складування, утилізації твердих відходів. Сумнівним виглядає застосування торфу також у межах міст. Крім названих вище проблем, у цьому випадку з'являється екологічна проблема: після видобування торфу в промислових масштабах порушується водний баланс прилеглої місцевості не в кращу сторону.

Часто пропонується влаштування когенераційних установок, але не проводиться аналіз режимів споживання електроенергії та теплоти, які вони має виробляти.

Дуже поширені пропозиції заміни котлів на нові імпорнтні, при цьому не тільки маленьких НІСТу, Мінськ та їм подібних, а й потужних котлів. Наприклад, ПТВМ-30 по 35 МВт у кількості 2 штуки на імпорнтні димогарні по 20 МВт в кількості трьох штук. Вартість такої заміни сягає більше 30 млн. гривень, в той час як енергоефективна модернізація існуючих котлів стане лише в 6 млн. гривень. При цьому не розглядаються варіанти заміни або модернізації допоміжного обладнання котелень. Не розглядаються можливості заміни котлів відносно невеликої потужності на вітчизняні, які при обладнанні їх сучасною автоматикою не гірші за імпорнтні, але дешевші.

Взагалі є тенденція до спрощення рішень – замінити все обладнання на нове, не приймаючи до уваги вартість такого підходу.

Не проводиться аналіз сучасного стану централізованих систем в невеликих містах по співвідношенню до вже влаштованих поквартальних автономних систем: не наводиться відсоток від'єднаних квартир, не проводиться аналіз за якістю житла, в якому є найбільший відсоток від'єднань (стара малоповерхова забудова чи відносно нова – дев'ять або шістнадцять поверхів, яка щільність від'єднань по мікрорайонах).

Формально виконуються необхідні розрахунки: наводяться результати гідравлічного розрахунку, в якому є ділянки зі швидкістю, що дорівнює 0,01 м/с. На це не звертається увага. Не робиться висновків з проведених гідравлічних розрахунків, навіть не вибирається насосне обладнання на їх основі.

Автори проектів уникають розглядання проблеми гарячого водопостачання. Для невеликих міст береться як даність відсутність централізованого гарячого водопостачання. Ніяких оцінок цього факту не робиться і звідси витікає згода авторів, що люди самотужки, часто без проекту з порушенням нормативних документів поставили собі колонки і зробили таким чином крок до повної автономізації – поквартірної системи тепlopостачання.

У випадках, коли розглядаються варіанти помірної децентралізації, коли на думку розробників необхідно одну чи дві більші системи замінити на декілька маленьких з груповими котельнями, які замінюють центральний тепловий пункт, не проводиться поглиблений техніко-економічний аналіз декількох варіантів. Автори йдуть простим шляхом – взяти у виробника модульну котельню з готовою ціною і прив'язати її, зовсім не враховуючи, що котельня більшої потужності, яка знаходиться на відстані двох кілометрів від групи будинків, для тепlopостачання якої вибирають модульну котельню, відчувають нестачу навантаження і її котли будуть працювати зі зниженим ккд.

Погану обізнаність авторські колективи демонструють з можливостями електротепlopостачання, тому досить рідко звертаються до пропозицій щодо його улаштування, навіть у випадках, де воно було б найдоцільніше.

В більшості робіт пропонується перехід на індивідуальні теплові пункти у споживача, але які схеми вони пропонують – не розкривають. Вибрана ж схема

ІТП не тільки має гарантувати ефективність тепло- споживання, але і впливає на вартість ІТП, яка повинна фігурувати в економічному аналізі. Або, наприклад, вибирається якась одна схема з однією потужністю ІТП і потім береться до економічного аналізу, хоча ясно, що для різних будівель потужність буде різна, різною буде і ціна.

Досить часто пропонуються до встановлення конденсаційні котли або утилізатори глибокої утилізації теплоти димових газів і при цьому до аналізу не береться та обставина, що для їх кращої роботи температурний графік повинен бути знижений до значень 80-60 °С, що має тягнути за собою реконструкцію внутрішніх систем опалення будівель.

При тому, що в багатьох випадках розглядаються системи, які працюють за графіком 95-70 °С, в жодній роботі не пропонується хоча б як варіант, прокладання теплових мереж з неметалевих трубопроводів.

Часто пропонується застосування частотних регуляторів на мережевих насосах, хоча при цьому не пропонується перехід на незалежну схему під'єднання абонентів, без якого регулювання кількісне або кількісне-якісне в системі неможливе і влаштування інверторів на насосах не має сенсу.

Дуже вільно розробники поводяться з цифрами в економічних викладках. При оцінках будівельно-монтажних робіт можна погодитись з використанням наближених оцінок на такій передпроектній стадії, але оцінка вартості проектних або пусконаладжувальних робіт за діючими нормативами особливої складності не представляє, але цього не робиться.

Можна навести ще багато прикладів неналежної якості розроблених схем, але і наведених прикладів достатньо, щоб зробити висновок: потрібно провести інвентаризацію виконавців і провести серед них спеціальне навчання на базі ДП «Агенства з розвитку житлово-комунального господарства» та Київського національного університету будівництва і архітектури. До навчання треба залучати відповідальних осіб з адміністрації міст, бо Замовником схем виступають саме вони і їх іноді недостатньо глибокі знання в галузі теплопостачання, а іноді і хибні уявлення про цю галузь, в великій мірі впливають на рішення розробників.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ РЕКОНСТРУКЦІ СИСТЕМ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглянуто можливі варіанти реконструкції тепло-, газо- і електропостачання житлових будинків. Наведено технічну характеристику кожного зі способів.

Ключові слова: енергоспоживання, інженерні системи, житловий будинок, реконструкція, теплопостачання, газопостачання, електро-постачання.

Об'єм споживання енергії в усьому світі швидко і безперервно збільшується, що є наслідком процесу індустріалізації, росту населення, збільшення енерговитрат на видобуток природних ресурсів, роботу транспорту тощо. Так, наприклад, в щорічному "Міжнародному огляді ринків енергоносіїв" фахівці з Міністерства енергетики США передбачають, що до 2015 р. світові потреби в паливно-енергетичних ресурсах зростуть на 54 % у порівнянні з 1995 р. Потреби у природному газі будуть зростати найбільш динамічно (щорічно понад 3 %) і до 2015 р. споживання газу досягне майже 50 трлн.м³ [1]. Проте, слід відмітити, що світова економічна криза внесла свої корективи у ці показники.

Незважаючи на прийнятий курс ринкових перетворень в економіці, Україна в розрахунку на одиницю національного доходу продовжує надто багато ви-користовувати палива, електроенергії, металу та інших ресурсів. Енергоємність національного доходу в 2.5...3 рази перевищує аналогічний показник розвину-тих держав [2,3].

Системи інженерного забезпечення будинків, в т.ч. теплогазопостачання і вентиляції (ТГПіВ) є одними з найбільших споживачів енергії. Близько 40 % палива, що видобувається з надр, витрачається на виробництво низькопотенційної теплоти (води для систем опалення і гарячого водопостачання); привід насосів і вентиляторів вимагає приблизно 10 % електроенергії [2...4].

Максимально можливе зниження затрат енергії для роботи систем ТГПіВ будівель і споруд різного призначення стає одним з головних завдань, які вирішуються при їх проектуванні і експлуатації.

У спадок від колишнього СРСР Україні дістались системи централізованого теплопостачання населених пунктів, сьогодні морально застарілі та зношені, внаслідок чого при передачі від джерела теплоти до споживача втрача-

ється до 30 % теплової енергії. Природний газ з міркувань екологічної безпеки був і залишається основним паливом для опалювальних котелень і теплоелектроцентралей, потреби в якому загалом у державі за рахунок власного видобутку задовольняються лише на 25...27 %. В якості резервного палива, як правило, використовується мазут (становище в Україні із забезпеченням нафтою власного видобутку значно гірше, чим з природним газом). Лише кам'яне вугілля, інші тверді палива майже стовідсотково покривають потреби держави, проте у життєво-комунальному господарстві використовуються рідко, у т.ч. і закордоном.

Сучасний житловий фонд України в основному складається із забудови 60...80-х років минулого століття, яка відрізняється високими втратами теплоти через зовнішні огороження будівель (в середньому – не менше 100 Вт на 1 м² загальної площі, що відповідало вимогам чинних тоді нормативно-технічних документів). Сьогодні ці показники зменшено приблизно у 2.5 р. [5].

Для аналізу можливих способів реконструкції систем інженерного забезпечення житлових будівель і споруд розглянуто 5-поверховий 4-секційний 80-квартирний будинок.

В кухнях будинку встановлено побутові газові плити ПГ-4 і проточні водонагрівачі типу ВПГ-23.2. Опалення – водяне, централізоване. Система електропостачання напругою 220 В задовольняє господарсько-побутові потреби мешканців, у т.ч. освітлення приміщень, а також приводи електродвигунів насосів, встановлених в індивідуальному тепловому пункті.

Розрахункові витрати енергоносіїв складають:

- 1) природного газу для задоволення господарсько-побутових потреб мешканців – $V_{max}=63.64 \text{ м}^3/\text{год.}$;
- 2) теплоти для опалення – $Q_{max}=220.0 \text{ кВт}$ (витрата теплоти визначена з урахуванням чинних на сьогодні нормативів, тобто зовнішні огороження будинку додатково утеплені);
- 3) електроенергії – потужність на вводі будинку:
 - а) активна – $P_a=21.96$;
 - б) реактивна – $Q_p=1.16 \text{ кВт}$.

Внутрішньобудинкове обладнання підключене до відповідних міських інженерних мереж:

- 1) система газопостачання – до дворового газопроводу низького тиску діаметром $d_3 \times S=89 \times 3 \text{ мм}$;
- 2) система опалення – до трубопроводів дворової водяної двотрубної тепломережі діаметром $d_3 \times S=57 \times 3.5 \text{ мм}$, прокладеної у непрохідних каналах;
- 3) система електропостачання – до міських підземних електромереж напругою $U=0.4 \text{ кВ}$ за допомогою кабелю типу АВВГ-4х25 мм².

Діаметри трубопроводів, переріз електрокабелю визначено на підставі розрахункових витрат енергоносіїв, рекомендованих втрат тисків у трубопроводах і напруги в електрокабелі [6...8].

Серед можливих шляхів підвищення ефективності систем інженерного за-безпечення будівель і споруд можна відзначити два основних:

1) відмова від централізованого теплопостачання і підключення системи водяного опалення до автономної (дахової або прибудованої) котельні, оснащеної котлами:

- а) газовими низького тиску;
- б) електричними напругою $U=0.4$ кВ

(при цьому усі внутрішньо будинкові системи залишаються незмінними);

2) частковий або повний перехід інженерної інфраструктури будинку на вико-ристання електроенергії:

- а) заміна побутових газових приладів на електричні зі збереженням системи водяного опалення;
- б) заміна системи водяного опалення на електричне з встановленням електричних опалювальних приладів.

До позитивних аспектів першого варіанту відноситься відмова від централізованих систем водяного теплопостачання і, відповідно, зменшення втрат теплової енергії на шляху від джерела до споживача.

Таблиця

Розподіл витрат енергоресурсів після відміни від централізованого теплопостачання житлового будинку

№ з/р	Вид палива для котельні	Витрати енергоносіїв:					
		природний газ, м ³ /год		теплова енергія, кВт		електроенергія: актив./реактивна, кВт	
		теплопостачання					
		центр	автоном	центр.	автоном	центр.	автоном.
1.	Природний газ	63.34	90.74	220.0 0	-	21.97/1.1 6	24.16/2.9 5
2.	Електроенергія	63.34	63.34	220.0 0	-	21.97/1.1 6	249.9/1.9 6

При використанні природного газу для потреб теплопостачання його витрата проти існуючої зросте в 1.43 р., що викличе необхідність збільшення діаметра газопроводу низького тиску з $d_{зхS}=89 \times 3$ до $d_{зхS}=108 \times 3$ мм. Якщо залишити існуючий газопровід, то питомі втрати тиску зростуть в 1.7 р. і наявного перепаду тиску буде недостатньо для безпечної роботи газопальникових пристроїв побутових приладів і опалювальних котлів. Водночас слід виконати

перевірку пропускної здатності всієї газорозподільної мережі, а також обладнання, регуля-торів тиску, наприклад. Збільшення витрати електроенергії за рахунок власних потреб котельні несуттєве – в межах до 10 % – і це дозволить не змінювати переріз електричного кабелю на вводі в будинок, а також обладнання електроощи-тової.

При влаштуванні електрокотельні розрахункова електрична потужність на вводі у будинок збільшиться в 10.3 р., а переріз електрокабелю зросте в 9.6 р. і сягне 240 мм² для кожної з жил. Додатково необхідно буде виконати заміну обладнання електроощитової житлового будинку. Вказані зміни призведуть до до-корінної реконструкції всієї системи електропостачання населеного пункту, у т.ч. кабельних мереж напругою $U=10$ кВ і обладнання трансформаторних підстанцій (ТП). До негативних аспектів цього способу реконструкції інженерної інфраструктури житлових будинків можна віднести і неможливість регулювання теплових потоків за рахунок зменшення напруги в мережах – в холодний період року при максимальному споживанні теплоти зменшення напруги викликає ав-томатичне відключення споживачів від електроживлення. Водночас, газопаль-никові пристрої побутових приладів, опалювальних котлів тощо допускають часткове зменшення тиску газу (до 50 % від номінальних значень) без припинення газопостачання, а, відповідно, і теплопостачання житлових будинків.

Перехід всього інженерного обладнання житлового будинку на використання електроенергії викликає ще більше її споживання, що призводить до росту перерізу кабелів електричних мереж та збільшення потужності ТП.

Таким чином, в умовах реальної забудови населених пунктів при відміні від централізованого теплопостачання перевагу слід надавати влаштуванню автономних котелень з використанням в якості палива природного газу. Застосування електроенергії можливе в лише районах нової забудови, коли відбувається одночасне проектування як електричних мереж населеного пункту, так і систем електропостачання будинків і споруд різного призначення.

Автори статті просять читачів, які поділяють думку щодо можливих шляхів реконструкції інженерних систем житлових будинків або мають інші пропозиції з цього приводу, повідомити свою думку на адресу редакції журналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Development Report 1996: From Plan to Market. – Washington, D.C.: The International Bank of Reconstruction and Development / The World Bank, 1996.
2. Украина: энергетика и экономика. – К.:ЕС-energy Center in Kiev, 1996. – 128 с.

3. Украина: энергосбережение в зданиях. – К.:ЕС-energy Center in Kiev, 1996. – 274 с.
4. Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. – К.:ЕС-energy Center in Kiev|, 1995. – 200 с.
5. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
6. ДБН В.2.5-20-2001. Газопостачання. – К.: Держбуд України, 2001. -
7. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 69 с.
8. ДБН В.2.5-23-2003. Проектування електропостачання об'єктів цивільного призначення. – К.:Держбуд України, 2004. – 133 с.

Аннотация

Рассмотрены возможные варианты реконструкции тепло-, газо- и электроснабжения жилых зданий. Приведены технические характеристики каждого способа.

Ключевые слова: энергопотребление, инженерные системы, жилое здание, реконструкция, теплоснабжение, газоснабжение, электро-снабжение.

SOME ASPECTS OF RECONSTRUCTION OF SYSTEMS RESIDENTIAL HOUSE ENGINEERING

Annotation

Possible variants of reconstructions of heat-, gas- and electricity supply of residential housing have been considered. Technical characteristics of every method have been given.

Key words: energy consumption, engineering systems, residential building, reconstruction, heat supply, gas supply, electricity supply.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск*

Состояние энергетического сектора любой страны всегда имеет исключительное значение для развития ее экономики. В Республике Беларусь на начало XXI в. удельные энергетические затраты составляли около 3,4 тонны условного топлива (т у. т.) на каждого жителя в год [1], что примерно в 1,6 раза превышало среднегодовое мировое потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на душу населения. По сравнению со странами с высоким уровнем развития научного потенциала, в которых потребление в среднем составляет 6 т у. т. на человека, эта величина была ниже в 2,87 раза [2]. Общее потребление ТЭР в республике в последние годы стабилизировалось на уровне 35 млн. т у. т. Учитывая также, что Республика Беларусь импортирует примерно 85 % топливно-энергетических ресурсов, актуальной является и будет оставаться в ближайшем будущем проблема эффективного использования ТЭР.

Из вышесказанного вытекает необходимость пристального внимания к топливно-энергетическому комплексу (ТЭК) страны в целом и к отдельным его составляющим. Важное место в ТЭК стран с умеренным и холодным климатом занимают системы теплоснабжения (СТ). Отличительной особенностью в теплоснабжении, по сравнению с другими топливно-энергетическими образованиями, является сложность создания единой технической системы для всей страны и, как следствие, создание единой управленческой структуры. Из-за отсутствия непосредственного прямого административного управления теплоснабжением возникают определенные проблемы в системе взаимодействия отдельных звеньев, а также обеспечении единой технической и экономической политики. Учитывая стратегическую важность СТ, а также, принимая во внимание их специфические особенности, такие как инерционность, большая капиталоемкость и длительный срок окупаемости, роль государства в их управлении и развитии должна быть существенной. В этой связи долгосрочное планирование развития является неотъемлемой частью как ТЭК в целом, так СТ в частности. Это особенно важно в настоящее время, когда в энергетику и топливные отрасли все больше привлекается частный капитал.

Авторами [1, с. 258] отмечаются основные проблемы теплоэнергетической отрасли Республики Беларусь: «снижение уровня теплофикации; неплатежеспособность потребителей за использованную

электроэнергию и тепло; наличие перекрестного субсидирования; высокий моральный и физический износ действующих производственных мощностей; острый дефицит инвестиционных ресурсов, необходимых для возмещения и обновления основных фондов; низкая экономическая эффективность энергетических предприятий; снижение качества подготовки инженеров-энергетиков». Решение этих проблем особенно важно с учетом стремления достичь устойчивого состояния развития экономики страны.

Рассматривая условия развития ТЭК, следует выделять два основных аспекта: удовлетворение текущих и долгосрочных интересов. Поскольку текущие интересы обычно связаны с извлечением максимальной прибыли из энергетических отраслей, при проведении научных исследований и конструкторско-проектных работ важно найти такие технические и экономические решения, которые достигались бы с наименьшими затратами субъектов хозяйствования и общества в целом. Инновационные решения в области теплоснабжения должны способствовать снижению общих фактических затрат на производство, транспорт и использование теплоты. Достижимый эффект от применения рациональных решений должен распределяться между производителями и потребителями тепловой энергии с помощью правильной тарифной политики.

Важнейшими положениями совершенствования в области теплоснабжения можно считать [1-4]:

- разработку и внедрение нового оборудования, в т.ч. автоматизированные системы управления технологическими процессами, обеспечивающего технологическую, энергетическую и экологическую безопасность страны;

- снижение топливно-энергетических издержек при производстве, транспорте и потреблении энергии и минимальные капитальные вложения на модернизацию и строительство новых объектов СТ;

- решение оптимизационных системных и распределительных задач (задачи по оптимизации структуры генерирующих мощностей, распределению нагрузок между функционирующими теплоисточниками, распределению ограниченного топливного ресурса между потребителями и рационализации управления СТ и т. п.).

В связи с принятой стратегией развития энергетики в бывшем Советском Союзе исторически сложилось так, что в Республике Беларусь наиболее распространенными являются системы централизованного теплоснабжения (СЦТ). Республика Беларусь является одним из мировых лидеров по теплофикации (около 55 % мощностей в электроэнергетике являются теплофикационными). Эколого-экономические преимущества СЦТ и теплофикации в последние десятилетия были оценены в ряде зарубежных стран. Так СЦТ получили наибольшее развитие в странах с ограниченными запасами энергетических ресурсов – Швеции, Дании, Германии, Финляндии [4]. К настоящему времени в США, где долгие годы не обращали внимания на теплофикацию, доля выработки электроэнергии на тепловом потреблении в последние годы достигла 25 %.

В то же время при всех своих достоинствах СЦТ имеют ряд существенных недостатков. Поэтому, а также по ряду социально-экономических причин в странах СНГ в последнее десятилетие наметилась тенденция к децентрализации теплоснабжения. Причины децентрализации СЦТ можно классифицировать следующим образом:

- тепловые потери из-за большой протяженности тепловых сетей и низкого качества тепловой изоляции;
- снижение теплофикационной выработки электроэнергии на ТЭЦ из-за уменьшения отпуска теплоты;
- повышение затрат электроэнергии на привод сетевых насосов за счет увеличения расхода сетевой воды в разрегулированных СЦТ;
- увеличение теплопотребления из-за подачи нерасчетного количества теплоты в систему отопления и пропусков регуляторов в системах вентиляции;
- рост количества отказов трубопроводов, приводящих к сливу и заполнению их заново химически очищенной водой.

В части промышленной и коммунальной энергетики Республики Беларусь, а также котельных входящих в состав концерна «Белэнерго» нужно также отметить позиции их низкой энергоэкологической эффективности:

- устаревший парк котельного оборудования;
- устаревшая в ряде случаев автоматика котельных установок и тепловых пунктов;
- слабая оснащенность систем теплоснабжения системами автоматического управления;
- отсутствие теплофикационных мощностей и теплоаккумулирующих устройств на котельных.

В то же время большой опыт эксплуатации СЦТ и их широкое применение в последние десятилетия за рубежом позволяют сформулировать основные требования, предъявляемые к развитию СЦТ:

- дальнейшее развитие теплофикации (когенерации);
- повышение системной и поэлементной надежности;
- увеличение степени использования температурного потенциала сетевой воды;
- синхронизация баланса производства и потребления теплоты;
- улучшение качества центрального и местного регулирования с использованием автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) теплоснабжения;
- предпочтительный выбор энерго- и материалосберегающего оборудования, типизации оборудования и повышения степени заводской готовности, в т. ч. переход на теплопроводы с улучшенными теплоизоляционными свойствами.

Касаясь проблем теплофикации и централизованного теплоснабжения, можно выделить следующие научно-технические задачи, требующие решения с целью дальнейшего совершенствования и повышения экономичности теплофикационных систем для условий Республики Беларусь:

– улучшение показателей экономичности ТЭЦ за счет правильного выбора их мощностей (зоны теплофикации) и единичной мощности агрегатов, совершенствования технологических схем и компоновок, применения парогазовых технологий и обеспечения оптимальных режимов использования оборудования;

– применение газотурбинных, газопоршневых и парогазовых технологий при строительстве новых теплоисточников и модернизации существующих;

– новые подходы при применении теплофикационных технологий для теплоисточников малой и средней мощностей;

– развитие и функционирование теплофикационных мощностей в сочетании с повышением их маневренных свойств и возможностью работы по графику электрических мощностей;

– развитие и совершенствование промышленной теплофикации, разработка и внедрение энерготехнологических систем и установок;

– совершенствование и удешевление систем транспорта теплоты;

– повышение гидравлической и тепловой устойчивости систем теплоснабжения, переход на динамические температурные графики отпуска теплоты, автоматизация теплопотребителей;

– применение рыночной тарифной политики на тепловую энергию.

К этим задачам следует добавить проблемы повышения элементной и структурной надежности СЦТ (в том числе оптимизацию управления СТ):

– оптимизация размещения пиковой мощности в районах теплоснабжения;

– создание целенаправленной резервной тепловой мощности в источниках теплоты;

– усиление гидравлических связей между тепломагистралями и теплоисточниками;

– надземная прокладка наиболее ответственных тепломагистралей;

– присоединение потребителей к тепловым сетям через центральные тепловые пункты (ЦТП) тепловой мощностью 20–50 МВт;

– создание автоматизированной системы управления технологическими процессами теплоснабжения (АСУ ТПТ);

– совершенствование хозяйственного механизма теплоснабжающих и теплоснабжающих предприятий.

Отмеченное выше определяет и современные требования в части развития автоматизированных систем управления технологическими процессами теплоснабжения и характеризуется выбором принципа комплексной автоматизации СЦТ. При этом нужно сказать, что в области совершенствования технологии отпуска и потребления теплоты в рамках традиционных исследований уже решен ряд вопросов, касающихся самих систем и методов управления ими [3].

Выводы

1. В настоящее время в Республике Беларусь среди важнейших для национального хозяйства проблем обозначены проблемы снижения энергоемкости валового национального продукта и повышения энергетической безопасности страны, решения которых во многом лежат в сфере сокращения удельного потребления топливно-энергетических ресурсов.

2. Одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов в стране является системы теплоснабжения. На производство тепловой энергии для нужд промышленности и жилищно-коммунального сектора затрачивается до 60 % общего расхода топлива, потребляемого на энергетические нужды. Структурная и параметрическая оптимизация систем теплоснабжения (СТ) в совокупности с внедрением новых технологий, в т. ч. информационных, позволяет снизить затраты топливно-энергетических ресурсов в области теплоснабжения до 40 % и значительно уменьшить выбросы в атмосферу парниковых газов.

3. Анализ энергопотребления в Республике Беларусь и возможных прогнозов развития национального хозяйства, а также изменения его энергетических характеристик указывает на необходимость реабилитации существующих систем теплоснабжения и применения инновационных технологий при их модернизации с целью повышения энерго- и экологической эффективности использования невозобновляемых энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мясникович, М.В. Национальная безопасность Республики Беларусь. Современное состояние и перспективы / М.В. Мясникович, П.Г., Никитенко, В.В., Пузиков.– Минск: ИООО "Право и экономика", 2003. – 562 с.

2. Никитенко, П.Г. Проблемы экономической безопасности Республики Беларусь / П.Г. Никитенко, В.Н. Ермашкевич, Г.Т. Кулаков.– Минск: ИООО "Право и экономика", 2001. – 224 с.

3. Седнин, В.А. Теория и практика создания автоматизированных систем управления теплоснабжением / В.А. Седнин. – Минск: БНТУ, 2005.– 192 с.

4. Яковлев, Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 448 с.

Резюме

Рассматриваются состояние и проблемы теплоснабжения как одной из основных составляющих топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь. Показаны основные научно-технические направления, реализация которых позволит повысить эффективность и надежность функционирования систем централизованного теплоснабжения (СЦТ). Доказывается необходимость комплексного подхода при решении вопросов модернизации СЦТ. Систематизированы технические задачи, которые решаются и требуют решения в ближайшей перспективе.

The actual problems of district heating systems as one of the basic component of a fuel and energy complex of Republic of Belarus are considered. The basic scientific and technical directions which allow increasing efficiency and reliability of functioning centralized district heating systems are shown. Necessity of the complex approach for modernization of district hearing systems is proved. Technical problems for solving in the nearest future are systematized.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ЙОГО ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури

Постановка проблеми. З метою зменшення часу виготовлення будівельних виробів з бетону, кераміки та інших капілярнопористих матеріалів, та для прискорення власне будівельного виробництва використовуються різноманітні методи сушіння вище згаданих виробів. Загалом усі існуючі методи сушіння можна поділити на наступні [1]:

1) *конвективне сушіння* (із застосуванням впливу нагрітого газу, повітря, паливних газів тощо);

2) *радіаційно-конвективне сушіння*, або *сушіння інфрачервоним випромінюванням* (коли тепло, необхідне для випаровування рідини та нагрівання матеріалу, передається в основному променевою енергією);

3) *кондуктивне* або *контактне сушіння* (при якому тепло, що забезпечує випаровування вологи та нагрівання, передається теплопровідністю безпосередньо від нагрітої поверхні);

4) *сублімаційне сушіння* (це комбіноване застосування вакууму та контактного або радіаційно-конвективного сушіння);

5) *сушіння в електромагнітному полі* (передбачає пропускання статичного або змінного електричного струму крізь матеріал виробу, що спричиняє його нагрівання та випаровування вологи).

В даній роботі розглядаються шляхи аналізу та можливої оптимізації процесу сушіння вологих капілярнопористих матеріалів в електромагнітному полі. Це дасть можливість зменшити загальний час сушіння та знизити розрахункові витрати енергії, що необхідні для завершення процесу.

Аналіз основних досліджень. Процес інтенсивного сушіння матеріалу (сушіння струмами високої частоти, контактна сушка та ін.) у будь-який момент часу (τ) в загальному випадку цілком описується системою диференціальних рівнянь тепловологопереносу (рівняння дифузійно-фільтраційного переносу) [2]:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = k_{11} \nabla^2 u + k_{12} \nabla^2 \theta + k_{13} \nabla^2 P, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = k_{21} \nabla^2 u + k_{22} \nabla^2 \theta + k_{23} \nabla^2 P, \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = k_{31} \nabla^2 u + k_{32} \nabla^2 \theta + k_{33} \nabla^2 P, \quad (3)$$

де u – вміст вологи, θ – температура, P – тиск вологи у досліджуваній точці матеріалу; коефіцієнти k_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) є характеристиками дифузійно-фільтраційних властивостей даного матеріалу.

Апроксимація та розв'язання системи рівнянь (1) – (3) скінченно-різницевиими чисельними методами [3] може дати наближену картину температурного та вологісного режимів у характерних (наперед визначених) точках матеріалу, процес сушіння якого розглядається. Однак, розв'язання цих рівнянь значно ускладнюється із підвищенням геометричної складності досліджуваної конструкції, оскільки її дискретна модель, при застосуванні скінченно-різницевих методів, є статичною та не може змінювати форму із плином часу. В роботах [4;5] було запропоновано інтерпретувати суцільне рідке середовище, як кубічну тривимірну сітку (центральна сітка). Вузли такої сітки сприймають зовнішні та внутрішні механічні зусилля та позначаються $S_{l;m;n}$, а зусилля в її в'язях відображають взаємодію між суміжними фрагментами. Межі та форма самих елементарних фрагментів визначаються координатами додаткової (формуєтворюючої) сітки, вузли якої позначаються як $T_{(l\pm 1/2u; m\pm 1/2v; n\pm 1/2w)}$ (u, v, w – натуральні числа). Дана методика дозволяє визначити та проаналізувати деформований стан середовища у деякий момент часу τ , що дає можливість оцінити інтенсивність впливу польових структур, які діють на це середовище.

Основна частина. Застосуємо запропоновану методику для моделювання геометричної моделі переносу рідини, що міститься в капілярнопористому тілі в процесі сушіння електричним струмом. Умовно розіб'ємо весь об'єм рідини у досліджуваному матеріалі на рівні кубічні фрагменти. Тоді зв'язок між вузлами центральної та додаткової сітки відобразатиметься системою:

$$\begin{aligned}
 & 8 \cdot t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m+1/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + 4 \cdot \left(\begin{array}{c} t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m+1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m+1/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m-1/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + \\ + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+1/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m+1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m-1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} \end{array} \right) + 2 \cdot \left(\begin{array}{c} t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m+1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m-1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + \\ + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m+3/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m-1/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+3/2 \\ n+1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m+1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + \\ + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m+1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+1/2 \\ m-1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m-1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} \end{array} \right) + \\
 & + 1 \cdot \left(\begin{array}{c} t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m-1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m-1/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+3/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m+3/2 \\ n+3/2 \end{smallmatrix}\right)} + \\ + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m-1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m-1/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l-1/2 \\ m+3/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} + t_{\left(\begin{smallmatrix} l+3/2 \\ m+3/2 \\ n-1/2 \end{smallmatrix}\right)} \end{array} \right) - 8 \cdot \left(\begin{array}{c} s_{\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m+1 \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m+1 \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + \\ + s_{\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m+1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} + s_{\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m+1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} \end{array} \right) = 0.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Тут $s_{(l;m;n)} = \{x_{(l;m;n)}, y_{(l;m;n)}, z_{(l;m;n)}\}$ та $t_{(l\pm 1/2u; m\pm 1/2v; n\pm 1/2w)} = \{x_{(l\pm 1/2u; m\pm 1/2v; n\pm 1/2w)}, y_{(l\pm 1/2u; m\pm 1/2v; n\pm 1/2w)}, z_{(l\pm 1/2u; m\pm 1/2v; n\pm 1/2w)}\}$ – умовні позначення відповідних координат центральних і додаткових вузлів. Координати центрів ваги кожного з кубічних фрагментів визначатимуться наступною системою:

$$\begin{aligned}
 & - \left(\kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l-1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m+1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m-1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n-1 \end{smallmatrix}\right)} \right) \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \\
 & + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l+1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l-1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l-1 \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m+1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m+1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m-1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m-1 \\ n \end{smallmatrix}\right)} + \\
 & + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n+1 \end{smallmatrix}\right)} + \kappa_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n \end{smallmatrix}\right)\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n-1 \end{smallmatrix}\right)} \cdot s_{\left(\begin{smallmatrix} l \\ m \\ n-1 \end{smallmatrix}\right)} = -V_{l;m;n} \cdot \sum f_{s(l;m;n)}.
 \end{aligned} \tag{5}$$

де $\sum f_{s(l;m;n)}$ – щільність пондеромоторних (механічних) сил, які діють на одиничний об'єм рідини (на сітку) з боку суперпозиції полів по відповідній координаті (s); $V_{l;m;n}$ – деякий об'єм середовища із центром ваги у вузлі $S_{(l;m;n)}$,

де діє сила $V_{l;m;n} \cdot \sum f_{s(l;m;n)}$; $\kappa_{i,j}$ – параметр жорсткості умовної в'язі (яка з'єднує вузли S_i та S_j), що становить:

$$\kappa_{i,j} = |\bar{R}_{i,j}| / \delta_{i,j}, \quad (5)$$

де $|\bar{R}_{i,j}|$ – абсолютна величина сили взаємодії між двома елементарними фрагментами; $\delta_{i,j}$ – відстань між центрами ваги двох відповідних ділянок загального об'єму рідини.

Для того, щоб коректно змоделювати дію суперпозиції польових структур на вологу у порах матеріалу, виділимо усі механічні зусилля, які виникають у капілярнопористому матеріалі у процесі його сушіння. До них відносяться [1]:

1) термодифузійна або термодинамічна сила:

$$\bar{f}_{\theta(l;m;n)} = (\nabla \theta_{l;m;n}) / \theta_{l;m;n}; \quad (6)$$

2) власне дифузійна сила:

$$\bar{f}_{\mu(l;m;n)} = -\theta_{l;m;n} \nabla (\mu_{l;m;n} / \theta_{l;m;n}); \quad (7)$$

3) електродифузійна сила:

$$\bar{f}_{E(l;m;n)} = \frac{\varepsilon_{E(l;m;n)} - 1}{8\pi} \nabla |\bar{E}_{l;m;n}|^2; \quad (8)$$

4) магнітодифузійна сила:

$$\bar{f}_{M(l;m;n)} = \frac{\varepsilon_{M(l;m;n)} - 1}{8\pi} \nabla |\bar{H}_{l;m;n}|^2, \quad (9)$$

де E та H – це відповідно вектори напруженості електричного та магнітного полів; μ – хімічний потенціал волого переносу (може бути виражений через температуру та відносний тиск пару); ε_E та ε_M – це відповідно діелектрична та діамагнітна проникності матеріалу. Зазначимо, що формули (8) та (9) є наближеними та можуть бути значно уточнені для окремих випадків [6].

Для того, щоб описати взаємодію між об'ємами вологи, яка міститься у елементарних суміжних фрагментах (із спільною, сполучною гранню), необхідно визначити деяку силу, що діятиме вздовж відрізка прямої між центрами ваги даних об'ємів вологи. Таким зусиллям може слугувати всмоктуюча сила F , зумовлена явищем капілярного вбирання вологи капілярнопористим тілом. В гігроскопічній області ця сила становитиме [2]:

$$F = \frac{RT_{\theta}}{M} \ln \varphi, \quad (10)$$

де $T_{\theta} = \theta + 273$ °C; M – молекулярна маса вологи (суміші води та повітря) у порах одиничного об'єму матеріалу, що розглядається; R – універсальна газова стала; φ – відносний тиск пару у порах. З фізичної точки зору F – це механічне зусилля, яке діє на рідину, що міститься у одиничному об'ємі досліджуваного матеріалу, з боку центру ваги деякої, суміжної із даною, гігроскопічної області. Тоді абсолютна величина сумарного всмоктуючого зусилля, що діє між центрами ваги двох суміжних фрагментів із об'ємами V_i та V_j , становитиме:

$$F_{i,j} = R \left(\frac{V_i T_{\theta(i)}}{M_i} \ln \varphi_i + \frac{V_j T_{\theta(j)}}{M_j} \ln \varphi_j \right). \quad (11)$$

Підставивши величину $F_{i,j}$ у формулу (5) замість $|\bar{R}_{i,j}|$, одержимо показник жорсткості умовних в'язей, що відповідає даній постановці задачі:

$$\mathfrak{K}_{i,j} = F_{i,j} / \delta_{i,j} . \quad (12)$$

Маючи усі необхідні складові взаємодії між компонентами дискретно представленого капілярно пористого тіла, можемо скласти та розв'язати системи рівнянь (4) і (5) для визначення деформованого стану вологого середовища (вологи, яка міститься у порах). Так як даний підхід передбачає врахування механічних зусиль з боку суперпозиції утворених струмом полів, то температурне поле та поле вологомісткості на кожному етапі чисельного моделювання можуть бути розраховані за спрощеною схемою із використанням закономірностей Фур'є–Кірхгофа [7;8] та рівнянням дифузії маси [2] відповідно.

Таким чином, можна одержати геометричну картину процесу тепловологопереносу та проаналізувати вплив електричного струму на вологе середовище (матеріал) на кожному етапі процесу сушіння.

Розв'язання такої задачі може дати можливість деякою мірою оптимізувати весь процес сушіння. Цього можна досягти шляхом підбору таких форми та положення електродів (або контактної поверхні у випадку кондуктивного сушіння), які б забезпечували найбільші деформації (переміщення) вологи у порах тіла, а значить і найбільш ефективний розподіл інтенсивності механічного впливу польових структур на кожному проміжку часу. Оскільки величина та характер викривлення поверхонь елементарних фрагментів цілком залежать від інтенсивності впливу польових сил на ці фрагменти, то мірою оцінювання оптимальності форми та положення електродів може бути сума модулів середніх кривизн (κ_{mid}) у точках перетину дискретно інтерпретованих фронтально- (Π_{ϕ}), горизонтально- (Π_{Γ}) та профільнопроекціюючих (Π_{Π}) (у початковому положенні) січних площин. Ці січні площини являтимуться дискретними двовимірними сітками, але міститимуть вузли додаткової або центральної тривимірної сітки даної моделі вологого тіла; а тому після деформації набуватимуть форми довільної поверхні [3]. У символічному вигляді поставлену задачу можна записати таким чином:

$$\sum_{l=1}^p \sum_{m=1}^q \sum_{n=1}^r \left(\left| \kappa_{mid}^{(l;m;n)} \right|_{\Pi_{\phi}} + \left| \kappa_{mid}^{(l;m;n)} \right|_{\Pi_{\Gamma}} + \left| \kappa_{mid}^{(l;m;n)} \right|_{\Pi_{\Pi}} \right) \xrightarrow{\tau} \max . \quad (13)$$

У загальному вигляді зв'язок між усіма факторами, які складають геометричну модель процесу сушіння у електромагнітному полі, можна зобразити у формі ієрархічної схеми, зображеної на рисунку 1.

Висновки. Таким чином, представлення капілярнопористого тіла його дискретною апроксимацією може дати повне уявлення про характер протікання процесів тепломасообміну, як між окремими фрагментами, так і у тілі в цілому. Окрім того виникає можливість оптимізації даного процесу, шляхом корегування його геометричних параметрів із плином часу. Усе це має дати можливість підвищити енергоефективність цього процесу.

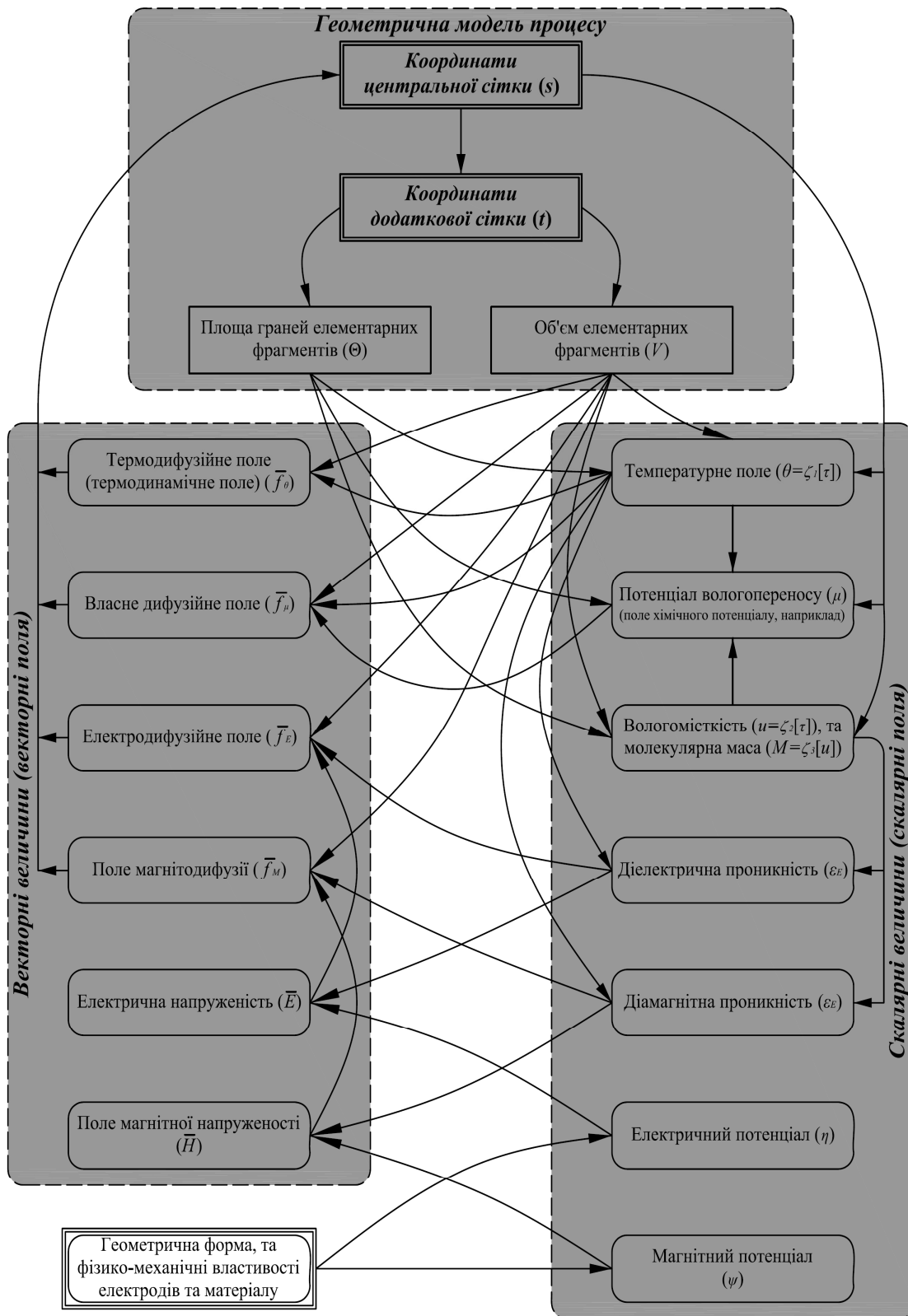


Рис. 1.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лыков А.В.. Теория сушки. – М.: «Энергия», 1968. – 472 с., ил.
2. Лыков А.В.. Тепломассообмен. Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1978. – 480 с., ил.
3. Самарский А. А., Гулин А. В.. Численные методы. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1989 – 432 с.
4. Плоский В.О., Скочко В.І.. Визначення НДС рідкого діелектрика під дією електростатичного поля. «Містобудування та територіальне планування»: Наук.-техн. збірник. К.: КНУБА, 2010р. – Вип. 38. – 476 с., с 313-326.
5. Скочко В. І.. Деякі аспекти геометричного моделювання НДС середовища із заданими властивостями. «Прикладна геометрія та інженерна графіка»: Наук.-техн. збірник. Вип. 87. К.: КНУБА, 2011р. – 486 с., с 347-356.
6. Кулон Ж-Л, Сабонадьер Ж-К. САПР в электротехнике: Пер. С франц. – М.: Мир, 1988. – 208 с., ил.
7. Теория тепломассообмена. Под ред. Леонтьева А. И.. – М.: Высшая школа. – 1985. – 385 с., ил.
8. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент : справочник. Под ред. Григорьева В. А.. – М.: Энергоиздат. – 1982. – 515 с., ил.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В работе представлено описание геометрической дискретной модели процесса тепломассообмена, возникающего при сушке капиллярнопористых материалов и изделий, используемых в строительстве. Также предлагается анализировать и оптимизировать процесс сушки путём исследования деформированного состояния (перемещения) влаги, находящейся в порах данного изделия. Приведена принципиальная схема взаимодействия компонентов, составляющих геометрическую модель изучаемого процесса. Даная схема, при некоторых упрощениях, может быть использована применительно и к другим видам сушки.

THE POWER EFFICIENT INCREASE OF DRYING PROCESS OF BUILDING WARES BASED ON ITS GEOMETRICAL MODEL

This article describes the description of geometrical discrete model of the heat-mass exchange processes which arise in capillary-porous materials at drying process with using of the electromagnetic field. The schematic circuit of geometrical model component's interaction is showed. The optimizing of drying process by means of its geometrical model is proposed.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Центр прикладных исследований в энергетике Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина

Постановка проблемы. К настоящему времени одной из основных проблем дальнейшего развития энергетического комплекса Украины остается проблема модернизации и реконструкции муниципальных систем теплоснабжения (СТ) [1]. При этом отсутствие до настоящего времени ее научно – обоснованного, комплексного решения приводит к угрозам энергетической зависимости Украины, неэффективному использованию ресурсов, направленных на реализацию соответствующих проектов и программ, сдерживает дальнейшее развитие городской инфраструктуры, приводит к возникновению социальной напряженности в обществе и др.

Одним из направлений в обеспечении решения данной проблемы следует считать разработку методологии, моделей и методов теории управления проектами, которые по отношению к предметной области исследования недостаточно представлены в работах украинских и зарубежных исследователей[2].

Обзор публикаций и выделение нерешенных проблем. Анализ выполненных исследований в области модернизации и реконструкции систем теплоснабжения, позволил выявить их основные тренды, к числу которых следует отнести: разработку стратегий и методов преобразования энергетического хозяйства; развитие методических основ, информационных баз и программных комплексов для решения задач по развитию энергоснабжения территорий и населенных пунктов; разработку экономических механизмов и структур управления энергоснабжением; разработку механизмов формирования и методик расчета экономически обоснованных тарифов на разные виды энергии; обоснование направлений развития систем энергоснабжения в энергетических программах [3, 4] и многое другое.

Одними из основных вопросов, возникающих при практической реализации проектов и программ модернизации и реконструкции муниципальных систем теплоснабжения, остаются вопросы, связанные с принятием модели финансирования, предварительного определения требуемого объема инвестиций, иерархии финансирования отдельных разделов проектов и программ. Вполне очевидно, что решение данных вопросов взаимосвязано, определяется большим числом факторов и параметров и, в конечном итоге, может быть найдено относительно сформированной целевой функции, выбор которой зависит от миссии проекта или программы модернизации и реконструкции СТ.

Однако, известные подходы к формированию планов финансирования не учитывают существующие зависимости между планируемыми объемами

финансирования и временем начала проектов программ модернизации и реконструкции муниципальных СТ.

Цель исследований. Целью исследования является повышение эффективности формирования плана финансирования проектов и программ модернизации и реконструкции муниципальных систем теплоснабжения.

Решение проблемы. Одним из подходов к повышению эффективности формирования плана финансирования проектов и программ модернизации и реконструкции муниципальных СТ можно рассматривать подход, основанный на исследовании жизненных циклов (рис.1) элементарных систем [5].

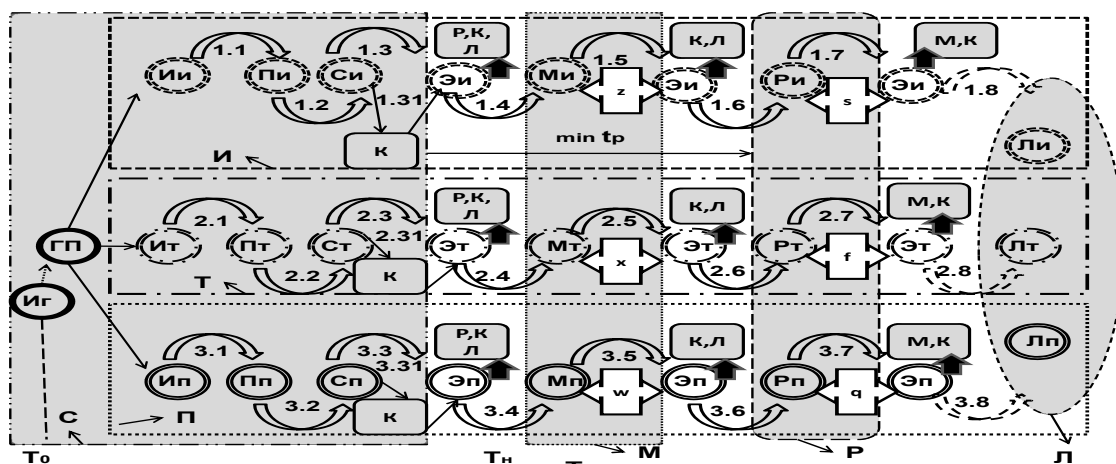


Рис.1 – Жизненный цикл элементарной системы теплоснабжения

Гп – процесс формирования генерального плана развития муниципального образования; Иг–процесс инициации Гп; С – этап первоначального создания и ввода в эксплуатацию системы; И – контур жизненного цикла подсистемы генерации тепла; Т–контур подсистемы передачи и распределения тепла; П – контур жизненного цикла подсистемы потребления тепла; Э – фаза эксплуатации; М – фаза модернизации; Р– фаза реконструкции; К – фаза консервации; Л – фаза ликвидации.

Выполненный анализ жизненного цикла элементарной системы теплоснабжения позволяет определять временные интервалы различных фаз и стадий развития системы теплоснабжения, которые определяют базовые составляющие проектов различного целевого назначения. Так, например, максимально возможное время существования подсистем можно определить как:

– для подсистемы генерации тепловой энергии

$$\max T^u = T_c^u + T_l^u + \sum_{i=1}^k T_{\text{Э}i}^u + \sum_{i=1}^k T_{\text{М}i}^u + \sum_{i=1}^k T_{\text{Р}i}^u + \sum_{i=1}^k T_{\text{К}i}^u ;$$

– для подсистемы транспорта и распределения тепла

$$\max T^m = T_c^m + T_l^m + \sum_{i=1}^k T_{\text{Э}i}^m + \sum_{i=1}^k T_{\text{М}i}^m + \sum_{i=1}^k T_{\text{Р}i}^m + \sum_{i=1}^k T_{\text{К}i}^m ;$$

– для подсистемы потребителя тепла

$$\max T^n = T_c^n + T_l^n + \sum_{i=1}^k T_{\text{Э}i}^n + \sum_{i=1}^k T_{\text{М}i}^n + \sum_{i=1}^k T_{\text{Р}i}^n + \sum_{i=1}^k T_{\text{К}i}^n ,$$

где $\max T^u$, $\max T^m$, $\max T^n$ – максимальное время существования

подсистемы генерации тепла, подсистемы транспорта и распределения, подсистемы потребителя тепла, соответственно; T_c^u, T_c^m, T_c^n – время фаз создания подсистем элементарной системы теплоснабжения; T_l^u, T_l^m, T_l^n – время фаз ликвидации подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{\varepsilon i}^u \sum_{i=1}^k T_{\varepsilon i}^m \sum_{i=1}^k T_{\varepsilon i}^n$ – время фаз эксплуатации подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{mi}^u, \sum_{i=1}^k T_{mi}^m, \sum_{i=1}^k T_{mi}^n$ – время фаз модернизации подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{pi}^u, \sum_{i=1}^k T_{pi}^m, \sum_{i=1}^k T_{pi}^n$ – время фаз реконструкции подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{ki}^u, \sum_{i=1}^k T_{ki}^m, \sum_{i=1}^k T_{ki}^n$ – время фаз консервации соответствующих подсистем.

Минимально возможное время начала перехода элементарной системы теплоснабжения в фазу модернизации, реконструкции, консервации и ликвидации определяется максимально возможным временем начала перехода в различные фазы жизненного цикла любой из подсистем:

$$\min T_{mo}^s = \min T_{po}^s = \min T_{lo}^s = \min T_{ko}^s = T_{cp}^u + \sum_{i=1}^k T_{ki}^u,$$

$$\text{при } (T_{cp}^u + \sum_{i=1}^k T_{ki}^u) > ((T_{cp}^m + \sum_{i=1}^k T_{ki}^m), (T_{cp}^n + \sum_{i=1}^k T_{ki}^n));$$

$$\min T_{mo}^s = \min T_{po}^s = \min T_{lo}^s = \min T_{ko}^s = T_{cp}^m + \sum_{i=1}^k T_{ki}^m,$$

$$\text{при } (T_{cp}^m + \sum_{i=1}^k T_{ki}^m) > ((T_{cp}^u + \sum_{i=1}^k T_{ki}^u), (T_{cp}^n + \sum_{i=1}^k T_{ki}^n));$$

$$\min T_{mo}^s = \min T_{po}^s = \min T_{lo}^s = \min T_{ko}^s = T_{cp}^n + \sum_{i=1}^k T_{ki}^n,$$

$$\text{при } (T_{cp}^n + \sum_{i=1}^k T_{ki}^n) > ((T_{cp}^u + \sum_{i=1}^k T_{ki}^u), (T_{cp}^m + \sum_{i=1}^k T_{ki}^m)),$$

где $T_{mo}^s, T_{po}^s, T_{lo}^s, T_{ko}^s$ – время начала возможного перехода элементарной системы теплоснабжения в фазу модернизации, реконструкции, консервации и ликвидации.

В соответствие с жизненным циклом элементарной системы теплоснабжения можно определить, относительно ее подсистем, возможные проекты, связанные с ее развитием.

Для элементарной системы теплоснабжения общее время проектов развития ее подсистем можно представить следующими зависимостями:

– для подсистемы генерации тепловой энергии

$$\max T_{pr}^u = T_{cpr}^u + T_{lpr}^u + \sum_{i=1}^k T_{mipr}^u + \sum_{i=1}^k T_{pipr}^u + \sum_{i=1}^k T_{kipr}^u;$$

– для подсистемы транспорта и распределения тепла

$$\max T_{pr}^m = T_{cpr}^m + T_{lpr}^m + \sum_{i=1}^k T_{mipr}^m + \sum_{i=1}^k T_{pipr}^m + \sum_{i=1}^k T_{kipr}^m;$$

– для подсистемы потребителя тепла

$$\max T_{pr}^n = T_{cpr}^n + T_{lpr}^n + \sum_{i=1}^k T_{mipr}^n + \sum_{i=1}^k T_{pipr}^n + \sum_{i=1}^k T_{kipr}^n,$$

где $\max T_{pr}^u$, $\max T_{pr}^m$, $\max T_{pr}^n$ – максимальное время жизненных циклов проектов развития подсистемы генерации тепла, подсистемы транспорта и распределения, подсистемы потребителя тепла, соответственно; $T_{cpr}^u, T_{cpr}^m, T_{cpr}^n$ – время проектов создания подсистем элементарной системы теплоснабжения;

$T_{lpr}^u, T_{lpr}^m, T_{lpr}^n$ – время проектов ликвидации подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{mipr}^u, \sum_{i=1}^k T_{mipr}^m, \sum_{i=1}^k T_{mipr}^n$

– время проектов модернизации подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{pipr}^u, \sum_{i=1}^k T_{pipr}^m, \sum_{i=1}^k T_{pipr}^n$ – время

проектов реконструкции подсистем; $\sum_{i=1}^k T_{kipr}^u, \sum_{i=1}^k T_{kipr}^m, \sum_{i=1}^k T_{kipr}^n$ – время проектов

консервации соответствующих подсистем.

На основе данных по каждой из элементарных систем (общей системы теплоснабжения муниципального образования) представляется возможным определять их нахождение в той или иной фазе развития на требуемый период времени и на основе обобщения данной информации сформировать план финансирования проекта $C_i = f(\tau)$ модернизации и реконструкции на любой момент его начала (рис.2):

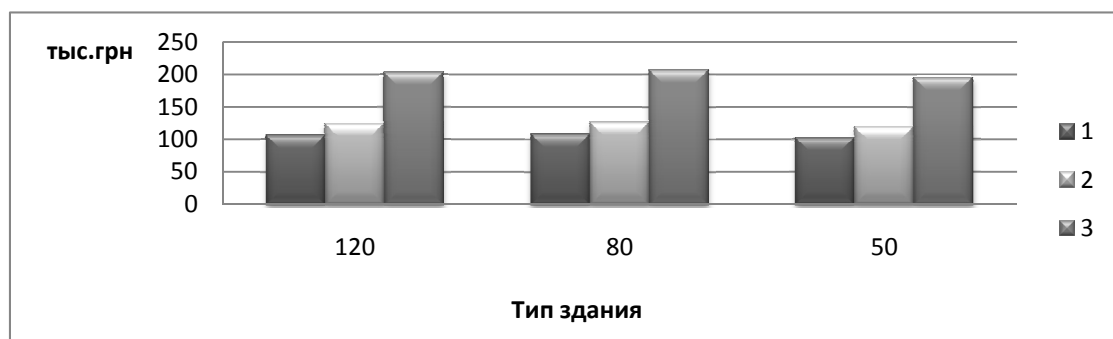


Рис.2 – Стоимость реконструкции для различных типов подсистем потребления тепла, в зависимости от времени начала проекта:

1) – $\tau=0$; 2) – $\tau = i$; 3) – $\tau = T$.

Эффективность применения данного подхода была подтверждена в условиях реального процесса формирования планов финансирования проектов модернизации и реконструкции муниципальных систем теплоснабжения ряда городов.

Установленные взаимосвязи временных интервалов жизненных циклов развития элементарной системы теплоснабжения и жизненных циклов проектов развития СТ позволяют повышать эффективность процессов управления инициацией, планирования, исполнения, мониторинга и контроля, а также завершения проекта.

Вывод.

Разработанный подход к формированию плана финансирования на основе модели жизненного цикла элементарной системы теплоснабжения позволяет повысить эффективность процессов финансирования проектов модернизации и реконструкции СТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комунальна енергетика України: стан, проблеми, шляхи модернізації. – К.: Національна академія наук України, Інститут технічної теплофізики, 2007. – 828 с.
2. А. Долінський, Б. Басок, О. Чайка, Є. Базєєв. Концепція (проект) державної науково – технічної програми «Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики України» //Вісн.НАН України, 2007.– № 7.– С.22
3. Модели, методы и алгоритмическое обеспечение проектов и программ развития наукоемких производств: Монография / А.М. Возный, В.В.Драгомиров, А.Я. Казарезов, К.В.Кошкин, Н.В.Фатеев, Ю.Н. Харитонов, С.К.Чернов. – Николаев: НУК, 2009.–194с.
4. Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития: Монография / В.Н.Бурков, В.С. Блинцов, А.М. Возный, К.В.Кошкин, К.М. Михайлов, Ю.Н. Харитонов, С.К.Чернов, А.Н. Шамрай – Николаев: видавництво Торубара О.С., 2010–176с.
5. Харитонов Ю.Н. Жизненный цикл элементарной системы теплоснабжения // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал:– Київ,2011.–№1.– С.285-290

ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ФАСАДІВ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

У статті подано енергоекономічне обґрунтування архітектурно-конструктивних прийомів вирішення фасадів громадських будівель. Висвітлені можливості їх застосування під час термомодернізації з урахуванням сучасних технологій та засобів.

Ключові слова: енергозаощадження, теплоізоляція, фасадні рішення.

The article submits the energy-economic substantiation of the architectural constructive methods of solving the facades of public buildings. The opportunities of their implementation during the thermo-modernization with a glance of modern technologies and means were illuminated.

Keywords: energy saving, thermal insulation, front solutions.

Постановка проблеми Переважна більшість громадських будівель України зведена в умовах індустріального будівництва радянської доби. Головними критеріями на той час були: максимальна швидкість зведення будівель; мінімальна матеріалоємність; зменшення одночасних витрат. У зв'язку з цим були занижені норми щодо теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій, а також мінімізовані фасадні рішення та усунені «архітектурні надлишки». Сьогодні стрімке зростання цін на енергоносії призводить до значного збільшення експлуатаційних витрат в цих будівлях, вони будуть зростати і надалі. Розпочата в Україні систематизація будівель бюджетних установ за рівнем фактичного енергоспоживання насамперед передбачає їх рейтингування. Очолюють рейтинги об'єкти-претенденти на енергетичне обстеження і розроблення проектів термомодернізації. Така діяльність потребує напрацьованих рекомендаційних переліків архітектурних енергоефективних заходів, сформованих відповідно до типів будівель. Архітектор повинен мати можливість обирати, а, головне, усвідомлювати, що вибір є саме серед прийомів, які разом із вирішенням утилітарних енергетичних та економічних питань, здатні покращувати архітектурне середовище.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Варіабельність архітектурних заходів енергозбереження не розглядаюся у роботах присвячених архітектурному проектуванню та історії розвитку громадських будівель [1,2,3,4,5]. Серед широкої палітри заходів найбільшому заощадженню енергії сприяє виконання відповідної термоізоляції огорожувальних конструкцій [6,7]. Ця стаття є логічним продовженням серії робіт, присвячених пошукам і обґрунтуванню заходів і прийомів архітектурного енергозаощаджування в громадських будівлях [8,9,10]. В розвиток

цієї теми авторами статті подана можливість подивитися на тектонічне вирішення фасадів з точки зору надбання в галузі архітектурного енергозаощадження.

Мета статті - обґрунтування архітектурних прийомів теплоенергетичної оптимізації стінових конструкцій із урахуванням інвестицій на їх впровадження.

Виклад основного матеріалу. Сучасна архітектура розвивається в умовах все більших технічних можливостей будівництва, появи новітніх будівельних матеріалів та конструкцій. Архітектурне енергозаощадження у XXI столітті, може використовувати як нові, так і традиційні архітектурні засоби. Образ енергоощадної будівлі складається з багатьох елементів, зокрема, пластики, фактури і кольору площин фасадів та його елементів.

Найбільша площа зовнішніх конструкцій припадає на стіни. Присутність належної товщини теплоізоляційних шарів, як правило з зовнішнього боку конструкції, здатне зменшити загальні тепловтрати будівлі до 30%. Товщина теплоізоляційного шару визначається теплотехнічним розрахунком [11]. Однак, слід враховувати також тенденцію до гармонізації вітчизняних норм з європейськими, що означає у перспективі перехід до більш жорстких вимог, які регламентують значення загального опору теплопередачі і збільшення товщини утеплювальних матеріалів.

Порівняння величини втрат тепла різних частин будівлі виявляє можливості їх відносного вирівнювання архітектурними заходами, які прийнято було компенсувати кількістю і площею опалювальних пристроїв системи обігрівання, тощо. Виконання утеплення фасадів матеріалом однакової товщини не означає рівномірності теплозахисту та є економічно виправданим лише для глухих фасадів, де найменші видатки на їхнє впровадження. Окрім суцільного утеплення стін повинні використовуватись прийоми зі змінною. Вони надають змогу зменшувати втрати тепла в будівлі, економити кошти та урізноманітнювати фасади.

Відбір та розрахунок енергоекономічних характеристик прийомів й заходів архітектурного енергозаощадження здійснено завдяки застосуванню інструментально-аналітичного методу та методу комп'ютерного моделювання. Сутність першого полягала у вимірюванні параметрів зовнішнього та внутрішнього повітряного середовища, дистанційного вимірювання полів температур огорожувальних конструкцій та подальшого аналітичного опрацювання отриманих даних. Метод комп'ютерного моделювання вимагав створення енергетичних макетів будівель на підставі даних геометричних й теплотехнічних параметрів будівлі та її окремих складових за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. На побудовані математичні моделі різних будівель „приміряні” проектні заходи та визначено їхню ефективність.

Розрахунки проведені з певними припущеннями: розрахункові умови внутрішнього і зовнішнього середовища прийняті стаціонарними, загальний об'єм взято константним. Економічні показники визначалися в цінах 2010 року на теплову енергію, на найпопулярніші матеріали утеплення та роботи з їхнього влаштування. В таблиці 1 розглянуто варіанти розташування матеріалів ефективного утеплення: суцільне (табл. 1, пункт №1); часткове (табл. 1, пункти №2, 3); або нерівномірне утеплення (табл. 1, пункти №4-8). Для цих варіантів розраховано усереднений коефіцієнт, який визначено співвідношенням відносного зменшення тепловтрат та

відносної економії коштів у порівнянні до варіанту суцільного утеплення, де коефіцієнт прийнято за 1 (пункт №1).

Найінтенсивніші тепловтрати відбуваються крізь стіни з північного боку будівлі. Розрахунками підтверджено, що енергетично і економічно ефективним є варіант суцільного утеплення північного фасаду будівлі та часткового застосування конструкцій підвищеної теплоізоляції для фасадів, обернених у східний і західний бік горизонту. Коефіцієнт енергоекономічної ефективності при застосуванні теплоізоляційних матеріалів в стінових конструкціях саме північної орієнтації дорівнює 1,5 (табл. 1, пункт №3), тоді як при трибічному - 1,15 (табл. 1, пункт №2).

В кутових приміщеннях, при всіх інших рівних вихідних умовах, втрати тепла більші ніж в приміщеннях розташованих у центральній частині будівлі. Зовнішні конструкції таких приміщень логічно робити „теплішими” (коэф.1,4) (табл. 1, пункт №4).

Додаткових заходів енергозаощаджування потребують приміщення великих об'ємів – актові зали, великі аудиторії. Всі конструкції таких приміщень повинні бути запроектовані з високими теплоізоляційними властивостями (табл. 1, пункт №4). Спортивні зали, коридори, їдальні та буфети відмінні від основних навчальних приміщень за температурними вимогами до внутрішнього середовища або за додатковим тепловиділеннями. Вони потребують заходів утеплення в останню чергу.

Завдяки різниці тисків стовпів зовнішнього і внутрішнього повітря, під дією природного теплового напору, вертикальні огорожувальні конструкції перших поверхів, зазнають більших витрат енергії, тому насамперед потребують утеплення (табл. 1, пункт №4). Зміна товщини теплоізоляційного матеріалу в конструкції зовнішніх стін може бути продовжена від поверху до поверху (табл. 1, пункт №5).

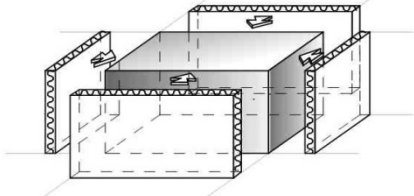
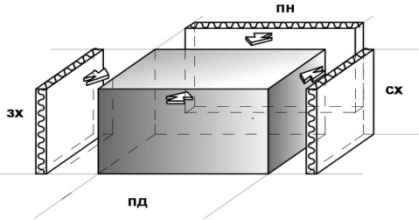
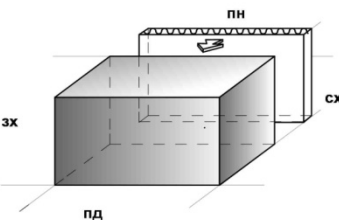
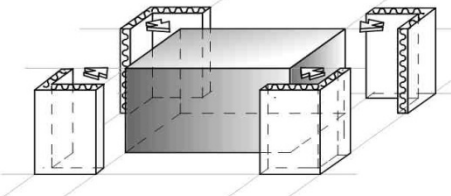
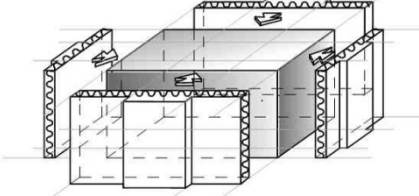
Експериментально-практичне підтвердження результати досліджень і розрахунків віднайшли під час проведення серії енергоаудитів та у проектах термомодернізації, розроблених авторами для громадських будівель.

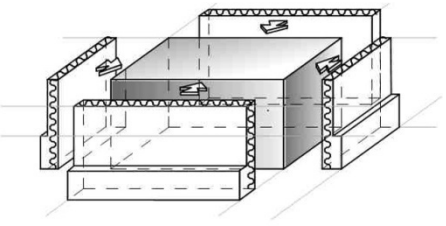
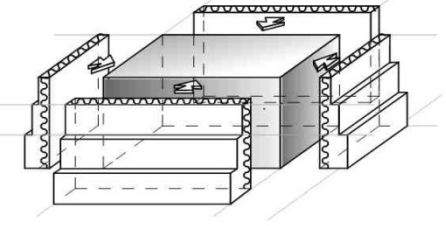
Висновки та перспективи подальших досліджень. Порівняння втрат тепла в різних частин будівлі виявляє можливості їх вирівнювання архітектурними заходами.

Наведені коефіцієнти ефективності допомагають обирати рішення, які можуть бути реалізовані у проектах термомодернізації громадських будівель та використовуватись під час проектування нових будівель.

Таблиця 1

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ПОФАСАДНОГО УТЕПЛЕННЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ РОЗРАХУНКІВ ЗМЕНШЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ТЕПЛОВТРАТ І ВИТРАТ КОШТІВ НА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

№	Назва прийому	Схема прийому пофасадного утеплення	Зменшення тепловтрат	Видатки на влаштування	Коеф. ефективності
			по відношенню до суцільного утеплення		
1	2	3	4		5
1	Суцільне фасадне утеплення		100%	100%	1
2	Часткове або нерівномірне утеплення	Варіант утеплення північного, східного і західного фасадів 	85%	74%	1,15
3		Варіант утеплення північного фасаду 	47%	31%	1,5
4	Часткове або нерівномірне утеплення Збільшення товщини стінових конструкцій кутових приміщень 	78%	53%	1,4	
5	Часткове або нерівномірне утеплення Збільшення товщини конструкцій зовн. стін приміщень великих об'ємів 	136%	112%	1,2	

1	2		3	4		5
6	Часткове або нерівномірне утеплення	Збільшення товщини конструкцій в рівні перших поверхів		124%	109%	1,1
7		Поярусне утеплення фасадів		141%	118%	1,2

Вибір варіантів часткового або нерівномірного утеплення зовнішніх стін слід розглядати з точки зору визначення найефективніших комбінацій і приймати залежно від:

- площі (об'єму) приміщень, до яких вони належать;
- призначення приміщень та вимог до параметрів внутрішнього мікроклімату;
- місцеположення приміщення у будівлі;
- орієнтації зовнішніх стінових конструкцій будівлі за сторонами горизонту;
- розташування приміщення по висоті будівлі.

Розрахунки відносних енергоекономічних показників актуальні з міркувань цінових коливань, які не можливо надійно спрогнозувати навіть на найближчі 2-3 роки. Тому дотримуватись лише вимог сучасних норм замало, адже вони повинні переглядатися з підвищенням цін та зростання дефіциту енергоносіїв.

Подальші дослідження передбачають проведення енергоекономічних розрахунків для значно більшого переліку прийомів і заходів архітектурного енергозаощаджування, які б могли бути рекомендовані для нового будівництва та термомодернізації громадських будівель.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Ежов В.И. Архитектура общественных зданий массового строительства М.:Стройиздат, 1983. – 216 с., ил. 2. Архитектура сучасності. Остання третина ХХ-початокХХІ століть: Навч. Посібник / Б.С.Черкес., С.М. Лінда. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська Політехніка”, 2010 – 384 с. 3. Лінда С.М. Архітектурне проектування громадських будівель. - Львів: Видавництво Національного університету “Львівська Політехніка”, 2010 – 608 с., ил. 4. Проскуряков В.І. Архітектура українського театру. Простір і дія. – Львів: Вид-во Національного Університету „Львівська політехніка”, 2001. – 564 с. 5. Слепцов О.С. Архітектура цивільних будівель на основі відкритих збірних конструктивних систем: Автореф. дис...д-ра арх.:18.00.02.-Київ: КНУБА,1999.-37с. 6. Табунщиков Ю.А. Основы

математического моделирования теплового режима здания как единой теплоэнергетической системы. Докторская диссертация. - М.: НИИСФ, 1983.

7 Фаренюк Г.Г. Теплова надійність огорожувальних конструкцій та енергоефективність будинків при новому будівництві та реконструкції. Автореф. дис...д-ра т.н.:05.23.01.-Полтава: ПНТУ ім. Ю.Кондратюка,2009.-36с.

8. Бродський М.О., Лісних Л.І. До питання енергозаощадження будинків дитячих закладів. 9. Шулдан Л.О. Архітектурне удосконалення шкільних будівель з врахуванням енергозаощаджування //Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. – 2008. № 632 – С. 92–105. 10. Бродський М.О., Шулдан Л.О. Архітектура громадських будівель та проблеми енергозаощаджування // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. – 2010. № 674.– С. 335–341. 10. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: ДП „Укрархбудінформ”,2006.–70 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИРОЛИЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

*Белорусский национальный технический университет,
Республика Беларусь
ЗАО ЭТС «Машиностроительный завод» СПб, Российская Федерация*

В настоящее время основным механизмом, превращающим теплоту сгорания топлива в механическую работу, необходимую для выработки электрической и тепловой энергии в малой и автономной энергетике, является поршневой дизельный двигатель.

Наиболее удобными и традиционно используемыми топливами для поршневого двигателя являются жидкие (бензин или дизельное топливо) и газообразные (в основном высококалорийные природный и нефтяной газы). Однако, постоянный рост цен на эти виды топлив, а также расходов на их транспортировку в отдаленные районы все настоятельнее требует активизировать переход на альтернативные более дешевые местные топлива, в том числе твердые: уголь, древесина, торф и т.п.

Одним из известных и широко применяемых в 40-50 годы прошлого столетия способов использования твердых топлив является их газификация, то есть превращение твердого топлива в газообразное, которое способен потреблять поршневой двигатель.

Наиболее распространенным и доступным видом твердого топлива является древесное топливо, исходная стоимость которого в ряде случаев считают даже отрицательной, имея ввиду отходы древесины при ее заготовке и переработке.

Твердые топлива, в частности древесина, обладают общим свойством – термической неустойчивостью. При нагревании твердые топлива разлагаются, образуя летучие продукты и твердый остаток.

При газификации твердых топлив происходят процессы нагрева, сушки, пиролиза и взаимодействия углистого остатка с парогазовой средой (собственно газификация).

Аппараты для газификации древесного топлива известны довольно давно и для решения конкретных задач применяются различные процессы газификации.

Газогенератор представляет аппарат для термопиролизной обработки древесины с получением топливного газа, основными горючими составляющими которого являются водород (H_2) и окись углерода (CO). Для получения качественного генераторного газа, необходимого для использования в поршневых двигателях, в газогенераторе реализована обращенная

многозонная схема газификации твердого топлива, при которой смолистые летучие соединения проходят через активную зону раскаленного углерода, разлагаются и газифицируются, что уменьшает содержание смолистых веществ в топливном газе.

Корпус газогенератора имеет разъем, который делит его на две части. Верхняя часть является бункером, которая имеет форму усеченной прямоугольной пирамиды, большее основание которой расположено в нижней части бункера. Такая форма препятствует зависанию древесного топлива в бункере во время работы газогенератора. Верхняя часть бункера имеет кассетный или шлюзовой питатель для загрузки твердого топлива и технологические люки с круглыми фланцами, которые используются для присоединения к дымовой трубе на время розжига газогенератора и для подачи древесного топлива, в случае применения шнекового питателя. На время транспортировки газогенератора бункер может быть демонтирован. Нижняя часть газогенератора футерована огнеупорным кирпичом. В ней располагаются активные зоны, колосниковая решетка и зольник. Активные зоны имеют ряды воздухоподводящих фурм.

Колосниковая решетка предназначена для удержания слоя раскаленного углерода в реакционной зоне, удаления золы и угольной мелочи. Ниже колосниковой решетки располагается зольник, который имеет герметичный боковой люк для периодического удаления золы. Нижняя часть газогенератора также имеет технологические боковые люки которые используются для визуального контроля, шуровки, розжига газогенератора и установки термомпар для контроля температуры в данной зоне. Значение температуры характеризует процесс газификации и позволяет оценивать качество генераторного газа. Генераторный газ из газогенератора отбирается над колосниковой решеткой и через коллектор, являющийся одновременно подогревателем дутьевого воздуха, поступает в циклонные очистители, поверхность которых используется в качестве теплообменника для охлаждения генераторного газа и нагрева воздуха, подаваемого в сушилку древесного топлива.

Температура генераторного газа на выходе из газогенератора может достигать 600°C. Для нормального протекания процесса наполнения поршневого двигателя температура генераторного газа снижается до 40°C. А так как использования в газогенераторе древесного топлива с относительной влажностью более 25% приводит к резкому снижению калорийности газогенераторного газа, то физическое тепло от охлаждения генераторного газа в виде горячего воздуха направляется на сушилку древесного топлива. После охлаждения генераторный газ направляется в двухступенчатый фильтр. В качестве фильтрующего элемента фильтров применяется топливная щепка или опилки. После загрязнения фильтрующий элемент сжигается в газогенераторе. В случае использования сухого древесного топлива, горячий воздух охлаждения генераторного газа сбрасывается в атмосферу или используется на технологические нужды или на отопление.

В качестве исходного поршневого двигателя для газогенераторной энергоустановки выбран широко распространенный дизель типа ЯМЗ,

переведенный на газодизельный процесс и снабженный адаптивной (самонастраивающейся) системой регулирования подачи газового топлива в дизельный двигатель, позволяющая менять соотношение между газовым и жидким топливом в зависимости от количества и качества газового топлива и нагрузки, поданной на двигатель. При этом сохраняется возможность работы по дизельному циклу. Отличительной особенностью данной системы является то, что рейка топливного насоса высокого давления не фиксируется при переходе на газодизельный цикл, а остается свободной. Сам этот переход осуществляется открытием газовой магистрали и началом подачи в двигатель газового топлива. При этом не требуется снижение мощности двигателя, система поддерживает заданный режим в зависимости от количества подводимого газа и его теплотворной способности, меняя соотношение дизельного топлива и газа. При снижении нагрузки на двигатель до режима холостого хода газовая заслонка закрывается полностью, и работа двигателя осуществляется на дизельном топливе. Во время работы двигателя под нагрузкой в случае снижения количества подаваемого газа по внешним причинам или изменения состава газа (уменьшения его теплотворной способности) система поддерживает заданный скоростной режим работы добавлением необходимого количества дизельного топлива. Благодаря принятой схеме регулирования приемистость газодизеля, несмотря на инерционность газового тракта, соответствует приемистости дизеля.

Переход двигателя на работу по чисто дизельному циклу осуществляется путем отключения подачи газового топлива.

Основными преимуществами газодизельного процесса и выше описанной системы управления являются:

- возможность запуска установки при отсутствии посторонних источников электроснабжения за счет работы электроагрегата на дизельном топливе в период розжига, запуска и прогрева газогенератора;

- использование дизельного топлива в качестве резервного в случае сбоев с поставкой древесного топлива или выхода из строя оборудования по его подготовке;

- относительно простое переоборудование дизельного двигателя на газодизельный цикл, возможное даже на месте его эксплуатации;

- обеспечение оперативного автоматического перевода с дизельного на газодизельный цикл и обратно при его эксплуатации;

- возможность получения высоких показателей переходного процесса при сбросах и набросах нагрузки (см. рис.2,3);

- простота в освоении и обслуживании, стабильность выходных электрических параметров.

Газовым топливом при работе агрегата на номинальном режиме замещается 70-75% жидкого нефтяного топлива.

Возможно изготовление энергоустановок электрической мощностью 50, 100, 200, 500 кВт и комплектация из них электростанций любой мощности по согласованию с заказчиком.

Из всего многообразия твердых топлив и их смесей вырабатывается газ примерно одинакового состава.

Теплотворная способность данного топливного газа составляет 1000-1350ккал/м³. Он пригоден для использования в топках существующих газовых и жидкостных котлов, специальных топочных устройствах и в сушильных камерах для выработки тепловой энергии, а также в поршневых двигателях, электроагрегатов взамен традиционных нефтяных жидких топлив для выработки электроэнергии.

Теплотворная способность смеси газа с необходимым для полного сгорания количеством воздуха находится на уровне теплотворной способности топливоздушной смеси. Поэтому, при замещении дизельного топлива газом, мощность двигателя не изменяется.

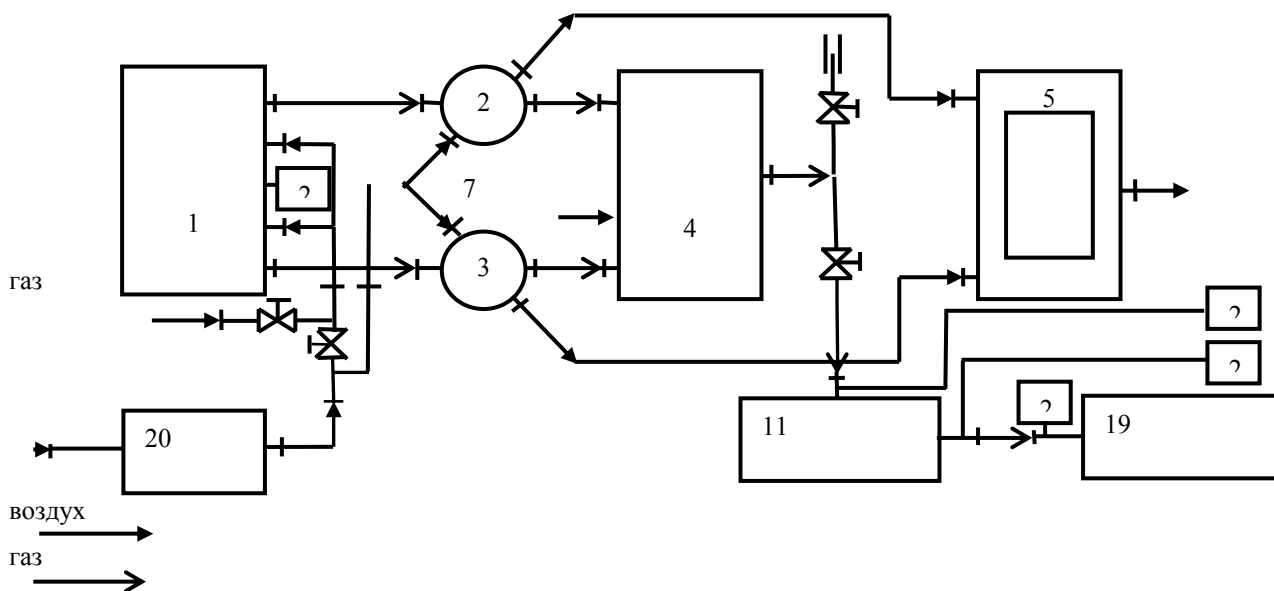


Рис.1 Структурная схема газогенераторной энергетической установки ГГЭУ.

1-газогенератор, 2,3- циклоны-теплообменники (левый, правый), 4-фильтр газа грубой очистки, 5-сушилка топлива, 6-трубопроводы подачи воздуха к сушилке, 7-трубопровод подачи воздуха к циклонам, 8-вход воздуха, 9-выход газа, 10-выход воздуха из сушилки, 11 – фильтр газа тонкой очистки, 12,13,14,15 – запорные клапаны (клинкеты), 16 – свеча-горелка, 17- кассета, 18 - трубопровод подачи воздуха, 19 - газодизельный электроагрегат, 20 – воздуходувка, 21,22 – тягонапомеры, 23,24 – термодатчики.

ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ

Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій ДП НДІБК

Підвищення вимог з теплової ізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій призвело до виникнення та використання багатошарових конструкцій. У статті розглядаються багатошарові конструкції з вентиляльованим повітряним прошарком. Стінова огороджувальна конструкція з вентиляльованим повітряним прошарком передбачає наявність наступних шарів – внутрішнього несучого шару, шару утеплювача, повітряного прошарку, зовнішнього лицевального шару. Зовнішній лицевальний шар кріпиться до металевих стійок та ригелів, які у свою чергу через кронштейни кріпляться до внутрішнього шару стіни. Металеві елементи це теплопровідні включення, які зменшують теплотехнічну однорідність конструкції і знижують опір теплопередачі. Вплив теплової однорідності конструкцій досить активно досліджується. На даний час проведено ряд робіт як розрахункових так і експериментальних з визначення понижуючих коефіцієнтів опору теплопередачі для основних конструктивів [1-3]. Коефіцієнт теплотехнічної однорідності γ визначається як відношення приведенного опору теплопередачі конструкції з теплопровідними включеннями до опору теплопередачі однорідної конструкції $\gamma = R_{пр} / R_0$ та становить 0,83÷0,99 в залежності від товщини та типу утеплювача, кількості кронштейнів, матеріалу внутрішнього несучого шару стіни.

Якщо вважати теплотехнічну однорідність конструкції першим вагомим понижуючим чинником, то другим не менш вагомим, але менш дослідженим понижуючим чинником являється вплив фільтрації повітря через огороджувальну конструкцію. Далі під огороджувальною конструкцією будемо розуміти конструкцію фасадного утеплення з вентиляльованим повітряним прошарком. За ДСТУ Б В.2.6-35:2008 [4] збірні системи з вентиляльованим повітряним прошарком та непрозорим індустриальним опорядженням розділяють на підкласи за матеріалом опоряджувального шару. Конструктивно ці підкласи можна розділити на три групи (рис. 1): I – конструкції з суцільним екраном; II – конструкції з екраном, що має розриви по висоті; III – конструкції з суцільним екраном виконаного з повітропроникного матеріалу.

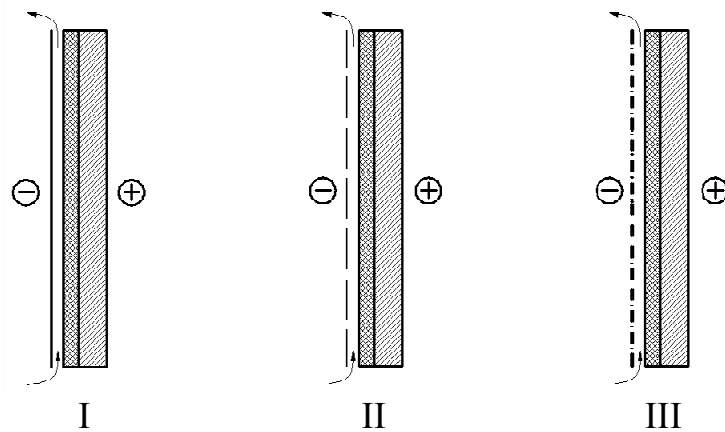
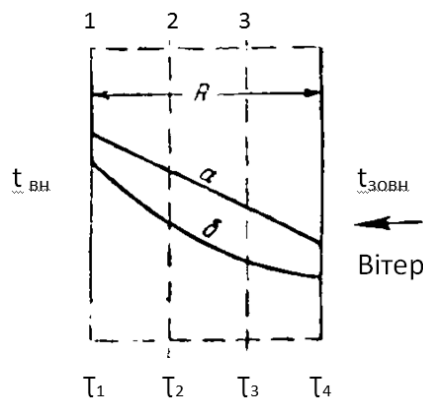


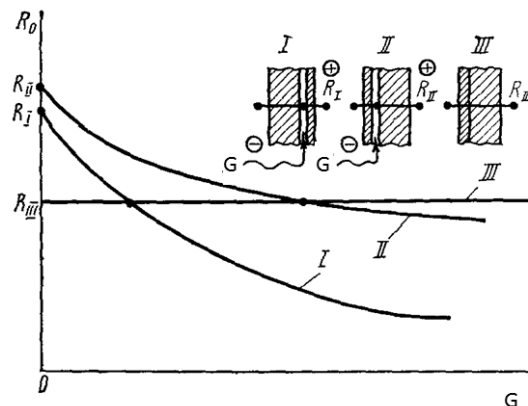
Рисунок 1 – Конструктивні групи конструкцій фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком.

Як відомо, таке явище як фільтрація повітря через огорожувальні конструкції виникає при різниці тисків повітря з протилежних боків огороження, що призводить до інфільтрації або ексфільтрації повітря до приміщень будинку. Перепад тиску виникає за рахунок вітрового та теплового напору. Для гігієнічних показників повітряного режиму приміщень надходження зовнішнього повітря має позитивний характер, але на теплоізоляційні характеристики конструкцій має суттєвий негативний вплив при проникненні у теплоізоляційні шари або під них. Кількість інфільтрованого або ексфільтрованого повітря залежить від повітропроникності шарів огорожувальної конструкції. При інфільтрації повітря спостерігається зміщення температурних полів та зниження опору теплопередачі конструкцій, що приведено в роботах Брілінга Р.Е., Фокіна К.Ф., Богословського В.Н. [5-7]. Схематичний вигляд характеру зміщення температурних полів та зміни опору теплового потоку представлено відповідно на рис. 1 та рис. 2. Зниження теплоізоляційних характеристик пояснюється необхідністю тепловитрат на нагрівання повітря, яке проникає у пори матеріалу. Таке явище як проникнення та рух повітря у порах матеріалу називають поздовжньою або поперечною фільтрацією. Під поздовжньою фільтрацією розуміють рух повітря, що потрапляє через нещільність зовнішнього повітронепроникного шару та переміщується у товщі вздовж конструкції. При поперечній фільтрації повітря потрапляє у товщу шару через його зовнішню поверхню перпендикулярно до товщі конструкції.



де а – крива розподілу температури без урахування інфільтрації повітря;
б – крива розподілу температури з урахування інфільтрації повітря.

Рисунок 1 – Схематичний вигляд зміщення теплових полів у шарі конструкції.



де I – розміщення повітряного прошарку біля внутрішнього шару конструкції; II – розміщення повітряного прошарку біля зовнішнього шару конструкції; III – при відсутності повітряного проміжку.

Рисунок 2 – Схематичний вигляд зміни опорів теплопередачі конструкції в залежності від витрат повітря. наявності та розміщення вентилязованого проміжку.

У багатьох роботах досліджено поздовжню фільтрацію повітря.

Існує кілька методик які враховують вплив повітропроникності на температурний режим конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов вентилируемым воздушным зазором // АВОК. 2004 № 2, 3.

2. Подласова И.А., Чернета В.Ю., Копаница Н.О., Солонников Е.В. Сопротивление теплопередаче стен с навесными теплоизоляционными фасадами// АВОК. 2005 № 3.

3. Фаренюк Г.Г., Венжего Г.С. Учет неоднородности конструкций вентилируемых фасадов при определении приведенного сопротивления. // Реконструкція житла. – Вип. 8 – 2007. – С.306-314.

4. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляваним повітряним прошарком. Загальні технічні умови. Чинний від 2009-06-01.

4. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1982.

5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М., Госстройиздат, 1973.

6. Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов. М., Стройиздат, 1949.

7. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК, 2004. №2, №3.

8. Козлов В.В. Аналитический метод расчета движения воздуха в воздушном зазоре вентилируемого фасада с облицовкой, содержащей периодические разрывы// НИИСФ -50, М., 2006.

9. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Мехнецов И.А. Продольная фильтрация воздуха в современных ограждающих конструкциях // АВОК. 2005 № 8. – С.60-69.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Національний університет «Львівська політехніка»

В Україні обсяг робіт, спрямованих на зменшення споживання теплової енергії в житлово-комунальному секторі, залишається надзвичайно малим, що, в першу чергу, пояснюється потребою залучення значних інвестицій та великими термінами окупності цих заходів. Проте постійне зростання цін на енергоносії вимагає невідкладного вирішення цієї проблеми, а відсутність державного фінансування, обмежені фінансові можливості як місцевих територіальних громад так і населення вимагає особливо зваженого підходу до вибору як самих термореноваційних заходів, так і до об'єктів, на яких вони впроваджуються.

Безперечно, першим кроком при термореновації будь-якого об'єкту є приведення теплотехнічних показників зовнішніх конструкцій до сучасних нормативних значень. Це досягається шляхом додаткового утеплення зовнішніх огорожень будівлі та заміною існуючих вікон сучасними, тощо.

Термін окупності робіт з утеплення зовнішніх захищень (співвідношення капіталовкладень, спрямованих на реалізацію термореноваційного заходу до річної економії коштів, отриманої за рахунок цього термореноваційного заходу) залежить від типу теплоізоляційного матеріалу, його товщини та від термічного опору конструкції, яка утеплюється, а також від вартості спожитої теплової енергії [1].

Техніко-економічні розрахунки [1], проведені для двох груп споживачів – населення та споживачів, що фінансуються з бюджету будь-якого рівня, показують, що утеплення зовнішніх стін вже зараз є привабливим термореноваційним заходом для всіх бюджетних організацій. Для них термін окупності знаходиться в межах 3,6–8 років. Для загально-будівельних робіт нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень становить 0,12, що відповідає терміну окупності 8,3 роки. У житловому секторі термін окупності робіт з утеплення зовнішніх стін все ще залишається високим (9–23 роки). Найближчим до нормативного значення (8,3 роки) він буде лише для панельних будинків, утеплених пінопластом товщиною 12 см. Опір теплопередачі такої стіни становить $2,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$, що удвічі перевищує нормативну величину. Техніко-економічне порівняння проводилося на основі реальних економічних показників, які діяли у Львові на початку опалювального сезону 2010 року. Зокрема, тариф на теплову енергію по ЛМКП «Львівтеплоенерго» становив для населення 163,37 грн./Гкал, а для споживачів, що фінансуються з бюджету будь-якого рівня – 393,63 грн./Гкал. Середня вартість робіт з утеплення зовнішніх стін становить 142 грн./м².

Проте навіть якісна термореновація будинку, проведена в повному обсязі, автоматично не спричиниться до економії теплової енергії, а лише до зміни теплового режиму будинку.

Метою досліджень було визначити техніко-економічні чинники при реконструкції різних варіантів систем опалення, зокрема варіант, який дозволить максимально заощадити теплову енергію.

Для досягнення економії енергоносіїв необхідно, щоб існуюча в будинку система опалення могла адекватно реагувати на зміну теплового режиму будинку, в іншому випадку єдиним результатом термореновації буде підвищення температури внутрішнього повітря і як наслідок перевитрата теплової енергії.

Побутує думка, що після проведення робіт з термореновації достатньо лише зменшити подачу теплоносія в будинок, прикривши запірну арматуру в тепловому пункті. Проте такий метод (кількісне регулювання – шляхом зміни кількості теплоносія при його незмінній температурі) є найменш прийнятним.

Це пов'язано з тим, що зміна витрати теплоносія призводить до порушення гідравлічного режиму системи опалення. Слід мати на увазі, що мова йде про системи, які знаходяться в експлуатації понад 30 років. За цей час вони зазнали цілого ряду несанкціонованих втручань при аварійних ремонтах, при усуненні дросельних шайб, при заміні або додатковому встановленні нагрівальних приладів. У більшості систем трубопроводи та опалювальні прилади забруднені мулом та окалиною.

Зменшення тепловтрат будинку на 40% при кількісному регулюванні вимагає такого ж зменшення витрати теплоносія, що неодмінно приведе до остаточного розбалансування гідравлічного режиму системи опалення.

У зв'язку з цим єдиним прийнятним способом регулювання є регулювання шляхом зміни температури теплоносія при його постійній (розрахунковій) витраті (якісне регулювання). В залежності від місця, де здійснюється таке регулювання воно може бути центральним (на ТЕЦ або котельні), місцевим (в центральному або індивідуальному тепловому пункті). Кількісне регулювання є ефективним лише безпосередньо біля опалювального приладу (індивідуальне регулювання). Поєднання цих методів регулювання дозволяє також системі опалення ефективно реагувати на теплонадходження від сонячної радіації та від побутових джерел.

У зв'язку з цим доцільно з'ясувати, який з можливих варіантів реконструкції системи опалення буде ефективним не лише з точки зору обсягів заощадженої теплової енергії, але й за сукупними техніко-економічними показниками. Для цього проведено порівняльний аналіз на прикладі типового дев'ятиповерхового панельного будинку серії 84-044.85, який складається з п'яти секцій (під'їздів), по 36 квартир у кожному, з наступними характеристиками огороджуваних конструкцій (табл..1).

**Теплотехнічні характеристики п'ятисекційного
дев'ятиповерхового панельного будинку серії 84-044.85**

Тип зовнішнього захищення	Загальна площа, F м ²	Дійсний коефіцієнт теплопередачі, k Вт/(м ² ·К)	Розрахункові тепловтрати, Q кВт	Частка від загальних тепловтрат, %
Зовнішня стіна	4770	1,5	279	38,6
Вікна та балконні двері	1925	2,8	210	29,0
Перекрыття над підвалом	1540	1,0	48	6,6
Перекрыття останнього поверху	1540	1,2	43	5,9
Сумарні трансмісійні тепловтрати, кВт	-	-	580	80
Витрата теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, кВт	-	-	142	19,6
Загальні розрахункові тепловтрати будинку, кВт	-	-	722	100

Розрахункова річна витрата теплової енергії $Q_{рік}$, на потреби опалення визначається за формулою [2]:

$$Q_{рік} = \beta_h \cdot [Q_k - (Q_{внн} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \quad (1)$$

де Q_k – загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку будинку;
 $Q_{внн}$ – побутові теплонадходження в будинок впродовж опалювального періоду, що визначаються за СНиП 2.04.05.

Q_s – надходження тепла в будинок через вікна від сонячної радіації впродовж опалювального періоду;

β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системою опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів і додатковими тепловтратами через зарадіаторні ділянки огорожень, тепловтратами трубопроводів, що проходять через

неопалювані приміщення. Для багатосекційних та будинків великої довжини приймається $\beta_h = 1,13$, для будинків баштового типу – $\beta_h = 1,11$.

ν – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій приміщень будинків акумулювати або віддавати тепло при періодичному тепловому режимі. При відсутності даних можна прийняти $\nu = 0,8$.

ζ – коефіцієнт авторегулювання подавання тепла в системи опалення.

Кількість теплоти, на яку можна зменшити річне споживання системою опалення можна представити у вигляді:

$$\Delta Q_{pich} = \beta_h \cdot [\Delta Q_{ym} - (Q_{vni} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \quad (2)$$

де ΔQ_{ym} – кількість теплоти, яка заощаджується протягом опалювального періоду за рахунок утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій. При утепленні одношарової керамзитобетонної панелі пінопластом товщиною 0,12м питома економія теплової енергії (віднесена до 1м² поверхні стіни) становить 0,099 Гкал/рік [1]. Тоді величина ΔQ_{ym} для п'ятисекційного будинку буде становити 472200 кВт·год.

Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду включають: теплонадходження від побутових електроприладів (Q_{el}), теплонадходження, що надходять при спалюванні природного газу (Q_{np}) та теплонадходження від людей (Q_l).

Вважаємо, що теплонадходження від побутових електроприладів становлять 50-70% від кількості спожитої електроенергії. [3] Споживання електроенергії приймалося на підставі усереднених статистичних даних для трьох дев'ятоповерхових панельних будинків серії 84-044.85 впродовж опалювального періоду. На підставі цих даних визначено, що для 5-ти секційного будинку на 180 квартир кількість електроенергії, спожитої впродовж опалювального періоду становить 121000 кВт·год, що відповідає величині теплонадходжень $Q_{el} = 60500$ кВт.

На підставі фактичних даних про споживання природного газу цими ж трьома будинками впродовж опалювального періоду визначено кількість газу, яку використали мешканці 5-ти секційного будинку: $G_2 = 12260$ м³, що відповідає теплонадходженням $Q_2 = 57300$ кВт·год.

Теплонадходження від людей визначалися за методикою [3], при цьому кількість мешканців прийнято $N=550$ осіб, що відповідає теплонадходженням $Q_l = 48200$ кВт·год. Таким чином, сумарні побутові теплонадходження протягом опалювального періоду становлять $Q_{vni} = 166000$ кВт·год.

Теплонадходження через вікна від сонячної радіації визначалися для чотирьох фасадів будинку за методикою [2] з врахуванням даних, приведених у [3,4]. Для 5-ти секційного будинку, при орієнтації фасаду з найбільшим коефіцієнтом засклення на південь теплонадходження від сонячної радіації при розрахунковій географічній широті 48° пн.ш. будуть становити впродовж опалювального періоду $Q_s = 119700$ кВт·год.

Для наведених вище даних визначимо термін окупності заходів з енергоощадності, які включають утеплення зовнішніх стін будинку

пінопластом товщиною 0,12 м та кількох найбільш поширених способів регулювання подавання теплової енергії в системах опалення:

- однотрубна система опалення з термостатами та з пофасадним авторегулюванням в індивідуальному тепловому пункті ($\zeta=1,0$);
- однотрубна система опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням в ІТП ($\zeta=0,9$);
- однотрубна система опалення з термостатами і без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,85$);
- система опалення без термостатів та з центральним авторегулюванням в ІТП з коригуванням за температурою внутрішнього повітря ($\zeta=0,7$);
- система опалення без термостатів та без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,5$).

Кошторисна вартість реконструкції системи опалення для кожного варіанту приймалася на підставі усереднених даних комерційної пропозиції кількох львівських спеціалізованих підприємств, а вартість утеплення фасаду будинку – з розрахунку 142 грн./м². [1] (табл.2).

Таблиця 2.

Техніко-економічні показники порівняльних варіантів реконструкції систем опалення

№ п/п	Тип системи опалення	Кошторисна вартість реконструкції системи опалення та утеплення зовнішніх стін, тис. грн.	Річна економія теплової енергії кВт·год (Гкал/рік)	Річна економія коштів, тис.грн./рік	Простий термін окупності, роки
1.	Однотрубна система опалення з термостатами та з пофасадним авторегулюванням в індивідуальному тепловому пункті ($\zeta=1$)	3032,3	791,8 (682,5)	111,515	27,2
2.	Однотрубна система з термостатами та центральним авторегулюванням в ІТП ($\zeta=0,9$)	2982,3	766,0 (660,4)	107,880	27,6
3.	Однотрубна система з термостатами і без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,85$)	2732,3	753,1 (649,2)	106,060	25,8
4.	Система без термостатів з центральним авторегулюванням у ІТП з корегуванням за температурою внутрішнього повітря ($\zeta=0,7$)	967,3	714,4 (615,8)	100,610	9,6
5.	В системі без термостатів та без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,5$)	667,3	622,7 (539,8)	87700	7,6

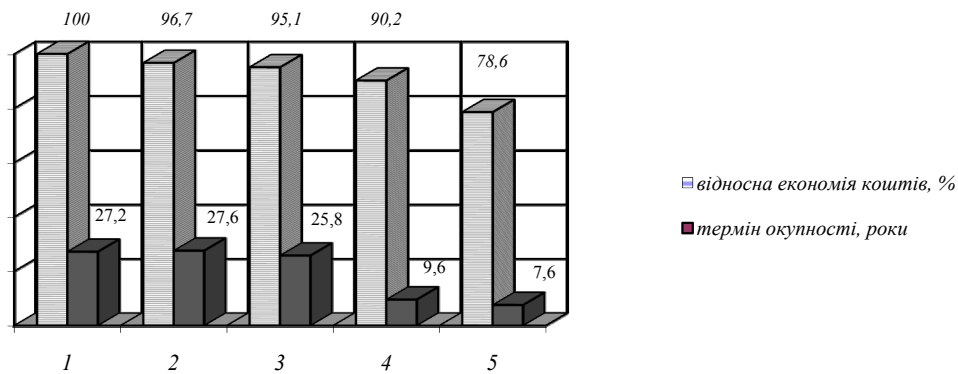


Рис.2. Значення відносної економії коштів та терміни окупності при реконструкції різних систем опалення.

1 - однотрубна система опалення з термостатами та з пофасадним авторегулюванням в індивідуальному тепловому пункті ($\zeta=1,0$); 2 - однотрубна система опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням в ІТП ($\zeta=0,9$); 3 - однотрубна система опалення з термостатами і без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,85$); 4 - система опалення без термостатів та з центральним авторегулюванням в ІТП з коригуванням за температурою внутрішнього повітря ($\zeta=0,7$); 5 - система опалення без термостатів та без авторегулювання в ІТП ($\zeta=0,5$).

Висновки.

1. Як видно з наведених даних, найбільш ефективними з точки зору економії теплової енергії є два перші варіанти, які передбачають індивідуальне регулювання з допомогою термостатів, що дозволяє забезпечувати оптимальний температурний режим в приміщенні при зміні зовнішніх факторів (температури зовнішнього повітря, інтенсивності сонячного опромінення, тощо). Проте вони є і найменш економічно привабливими (термін окупності відповідно 27,2 та 27,6 роки), що пояснюється дуже високою вартістю реконструкції існуючої системи опалення.

2. Найнижче значення має коефіцієнт авторегулювання при центральному регулюванні на ЦТП або котельні, проте цей метод вимагає мінімальних додаткових витрат. Він може бути використаний за умови, коли термореновації зазнали усі будинки, які обслуговує дана котельня чи ЦТП. В цьому випадку достатньо перевести роботу котельні на скорегований температурний графік.

3. Система без термостатів з центральним авторегулюванням у ІТП з корегуванням за температурою внутрішнього повітря хоч і має термін окупності, який перевищує нормативний (9,6 роки), теж є привабливою, оскільки при відносно невисоких капітальних затратах забезпечує значну економію теплової енергії (90,2% від максимального значення).

4. Наведені дані дають також підставу стверджувати, що при виборі об'єктів для проведення робіт з термореновації перевагу слід надавати групі

панельних будинків, тепла енергія до яких подається від однієї котельні або ЦТП, які повинні працювати за скорегованим температурним графіком.

ЛІТЕРАТУРА

1. Юркевич Ю.С., Савченко О.О., Омельчук О.В., Дейнека О.В. Аналіз техніко-економічних чинників утеплення зовнішніх захищень. // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Теорія і практика будівництва» . – 2011. 2. ДБН В.2.6-31: 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Київ: МБАЖКГУ. – 2006. – 70с. 3. Вентилювання приміщень / С. С. Жуковський, О.Т. Возняк, О.М. Довбуш, З.С. Люльчак. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007.- 476 с. 4. Н.В.Харченко. Индивидуальные солнечные установки. – Изд-во: Энергоатомиздат, - 1991. – 208 с. 5. Крістоф Тімме, Тєро Люкінг, Гайно Меєссен, Ярослав Чопик. Теплоощадний потенціал у житловому господарстві. // Ринок інсталяційний. – 1998. - №9.

СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СТРУКТУРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Актуальність. Сучасна світова активізація інтересу до проектування громадських, зокрема, спортивних будівель та споруд призводить до суттєвого поживлення в проектуванні та будівництві великопрогонних просторових систем. Важливим підкласом таких систем є просторові стрижневі конструкції. В порівнянні з періодом активних геометричних досліджень в даному напрямку (з середини 70-х до середини 80-х р. р.) в теперішній час з'явилися деякі нові можливості, які дозволяють переосмислити наявний досвід досліджень та підійти до них з системних позицій.

Актуальність даного напрямку дослідження має практичний та теоретичний аспекти. Перший полягає в необхідності та можливості покращення архітектурно-конструктивних рішень шляхом застосування високоефективних структурних систем. Другий визначається новими можливостями створення сучасних концепцій конструювання, в першу чергу, - геометричного проектування ПСС.

Мета публікації. Аналіз та створення передумов для розробки концептуально нових комп'ютерно-геометричних підходів до проектування та оптимізації просторових стрижневих структур на основі переосмислення наявного досвіду геометричного моделювання ПСС, виникнення нових технологічних можливостей, інструментарію моделювання, нових матеріалів та конструктивних рішень.

Основна частина. Початком системного розвитку геометричної складової в дослідженні просторових стрижневих систем можна вважати оприлюднення досліджень О.Л.Підгорного (множини узагальнених ломаних). Саме ним та його учнями в подальшому були запропоновані рішення структур на основі тетраедральних решіток - з обмежуючими поверхнями як г.м.т. перетину відповідних променів прямолінійних конгруенцій (Н.І.Седлецька), з конгруентними обмежуючими поверхнями (ОП), тороїдальними та гвинтовими ОП (О.П.Нікітенко). Авторами також досліджені комбінаторні можливості елементів ПСС, питання мінімізації типорозмірів цих елементів та управління їх властивостями. Моделюванням тетраедральних та октаедральних структур займалися А.В.Павлов та А.Н.Манік, розгортанням багатограних поверхонь – М.М.Рижов та Ю.О.Ачкасов. Всі вказані дослідження в поєднанні з методами кінематичної геометрії та комбінаторики дали імпульс розвитку трансформованих просторових складчастих систем (К.К.Гладиш, О.М.Фесан, І.С.Шихієв), методів моделювання ПСС з гранними обмежуючими контурами на основі площинних моделей (О.І.Горобець), досліджень комбінованих -

стрижнево-пластинчатих (К.К.Гладиш) та стрижнево-вантових (С.К.Тукаєв) просторових систем.

Слід зазначити, що з об'єктивних причин дослідження геометрії ПСС (за невеликим винятком) відбувались окремо від розрахунково-технологічного етапу досліджень. Неможливість інтеграції етапу геометричного варіантного проектування в єдину вертикаль проектно-конструкторських робіт, встановлення інтерактивного зв'язку між геометричними моделями та методами розрахунку та оптимізації зробили суттєву частину вказаного доробку практично не реалізованою.

Сучасні можливості, якими забезпечується якісно новий рівень підходу щодо ПСС, на наш погляд, полягають в наступному:

1. Поява загальносистемних методів: системність розгляду всіх етапів проектування, можливість оптимізації системи, вертикально-інтегрованого розгляду процесу проектування в цілому, гетерогенного об'єднання в системі різних концепцій проектування та підходів.

2. Наявність сучасних інформаційно-технологічних платформ та технологій проектування, в т.ч. вирішення складних задач комп'ютерно-геометричного моделювання, візуалізації тощо.

3. Можливість сучасного переосмислення та технологічної переробки, вдосконалення вищевказаних результатів у галузі геометричного моделювання ПСС, їх екстраполяції в нових інформаційно-технологічних умовах.

4. Системне об'єднання художньо-творчих та інженерних задач в єдиній технології, - задачі архітектурного дизайну та технічного конструювання, архітектурного та геометричного формоутворення тощо.

5. Поява нових теорій та методів розрахунку просторових систем, реалізованих у вигляді спеціальних комп'ютерних технологій проектування.

6. Створення нових різновидів конструктивних рішень на макро- та локальному рівні; поява нових конструкційних матеріалів для конструювання ПСС.

7. Розробка нових інструментальних підходів у галузі геометричного моделювання, які є перспективними для використання в системному вертикально-інтегрованому проектуванні просторових стрижневих систем: дослідження зв'язку фрактальних властивостей решітчастих структур з їх фізичними параметрами, введення до розгляду в задачах оптимізації ПСС категорій структурної надійності системи за умов управління її геометрією, топологією, конструктивною реалізацією тощо.

8. В межах реалізації комп'ютерних технологій проектування: можливість локальних модифікацій, локального варіювання типологічно відмінних різновидів ПСС (переходу від одного типу ПСС до іншого), віртуального опису поведінки системи в різних умовах експлуатації тощо.

Враховуючи неоднорідність задач, що утворюють системне уявлення процесу проектування ПСС, слід також визнати, що процес оптимізації таких систем також має ієрархічний багаторівневий вигляд. Оптимальність ПСС як системи утворюють наступні локальні рівні та задачі, які на них реалізуються (в порядку зростання ієрархії):

Рівень А. Рівень моделювання.

A.1. - моделювання та оптимізація геометрії системи в цілому та її формоутворюючих елементів;

A.2. – моделювання топології системи та варіантів її видозмін.

Рівень В. Рівень конструювання.

B.1. – оптимізація конструктивного рішення в цілому;

B.2. – оптимізація локальних конструктивних рішень;

B.3. – обґрунтування та вибір оптимальних матеріалів для певного конструктивного рішення.

Рівень С. Рівень розрахунків.

C.1. – вибір методів розрахунку НДС, ув'язка методів з задачами та параметрами рівнів А та В.

C.2. оптимізація технологічного супроводження реалізації системи.

Рівень D. Системно-імітаційний рівень.

D.1. – вибір варіантів та оптимізація можливих структур системного уявлення ПСС;

D.2. – розробка сценаріїв та моделювання поведінки системи для різних варіантів топології, геометрії, конструктивного рішення, умов експлуатації тощо, включаючи можливі екстраполяційні схеми.

При побудові системного уявлення доцільно також використовувати принципи структурно-параметричного підходу, який дозволяє встановити взаємозв'язки між задачами вищих рівнів системи та параметрами будь-яких її підсистем.

Аннотация. В статье сформулированы общие принципы системного подхода к проектированию пространственных структурных систем. Качественно новый уровень обеспечивается рядом системных, вычислительных, конструкционных и других возможностей.

Abstract. General principles of the system approach in projecting of Space Structural Constructions are formulated. The new quality level is grounded by some system, computational, constructional and other possibilities.

ЗМІСТ

Покровський Л.Л., Зембицький П.Ю.	СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ІНФРАСТРУКТРИ МІСТ	5
Малкин Э.С.	ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПЕРЕХОДЫ НА ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ В УКРАИНЕ	13
Проценко К.И.	ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ УПЛОТНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ	18
Сергейчук О.В.	ГЕОМЕТРИЧНА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА МОДЕЛЬ «ATMOSPHERIC RADIATION» ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА	22
Акіменко В.Я. Стеблій Н.М.	ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПОКВАРТИРНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ	29
Maurizio Landolfi	A ZERO-EMISSION REQUALIFICATION PROJECT FOR A WINE PRODUCER IN THE CHIANTI (TUSCANY-ITALY)	35
Акіменко В.Я., Яригін А.В.	ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЗОРИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЇХ ВПЛИВ НА ПОВІТРООБМІН І ОСВІТЛЕНІСТЬ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ	41
Білоус С.Я. Запривода А.В. Запривода В.І.	ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВІ МІКРОРАЙОНІВ І ГРУП ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ	47
Волощук В.А., Фроленкова Н.А., Рокочинський А.М.	КЛІМАТОЛОГІЧНО-ОПТИМАЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОБГРУНТУВАННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ	53
Гламаздин П. М., Schwarzenberger R.,	ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЫМОГАРНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	60
Гарбарук Ю.В., Кундрат Т.М., Пугачов Є.В.	ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА СВІТЛОВІДБИВАННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ ЦИЛІНДРИЧНИХ СВІТЛОВИХ ШАХТ	62
Гетун Г.В., Мельник В.А.	ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ В УКРАЇНІ. СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ	67
Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П.	ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	72

Гламаздин П.М., Цикал К.О.	ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВІД ВІДКЛАДЕНЬ	79
Диб М., Зварич Д.	ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ ИЗ ОЧЕРЕТА	85
Задоянний О.В., Лозянко Г.О., Соболева Н.О.	ФОРМОУТВОРЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВРАХУВАННЯМ ДОМІНУЮЧИХ НАПРЯМКІВ ВІТРУ В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ	91
Казаков Г.В.	ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ	98
Колесник Є.С.	ВИБІР КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	102
Мартинов В.Л.	ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УТЕПЛЮВАЧА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ЗАДАНОМУ ТЕРМІНІ ОКУПНОСТІ	107
Приймак О.В., Гламаздин П.М.	АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ОПТИМІЗОВАНИХ СХЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТ УКРАЇНИ	112
Предун К.М.	ДЕЯКІ АСПЕКТИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	115
Седнин В.А., Седнин А.В.	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	120
Скочко В.І.	ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ЙОГО ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	126
Харитонов Ю.Н.	ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	132
Шулдан Л.О., Бродський М.О.	ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ФАСАДІВ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	137
Ярмольчик Ю.П., Веженков И.В.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИРОЛИЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ	143

<i>Венжего Г.С.</i>	<i>ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ</i>	147
<i>Возняк О.Т., Желих В.М., Юркевич Ю.С.</i>	<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ</i>	151
<i>Плоский В.О., Баглюк Р.М.</i>	<i>СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СТРУКТУРНИХ КОНСТРУКЦІЙ</i>	161
	<i>ЗМІСТ</i>	161
<i>Блащук А. С.</i>	<i>ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ – БЕЗПЕКА ДЕРЖАВИ (ПРЕЗЕНТАЦІЯ)</i>	164

