



Міністерство освіти і науки України
Ministry of Education and Science of Ukraine
**Київський національний університет будівництва
і архітектури**
Kiev National University of Building and Architecture

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ
ТА АРХІТЕКТУРІ**

**ENERGY-EFFICIENCY IN CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**

Науково-технічний збірник

The Collection of Proceedings

Випуск № 6 Issue No 6

КИЇВ 2014 KYIV

Науково-технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”. Випуск 6. Відповідальний редактор П. М. Куліков. – К.: КНУБА, 2014 р. – 364 с.

UKR В збірнику розміщено статті, присвячені різним аспектам комплексного впровадження принципів енергозаощадження 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: П.М. Куліков (відп. редактор), П. П. Лізунов (заступник відп. редактора), В. О. Плоский (відп. секретар), В. А. Баженов, П.М. Гламаздин, Т. О. Кашченко, В. П. Корбут, А. М. Кравчук, Е. С. Малкін, О. Л. Підгорний, О.В.Приймак, О. В. Сергейчук, О. С. Слепцов, В. В. Товбич, Г. Собчук, В.И. Шаратов, В.О. Седнін, В.С. Пінчук.

Editorial board: P. M. Kulikov (chief editor), P. P. Lizunov (deputy editor), V. O. Ploskiy (managing editor), V. A. Bazhenov, P.M.Glamazdin, T. O. Kashchenko, V. P. Korbut, A. M. Kravchuk, E. S. Malkin, O. L. Pidgornyi, O.V. Pryimak, O. V. Sergeychuk, O. S. Sleptsov, V. V. Tovbych, G. Sobchuk, V.I. Sharapov, V.O. Sednin. V.S. Pinchuk.

Адреса редакції: 03680, Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА, к. 419, телефон редакції: (044)244-96-37.

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університета будівництва і архітектури, протокол № 25 від 25 квітня 2014 року.

Наукове фахове видання
ISSN 2310-0516

©Київський національний університет
будівництва та архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ БУДИНОК ПАСИВНОГО ТИПУ

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

В роботі наведено основні підходи до створення та результати побудови експериментального будинку пасивного типу загальною площею 300 кв. м. на території Інституту технічної теплофізики НАН України за адресою м. Київ, вул. Булаховського, 2. Приведена оцінка питомого річного теплоспоживання для потреб опалення.

За даними відомої датської компанії Velux [1] 90% нашого часу ми проводимо в будівлях, на життєзабезпечення яких витрачається 40% енергії, що виробляється в світі. На даний час навіть в Європі до 30% всіх будівель не забезпечують здоровий мікроклімат в приміщеннях. В Україні на потреби опалення існуючого комунального житлового фонду щорічно використовується оцінково до 200 кВт·годин на 1 кв. м. опалювальної площі, що зумовлено великими дисипативними втратами теплоти через огороджувальні будівельні конструкції будинків (вікна, стіни, дахи, підвали тощо). Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживанні теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це призводить до надмірної перевитрати природного газу для потреб теплозабезпечення.

Згідно з нормативно-технічними вимогами України будинки високої енергетичної ефективності повинні щорічно споживати до 65...75 кВт·годин на 1 кв. м. площі, для Німеччини аналогічний показник становить 40 кВт·годин на 1 кв. м., а для будівель так званого «пасивного типу» - не більше 15 кВт·годин на 1 кв. м. Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплосбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною. Одним із напрямків вирішення нагальних завдань енергозбереження в існуючому будівельному фонді та в новобудовах є впровадження пілотних проектів по термомодернізації будівель; по пасивним, «зеленим», екологічно чистим, «активним» будинкам; з обов'язковим довгорічним моніторингом їх показників реального енергоспоживання.

Метою даної роботи є розробка концептуальних підходів, інноваційних технічних рішень і на їх основі створення проекту та побудова експериментального будинку пасивного типу загальною площею до 300 кв. м. на території ІТТФ НАН України (Київ, вул. Булаховського, 2), тобто для клімату м. Києва. Завдання проекту - визначення енергетично і економічно доцільного комплексу заходів для оптимізації теплоспоживання будівлі до рівня західноєвропейського будинку.

Створений будинок – це повномасштабний (4 повноцінних поверхи, п'ятий поверх – горище, опалювальна площа – 266,6 кв. м.) лабораторно-промисловий стенд для перевірки в реальних кліматичних умовах як окремих будівельних конструкцій, так і всієї будівлі в цілому, а також сучасних систем енерго- та ресурсозабезпечення. По суті це є науково-технічна та технологічна лабораторія теплофізичного та енергетичного профілю для дослідження динаміки експлуатації, окремих будівельних матеріалів, окремих будівельних конструкцій та всієї будівлі, а також довготривалого моніторингу експлуатації інженерних систем енергозабезпечення, головним чином на основі поновлюваних та альтернативних енергоресурсів. Перспективна ідея, яка покладена в основу такого будівельного стенду, полягає в реалізації, безумовно при наявності фінансування та при активному подальшому пошуку інвестицій, послідовного ланцюжка перетворень вказаної будівлі в напрямку: будинок високої енергетичної ефективності (70 кВт·годин на 1 кв. м. площі) – будинок пасивного типу – будинок типу «нуль енергії» – «розумний» будинок – будинок як Micro Smart Grid 0-Energy система.

В даному будинку, як в теплофізичній лабораторії, передбачені автоматизовані цілодобові неперервні (з інтервалом (скважністю) від 1 хвилини і до 1 доби) вимірювання полів температур, теплових потоків, вологості, тиску, витрат повітря, витрат теплоносія, витрат теплової і електричної енергії, освітленості, зовнішніх кліматичних параметрів з електронним архівуванням отриманих експериментальних даних. Наявна можливість також проводити тепловізійні та пірометричні вимірювання. Передбачено також вимірювання теплофізичних властивостей будівельних матеріалів та конструкцій в реальних умовах експлуатації та їх зміни в довготривалому часі. На даний час в конструкції будинку безповоротно запаковано більш як 400 одиниць датчиків температури, теплового потоку, вологості тощо. Майже аналогічна кількість датчиків передбачена також при відкритому доступі для стаціонарної та переносної установки з використанням комплексу типу «Ресурс» власної розробки. Довготривалі вимірювання проводяться в будівельних конструкціях, в навколишньому ґрунті, в ґрунтових теплообмінниках, в приміщеннях та в повітрі атмосфери, а також кліматичні вимірювання, включаючи вимірювання сонячної інсоляції.

В будинку використовуються подвійні енергоефективні вікна, що виготовлені на основі двокамерних склопакетів з формулою 4i-8-4i-8-4 та п'ятикамерного віконного профілю.

Дах будинку односкатний, направлений на південь під кутом 35° до горизонту, який є оптимальним стосовно річного сприйняття сонячної енергії тепловими та електричними панелями. Конструкція даху металева, посиленого типу, здатна нести снігову загрузку та всю масу сонячних панелей при повному заповненні ними всієї площі, що становить майже 125 кв. м. Утеплення даху виконано декількома шарами базальтової вати загальною товщиною 50...55 см., гідроізолюваною зверху панелями OSB з товщиною 10 мм.

Утеплення зовнішніх стін основного корпусу будинку виконане наступним чином. По чотирьом кутам будинку по горизонталі на відстань до

50...60 см від кута та по вертикалі стіни будинку, де розташовані вікна, утеплення суцільне, трьохшарове (товщина кожного шару утеплювача – 10 см) типу «мокрого» фасаду. По всій іншій площині всіх стін спочатку утеплення двошарове типу «мокрого» фасаду товщиною 21...22 см, потім п'ятисантиметровий вертикальний вентиляційний повітряний канал, а потім знову утеплювач товщиною 5 см, далі 3 шари клеєвої стяжки, армованої фасадною полімерною сіткою і шар фасадної краски по гладкій (для зменшення тепловіддачі) стіні. Повітря, що поступає в вентканали, або зовнішнє атмосферне, або попередньо пройдене через ґрунтові теплообмінники, що розташовані в насипному ґрунті перед південною та перед північною стіною будинку. Фактично реалізовано комбінована система поєднання «мокрого» та вентилязованого фасаду. Вентиляція фасаду реалізується як вільна гравітаційно-конвективна, або як примусово-конвективна за рахунок використання дуттєвого вентилятора. В якості утеплювачів зовнішніх стін використовувались: для першого шару – піноскло; базальтова вата високої густини; металеві сандвіч-панелі (наповнені мінватою або пінополістиролом); для другого шару – базальтова вата, пінополістирол, екструзійний пінополістирол; для зовнішнього шару - екструзійний пінополістирол.

Виходячи із вищесказаного до особливостей будинку можна віднести:

- компактність будівлі;
- посилену теплоізоляцію зовнішнього утеплення стін товщиною до 33 см.;
- використання комбінованого клеєво-вентильованого фасадного утеплення стін;
- орієнтацію на південь та відсутність затінку;
- виключення або зменшення наявності “містків холоду”;
- герметичність будівельної конструкції;
- енергоефективні подвійні вікна та профілі відмінної якості
- контрольовану вентиляція з рекуперацією теплоти;
- заглиблення в ґрунт на дві третини висоти цокольного поверху;
- тепловий захист (нагрівання – взимку, охолодження – влітку) зовнішніх стін при пропусканні зовнішнього повітря через ґрунтові теплообмінники і вентканали зовнішнього утеплення – т. з. «теплова завіса»;
- використання для внутрішньої частини зовнішніх стін основного корпусу будівельних матеріалів значної теплоємності, а для зовнішньої частини – малої теплопровідності.

Схема будівлі наведена на рис.1, а її зовнішній вигляд на різних етапах будівництва – на рис.2.

Згідно з ДБН В.2.6-31 для розрахунку питомого теплоспоживання будівлі температурою внутрішнього повітря приймається $t_{вн}=20$ °С. Розрахунковою температурою зовнішнього повітря вибрана в варіанті 1: середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для умов м. Києва $t_{оп.з.}=t_{зовн.}=-1,1$ °С [2] та в варіанті розрахунку 2: максимальна середня температура самого холодного періоду (січень-місяць) за п'ять останніх років $t_{зовн.}=-10,0$ °С [3]. Тривалість опалювального періоду для м. Києва складає $z_{оп}=187$ діб.

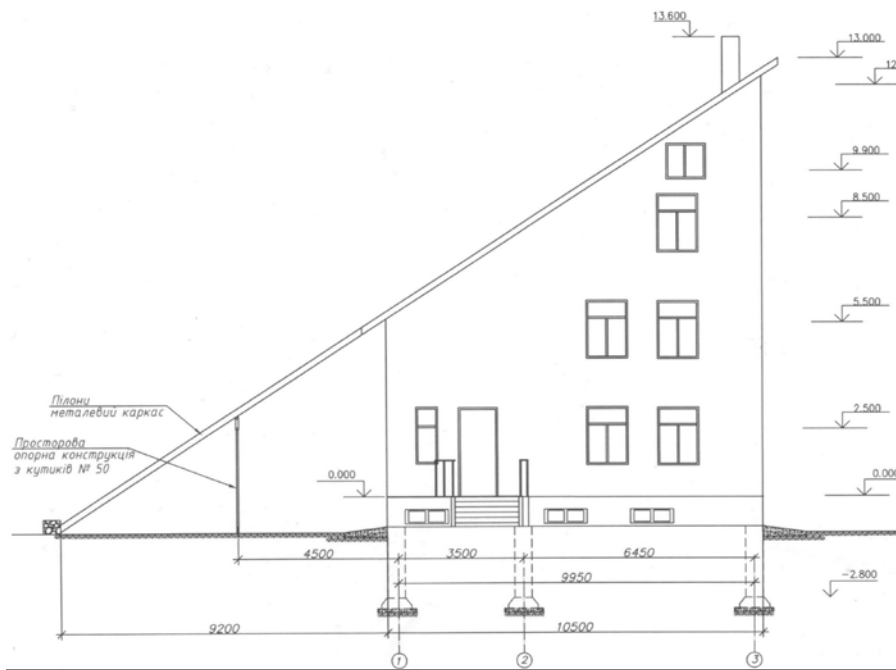


Рис. 1. Схема основного корпусу будинку (без утеплення), вид із сходу



а



б

Рис.2. Зовнішній вигляд експериментального будинку пасивного типу на стадії його будівництва до (а) та після (б) термомодернізації

Розрахунок термічного опору стінових конструкцій проводиться на основі залежності для термічного опору:

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн.}}} + \sum_{j=1}^J \frac{R_j F_j}{F_{\Sigma}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн.}}},$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}},$$

де $\alpha_{\text{вн.}}$, $\alpha_{\text{зовн.}}$ - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь

огороджувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаються відповідно: $\alpha_{\text{вн.}}=8,7$ Вт/(м²·К) та $\alpha_{\text{зовн.}}=23$ Вт/(м²·К); F_j - площа j -ї термічно однорідної зони, м²; F_{Σ} - площа ОК, м²; R_j - термічний опір термічно однорідної зони, визначається за формулою (2), (м²·К)/Вт; δ_i - товщина i -го шару конструкції, м; λ_{ip} - теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К).

Тепловтрати на один метр опалювальної площі вказаної будівлі становлять: варіант 1: 3,4 Вт/м²; варіант 2: 4,86 Вт/м²., а оцінка питомого теплоспоживання експериментального енергоефективного будинку пасивного типу рівна: варіант 1: $E = 15$ (кВт год)/(м² рік); варіант 2: $E = 21,8$ (кВт год)/(м² рік), що відповідає вимогам європейських стандартів.

Виходячи із проведених досліджень оцінено можливі обсяги економії природного газу. Зазначимо, що одним із перспективних напрямків зменшення споживання газу в старому житловому фонді, особливо в будівлях соціально-бюджетної сфери, є проведення термореновації та/або термомодернізації будівель з наступною модернізацією інженерних систем теплозабезпечення. Окремі наявні пілотні проекти та власні дослідження фахівців ІТТФ НАН України показують, що за рахунок запропонованих заходів можна досягти економії споживання природного газу майже на половину, що в масштабах всієї країни призводить до зменшення обсягів його споживання для потреб комунальної теплоенергетики до 3,5...4 млрд. куб. м. щорічно.

Використання будинків «пасивного» типу суттєво зменшує споживання в Україні первинної енергії. Більш високі капітальні витрати «пасивної» будівлі компенсуються зниженням експлуатаційних витрат за рахунок суттєвого зменшення енергоспоживання.

Література

1. www.velux.ru.
2. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006.-[Чинний від 01.04.2007] . - К.: Мінбуд України, 2006. - 64 с. - (Державні будіельні норми України).
3. *Басок Б.И., Давыденко Б.В., Гончарук С.М.* и др. Особенности теплоснабжения административного здания в отопительный период // *Керамика: наука и жизнь.* -№4(14), 2011. - С. 59-68.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ДОМ "ПАСИВНОГО" ТИПА

Б. И. Басок

В работе изложены основные подходы к созданию и результаты строительства экспериментального здания пассивного типа общей площадью 300 кв. м. на территории Института технической теплофизики НАН Украины по адресу г. Киев, ул. Булаховского, 2. Приведена оценка удельного годового теплопотребления для нужд отопления.

EXPERIMENTAL HOUSE OF "PASSIVE" TYPE

B. Basok

The paper presents the main approaches to the creation and results of construction of the experimental passive type building with total area of 300 square meters at the Institute of Engineering Thermophysics of NASU at Str. Bulakhovskogo, 2. Given an assessment of specific annual heat consumption for heating.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ

*Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України
м. Київ, Україна*

В статті представлені результати дослідження ефективності використання теплової енергії в системі теплопостачання громадської будівлі при централізованому теплопостачанні та за рахунок використання ІТП протягом двох опалювальних сезонів. Проведено їх порівняльний аналіз. На основі отриманих експериментальних даних побудовані графічні залежності витрат теплоносія, теплової енергії та температури теплоносія в залежності від зовнішньої температури. Проведено розрахунок питомих витрат енергії на опалення.

В сьогоденнішніх непростих умовах життя країни гостро постає питання раціонального використання енергетичних ресурсів. Відомо, що теплозабезпечення населення здійснюється в основному за допомогою використання центральних теплових пунктів, від яких по трубопроводах здійснюється подача теплоти до будівель, що мають систему теплопостачання з елеваторним вузлом. Оскільки в таких будівлях регулювання споживання теплової енергії відсутнє, то такі системи призводять до значних втрат теплоти. Виникає необхідність ефективного регулювання теплопостачання, яке можна забезпечити шляхом використання індивідуальних теплових пунктів (ІТП), розташованих безпосередньо в опалювальній будівлі. Більшість стверджує, що при переході до ІТП можна досягнути економії теплової енергії понад 20 %, але достовірні дані з цього приводу в літературі відсутні. Тому дослідження ІТП при їх тривалій експлуатації з отриманням експериментальних даних на сьогодні є актуальною задачею.

Метою роботи є дослідження ефективності використання теплової енергії в системі теплопостачання громадської будівлі при централізованому теплопостачанні та за рахунок використання ІТП протягом двох опалювальних сезонів 2010-2011 рр. та 2012-2013 рр.

В якості об'єкту для проведення експериментальних досліджень обрано корпус №1 Інституту технічної теплофізики НАН України, який розташований по вул. Булаховського, 2. Ця трьохповерхова будівля адміністративного призначення загальною площею 3240 м² має систему теплопостачання з елеваторним вузлом (рисунок 1 а)), який не забезпечує регулювання подачі теплоти в залежності від температури зовнішнього середовища, що призводить до значної її перевитрати.

До існуючої системи теплопостачання з елеваторним вузлом було паралельно змонтовано та під'єднано ІТП (рисунок 1 б), в)), оригінальна конструкція якого була розроблена в ІТТФ НАН України для теплозабезпечення корпусу №1 [1]. ІТП працює наступним чином. Гарячий теплоносій з тепломережі надходить через подавальну трубу, кульовий кран, фільтр, регулятор перепаду тиску, шайбу, трьохходовий клапан, циркуляційний насос в систему опалення, забезпечуючи необхідну температуру в будівлі. Ця температура встановлюється регулювальним клапаном шляхом збільшення чи зменшення витрати води з тепломережі, в залежності від показів датчиків температури зовнішнього повітря. Охолоджена вода з системи опалення повертається в тепломережу через зворотній трубопровід.

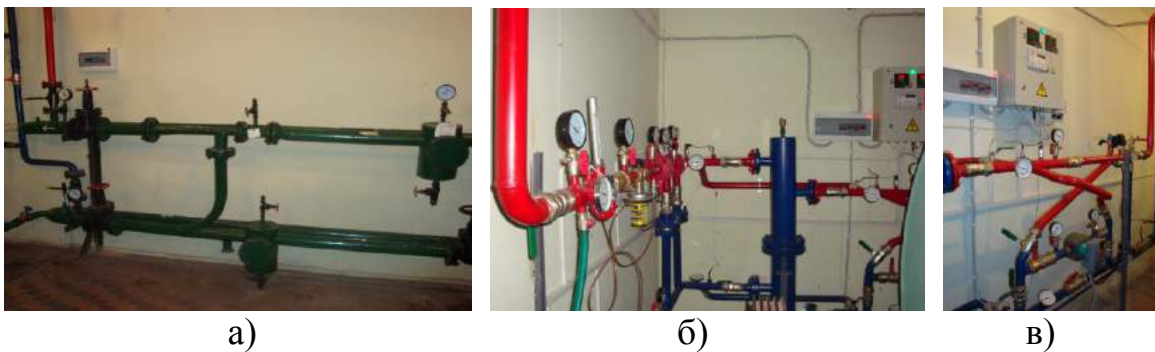


Рис. 1. Фото: а) система теплопостачання з елеваторним вузлом; б), в) ІТП

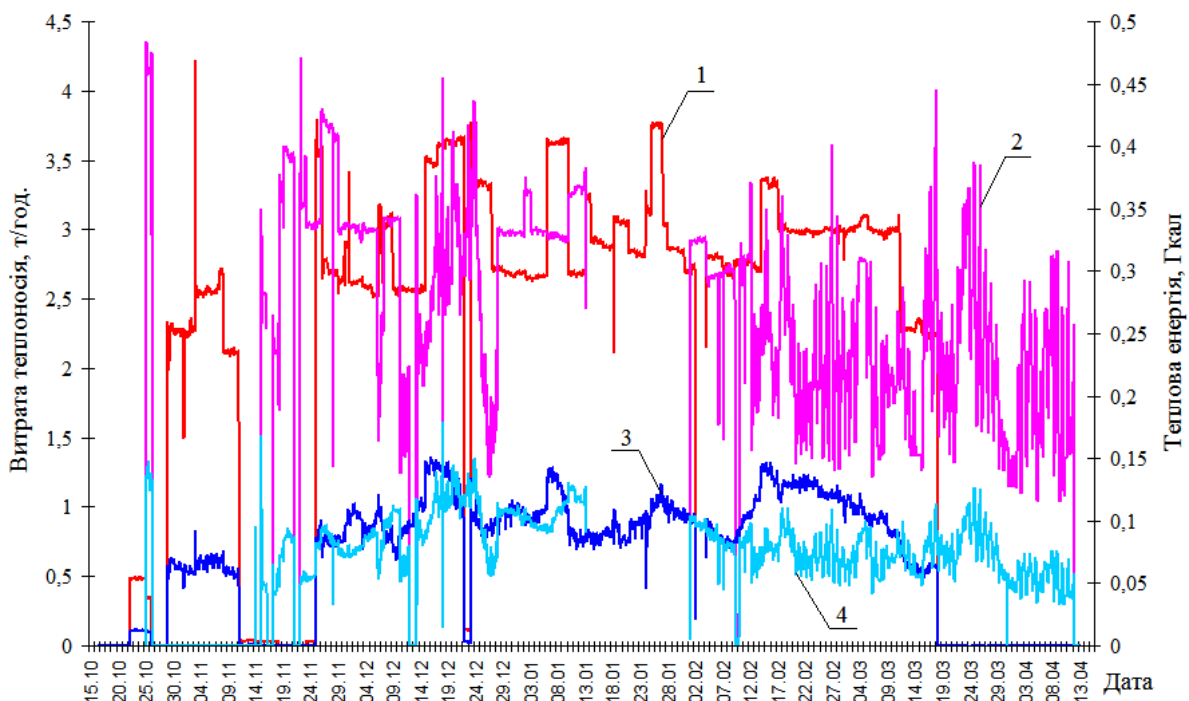


Рис. 2. Витрати теплоносія та теплової енергії:

- 1 – витрата теплоносія в подавальному трубопроводі (2010-2011 рр.);
- 2 – витрата теплоносія в подавальному трубопроводі (2012-2013 рр.);
- 3 – витрата теплової енергії в подавальному трубопроводі (2010-2011 рр.); 4 – витрата теплової енергії в подавальному трубопроводі (2012-2013 рр.)

Вимірювання кількості спожитої теплової енергії проводиться за допомогою теплового лічильника УВР-Т, який встановлено в подавальному трубопроводі. Теплолічильник забезпечує: вимірювання та індикацію на дисплеї поточних значень температури в подавальному та зворотному трубопроводах; визначення та індикацію поточних значень кількості теплоносія та теплової енергії; архівування у енергетично незалежній пам'яті результатів вимірювання та розрахунків та передачу їх через послідовний інтерфейс RS-232 на комп'ютер для подальшого опрацювання.

Для корпусу № 1 були проведені детальні експериментальні дослідження його теплозабезпечення та основних характеристик теплоносія за опалювальні сезони 2010-2011 рр. та 2012-2013 рр. Дані приведені на рисунках 2-3.

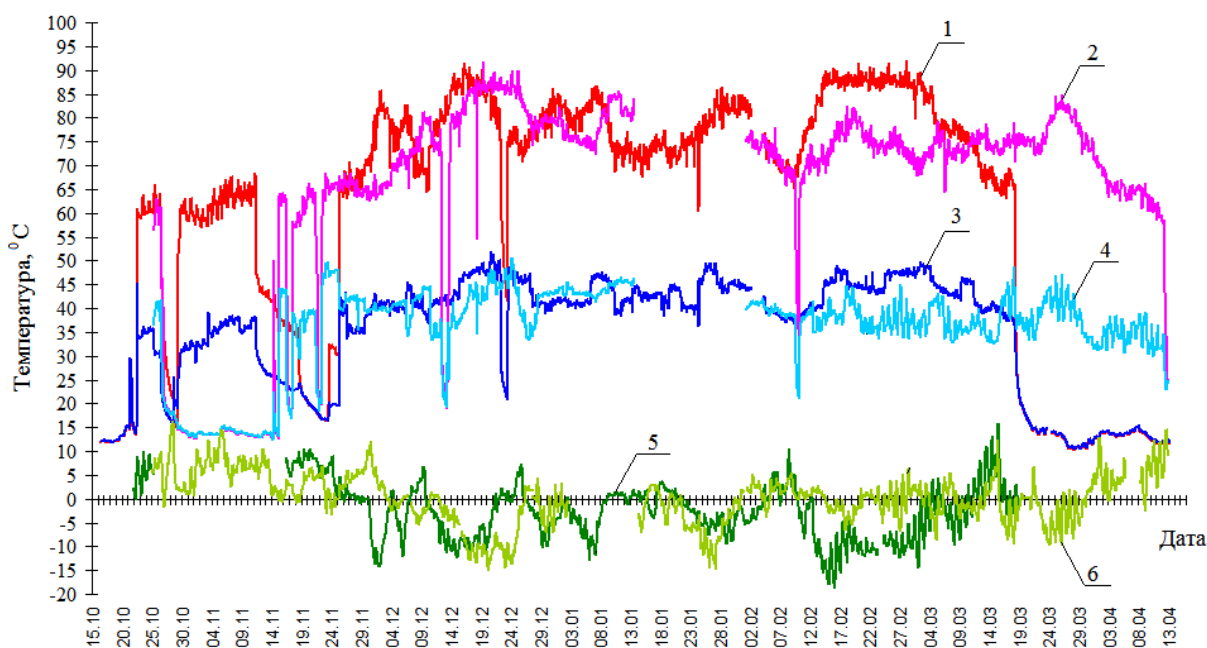


Рис. 3. Температури теплоносія та зовнішнього повітря:

- 1 – температура теплоносія із зовнішньої тепломережі (2010-2011 рр.);
- 2 – температура теплоносія із зовнішньої тепломережі (2012-2013 рр.);
- 3 – температура в зворотному трубопроводі (2010-2011 рр.);
- 4 – температура в зворотному трубопроводі (2012-2013 рр.);
- 5 – температура зовнішнього повітря (2010-2011 рр.);
- 6 – температура зовнішнього повітря (2012-2013 рр.)

На рисунку 2 показані витрати теплоносія та теплової енергії, з якого видно що їх середні значення нижчі в 2012-2013 рр. На рисунку 3 зображені температури теплоносія, причому при централізованому теплопостачанні з елеваторним вузлом температура теплоносія, який подавався в систему опалення, відповідала температурі теплоносія із зовнішньої тепломережі. При роботі ІТП здійснювалося регулювання температури теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря.

На основі отриманих експериментальних даних було визначено питомі витрати енергії на опалення (таблиця 1). Розрахунки проводились для періодів однакової тривалості (168 годин), які обирались таким чином, щоб середні їх

температури зовнішнього повітря були майже однаковими для різних опалювальних сезонів, що дозволяє більш точно і адекватно зробити порівняльний аналіз режимів роботи системи теплопостачання.

Таблиця 1

Визначення питомих витрат енергії на опалення

№ п/п	Середня температура зовнішнього повітря за обраний опалювальний період, °С		Загальна кількість градусо-годин за обраний опалювальний період, °С·год		Витрата теплової енергії на опалення за обраний опалювальний період, Гкал.		Питома витрата енергії на опалення, Вт*год/(м ² ·°С·год)	
	2010-2011	2012-2013	2010-2011	2012-2013	2010-2011	2012-2013	2010-2011	2012-2013
1.	-0,48	-0,49	3104,64	3106,32	17,56	11,72	2,03	1,35
2.	-1,68	-1,68	3306,24	3306,24	15,74	13,6	1,7	1,47
3.	-6,43	-6,47	4104,24	4110,96	18,57	17,58	1,62	1,53

Висновки. Одним із шляхів підвищення енергоефективності в умовах нового будівництва та модернізації існуючих будівель є перехід до ІТП, що дозволяє підвищити якість та ефективність теплопостачання, здійснювати достовірний комерційний облік витрат теплоти, надає можливість враховувати індивідуальні особливості кожного споживача для створення більш комфортних умов.

В ІТТФ НАН України проведені дослідження ефективності використання теплової енергії в системі теплопостачання громадської будівлі при централізованому теплопостачанні та за рахунок використання ІТП протягом двох опалювальних сезонів. На основі отриманих експериментальних даних побудовані графічні залежності витрат теплоносія, теплової енергії та температури теплоносія в залежності від зовнішньої температури, а також визначені питомі витрати енергії на опалення. Встановлено, що чим вища температура зовнішнього середовища, тим більші неоправдані затрати теплової енергії при централізованому нерегульованому теплопостачанні, особливо це гостро відчувається на початку та в кінці опалювального періоду.

Література

1. Пат. 70590 Україна, МПК F 24 D 15/00, F 24 D 3/02. Індивідуальний тепловий пункт / А.А. Долінський, Б.І. Басок, О.М. Лисенко та ін.; заявник і патентовласник ІТТФ НАНУ. – №а 2011 09780; заявл. 08.08.11; опубл. 25.06.12, Бюл. № 12.

2. Давиденко Б.В. Дослідження параметрів експериментального індивідуального теплового пункту при різних режимах його експлуатації. / Б.В.

Давиденко, С.В. Андрейчук, В.П. Приемченко та ін. // Пром. теплотехніка. – 2013. – Т. 35, № 7. – С. 240-245.

3. *Басок Б.І.* Експериментальні дослідження теплозабезпечення адміністративної будівлі за опалювальний період 2012-2013 рр. / Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, О.М. Лисенко // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2014. – Випуск 80. – С. 109-112.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Б. И. Басок, Б. В. Давыденко, С. М. Гончарук, О. Н. Лысенко

В статье представлены результаты исследования эффективности использования тепловой энергии в системе теплоснабжения общественного здания при централизованном теплоснабжении и за счет использования ИТП в течение двух отопительных сезонов. Проведен их сравнительный анализ. На основе полученных экспериментальных данных построены графические зависимости расхода теплоносителя, тепловой энергии и температуры теплоносителя в зависимости от наружной температуры. Проведен расчет удельных затрат энергии на отопление.

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF USING OF THERMAL ENERGY IN THE HEATING SYSTEMS OF BUILDINGS

B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk, O.N. Lysenko

The article presents the results of research on the effectiveness of using of thermal energy in the heating system of public buildings for district heating and by using IHP for two heating seasons. Their comparative analysis was made. Based on experimental data the graphics depending consumption of water and heat and temperature of flow depending on the outside temperature are constructed. The specific costs of energy for heating were calculated.

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

Институт технической теплофизики НАН Украины, Украина

В Институте технической теплофизики НАН Украины на базе высокоэнергоэффективного пассивного дома типа «0 энергии» был создан полномасштабный экспериментальный стенд по исследованию энергоэффективности строительных конструкций. Разработанная комбинированная система теплоснабжения на основе возобновляемых и альтернативных источников энергии включает в себя пассивные и активные системы тепловой защиты высокоэнергоэффективного дома. Предусмотрено несколько режимов работы системы теплоснабжения в различные периоды года, в зависимости от температуры наружного воздуха и потребности помещений дома в отоплении или кондиционировании.

На сегодняшний день тенденции таковы, что все больше уделяется внимание вопросам повышения энергоэффективности объектов строительства, реконструкции (в т.ч. термореновации) существующего фонда, а также, повышения эффективности инженерных систем. При этом особое внимание уделяется инженерным системам, источниками тепловой энергии в которых выступают возобновляемые природные ресурсы (солнечная инсоляция, теплота грунта и т.д.).



Рис.1. Высокоэнергоэффективный пассивный дом типа «0 энергии»

В Институте технической теплофизики НАН Украины создан полномасштабный экспериментальный стенд по исследованию энергоэффективности строительных конструкций на базе пассивного дома (площадью 300 м²) типа «0 энергии» (рис.1) [1].

Данный стенд создавался для исследований ограждающих конструкций, состоящих из различных комбинаций строительных материалов, доступных на рынке Украины. Также на основе экспериментального стенда реализованы и апробируются различные меры по внутренней и внешней тепловой защите здания. Эти меры представляют собой:

- систему тепло (холодо) защиты наружных стен с помощью воздушной завесы [2];
- комбинированную систему теплоснабжения, которая включает в себя системы отопления, приточно-вытяжной рекуперативной вентиляции, кондиционирования, горячего и холодного водоснабжения [3];
- автономную систему электроснабжения на основе энергии ветра и солнечной инсоляции.

Коллективом ИТТФ НАН Украины были проведены оценочные расчеты тепловых потерь через ограждающие конструкции высокоэнергоэффективного дома (рис.2). При этом общая тепловая нагрузка на системы отопления и горячего водоснабжения(при температуре наружного воздуха -22°C) составила 6 кВт.

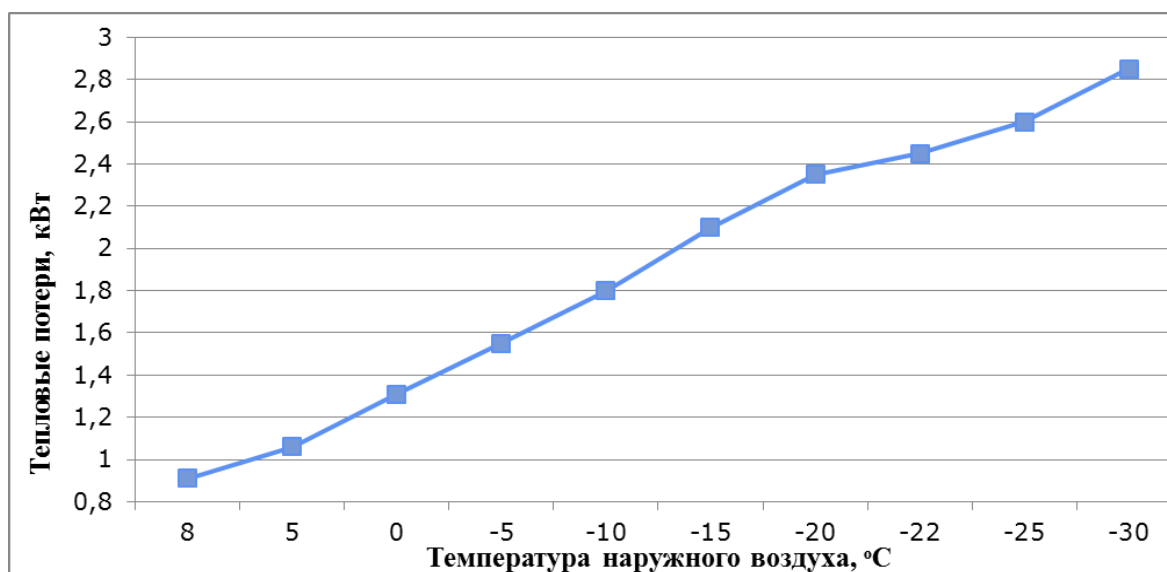


Рис.2. Зависимость тепловых потерь через ограждающие конструкции от температуры наружного воздуха

Разработанная комбинированная система теплоснабжения высокоэнергоэффективного дома [4] предполагает систему, которая регулируется в зависимости от температур окружающего и внутреннего воздуха. В связи с этим, астрономический год был условно поделен на три периода – летний, переходной (весна и осень) и зимний периоды. Для поддержания комфортных условий в помещениях на протяжении года, а также соблюдения санитарно-гигиенических норм микроклимата были разработаны

схемные решения по каждому из вышеупомянутых периодов года. Для контроля и автоматизации процессов тепло и холодоснабжения, система оснащается датчиками температуры, влажности и скорости движения внутреннего воздуха в каждом помещении дома. Также это мероприятия позволяет достичь низкой инерционности работы системы теплоснабжения.

Далее рассмотрим более подробно каждый из периодов года.

Летний период. В летний период среднесуточная температура наружного воздуха не опускается ниже $+21^{\circ}\text{C}$. Основной задачей в это время является кондиционирования воздуха в помещениях. Разработаны несколько режимов кондиционирования (общие для всего дома и локальные) (рис.3а, 3б).

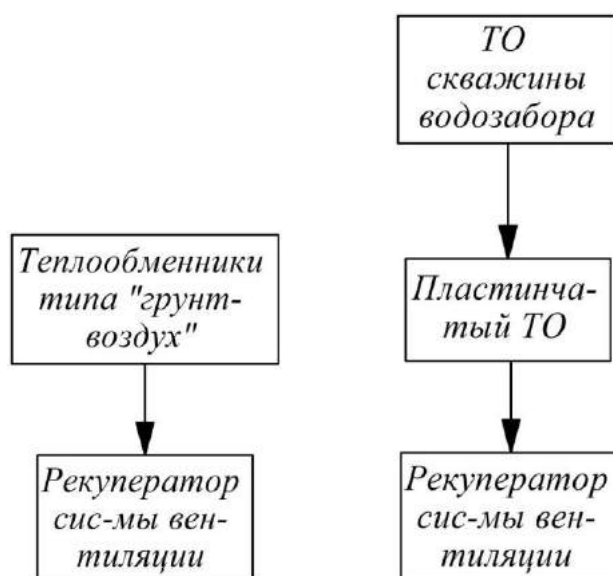


Рис.3а. Общие режимы кондиционирования

Первая общая схема кондиционирования основана на применении теплообменных аппаратов типа «грунт-воздух» (рис. 3а слева), которые расположены в грунтовом массиве Института технической теплофизики НАН Украины по ул. Булаховского, 2 в г. Киеве. Теплообменники выполнены из труб наружным диаметром 110 мм, материал – НПВХ. Прокачиваемый с помощью осевого вентилятора по трубам наружный воздух охлаждается на $8 - 10^{\circ}\text{C}$ в грунтовом массиве и направляется в рекуператор системы вентиляции.

При необходимости может быть задействована вторая схема более интенсивного кондиционирования (рис. 3а справа) с использованием теплообменника скважины водозабора (теплоноситель – вода). Внутренний воздух, проходя через рекуператор системы вентиляции, нагревает охлаждающую его воду. Далее вода контура рекуператора охлаждается в теплообменном аппарате скважины водозабора, за счёт проточной воды из скважины (с температурой около $+12^{\circ}\text{C}$), поступающей на водоснабжение дома. Таким образом, осуществляется централизованное кондиционирование всего дома.

При необходимости дополнительно предусмотрена возможность локального кондиционирования отдельных помещений за счёт установки фэнкойлов (рис. 3б).

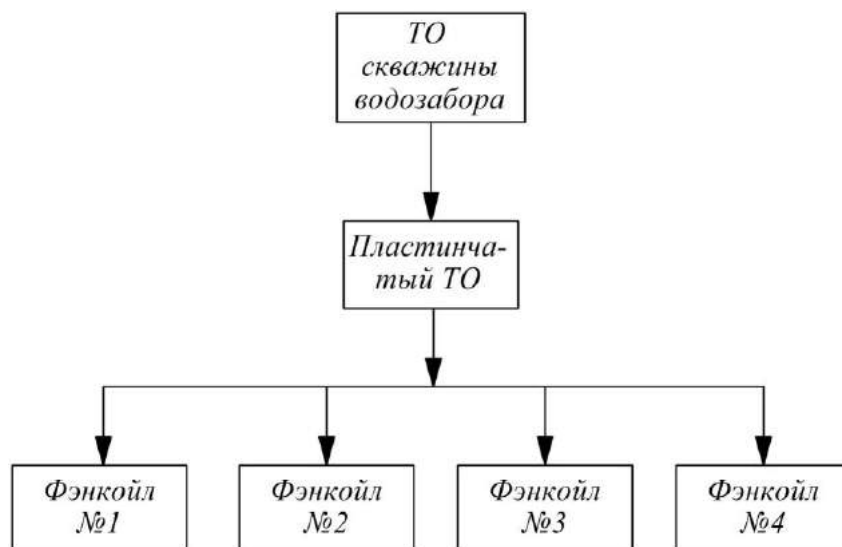


Рис.3б. Локальное кондиционирование

Подключение фэнкойлов и рекуператора системы вентиляции осуществляется с использованием насоса с частотно регулируемым приводом для перекачивания охлаждающей воды.

Второй задачей комбинированной системы теплоснабжения высокоэнергоэффективного дома в летний период является приготовление горячей воды (рис. 4 справа) и восстановление теплового состояния грунтового аккумулятора теплоты (рис. 4 слева).

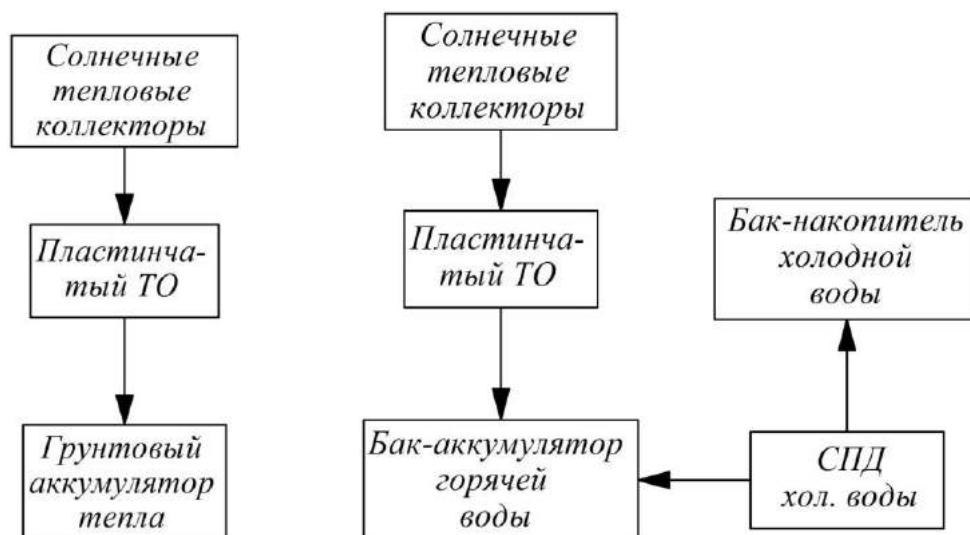


Рис.4. Восстановление теплового состояния грунта и приготовление горячей воды

Основным источником тепловой энергии для приготовления воды для нужд горячего водоснабжения являются тепловые солнечные коллекторы, установленные на крыше дома. Холодная вода из скважины поступает на станцию повышения давления и далее закачивается в бак-накопитель холодной воды и бак-аккумулятор горячей воды. После заполнения обоих баков станция повышения давления автоматически отключается в целях экономии электроэнергии.

Бак-накопитель холодной воды устанавливается на верхнем этаже дома. Это решение принято для обеспечения водоснабжения в случае отключения электроэнергии. В случае, когда нет поступления солнечной энергии, и происходит остывание горячей воды, в баке-накопителе автоматически включается электрический нагреватель.

При профиците тепловой энергии, полученной от солнечных коллекторов, нагретый раствор этиленгликоля прокачивается через пластинчатый теплообменник и, подогревая воду, восстанавливает тепловое состояние грунтового аккумулятора теплоты (массива грунта). Таким образом, осуществляется сброс излишней теплоты, полученной в солнечных коллекторах.

Переходной период. Переходный период – это период, в течение которого среднесуточная температура наружного воздуха колеблется в пределах от +8 до +21°C. Основная задача системы теплоснабжения – подготовка к зимнему периоду. В то же время, минимальные имеющиеся тепловые потери компенсируются за счет работы системы вентиляции (рис. 5). Приготовление горячей воды осуществляется по схеме летнего периода (рис. 4).

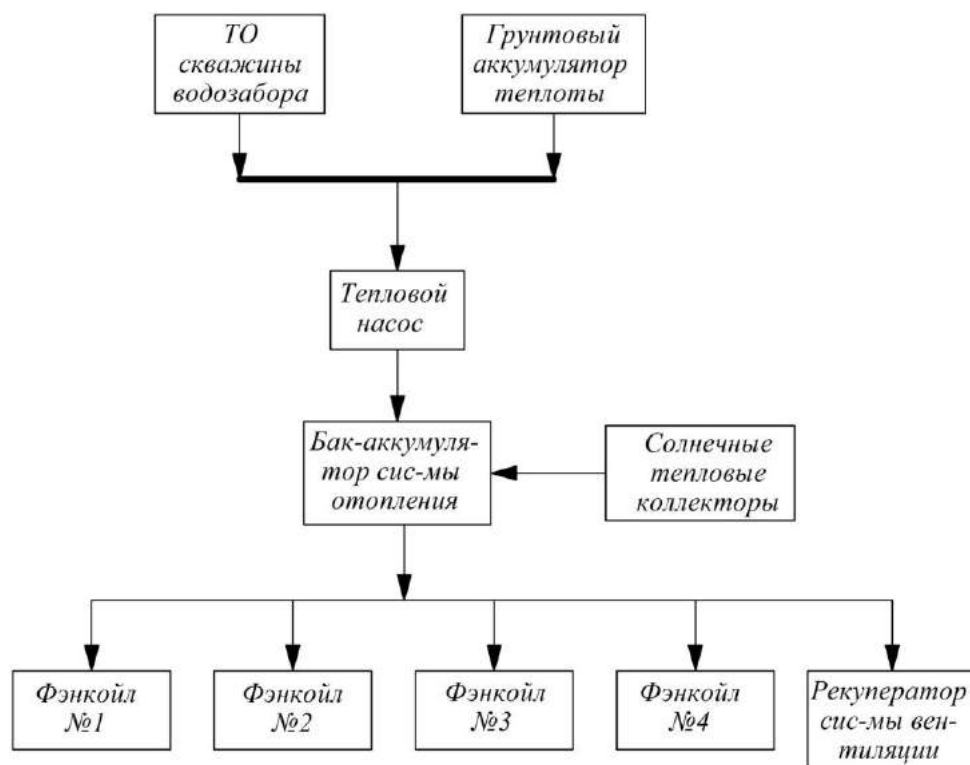


Рис.5. Подготовка системы теплоснабжения к зимнему периоду

В обычном режиме, часть тепловой энергии из солнечных тепловых коллекторов расходуется на приготовление горячей воды, часть же используется для зарядки бака-аккумулятора системы отопления. При понижении температуры внутреннего воздуха в двух и более помещениях ниже +20°C включается насос системы отопления и нагретый в баке-аккумуляторе теплоноситель поступает на рекуператор системы вентиляции. Также

теплоноситель поступает и на фэнкойлы – они включаются в случае локального охлаждения одного из помещений.

Понижение температуры в двух и более помещениях принято для минимизации влияния человеческого фактора (например, наличие открытого окна) на автоматику системы теплоснабжения.

При сохранении тенденции снижения температуры внутреннего воздуха после заданного промежутка времени происходит включение теплового насоса. Этот механизм действует в ночные периоды или при снижении интенсивности солнечной инсоляции.

В качестве источников низкопотенциальной тепловой энергии для теплового насоса предусмотрен набор теплообменников. Смена источника возможна в автоматическом и ручном режимах.

Зимний период. Система теплоснабжения переключается в зимний режим работы при снижении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже $+8^{\circ}\text{C}$. Основная задача в данный период – поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне $+20^{\circ}\text{C}$, вторичной задачей выступает приготовление горячей воды (рис.6).

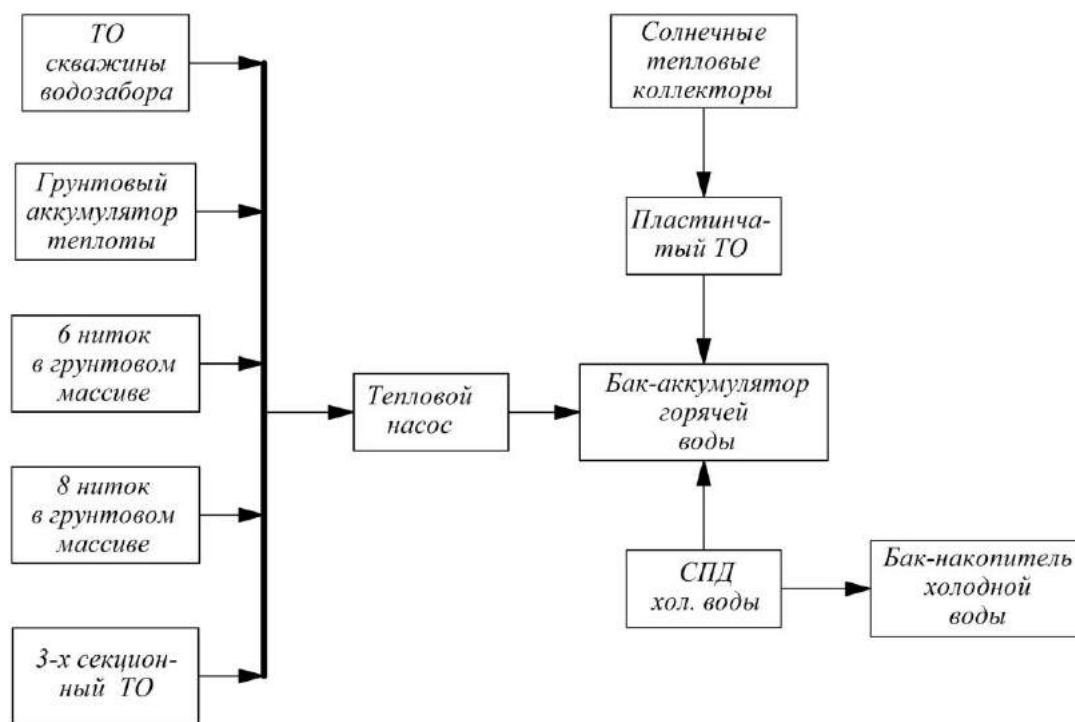


Рис.6. Приготовления горячей воды в зимний период

Основным источником теплоты для приготовления горячей воды также являются солнечные тепловые коллектора. Однако если происходит нехватка полученной в них тепловой энергии, то для приготовления горячей воды используется тепловой насос

Система отопления (рис.7) основана на системе вентиляции и низкотемпературных отопительных приборов. Основные отопительные приборы – фэнкойлы, «теплый пол», капиллярный «теплый пол», трубчатый и капиллярный настенные теплообменники, теплообменники, вмонтированные в

простенок. Отопительные приборы подключаются к источнику тепловой энергии через бак-аккумулятор. Основным источником тепловой энергии является тепловой насос, в качестве резервного предусмотрена установка твердотопливного котла, работающего на пеллетах.

Наружный воздух поступает на рекуператор системы вентиляции, предварительно подогреваясь, проходя через теплообменник «грунт-воздух».

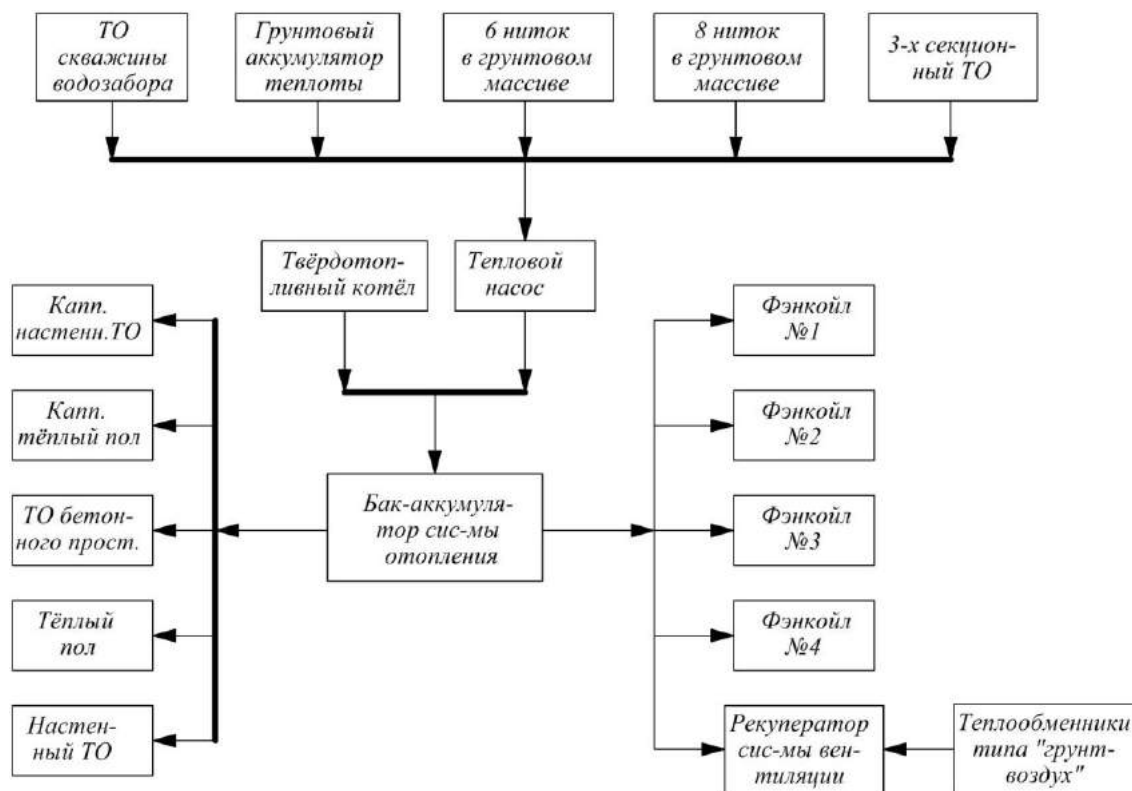


Рис.7. Работа системы отопления

Особое внимание следует уделить группе теплообменников – источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса. Кроме вышеупомянутых теплообменника скважины водозабора и грунтового аккумулятора теплоты, тут предусмотрена еще группа теплообменников, расположенных в грунтовом массиве (на глубине 2,2 м) на территории Института технической теплофизики НАН Украины.

В эту группу входят одноходовой теплообменник в виде 6 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 3 петли длиной 15 м. 8 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 4 петли длиной 20 м. Тут также представлен трехсекционный многоходовой паяный теплообменник из материала ПЕ100 с наружным диаметром трубы 40 мм.

Данные теплообменники расположены на схеме (рис. 7) в порядке возрастания теплообменной поверхности.

Таким образом, в Институте технической теплофизики НАН Украины разработана комбинированная система теплоснабжения, которая реализуется на созданном экспериментальном стенде – высокоэнергоэффективном пассивном доме типа «0 энергии».

Литература

1. *Долінський А.А.* Концептуальні основи створення експериментального будинку типу «нуль енергії»/ А.А. Долінський, Б.І. Басок, О.М. Недбайло, Т.Г. Беляєва, М.А. Хибина, М.В. Ткаченко, М.П. Новіцька // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Вип. 77. – К: ДП НДІБК, 2013. – С. 222 – 227.

2. *Басок Б.І., Новіцька М.П., Кужель Л.М., Божко І.К., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Гончарук С.М.* Патент України на корисну модель №88791 «Спосіб забезпечення повітряно-теплової завіси теплотою ґрунту». Опубл. 25.03.2014, бюл.№6/2014.

3. *Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К., Новіцька М.П.* Патент України на корисну модель №82399 «Система теплопостачання будинку на основі геліоустановки та теплового насоса». Опубл. 25.07.2013, бюл.№14/2013.

4. *Басок Б.І.* Концепция системы теплохолодообеспечения энергоэффективного дома / Б.І. Басок, О.М. Недбайло, М.В. Ткаченко, І.К. Божко, О.В. Ряснова // Аква-Терм. - липень-серпень 2013. - С.42-45

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВИСОКОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДИНКУ

І. К. Божко, О. М. Недбайло, М. В. Ткаченко, І. Г. Засецький

В Інституті технічної теплофізики НАН України на базі високоенергоєфективного пасивного будинку типу «0 енергії» було створено повномасштабний експериментальний стенд з дослідження енергоєфективності будівельних конструкцій. Комбінована система теплопостачання на основі поновлювальних та альтернативних джерел енергії, що була розроблена, включає в себе пасивні та активні системи теплового захисту високоенергоєфективної будівлі. Передбачено декілька режимів роботи системи теплопостачання в різні періоди року, які залежать від температури зовнішнього повітря та потребі приміщень будівлі в опаленні або кондиціонуванні.

A COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEM OF HIGH ENERGY EFFICIENCY HOME

I. Bozhko, A. Nedbailo, M. Tkachenko, I. Zasetskiy

The Institute of Engineering Thermophysics of NASU based on high energy efficiency passive house type "0 energy" was created by a full-scale experimental facility to study the energy efficiency of building structures. The combined heat

supply system based on renewable and alternative energy sources includes passive and active thermal protection system of high energy efficiency home. There are several modes of heat supply system in different periods of the year , depending on the outdoor temperature and the needs of premises of the house for heating or air-conditioning.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті розглянуто енергоефективний будинок як структуру із окремих елементів (об'ємів) та виділено основні принципи, за якими ці елементи пов'язуються між собою, що може бути використано при формуванні функціонально-просторової структури енергоефективної будівлі.

Постановка проблеми. Формотворення є основоположним та першочерговим кроком при проектуванні енергоефективної будівлі, на який мають впливи різні взаємодії. Для упорядкування процесу просторової організації енергоефективного об'єкту необхідно дослідити структуру об'єкту. Будову архітектурного об'єкту можна представити у вигляді окремих структур, які об'єднуються між собою за різними принципами їх організації. Задачею даної статті є виділення основних принципів, за якими окремі елементи пов'язуються між собою у єдину структуру – енергоефективну будівлю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми просторової організації енергоефективного житла в Україні можна прослідкувати у багатьох роботах, зокрема, Сергійчука О.В., Кащенко Т.О, Шулдан Л.О та ін., в яких досліджувалося підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми, геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків, розвиток методик кількісного оцінювання енергоефективності архітектурних рішень. [4]. Серед російських науковців структурною закономірністю архітектурного формотворення займається Шубенков М.В.

Основна частина. У минулій статті автора були систематизовані етапи проектування енергоефективної будівлі.

Для структуризації процесу формування енергоефективної будівлі пропонувалося поділити його на три етапи (передпроектний етап, етап формування геометричної моделі об'єкту та етап оптимізації та творчого удосконалення об'єкту) з акцентом на етапі формування геометричної моделі об'єкту як визначальному.

Для оптимізації процесу проектування на етапі формоутворення пропонується розробити модель внутрішньої структури об'єкту, сформувати її геометричну модель та її взаємодію з зовнішнім середовищем, якою можна буде управляти та оптимізувати в залежності від сумарної оцінки енергоефективності моделі. [4]

Основою геометричної моделі будуть структурні елементи об'єкту (певні об'єми, наприклад – функціональні зони) та їх взаємозв'язки між собою, що формуються на основі взаємодії технічних показників кожного елемента один з

одним, а також взаємодії елементів з зовнішнім середовищем. Зміна показників окремих елементів або зміна взаємозв'язків між ними (просторове взаєморозташування елементів відносно один одного) буде призводити до зміни загального показника енергоефективності будівлі. Таким чином можливо буде керування показником енергоефективності об'єкту на етапі формування геометричної моделі даного об'єкту. [4]

Задля цього ще на етапі визначення основних засобів проектування та на етапі формування структурної моделі потрібно визначитися з параметрами кожного структурного елементу, з конструктивними та інженерно-технічними рішеннями, а також з взаєморозташуванням кожного структурного елементу відносно один одного. [4]

Але для того, щоб сформувати геометричну модель об'єкту, потрібно сформувати об'ємно-планувальну структуру даного об'єкту.

Зупинемося на особливостях функціонально-просторової організації енергоефективної будівлі.

Якщо розглядати будинок як структуру, що складається з окремих елементів, то потрібно виділити основні принципи, за якими ці елементи пов'язуються між собою.

Функціонально-просторовим елементом будемо вважати певний об'єм (не тільки планову проекцію) приміщення (або частини приміщення), що виконує певне функціональне завдання.

Структура просторових зв'язків може бути представлена у вигляді графу зв'язку. Архітектор, кодуючи в графі структуру необхідних зв'язків, може ними маніпулювати, підбираючи різні варіанти. [2]

Виділено три принципи формування функціонально-просторової структури енергоефективної будівлі.

1 принцип передбачає диференціацію об'ємів за функціонально-соціальним фактором. Характер використання просторів вказує на основні вимоги до житла - кількість та характеристики функціональних зон побутових процесів в будівлі.

Якщо розглядати індивідуальне житло, можна виділити основні групи приміщень, які у свою чергу поділяються на окремі планувальні чарунки та зони:

- Загальносімейна група (загальні кімната, кухня, санвузол, кабінет та ін.)
- Індивідуальні група (спальні, санвузли, гардеробні та ін.)
- Група приміщень обслуговування (котельня та ін.)
- Комунікації (сходи, коридори)

Синтезування внутрішньої структури будинку за даним принципом є основним методом проектування всіх часів

2 принцип враховує зв'язок внутрішніх і зовнішніх просторів будинку з урахуванням впливу навколишнього середовища. Тут мова йде про взаємні залежності функціонально-планувальних елементів (кількості і якості приміщень всередині будинку) і природно-кліматичних факторів (кліматична зона, температурно-вологісний режим, вітровий режим, режим інсоляції, наявність природних загроз (сейсмічність), локальні мікрокліматичні умови –

оточуюча забудова, геологія ґрунтів, водні ресурси, рослинний світ місцевості). Розглядається організація ділянки і вводиться поділ її на дискретні одиниці: сад, елементи ландшафтного дизайну, окремі і тимчасові будівлі та споруди, елементи зовнішнього декору та ін). І, найголовніше, взаємозалежність функціонально-планувальних елементів і природно-кліматичних факторів трансформується в створення певних бажаних прийомів в просторовій організації будівлі.

Наприклад - мінімальний фронт огорожуючих поверхонь, широтна орієнтація будівлі видовженим фасадом на південь, моделювання внутрішньої структури з врахуванням інсоляції та пасивного сонячного обігріву, зменшення площі північного фасаду за допомогою скату покрівлі, диференціація скління фасадів (максимальне осклення південного фасаду, мінімальне - північного), врахування висоти підйому літнього та зимового сонця - захист південного фасаду від перегріву (виступи в покрівлі, ламелі, прибудови), застосування пасивних систем використання сонячного опромінення (прямого опромінення).

3 принцип формування функціонально-просторової структури енергоефективної будівлі включає використання відомих прийомів, притаманних енергоефективним будівлям.

Максимально компактний план та об'єм, теплове зонування функціонально-планувальних груп в будинку, виключення технічних приміщень з опалювального контуру, колір поверхонь будівлі, що поліпшує теплонадходження, влаштування планувальних прийомів для покращення теплонадходжень та зменшення тепловтрат – часткове заглиблення будинку в ґрунт, влаштування атріумних приміщень, влаштування буферних зон (для накопичення тепла – вбудовані та прибудовані оранжереї південної орієнтації, ізолюючі для запобігання тепловтрат - буферні неопалювальні приміщення з північного фасаду); особливості конструкцій: матеріали огорожуючих конструкцій, що забезпечують мінімальний коефіцієнт теплопередачі, потрійне осклення з заповненням простору між склом газом аргоном або низькоемісійне скло, створення герметичної оболонки зсередини будівлі по всій захищаючій поверхні, забезпечення герметичності всіх перехідних з'єднань (виключення "мостів холоду").

Використовуючі дані принципи формування структури енергоефективної будівлі

На основі запропонованих принципів моделювання можуть бути виявлені готові варіанти комбінацій взаємодії об'ємно-просторових груп елементів різних типів, які можуть бути класифіковані з точки зору енергоефективності.

Різні комбінації взаємодії елементів планувальних груп будівлі можуть бути зведені в таблиці вже готових геометричних варіантів функціонально-просторових рішень. Іншими словами, можна припустити, що при заданих умовах на основі заданої кількості елементів можна заздалегідь виявити всі можливі варіанти їх компонування, при цьому виділивши з них тільки раціональні з точки зору енергоефективності.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Використовуючи дані принципи формування структури енергоефективної будівлі, можна

прискорити та раціоналізувати процес проектування, а також створити варіанти комбінацій взаємозв'язків просторових елементів будівлі за заданими умовами. У подальших дослідженнях планується створення геометричної моделі об'єкту, використовуючи наведені принципи формування його функціонально-просторової структури.

Література

1. *Молчанов В.М.* Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./В.М.Молчанов.- Ростов н/Д: «Феникс», 2003.- 240с: ил.- (Серия «Учебные пособия»)
2. *Шубенков М.В.* Структурные закономерности архитектурного формообразования. М.: Изд. Архитектура-С. 2006
3. *Тиханчиков О.С.* Загородный жилой дом. Структура внутренних взаимосвязей / Международный электронный научно-образовательный журнал по научно-техническим и учебно-методическим аспектам современного архитектурного образования и проектирования с использованием видео и компьютерных технологий. Электронный журнал. – МАРХИ, 2006
4. *Ручинська Н.М.* Етапи формування системної моделі енергоефективної будівлі / Строительство и техногенная безопасность. Збірник наукових праць, випуск 48. - Симферополь, 2013. – 156-159с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Н. Н. Болгарова

В статье рассмотрено энергоэффективный дом как структуру из отдельных элементов (объемов) и выделено основные принципы, по которым эти элементы связываются между собой, что может быть использовано при формировании функционально-пространственной структуры энергоэффективного здания.

STUDY OF FEATURES FORMATION OF FUNCTIONAL AND SPATIAL ORGANIZATION OF ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

N. Bolgarova

The article deals with energy efficient building as a structure of individual elements (volumes) and highlights the main principles on which these elements are connected to each other, which can be used in the formation of functional-spatial structure of energy efficient buildings.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗОВНІШНІХ СОНЦЕЗАХИСНИХ СИСТЕМ

Компанія «MANEZH», Україна

Розглянуті основні енергетичні і світлові характеристики сонячного випромінювання та групи, які визначають ефективність використання зовнішніх сонцезахисних систем згідно до європейського стандарту EN 14501, а також переваги використання зовнішніх сонцезахисних систем на будівлях.

Визначення проблеми. У сучасній будівельній практиці під загальним терміном «системи сонцезахисту» розуміються пристрої або конструктивні засоби захисту будинків і споруд від негативного впливу інсоляції, що викликає перегрів приміщень (або осліплення людей) та погіршення умов перебування всередині, впливу відбитого світла (від поверхонь водойм, дзеркального скління сусідньої будівлі і т.д.).

Сьогодні організація професійного сонцезахисту має декілька цілей (залежно від часу доби і сезону): вдень – забезпечувати тінь; ввечері – пропускати в приміщення останні промені сонця, влітку – підтримувати прохолоду; взимку – зменшувати витрати на опалення. Важливим є й естетичне оформлення будівель сонцезахисними пристроями.

Це питання є особливо актуальним при проектуванні світлопрозорих конструкцій будівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Діючи на Україні норми інсоляції орієнтуються лише на санітарно-гігієнічне значення інсоляції, що обумовлено ультрафіолетовою частиною спектру сонячного світла (УФР). Про це, зокрема, пише в своїй роботі професор Сергейчук О.В [1].

У сонячному спектрі УФР не більш 4 %. З іншого боку інфрачервона радіація (ІЧР) становить понад 50 % енергії спектра, а зона видимого світла становить близько 45% енергії спектра.

На рис. 1 [2], показаний розподіл інтенсивності сонячної енергії E при її проходженні через скло. Як видно з малюнку, віконне скло дуже добре пропускає сонячні промені, майже не відображає і не поглинає їх. Саме зона видимого світла та ІЧР може істотно вплинути на енергоефективність будинку, оскільки забезпечення надходження її в обсяг приміщень взимку і блокування надлишкового надходження влітку знижують навантаження на системи опалення та кондиціонування будинку.

Енергетичну ефективність будівель в ЄС оцінюють за EN 15217:2007 [4] з урахуванням енергоспоживання як системи опалення в опалювальний період, так і системи кондиціонування повітря в період охолодження будівлі. Крім того, враховується енергоспоживання систем: гарячого водопостачання, вентиляції, освітлення, а також оцінка ступеня автоматизації інженерних систем і оцінка захисту від інсоляції.



Рис. 1. Світлопропускання флоат-скла 5 мм залежно від інтенсивності сонячного спектра

Проте в Україні оцінка ефективності енерговикористання будівель побудована за кінцевої енергії і враховує тільки витрати на потреби опалення будівель [4]. Проблему перегріву приміщень за рахунок теплової енергії, яка потрапляє в приміщення через скляні поверхні підіймають співробітники Українського науково-дослідного інституту скла в статті «Стекло и солнечная радиация» [3], де вони пишуть про те, що у сучасній практиці будівництва, враховуючи тенденції архітектури до великих поверхнях скління, парниковий ефект досить часто залишають без уваги, в той час як він нерідко буває основною причиною перегріву приміщень.

Розглянемо більш детально механізм утворення парникового ефекту (рис. 2-3). Віконне скло дуже добре пропускає сонячні промені. У результаті цього відбувається нагрів поверхонь стін, меблів, обладнання, статі та інших предметів, що знаходяться в приміщенні.

Нагріті тіла стають джерелами тепла, яке вони віддають внутрішньому повітрю і навколишніх предметів у вигляді ІЧ-випромінювання з довжиною хвилі від 7500 до 14000 нм (довгохвильове ІЧ-випромінювання). Для цього випромінювання звичайне скло є екраном, так як його пропускання обмежується довжинами хвиль до 5000 нм. Це призводить до різкого збільшення кількості теплової енергії всередині приміщення. Це явище часто називають парниковим ефектом.

На рис. 3 крива *B* характеризує розподіл енергії в спектрі сонця, крива *A* – пропускання променевої енергії звичайним склом, крива *B* – спектральний розподіл енергії випромінюваної поверхнями з температурою випромінювання в кілька десятків градусів (тепличний ефект).

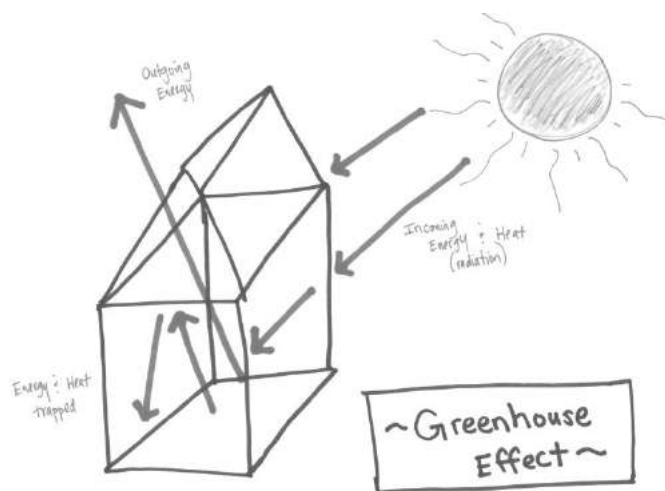
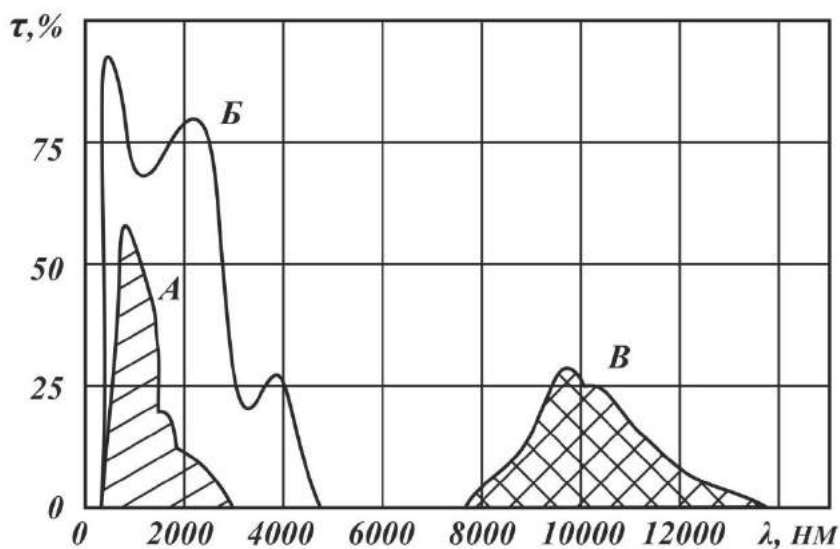


Рис. 2. Схематичне зображення дії парникового ефекту



λ – довжина хвилі випромінювання; τ – значення величини енергії у відсотках

Рис. 3. Парниковий ефект та радіаційні властивості звичайного скла

Застосування склопакетів з низькоемісійним покриттям (*K*- скло , *I*-стекло і т.п.) ще більше посилюють парниковий ефект в літній час.

Мета статті. Дана робота покликана надати вичерпний аналіз фізіологічної дії сонячної енергії та оптимальних засобів захисту будівель від неї.

Основна частина. Розглянемо основні енергетичні і світлові характеристики сонячного випромінювання (згідно з європейським стандартом EN 14501).

При потраплянні сонячних променів на скло або сонцезахисну систему сонячне випромінювання (рис. 4):

- частково відбивається (*RS*),
- частково поглинається (*AS*)
- частково проходить крізь (*TS*)

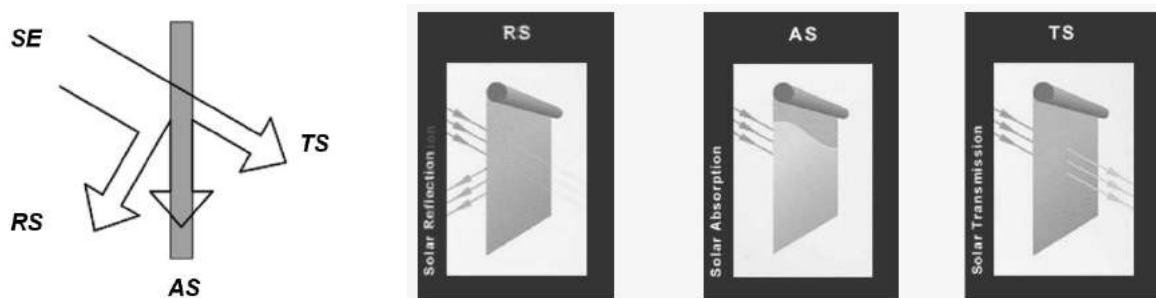


Рис. 4. Схема взаємодії сонячної енергії з СЗС та вікном

При цьому, згідно закону збереження енергії, буде виконуватися рівняння

$$SE = RS + AS + TS,$$

де SE (Solar Energy) – сонячна енергія, падаюча на систему (100%); RS (Solar Reflection) – відбита сонячна енергія (%); AS (Solar Absorption) – поглинена сонячна енергія (%); TS (Solar Transmission) – сонячна енергія, що проникла всередину (%)

Ці основні енергетичні характеристики, як правило, даються для більшості зовнішніх СЗС, які використовуються на даний момент.

Основним показником, який комплексно оцінює ефективність СЗС, є сонячний фактор G_{tot} . Сонячний фактор – це сумарна кількість теплової енергії (у %), що потрапила в приміщення через СЗС і скло (рис. 5).

Сонячний фактор залежить не тільки від самої СЗС, а й від параметрів скління. Тому, як правило, в таблицях виробників СЗС вказується величина сонячного фактора для СЗС при використанні стандартного склопакета типу С (одинарний склопакет 4 +16 +4, заповнений аргоном, з низько емісійним покриттям з одного боку).

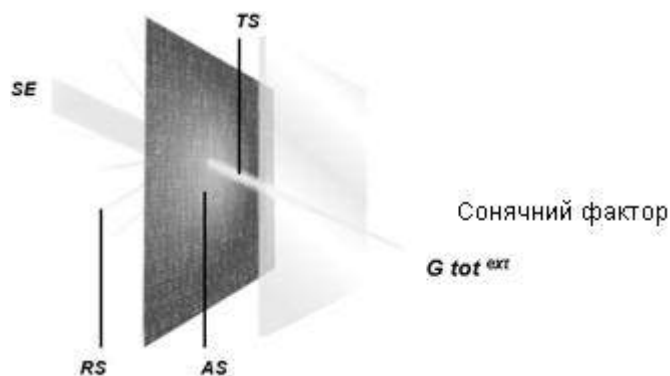


Рис. 5. Схема проникнення елементів сонячного випромінювання

Згідно з європейським стандартом EN 14501 існує 5 груп ефективності використання сонцезахисної системи (табл. 1). Більшість зовнішніх сонцезахисних систем (маркізи, ролети, фасадні жалюзі і т.д.) мають клас ефективності 3 або 4. Наприклад, для 3-го класу ефективності середня величина сонячного фактора складає $G_{tot}^{ext} = 0,125$.

Групи ефективності використання сонцезахисної системи

Група	g_{tot}^1	Оцінка
4	$g_{tot} < 0.10$	Дуже добрий ефект
3	$0.10 \leq g_{tot} < 0.15$	Добрий ефект
2	$0.15 \leq g_{tot} < 0.35$	Задовільний ефект
1	$0.35 \leq g_{tot} < 0.50$	Малий ефект
0	$g_{tot} \geq 0.50$	Дуже малий ефект

Середньодопустима величина сонячного фактора $G_{4/16/4K}$ для одинарного склопакета з низько емісійним покриттям складає близько 0,50. Відповідно, після установки зовнішньої СЗС з величиною сонячного фактора $G_{tot}^{ext} = 0,125$, сонячна енергія, що потрапила в приміщення, зменшиться в 4 рази ($0,50/0,125 = 4$).

Для точних розрахунків ефективності використання зовнішньої сонцезахисної системи існують спеціально розроблені методики, які дозволяють враховувати велику кількість факторів:

- географічне положення і орієнтація приміщення стосовно сторін світу;
- площу та параметри скління;
- теплофізичні властивості несучих конструкцій самої будівлі;
- кількість людей, які знаходяться в приміщенні та кількість комп'ютерної техніки;
- наявність і характеристики вентиляційних систем та кондиціонування, і т. д.

Для захисту від перегріву архітектори часто використовують сонцезахисне скло та сонцезахисні склопакети. Сонцезахисне скло – це спеціально розроблене скло, яке має здатність знижувати пропущення світлової та сонячної теплової енергії.

Конструкція сонцезахисного склопакета аналогічна до конструкції звичайного склопакета. Скло проходять спеціальну обробку, в результаті якої воно відображає і поглинає частину сонячного світла.

Необхідно зазначити, що незважаючи на достатню розрекламованість цього продукту, він володіє рядом недоліків, які необхідно брати до уваги. Серед них:

- відсутня можливість регулювати рівень освітленості всередині приміщення;
- застосування сонцезахисних склопакетів значно знижує рівень освітленості всередині приміщення;
- більші витрати електроенергії на штучне освітлення приміщення (особливо в зимовий період часу);
- порушення колірної балансу всередині приміщення згубно впливає на працездатність і продуктивність людини (люди втрачають відчуття часу, спостерігається також погіршення зору через порушення природного спектрального складу освітлення).

- під час установки сонцезахисних плівок на звичайні склопакети може спостерігатися руйнування склопакета від перегріву скла (не на кожному склопакеті можна наносити сонцезахисні плівки). Наприклад, в спекотний сонячний день склопакет може нагріватися до температури 80 – 90°C, що створює великі температурні напруження, які можуть призвести до руйнування пакета.
- сонцезахисне скління однаково зменшує надходження сонячного тепла як влітку, так і взимку.

На відміну від зазначених склопакетів, СЗС здатні забезпечити дієве й екологічно ефективне рішення (рис. 7):

- можливість гнучкого регулювання рівня інсоляції приміщення, що дозволяє оптимально витратити електроенергію на кондиціонування та опалення приміщення;
- мінімізація витрат на кондиціонування в літній період (кількість проникаючої в приміщення сонячної енергії при використанні зовнішнього сонцезахисту зменшується в 4-5 разів);
- можливість регулювання рівня освітленості всередині приміщення залежно від пори року, часу доби і погодних умов (тільки для рухомих систем);
- перешкоджає проникненню яскравих сонячних променів і відблисків, спричинених відбиттям від дзеркального скління будівель поруч, поверхні водойми і т.д.;
- забезпечує оптимальний світловий баланс усередині приміщення в денний час доби;
- не порушує колірний баланс усередині приміщення, що позитивно впливає на працездатність і продуктивність праці;
- дозволяє частково або повністю відгородитися від сторонніх поглядів в темний час доби;
- використання зовнішніх тканинних ролет в поєднанні зі спеціальними матеріалами (тканини типу Soltis/Screen) дозволяє зберігати оптимальну видимість назовні і при цьому захиститися від сонячних променів (сонцезахисна система не створює ефекту відокремлення від зовнішнього простору);
- дозволяє використовувати сонцезахисну систему в якості архітектурного рішення для фасаду будівлі;
- можливість використання сонцезахисної системи в якості рекламного носія;
- дозволяє знизити витрати на опалення взимку (в нічний час сонцезахисна система в закритому стані є додатковим бар'єром для виходу тепла через віконний отвір);
- можливість інтеграції рухливих сонцезахисних систем в загальну систему автоматизації будівлі (системи «Розумний будинок»), що дозволяє максимально ефективно використовувати сонцезахисні системи в загальній логіці функціонування систем будівлі (клімат, освітлення, безпека і т.д.).

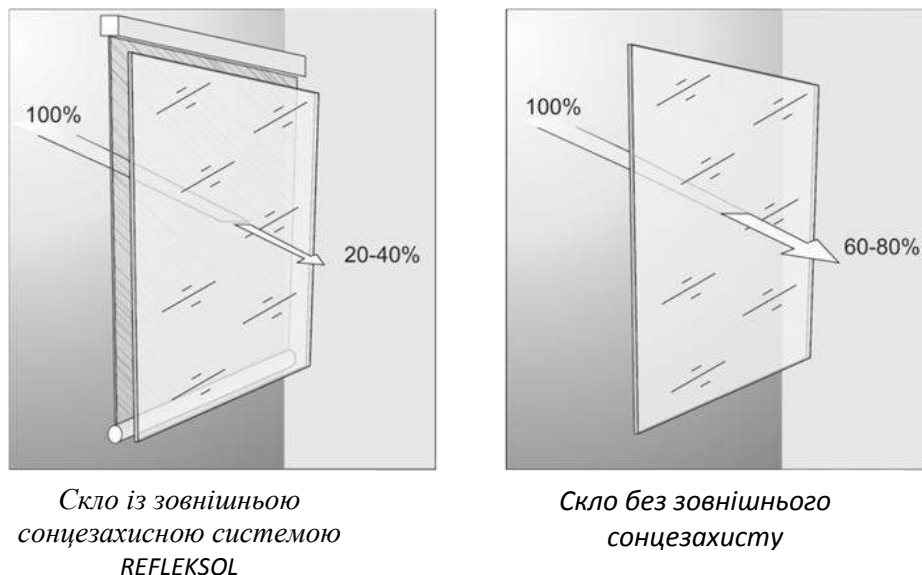


Рис. 7. Зразок пониження рівня температури при застосуванні СЗС

Висновки. Беручи до уваги усі вищезазначені переваги, ми можемо з впевненістю стверджувати, що на сьогоднішній день найефективнішим сонцезахистом сучасних будівель є використання зовнішніх сонцезахисних систем, наприклад, таких як фасадні алюмінієві або ролетні системи і добре всім знайомі маркізи. Ці системи дозволяють максимально мінімізувати витрати електроенергії для підтримки оптимальної температури в приміщенні, не порушуючи при цьому колірного і світлового балансу всередині приміщень.

Література

1. *Сергейчук О.В.* Почему в Украине разрабатывается ДСТУ_Н "Расчет инсоляции объектов гражданского назначения?" // Журнал «Витрина». – К., 2010.– № 1. – С. 26-34.
2. *Стекло и его практическое применение. Учебное пособие.* – SANCO, 2010. – 289 с.
3. *Борулько В.И., Борулько П.В., Маричев А.В. и др.* Разработка активной фасадной системы // Журнал «Окна. Двери. Витражи». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://oknamodern.ru/100.php?c=45>
4. *Иншеков Е.* Анализ международного законодательства в сфере оценки энергоэффективности, паспортизации и маркировки зданий. Оценка международных систем учета, мониторинга энергопотребления и выбросов парниковых газов зданий» // Проект Правительства Республики Казахстан Программы развития ООН и Глобального Экологического Фонда, Энергоэффективное проектирование и строительство жилых зданий. – Киев, 2011. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://Portal-Energo.ru/files/articles/portalenenergo_ru__ukraine_energoeffektivnost_mkd.doc
5. *Элементы дополнительной солнцезащиты. Часть 1, 2* // Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. – под. ред. И. В

Борискиной, 2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fasad-rus.ru/elementy-dopolnitelnoi-solncezashity--article_1232.html

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ НАРУЖНЫХ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ

А.С. Болибрук

Рассмотрены основные энергетические и световые характеристики солнечного излучения и группы, определяющие эффективность использования внешних солнцезащитных систем согласно европейским стандартам EN 14501, а также преимущества использования внешних солнцезащитных систем на зданиях".

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGY OF USING OF EXTERNAL SUN PROTECTION SYSTEMS

A. Bolibruk

This article has addressed the main insolation and light characteristics of solar radiation. Next, were described the basic groups defining the effectiveness of external sun shading systems application according to the European standard EN 14501. The matter of optimal use of these systems on the buildings was also disclosed.

ЕВОЛЬВЕНТНО-ЕВОЛЮТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ГЕОМЕТРИЧНІЙ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАВИВКИ

Національний технічний університет України “КПІ”

У статті розглянуті аспекти моделювання технологічного процесу виробництва деталей методом навивки композитів на базі різних поверхонь Монжа.

Ключові слова: навивка, композити, різні поверхні Монжа, евольвентно-еволютне перетворення, оправка.

Постановка проблеми. Формування виробів з композитних матеріалів передбачає роботу з оправками різних геометричних форм. Економічні показники виробничого процесу залежать від оптимальної комбінації таких параметрів намотки, як ширина композитної стрічки, траєкторія руху та форма напрямних елементів намотувального станка. Вдосконалення параметрів моделей процесу намотки для отримання покращених виробничих показників і визначає мету даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання створення моделей технологічного процесу виробництва деталей з композитних матеріалів було розглянуто кількома авторами, наприклад в роботі [1] було запропоновано новий намотувальний станок, в якому траєкторія руху стрічки визначалась за допомогою системи напрямних приладів, запрограмованих в залежності від сигналів камер спостереження. В роботі [2] розглядалось питання покращення намотувального процесу для поверхонь обертання, використовуючи різні схеми армування на різних шарах в залежності від кінцевого призначення та бажаних характеристик виробу.

Основний матеріал дослідження. Розглянемо процес накладання плоскої композитної стрічки, що знаходиться в натягу, на деяку поверхню, Δ' (рис. 1). Один кінець стрічки заданою шириною, закріплений на поверхні Δ' , а інший на неї намотується. Тоді лінія АВ, що на виході філь'єри намотувального пристрою, описує поверхню Δ , яка є різьбовою поверхнею Монжа [3,4]. АВ – її профіль, вісь обертання в кожному мить змінює своє положення і збігається з твірною Δ' . Таким чином, Δ' є еволюта поверхні Δ . Поверхня Δ має дві групи ліній кривини: меридіани m (наприклад, АВ, CD на рис. 1), і криві АС, ВD, які є ортогональні траєкторії точок ходу. Еволюти LFK і ERS – геодезичні лінії Δ' .

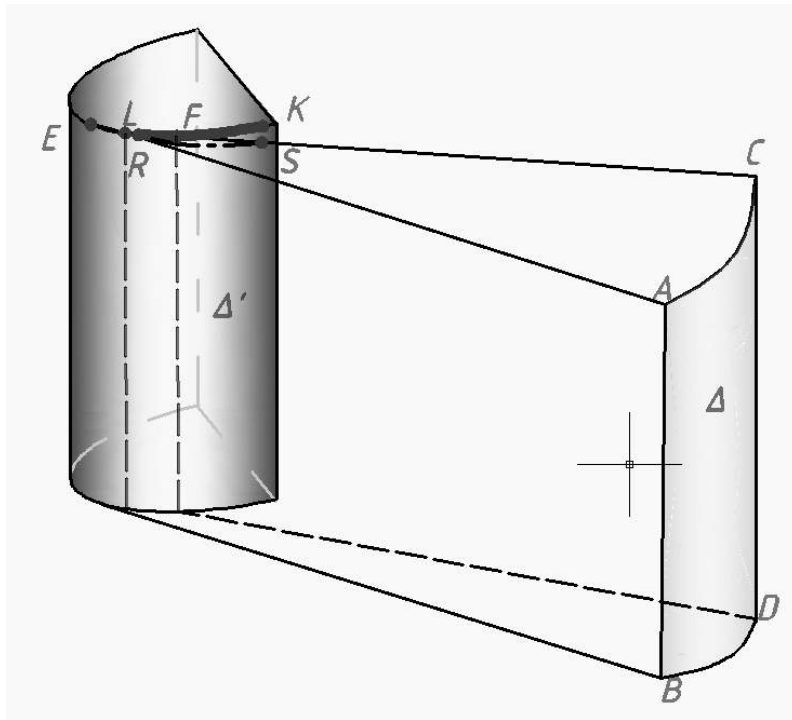


Рис.1 Різьбова поверхня Монжа.

В процесі навивки композитної стрічки на базову поверхню оправки укладальник з системою напрямних роликів рухається по різьбовій поверхні, для якої поверхня оправки є еволютною.

Для моделювання прямої поверхні руху укладальника намотувального станка постає задача математичного завдання евольвентної поверхні через її лінії кривини за допомогою евольвентно-еволютного перетворення [5].

Одиничний вектор дотичної кривої описується наступним рівнянням:

$$\hat{t}(t) = \frac{x'(t)e_1 + y'(t)e_2}{\sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)}}, \quad (1)$$

де e_1 та e_2 – одиничні орти, або в полярній системі координат:

$$\hat{t}(\varphi) = \frac{(r'(\varphi)\cos\varphi - r(\varphi)\sin\varphi)e_1 + (r'(\varphi)\sin\varphi + r(\varphi)\cos\varphi)e_2}{\sqrt{r'^2(\varphi) + r^2(\varphi)}}, \quad (2)$$

де $r = r(\varphi)$, $\varphi \in [\alpha, \beta]$.

Кривина кривої, заданої в полярній системі координат:

$$\widehat{k}(\varphi) = \frac{r^2(\varphi) + 2r'(\varphi)r''(\varphi) - r(\varphi)r'''(\varphi)}{(r^2(\varphi) + r'^2(\varphi))^{3/2}} \quad (3)$$

Різьбова поверхня задається за допомогою (1):

$$x_{ev} = x(t) - \frac{x'(t)}{\sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)}} \int \sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)} dt,$$

$$y_{ev} = y(t) - \frac{y'(t)}{\sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)}} \int \sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)} dt, \quad (4)$$

де t – параметр, x_{ev} , y_{ev} – координати точок меридіану різьбової поверхні, який відповідає траєкторії накладання композитної стрічки по еволютній поверхні оправки.

При завданні кривої в полярній системі координат, враховуючи рівняння одиничного вектора дотичної (2) та рівняння кривини (3), отримуємо наступні вирази:

$$x_{ev} = \frac{(r'^2(\varphi) - r(\varphi)r''(\varphi))r(\varphi)\cos\varphi - (r^2(\varphi) + r'^2(\varphi))r'(\varphi)\sin\varphi}{r^2(\varphi) + 2r'(\varphi)r''(\varphi) - r(\varphi)r'''(\varphi)},$$

$$y_{ev} = \frac{(r'^2(\varphi) - r(\varphi)r''(\varphi))r(\varphi)\sin\varphi + (r^2(\varphi) + r'^2(\varphi))r'(\varphi)\cos\varphi}{r^2(\varphi) + 2r'(\varphi)r''(\varphi) - r(\varphi)r'''(\varphi)}. \quad (5)$$

Висновки та перспективи подальших досліджень. Процеси формування поверхонь оправок та поверхонь-напрямних для руху системи укладання композитної стрічки як частини станка навивки, пов'язані між собою та мають однакову геометричну природу. Це взаємне відношення визначається евольвенто-еволютним перетворенням, та дозволяє вдосконалювати апарат моделювання технологічного процесу навивки.

Література

1. Аюшев Т.В. Геометрические вопросы адаптивной технологии изготовления конструкций намоткой из волокнистых композиционных материалов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. – 212 с.
2. Куценко Л.М. Поверхні обертання зі змінної уздовж осі кривиною меридіанів та їх зміцнення шляхом намотування кевларової

нитки/Л.М.Куценко, С.Ю.Руденко//Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво . – Вип. 6. – Луцьк:ЛНТУ, 2011 р. - с. 148-153.

3. *Выгодский М.Я.* Дифференциальная геометрия. – М.: Гос. изд-во технико-теор. л-ры, 1949. – 511с.

4. *Ванин В.В.* Эвольвентно-эволютные модели в упорядоченных потоках: дис. доктора техн. наук:15.01.01/В.В.Ванин; КПИ. – К., 1996. – 415с.

5. *Андреев Г.Н.* Дополнительные главы геометрии. Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2007. – 183с.

ЭВОЛЬВЕНТНО-ЭВОЛЮТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАВИВКИ

В. В. Ванин, Г. П. Грязнова

В статье рассмотрены аспекты моделирования технологического процесса производства деталей методом навивки композитов на базе резных поверхностей Монжа.

INVOLUTE-EVOLUTE TRANSFORMATION IN GEOMETRICAL MODEL OF WINDING TECHNOLOGICAL PROCESS

V. V. Vanin, G. P. Gryaznova

The article considers the aspects of modeling of composites winding technological process of spare parts production based on the carved Monge surfaces.

РАЗДЕЛ «СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ» В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ АРХИТЕКТОРОВ

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина.*

Разработка энергоэффективных архитектурных решений является приоритетным направлением развития архитектуры на современном этапе и требует соответствующей подготовки архитекторов в вузе. Целью работы является рассмотрение методики изучения вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов в Архитектурно-художественном институте ОГАСА и разработка в их дипломных проектах раздела «Строительная физика и энергосбережение».

Постановка проблемы. Разработка энергоэффективных архитектурных решений является приоритетным направлением развития архитектуры на современном этапе. Эта проблема должна решаться архитектором комплексно на всех этапах разработки архитектурного проекта: выбор альтернативных источников энергии (на генплане и фасадах зданий), разработка тепловой оболочки зданий (конструктивные решения стен и светопрозрачных элементов), выбор энергоэффективного оборудования (осветительного, сантехнического, технологического) и т.д.

Для решения поставленных задач необходима соответствующая подготовка архитекторов в вузе по утвержденной программе и представление в экспозиции дипломных проектов разработанных для проектируемого комплекса энергоэффективных архитектурных решений. Эти решения должны опираться на нормативные требования максимального использования энергосберегающих технологий при проектировании современных зданий [1-3] и на мировой опыт развития современной энергосберегающей архитектуры.

Анализ основных исследований и публикаций. Анализ позволил установить, что несмотря на актуальность рассматриваемой проблемы в настоящее время на уровне МОНУ ещё не утверждена программа подготовки архитекторов в вузе по вопросам энергосбережения и представление энергоэффективных архитектурных решений в структуре дипломного проекта. В настоящее время вузы начинают разрабатывать и экспериментировать свои методики по изучению вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов.

Оригинальная часть. Целью работы является рассмотрение методики изучения вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов в Архитектурно-художественном институте ОГАСА и использование в дипломных проектах выпускников-архитекторов современных энергосберегающих технологий.

В структуре выпускной работы ОКР «магистр» и дипломного проекта ОКР «специалист» архитектуры в АХИ ОГАСА предусмотрен раздел 3 «Строительная физика», который с этого учебного года переименован в *раздел*

3 «Строительная физика и энергосбережение». Такому решению предшествовала подготовка студентов-архитекторов по вопросам энергосбережения в современной архитектуре на протяжении последних 3-х лет (с 2011-12 уч.г. по 2013-14 уч.г.) при изучении спецраздела «Строительная физика» на 5-м курсе ОКР «магистр» и «специалист». С этого учебного года он переименован в дисциплину **спецраздел «Строительная физика и энергосбережение»**. Изучение этой дисциплины в АХИ ОГАСА сопровождается выполнением РГР, один из разделов которой посвящен **разработке энергоэффективных решений в дипломном проекте архитекторов (3.2 «Разработка архитектурных решений с учетом требований энергосбережения и теплозащиты»)** [4].

В настоящее время в АХИ ОГАСА сформировалась следующая **структура подраздела 3.2:**

3.2.1. Использование в проекте альтернативных возобновляемых источников электрической энергии – гелио-, геотермальных, ветровых, кинетических и др.:

(показывают их установку на экспозиции ДП: на генплане, на кровле и на фасадах зданий);

3.2.2. Энергоэффективная оболочка зданий – для обеспечения минимальных теплопотерь и теплопоступлений здания:

- **стены здания** – схемы ограждающих конструкций и их теплотехнический расчет,
- **окна здания** – энергосберегающие стекла и др.,
- **озеленение зданий** – фасадов и кровли,

(показывают их установку на экспозиции ДП: на генплане, на кровле и на фасадах зданий);

3.2.3. Энергосберегающее оборудование зданий – для обеспечения минимального потребления электроэнергии зданием:

- **тепловой насос** – схемы ограждающих конструкций и их теплотехнический расчет,
- **рекуперация воздуха** – энергосберегающие стекла и др.,
- **энергоэффективное освещение** – здания, территории и др.,

(показывают их установку на экспозиции ДП: на фасадах и в помещениях зданий);

3.2.4. Применение АСКУ зданий – **управляет всем жизненным циклом комплекса как единым целым** – обеспечивает в проектируемом объекте:

- **оптимальные режимы эксплуатации** – всего оборудования,
 - **экономичное потребление ресурсов** – электроэнергии и др.,
- (показывают их установку на экспозиции ДП: на генплане и в помещениях зданий).

Студенты Архитектурно-художественного института ОГАСА при выполнении дипломного проекта разрабатывают раздел 3 «Строительная физика и энергосбережение» и выбирают энергоэффективные решения, которые представляют в пояснительной записке и на экспозиции дипломного проекта: на генплане, кровле, фасадах и в интерьерах зданий. Ниже приведены

примеры некоторых современных энергоэффективных решений, представленных в экспозициях дипломных проектов выпускников АХИ ОГАСА.

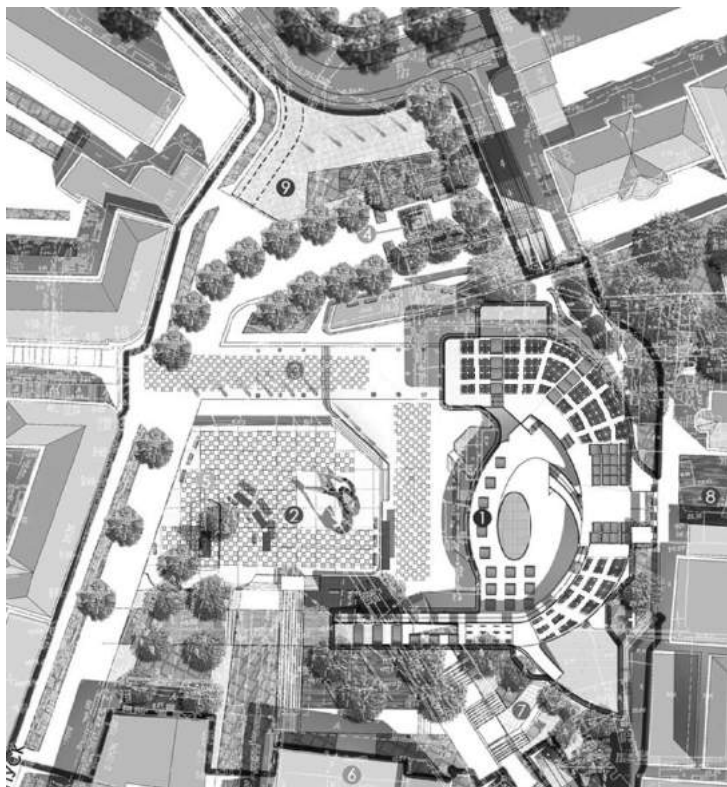


Рис. 1. «Музей современного искусства», Дерезниченко В. гр. МБ-502с, ОКР специалист:

1 - на кровле здания солнечные батареи и озеленение; «зеленое покрытие» на поверхности здания очень декоративно выглядит с верхней площадки музея и позволяет уменьшить теплопотери зимой и энергопотребление на кондиционирование летом;

2 – территории музея вымощена тротуарной плиткой Pavegen, которая преобразует кинетическую энергию пешеходов в электричество и является оригинальным альтернативным источником

энергии; производитель - лондонский стартап Pavegen Systems.



Рис. 2. «Студенческое общежитие», Костенко И. гр. МБ-502с,

ОКР специалист: - солнечные батареи на кровле здания и в виде солнцезащитных экранов на фасадах здания; - солнцезащитный «живой» трансформируемый фасад на южном угловом объеме здания.



Рис. 3. «Фитнес-клуб»,
Гончар Е. гр. АБС-509 с,
ОКР специалист:

- плоские солнечные батареи на крыше;
 - аморфные солнечные батареи на криволинейном участке кровли;
- позволяют отчетливо передать сложную конфигурацию кровли или фасада здания.

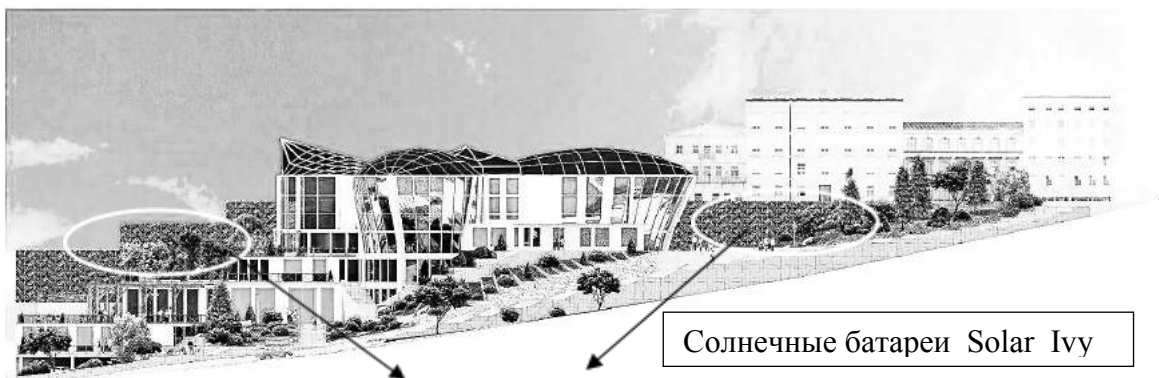


Рис.4. «Галерея цветов в г. Одесса», Коновал Ю.И. гр. АБС-503м
ОКР магистр:

- модульные светодиоды Ivy Light — футуристический плющ для растений в интерьере галереи цветов в качестве дополнительного источника света;
- солнечные батареи Solar Ivy на подпорной стене комплекса;
- солнечные батареи Solar Ivy на подпорной стене комплекса.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Результаты проведенного анализа позволили *установить следующее*:

1. *Учитывая важность проектирования энергоэффективных зданий* на современном этапе развития архитектуры вузы начинают разрабатывать и экспериментировать свои методики по изучению вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов.

2. *Программой подготовки ОКР «магистр» и «специалист» архитектуры* в АХИ ОГАСА (архитектурно-художественном институте Одесской государственной академии строительства и архитектуры) предусмотрен спецраздел «Строительная физика», который с этого учебного года переименован в дисциплину спецраздел «Строительная физика и энергосбережение». Изучение дисциплины сопровождается выполнением РГР и один из разделов посвящен разработке энергоэффективной архитектуры (п.3.2 «Разработка архитектурных решений с учетом требований энергосбережения и теплозащиты»).

3. *В структуре дипломного проекта* ОКР «магистр» и «специалист» архитектуры в АХИ ОГАСА с этого учебного года раздел «Строительная физика» также переименован в раздел «Строительная физика и энергосбережение». Работая сейчас над дипломами, выпускники архитектурных специальностей академии разрабатывают энергоэффективные решения для проектируемого комплекса, которые затем представят в пояснительной записке и экспозиции дипломного проекта – на генплане, на фасадах и в интерьерах помещений.

4. *В настоящее время вузы только начинают разработку методики* по изучению вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов. Очень важно в ближайшие годы представителям вузов обмениваться информацией по этой проблеме, что позволит выявить положительные тенденции и разработать соответствующую программу подготовки архитекторов по вопросам энергосбережения.

Литература

1. ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: ДЕРЖБУД УКРАЇНИ, 2002.
2. ДБН В.2.2-9:2009 Громадські будинки та споруди. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
3. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
4. *Витвицкая Е.В.* Изучение вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов в вузе [Текст] / Е.В. Витвицкая // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. тр. НАПКС /включен в перечень изданий ВАК Украины. – Симферополь, 2013.– Вип.48. — С. 37—42.

**РОЗДІЛ «БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ» В
ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ АРХІТЕКТОРІВ**

Є.В. Вітвицька

Розробка енергоефективних архітектурних рішень є пріоритетним напрямком розвитку архітектури на сучасному етапі і потребує відповідної підготовки архітекторів у вищому навчальному закладі. Метою роботи є розгляд методики вивчення питань енергозбереження при підготовці архітекторів в Архітектурно-художньому інституті ОДАБА і розробка у дипломних проектах розділу «Будівельна фізика та енергозбереження».

**SECTION «BUILDING PHYSICS AND ENERGY EFFICIENCY» OF
THE GRADUATION PROJECTS OF ARCHITECTS**

E.V. Vitvitskaya

Development of energy-efficient architectural solutions is a priority direction of development of architecture at the present stage and it requires appropriate training of architects at the University. The aim of this work is to consider methods of studying the issues of energy saving in preparing of architects at Architectural Institute OSABA and development in their graduation projects section «Building physics and energy efficiency».

НОВЕЙШИЕ НЕМЕЦКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТОПЛЕНИЯ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ СВЕЖЕЙ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ SOLVIS

«Электрон ГмбХ», Германия

Много лет учёные и производители отопительных систем всего мира трудятся над решениями по снижению затрат на отопление и приготовление горячей воды при растущих ценах на энергоносители.

Через 100-130 лет иссякнут, и ископаемые источники энергии и только энергией солнца мы можем пользоваться ещё 5 миллиардов лет.

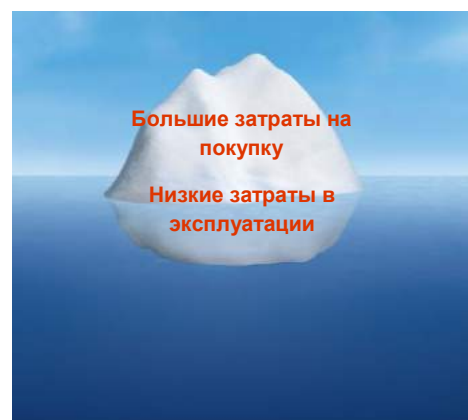
Наше решение - это **оптимальное использование солнечной энергии в сочетании с совершенной технологией отопления и минимальными нагрузками на окружающую среду с реальной окупаемостью изначальных затрат.**

Выпускаемая фирмой Сольвис на уникальном заводе с нулевой эмиссией продукция является патентованным уникалом, который усовершенствовать не возможно. Сольвис Макс представляет собой трёхслойный агрегат, сочетающий функции нагревателя и бака - накопителя тепла, с интегрированной солнечной системой и с интегрированной сменной горелкой на все виды топлива. Система Сольвис Макс и Моритц – это сочетание уникальной системы Макс и камина Моритц мощностью до 10,5 кВт, включаемого в систему отопления и приготовления горячей воды.

С использованием солнечной энергии и эффективных энергосберегающих технологий, дающий до 52% экономии топлива и затрат изменяется и подход к решению отопления и горячего водоснабжения в городском строительстве и хозяйстве.

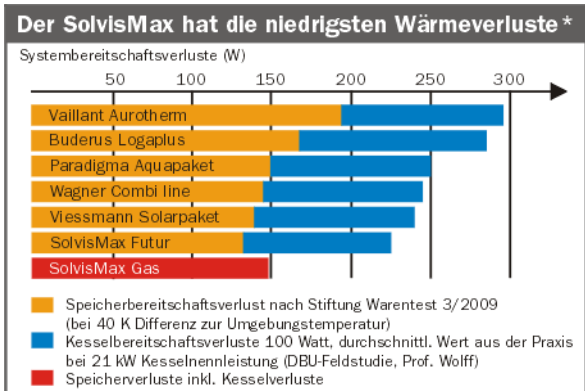


Обычное отопление



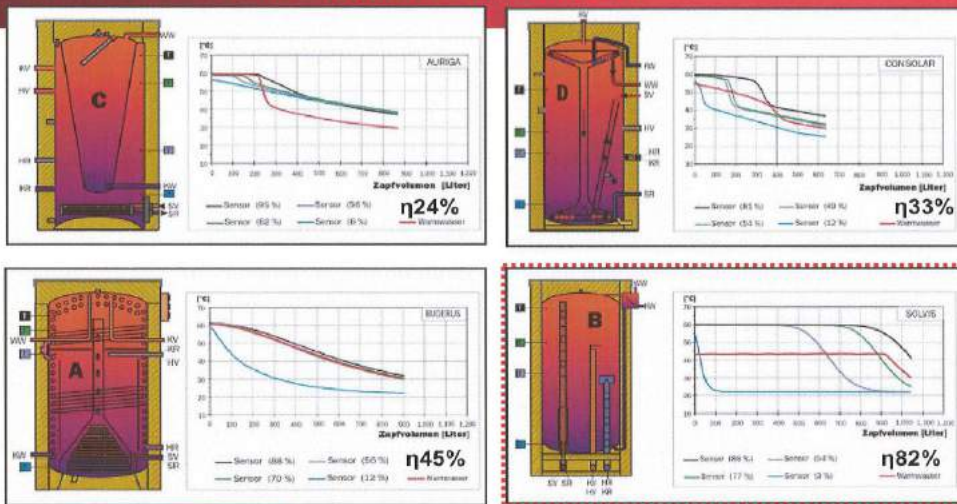
Оборудование SolvisMax с солнечными коллекторами

Система Solvis Max имеет наименьшие потери тепла при сравнении с другими системами.



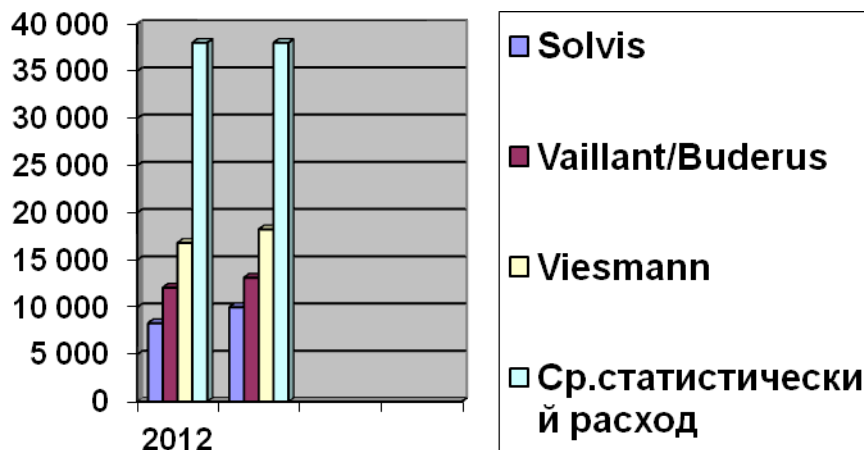
Итоги сравнительно теста на КПД различных систем

Der effizienteste Speicher am Markt.
 Effizienzbewertung von Speichern der Universität Stuttgart (ITW):
 Bezogen auf den gleichen Speicherinhalt produziert Solvis 37 % mehr Warmwasser als der zweitbeste Wettbewerber.



Marketing folder part 2 DE V11 Die neue Heizung. Sorglos Heizen. solvis

Сравнение потребления газа различными системами отопления и приготовления горячей воды.



В диаграмме приведены сравнения расхода газа различными установками с солнечными коллекторами при одинаковых данных помещения и количества проживающих.

Система приготовления свежей воды SolvisVital III: самая оптимальная для варьирующего потребления горячей воды.

- Система приготовления свежей воды SolvisVital подогревает воду **централизованно, гигиенично и экономно.** При этом, всегда на первом плане стоит оптимально необходимое снабжение горячей водой при максимальной нагрузке циркуляции .

- Система применяется во **многоэтажных строениях, в спортивных сооружениях, в объектах гостиничного и пансионного типов а также в больничных и курортных строениях.**

- Подключение солнечных коллекторов возможно на любом этапе.

Рекомендации по применению SolvisVital:

- Многоэтажные дома от 7 квартир
- Спортивные сооружения от 7 душевых
- Гостиницы от 7 комнат



- Контуры отопления с нагрузкой до 700 кВт функционируют через послойный буферный бак-накопитель, т.е. управляются непосредственно с котла.

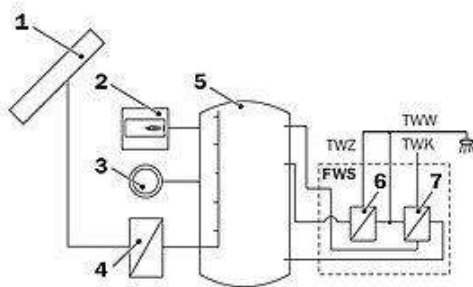
- Передача тепла на центральный послойный буферный бак-накопитель от котла, центрального теплоснабжения, солнечной энергии, биомасс итд.

- Автоматическая поддержка отопления солнечными коллекторами.



Управляется система с помощью Solvis Control как на системе, так и в сети.

ПРИНЦИП СИСТЕМЫ



Составляющие системы SolvisVital

1. Солнечные коллекторы
2. Источник тепла
3. Контур(ы) отопления
4. Станция передачи солнечного тепла
5. Послойный буферный бак-накопитель SolvisStrato
6. Пластинчатый теплообменник циркулирующей воды
7. Пластинчатый теплообменник горячей воды

FWS: Станция свежей воды,

TWK: Холодная вода,

TWW: Горячая вода,

TWZ: Циркуляция воды.

Патентованный буферный бак-накопитель:

Первоначально тепло сохраняется в патентованном послойном буферном баке-накопителе. При заборе горячей воды, **свежая холодная водопроводная вода** нагревается в **проточном режиме** через пластинчатый теплообменник до нужной температуры. Вода не застаивается, возможность появления **легионелл исключена**.

В то же время, в проточном режиме нагревается вся горячая вода из циркуляции обратного контура до нужной температуры с помощью отдельного пластинчатого теплообменника.

Обратный поток пластинчатого теплообменника направляется отдельно в средний слой послойного буферного бака - накопителя. Охлаждённая вода отопления, прошедшая через пластинчатый теплообменник направляется в нижний, холодный слой послойного буферного бака-накопителя.

В станции свежей воды вмонтирован высокоэффективный циркуляционный насос с заданными температурой и временем, который покрывает потери при циркуляции. Вся система получает и сохраняет необходимую температуру.

Из-за раздельного, 2-ступенчатого направления обратных контуров в послойный буферный бак-накопитель **исключается смешивание воды и потеря тепла**. Вся вода сохраняется послойно.

При внедрении приведённых выше систем в Украине, мы гарантируем снижение потребления газа до 52% и расходов на обслуживание до 37%.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПОКРИТТІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглядаються різні види теплоізоляційних матеріалів для плоских покриттів будівель. Аналізуються їх позитивні та негативні властивості, обґрунтовується доцільність використання екструдованого пінополістиролу і напиленого пінополіуретану та необхідність подальших досліджень їх використання в плоских покриттях будівель.

Постановка проблеми. За законами конвекції нагріте повітря піднімається вгору, тому тепловтрати через покриття є неминучими і складають 20-30 % від загального об'єму тепловитрат будівель. Особливо це стосується малоповерхових будівель, в яких площа покриттів співвідносна до площі стін. Тому при реконструкції та новому будівництві необхідно приділяти значну увагу теплоізоляції покриттів.

Аналіз основних досліджень та публікацій. У попередніх публікаціях було сформовано загальну класифікацію теплоізоляційних матеріалів. Розглядалася фізико-механічна складова характеристик, а економічній приділялося мало уваги.

Мета роботи. При виборі теплоізоляційного матеріалу для плоских покриттів значну роль відіграють його розрахункові теплофізичні характеристики (коефіцієнти теплопровідності та паропроникності в умовах експлуатації), густина, міцність на стиск при 10% відносній деформації, горючість і ціна. Задачею даної статті є огляд сучасних теплоізоляційних матеріалів для плоских покриттів, аналіз їх переваг і недоліків та обґрунтування використання того чи іншого матеріалу.

Серед найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів покриттів можна виділити наступні: базальтова (або кам'яна) мінеральна вата, скловолоконна мінеральна вата, екструдований пінополістирол і напилений пінополіуретан.

Основна частина. Базальтова мінеральна вата – неорганічний волокнистий утеплювач, виготовлений з розплаву гірських порід, утворених в результаті вулканічної активності. Сировиною для виробництва кам'яної вати служать гірські породи базальтової групи, або подібні за хімічним складом метаморфічні породи. Сучасне виробництво кам'яної вати засноване за принципом дії вулкана: у печі, під дією температури 1300...1500°C розплавляють гірські породи і витягають у волокно різними способами: дутим, відцентрово-валковим, відцентрово-дутим тощо. На етапі витягування волокон у розплав додають спеціальні добавки, що сполучають волокна між собою і забезпечують рівномірний розподіл органічних речовин по всьому об'єму матеріалу. Після волоконосаджувальної камери матеріал потрапляє на гофрувальну або ламельну машину, де відбувається часткове орієнтування

волокон, що дозволяє задати необхідні механічні властивості. Потім «килим» потрапляє до термокамери, де проводиться процес полімеризації – теплоносії температурою 180...230°C провокує реакцію поліконденсації зв'язувального матеріалу. Вміст органічних речовин в готовій продукції, становить приблизно 3% від маси. Кінцевим етапом виробництва є нарізання матів і плит заданих розмірів.

Технологія виробництва **скловолоконної мінеральної вати** подібна до виробництва базальтової вати, відмінність полягає в сировині. Основною сировиною скловати є пісок, вапняк, сода, доломіт. Товщина волокон кам'яної вати дорівнює 2...10 мкм, в той час як у скловати вона становить 3...15 мкм. Волокна мінеральної вати мають довжину в 2...4 рази меншу, ніж у скловати (16 мм проти 15...50 мм.) За рахунок цього вироби з скловати відрізняються підвищеною міцністю і пружністю.

Переваги базальтової та скловолоконної мінеральної вати:

- ✓ Мінеральна вата відрізняється низькою теплопровідністю, яка спільно з повітрям забезпечується волокнистою структурою теплоізоляційного матеріалу. Коефіцієнт теплопровідності становить 0,041...0,045 Вт/(м·К). Повітря займає близько 95% від загального об'єму утеплювача і є основним теплоізолятором мінеральної вати. Волокна утеплювача забезпечують необхідну пористість і утримують повітря в статичному (нерухомому) стані;
- ✓ Наявність відкритих пор в мінераловатній теплоізоляції гарантує високу паропроникність, яка становить 0,3 мг/(м·год·Па) для кам'яної та 0,5 мг/(м·год·Па) для скловолоконної мінеральної вати;
- ✓ Мінвата – це переважно негорючий утеплювач, який не втрачає свої властивості навіть після впливу високих температур. Температура плавлення базальтової вати становить 1100°C, негорючий будівельний матеріал (НГ), а скловати 580°C, група горючості НГ, Г1;
- ✓ Завдяки своїй волокнистій структурі мінеральна вата добре виконує шумозахисні функції;
- ✓ Мінераловатний утеплювач екологічно чистий матеріал, тому що виготовлений з природніх матеріалів. Токсичним компонентом, який входить до його складу, є зв'язувальна речовина на основі фенолоформальдегідних смол, але при дотриманні технології виготовлення в кінцевому продукті смоли знаходяться в сталому стані та є нейтральними до навколишнього середовища;
- ✓ Мінвата володіє хімічною стійкістю до дії органічних речовин, повністю відповідає санітарно-гігієнічним нормам, стійка до впливу грибків і гризунів;
- ✓ Мінеральна вата негігроскопічна, вміст вологи у виробках з неї за нормальних умов експлуатації становить 0,5...1,5 % за об'ємом. Це досягається за рахунок гідрофобізації, просочування спеціальними водовідштовхувальними речовинами (кремній-органічними сполуками або спеціальними маслами);
- ✓ Широкий спектр густини продукції 54...205 кг/м³;
- ✓ Міцність на стиск при 10 % деформації становить 25...70 КПа.

Недоліки базальтової та скловолоконної мінеральної вати:

- Одним з серйозних мінусів мінеральної вати є здатність вбирати вологу, яка утворюється в результаті процесів конденсації. Теплоізоляційні

характеристики зволоженого утеплювача суттєво знижуються. Для вирішення даної проблеми необхідно передбачати якісну пароізоляцію;

■ Мінусом мінеральної вати, який необхідно враховувати, є здатність до усадки, особливо при порушенні умов експлуатації, попадання надмірної вологи в товщу теплоізоляційного шару.

Технологія отримання **екструдованого пінополістиролу (ЕППС)** була розроблена фахівцями компанії «Dow Chemical Co» (США), більше 50 років тому. В якості сировини для отримання екструдованого пінополістиролу використовується чистий гранульований полістирол. Виробництво екструдованого пінополістиролу здійснюється за допомогою спеціального екструзійного обладнання. В ньому гранули перемішуючись розплавляються до температури 240°C, вводиться спінюючий агент (порофор), в масиві полімеру формуються зародки майбутніх пор. Далі переміщуючись обертанням полімерна маса надходить до виходу з екструдера, охолоджується до 130°C, утворені пори фіксуються і пористий полімер продавлюється через форму – фільтру. На виході екструдера видавлюється плита екструдованого пінополістиролу, з якої виготовляють плити потрібного розміру.

Екструдований пінополістирол має міцну, цільну мікроструктуру, що представляє собою масу закритих осередків, заповнених молекулами газу. В екструдованому пінополістиролі міжмолекулярні хімічні зв'язки на порядок міцніші, ніж в пінопласті. Комірки екструдованого пінополістиролу непроникні, на відміну від пінопласту, бо не мають мікропор, а тому проникнення газу і води з однієї комірки в іншу неможливо. Стінки осередків – це суцільна маса речовини. Доступ речовин з навколишнього середовища можливий тільки у відкриті осередки, що знаходяться на бічних поверхнях і зрізаних торцях плити.

Переваги екструдованого пінополістиролу:

- ✓ Малий коефіцієнт теплопровідності 0,033...0,036 Вт/(м·К). Кожна гранула пінополістиролу складається з рівномірно розподілених мікроскопічних щільних комірок заповнених повітрям. Матеріал на 98% складається з повітря і тільки на 2% з полістиролу;
- ✓ Водопоглинання матеріалу після перебування у воді протягом 24 годин становить не більше 0,2...0,3 %. Вода потрапляє тільки в верхній шар відкритих комірок;
- ✓ Висока морозостійкість, у зв'язку з низьким водопоглинанням екструдований пінополістирол не змінює свої теплоізоляційні властивості після багатократного поперемінного заморожування та розморожування. Може піддаватися даному процесу не менше, ніж 1000 разів;
- ✓ Завдяки закритій системі комірок паропроникність матеріалу становить 0,004...0,011 мг/(м·год·Па);
- ✓ Міцність на стиск при 10 % деформації становить 250...1000 кПа;
- ✓ Плити абсолютно безпечні для природи та здоров'я людей;
- ✓ Екструдований пінополістирол не піддається процесу біологічного розкладання, стійкий до дії органічних речовин і впливу мікроорганізмів;
- ✓ Діапазон температури використання від –50 °С до +75 °С;

✓ Стабільність форми та об'єму протягом всього терміну експлуатації.

Недоліки екструдованого пінополістиролу:

- горючість екструдованого пінополістиролу. Основна кількість плит цього матеріалу має середню та підвищену групу горючості (Г3 і Г4), але є спеціальні вироби з низькою та помірною горючістю (Г1 і Г2);
- Низькі звукоізоляційні властивості.

Сировиною для виробництва **напиленого пінополіуретану (ППУ)** є нафта, а в якості спінювача зазвичай використовуються рідини з низькою температурою кипіння. В основі отримання пінополіуретану лежать хімічні реакції синтезу полімеру з одночасним його спінюванням під дією утвореного у ході реакції газового середовища.

Напилений ППУ складається з трьох основних частин: поліольна частина (суміш поліолів і спеціальних добавок); поліізоціанат (або суміш поліізоціанатів); активаторна суміш (суміш каталізаторів).

Готується і наноситься піна спеціальним обладнанням високого тиску і за допомогою пістолета-розпилювача. Така мобільна установка дозує, підігріває і подає роздільно під високим тиском компоненти до пістолета-розпилювача. При натисканні на курок компоненти нагнітаються в змішувальну камеру пістолета-розпилювача і під тиском реакційноздатна суміш потрапляє на поверхню. Оскільки саме напилення відбувається в рідкому стані, а спінювання матеріалу (час старту) займає 6...10 сек, створюється сильна і довговічна адгезія з будь-яким матеріалом. В результаті виникає безшовна (без додаткового кріплення) теплоізоляція.

Переваги напиленого ППУ:

- ✓ Малий коефіцієнт теплопровідності 0,019...0,029 Вт/(м·К), при густині матеріалу 35...80 кг/м³;
- ✓ Низька паропроникність 0,05...0,5 мг/(м·год·Па);
- ✓ Водопоглинання матеріалу після перебування у воді протягом 24 годин становить 0,04...2,1 % (в залежності від компонентів), матеріал може виконувати функції гідроізоляції;
- ✓ Напилений пінополіуретан має високу адгезію практично з будь-якими поверхнями, утворює цілісне покриття огорожувальної конструкції – захищає її від накопичення вологи і утворення містків холоду;
- ✓ Довговічність покриттів, висока стійкість до агресивних середовищ і хімічних сполук;
- ✓ Швидко наноситься на ізольовану поверхню. Продуктивність однієї установки становить 200...800 м²/зміну (залежно від архітектурної складності поверхні).
- ✓ Довговічний і екологічно чистий матеріал – при відсутності механічних пошкоджень термін служби пінополіуретану більше 30 років.

Недоліки напиленого ППУ:

- Залежно від різновиду ППУ група горючості матеріалу Г1-Г4. Хоча ППУ істотно безпечніше інших теплоізоляційних матеріалів з аналогічним класом горючості. Пояснюється це «монолітністю» матеріалу і повною герметизацією

пор конструкції. На початкових стадіях пожежі відсутня тяга всередині конструкції, що істотно збільшує час горіння.

- При горінні пінополіуретану виділяються дуже токсичні гази, у тому числі ціаністий водень HCN. Перебування в приміщенні, що містить 1% HCN більше 5 хвилин без засобів захисту небезпечно для життя. При введенні до складу ППУ антипірену збільшується температура займання матеріалу, але при загорянні шкідливих речовин виділяється більше.
- Неможливість виконання робіт з холодними поверхнями та в зимовий період. Нижня температурна межа, при якій можливе проведення робіт з теплоізоляції, складає 0...15 °С;
- Нестійкість до УФ-випромінювання, яке викликає руйнування матеріалу, та надмірні витрати компонентів при сильному вітрі.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники утеплювачів

Показник	Скловата	Базальтова вата	ЕППС	Напилений ППУ
Коефіцієнт теплопровідності, λ_b , Вт/(м•К)	0,041... 0,045	0,041... 0,045	0,033... 0,036	0,019... 0,029
Паропроникність, мг/(м•год•Па)	0,5	0,3	0,004... 0,011	0,05...0,5
Водопоглинання при частков. зануренні не більше, кг/м ²	1	1	0,13...0,2	0,027...1,4
Клас горючості	НГ, Г1	НГ	Г4-Г1	Г4-Г1
Густина, кг/м ³	54...133	126...205	26... 60	35-80
Міцність на стиск при 10 % деформації, кПа	25, 40, 60	25, 35, 45, 50, 60, 70	250, 400, 500, 700, 1000	150-450
Товщина, мм	30, 50, 100,150	40-110, 150	30, 40, 50, 60, 80, 100	12-70
Необхідна товщина для забезпечення $R_{q\ min}$, мм	220	220	180	130
Вартість утеплювача, грн/м ²	245-410	377-448	180-219	286-468*

*Примітка. Для напиленого ППУ вказана вартість робіт і матеріалу.

Основні техніко-економічні показники теплоізоляційних матеріалів для плоских покриттів наведені в таблиці 1.

Висновки. Аналізуючи наведені вище переваги та недоліки теплоізоляційних матеріалів (табл. 1) можна зробити висновок, що головними показниками, які можуть вплинути на вибір утеплювача для плоских покриттів будівель є теплопровідність, паропроникність, пожежостійкість і ціна. Згідно з цими позиціями перевагу можна віддати екструдованому пінополістиролу та напиленому пінополіуретану. Вони програють утеплювачам на основі мінвати

лише за класом горючості, а тому їх можна застосовувати лише в покриттях будівель, які відносяться до III–V ступенів вогнестійкості.

Література

1. *Гетун Г.В.* Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник/ Гетун Г.В.– К.: КОНДОР, 2011. – 378 с.
2. *Фаренюк Г.Г.* Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія/ Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 211с.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
4. ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПЛОСКИХ ПОКРЫТИЙ *Г.В. Гетун, С.М. Чухрай*

Рассматриваются различные виды теплоизоляционных материалов для плоских покрытий зданий. Анализируются их положительные и отрицательные свойства, обосновывается целесообразность использования экструдированного пенополистирола и напыляемого пенополиуретана и необходимость дальнейших исследований их использования в плоских покрытиях зданий.

FEASIBILITY STUDY THERMAL INSULATION MATERIALS FOR FLAT COVERING *G .Getun, S. Chukhray*

Considered the various types of thermal insulation materials for flat covering buildings. Analyzed their positive and negative characteristics, the feasibility of using the extruded polystyrene and sprayed polyurethane foam and the need for the further research of their use in flat surfaces of buildings.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ СПОРУД ВИЩИХ УЧБОВИХ ЗАКЛАДІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Наведений аналіз теплопостачання споруд різного призначення вищих учбових закладів, які утворюють цілісний комплекс, та приведені рекомендації для оптимізації роботи внутрішніх інженерних систем.

Досить часто учбові заклади розташовуються компактно і займають цілий квартал. Споруди, що розташовуються в такому кварталі, мають різне призначення, але найчастіше в їх склад входять учбові корпуси, харчоблок, спортивний комплекс, господарська споруда з майстернями, гуртожитки, та іноді інженерно-лабораторний корпус. Всі ці споруди мають свої особливості з точки зору теплопостачання.

Система теплопостачання повинна задовольняти потреби в теплоті трьох внутрішніх інженерних систем: опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Іноді до них приєднуються і системи технологічного теплопостачання, наприклад для лабораторних споруд. Для споруд учбових закладів ці системи мають особливості функціонування.

Подальший аналіз функціонування систем теплопостачання розглянемо на прикладі Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА).

Будівлі університету займають квартал між вулицями Освіти, Клименка, Максима Кривоноса та Повітрофлотським проспектом. В кварталі розташовані наступні споруди: головний учбовий корпус, архітектурний учбовий корпус, 3-й учбовий корпус блокований з гуртожитком, 4-й учбовий корпус, учбовий корпус інституту післядипломної освіти, лабораторно-інженерний корпус, актові зали з допоміжними приміщеннями, спортивний комплекс з басейном, господарчий корпус з майстернями і складом, харчоблок і чотири гуртожитки.

Всі ці споруди мають різні призначення і виконують різні функції, відповідно системи теплопостачання мають свої особливості. Не всі споруди мають всі три внутрішні інженерні системи.

За функціональним призначенням однакову функцію мають учбові корпуси в яких проводяться учбові заняття та ведеться організаційно-методична робота (це корпуси № 1-4 та корпус інституту післядипломної освіти). В цих корпусах наявні системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

В спортивному корпусі наявні всі три внутрішні інженерні системи, причому в разі віднесення систем нагрівання води для поповнення басейну до технологічного теплопостачання, то можна говорити про чотири внутрішні системи.

Гуртожитки мають дві системи – опалення і гаряче водопостачання. Системи вентиляції з механічним припливом і, відповідно, з калориферами в них відсутні.

Інженерно-лабораторний корпус та харчоблок мають всі три інженерні системи.

Актова зала і господарський блок не оснащені системою гарячого водопостачання.

Важливою складовою для аналізу теплоспоживання і виявлення резервів його зменшення є фіксація зміни теплоспоживання на протязі доби. По цьому показнику всі споруди теж мають різні показники, але їх теж можна представити у вигляді узагальнених груп. Так всі учбові корпуси згідно прийнятого в КНУБА розкладу занять використовуються з 9.00 до 19.40 шість днів на тиждень, крім неділі, спортивний комплекс функціонує з 7.00 до 22.00 без вихідних, актова зала використовується рідко, а от гуртожитки експлуатуються цілодобово.

Існує і сезонний вплив на експлуатацію інженерних систем. Всі корпуси крім лабораторного та господарського блока не функціонують на протязі канікул взимку та літом.

Це означає, що різні інженерні системи споруд університетського кварталу споживають теплоту не однаково не тільки на протязі року, але й на протязі тижня та доби, що повинно впливати на споживання теплоти. Оптимізація нерівномірного споживання теплоти можлива за рахунок проектних рішень інженерних систем і за рахунок автоматизації їх експлуатації.

Крім того, частина споруд має архітектурні особливості, які впливають на їх теплоспоживання. В усіх учбових корпусах світлопрозорі огороження мають площу скління більшу, ніж споруди інших призначень, центральний стилобат головного корпусу має повністю світлопрозорі огороження. Повністю світлопрозорі огороження мають і великі лекційні аудиторії, актова зала та спортивний комплекс.

Теплоспоживання системи гарячого водоспоживання має свої особливості для різних споруд. Для гуртожитків споживана кількість теплоти системами гарячого водопостачання наближається до теплоспоживання систем опалення, при цьому виражені ранкові та вечірні піки. В спорткомплексі споживання теплоти з гарячою водою перевищує споживання теплоти системою опалення майже вдвічі. А от в учбових корпусах споживання теплоти з гарячою водою набагато менше за тепло споживання системами опалення та вентиляції.

Учбові приміщення також мають інші особливості теплового режиму. Велика кількість людей в приміщенні не тільки вимагає підвищеного повітрообміну, але й приводить до великих внутрішніх тепло надходжень під час проведення учбових занять, що треба враховувати в аналізі результатів енергоаудиту.

Узагальнюючи деякі висновки можна розповсюдити їх на інші університетські квартали.

1. Архітектурні особливості учбових корпусів і окремих інших споруд з підвищеною площею скління потребують розробки спеціальних заходів для

зменшення радіаційних тепловитрат в неробочі години. Наприклад, використання спеціальних сонцезахисних пристроїв або ширм в неробочі години, що закривають суцільні скляні стіни. Можна використовувати і спеціальні плівки, що клеяться на внутрішню поверхню скла і відбивають в приміщення інфрачервоне випромінювання або навіть використовувати спеціальне скло. Системи водяного опалення в приміщеннях з суцільним склінням також повинні оснащуватись особливими опалювальними приладами – підлоговими конвекторами. Їх застосування запобігає втратам теплоти крізь скління через випромінювання, яке притаманне звичайним радіаторам та перешкоджають випаданню вологи на склі.

2. В учбових приміщеннях використовувати комбіновані системи опалення: чергове опалення водяне, а в робочий час його суміщати з вентиляцією, тобто використовувати додатково повітряне опалення. Це також дає змогу здійснювати досить легко регулювання температури в приміщенні в залежності від кількості присутніх студентів, як джерела внутрішнього теплонадходження.

3. Всі корпуси повинні бути обладнані автоматизованими індивідуальними тепловими пунктами, що здатні змінювати подавання теплоти як на протязі дня згідно з реальними потребами, так і на протязі тижня, автоматично переводячи режим опалення в черговий в неробочі години і дні.

4. Учбові і лабораторні корпуси, спорткомплекси, харчоблоки мають великий потенціал утилізації теплоти вентиляційних викидів, які обов'язково необхідно використовувати. Бажано за допомогою теплових насосів “повітря-повітря”.

5. Гуртожитки, спорткомплекс мають величезний потенціал утилізації скидної теплоти системи гарячого водопостачання. Але якщо для спорткомплекса технічні можливості реалізації цього потенціалу технічно доступні, то з гуртожитками справа ця нелегка через наявність дуже забруднених стоків з кухонь. Вихід бачиться в розділенні стоків з душових та з кухонь. В такому випадку теплоту від душових стоків можна відібрати і тільки після цього змішувати їх з кухонними стоками. Розрахунки показують, що кількість душових стоків більша за кухонні в 3 -4 рази.

В даний час при розробленні програми термомодернізації споруд КНУБА виділені напрямки підвищення енергоефективності будівель і обраховані з точки зору терміну окупності. Розрахунки показали, що загалом комплекс запропонованих заходів має термін окупності близько 2,5 років, а для деяких заходів він ще менший. Якщо врахувати прогнозовані темпи зростання тарифів на теплоту, то термін окупності зменшиться до 2 років.

Література

1. Підгорний О.Л., Щепетова І.М., Сергейчук О.В. Світлопрозорі огороження будинків.- К.:Видавець Домашевська О.А., 2005.- 282 с.
2. Бондаренко Ф. Еще раз об оконных пленках./Витрина.-К.,2001,№1 (11).- С.57-60.

3. *Айзен М.А.* Регулирование энергетических свойств остекления./ Світлопрозорі конструкції. Спеціальний випуск журналу «Особняк» -К., 2003, №1 (28). – С.14-22.

4. Конвекторы водяного отопления: [Электронный ресурс]// Carrera. URL: <http://www.carrera.ua>. (Дата звернення: 17.05.2014).

5. *Богуславский Л.Д., Ливчак В.И., Титов В.П.* Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.- М.:Стройиздат, 1990.-624 с.

6. *Пырков В.В.* Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.-К.:ДП «Такі справи», 2008.-252 с.

7. *Табущиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В.* Энергоэффективные здания.- М.:АВОК-ПРЕСС,2003.-200с.

8. Технология Zubadan Inverter: полупромышленная серия Mr. Slim: [Электронный ресурс]//Mitsubishi Electric. URL: <http://zubadan.kiev.ua/2/> (Дата звернення: 17.05.2014).

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

П. М. Гламаздин, В. С. Пинчук

Приведенный анализ теплоснабжения сооружений различного назначения высших учебных заведений, которые образуют целостный комплекс, и приведены рекомендации для оптимизации работы внутренних инженерных систем.

OPTIMIZATION HEAT SUPPLY FACILITIES FOR VARIOUS PURPOSES OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

P. Glamazdin, V. Pinchuk

The article is considered the analysis heat supply facilities for various purposes of higher education institutions, which form a coherent set, and presented recommendations for optimization of internal engineering systems.

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛООБМІНУ У ПЛАСТИНЧАТИХ
ТЕПЛООБМІННИКАХ З РОЗЧИНАМИ ПАР У ЯКОСТІ ТЕПЛОНОСІЯ**

*КНУБА, Україна
Корпорація «Укртеплоенерго», Україна*

У статті описано проблеми пов'язані з утворенням накипу на теплообмінних поверхнях. Розглянуто вплив водних розчинів ПАР на процеси теплообміну в пластинчастих теплообмінних апаратах.

Рівень підготовки води для систем тепlopостачання суттєво впливає на ефективність їх роботи. Від того, наскільки якісно готується теплоносій залежить надійність роботи всіх елементів систем тепlopостачання - котлів, теплообмінників, арматури, трубопроводів, що пов'язано з розвитком корозійних процесів і утворенням твердих відкладень на поверхнях елементів.

Відкладення твердих речовин, в основному солей жорсткості, у зв'язці із завислими продуктами корозії та іншими механічними компонентами, які містяться у воді, призводить до погіршення процесів теплообміну у котлах та теплообмінних апаратах. За різними оцінками шар відкладень товщиною 1 мм в залежності від їх складу призводить до перевитрати палива від 3 до 25 %. Наявність корозійно-активних кисню та двоокису вуглецю у воді з одного боку призводить до корозійних пошкоджень елементів теплових мереж, а з іншого через появу продуктів корозії до більш інтенсивного зростання шару відкладень.

Для теплообмінників, які працюють у системах тепlopостачання, характерні забруднення типу накипу та завислих речовин, причому переважає осадження останніх, які циркулюють разом з теплоносієм і представляють собою переважно продукти корозії. При нагріванні води для систем гарячого водопостачання переважає утворення накипу.

Термічний опір залежить від складу відкладень і їх структури. За даними досліджень [1] при однаковій товщині шару відкладень його термічний опір може коливатись від 0,0002 до 0,0125 м² К/Вт.

Спеціальні дослідження щодо механізму зростання відкладень показали, що швидкість збільшення товщини відкладень пов'язана з інтенсивністю теплообмінних процесів на поверхнях нагріву. Інший фактор, що сильно впливає на темпи зростання відкладень - це величина дотичних напружень у пристінному шарі, які, в свою чергу, залежать від швидкості руху теплоносія. В результаті такого механізму швидкість відкладень може змінюватись у часі, що утруднює прогнозування зміни теплопередачі і гідравлічного опору теплообмінних апаратів у період експлуатації і примушує проектувальників закладати у розрахунки зменшенуючі коефіцієнти на забруднення $\phi \leq 1$ при визначенні теплопередачі, що веде до збільшення площі теплообмінних

поверхонь. Однак збільшення площі теплообміну веде до підвищення кількості каналів у теплообміннику, що призводить до зменшення швидкості теплоносія, а це несе за собою падіння дотичних напружень і як результат – зростання шару відкладень. Зрештою це змушує експлуатаційників висувати більш жорсткі вимоги до якості води і частіше зупиняти теплообмінні апарати для очищення від відкладень. Періодичність чистки теплообмінників сильно залежить від складу води і стану теплових мереж, якості звільнення води від кисню та двоокису вуглецю [2].

В даний час боротьба з утворенням відкладень ведеться найчастіше хімічними методами, шляхом видалення з води накипоутворюючих речовин. Фізичні методи пов'язані із впливом зовнішніх фізичних факторів на теплоносій і застосовуються не так активно через відсутність надійних універсальних технологій та теоретичного обґрунтування. Опис фізичних процесів, що відбуваються у подібних технологіях, поки що існує тільки на рівні гіпотез. З видаленням з води агресивних газів все навпаки – головний метод фізичний – деаерація, а хімічні тільки розвиваються. Як фізичні так і хімічні методи мають свої переваги і недоліки, тому постійно продовжуються пошуки нових методів підготовки води для систем тепlopостачання.

Останнім часом загострився інтерес до методу модифікації теплоносія, що носить ознаки як хімічного, так і фізичного методів – додавання поверхнево-активних речовин у теплофікаційну воду. Поверхнево-активні речовини (ПАР) в теплоенергетиці давно були відомі як високоефективні інгібітори корозії. Однак нещодавно почалися дослідження з використання ПАР для боротьби з накипоутворенням. Механізм захисту поверхні однаковий і від впливу розчинених у воді агресивних газів, і від накипоутворення. Поверхні металевих елементів системи тепlopостачання захищає плівка ПАР – так званий «частокол Ленгмюра» [3,4]. Використання ПАР призводить до зменшення гідравлічного опору турбулентних течій у циліндричних каналах, що пояснюється двома причинами: зменшенням шорсткості поверхонь металевих елементів за рахунок появи «частоколу Ленгмюра» та зменшенням ступеня турбулентності течії розчинів ПАР [5,6]. Однак в цих же дослідженнях виявилось, що інтенсивність теплообміну падає. Пояснення цьому знаходяться у значному зменшенні турбулентних пульсацій у пристінковому шарі течії та збільшенні товщини ламінарного першого прошарку [7]. Так, в роботі [8] показано, що головна різниця у числі Шервуда Sh для течій у гладких трубах для води та слабого розчину ПАР – це показник степеню числа Рейнольдса Re у рівнянні (1)

$$Sh = \frac{kd}{\ddot{A}} = Sc^n Re^m A, \quad (1)$$

де k - коефіцієнт масопереносу;

d - діаметр труби;

\ddot{A} - коефіцієнт дифузії

$Sc = \frac{\nu}{\ddot{A}}$ - число Шмідта.

Для чистої води рівняння має коефіцієнти $A = 0,0133$; $n=0,33$; $m=0,725$, а для слабого розчину ПАР $A = 0,015$; $n=0,33$; $m=0,88$.

Однак результати цих досліджень неможливо прямо використовувати для прогнозування процесів теплообміну та гідродинаміки у пластинчатих теплообмінниках при використанні слабких розчинів ПАР для захисту від корозії та накипоутворення. Канали в цих теплообмінниках сильно відрізняються від циліндричних труб, в яких проводились наведені вище експерименти. У трубчатому каналі можливо чітко виявити турбулентне ядро течії і пристінний граничний шар з ламінарним прошарком біля самої стінки. При цьому коефіцієнт тепловіддачі і гідравлічний опір сильно залежить від структури саме граничного шару. Тому шорсткість поверхні стінки впливає через структуру граничного шару на гідравлічний опір каналу. У слабких розчинах полімерів гідравлічний опір каналу описується виразом

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho w^2}{2} \quad (2)$$

де: Δp – перепад тиску, Па;

λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

l – довжина трубопроводу, м;

d – діаметр трубопроводу, м;

ρ – густина рідини, кг/м^3 ;

w – швидкість течії рідини, м/с.

З виразу чітко видно, що гідравлічний опір залежить від коефіцієнту гідравлічного тертя, який, у свою чергу, залежить від шорсткості стінок каналу.

Якщо плівка «частоколу Ленгмюра» заповнить нерівності стінки, зменшить таким чином шорсткість, то це призведе до зниження гідравлічного опору каналу, але одночасно збільшиться товщина ламінарного граничного прошарку, зросте його термічний опір і знизиться тепловіддача. Для пластинчатих теплообмінників картина процесів теплообміну і гідродинаміки інша. В каналах пластинчатих теплообмінників практично відсутнє центральне турбулентне ядро, яке відділяється від стінок каналу граничним шаром. Гофри пластини є штучними турбулізаторами течії у міжпластинчатому просторі. Вони зривають граничний шар разом із ламінарним прошарком, тому шорсткість самої стінки вже не має такого значення, як для циліндричного каналу. Це дає можливість прогнозувати, що «частокол Ленгмюра», який повинен з'явитись на стінках плоских каналів пластинчатих теплообмінників буде виконувати свою захисну функцію проти появи відкладень і дії корозійно-активних кисню та двоокису вуглецю. Але він не буде так сильно впливати на формування пристінного шару і через нього на теплообмін та гідродинаміку на поверхнях нагріву, як це має місце у трубчатих каналах.

З проведеного аналізу випливає такий висновок, що результати досліджень впливу ПАР на гідродинаміку і теплообмін у трубчастих каналах не можуть бути розповсюджені на процеси у плоских каналах з гофрованими стінками і для їх опису необхідні спеціальні дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Серебряков В.А.* Оценка перерасхода топлива в котлах//Энергосбережение. – 2005.- №11.- С.11-16.
2. *Анилко О.Б., Арсеньева О.П.* Надежность пластинчатых теплообменных аппаратов систем отопления и горячего водоснабжения с учетом образования загрязнений на теплопередающей поверхности//Интегрированные технологии и энергосбережение, 2003. - №4.- С.9-13.
3. *Лукин М.В.* Автореферат дис. к.т.н. «Повышение эффективности эксплуатационных систем теплоснабжения на основе модификации теплообменных поверхностей с использованием поверхностно-активных веществ», М.: МЭИ, 2008 .
4. *Рыженков В.А, Куршаков А.В.* О повышении эффективности эксплуатации городских систем теплоснабжения на основе ПАВ-технологий.//Новости теплоснабжения.- 2007.- №12.- С. 45--47.
5. *Чащин И.П., Пьянков А.Г.* Исследование влияния органических добавок на гидравлические сопротивления и теплообмен в потоке ///ИФЖ. 1973. Т.25.№6. с.1101-1106.
6. *Пилипенко В.Н., Михайлер А.Г.* Механизм снижения сопротивления и тепломассообмена в турбулентных потоках с добавками различной природы//Тепломассообмен-VI. Минск: ИТМО АН БССР. 1980. Т.6.4.2.С.89-94.
7. *Иоселевич В.А., Пилипенко В.Н.* Конвективный теплообмен в турбулентных потоках жидкостей с полимерными добавками// Теплообмен.М.: ИТМО АН БССР. Вып. 5.1976. С.207-209.
8. *Филлипов Г.А., Салтанов Г.А.* Гидродинамика и тепломассообмен в присутствии ПАВ.- М.: Энергоатомиздат, 1988. -184с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА В ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКАХ С РАСТВОРАМИ ПАВ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

П. М. Гламаздин, К. О. Цыкал, А. Г. Даниленко

В статье описываются проблемы связанные с образованием накипи на теплообменных поверхностях. Рассмотрено влияние водных растворов ПАВ на процессы теплообмена в пластинчатых теплообменных аппаратах.

FEATURES OF HEAT TRANSFER IN PLATE HEAT EXCHANGERS FROM SOLUTIONS OF SURFACTANTS AS COOLANT

P. Glamazdin, K. Tsykal, A. Danilenko

The article describes the problems associated with the formation of scale on heat transfer surfaces. Considered the effect of surfactant additives on the processes of heat transfer in plate heat exchangers.

**МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ВЕКТОРА І ОСВІТЛЕНОСТІ НА
НИЖНІЙ ОСНОВІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СВІТЛОВОЇ ШАХТИ ПРИ
ВИКОРИСТАННІ РОЗПОДІЛУ ЯСКРАВОСТІ ПО НЕБОЗВОДУ ЗА
СТАНДАРТОМ «A SET OF STANDART SKIES»**

*Національний університет водного господарства та природокористування,
Україна*

В статті моделюється світловий вектор і освітленість на нижній основі циліндричної світлової шахти з дифузним відбиванням світла. Джерелом світла є небозвід (15 типів) з розподілом яскравості за стандартом «A set of standard skies». Наведено метод розрахунку світлового вектора та освітленості, створених як прямим світлом від небозводу, так і відбитим від внутрішньої бічної поверхні світлової шахти.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [2,3] розглядалося моделювання світлового вектора і освітленості від циліндричних світлових шахт з дифузним відбиттям світла за умов хмарного небозводу (модель Муна-Спенсер). Проте в них не розглядалося моделювання даних характеристик при розподілі яскравості по небозводу за стандартом «A set of standard skies» [6].

Формулювання цілей та завдання статті. В даній роботі поставлена мета – змоделювати світловий вектор і освітленість на нижній основі циліндричної шахти для умов розподілу яскравості за небозводом, який визначається нещодавно затвердженим стандартом [6]. Стандарт передбачає 15 типів небозводу.

Основна частина. Світловий вектор на нижній основі шахти створюється прямим світлом від небозводу, яке пройшло через верхню основу шахти, і світлом, відбитим від її внутрішньої поверхні.

Для обчислення світлового вектора [1], створеного прямим світлом від небозводу, скористаємося формулою (1), для спрощення обчислень взявши інтеграл по верхній основі шахти (рис.1,а), а не по небесній півсфері одиничного радіусу:

$$\vec{\varepsilon} = \vec{t} \frac{L_{\alpha\gamma} \cdot \cos \gamma}{l^2} ds, \quad (1)$$

де $\vec{\varepsilon}$ - світловий вектор,

\vec{t} - одиничний вектор, створений елементарною площинкою ds і спрямований від її центру до розрахункової точки,

ds - елементарна площинка, взята на верхній основі шахти, де задавалася локальна полярна система координат,

$\cos \gamma$ - косинус кута між вектором \vec{T} та одиничним вектором \vec{n} (нормаллю до елементарної площинки ds),

l - відстань від центру елементарної площинки ds до розрахункової точки,

$L_{\alpha\gamma}$ - яскравість небозводу в напрямі від розрахункової точки до центру елементарної площинки ds .

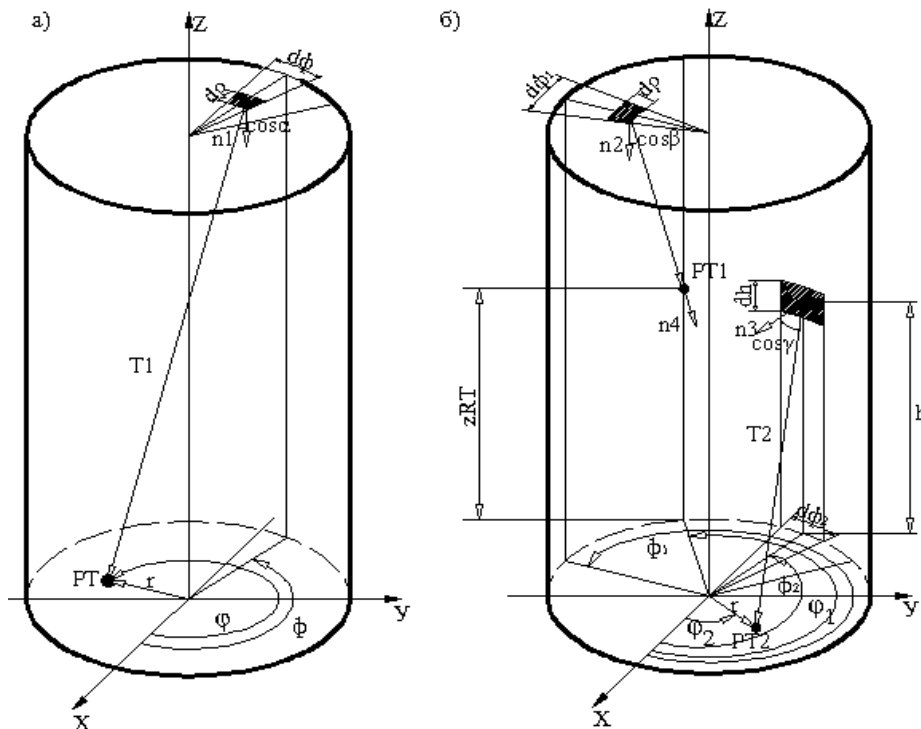


Рис.1. До обчислення світлового вектора: а - створеного прямим світлом від небозводу на нижній основі шахти; б – прямим світлом на бічній поверхні шахти та відбитим світлом від бічної поверхні шахти на її нижній основі.

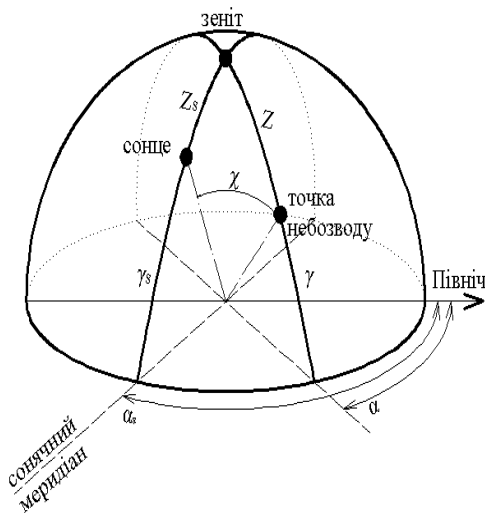


Рис.2. До розрахунку яскравості точки на небозводі.

Методика визначення яскравості точки на небозводі для кожного з 15 типів небозводів наведена в [5]. Яскравість точки на небозводі залежить від кутових координат сонця (азимут α_s та кутова висота γ_s) та кутових координат точки (азимут α та кутова висота γ) (рис.2).

На рис.2 використано також такі позначення: χ – кутова відстань від точки небозводу до сонця, Z , Z_s – кутова відстань від зеніту до точки та сонця на небозводі, відповідно. Координати сонця визначаються за

відомими формулами [4] і залежать від широти місцевості, номеру дня року та сонячного часу.

Світловий вектор, створений прямим світлом від небозводу, спочатку обчислювався у вузлах радіальної сітки, розбитої на нижній основі шахти.

Координати світлового вектора визначалися інтегруванням формули (1) по всій верхній основі шахти. Модуль аплікати світлового вектору i є освітленістю на нижній основі шахти. На рис.3 показано згадану вище поверхню освітленості на прикладі небозводу SSLD VI.6 [5] для широти 46,5 градусів, на 171 день року для сонячного полудня. Як видно з рисунку, поверхня не має вертикальної осі симетрії, що пояснюється відсутністю такої симетрії і для розподілу яскравості по небозводу.

Для розрахунку світлового вектора на нижній основі шахти, створеного відбитим від її внутрішньої поверхні світлом, спочатку треба визначити освітленість внутрішньої поверхні шахти прямим світлом від небозводу. Розрахунок проводився аналогічно, тільки сітка розбивалася на внутрішній поверхні шахти (рис. 1,б). А освітленість (рис. 4,а) визначалася як модуль проекції світлового вектора на вектор одиничної нормалі (n_4) до поверхні шахти в розрахунковій точці (PT1).

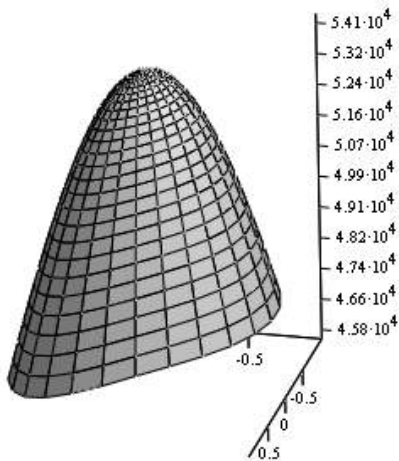


Рис.3. Поверхня освітленості нижньої основи шахти прямим світлом від небозводу.

Підвищення освітленості внутрішньої поверхні шахти за рахунок багатократного відбивання світла

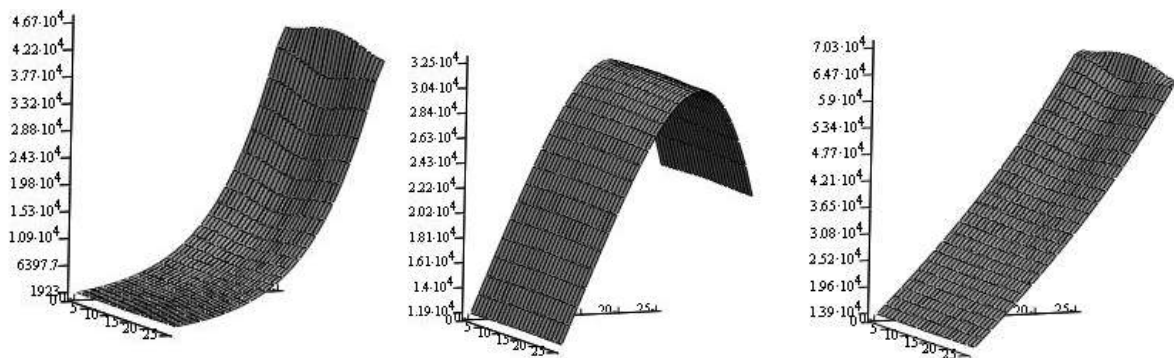


Рис.4. Поверхні освітленості бічної поверхні світлової шахти прямим світлом (а), відбитим світлом (б) та прямим і відбитим світлом (в), на прикладі світлової шахти висотою 3м, радіусом 1м і коефіцієнтом відбивання 0,96 (небозвід SSLD VI.6 [5]).

моделювалося методом послідовних відбивань, тобто після кожного відбивання розраховувався приріст освітленості на сітці розрахункових точок. Причому вихідною інформацією для визначення кожного наступного приросту освітленості був попередній приріст освітленості. Вихідною інформацією для визначення першого приросту освітленості була освітленість внутрішньої поверхні шахти прямим світлом від небозводу. Поверхня сумарного приросту освітленості після 11-ти відбивань показана на (рис. 4,б). Після 11-го відбивання максимальний приріст освітленості становив приблизно 15лк

(0,05%). На рисунку 4,в показано поверхню сумарної освітленості (прямим і відбитим світлом).

Проекції світлового вектора, створеного відбитим від внутрішньої поверхні світлом, розраховувалися у вузлах тієї ж радіальної сітки інтегруванням по всій внутрішній поверхні шахти. Модуль аплікати світлового вектора дорівнює освітленості. Поверхня освітленості показана на рис. 5,а.

Поверхня сумарної освітленості (прямим і відбитим світлом) показана на рис.5,б. Як видно з рисунка поверхня має глобальний максимум, розташований поблизу центру кола нижньої основи шахти і становить 80700 лк.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Розроблено метод

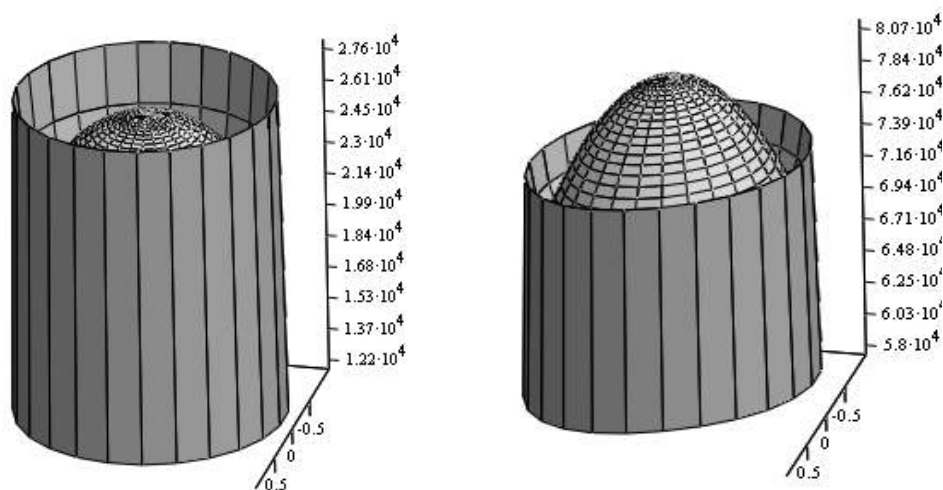


Рис. 5. Поверхня освітленості нижньої основи шахти (створеної відбитим світлом від бічної поверхні шахти, а) та поверхня сумарної освітленості (створеної прямим та відбитим світлом, б).

визначення світлового вектора та освітленості на основі циліндричної шахти з дифузним відбиванням світла. реалізований в системі комп'ютерної математики MathCad. Це дозволяє отримати поверхню освітленості на будь-який момент сонячного часу і день року для даної широти місцевості і вибраної моделі розподілу яскравості по небозводу з 15-ти стандартизованих моделей. Подальші дослідження можна спрямувати на визначення коефіцієнта корисної дії циліндричних світлових шахт та на визначення освітленості під шахтою.

Література

1. Гуторов М.М. Основы светотехники и источника света.- М.: Энергия,1983.-384с.
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. Поверхні освітленості від циліндричних світлових шахт з дифузним відбиванням світла // Прикл. геометрія та інж. графіка 2007. – Вип. 77. – С. 62–67.

4. Энергоактивные здания// Н. П. Селиванов, А. И. Мелуа, С. В. Зоколей и др.-М.:Стройиздат., 1988.-376с.

5. CIE Standard: Spatial Distribution of Daylight-CIE Standard General Sky, CIE S 011.1/E, 2003.

6. *Kittler, R., Darula, S., Perez, R.*, „A set of standard skies, characterizing daylight conditions for computer and energy conscious design“, American-Slovak grant project US-SK 92 052, 1998.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО ВЕКТОРА И ОСВЕЩЕННОСТИ НА НИЖНЕМ ОСНОВАНИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СВЕТОВОЙ ШАХТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЯРКОСТИ ПО НЕБОСВОДУ ПО СТАНДАРТУ «A SET OF STANDART SKIES»

Ю. В. Гусак, Е. В. Пугачов

В статье моделируется световой вектор и освещенность на нижней основе цилиндрической световой шахты с диффузным отражением света. Источником света является небосвод (15 типов) с распределением яркости по стандарту «A set of standard skies».

Приведен метод расчета светового вектора и освещенности, созданных как прямым светом от небосвода, так и отраженным от внутренней боковой поверхности световой шахты.

MODELING OF LIGHT VEKTOR AND LIGHTING BASED ON THE BOTTOM OF THE CYLINDRICAL LIGHT SHAFTS BY USING LUMINANCE DISTRIBUTION WITHIN THE FIRMAMENT ACCORDING TO THE STANDART «A SET OF STANDART SKIES»

Y. V. Gusak, E. V. Pugachov

This article presents results of light vector and lighting simulation based on the bottom of the cylindrical light shaft with a diffuse reflection of light. The light source is the sky (15 types) with the brightness distribution over standard «A set of standard skies». Also, in this article was given method of calculation of light vector and light which were created as a direct light from the sky and reflected from the inner side of the light shaft.

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РУХУ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ

Національний технічний університет “Київський політехнічний інститут”,
 Україна

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто підхід до визначення кількості руху у струминних течіях з урахуванням наявності у них великомасштабних вихрових утворень. Одержано рівняння кількості руху для течій, що не є квазіусталеними. Введено поняття усереднюваної течії. Показано, що струминні течії є усереднюваними. Для таких течій визначено поправку на не квазіусталений характер розвитку. Це уточнення дозволяють підвищити ефективність організації повітрообміну в приміщеннях.

Постановка проблеми. Одним з напрямків підвищення енергоефективності вентиляції та кондиціонування повітря є ефективна організація повітрообміну. У вентиляованих приміщеннях струминні течії є одним з найбільш важливих факторів, що визначає розподіл параметрів повітряного середовища, а отже, умови праці та перебігу технологічних процесів. Тому розрахунок припливних та теплових струмин є одним з найбільш важливих при проектуванні систем забезпечення мікроклімату. Таким чином, підвищення точності розрахунку струминних течій дозволяє виявити резерви підвищення енергоефективності організації повітрообміну.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Практично всі теорії затоплених вільних ізотермічних струмин базуються на законі збереження кількості руху. Якщо густина струмини відрізняється від густини середовища, то зміна кількості руху відповідає імпульсу сил гравітації. Однак підрахунок проекції «секундної» кількості руху на довільну вісь s виконується за профілем швидкості v , усередненим у часі [1]:

$$I_s = \beta \rho \bar{v}_s^2 A, \quad (1)$$

де ρ – густина повітря, A – площа перерізу, β – коефіцієнт Бусинеска:

$$\beta = \left(\int_{A_i} \tilde{\rho} \tilde{v}_s^2 dA \right) / (\bar{\rho} \bar{v}_s^2). \quad (2)$$

Тут і надалі індекс s означає проекцію на вісь s , риска показує

усереднення за перерізом та часом, а хвиляста риска – усереднення лише за часом.

Проф. С.Е. Бутаков у роботі [2] звернув увагу на суттєву похибку визначення кількості руху у струминних течіях. Він визначив кількість руху за дослідними усередненими профілями Фертмана. Результат показав зменшення кількості руху на початковій ділянці на 15...25%. Однак жодних фізичних передумов для втрати кількості руху немає.

Іншим проблемним прикладом є теорія У. Толміна [3]. Вона відповідає дослідним даним лише якщо прийняти різні полюсні відстані струмини при розрахунку її затухання швидкості та геометричної форми, – відповідно, 4,75 та 1,2. Це явище до сьогодні не знайшло загальноприйнятого пояснення. Для інженерних розрахунків часто використовують одне значення, що відповідає більш важливому параметру. Наприклад, у роботі [4] використано значення для затухання швидкості, що призводить до похибок розрахунку геометричної форми.

Проф. С.Е. Бутаков [2] одним із перших дав тлумачення цих проблем. Він запропонував урахувати перестановку частинок потоку за рахунок турбулентного премішування. Однак це пояснення не набуло загального визнання. Адже перестановка частинок характерна і для різних видів місцевих опорів. Але для багатьох з них рівняння кількості руху дає достатню точність [1].

Рівняння кількості руху було одержано Л. Ейлером лише для усталених потоків без зміни параметрів у часі [3]. Турбулентні потоки є неусталеними за своєю природою, оскільки їхні параметри змінні у часі за рахунок пульсацій. Тому запис інтегральних рівнянь динаміки усталених потоків завжди вносить певну похибку. Квазіусталеними називаються течії, для яких ця похибка є несуттєвою. Тобто складне пояснення проф. С.Е. Бутакова [2] може бути сформульовано так: струминні течії не є квазіусталеними потоками. Це вимагає корекції рівняння кількості руху. Відома переміжність у записах швидкості периферичної частини струмини підтверджує, що характер струминних течій не можна розглядати як квазіусталений.

Пульсації параметрів турбулентних потоків спричиняються вихорами. Роль в'язкості у таких потоках є опосередкованою. На підставі останнього твердження професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури А.Я. Ткачук розробив теорію турбулентних примежових шарів на базі методу особливостей [5]. Потік розглядається як потік ідеальної рідини, а поверхні розриву тангенціальної складової швидкості подаються як вихрова пелена. Струминний примежовий шар складається з великомасштабних вихорів – клубів. За теорією проф. А.Я. Ткачука з урахуванням візуальних досліджень у плоских струминах вони [6] утворюють дві вихрові пелени у шаховому порядку (рис. 1, а).

Формулювання цілей і завдання статті. Метою роботи є визначення поправки на кількість руху для струминних течій, що дозволить більш точно

розраховувати їхнє затухання.

Основна частина. Розглянемо довільну течію (рис. 1, б).

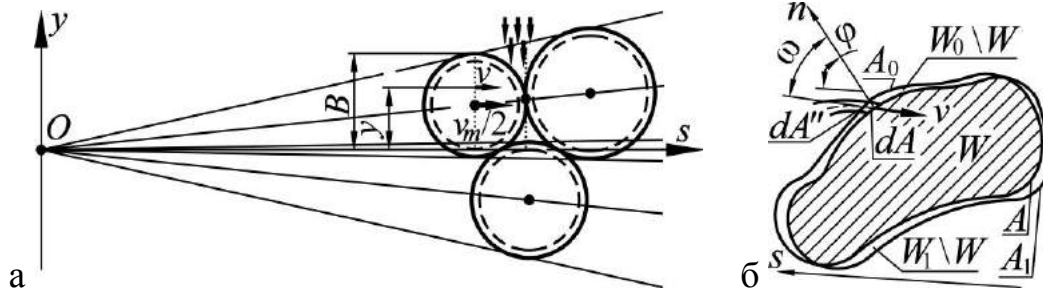


Рис. 1. Визначення кількості руху не квазіусталеної течії:
а – схема струмینی, б – схема довільної течії

Виділимо масу m у об'ємі W_0 , що обмежений замкненою контрольною поверхню A_0 . Виберемо вісь s . За елементарний проміжок часу $d\tau$, що відлічується від моменту часу τ_0 , маса m займе фігуру W_1 . Вона обмежена поверхнею A_1 , нескінченно близькою до A_0 . Виділимо об'єм W , якому належать усі точки, що одночасно належать обом фігурам. Він обмежений поверхнею A .

Виділена множина частинок середовища залишається однією і тією ж. Потік фактично відбувся. Тому положення кожної частинки, її швидкість v та зовнішні сили, віднесені до одиниці площі, P залежать лише від часу. Використаємо теорему про кількість руху з урахуванням нескінченної близькості поверхонь A , A_0 та A_1 . Різниця кількості руху виділеної маси m при русі від початкового W_0 до кінцевого W_1 об'ємів за час $d\tau$

$$\left(\int_m v_s dm \right)_{\tau_0} - \left(\int_m v_s dm \right)_{\tau_0 + d\tau} = d \left(\int_m v_s dm \right) = \int_A P_s dA d\tau. \quad (3)$$

Індекс біля дужок означає момент часу інтегрування.

Перейдемо у залежності (3) від маси m до займаного нею об'єму W . Елементарний об'єм прийнятий настільки малим, що густина середовища у ньому може вважатися постійною. Швидкість і густина у кожній точці простору для конкретного неусталеного потоку, що вже фактично відбувся, є функцією лише від часу. Тоді рівняння (3) набуде вигляду:

$$\int_W (d(\rho v_s) / d\tau) dW d\tau + \left(\int_{W_1 \setminus W} (\rho v_s) dW \right)_{\tau_0 + d\tau} - \left(\int_{W_0 \setminus W} (\rho v_s) dW \right)_{\tau_0} = \int_A P_s dA d\tau, \quad (4)$$

де $W_i \setminus W$ – це різниця множин точок фігур W_i ($i=1,2$) та W , тобто частина

фігури W_i , що не входить до W .

Обидві різниці складаються з фрагментів елементарних трубок течії, що втікають і витікають з заповненням усього об'єму. Якщо ці фрагменти прийняти достатньо тонкими і короткими (час $d\tau$ достатньо малим), то швидкість v у їхніх межах можна вважати сталою. Фрагменти цих трубок наближаються до урізаних конусів або пірамід. Об'єм кожної з них:

$$dW = v_n d\tau (dA + \sqrt{dA dA''} + dA'') / 3 = dA' v_n d\tau = dA' v \cos(\omega) d\tau, \quad (5)$$

де v_n – проекція швидкості на нормаль до поверхні A ; ω – кут між нормаллю n та вектором швидкості; dA' – площа перерізу, паралельного основам, що дає еквівалентний об'єм. Ця площа є середнім арифметичним з значень площ основ та їхнього середнього геометричного. Тому переріз A' завжди існуватиме в межах урізаного конуса (піраміди), а не на його продовженнях. При прямуванні до нуля періоду часу $d\tau$ усі перерізи урізаного конуса (піраміди) стягуються до основи dA . Задіємо усю поверхню A шляхом доповнення лівої частини рівняння (4) аналогічним нульовим інтегралом за аналогічним нульовим об'ємом, де на поверхні A швидкість v дорівнює нулю. Позначимо кути між швидкостями та силами, відповідно, φ та ψ . Розділимо обидві частини на $d\tau$. Після перетворень одержимо рівняння кількості руху з трьома варіантами лівої частини:

$$\begin{aligned} & \left[d \left(\int_W \rho v \cos(\varphi) dW \right) / d\tau \right] + \int_A \pm \rho v^2 \cos(\varphi) \cos(\omega) dA = \\ & = \left[d \left(\int_W \rho v \cos(\varphi) dW \right) / d\tau \right] + \int_A \pm \rho v_n v_s dA = \\ & = \left[d \int_W \rho v \cos(\varphi) dW / d\tau \right] + \int_A \pm v \cos(\varphi) dG = \int_A P_s \cos(\psi) dA. \quad (6) \end{aligned}$$

Знак плюс відповідає витіканню потоку з даного контуру і мінус – втіканню. В усталених течіях член у квадратних дужках дорівнює нулю, а підінтегральні вирази не залежать від часу. Тобто ми отримуємо загальновідоме [1] рівняння кількості руху для усталених течій. У не квазіусталених течіях ані перше ані друге невірне.

Більшість потоків після виходу на стаціонарний режим усіх керованих зовнішніх факторів можна віднести до усереднених. **Усереднюваним за часом Δt з похибкою ε можна вважати потік, для якого інтеграл густини, кількості руху, енергії та інших фізичних величин за об'ємом у будь-якій фіксованій контрольній поверхні та за проміжком часу завдовжки Δt не**

залежить від початку відліку проміжку часу у межах похибки ε .

Одним з видів усереднених, але не обов'язково квазіусталених потоків, є періодичний потік. **Періодичний потік** – це потік, у кожній точці якого всі параметри через певний період часу $\Delta\tau$ набувають однакового значення. Потік на рис. 1, а з достатньою точністю можна вважати періодичним, а значить, усередненим.

Для усередненого потоку проінтегруємо обидві частини рівняння (6) за період часу $\Delta\tau$. Інтеграл члена у квадратних дужках стане нульовим. Отримаємо рівняння кількості руху усереднених потоків. Ділення на $\Delta\tau$ дозволяє зберегти розмірність «секундної» кількості руху:

$$\int_{\Delta\tau} \int_A \pm \rho v^2 \cos(\varphi) \cos(\omega) dA d\tau / \Delta\tau = \int_{\Delta\tau} \int_A P_s \cos(\psi) dA d\tau / \Delta\tau. \quad (7)$$

Розглянемо частинні випадки інтегрування лівої частини рівняння (7) за фрагментами A_i поверхні A . Для перерізів з квазіусталеною течією, наприклад, на виході з повітророзподільної щілини (отвору), використовується класичне визначення секундної кількості руху (1-2). Якщо швидкість дорівнює нулю або нормальна до осі s , то проекція кількості руху на неї відсутня. Такі фрагменти при інтегруванні не враховуються. Для плоских фрагментів, нормаль яких зорієнтована вздовж або проти осі s , маємо:

$$I_s = \int_{\Delta\tau} \int_{A_i} \pm \rho v^2 \cos(\varphi) \cos(\omega) dA d\tau / \Delta\tau = \pm \bar{\rho} \bar{v}_n^2 A_i \beta_\tau, \quad (9)$$

де β_τ – поправка на не квазіусталений характер:

$$\beta_\tau = \left(\int_{\Delta\tau} \int_{A_i} \rho v_n^2 dA d\tau \right) / \left(\Delta\tau \int_{A_i} \tilde{\rho} \tilde{v}_n^2 dA \right). \quad (10)$$

Для вільних криволінійних струмин перший розрахунковий переріз приймаємо у повітророзподільній щілині (отворі). Потік у цьому перерізі квазіусталений і описується рівняннями (1) та (2). Другим обираємо розрахунковий плоский переріз. Вісь s приймаємо перпендикулярно до нього. Тому застосовуємо рівняння (9-10).

Визначимо поправку β_τ для вільних струмин. Застосуємо такий же підхід, який був застосований до визначення профілю швидкості [6]. Для цього слід підвищити якість інтерполяції швидкості у міжклубному шарі до квадратичної, оскільки ця поправка більш чутлива, ніж середні значення. У роботі [6] інтерполяція була лінійною. Граничні умови доповнимо подвійною гладкістю на стику. Маємо профіль швидкості:

$$v/v_m = \begin{cases} \frac{1-(y/B)S}{0,5345^2} + \left[P(y/B) \frac{0,5345-S}{0,5345} \right], & 0 \leq y/B < 0,4655; \\ \frac{1-(y/B)S}{0,5345^2}, & 0,4655 \geq y/B \geq 1, \end{cases} \quad (11)$$

де $P(y/B)$ – апроксимаційний багаточлен, а S – параметр:

$$P(y/B) = -8,6222815 (y/B)^2 + 1,7314481 (y/B) + 1,0623752; \quad (12)$$

$$S = \sqrt{0,5345^2 - \left(\left(\frac{y}{B} \right) - 0,4655 \right)^2}. \quad (13)$$

Прийmemo у міжклубному шарі при кожному значенні ординати y швидкість приблизно постійною вздовж осі струмини s згідно з рівнянням (12). Клуби подібно до колеса котяться вільною межею [6]. Згідно з формулою (10) проінтегруємо швидкість за частиною струмини, що містить половину клуба (на рис. 1, б позначена точковою лінією). Отримаємо значення поправки $\beta_\tau = 1,11$, що лише на 3,6 % менше за одержане С.Е. Бутаковим [2] значення для основної ділянки струмини – 1,15. Лінійна інтерполяція [6] дала завищене значення $\beta_\tau = 1,52$. При цьому профіль швидкості відрізняється від рівнянь (11-13) біля 5%. Для уточнення темпу затухання швидкості введення поправки до рівняння кількості руху [1] призводить до ділення одержаних результатів на поправку β_τ (рис. 2). Маємо відмінний збіг з експериментальними даними.

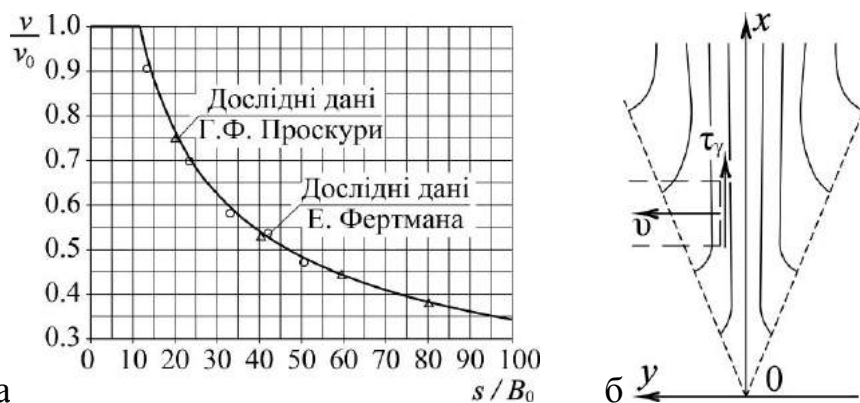


Рис. 2. Визначення темпу затухання плоскої вільної струмини:
а – одержані результати (дослідні дані [3]), б – схема джерела У. Толміна

Розглянемо можливості усунення розбіжності полюсів у теорії У. Толміна. Схема плоского джерела Толміна на рис. 2, б [3] показує два ключових моменти

теорії. По-перше, запис рівняння кількості руху виконується для контура (позначено довгим пунктиром), що містить фрагменти перерізів струмини. По-друге, на межі контура, паралельній осі струмини x , слід урахувати тангенціальні напруження τ . Наявність структурних елементів (клубів), сумірних з розміром струмини, ускладнює її розгляд з точки зору обох зазначених позицій.

Кожен момент часу до контуру потраплятимуть лише фрагменти клуба, швидкість руху яких змінює напрямок. Це унеможлиблює визначення дотичних напружень, а значить, теоретизацію поправок на не квазіусталений характер руху. Виходом є введення різних поправок до двох членів рівняння кількості руху (2.76) у роботі [3] і визначення їх за умови спільного полюса струмини, що буде виконано у майбутніх роботах.

Висновки. Одержано рівняння кількості руху для не квазіусталених потоків. Введено поняття усередненої не квазістаціонарної течії. Показано, що струмини є одним з видів таких течій. Це дозволило уточнити темп затухання струминних течій. Одержані результати відповідають експериментальним даним.

Література

1. *Талиев В.Н.* Аэродинамика вентиляции: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Стройиздат, 1979. - 295 с.
2. *Бутаков С.Е.* О количестве движения и методе расчета изотермических струй. // Теория и расчет вентиляционных струй. Л., 1965, с.86-95.
3. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. В 2 ч. Ч. 1: Учеб. руководство: для вузов. - 5-е изд., перераб. и доб. - М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1991.- 600 с.
4. Основы практической теории горения: Учебное пособие для ВУЗов / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др.; Под ред. В.В. Померанцева. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1986. - 312 с.
5. *Ткачук А.Я., Довгалюк В.Б.* Аеродинаміка вентиляції: Навчальний посібник. – ІВНВКП «Укртеліотех», 2009. – 376 с.
6. *Мілейковський В.О.* Геометричне обґрунтування профілю швидкості в струминних примежових шарах // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. – № 1, 2010. – С. 17-20.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Е.Н. Гумен, В.Б. Довгалюк, В.А. Милейковский

Рассмотрен подход к определению количества движения в струйных течениях с учётом присутствия в них крупномасштабных вихревых

образований. Получено уравнение количества движения для течений, не являющихся квазиустановившимися. Введено понятие усредняемого течения. Показано, что струйные течения являются усредняемыми. Для таких течений определена поправка на не квазиустановившийся характер развития. Это уточнение позволяют повысить эффективность организации воздухообмена в помещениях.

MOMENTUM CALCULATION OF JET FLOWS

O. Gumen, V. Dovgaliuk, V. Mileikovskyi

We consider an approach to calculate momentum in jet flows taking into account large-scale vortex formations. We obtain the momentum equation of non-quasi-steady flows. We introduce a concept of flow with averaging possibility. Jet flows are the flows with averaging possibility. For such flows, we calculate a correction caused by non-quasi-steady development behavior. This refinement allows rising of air exchange efficiency in premises.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АДМИНИСТРАТИВНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ «CREATIVE SPACE» В КИЕВЕ

¹⁾ Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

²⁾ Eutecna Energia, Italia

Рассматриваются общие принципы разработки рекомендаций по повышению энергоэффективности проекта административно-образовательного здания «Creative Space» в г. Киеве

Постановка проблемы. При комплексном подходе к проектированию здания можно значительно снизить затраты на поддержание комфортных условий в его помещениях, вплоть до доведения их до нуля (дом с нулевым потреблением энергии) или даже превращения здания в источник выработки дополнительной энергии (дом плюс энергии). Однако в Украине ещё недостаточно примеров проектирования и реализации таких зданий, а проектируемые по этим стандартам энергоэффективные здания не находят должного отражения в научных архитектурно-строительных изданиях.

Анализ последних исследований и публикаций. Научные исследования архитектуры энергоэффективного жилья начались с конца 70х лет.

Например, дома, построенные по стандарту «Passive House» потребляют почти на 80% меньше энергии для отопления, чем аналогичные по объёму и составу помещений обычные здания [1]. Также, в условиях Киева, очень важным является снижение расходов на охлаждение помещений летом. Новое направление в энергоэффективности – проектирование и строительство зданий «Nearly Zero Energy House», которые производят энергии, сколько потребляют [2]. Это стало возможным за счёт активного использования возобновляемых источников энергии: солнца, ветра, тепла земли, утилизации тепла из отработанного воздуха, воды, канализационных стоков.

Целью статьи является иллюстрация принципов разработки рекомендаций по повышению энергоэффективности здания при минимальных суммарных затратах на его утепление, закупку, монтаж и эксплуатацию климатизирующего оборудования на примере проектирования административно-образовательного здания «Creative Space» в г. Киеве.

Основная часть. Исходный вариант проекта показан на рис. 1.

Энергетический анализ исходного проекта показал, что, в целом, архитектурно-планировочное решение здания достаточно компактно, план – простой с приемлемыми пропорциями. Размещение светопрёмов большой площади с северо-западной стороны обусловлено их ориентацией на внутренний двор, который имеет привлекательный внешний вид. Северо-восточный фасад имеет минимальную площадь остекления, что хорошо, так

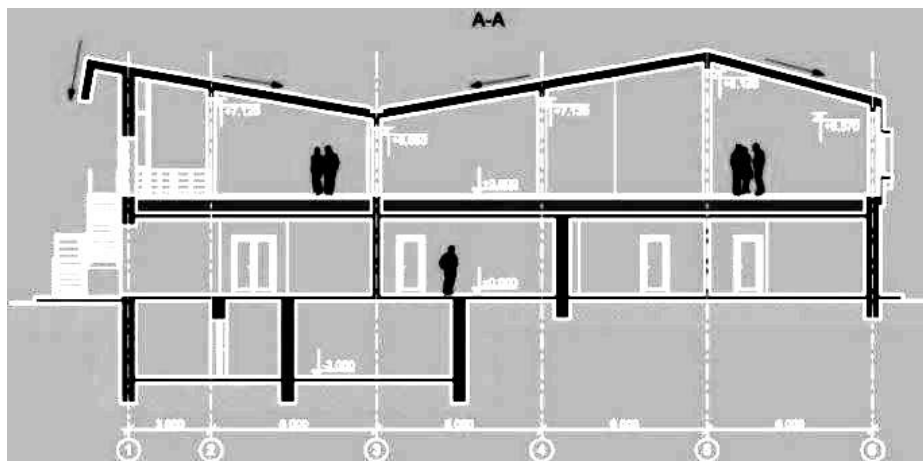


Рис. 1. Исходный вариант проекта здания

как этот фасад плохо инсолируется, особенно в зимнее время. Юго-восточный фасад также мало остеклен, так как он затеняется противоположным зданием.

В тоже время, неудачными, с точки зрения энергоэффективности, решениями проекта являются:

1. Форма крыши выбрана нелогично. Её сложная форма увеличивает показатель компактности здания до 0,5. Во впадине крыши будет образовываться снежный мешок. Незначительная высота второго этажа по оси 3 и отсутствие уклона в сторону северо-востока не даёт возможность устройства достаточного остекления с юго-западного фасада для обеспечения пассивного отопления здания солнечными лучами.

2. Сплошное остекление второго этажа с юго-западного фасада не рационально, так как соседнее здание затеняет большую его часть. При этом вид из окна – непривлекательный, а солнце мало попадает в помещение. Было бы логично увеличить высоту второго этажа с этой стороны, что бы устроить окна выше крыши соседнего здания, а до уровня соседней крыши сделать глухую, хорошо утепленную стену. В этом случае светопроём будет работать как солнечный коллектор, обеспечивая дополнительную пассивную энергию для отопления здания.

3. В теплоизоляционной оболочке здания имеются тепловые мосты, которые обусловлены неблагоприятными конструктивными деталями, например, лестничные клетки и плита перехода, связывающего проектируемое здание с соседним, термически не отделены от бетонного перекрытия.

4. Отсутствуют тамбуры при входах в здание, что вызывает дополнительные потери тепла зимой.

5. Отсутствует солнцезащита юго-западного и северо-западного фасада. Это приведет к перегреву помещения второго этажа в летнее время.

Для достижения энергетических показателей здания «Creative Space» было предложено использовать следующие основные мероприятия

1. Упрощение конфигурации крыши с увеличением до 10,7 м её высоты с юго-западного фасада и уменьшением до 7 м – с северо-восточного. Это обеспечивает уменьшение соотношения площади наружных ограждающих

конструкций к кондиционируемому объёму здания и доведение показателя компактности до 0,4. При этом появляется возможность устройства окон на юго-западном фасаде выше крыши соседнего здания для пассивного отопления помещений солнечными лучами в зимнее время. Кроме того ликвидируется условия для образования снежного мешка на крыше.

2. Ликвидация окон на северо-восточном и юго-восточном фасадах и устройство фонарей верхнего света вдоль северо-восточного фасада. Устройство окон значительной площади с юго-западного и северо-западного фасадов. Для освещения зоны вдоль северо-восточного фасада устройство зенитных фонарей, которые имеют значительно большую световую активность по сравнению с вертикальными окнами. Предусматривается возможность вентиляции помещений при их открывании.

3. Для оптимизации инсоляционного режима помещений предусматривается использование оптимизированных солнцезащитных устройств на светопрозрачных конструкциях.

4. Для предохранения перегрева помещений второго этажа через совмещенное покрытие летом и для предотвращения возможности образования на нём под слоем снега талой воды зимой под действием тепла, прошедшего через покрытие из помещения, рекомендуется устройство вентилируемой кровли.

5. Также рекомендуется устройство вентилируемых фасадов с лицевым слоем из промышленных элементов.

6. Для организации естественной вентиляции помещений второго этажа в летнее время предусматривается приток воздуха через специальные вентиляционные отверстия-клапаны в северо-восточном фасаде и его вытяжка через открытые фрамуги в окнах юго-западного фасада, а также через светоаэрационные фонари. Возможно также устройство аналогичных вентиляционных отверстий-клапанов в нижней части стены под окнами юго-западного фасада, где они затеняются соседним зданием. Через эти отверстия воздух будет поступать охлаждённым, что способствует повышению эффективности естественной вентиляции.

7. Использование высококачественных окон с приведенным сопротивлением теплопередачи $1,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

8. Использование грунтового теплообменника для нагрева/охлаждения вентилируемого воздуха в системе приточно-вытяжной вентиляции [1].

9. В качестве дополнительной альтернативной системы отопления предлагается использование системы, основанной на использовании теплового насоса «вода-вода» и солнечных коллекторов, общей площадью 100 м^2 , устанавливаемых на крыше соседнего здания. В качестве источника низкопотенциального тепла предполагается использовать грунтовую воду из скважин.

Расчёты показали, что при выполнении коррекции проекта по приведенным рекомендациям возможно получить здание с нулевым потреблением энергии и нулевым выбросом CO_2 . Окончательный вариант проекта схематически показан на рис. 2.

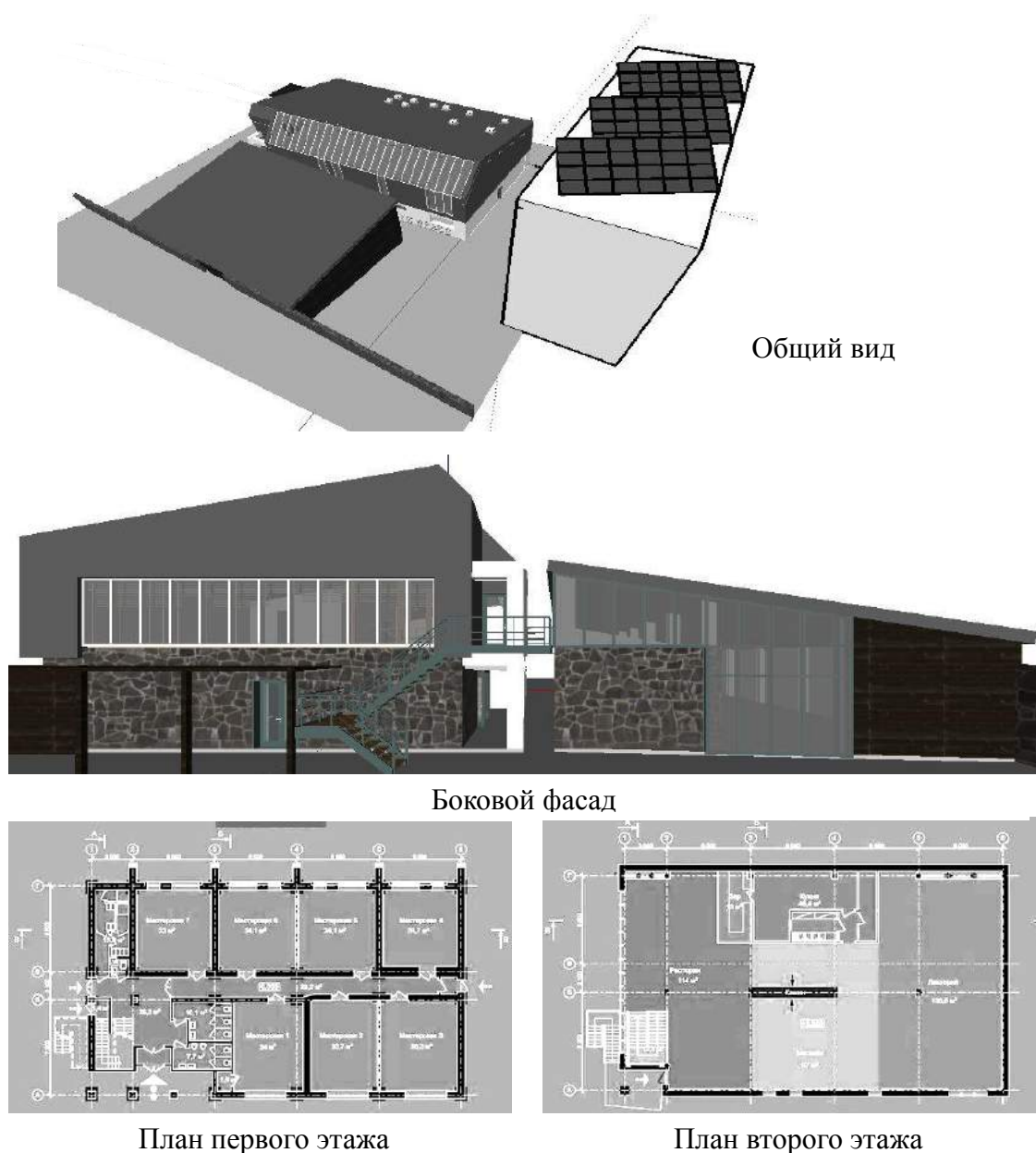


Рис. 2. Окончательный вариант проекта здания

Расчёт финансовой рентабельности показал, что затраты на проведение предложенных мероприятий по повышению энергоэффективности окупятся в течение 15 лет.

Выводы. Тщательный энергетический анализ проектируемых зданий позволяет даже в условиях неблагоприятной градостроительной ситуации разработать мероприятия по значительному повышению их энергетических показателей. Конкретные мероприятия по корректировке объёмно-планировочного, конструктивного и инженерно-технического решения зданий необходимо разрабатывать на основе анализа природно-климатических условий строительной площадки.

Литература

1. *Файст В.* Основные положения по проектированию пассивных домов / Вольфганг Файст // Перевод с немецкого с дополнениями под редакцией А.Е. Елохова. – Москва : АСВ, 2008. – 144 с.

2. *Boermans Th.* Final Draft Principles for nearly zero-energy buildings / Th. Boermans, A. Hermelink, S. Schimschar et al. // Study elaborated in cooperation with: Ecofys Germany GmbH and Danish Building Research Institute (SBI) . – Published in Europe by Buildings Performance Institute (BPIE) – November 2011. – P. 124. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.institutebe.com/InstituteBE/media/Library/Resources/Existing%20Building%20Retrofits/BPIE-Report-Principles-for-Nearly-Zero-Energy-Buildings .pdf](http://www.institutebe.com/InstituteBE/media/Library/Resources/Existing%20Building%20Retrofits/BPIE-Report-Principles-for-Nearly-Zero-Energy-Buildings.pdf)

ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ АДМІНІСТРАТИВНО-ОСВІТНЬОЇ БУДІВЛІ "CREATIVE SPACE" В КИЄВІ

М. З. Діб, О. В. Сергейчук, М. Г. Ландолфе

Розглядаються загальні принципи розробки рекомендацій з підвищення енергоефективності проекту адміністративно-освітньої будівлі "Creative Space у м. Києві

DESIGN OF ENERGY EFFICIENT ADMINISTRATIVE-EDUCATIONAL BUILDING "CREATIVE SPACE" IN KIEV

M. Dib, O. Sergeychuk, M. Landolfi

Studying general principles for providing recommendations on improving energy efficiency of the project of administrative-educational building "CREATIVE SPACE " located in the Kiev.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВИТИСКАЛЬНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ У ТЕПЛОАПРУЖЕНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна.
Національний університет «Львівська політехніка», Україна.*

Розроблено наближену математичну модель тепломасообмінних процесів на підставі рівнянь балансу маси та теплоти. Аналітично визначено коефіцієнт повітрообміну у приміщеннях невеликого об'єму з джерелами тепловиділень. Вплив розвитку струминних течій враховано за допомогою коефіцієнта живлення струминами конвективних потоків. Показано необхідність забезпечення якомога меншого втікання припливних струмин у конвективні потоки. Цій умові найкраще відповідає витискальна вентиляція.

Вступ. Традиційні принципи повітророзподілення основані на ежекційному змішуванні припливного і внутрішнього повітря навколо припливних струмин. Набуває поширення принцип вентиляції, що ґрунтується на безпосередньому наповненні зони обслуговування (ЗО) чи робочої зони (РЗ) потоками (поток) припливного повітря з параметрами, близькими до нормованих значень без активного залучення у циркуляцію верхніх шарів нагрітого і забрудненого повітря. Він застосовується у приміщеннях із зосередженими джерелами теплоти, що утворюють потужні конвективні потоки [1]. Такий метод отримав назву витискальна вентиляція [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб подачі повітря безпосередньо до робочої зони рекомендується як найбільш ефективний [2...4]. У наукових публікаціях [4;6...8] розглянуті різні аспекти роботи вентиляційних систем, що забезпечують такий спосіб подачі повітря.

Основи застосування витискальної вентиляції, розподіл температур внутрішнього повітря за висотою приміщення, відомості про конвективні потоки і поширення забрудників у приміщенні, ефективність витискальної вентиляції і способи організації повітрообміну для неї розглянуті у роботах [1;5].

Останнім часом, багато малих виробничих підприємств розміщується у приміщеннях невеликого об'єму і характеризуються стисненим компонуванням обладнання. На даний час відсутні ефективні рішення та рекомендації щодо забезпечення нормативних параметрів у виробничих приміщеннях такого типу. Промислові дослідження стану повітряного середовища на цих підприємствах у багатьох випадках показують невідповідність параметрів повітряного середовища нормативним значенням. Це означає зниження ефективності та надійності обладнання, а також погіршення умов праці робітників. Як показано в роботі [9], розподіл параметрів повітря у теплонапружених приміщеннях

визначають не тільки конвективні потоки, а також припливні струмини. Важливу роль відіграє схема організації повітрообміну і спосіб подачі повітря в робочу зону. Питання вибору типу припливних струмин і організації повітрообміну у приміщеннях невеликого об'єму є недостатньо вивченим.

Постановка питання. Для аналітичного вивчення впливу організації повітрообміну на параметри повітряного внутрішнього середовища необхідно створити математичну модель тепломасообмінних процесів у приміщенні. Це дозволить знайти умови найбільш ефективного забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища.

Аналітичні дослідження. При визначенні повітрообміну в приміщенні за наявності механічної вентиляції використовується коефіцієнт повітрообміну $k_L = (t_\ell - t_{in}) / (t_{wz} - t_{in})$.

Розробку наближеної математичної моделі тепломасообмінних процесів при подачі повітря безпосередньо до робочої зони здійснюємо відповідно до положень, викладених у [3].

Розглянемо розрахункову схему тепломасообмінних процесів при подачі повітря безпосередньо до робочої зони (рис.1).

Виділено чотири характерних об'єми (рис.1): WZ - робоча зона; C - зона припливної струмини; ℓ - верхня зона; K- конвективна струмина.

У конвективній струмині K розглядається зона 1 у межах робочої зони.

Повітря надходить через повітророзподільник з витратою G_{in} та з температурою t_{in} .

Видалення повітря відбувається від конвективного потоку в кількості $G_{ex,k}$ а також з верхньої зони поза межами конвективного потоку в кількості $G_{ex,\ell}$.

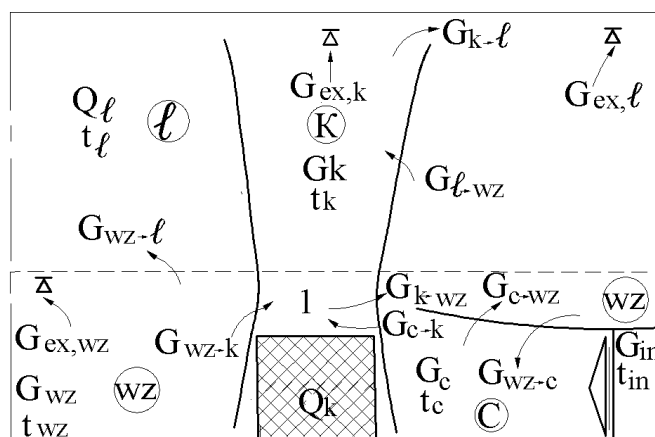


Рис. 1. Розрахункова схема тепломасообмінних процесів у виробничому приміщенні з джерелами тепловиділень

Теплонадходження в приміщення складається з конвективних тепловиділень від гарячого технологічного обладнання, частина яких видаляється місцевою вентиляцією Q_k ; тепловиділень у робочій зоні Q_{wz} та тепловиділень у верхній зоні Q_ℓ .

Струмина припливного повітря розвивається в робочій зоні. Витрата повітря в припливній струмині збільшується від початкової G_{in} до G_c в перерізі

її руйнування за рахунок ежекції повітря із робочої зони $G_{wz \rightarrow c}$. Перед руйнуванням струмина набуває температури t_c . Частина повітря струмини $G_{c \rightarrow k}$ ежектується до конвективного потоку, а решта $G_{c \rightarrow \ell}$ надходить до верхньої зони (ℓ). Загальна витрата струмини становить $G_c = G_{in} + G_{wz \rightarrow c}$.

Біля нагрітих поверхонь обладнання формується конвективний потік K . Він розвивається вертикально і підживлюється повітрям із припливної струмини $G_{c \rightarrow k}$, робочої зони $G_{wz \rightarrow k}$ та верхньої зони $G_{\ell \rightarrow k}$. Під перекриттям він набуває витрати G_k з температурою t_k .

Для врахування особливостей розвитку струмин вводиться коефіцієнт живлення струминами конвективного потоку $k_{жс} = G_{c \rightarrow k} / (G_{c \rightarrow k} + G_{c \rightarrow wz})$ як відношення витрати $G_{c \rightarrow k}$ повітря струмини, що втікає в конвективний потік, до загальної витрати цієї струмини $G_c = G_{c \rightarrow k} + G_{c \rightarrow wz}$. Якщо струмина не взаємодіє з конвективним потоком, коефіцієнт дорівнює нулю.

Балансові рівняння за схемою на рис.1 (табл.1) дають значення коефіцієнта повітрообміну:

$$k_L = \frac{t_\ell - t_{in}}{t_{wz} - t_{in}} = \frac{\Delta t_\ell}{\Delta t_{wz}} = \frac{((\bar{G}_{ex,\ell} + \bar{G}_{ex,k}) - (\Delta \bar{Q}_k + \Delta \bar{Q}_\ell) \bar{G}_{ex,wz}) \bar{G}_k - (\Delta \bar{Q}_{wz} \bar{G}_{k,wz} + \Delta \bar{Q}_k) \bar{G}_{ex,k} - [(\Delta \bar{Q}_{wz} + \Delta \bar{Q}_k) \bar{G}_{ex,k} + \bar{G}_k] k_{жс}}{\Delta \bar{Q}_{wz} (\bar{G}_k (\bar{G}_{ex,\ell} + \bar{G}_{ex,k}) - \bar{G}_{ex,k} \bar{G}_{k,wz})} \quad (1)$$

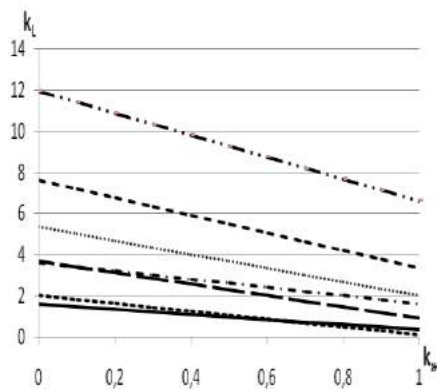
де $\bar{G}_i = G_i / G$; $\Delta \bar{Q}_i = \Delta Q_i / \Delta Q$.

Оскільки $G_{k \rightarrow wz}$ значно менше за G_k , то знаменник є додатним. Для більшості гарячих цехів $G_{ex,wz}$ значно менше ніж $G_{ex,c} + G_{ex,k}$. Оскільки $\Delta Q_{ex,wz} \leq G_{ex,w} + \Delta Q_\ell$ та $\Delta Q_k > 0$ і $G_k > 0$ (в іншому випадку цех не є гарячим), то перший член чисельника є додатним. Оскільки всі величини у квадратних дужках у формулі (1) перед $k_{жс}$ мають знак «плюс», то коефіцієнт k_L зростає при спаданні $k_{жс}$ (рис.2).

Таблиця 1

Балансові рівняння

Зо-на	Баланс маси	Баланс теплоти
WZ	$G_{c \rightarrow wz} - G_{wz \rightarrow c} - G_{wz \rightarrow k} - G_{wz \rightarrow \ell} - G_{ex,wz} = 0$	$G_{c \rightarrow wz} \Delta t_c - G_{wz \rightarrow c} \Delta t_{wz} - G_{wz \rightarrow k} \Delta t_{wz} - G_{wz \rightarrow \ell} \Delta t_{wz} - G_{ex,wz} \Delta t_{wz} + \Delta Q_{wz} = 0$
1	$G_{k \rightarrow wz} = G_{wz \rightarrow k} + G_{c \rightarrow k}$	$G_{wz \rightarrow k} \Delta t_{wz} + G_{c \rightarrow k} \Delta t_k - G_{k \rightarrow wz} \Delta t_k + \Delta Q_k = 0$
ℓ	$G_{wz \rightarrow \ell} - G_{\ell \rightarrow k} + G_{k \rightarrow \ell} - G_{ex,\ell} = 0$	$G_{wz \rightarrow \ell} \Delta t_{wz} - G_{\ell \rightarrow k} \Delta t_\ell + G_{k \rightarrow \ell} \Delta t_k - G_{ex,\ell} \Delta t_\ell + \Delta Q_\ell = 0$
K	$G_k = G_{wz \rightarrow k} + G_{\ell \rightarrow k} + G_{c \rightarrow k} = 0;$ $G_k = G_{k \rightarrow \ell} + G_{ex,k}$	$G_{wz \rightarrow k} \Delta t_{wz} + G_{\ell \rightarrow k} \Delta t_\ell + G_{c \rightarrow k} \Delta t_c - G_{k \rightarrow \ell} \Delta t_k - G_{ex,k} \Delta t_k + \Delta Q_k = 0$
C	$G_c = G_{in} + G_{wz \rightarrow c};$ $G_c = G_{c \rightarrow wz} + G_{c \rightarrow k};$ $G_c = G_{c \rightarrow wz} k_{жс} + G_{c \rightarrow k} (k_{жс} - 1) = 0$	$G_{in} \cdot 0 + G_{wz \rightarrow c} \Delta t_{wz} - G_{c \rightarrow wz} \Delta t_c - G_{c \rightarrow k} \Delta t_c = G_{c \rightarrow wz} k_{жс} \Delta t_c + G_{c \rightarrow k} (k_{жс} - 1) \Delta t_c = 0$



Умовні позначення

Лінія	Параметри					
	\bar{Q}_{wz}	\bar{Q}_k	$\bar{G}_{ex,wz}$	$\bar{G}_{ex,k}$	\bar{G}_k	$\bar{G}_{k,wz}$
-----	0,7	0,1	0,3	0,4	0,8	0,4
————	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	0,3
— · —	0,3	0,2	0,3	0,4	0,8	0,4
· · · · ·	0,3	0,2	0,3	0,4	0,8	0,4
.....	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8	0,4
— · — · —	0,1	0,8	0,1	0,2	0,6	0,3
— · — · — · —	0,1	0,3	0,1	0,4	0,6	0,2

Рис.2. Залежність коефіцієнта повітрообміну від коефіцієнта живлення потоку

Таким чином, щоб забезпечити найбільш ефективну організацію повітрообміну, слід зменшувати значення коефіцієнта живлення $k_{ж}$, тобто зменшувати втікання припливних струмин до конвективних потоків.

Одним з найбільш ефективних способів, коли повітря подається до робочої зони з параметрами близькими до параметрів робочої зони, є витискальна вентиляція. Утворені таким чином струмини мають малу початкову енергію і руйнуються іншими потоками в приміщенні до досягнення ними конвективних потоків.

Висновки. Створено наближену математичну модель тепломасообмінних процесів у теплонапружених приміщеннях невеликого об'єму на підставі балансових рівнянь характерних зон. Особливості розвитку струмин враховуються коефіцієнтом живлення струминами конвективного потоку.

Отримано залежність для визначення коефіцієнту повітрообміну. Аналіз залежності показав необхідність мінімізувати втікання припливних струмин до конвективних потоків. Цим умовам найкраще відповідає витискальна вентиляція.

Література

1. *H. Skistad, E. Mundt, P.V/ Nielsen, K. Magston, I. Railio.* Displacement Ventilation in Non-Industrial Premies. (довідник).-REHVA Guindebook, 2003. 95 p.
2. ДБН-В.2.5.-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Видання офіційне. Київ 2013. 141с.
3. *Позин Г.М.* Принципы разработки приближенной математической модели тепловоздушных процессов в вентилируемых помещениях // Известия вузов. Строительство и архитектура. – № 11. – 1980. – С. 122–127.
4. *Шилькрот Е.О.* Основные принципы вытесняющей вентиляции. Журнал АВОК. 2003/№1.
5. *Батулин В.В.* Основы промышленной вентиляции. Изд-е 3-е.- М.:Профиздат, 1965. 448 с.

6. *Живов А.М.* , P.V. Nielsen, G. Riskovski, Шилькрот Е.О. Системы вытесняющей вентиляции для промышленных зданий. Типы область применения, принципы проектирования, „АВОК”, 2001/№5, С. 36-46.

7. *Шилькрот Е.О.* Системы вентиляции с воздухораспределителями в полу / Опыт применения „АВОК”, 2002/№6, С. 40-42.

8. *Шилькрот Е.О.* Системы вентиляции с воздухораспределителями в полу (Температурная стратификация), „АВОК” /№6, с. 44-50.

9. *Довгалюк В.Б., Милейковський В.О.* Ефективність організації повітрообміну в теплонапружених приміщеннях у стиснутих умовах // Будівництво України: Науково-виробничий журнал.–№ 3, 2007. – 48 с. – С. 36-39.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТЕСНЯЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ТЕПЛОАПРЯЖЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В. Б. Довгалюк, В. О. Милейковский, Г. М. Клименко

Разработана приближенная математическая модель тепломассообменных процессов на основании уравнений баланса массы и теплоты. Аналитически определен коэффициент воздухообмена в помещениях небольшого объема с источниками тепловыделений. Влияние развития струйных течений учитывается с помощью коэффициента питания струей конвективных потоков. Показана необходимость обеспечения минимального втекания приточных струй в конвективные потоки. Этим условиям наиболее соответствует вытесняющая вентиляция.

ANALYTICAL RESEARCH OF DISPLACEMENT VENTILATION IN A HIGH-HEAT AREA

V. Dovhaluk, V. Mileikovskiy, G. Klymenko,

An approximate mathematical model of heat-mass-exchange processes has been developed on the basis of mass and heat balance equations. The air exchange coefficient in small-size areas with heat sources has been found analytically. We consider the effect of inlet ventilation currents development using supply coefficient of the convective flows by inlet currents. The results prove the necessity to ensure the minimum inflow of inlet currents to the convective flow. Displacement ventilation fits for such conditions best.

ЕФЕКТИВНИЙ ПОВЕРХНЕВИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО УДАРНО-ПІННОГО АПАРАТУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Робота сфокусована на чисельному аналізі процесів гідрогазодинаміки теплопередачі та теплообміну в ударно-пінному апараті та визначенні оптимальних геометричних характеристик поверхневих теплообмінників, що розміщені в пінному шарі для оптимізації процесів теплопередачі від поверхні теплообмінника до шару піни.

Постановка проблеми. Проблема мікроклімату в приміщеннях для зберігання музейних експонатів є комплексною задачею. Особливо гостро стоїть питання забезпечення і підтримання параметрів мікроклімату при переміщенні музейних експонатів та у приміщеннях, що характеризуються невеликими об'ємами, зі складним плануванням та мають особливі вимоги до параметрів мікроклімату, а саме, приміщення дезінфекції, дезінсекції, ізоляторні, науково-дослідні тощо [1]. Для зазначених приміщень нами розроблений комбінований ударно-пінний апарат з блоком термоелектричних модулів, який є компактним, легким, мобільним, а також виконує функції центрального кондиціонера [2]. Особливістю апарату є те, що в ньому створюється шар динамічної піни в якому розташовані поверхневі теплообмінники, конструкція яких обумовлена особливостями гідродинамічної обстановки в робочому просторі апарату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тепловіддачу від поверхонь, які занурені в газорідинну систему, вивчали багато дослідників [3, 4]. Всі автори відмічали той факт, що при введенні газу в шар рідини, в якому знаходиться теплообмінний елемент, значення коефіцієнта тепловіддачі від рідини до цього елемента (або в протилежному напрямку) різко зростає. Аналіз експериментальних даних пінних апаратів з розміщеними всередині поверхневими теплообмінниками, показали, що вирішальний вплив на процес теплообміну в пінному потоці мають гідродинамічні умови, а саме, висота пінного шару та швидкість повітря в перерізі апарату. В переважній більшості цих робіт були дослідженні теплообмінники з проміжним холодоносієм. Проте, їхні габаритні та вагові характеристики не дозволяють використати їх в розробленому апараті.

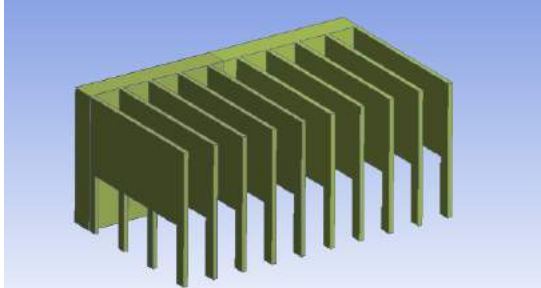
Формулювання цілей та завдання статті. Якісне і кількісне дослідження впливу конструктивних особливостей поверхневих теплообмінників на гідрогазодинаміку та процеси тепловіддачі та теплообміну між водою і повітрям та визначенні їх оптимальних геометричних характеристик.

Основна частина. Конструкція теплообмінників зумовлена особливістю гідрогазодинаміки пінного шару, а також вимогами до компактності та вагових характеристик апарату. Вони виконані у вигляді лінійно розміщених рядів пластин, з П-подібними пазами в нижній частині. Пази створені для зменшення опору тепловому потоку від ребер до водоповітряної суміші, та для запобігання поздовжнім коливанням пінного шару, при високих швидкостях повітря, турбулізації та інтенсифікації тепловіддачі від ребер радіаторів до водоповітряної суміші.

Вирішення задачі було здійснено з допомогою програмно-розрахункового комплексу ANSYS FLUENT 14.5. Дослідження проводилось із застосуванням математичного методу планування експерименту. Був реалізований ПФЕ 2³. В якості конструктивних факторів, що впливають на інтенсифікацію процесів теплообміну в даному дослідженні прийнято варіювати висоту ребер, висоту та ширину пазів, решта факторів приймалися сталими. Технологічні параметри: швидкість повітря в перерізі апарату, статичний рівень води, витрата підживлюваної води та температура джерела тепла чи холоду радіаторів були прийняті з результатів попередніх досліджень оптимального режиму роботи апарату. Геометричні характеристики одного з досліджуваних радіаторів вказані в таблиці 1.

Таблиця 1

Геометричні характеристики радіатора

№	Розміри, мм		3D вид
1	Висота ребра	35	
	Довжина ребра	52	
	Висота пазів	15	
	Ширина пазів	13	
	Товщина ребер	1,5	
	Крок ребер	10	
	Товщина основи	8	

Розглянута задача описується за допомогою моделі Ейлера для багатофазного потоку. Багатофазна модель Ейлера дозволяє моделювати декілька взаємодіючих фаз, припускаючи, що кожна фаза веде себе як взаємнопроникне суцільне середовище. Рух кожної фази регулюється відповідними рівняннями нерозривності, збереження імпульсу та енергії. Описана система рівнянь доповнена рівняннями переносу субстанції для кінетичної енергії турбулентності і швидкості її дисипації, що виражені за допомогою модифікованої k-ε моделі турбулентності для кожної фази [5, 6].

Рівняння нерозривності:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_k \rho_k) + \nabla \cdot (\alpha_k \rho_k \mathbf{v}_k) = (m'_{gk} - m'_{kg}), \quad (1)$$

де α_k - об'ємна частка фази k; ρ_k - густина фази k; \mathbf{v}_k - швидкість фази k; m'_{gk} - характеризує масо передачу від фази g до фази k; m'_{kg} - характеризує масо передачу від фази k до фази g.

Рівняння збереження кількості руху:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_k \rho_k v_k) + \nabla \cdot (\alpha_k \rho_k v_k v_k) = -\alpha_k \nabla P + \nabla \bar{\tau}_k + \alpha_k \rho_k \bar{g} + \bar{R}_{kg} + m'_{gk} \bar{v}_{gk} - m'_{kg} \bar{v}_{kg}, \quad (2)$$

де P - тиск загальний для всіх фаз, \bar{R}_{kg} та \bar{R}_{gk} - члени рівнянь які представляють міжфазову передачу імпульсу для рідини та газу відповідно; \bar{v}_{gk} - інтерфазна швидкість. $\bar{\tau}_k$ - напружено-деформований тензор.

Рівняння збереження енергії:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_k \rho_k h_k) + \nabla \cdot (\alpha_k v_k \rho_k h_k) = -\alpha_k \frac{\partial P}{\partial t} + \bar{\tau}_k \nabla v_k + \nabla \bar{q}_k + (Q_{gk} + m'_{gk} h_{gk} - m'_{kg} h_{kg}), \quad (3)$$

де h_k - питома ентальпія рідкої фази; Q_{gk} - інтенсивність теплообміну між водою та повітрям; h_{gk} - міжфазова ентальпія.

Прототип був розроблений, щоб працювати в умовах номінальної витрати 40 м³/год для повітря та 0,43 л/год для підживлюваної води. Нами була створена геометрична модель ударно-пінного апарату (рис.1) за допомогою ANSYS Design modeler. В Mesh modeler сформована сітка методом CutCell з структуризованих тетраедральних елементів. Щоб спростити тривимірну модель було прийняте припущення, що процеси в апараті відбуваються симетрично, у зв'язку з даним припущенням розглядалась половина апарату.

Була розрахована нестационарна задача другого порядку в неявному формулюванні. Використана схема рішення заснована на матричному алгоритмі сумісного рішення основних рівнянь (phase coupled SIMPLE) методом корекції тиску (pressure-based solver), який використовує поєднання фаз напівнеявним методом для енергетичних рівнянь лінії зв'язку тиску зв'язаним алгоритмом тиск-швидкість [7].

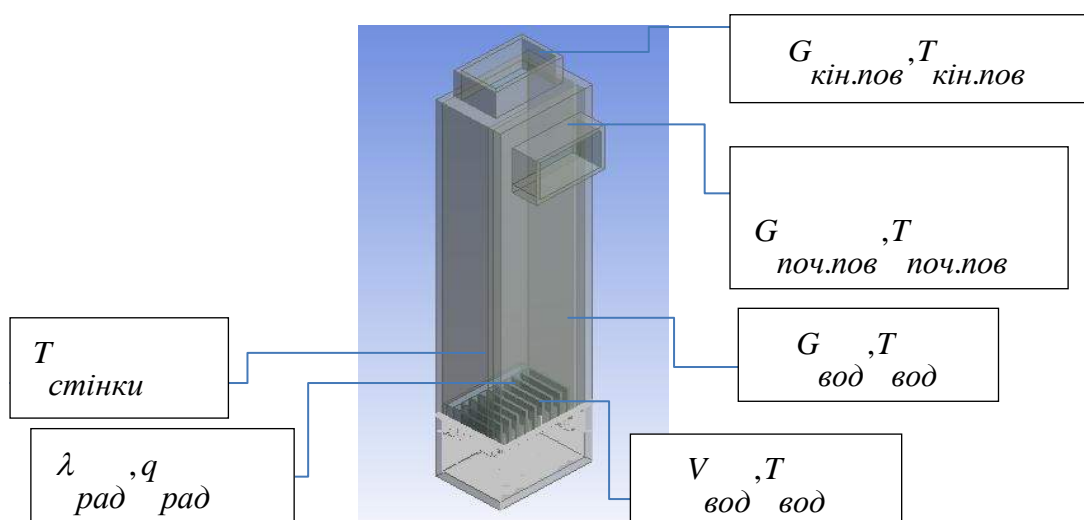


Рис. 1. Розрахункова схема компактного ударно-пінного апарату

Результати моделювання: в ході досліджень було виявлено, що висота ребер теплообмінника залежить від продуктивності по повітрю та типорозміру

апарату. Якщо висота ребер теплообмінника є більшою половини ширини корпусу апарату, утворюються високі поздовжні канали, що перешкоджають ефективному поперечному перемішуванню водоповітряної суміші, збільшенню аеродинамічного опору пристрою та зменшенню висоти пінного шару. При зменшенні висоти ребра радіатора від 60 мм до 35 мм, коефіцієнт теплопередачі збільшується від $5,8 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$ до $8 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$ тобто в 1.3 рази.

Збільшення розмірів П-подібних пазів по відношенню до ребер теплообмінника, зменшує градієнт температур вздовж ребер, а також сприяє створенню додаткових вихорів чим збільшує висоту пінного шару, коефіцієнт тепловіддачі ребер, внаслідок турбулізації рідини навколо теплообмінного елемента і частковому руйнуванню ламінарного пограничного шару рідини на поверхні теплообмінного елемента рис.2. При збільшенні висоти пазів від 15 мм до 30мм, коефіцієнт теплопередачі змінюється в межах від $5,2 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$ до $8,6 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$, збільшення складає 40%.

При збільшенні ширини пазів від 5мм до 13мм, коефіцієнт теплопередачі збільшується вдвічі, від $4,6 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$ до $9,1 \text{ кВт/м}^2\text{год}^0\text{С}$. При $l \geq 0,3L$ відбувається перетікання води без ефективного змішування водоповітряної суміші. Зменшення розмірів П-подібних пазів до $l \leq 0,1L$, призводить до незначного збільшення теплообмінної поверхні, про те разом з тим збільшується аеродинамічний опір.

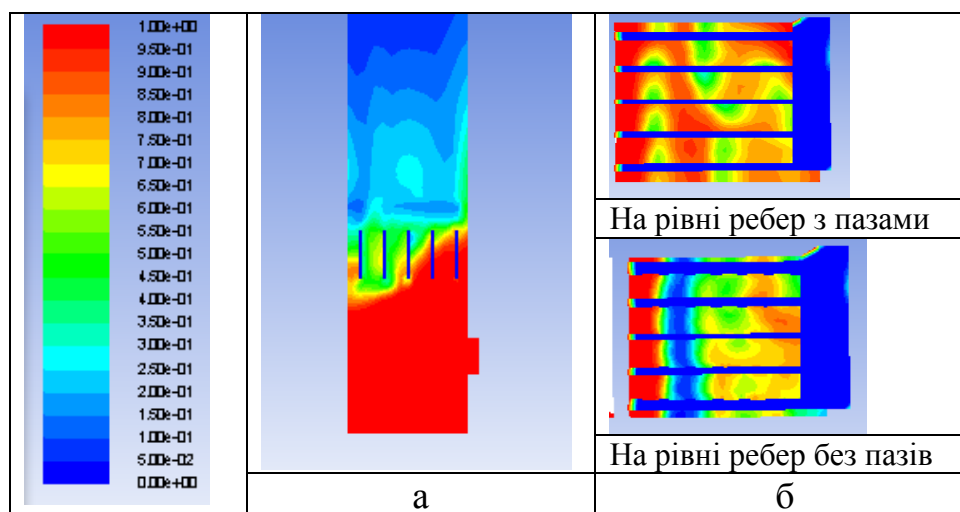


Рис. 2. Контурне зображення об'ємної частки газу в рідині та завихреності потоків при швидкості в перерізі апарату 3 м/с та статичному рівні рідини 20 мм а – в поздовжньому перерізі апарату; б – в поперечному перерізі апарату

Висновки.

1. Результати моделювання дозволили виявити вплив конструкції радіаторів на гідродинамічний режим роботи комбінованого ударно-пінного апарату та на інтенсивність теплопередачі від радіатора до водоповітряного потоку.

2. Турбулізація водоповітряної суміші, її ефективне перемішування та збільшення коефіцієнту тепловіддачі від радіаторів до піни (або в

протилежному напрямку) спостерігається при висоті ребер радіатора $35 \geq H \geq 40$ мм, та розмірах пазів $25 \geq h \geq 30$ мм, $10 \geq l \geq 13$ мм.

3. Розроблений поверхневий теплообмінник дає можливість підвищити ефективність роботи пристрою шляхом інтенсифікації процесів теплообміну та розширити область його застосування за рахунок зменшення ваги та габаритів апарату.

Література

1. Технические нормативы /Рекомендации по проектированию музеев/ М: Стройиздат, 1988.

2. Пат. №101290 України МПК F24F 3/Пристрій для тепловологісної обробки повітря/ Довгалюк В.Б., Шадура І.В.заяв. 12.06.12, опубл. 11.03.13, Бюл. № 5/2013.

3. Мерчанский В.Д. Бахенский В.А. О наружном теплообмене в пенно-испарительном воздухоохладителе/ Холодильная техника, 1986, №3, с. 38-41.

4. Мухленов И.П. Пенный режим и пенные аппараты/ Мухленов И.П., Тарат Э.Я., Туболкин А.Р., Тумаркина Е.С. - Л. : Химия, 1977. 303 с.

5. Sokolichin A., Eigenberger, G. /Applicability of the standard k-ε turbulence model to the dynamic simulation of bubble columns/: Part I. Detailed numerical simulations/ Chemical Engineering Science, 1999, № 54, p. 2273–2284.

6. Sokolichin A. a. E. G., /Gas-liquid flow in bubble columns and loop reactors/: Part I. Detailed modelling and numerical simulation, 49(24, Part 2) /Chemical Engineering Science, 1994, p. 5735 – 5746.

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО УДАРНО-ПЕННОГО АППАРАТА

В. Б. Довгалюк, И. В. Чабан

Работа сфокусирована на численном анализе процессов гидрогазодинамики, теплопередачи и теплообмена в комбинированном ударно-пенном аппарате и определении оптимальных геометрических характеристик поверхностных теплообменников, размещенных в пенном слое для оптимизации процессов теплопередачи от поверхности теплообменника к слою пены.

EFFECTIVE SURFACE HEAT EXCHANGER FOR COMBINED SHOCK-FOAM-TYPE AIR-HANDLING UNIT

V. Dovgalyuk, I. Chaban

The work focuses on the numerical analysis of fluid dynamics processes, heat transfer and heat exchange in combined shock-foam-type air-handling unit and determining the optimal geometric characteristics of the surface heat exchangers, which disposed in the foam layer to optimize the processes of heat transfer from the heat exchanger surface to foam layer.

ПОРІВНЯЛЬНА ЕКСЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ПРЯМОТОЧНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З КОНДЕНСАЦІЙНИМ ТА КОМБІНОВАНИМ КОНДЕНСАЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ ОСУШЕННЯМ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В этой статье авторы представляют результаты расчетов затрат эксергии на осушку воздуха для двух схем обработки воздуха в центральном кондиционере для условий Киева: конденсационной и комбинированной конденсационно- адсорбционной. Авторы приходят к выводу, что комбинированная схема осушки воздуха менее энергозатратна.

З підвищенням вимог до параметрів повітря в робочій зоні виробничих приміщень процеси обробки повітря в системах кондиціонування (СКП) привертають все більшу увагу з точки зору енергоощадності.

В роботах [1, 2] описано процеси осушення повітря в поверхневих апаратах з застосуванням холодильних машин та конденсаційного способу осушення повітря, схема обробки повітря якого наведена *I-d* – діаграмі (рис.1.)

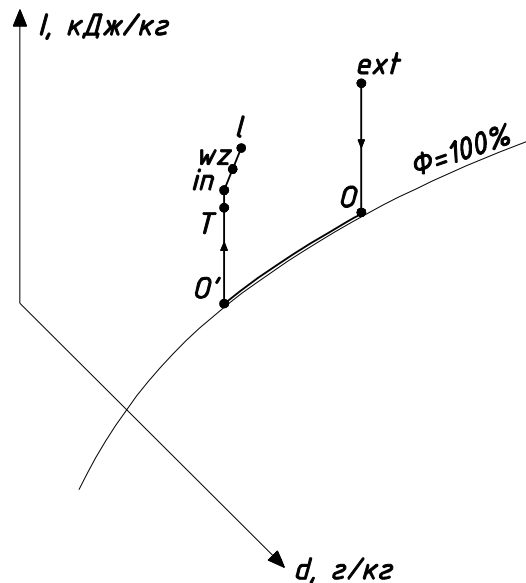


Рис. 1 I-d діаграма кондиціонування повітря з конденсаційним осушенням повітря

Осушення проводять послідовно з охолодженням при постійному значенні вологовмісту зовнішнього повітря в поверхневому охолоджувачі до точки роси (*ext-o*) та наступною конденсацією вологи до припливного значення вологовмісту (*o-o'*).

З точки зору енерговитрат конденсаційний метод є ефективним при високих значеннях температури і відносної вологості зовнішнього повітря. При зменшенні відносної вологості зовнішнього повітря витрати енергії на охолодження повітря і на подальший підігрів до припливної температури

різко збільшуються [1, 2] ? . Однак вказані твердження не мають достатніх доказів і потребують більш детального аналізу.

В роботах [3,4,5] показано можливості ексергетичного аналізу СКП, що вказує на високу ефективність цього методу.

Нами було проведено ексергетичну оцінку двох способів осушення повітря в СКП – конденсаційного та комбінованого конденсаційно-адсорбційного з метою порівняння енерговитрат для теплого періоду року.

Схема обробки повітря в СКП з адсорбційним осушенням, яка поєднує класичний конденсаційний спосіб осушення та адсорбційний, представлена на *I-d* – діаграмі (рис. 2).

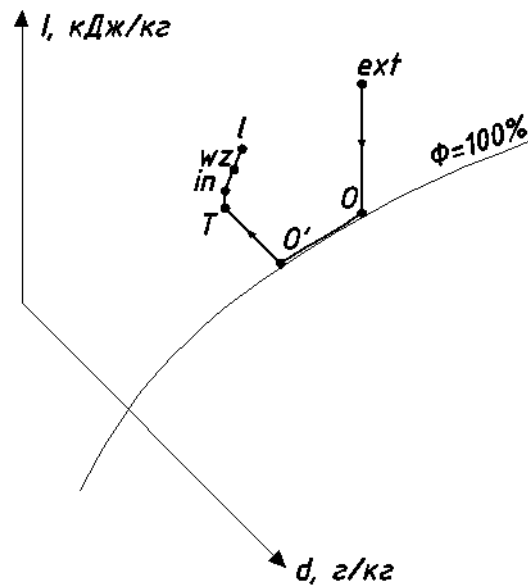


Рис. 2 *I-d* діаграма кондиціонування повітря з комбінованим осушенням повітря (конденсаційно-адсорбційне осушення)

Осушення разом із охолодженням по цій схемі проводять послідовно від стану зовнішнього повітря при постійному значенні вологовмісту до повного насичення парюю вологи (*ext-o*), наступною конденсацією з частковим видаленням вологи (*o-o'*) і подальшим осушенням до розрахункових значень вологовмісту в адсорбері (*o'-T*).

Розрахунки витрат повної ексергії по двох схемах проведено за відомими залежностями для вологого повітря [4,5]

$$e_n = T_{o.c.} \left\{ \left(c_p^{сп} + d_n c_p^{сп} \right) \left(\frac{T_n}{T_{oc}} - 1 - \ell n \frac{T_n}{T_{oc}} \right) + d_n \ell n \frac{P_n(0,622+d_{oc})}{P_{oc}(0,622+d_n)} + d_n \ell n \frac{d_n}{d_{oc}} \right\} + R_n \left[(0,622 + \right.$$

Результати розрахунків представлені в табл.1. Значення повної ексергії подано послідовно з накопиченням по кожному елементу СКП від забірної решітки зовнішнього повітря до виходу повітря в приміщення.

Таблиця 1

Результати розрахунків витрати повної ексергії повітря в різних СКП

№ п/п	Найменування	Сумарні витрати повної ексергії, по елементах схем, $\sum e$, кДж/кг	
		Конденсаційне осушення	Адсорбційне осушення
1	Зовнішнє повітря	0,000	0,000
2	Жалюзійна решітка	0,029	0,029
3	Фільтр G4	0,349	0,349
4	Повітроохолоджувач	1,303	1,303
5	Конденсаційне осушення	2,132	1,131
6	Адсорбційний осушувач повітря	-	1,975
7	Повітронагрівач II підігріву	3,016	-
8	Конфузор	3,893	2,912
9	Вентилятор	4,730	3,808
10	Дифузор	5,566	4,703
11	Вихідний патрубок	6,390	5,586
12	Шумоглушник	7,275	6,530
13	Припливні повітропроводи	8,260	7,574

Аналіз результатів розрахунків показує, що схема СКП з комбінованим адсорбційним та конденсаційним осушенням повітря за ексергетичним показником на 9,2 % ефективніше за СКП з традиційним конденсаційним осушенням. Вказана ефективність досягнута в основному за рахунок заощадження теплової ексергії на другий підігрів при традиційному осушенні конденсаційним способом.

Література

1. Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха». Санкт-Петербург «Авок Северо-Запад»: 2005г - 399 с.
2. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов В.Н. Богословский, О. Я. Корокин, Л.В. Петров-М.: Стройиздат, 1985, - 367 с.
3. Ren C. Q., Tang G.F., Li N.P., Zhang G.F., Yang J. Analysis Of Exergy Of Moist Air Energy Saving Potential in HVAC by Evaporative Cooling or Energy Recovery. International Journal on Architectural Science. 2001. Vol. 2. No. 4. Pp. 113-117

4. Эксергетический метод и его приложения. Под ред.. В.М. Бродянского. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 288 с.
5. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. Пособие/ Бродянский В.М., Вирхивкер Г.П., Карчев Я.Я., и др.. Под редакцией Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики. – Киев: Наук. думка, 1991-360с.

РЕЗЮМЕ

Ю.М. Евдокименко, А.В. Задоянний

У цій статті авторами представлено результати аналітичних досліджень щодо витрат ексергії для двох схем осушки повітря в центральному кондиціонері для Києва: конденсаційній та комбінованій конденсаційно-адсорбційній. Автори приходять до висновку, що комбінована схема осушки повітря менш енерговитратна.

Summary

A. V. Zadoyannyi, Yu. N. Evdokimenko

In this article the authors present the results of calculations on the cost of exergy drying air for two processing circuits in air AHU conditions for Kiev: condensation and combined adsorption-condensation. The authors conclude that the combined scheme air drying takes less energy.

ЕКСЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ОБРОБКИ ПОВІТРЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ПРЯМОТОЧНІЙ СИСТЕМІ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

У цій статті автори представляють деякі результати аналітичних досліджень зміни ексергії повітря при обробці його в прямоточному кондиціонері для умов теплого і холодного періодів в місті Київ. У результатах аналізу автори роблять висновок про енерговитратність окремих процесів обробки повітря, які потребують удосконалення.

Ексергетичний аналіз на сьогодні є достатньо досконалим методом оцінки енергоощадності технічних систем. Зокрема його можливості з оцінки термодинамічних перетворень стану повітря як робочої речовини в системах кондиціонування повітря (СКП) надають змогу оцінити енергоощадність як системи в цілому, так і її окремих елементів [1, 2, 3]. Крім того при ексергетичному аналізі можливе виділення для оцінки окремих видів ексергії, які мають місце в СКП.

Енергоощадність елементів СКП можна оцінити по витратах ексергії повітря для конкретного призначення (наприклад осушення) в порівнянні з витраченою повною ексергією в елементі. Енергоощадність всієї СКП можна оцінювати порівнянням витраченої системою ексергії з підведеною ексергією до СКП в цілому. У всіх випадках оцінки енергоощадності визначають плинне значення ексергії повітря на кожній стадії його обробки в СКП і по різниці її значень до і після елемента визначають витрати [3].

Доцільно визначати значення як повної ексергії для вологого повітря, що обробляється в СКП, так і окремих її видів: механічної, термічної і вологісної. Це дає можливість оцінювати відповідну ефективність кожного елемента СКП за його призначенням та, враховуючи адитивні властивості ексергії, - системи в цілому.

В даній роботі наведено окремі результати розрахунків питомих значень ексергії вологого повітря для прямоочної СКП в кліматичних умовах міста Києва в кожному елементі для теплого і холодного розрахункових періодів року. Ціль розрахунків - визначити закономірності розподілу витрат ексергії вологого повітря по елементах СКП. Розрахунки проведено за відомими формулами для вологого повітря [3], результати представлено у вигляді графічних залежностей (рис.1,3). Графіки зміни питомих значень ексергії вологого повітря та по окремих видах ексергії подано під відповідними елементами СКП для зручності сприйняття, а зображення процесів обробки повітря на I-d-діаграмах наведено на рис.2,4.

Графічне зображення зміни значень видів ексергій в СКП показує їх розподіл по елементах системи і дозволяє аналізувати ефективність процесів обробки повітря.

Аналіз зображених кривих зміни ексергій в напрямку руху повітря в СКП для теплого періоду року показує якісні зміни термодинамічного стану повітря. На вході в СКП змін ексергії не спостерігається, а суттєвий підйом кривої загальної ексергії видно на повітроохолоджувачі за рахунок збільшення її термічної складової і частково механічної (4-8). На I-d-діаграмі цей процес відповідає кривій від точки *ext* до точки *in*. Значення загальної ексергії збільшується на вентиляторі. Далі крива загальної ексергії похило знижується за рахунок термічної складової. Крива вологісної складової ексергії не має значних змін вздовж всієї системи і має тільки незначні відхилення від нульового значення при осушенні з

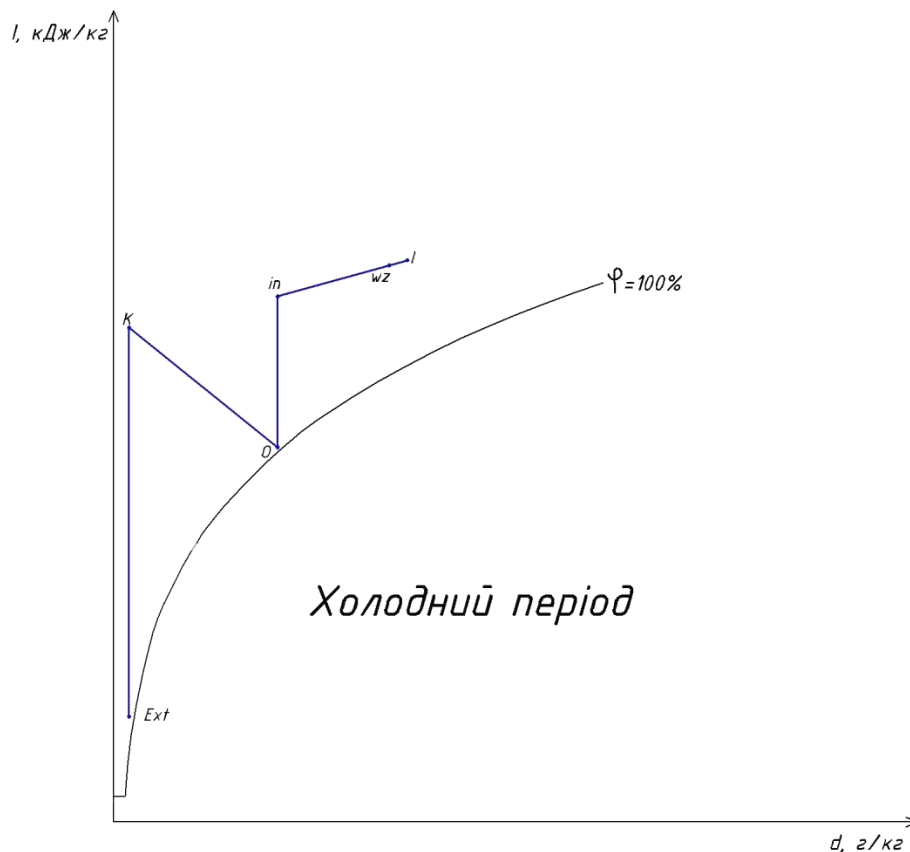


Рис.4. Процес обробки повітря на I-d – діаграмі в холодний період

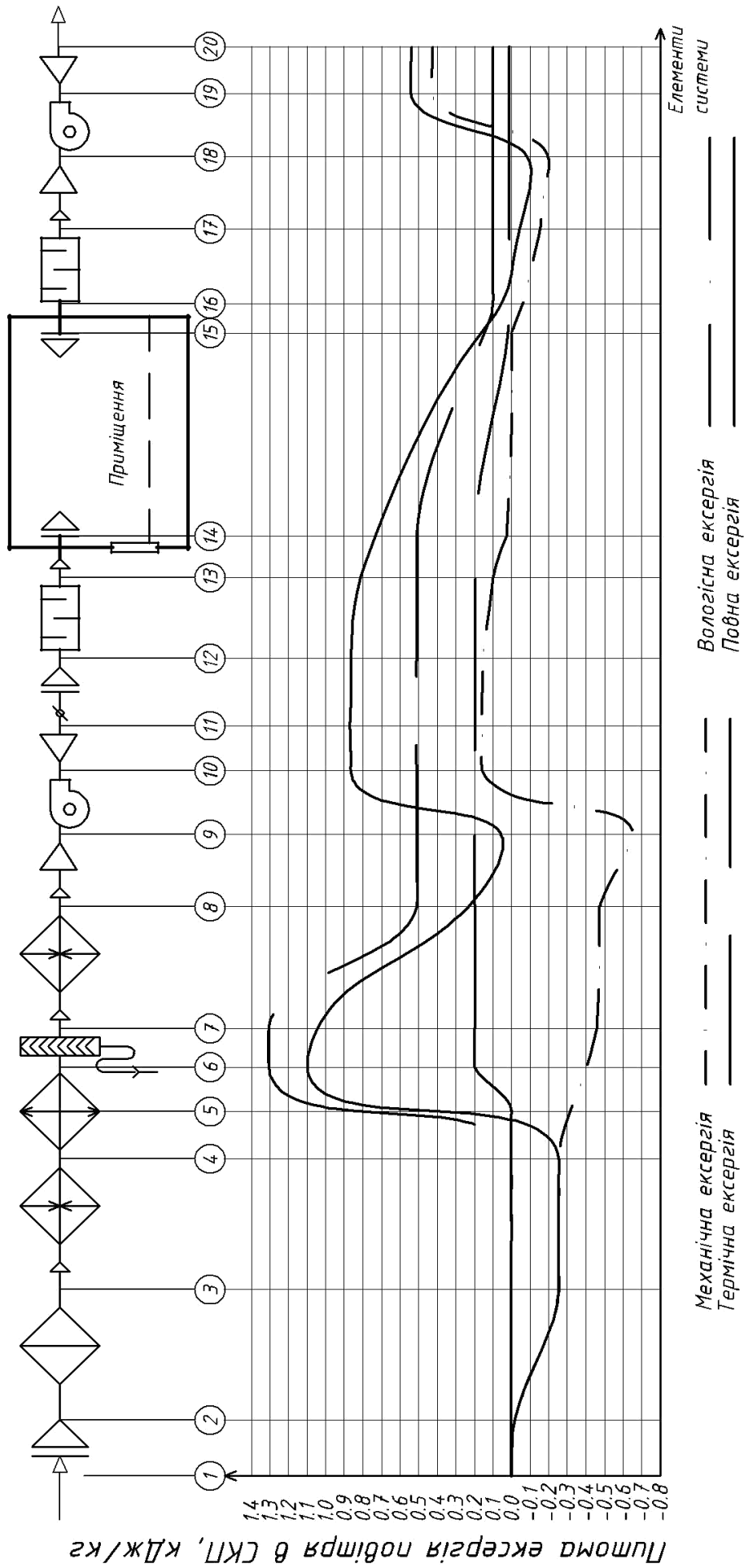


Рис.1.3міна питомої ексергії повітря по елементах СКП в теплий період

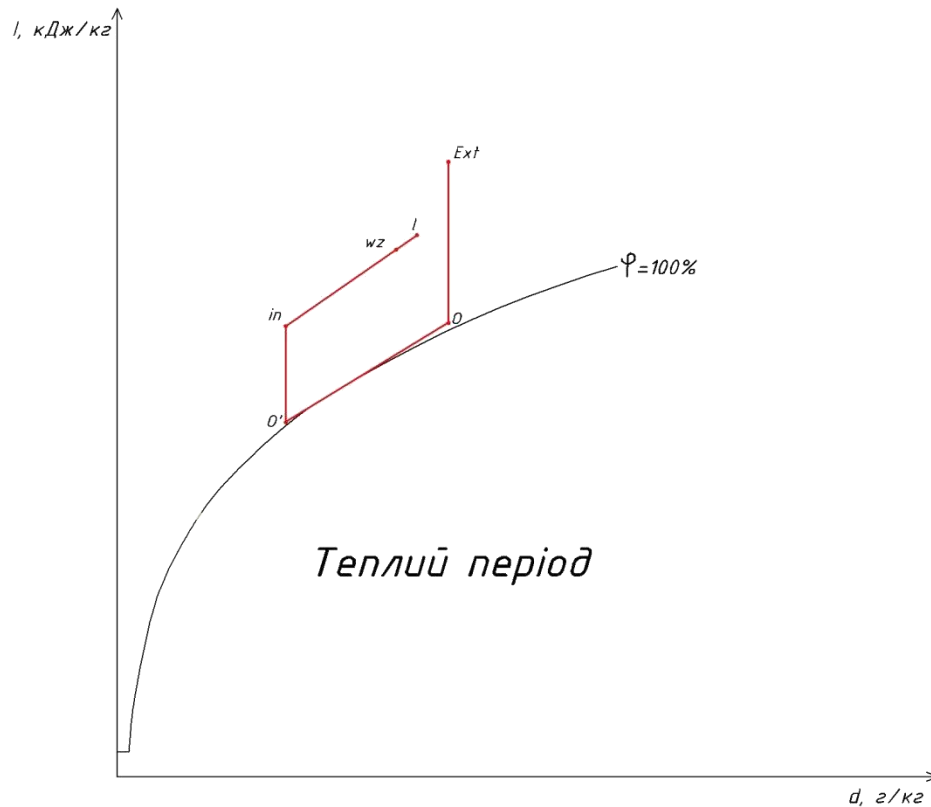


Рис.2.Процес обробки повітря на I-d – діаграмі в теплий період

охолодженням (елементи 5-6), що відповідає процесу на I-d-діаграмі (рис.2) від точки зовнішнього повітря *ext* до точки кінця процесу конденсації *o'*. В приміщенні, що обслуговується, спостерігається вирівнювання всіх кривих з наближенням до нульових значень. Звертає на себе увагу значна зміна всіх видів ексергії з суттєвими витратами в процесі осушення повітря з випадінням конденсату. Значення вологісної ексергії на ділянці 5-6 змінюється на 0,2 кДж/кг, а витрати на це складають 1,3 кДж/кг для термічної і 0,45 кДж/кг для механічної складових, а разом - 1,75 кДж/кг. Якщо вирахувати з цієї величини витрати ексергії на охолодження повітря до температури припливу, які дорівнюють приблизно 0,7 кДж/кг, то на конденсацію залишається 1,05 кДж/кг. З цих даних виходить, що ефективність зволоження для теплого періоду складає приблизно 60%. Це говорить про те, що з точки зору енерговитрат осушення повітря конденсацією в даній СКП має резерви для удосконалення.

Для холодного періоду року розподіл витрат ексергії по елементах СКП та характер кривих зміни ексергії повітря в системі мають свої особливості. В загальному вигляді спостерігається зростання всіх видів ексергії в системі. Найбільші витрати - на початку системи на нагрівання повітря в нагрівачах першого підігріву 3-4 (на I-d-діаграмі – пряма *ext-k*). Далі крива термічної ексергії різко знижується (4-5) і знову піднімається (6-7) до стабільного значення приблизно 3,5 кДж/кг. Такі різкі стрибки обумовлені недосконалістю та енергоемністю процесу адиабатного зрошування в даній системі і потребують детального аналізу для зменшення енергоспоживання. Необхідне припливне значення вологовмісту досягнуто

на ділянці **K-O'** (див. I-d - діаграму) за рахунок витрат термічної складової ексергії на ділянці 3-4 та 4-5 приблизно 4,0 кДж/кг при потребі на це вологісної складової ексергії у 1,0 кДж/кг. Відповідна ефективність адіабатного зволоження складає 25%. Далі криві ексергії похило піднімаються, ексергія повітря збільшується і з максимальним значенням ексергії відпрацьоване повітря викидається зовні.

Повітря, що викидається має найбільше значення теплової ексергії, яка дорівнює 4,0 кДж/кг і потребує утилізації наприклад для процесу 3-4.

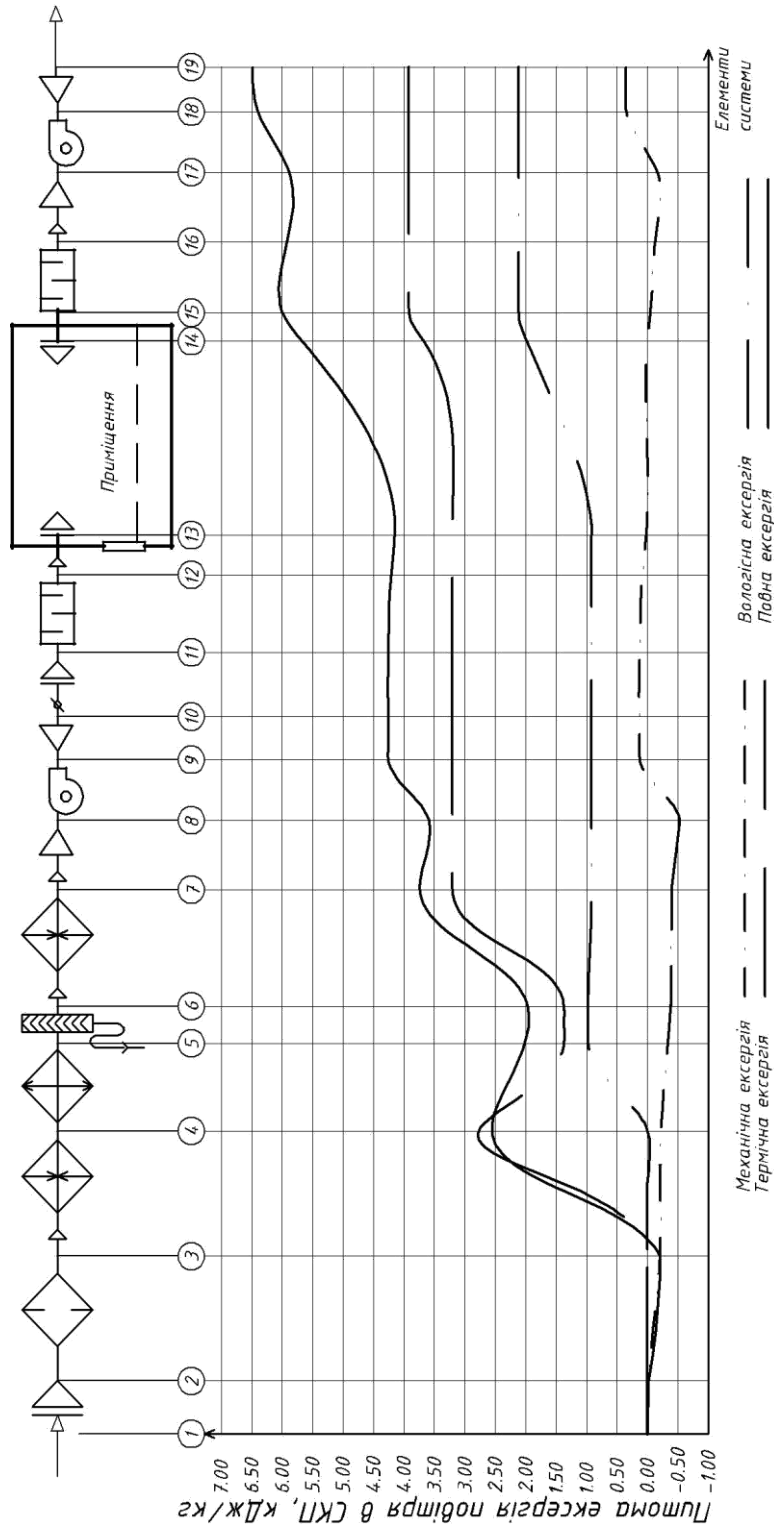


Рис.3.3 зміна питомої ексергії повітря по елементах СКП в холодний період

Література

1. Ren C. Q., Tang G.F., Li N.P., Zhang G.F., Yang J. Analysis Of Exergy Of Moist Air Energy Saving Potential in HVAC by Evaporative Cooling or Energy Recovery. International Journal on Architectural Science. 2001. Vol. 2. No. 4. Pp. 113-117
2. Эксергетический метод и его приложения. Под ред.. В.М. Бродянского. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 288 с.
3. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. Пособие/ Бродянский В.М., Вирхивкер Г.П., Карчев Я.Я., и др.. Под редакцией Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофізики. – Киев: Наук. думка, 1991-360с.

О. В. Задоянный, А. В. Котляров

В этой статье авторы представляют некоторые результаты аналитических исследований изменения эксергии воздуха при обработке его в прямоточном кондиционере для условий теплого и холодного периодов в городе Киев. В результатах анализа авторы делают вывод об энергозатратности отдельных процессов обработки воздуха, которые требуют усовершенствования.

A. V. Zadoyannyi, A. V. Kotlyarov

In this article, the authors present some of the results of the analytical investigation is eksergii air changes when treated in a parallel flow conditioner for the conditions of warm and cold periods in the city of Kiev. In the analysis results, the authors conclude about the energy-intensive processes of individual air handling that require improvement.

ПРОБЛЕМИ РОЗРАХУНКУ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ НАХИЛЕНИХ СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуто основні методики розрахунку опору теплопередачі нахилених світлопрозорих огорожувальних конструкцій. Виконано порівняльний аналіз між українськими та європейськими методиками розрахунку. Обґрунтовано необхідність проведення теплових випробувань світлопрозорих огорожувальних конструкцій для різного положення в просторі, з метою удосконалення методів розрахунку.

Постановка проблеми. Проблема енергозбереження та економії енергоресурсів вже давно турбує науковців і громадськість, тож її актуальність не втрачається навіть в епоху розвинутих технологій ХХІ сторіччя. Вичерпність основних енергоресурсів планети підштовхує науковий світ до пошуку альтернативних джерел енергії, що дійсно позитивно впливає на вирішення деяких проблем в енергозбереженні. Також потрібно пам'ятати і щодо вдосконалення вже існуючих методів покращення теплотехнічних показників будівельних матеріалів і конструкцій, та мікроклімату приміщень будівлі в цілому.

Загальновідомо, що на якість теплоізоляційної оболонки будівель впливає багато факторів, але особливе занепокоєння викликають світлопрозорі огорожувальні конструкції (СОК), так як ці конструкції мають значно менший опір теплопередачі ніж непрозорі частини будівлі. Вони спричинюють тепловтрати, частка яких є високою по відношенню до загальної кількості по будівлі. Тому дослідженню процесів що проходять в них приділяють особливу увагу. Це найбільш актуально при будівництві громадських об'єктів, де застосовується велика кількість СОК складної геометрії.

На сьогоднішній день існує багато сміливих і неординарних проектів по забудові на прикладі міста Києва. Хоча це на сьогоднішній день тільки ідеї, але час не стримати і футуристичні форми поступово входять до основ деяких об'єктів. На рис. 1 представлені деякі перспективи проектів громадських будівель, з використанням великої кількості СОК складної геометрії[1]:

При обчисленні опору теплопередачі СОК, більшість існуючих розрахунків зводяться до розрахунку процесів конвекції в вертикальних або горизонтальних конструкціях на основі критеріальних рівнянь. Ця методика має два основні недоліки: по перше, критеріальні рівняння не узгоджені в границях, внаслідок чого відбувається розрив в функціях, що визначають конвекційний коефіцієнт теплопередачі; по друге, не пристосовані до розрахунку нахилених СОК, що набули широкого розповсюдження.



а



б

Рис. 1. Перспектива можливих об'єктів будівництва в м. Києві
а) готель «Україна» вул. Інститутська, 4;
б) багатофункціональний комплекс «Писанка» на Подолі.

Через недосконалість існуючих методів розрахунку опору теплопередачі СОК з газонаповненим прошарком не враховуються особливості положення конструкцій відносно кута нахилу до горизонту. Тим самим отримані показники опору теплопередачі конструкцій не відповідають дійсності, що негативно впливає на їх енергоефективність, і енергоефективність будівлі в цілому. Також знижуються показники мікроклімату приміщень, тим самим погіршуються естетичні сприйняття внутрішнього простору будівлі. Для вирішення наукової проблеми виникає необхідність виконання порівняльного аналізу емпіричних і експериментальних досліджень СОК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними чинними в Україні нормативно-правовими документами, в галузі будівництва, що висвітлюють методи визначення теплотехнічних показників СОК, є [2-4].

З 1 липня 2013 р. введена в дію Зміна № 1 ДБН В. 2.6-31:2006 [5], що розроблялась на основі стандарту ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" [6]. У Зміні істотно підвищені мінімально допустимі значення опору теплопередачі вікон житлових і громадських будівель – з 0,50 до 0,75 м²·К/Вт в I-й температурній зоні і з 0,45-0,50 до 0,60 м²·К/Вт у II-й зоні.

Основою сучасних світлопрозорих конструкцій є склопакети з герметичними газонаповненими (сухим повітрям, аргоном, криптоном, гексафторидом сірки) прошарками. Згідно [3], випробування конструкцій в лабораторних умовах відбувається тільки в вертикальному положенні, тож отриманні дані не відображають значення опору теплопередачі конструкцій для інших положень у просторі.

Основна частина. Якщо виконати порівняльний аналіз вихідних даних з термічного опору невентильованих повітряних прошарків, представлених в таблиці 1 та таблиці 2, виникає невідповідність значень опору.

Таблиця 1

Термічний опір замкненого повітряного прошарку, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, залежно від розміщення в конструкції (за табл. И.1 [2])

Товщина повітряного прошарку, м	Розміщення прошарку			
	горизонтальне при потоці тепла знизу вгору та вертикальне		горизонтальне при потоці тепла згори донизу	
	середня температура повітря у прошарку			
	$\geq 0^\circ\text{C}$	$< 0^\circ\text{C}$	$\geq 0^\circ\text{C}$	$< 0^\circ\text{C}$
0,01	0,13 0,14	0,15 0,15	0,14 0,15	0,15 0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Таблиця 2

Тепловий опір (у $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$) неventedованих повітряних шарів: поверхня з високим коефіцієнтом випромінювання (за табл. 2 [4])

Товщина повітряного шару, мм	Напрямок теплового потоку		
	угору	горизонтальний	вниз
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,13	0,19
50	0,15	0,13	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Примітка. Проміжні значення обчислюються за допомогою лінійної інтерполяції.

Ця невідповідність зумовлена різними підходами щодо розрахунку процесів теплопередачі у газонаповнених середовищах.

Згідно [7] для описання процесів теплопередачі у газонаповнених середовищах у термодинаміці застосовуються безрозмірні змінні. Такими змінними є: Gr – число Грасгофа, Nu – число Нуссельта, Pr – число Пранделя, Ra – число Релея. Головною метою введення таких змінних є надання універсальності методам розрахунку, які не прив'язані до якогось конкретного газу, а дозволяють розширити область застосування для всіх інших газів, які теоретично можливо розглядати близькими до ідеального. Тим самим зменшується кількість параметрів задачі.

Методика, що наведена у [8], в Україні є основною. Вона дозволяє виконувати розрахунки конвекційного коефіцієнта теплопередачі за допомогою критеріальних рівнянь, що пов'язують між собою безрозмірні змінні:

а) для горизонтального прошарку при потоці тепла знизу угору ($\theta = 0^\circ$):

$$Nu=1 \quad \text{при } Gr \leq 10^4, \quad (1)$$

$$Nu = 0,195 Gr^{0,25} \quad \text{при } 10^4 < Gr < 4 \cdot 10^5, \quad (2)$$

$$Nu = 0,068 \sqrt[3]{Gr} \quad \text{при } Gr > 4 \cdot 10^5; \quad (3)$$

б) для вертикального прошарку ($\theta = 90^\circ$):
за формулою (1) при $Ra \leq 10^3$, 4)

в) для горизонтального прошарку при потоці тепла зверху униз ($\theta = 180^\circ$) – за формулою (2); (9)

г) для нахилених прошарків, зазвичай, шляхом інтерполяції – що негативно впливає на відповідність отриманих даних щодо дійсних фізичних процесів, що проходять в цих прошарках.

В загальноєвропейській практиці, згідно ISO/FDIS 15099 [9], застосовуються наступні рівняння:

а) для прошарків з кутом нахилу $0 < \theta < 60^\circ$:

$$Nu = 1 + 1,44 \left[1 - \frac{1708}{Ra \cos \theta} \right]^* \left(1 - \frac{1708 \sin^{1.6}(1,8\theta)}{Ra \cos \theta} \right) + \left[\left(\frac{Ra \cos \theta}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]^*, \quad (5)$$

де $[x]^* = (x + |x|)/2$;

б) для прошарків з кутом нахилу $\theta = 60^\circ$:

$$Nu = \left[1 + \left(\frac{0,0936 Ra^{0.315}}{1 + \frac{0,5}{\left(1 + \left(\frac{Ra}{3160} \right)^{20.6} \right)^{0.1}}} \right)^7 \right]^{1/7}; \quad (6)$$

в) для прошарків з кутом нахилу $60 < \theta < 90^\circ$ застосовується лінійна інтерполяція між результатами для прошарків з $\theta = 60^\circ$ і $\theta = 90^\circ$, але за виконанням вимог:

$$10^2 < Ra < 2 \cdot 10^7, \quad 5 < \frac{H}{d_{q,i}} < 100 \quad (7)$$

де H – відстань між верхом і низом прошарку, яке зазвичай співпадає з висотою прозорої частини конструкції; $d_{q,i}$ – товщина прошарку.

г) для вертикальних прошарків ($\theta = 90^\circ$):

$$Nu = 0,0673838 Ra^{1/3} \quad \text{при } Ra \leq 5 \cdot 10^4; \quad (8)$$

$$Nu = 0,028154 Ra^{0.4134} \quad \text{при } 10^4 < Ra \leq 5 \cdot 10^4, \quad (9)$$

$$Nu = 1 + 1,7596678 \cdot 10^{-10} Ra^{2.2984755} \quad \text{при } Ra \leq 10^4, \quad (10)$$

д) для прошарків з кутом нахилу $90 < \theta < 180^\circ$ (газові прошарки в конструкціях, обернені зовнішньою стороною вниз)

$$Nu = 1 + (Nu_v - 1) \sin \theta, \quad (11)$$

де Nu_v - число Нуссельта для вертикального прошарку

Якщо в графічній формі (рис. 2) відобразити графіки залежності значень Nu від кута нахилу до горизонту θ , які розраховані за різними методами: Nu_1 – за формулами (1)-(4), Nu_2 – за формулами (5)-(11), то отримаємо значну розбіжність значень. В якості вихідних даних прийнято: $T=25^\circ\text{C}$, та застосовано товщини повітряних прошарків відштовхуючись від найбільш розповсюджених (8; 12 мм).

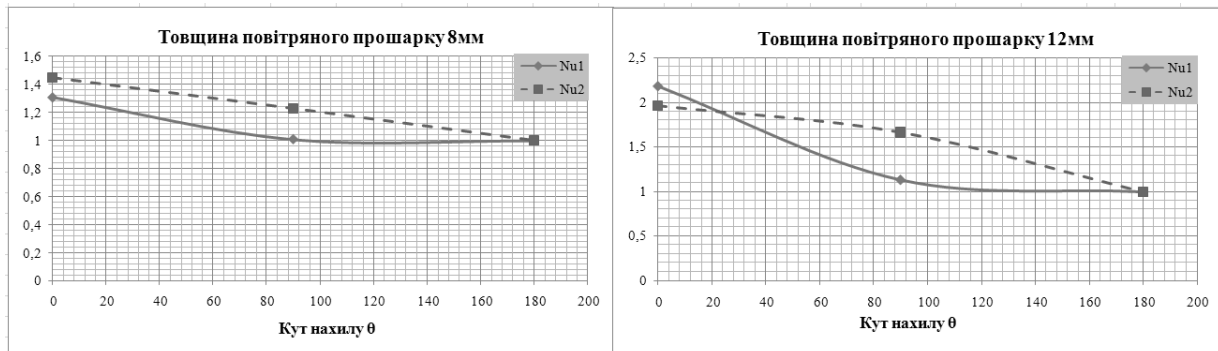


Рис. 2. Залежності числа Нуссельта для повітряних прошарків різної товщини

Проаналізувавши отримані графічні результати можемо дійти висновку про значну відмінність методів розрахунку опору теплопередачі газонаповненого прошарку, що в свою чергу створює проблему невідповідності чинної нормативно-технічної документації України та ЄС.

Висновки. Виникає необхідність проведення теплових лабораторних випробувань світлопрозорих огорожувальних конструкцій та їх складових, за для уточнення дійсних показників опору теплопередачі в залежності від їх положення у просторі. Моделювання конвекційних процесів що відбуваються в СОК, в залежності від кута нахилу до горизонту, дозволить створити методику щодо раціоналізації вибору типу і різновиду цих конструкцій, а також їх положення. Практичне вирішення даної проблеми дозволить прискорити прийняття рішення щодо оптимального положення СОК, відштовхуючись не тільки з міркувань екстер'єру будівлі, а й приведеного опору теплопередачі цих конструкцій, в залежності від їх положення. Це дозволить покращити мікроклімат приміщень де застосовується їх велика кількість.

Література

1. Толочин Е. Проекты небоскребов в Киеве: какой будет столица 10 лет спустя? [Електронний ресурс] / Е. Толочин / Режим доступу: <http://domodel.net/2009/12/05/neboskrebi-v-kieve.html>.
2. БН В.2.6–31:2006 Теплова ізоляція будівель. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі. / Мінрегіон України. - К. : Укрархбудінформ, 2000. - 25 с.

4. ДСТУ ISO 6946:2007 Будівельні конструкції та елементи. Тепловий опір і коефіцієнт теплопередавання. Методика розраховування (ISO 6946:1996, IDT). / Мінрегіонбуд України. - К. : Укрархбудінформ, 2012. - 18 с.
5. Зміна № 1 ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель / Мінрегіон України. - К. : Укрархбудінформ, 2013. - 10 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія / Мінрегіонбуд України. - К. : Укрархбудінформ, 2011. - 122 с.
7. *Сергейчук О.В.* Геометричне моделювання конвективного коефіцієнта теплопередачі газонаповненого прошарку / *О.В. Сергейчук* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету Таврій. держ. агротехнол. ун-т. – Мелітополь: Вид-во ТДАТУ, 1998. – Вип.4., Т.50. – С.83-89.
8. Світлопрозорі огороження будинків : навч. посібник для студ вищ. навч. закл. / *О. Л. Підгорний, І. М. Щенетова, О. В. Сергейчук, О. М. Зайцев, В. П. Процюк* ; під ред. О. Л. Підгорного — К. : Домашевська О.А., 2005. — 282 с.
9. Thermal Performance of Windows, Doors and Shading Devices - Detailed Calculations : ISO/FDIS 15099. [Date: 2002-01-01] / ISO Central Secretariat. — Geneva : ISO, 2002. — 75 p. — (International standard).

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАКЛОННЫХ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. В. Злоба

Рассмотрены основные методики расчета сопротивления теплопередаче наклонных светопрозрачных ограждающих конструкций. Выполнен сравнительный анализ между украинскими и европейскими методиками расчета. Обоснована необходимость проведения тепловых испытаний светопрозрачных ограждающих конструкций для разного положения в пространстве, с целью усовершенствования методов расчёта.

THE PROBLEMS OF CALCULATING OF THE THERMAL RESISTANCE VALUE OF THE INCLINED TRANSLUCENT CONSTRUCTIONS

V. Zloba

Main calculation methods of the thermal resistance value of the inclined translucent of the building envelope have been studied. A comparison analysis between Ukrainian and European calculation methods has been made. The necessity of thermal testing of the translucent building envelope in different positions in space for improving the calculation methods has been substantiated.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ ЯК СТИМУЛ ІННОВАЦІЙ НА БУДІВЕЛЬНОМУ РИНКУ

*Київський національний університет будівництва і архітектури
Україна*

Напрямок енерго - і ресурсозбереження в будівельній галузі є не просто модною тенденцією , а прямим наслідком техногенного та антропогенного впливу на екологічну ситуацію в світі , а також потужним стимулом інновацій на будівельному ринку. У вітчизняній галузі будіндустрії є ряд проблем , які потребують вирішення для забезпечення розвитку енерго - та ресурсозберігаючих тенденцій.

В останні роки енерго - та ресурсозбереження стало одним з основних напрямків технічної політики в галузі будівництва та безумовним стимулом інновацій на будівельному ринку.

Відповідно до аналітичних даних фахівців Мінрегіонбуду, можна виділити цілий конгломерат проблемних питань, які вимагають свого вирішення в найближчому майбутньому. В іншому випадку, будіндустрія не зможе забезпечити вирішення тих завдань, які стоять перед будівельною галуззю в напрямку енерго - і ресурсозбереження. Зупинимося на ряді найбільш «больових точок».

Відставання у розробці необхідної містобудівної документації та довгострокових перспективних планів соціально - економічного розвитку. Це не дозволяє здійснювати достовірний прогноз структури капітального будівництва будівель, споруд та об'єктів, і адекватно оцінювати найбільш ймовірні вимоги до продукції підприємств будматеріалів з боку будівельних та ремонтно - експлуатаційних організацій.

Тривалі процедури проходження погоджень на технічні умови на електро - та газопостачання, створення під'їзних залізничних шляхів і підключення до об'єктів комунальної інфраструктури при створенні нових виробничих потужностей і, як наслідок, відсутність інженерної та комунікаційної інфраструктури істотно гальмує будівництво, модернізацію та технічне переоснащення підприємств будіндустрії.

Низька інноваційна активність підприємств будіндустрії та галузевих науково - дослідних інститутів. Матеріально-технічна база більшості науково - дослідних і проектно - конструкторських організацій до теперішнього часу зруйнована. Відбувся значний витік наукових кадрів. Комерційні організації не виявляють інтересу до вітчизняного науково - інженерного потенціалу, воліючи імпорт технологій як більш швидкий спосіб модернізації виробництва. Будівництво і виробництво будматеріалів потрапляє в технічну і технологічну залежність від іноземних розробників.

Низький рівень фінансування призводить до того, що вітчизняні розробки в галузі технологій виробництва ефективних будівельних матеріалів не завжди

виявляються затребуваними через неможливість запропонувати споживачеві комплектне технологічне обладнання одночасно з послугами з його монтажу та пусконаладжувальних робіт.

Науково - технічний прогрес у вітчизняній промисловості будівельних матеріалів та будівельної індустрії багато в чому ґрунтується на зарубіжних науково - технічних розробках і закупівлях імпортного технологічного обладнання. Крім того, на тлі високого рівня фізичного зносу основних фондів при низькому технічному рівні оснащення виробництв і невисокої продуктивності праці на багатьох підприємствах, виробництво вітчизняного обладнання для підприємств будматеріалів практично призупинено.

Відсутність єдиної державної науково - технічної політики у сфері виробництва енергоефективних будматеріалів, а також регіональних програм щодо його розвитку. Для вирішення системної проблеми виробництва енергоефективних будматеріалів неможливо обійтися без комплексного підходу на довгострокову перспективу.

Одним з найбільш оптимальних шляхів подолання цієї проблеми є розробка та реалізація стратегії розвитку промисловості будівельних матеріалів.

Стратегія призначена:

- визначати пріоритетні напрямки розвитку виробництва основних видів будматеріалів та шляхи їх реалізації;
- бути концептуальною основою для державно - приватного партнерства з питань розвитку виробництва продукції, задоволення потреби в ній капітального будівництва, ремонтно - експлуатаційних потреб і торгової мережі;
- забезпечувати узгодженість дій органів виконавчої та законодавчої влади різних рівнів, комерційних структур, задіяних в галузі, і природних монополій при вирішенні завдань з розвитку виробництва будматеріалів;
- служити основою для прийняття рішень на державному рівні з розробки цільових програм розвитку будівельного комплексу в цілому і виробництва будматеріалів зокрема.

Відсутність єдиної, нормативно та науково обґрунтованої моделі оцінки енергоефективності будівель і споруд. Модель оцінки енергоємності будинків повинна бути орієнтована не тільки на визначення рівня теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій і вибір розрахункових максимальних енергетичних характеристик систем інженерного забезпечення, але головним чином на оцінку експлуатаційних динамічних характеристик енергоспоживання протягом усього року.

До ключових стандартів національних систем нормування енергоефективності будівель і споруд відносять, насамперед, стандарти загальних положень, блоки стандартів, що визначають наступні показники:

- показники енергоємності будівель,
- економічні методи оцінки енергоефективності,

- методи визначення річного енергоспоживання інженерними системами,
- методи випробувань та контролю енергоємності будівель і споруд,
- систему сертифікації енергоефективності будівель.

При цьому необхідно враховувати національні особливості, зумовлені значною мірою кліматом, ресурсними можливостями і рівнем економіки, а саме: методи визначення та вимоги до рівня теплозахисту огорожувальних конструкцій будинків, параметри повітряно - теплового комфорту, розрахункові зовнішні умови, методи визначення розрахункової потужності та технологічні вимоги до інженерних систем.

За призначенням інженерні системи, що мають суттєве енергоспоживання в будівлях і спорудах, поділяють на такі:

- опалення;
- вентиляція;
- кондиціонування;
- гаряче водопостачання;
- освітлення.

Більше того, споживання окремих видів енергії наводиться до еквівалента витрати первинного палива і проводиться оцінка негативного впливу на навколишнє середовище продуктів його згоряння, як правило, за показником емісії в атмосферу вуглекислого газу.

Відсутність достатніх обсягів власних коштів підприємств будіндустрії та доступу їх до позикових коштів з метою проведення ефективної інвестиційної політики. Пов'язано це з тим, що для інвестиційних проектів розвитку виробництва будматеріалів в більшості випадку характерні: висока капіталомісткість і тривалий період окупності (5-7 і більше років); високі екологічні ризики; високі інфраструктурні та сировинні ризики, пов'язані зі слабким розвитком інфраструктури.

Що стосується терміну повернення інвестицій - кожен, хто планує займатися бізнесом у сфері енергозбереження та альтернативної енергетики чітко повинен розуміти, що всі інвестиції цього сектора є довгостроковими.

Приблизний термін повернення інвестицій для малих проектів, тобто реконструкції об'єктів з метою зниження енерговитрат, становлять не менше 3 - 5 років. У секторі альтернативної енергетики вкладені кошти повернуться до інвестора не раніше 25 років. Є виняток - це використання відходів у процесі отримання теплової або електричної енергії, в цьому секторі інвестиції повертаються дещо швидше за 5 - 6 років.

На жаль, українські банки і фінансові фонди в більшості випадків не готові фінансувати проекти з такими термінами окупності і кредитувати довгострокові проекти - це істотно погіршує ситуацію у сфері розвитку в Україні альтернативної енергетики.

Неефективність існуючої нормативної правової бази для створення умов щодо використання у якості сировини техногенних відходів інших галузей економіки, а також відсутність ефективного механізму економічного

стимулювання утилізації паливовмісних відходів в якості додаткового палива в технологічних процесах, безумовно стримують цей напрямок.

Цілі технічного переоснащення підприємств будіндустрії енергозберігаючим обладнанням:

- Утилізація непридатного тепла і кінетичної енергії для подальшого використання в системі електропостачання підприємства;

- Впровадження економічно вигідних та екологічно чистих систем безперебійного електропостачання відповідальних об'єктів.

Відсутність єдиної концепції всього спектра нормативних документів у галузі енерго - і ресурсозбереження, а також енергоефективності. Найважливіша вимога до вітчизняної концепції та системи нормативних документів - науково гармонізація до світових стандартів та досягненнями. Проте, неприпустимо механічне переписування зарубіжних нормативних вимог, економічно доцільних для відповідних країн. Необхідно обов'язково враховувати наступні фактори:

- вітчизняний досвід розробки нормативних документів,
- особливості стану і розвитку вітчизняної виробничо - будівельної індустрії та економіки,
- кліматичні та географічні особливості.

Першочергові напрямки для розробки проектів нормативних документів:

- Енергетична ефективність будівель. Загальне споживання енергії та визначення рівнів енергоспоживання.

- Енергетична ефективність будівель. Розрахунок споживання енергії для опалення та охолодження.

- Системи опалення будівель. Метод розрахунку енергетичних характеристик і показників ефективності системи опалення.

- Енергетична оцінка будівель. Методи вираження енергетичних характеристик будівель і оцінки показників енергоспоживання будівель.

У висновку слід сказати, що важливе розуміння того, що енергоефективність будівель і споруд - це економічно доцільне енергозбереження, тобто показник, що характеризує оптимізацію вартості життєвого циклу, включаючи початкові витрати на його життєзабезпечення, на експлуатацію, у тому числі енергетичні ресурси, і на екологічні витрати. Термін служби будівлі нерідко складає 100 років і більше, і тому вартість його життєвого циклу повинна враховувати прогнози зміни енергетичних ресурсів та їх вартості.

Література

1. ДБН В.2.631:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 64 с.

2. ДСТУ Н Б А.2.25:2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 44 с.
3. EN ISO 13790:2008. Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling – Brussels: CEN, 2008. – 162с.
4. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні - К.: НДІБК, 2011. – 229 с.
5. ДСТУ Н Б В.1.127:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 124 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК СТИМУЛ ИННОВАЦИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ

Л. С. Иванова

Направление энерго - и ресурсосбережения в строительной отрасли является не просто модной тенденцией, а прямым следствием техногенного и антропогенного воздействия на экологическую ситуацию в мире, а также мощным стимулом инноваций на строительном рынке. В отечественной отрасли стройиндустрии есть ряд проблем, которые требуют неотлагательного решения для обеспечения развития энерго - и ресурсосберегающих тенденций.

POWER EFFICIENCY OF CONSTRUCTION INDUSTRY AS AN INCENTIVE TO INNOVATION ON THE MARKET OF CONSTRUCTION

Larysa Ivanova

Direction of energy and resources in the construction industry is not just a fashionable trend, but a direct consequence of technological and anthropogenic impacts on the ecological situation in the world, as well as a powerful stimulus of innovation in the construction market. In the domestic sector the construction industry has a number of problems that require urgent decision to ensure the development of energy and resource trends.

З ІСТОРІЇ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто основні типи опалювальних приладів і принципи їх роботи, специфіку декоративного оздоблення печей і камінів. Досліджено специфічні особливості печей і камінів фінського «національного романтизму».

Ключові слова: печі, каміни, «національний романтизм».

Постановка проблеми. Найбільш популярними опалювальними приладами, як водночас сприяли здійсненню вентиляції приміщень, були каміни і печі, причому каміни є опалювальними приладами з більш довгою історією, ніж власне печі, хоча протягом свого існування основні зміни в роботі каміна стосувались передусім технології його облаштування.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Протягом стильових змін в архітектурі і будівництві такі зміни зачепили і зовнішнє оздоблення та формотворення опалювальних приладів, причому поряд з функціональними печами виник і різновид суто декоративних, бутафорських опалювальних приладів без виконання функцій обігріву та вентиляції приміщень, на чому наголошують дослідники опалювальних приладів К. В. Ліхолат та А. І. Роденков [1, 2, 3].

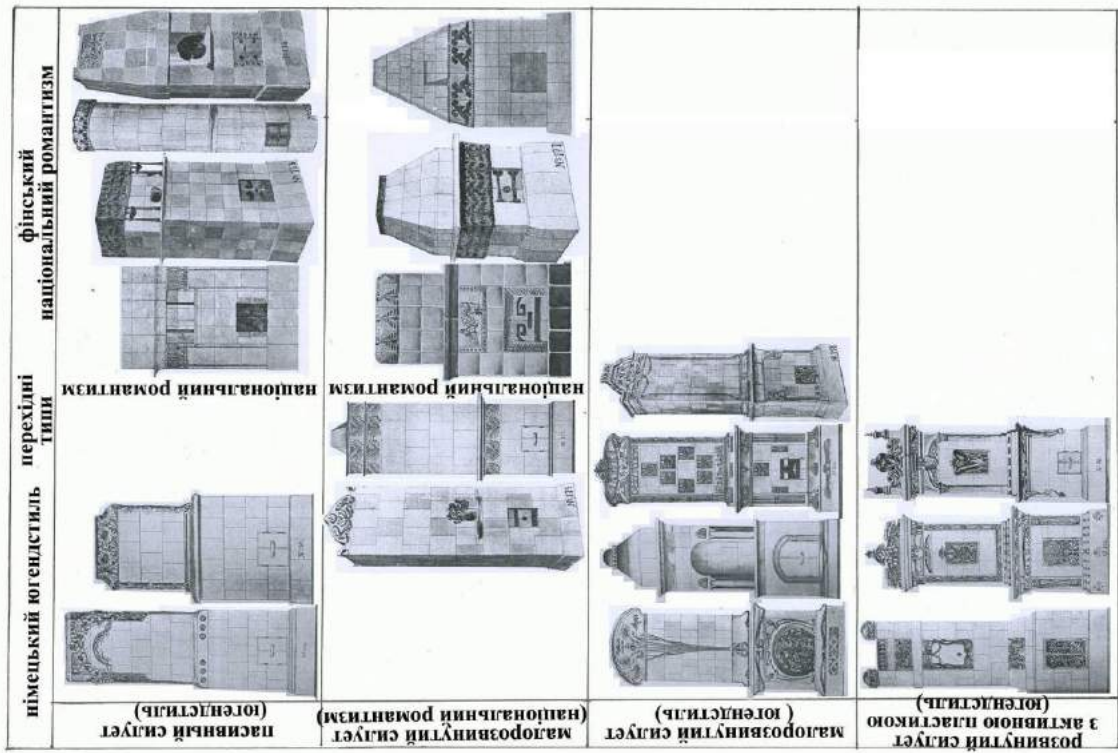
Основна частина. Ці дослідники виділили основний перелік опалювальних приладів, серед яких перчислимо насамперед власне **печі** як опалювальні прилади, принцип роботи яких базується на віддаванні тепла від спалюваного в закритому просторі палива, отриманого через оболонку, що обігривається зсередини, **банні печі**, інакше печі-кам'янки, які складаються з паливника і розташованої над ним кам'янки (відкритої чи закритої) та розпалюються дровами чи газом з парної чи передбанника, **духові печі**, **печі-каміни** (або камінні печі), в яких камін поєднаний спільним фундаментом з піччю і спільним димарем (їх особливістю в випадку окремих димоходів є можливість окремого розпалення - печі, каміну), металеві **печі – буржуйки**, поширені на початку ХХ століття, в яких металевими були і самі печі, і димарі, розраховані на швидкий обігрів приміщення, але на таке ж швидке осолонення печі в разі припинення опалення, власне **каміни**, принцип роботи яких побудований на обігріві повітря безпосередньо відкритим вогнем (лат. «камін» = «очаг») і досить складну багатoelementну структуру з паливником і димаря без димоходів, декоративно оздобленою топкою, завершеною камінною полицею, з камінним екраном перед нею (коефіцієнт ефективності роботи камінів становить 10-20 %)., вузькопрофільні стаціонарні і мобільні **кухонні печі** з плитою, духовкою та підігрівом води, викладені з вогнетривкої цегли, шамоту, чавуну чи сталі, як правило, обличковані кахлями. Менш поширеними в ХІХ-ХХ ст. були **лежанки** – верхні частини очага та **пекарні печі**, т.зв. **голандські печі**, розраховані на розпалення один раз на добу і повільну віддачу

тепла в приміщення. Печі отримали різноманітні форми в плані: найпоширенішою була прямокутна форма (прямокутні середстінні та кутові печі), кутова форма, діагональна форм, кругла чи багатокутна. Як правило, печі, камінні печі чи каміни влаштовувалися в товщі стіни і складалися з топки, отвору і димаря над ним, а також повітровода (продушини, продуха), приток якого регулювався заслонкою.

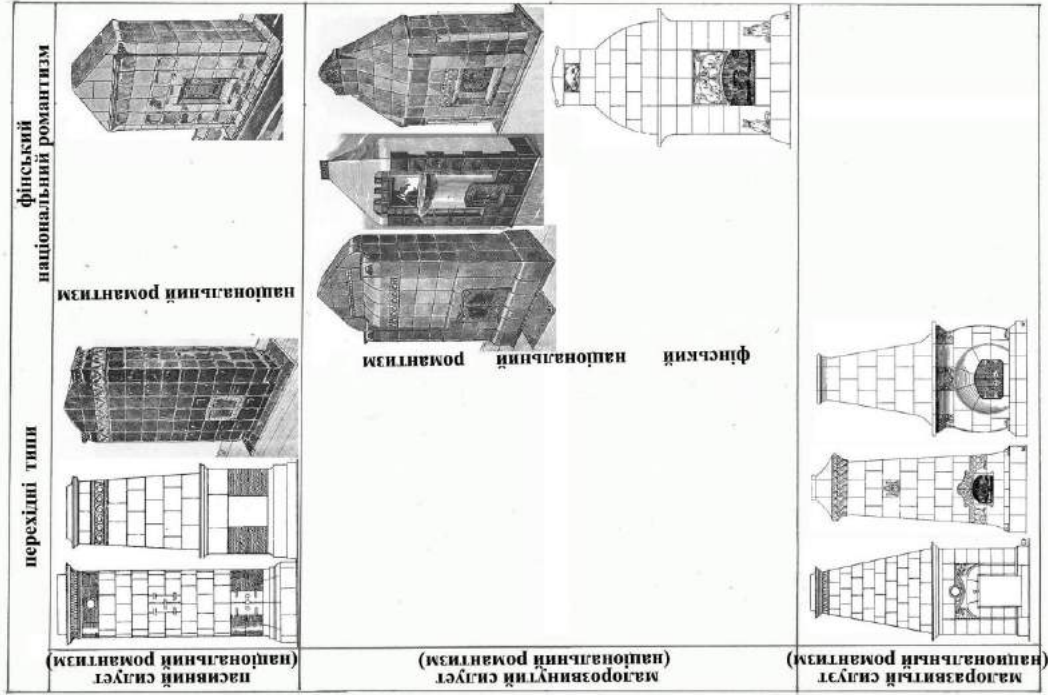
Крім суто функціонального призначення, опалювальні прилади мали також і декоративно-естетичне значення, часто перетворюючись несправжні витвори мистецтва. Лицьові поверхні печей, камінних печей та камінів обличковувались природним каменем, отиньковувались, прикрашались кахлями різних типів, ліпними прикрасами, рідше – обличковувались деревом або одразу кількома видами згаданих матеріалів. Окрему групу становили металеві печі. До речі, змінювалось не лише зовнішнє оздоблення і форма печей та камінних печей, а й зміни відбувались і в їх роботі, зокрема варіювалась і форма димаря у розтині (квадратна, прямокутна, овальна, кругла), різноманітними були негорючі матеріали для виготовлення димарі (цегла, сталь, кераміка).

Цікавими для розгляду є печі так званого «фінського національного романтизму» - «північного модерну», які принципово відрізняються від форм і оздоблення традиційних печей своєю формою, пропорціями та декоративним оздобленням (мал. 1, 2, 3). Розквіт цих печей припадає на 1901-1905 роки, хоча вони випускалися на фінських заводах «Або», «Арабіа», Андстена та на Гресвікенському заводі до 1917 року [3]. На жаль, в Україні печі національного романтизму пінних країн відомі мало, тоді як ці опалювальні прилади залишають багато загадок для дослідників, адже досі не було проведено досліджень, чим пов'язана така кардинальна зміна форми і як це позначилось

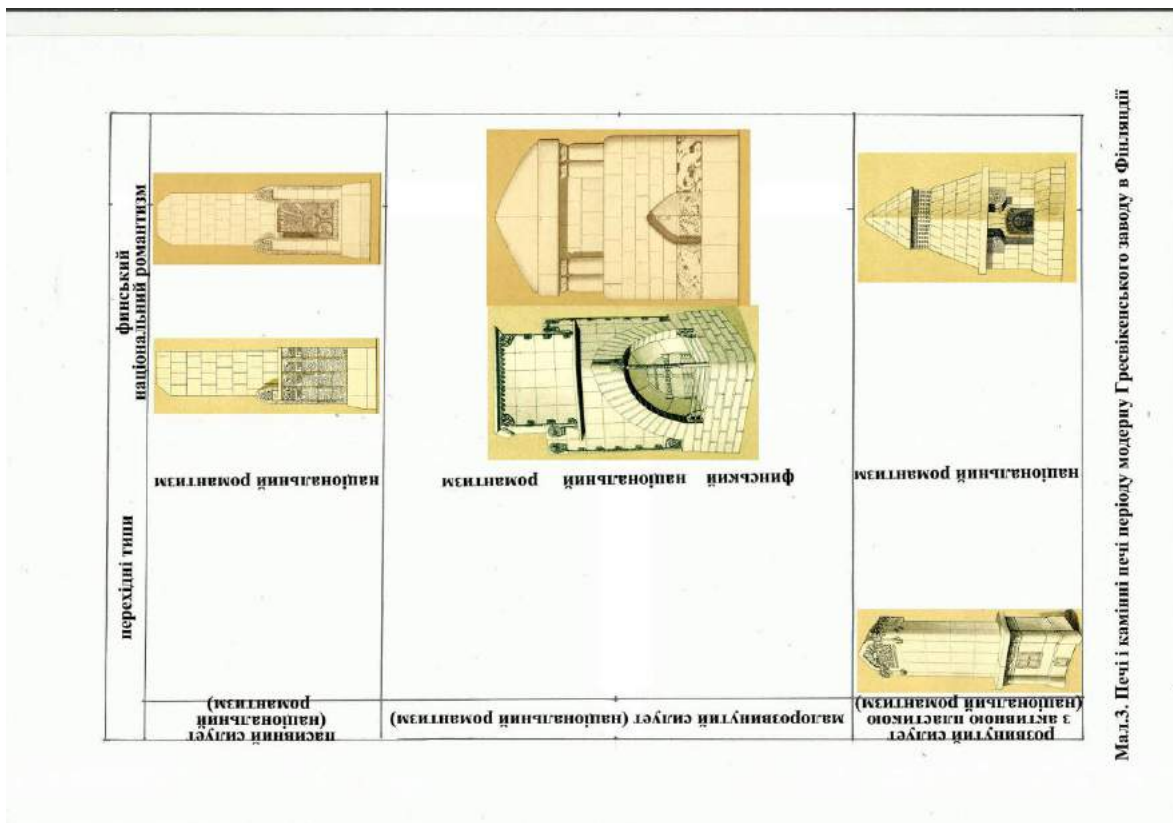
ішнього влаштування печей і камінних печей «національного романтизму». Саме в національному романтизмі з'явилися нетипові трапеційні, ступінчасті, стилізовані під народну піч печі, печі-«обеліски», прямокутні печі змінених пропорцій, з зовнішнім оздобленням з грубого сірого карельського граніту, цементним тинькуванням і характерним скульптурним рельєфом у вигляді хвої з шишками, ведмедів, змій, сов, філінів, сонця. Дослідникам опалювальних приладів доби «національного романтизму»-«північного модерну» варто замислитись, що було первинним, а що вторинним: чи форма справила вплив на принцип роботи печей, чи навпаки зміни в конструкції печей вплинули на зовнішні зміни, чи все залежало виключно від смаків архітектора (мал. 1, 2, 3).



Мал.1. Печі і каміні печі стилю модерн заводу "Або" в Фінляндії (1906)



Мал.2. Печі і каміні печі стилю модерн заводу "Арабіа" в Фінляндії (1914)



Література

1. Лихолат К. В., Роденков А. И. Керамическая мастерская Леопольда Бонафедде. – СПб: 2012. – 107 с.
2. Лихолат К. В., Роденков А. И. В творческой мастерской П. К. Ваулина. – СПб: Коло, 2013. – 144 с.
3. Роденков А. И. Лихолат К. В. Изразцовые печи Выборга. – СПб: Коло, 2013. – 160 с.

ИЗ ИСТОРИИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Ю. В. Ивашко

В статье рассмотрены основные типы отопительных приборов и принципы их работы, специфику декоративного оформления печей и каминов. Исследованы специфические особенности печей и каминов финского «национального романтизма».

Ключевые слова: печи, камины, «национальный романтизм».

FROM THE HISTORY OF HEATING DEVICES

Yu. Ivashko

In the text were analyzed the main types of heating devices and principles of their working, specific of decoration of stoves and mantels. Were created the specific features of stoves and mantels of Finnish “national romantizm”.

Key words: stoves, mantels “national romantizm”.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС ЗА КОНКУРСНОЮ ПРОГРАМОЮ «ARCHITECTURE AT ZERO 2013»

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті викладені проблема, концепція та результати конкурсного проектування енергоефективного житлового комплексу за умовами конкурсу «Architecture at Zero 2013».

Архітектурна форма як частина штучно утвореного середовища є наслідком дії складного комплексу формоутворюючих факторів. Як правило при створенні та аналізі архітектурної форми в першу чергу розглядається її залежність від функції об'єкту - утилітарної, естетичної, економічної.

Специфіка створення архітектурних об'єктів проявляється в особливості їх формоутворення на основі збалансованого урахування ряду основних чинників: природно-кліматичних, екологічних, містобудівних, архітектурно-планувальних, функціональних, конструктивних, інженерно-технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних, художньо-композиційних та естетичних, спрямованих на досягнення:

- відповідності оточуючому довкіллю;
- функціональної доцільності;
- мінімізації використання ресурсів;
- довговічності, експлуатаційної ефективності;
- естетичної довершеності.

Ефективність та конкурентоспроможність діяльності в архітектурній сфері полягає у володінні архітекторами методами проектування, як загальними традиційними, так і інноваційними. Серед можливих методів проектування енергоефективних архітектурних об'єктів конкурсне проектування відрізняється інноваційністю результату, досягнутого в пошуковому, варіантному проектуванні [1, 2, 3]. При створенні об'єкту архітектури особливе місце займають методи, що дозволяють вирішувати мультидисциплінарні задачі архітектурних конкурсів [4]. Такий метод є актуальним як для професійної практики так і для архітектурної освіти.

Проблемним полем для проведення архітектурних конкурсів можуть стати такі актуальні теоретичні та практичні проблеми екологічної та енергоефективної архітектури:

- проектування і будівництво в екстремальних природних умовах;
- проектування і будівництво в історичному середовищі;
- проектування і будівництво в складній містобудівній ситуації (щільна забудова, реновація промислових територій в містах);

- проектування об'єктів з концептуально заданими якостями (мінімальне житло, мобільна архітектура та ін.);
- проектування для специфічної групи користувачів (діти, люди похилого віку), наприклад, створення безбар'єрного архітектурного середовища – задачі «універсального дизайну»;
- застосування певних конструкцій і матеріалів, інженерного обладнання;
- створення нової типології будівель, мультифункціональних комплексів;
- вирішення проблеми формоутворення (з модульних елементів, просторових структур);
- нові методи проектування, моделювання, розрахунку
- нова естетика
- генерація футуристичних ідей в архітектурній теорії та практиці.

Конкурс «Architecture at Zero 2013» був започаткований Pacific Gas and Electric Company (PG&E) та Американським інститутом архітектури Сан-Франциско (AIASF) за участі Tenderloin Neighborhood Development Corporation (TNDC) [5]. Цей міжнародний конкурс є щорічним, відкритим для студентів та професіоналів - містобудівників, архітекторів та інженерів, з метою створення енергоефективних об'єктів.

До складу журі конкурсу 2013 року увійшли відомі архітектори, інженери, журналісти, фахівці з екологічної та енергоефективної архітектури: голова журі - Б. Беркбайл (B. Berkebile) – визначний теоретик сталого розвитку, соціальних, економічних, середовищних аспектів екологічної архітектури; Е. Мазрія (E. Mazria) – відомий архітектор, дослідник, автор концепції «The 2030 Challenge» щодо радикального зменшення енерговитрат та викидів двоокису вуглецю; К. МакГейган (C. McGuigan) – головний редактор журналів Architectural Record та GreenSource, який присвячений сталому дизайну; П. Торселліні (P. Torcellini) – головний інженер Національної лабораторії відновлювальної енергетики (NREL); П. Таггарт (P. Taggart) - директор архітектурного бюро Taggart Architects, що спеціалізується у екологічній архітектурі.

Конкурсне завдання передбачало створення нового житлового комплексу, що включає біля 150 житлових одиниць соціального та комерційного житла, соціальну інфраструктуру, магазини, зону для спілкування та відпочинку тощо. Метою проекту є наближення до будинку нульового балансу - «zero net energy building» (ZNE). Енергоефективність будівлі має бути досягнута архітектурними та інженерними засобами. Також передбачено вимогами конкурсу є використання принаймні одного з видів альтернативних джерел енергії.

Вихідними умовами проектування є ділянка, яка зараз використовується в якості паркінгу, а за планом зонінгу вона призначена під житлову забудову в центрі Сан-Франциско на куті вулиць Тейлор-стріт та Едді-стріт в безпосередній близькості від парку Boeddeker. Оточуюча забудова відноситься до різних історичних періодів, представлена щільною забудовою житловими та

комерційними будівлями переважно середньої та малої поверховості з включенням окремих висотних будівель. Кліматичні умови району будівництва характеризуються помірними умовами, вологою зимою та сухим літом.

Архітектурна концепція запропонованого авторами конкурсного проекту «4 Hills» поєднує вирішення задач гармонізації архітектурного середовища, створення комфортного житлового середовища, демонструє наближення до будинку нульового енергетичного балансу (ZNE) для мультифункціональних житлових будинків з громадським простором - зонами відпочинку, стоянками для велосипедів, внутрішнім подвір'ям та магазином на першому поверсі.

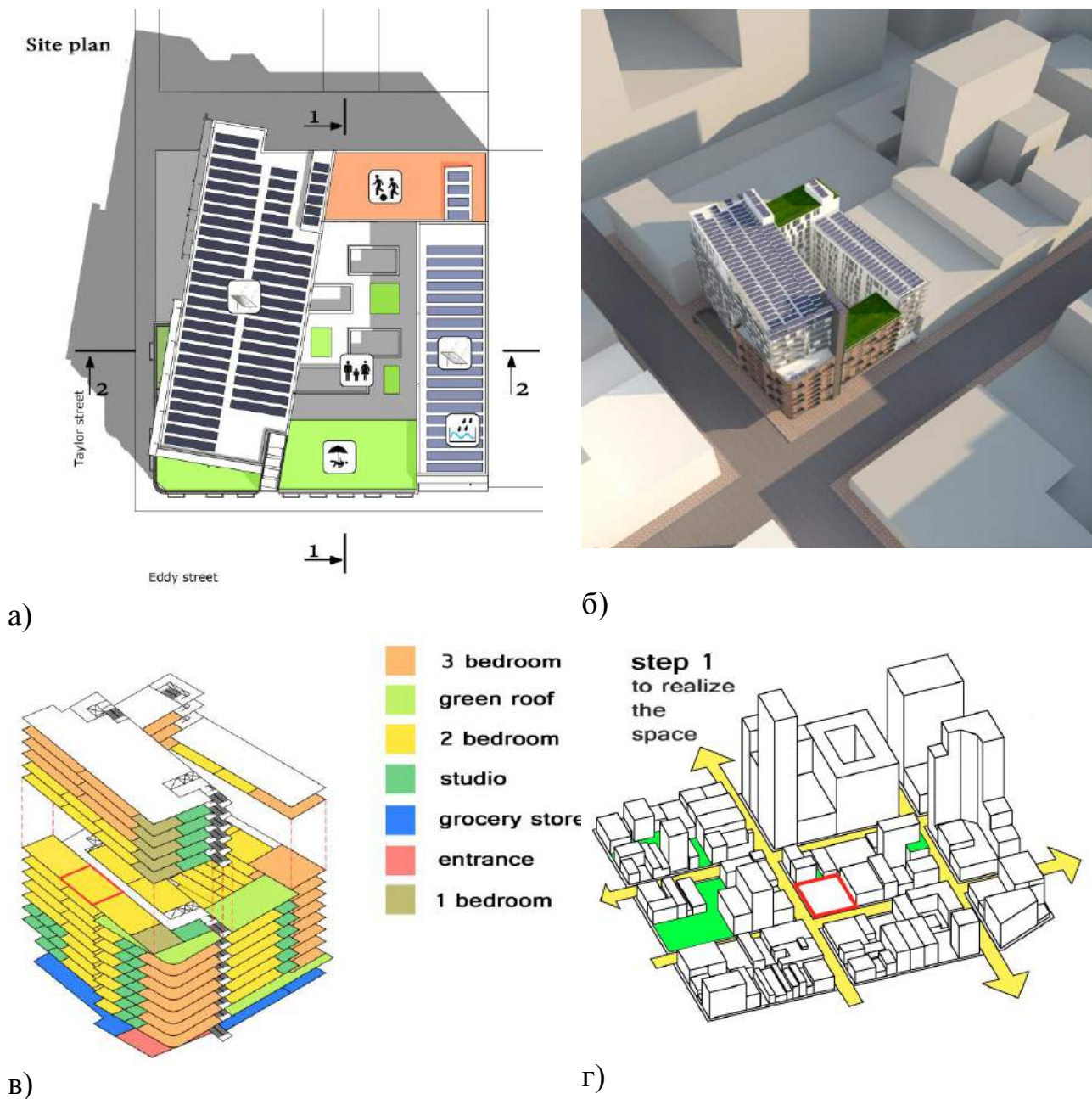


Рис. 1. Загальна концепція енергоефективного житлового комплексу:
 а) ситуаційний план;
 б) загальне об'ємно-просторове рішення;
 в) функціональна програма житлового комплексу;
 г) аналіз містобудівної ситуації.

Загальна структура будівлі сформована відповідно до функціональних вимог – організація житлового та громадського простору з застосуванням комплексного підходу до інтеграції об'єктів з різними енергетичними потребами та режимами експлуатації в єдиному комплексі, як то: житла та торговельного закладу; використання альтернативних джерел енергії, в першу чергу, сонячної. Також загальні параметри основних блоків відповідають локальним нормативним обмеженням щодо висоти та площі фасадів будівель при периметральній забудові, що зумовило ступінчасту структуру будівлі (рис. 1, 3).

В проекті акцентовано стилістично різне вирішення фасадів для гармонізації різнопланової оточуючої забудови, підкреслено зв'язок сучасних та історичних традиційних архітектурних прийомів, характерних для Сан-Франциско (рис. 2).

Запроектований комплекс включає 146 житлових одиниць на 2 – 14 поверхах (34 – квартири – студіо, 10 - двокімнатних квартири (одна спальна кімната), 74 трикімнатних квартир (2 спальних кімнати), 28 чотирикімнатних квартири (3 спальних кімнати). Житлові блоки мають коридорну та галерейну структуру.

Внутрішнє подвір'я, що сформоване чотирма житловими блоками, розташоване на другому рівні над торговельним залом магазину. Це подвір'я призначене для відпочинку мешканців, зустрічей та проведення свят. По периметру подвір'я розташовані приміщення спільного використання – клубні приміщення для спілкування, спільна кухня, приміщення побутового обслуговування, зокрема, пральня. В архітектурно-ландшафтне вирішення внутрішнього двору включено зенітні ліхтарі магазину, розташованого на першому поверсі. Максимальне використання природного освітлення також є частиною концепції економії енергетичних ресурсів. Зважаючи на кліматичні умови, внутрішньо – квартальний простір захищено від сезонних холодних вітрів, а також передбачена можливість його аерації в жаркий період року. Створений для цього розрив в фасадній структурі сприяє також візуальному зв'язку з навколишнім оточенням.

Експлуатовані дахи використовуються як майданчики відпочинку та ігрові майданчики, також як технічні – для розташування сонячних колекторів та збору дощової води. Озеленення дахів сприяє покращенню мікроклімату ділянки та дозволяє «компенсувати» площу забудови відновленням зеленого покриву.

Проект «4 Hills» досягає ефективності завдяки компактній формі будівлі, отриманню сонячного опромінювання в зимовий період та передбаченню сонцезахисту на літній період, використанню систем фотоелектричних та сонячних теплових колекторів. В проекті запропоновано застосування гібридної вентиляційної системи з використанням рекуперації, ґрунтового теплообмінника, крім того, кожна квартира забезпечена наскрізним провітрюванням. Також проектом передбачено збір дощової води для технічних потреб (рис. 4, 5).



Рис. 2. Загальний вигляд житлового комплексу

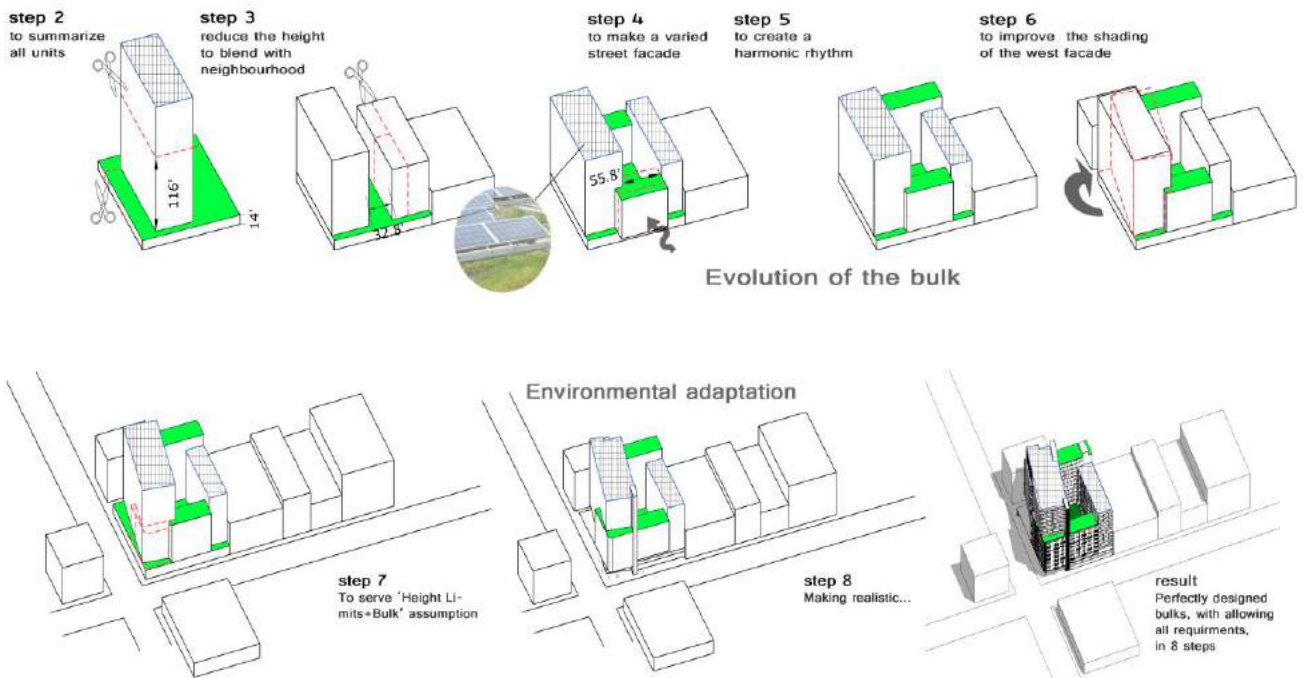
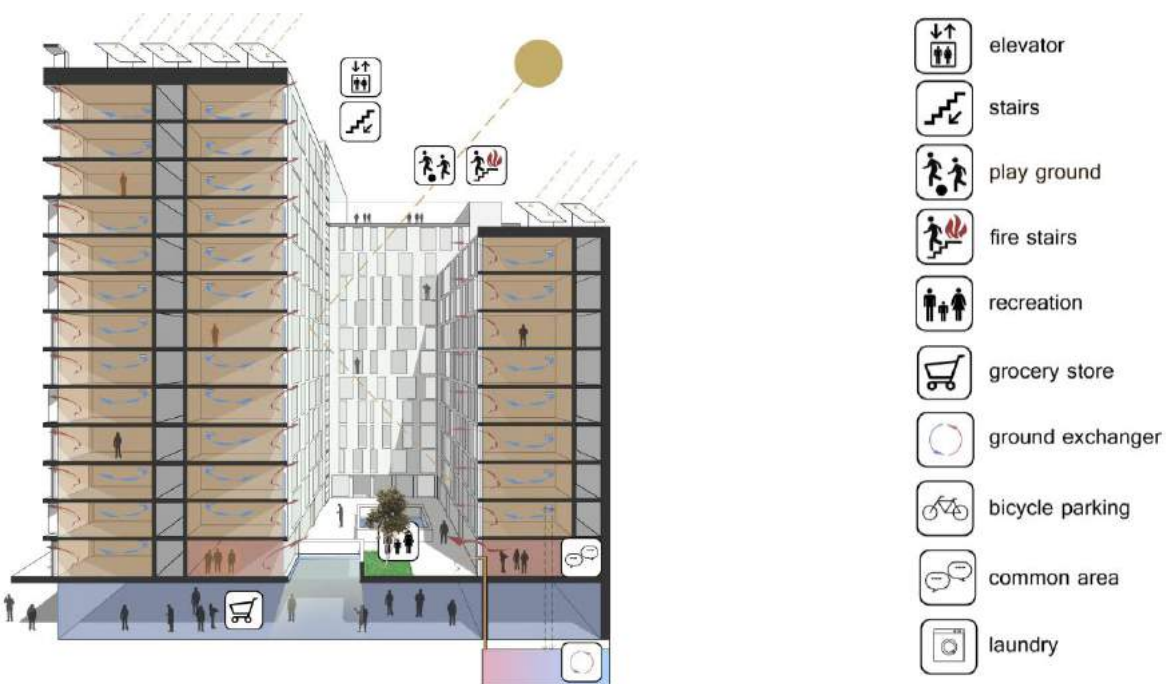


Рис. 3. Етапи формування об'ємно – просторового рішення



Рис. 4. Розріз 1-1



б)

Рис. 5. Розріз 2-2

Таким чином, в представленому конкурсному проекті авторами виконані основні поставлені задачі - створення комфортного житлового простору, розробка енергоефективного будинку, передбачено гнучке динамічне використання природних ресурсів та водночас продемонстровано можливості ефективних технологій використання сонячної енергії.

Література

1. Кащенко Т.О. Реалізація мультидисциплінарного підходу при проектуванні енергоефективних будівель/ Т.О. Кащенко. - Науково – технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». – К.: КНУБА, 2013. - Вип.5. – 52-56 с.
2. Кащенко Т.О. Інноваційність енергоефективності в архітектурі і містобудуванні / Т.О. Кащенко. - Досвід та перспективи розвитку міст України. Теорія і практика прийняття містобудівних рішень: збірник наукових праць — К.: ДП УДНДПМ ім. Ю.Білокозя «ДІПРОМІСТО», 2012.– Вип. 22.- с. 201-206.
3. Кащенко Т.О. Конструктивно - технологічні аспекти формоутворення енергоефективних архітектурних об'єктів/ Т.О. Кащенко. - Збірник наукових доповідей «Сухе будівництво: товарознавчі аспекти розвитку галузі» -К.:КНУБА, 2012. – Вип. 2. — 27 – 28 с.
4. Kashchenko T. Workshop as a creative method in achivment of sustainable architecture goals.- Dall'ex tempore al workshop. Saperienze di ricerca e progetto. – Roma, Gangemi editore, 2012- 82-86.
5. Режим доступу <http://architectureatzero.com>.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНИЙ ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС ПО КОНКУРСНОЙ ПРОГРАММЕ «ARCHITECTURE AT ZERO 2013»

Т.А. Кащенко, В.Э. Асланян, Д.А. Казаков, В.А. Уваров

, выполненного по условиям конкурса Architecture at Zero 2013. Представлены основные архитектурно-планировочные и технические проектные решения.

ENERGYEFFICIENT DWELLING COMPLEX ACCORDING COMPETITION PROGRAM «ARCHITECTURE AT ZERO 2013»

A. Kashchenko, V.E. Aslanian, D. O. Kazakov, V.O. Uvarov

In the article it is described problem, concept and results of competition design of energyefficient dwelling complex according competition program «Architecture at zero 2013». It is presented basic architectural – planning and technical project solutions.

МЕТОДЫ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

В статье рассматриваются структурные и геометрические аспекты оптимизации теплоизоляционных материалов. В качестве модельного структурного элемента материала рассматривается ячейка из теплоизолирующих частиц, в промежутках между которыми находятся частицы вяжущего. Структура из таких ячеек устойчива к разрушению и характеризуется низкой теплопроводностью. Между размерами частиц вяжущего и теплоизолирующего заполнителя в рассматриваемых структурах должны выполняться соотношения, согласующиеся с кристаллографическими правилами Магнуса - Гольдшмидта. На основании результатов гранулометрических измерений оказывается возможным подобрать структурно-согласованные и несогласованные пары заполнитель-заполнитель и заполнитель - вяжущее и тем самым осуществить один из методов структурно-геометрической оптимизации материала.

Постановка проблемы. Актуальной задачей строительной отрасли является разработка и внедрение энергоэффективных строительных материалов и изделий с улучшенными теплоизоляционными характеристиками.

Свойства теплоизоляционных композитов формируются исходными компонентами. Свойства последних, в свою очередь, упрощенно можно разделить на химические, связанные со структурой и составом их молекул, и структурные, связанные с гранулометрическим составом, формой и характером поверхности частиц твердых компонентов.

Основная часть. В настоящей работе рассматриваются пути оптимизации материала за счет изменения геометрических характеристик частиц компонентов и характера их взаимосвязи в материале. Оптимизация свойств этого вида далее называется структурной. Она может быть осуществлена несколькими методами, наиболее перспективным из которых с экономической и технологической точки зрения является формирование оптимального гранулометрического состава компонентов.

Рассмотрим модель теплоизоляционного материала в виде упаковки однородных по размеру частиц, близкой к плотнейшей. Такое упрощение носит модельный характер и оправдано для сравнительно крупных частиц теплоизоляционного заполнителя, характеризующихся мономодальным распределением и формой, близкой к сферической. Промежутки между частицами заполнителя (полости) заполнены теплопроводящим вяжущим материалом.

Для уменьшения теплопроводности необходимо «прервать» часть теплопроводящих путей рассматриваемого вида и внести в рассматриваемую упаковку сферические частицы теплоизолятора, вмещающиеся в промежуточные полости.

Следует отметить, что большая часть доступных теплоизолирующих заполнителей с широким гранулометрическим распределением (полидисперсный материал) в связи с рассматриваемым критерием являются «самозаполняющимися». Таковы, например, распределения частиц по размерам для микросфер и известняка, полученные с помощью методов обработки микроскопических изображений (рис. 1).

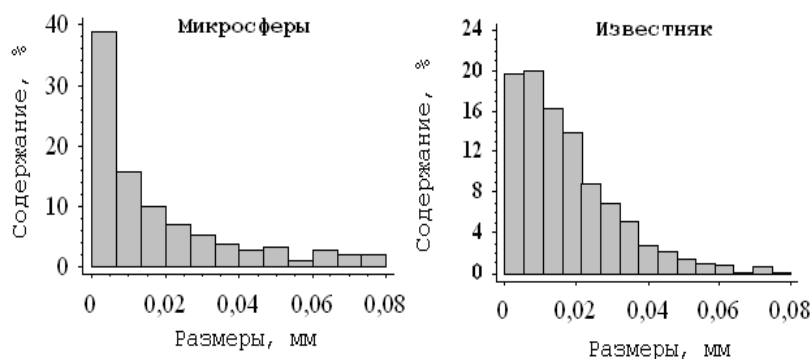


Рис.1. Гранулометрические характеристики полидисперсных материалов

При добавлении материала с меньшим размером частиц будет наблюдаться эффект заполнения свободного объема. Это хорошо видно в результатах исследования неаддитивности объемов таких порошкообразных материалов, как гипс и метаксаолин (рис. 2).

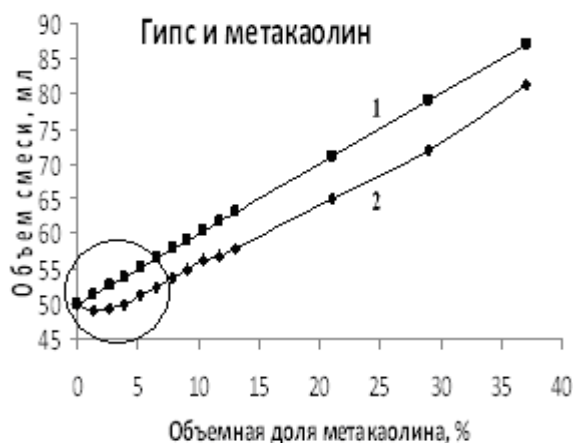


Рис. 2. Результаты исследования неаддитивности объемов смесей материалов (в круге – отображение эффекта заполнения объема)

Другой подход к оптимизации гранулометрического состава композита тесно связан с кристаллографией и основан на правилах Магнуса-Гольдшмидта и на теории координационных полиэдров Полинга [2]. В науках о кристаллах они указывали устойчивые формы координации в ионных кристаллах в зависимости от соотношения радиусов катионов и анионов. Основная часть

соответствующих правил носит чисто геометрический характер, она может быть перенесена на более крупные частицы теплоизолирующих заполнителей и вяжущего. Они также относятся к сферическим моделям частиц. В таблице 1 приведены типы основных координационных полиэдров и соответствующие им отношения радиусов частиц. В первом столбце рассматривается случай, когда частицы А–меньшие, вокруг них и происходит координация частиц В, во втором частицы А – большие, они координируются вокруг В.

Таблица 1

Типы основных координационных полиэдров и соответствующие им отношения радиусов частиц

R(A)/R(B)	R(A)/R(B)	Координационное число	Форма окружения
0-0,15	6,45-∞	2	Гантель
0,15-0,22	4,45-6,45	3	Треугольник
0,22-0,41	2,41-4,45	4	Тетраэдр
0,41-0,73	1,37-2,41	6	Октаэдр
0,73-1,00	1-1,37	8	Куб
1	1	12	Кубооктаэдр (12 вершин)

На рис. 3. изображены формы полиэдров и схемы координации с соответствующими координационными числами

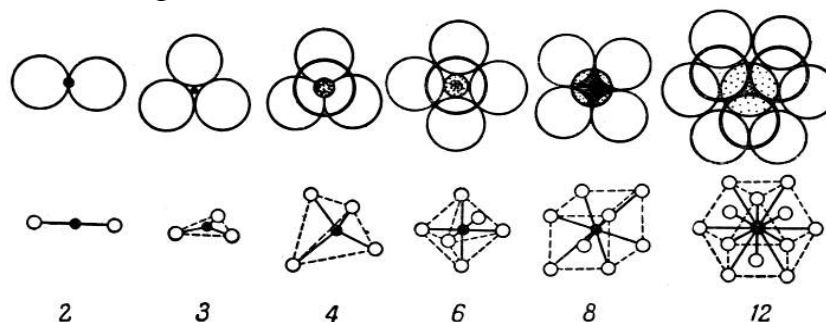


Рис.3. Схемы формирования координационных полиэдров

Оптимизация структуры материала путем подбора гранулометрического распределения компонентов с применением рассмотренных принципов может быть проведена следующим образом. Необходимо стабилизировать полиэдры, образованные частицами вяжущего как центрами координации [4], и дестабилизировать полиэдры, образованные только частицами заполнителей со слабой способностью к взаимной адгезии (так как последние снижают прочность материала).

Таким образом, большая доля частиц вяжущего и наполнителя должна удовлетворять гармоническим соотношениям таблицы 1. Если материалы не уплотнены, часто образуется локально-тетраэдрическая упаковка, образованная несколькими деформированными тетраэдрами [3]. Если в этом случае радиус большинства частиц заполнителя будет r , то радиус большинства частиц вяжущего должен принадлежать интервалу $0,22 r - 0,41 r$, причем оптимальная структура образуется при $\approx 0,3 r$.

Рассмотрим пример – вяжущий материал гипс Г-5 и добавку, положительно влияющую на прочностные характеристики – метакаолин. Из распределений, полученных с помощью компьютерной микроскопии (рис. 4), видно, что частицы гипса в целом крупнее. Средний размер частиц гипса – 0,012 мм, метакаолина – 0,004 мм. Исходя из рассмотренных данных и табл.1, можно сделать вывод о согласовании распределений, при этом в смеси этих двух материалов частицы гипса будут группироваться вокруг частиц метакаолина с наиболее вероятным образованием тетраэдра.

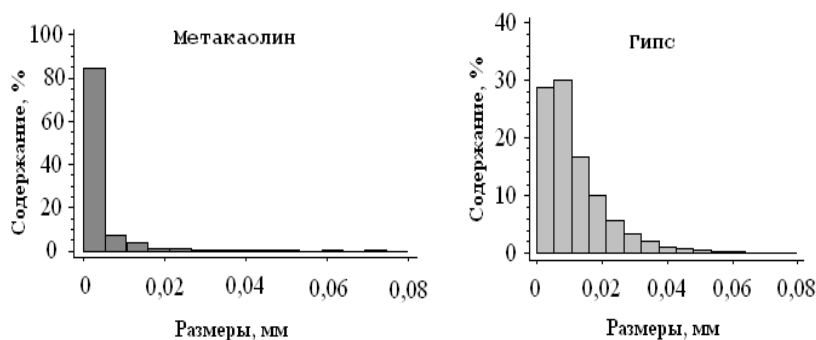


Рис. 4. Распределение частиц материалов, согласованных по гранулометрии

В то же время смесь гипса и известняка (рис. 4 и рис. 2) будет характеризоваться отсутствием структурной селективности – характер распределения частиц здесь во многом подобный.

Путь дестабилизации полиэдров, образование которых отрицательно сказывается на свойствах материала, уменьшение вероятности их образования и, соответственно, доли участвующих в их формировании частиц, также возможно реализовать с помощью управления гранулометрией. Так, два теплоизоляционных наполнителя не должны иметь гармонирующих максимумов (табл.1) в гистограммах распределения. Так, если частицы одного заполнителя характеризуются радиусом r , то частиц другого заполнителя с радиусом $\approx 0,3 r$ должно быть незначительное количество.

При рассмотрении проблем структурной оптимизации необходимо отметить следующее. Поверхность частиц разных компонентов композита имеет различные свойства, определяемые как химическим составом, так и структурой. В условии смешивания в сухом состоянии или в составе вяжущего теста на поверхности частиц в результате действия разных причин (электризация, пьезоэффект, образование двойных электрических слоев) образуются электрические заряды. Электростатическое взаимодействие и силы адгезии будут играть формирующую роль в образовании полиэдров наряду с геометрическими факторами. Это, в частности, можно использовать для снятия проблемы отсутствия селективности для частиц сходных размеров.

Тем не менее, геометрические факторы взаимодействия и группировки частиц, как в вяжущем материале, так и в сухих смесях, являются одними из наиболее существенных, а структурно-геометрическая оптимизация – наиболее применимой для решения проблем материаловедения и энергосберегающих технологий.

Литература

1. А. Уэллс «Структурная неорганическая химия», М.: «Мир», 1987, т.1, 407с.
2. И. Костов «Кристаллография», М.: «Мир», 1965, 528 с.
3. А. Е. Терентьев. О пространственном распределении пор в газобетоне / А. Е. Терентьев, Г. Я. Куннос // В сб. «Технологическая механика бетона», Рига, Рижский политехн. инст., 1982, с. 143-161.
4. В. Я. Керш. Оптимизация структуры и свойств теплоизоляционных композитов на основе их дискретных моделей / В. Я. Керш, А.В. Колесников, А.В. Фощ // Вісник ОДАБА, № 51, 2013. – С. 117-123.

МЕТОДИ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ КОМПОЗИТІВ

В. Я. Керш, А. В. Колесников, Д. В. Керш

У статті розглядаються структурні та геометричні аспекти оптимізації теплоізоляційних матеріалів. В якості модельного структурного елементу матеріалу розглядається комірка з теплоізолюючих частинок, в проміжках між якими знаходяться частинки в'язучого. Структура з таких комірок стійка до руйнування і характеризується низькою теплопровідністю. Між розмірами частинок в'язучого та теплоізолюючого заповнювача в розглянутих структурах повинні виконуватися співвідношення, які узгоджуються з кристаллографічними правилами Магнуса-Гольдшмідта. На підставі результатів гранулометричних вимірювань виявляється можливим підібрати структурно-узгоджені і неузгоджені пари заповнювач-заповнювач і заповнювач-в'язучий і тим самим здійснити один з методів структурно-геометричної оптимізації матеріалу.

METHODS OF STRUCTURAL OPTIMIZATION OF THERMAL INSULATION COMPOSITES

V. Kersh, A. Kolesnikov, D. Kersh

The structural and geometrical aspects of optimization of thermal insulation materials in the article are risen. As a model of the structural element of material is considered the cell which consists of insulating particles, coordinated around particles of binder. The structure of such cells are resistant to fracture and has a low thermal conductivity. The ratio between particle size of the binder and heat-insulating filler in these structures must be performed by consistent with the crystallographic rules Magnus-Goldschmidt. On the basis of grain size measurements it is possible to pick up a structurally consistent and inconsistent pairs filler-filler and filler-binder and thereby implement one of the methods of structural and geometric optimization of the material.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

В статті висвітлена методологія використання методів чисельного моделювання взаємодії потоків рідини з елементами перетворювачів витрати на базі обчислювальної гідродинаміки CFD (Computational Fluid Dynamics). Наведені результати дослідження витратоміра рідини вихорового типу з використанням програмного пакету ANSYS Workbench.

Постановка проблеми. Дефіцит енергетичних ресурсів породжує проблему раціонального використання шляхом точного і надійного їх обліку застосовуючи вимірювальні перетворювачі витрати (ВПВ) рідин та газів.

Враховуючи вимоги сьогодення до ВПВ паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та води: надійність та повторюваність результатів вимірювання, лінійність шкали, великий діапазон вимірювання та швидкодія приладу, для створення сучасних приладів необхідно визначити раціональні значення параметрів конструкції, особливо оптимальну геометрію чутливих елементів (ЧЕ), за умови мінімізації похибки вимірювань та впливу на вимірюване середовище. Це в значній мірі пов'язане з вдосконаленням просторової форми ЧЕ ВПВ і вимагає застосування нових методів та підходів до досліджень конфігурації елементів приладів і їх будови[1].

Постановка задачі. На сьогоднішній день в наукових дослідженнях особливої популярності набули методи чисельного моделювання гідродинамічних процесів на базі обчислювальної гідродинаміки CFD (Computational Fluid Dynamics).

Застосування CFD-технологій при створенні приладів дозволяє значно скоротити час попередньої підготовки при проектуванні; моделювати умови та режими течії, які складно відтворити при стендових випробуваннях на моделях; отримати більш широку і детальну інформацію про особливості взаємодії вимірюваного середовища з елементами конструкції; підвищити ефективність досліджень, які на базі обчислювальної гідродинаміки значно вища за напівнатурні випробування.

Крім того, в багатьох випадках отримання інформації з використанням обчислювальної гідродинаміки є чи не єдиною можливим для виявлення ефектів впливу потоку вимірюваного середовища і ВПВ на метрологічні характеристики[2].

На сьогодні, існує велика кількість програмних комплексів для дослідження потоків вимірюваного середовища та їх взаємодії з елементами конструкції приладу. Аналіз сучасних методів обчислювальної гідродинаміки

показує, що одним з найбільш прогресивних програмних пакетів для дослідження потоку ПЕР та води є ANSYS Workbench.

Основні можливості програмного комплексу Ansys Workbench.

Центральним об'єктом при роботі в ANSYS Workbench є проект, під яким розуміється сукупність геометричних моделей трубопроводу та ЧЕ ВПВ і фізичних моделей вимірюваного середовища, а також результатів чисельного моделювання. Проект може складатися з одного або декількох блоків, що реалізують окремі види та етапи гідродинамічного аналізу взаємодії ВПВ з потоком рідини. У свою чергу, блок складається з елементів - структурних частин блоку, що відповідають за певний етап аналізу. Можна виділити наступні етапи проведення гідродинамічного аналізу: розробка моделі ВПВ; встановлення параметрів моделювання і отримання результатів; обробка результатів.

При *розробці моделі* здійснюється підготовка геометричної моделі ВПВ, задаються матеріал приладу і тип вимірюваного середовища та їх властивості, відбувається генерація елементної сітки, визначаються фізичні умови моделювання. Результат етапу - модель, підготовлена для чисельного розв'язку. На етапі, *встановлення параметрів моделювання і отримання результатів*, задаються необхідні параметри моделювання, що забезпечують збіжність ітераційного процесу, і запускається модель для отримання результатів. Кінцевим результатом етапу є чисельний розв'язок, отриманий із заданою точністю. Отриманий чисельний розв'язок задачі на етапі *обробки результатів* використовується для візуалізації розподілу необхідних фізичних величин (тиску, швидкості, температур та ін.) Результатом етапу є набір графіків, анімацій, масивів значень, що представляють необхідні результати вирішення завдання [3].

Моделювання вимірювальних перетворювачів витрати з використанням програмного комплексу Ansys Workbench. На сьогодні, важливим є питання раціонального вибору перетворювачів витрати ПЕР та води. Велика кількість вимог, що висуваються до сучасних приладів, а також області їх застосування зумовили появу різних методів вимірювання витрати та кількості.

Широкого використання для комерційного обліку споживання ПЕР в різних галузях господарства набули ВПВ вихорового типу завдяки високим метрологічним та експлуатаційним характеристикам. Одним з найпоширеніших класів вихорових ВПВ є прилади з тілами обтікання (ТО).

Використовуючи вихорові вимірювальні перетворювачі для обліку енергоресурсів важливим є характер взаємодії середовища з ТО, і як наслідок, утворення вихорів, по частоті яких здійснюється визначення швидкості потоку і, відповідно, витрати. На характер такої взаємодії впливають геометричні параметри та форма ТО.

У сучасних конструкціях вихорових ВПВ найбільшого поширення набули ТО наступних геометричних форм: циліндр, трикутна і трапецоїдна призма та паралелепіпед[4].

Використовуючи можливості програмного комплексу Ansys Workbench можна досліджувати ВПВ з ТО різних конфігурацій шляхом оптимізації їх геометричних параметрів за визначеними критеріями. Вихідними даними для проектування витратомірів є: умовний діаметр вимірювальної камери, значення швидкості потоку рідини на ділянці вихроутворення, витрата і точність.

Для дослідження потоку рідини у вікні інструментів *Toolbox* основного вікна програми обираємо вид інженерного аналізу *Fluid Flow*, після чого програма вставляє в схему проекту відповідний блок, який містить усі необхідні етапи виконання аналізу (рис. 1): *Geometry* – створення геометрії моделі, *Mesh* – створення сітки, – блок задання вихідних параметрів для моделювання, *Solution* – блок задання параметрів моделювання, *Results* – результати моделювання.

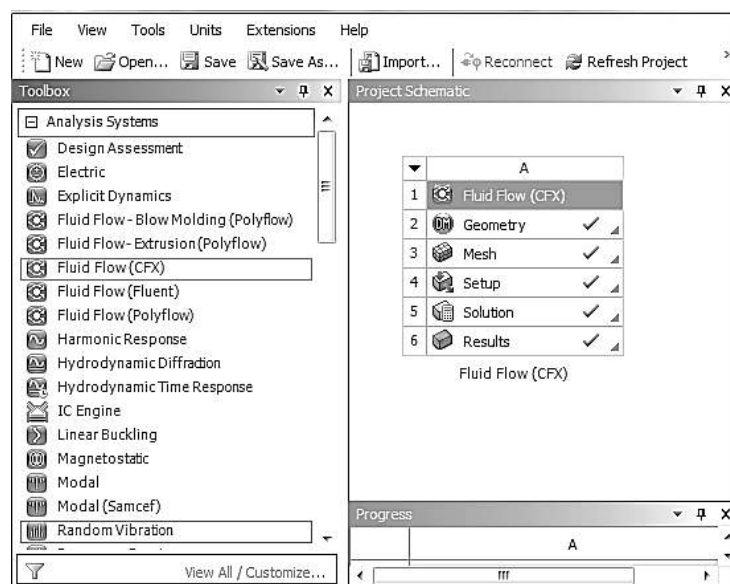


Рис. 1. Блок інженерного аналізу *Fluid Flow*

Для створення геометрії трубопроводу використовується панель *Geometry* блоку інженерного аналізу *Fluid Flow*. Створюється 3D геометрія трубопроводу, всередині якого знаходиться ТО визначеної форми (рис.2).

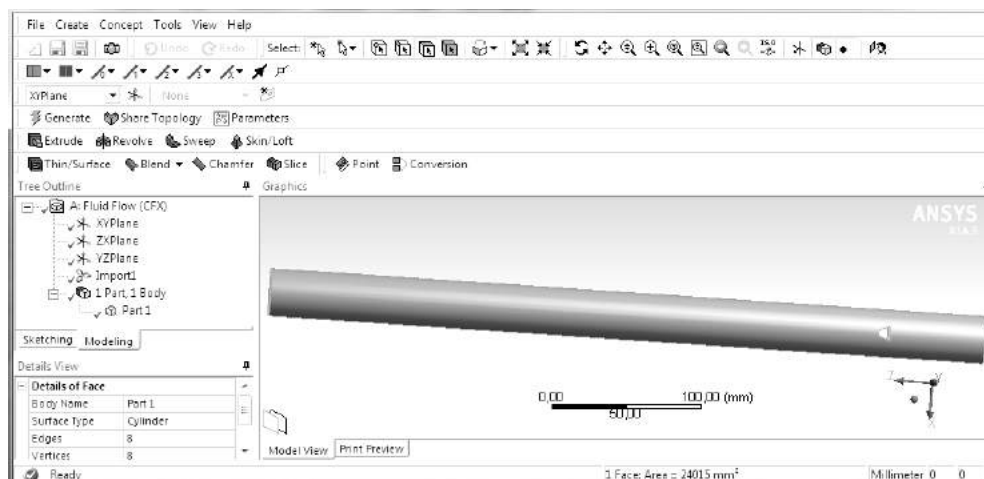


Рис.2. Вікно створення геометрії трубопроводу

Сітка на досліджуваній моделі створюється використанням блоку *Mesh* і враховуючи особливості течії потоку в межах ТО задається область ущільненої сітки та її параметри і запускає (рис.3).

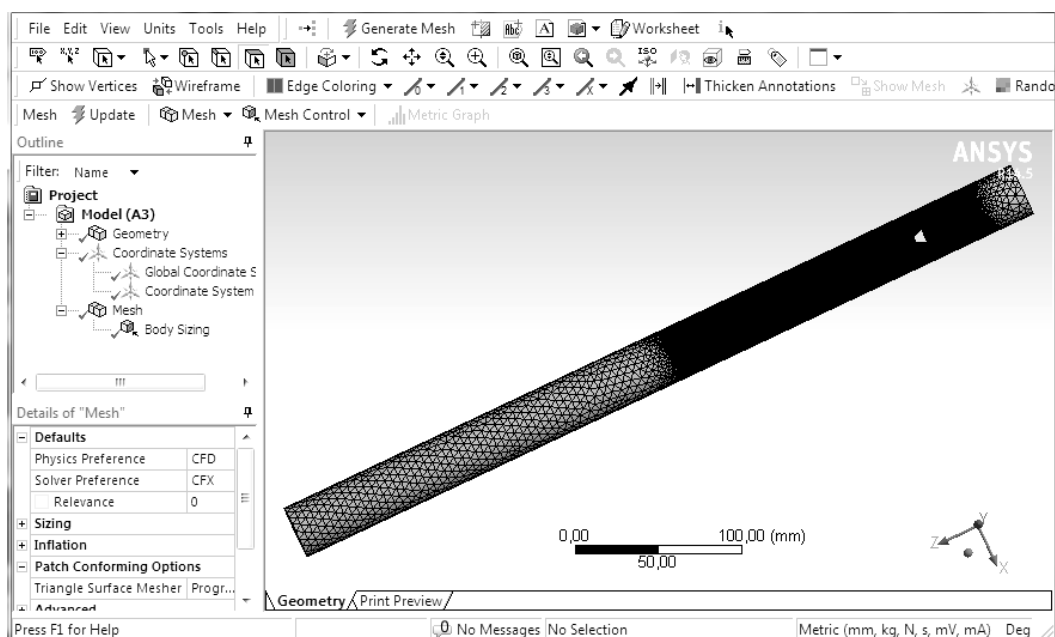


Рис. 3. Вікно створення сітки

Вхідними даними для моделювання ВПВ, що задаються в блоці *Setup* є: швидкість, яка може задаватись як чисельно, так і аналітично, параметри стінки трубопроводу, параметри вимірюваного середовища, тиск всередині трубопроводу та максимальна кількість ітерацій (рис.4).

В блоці *Solution* проект запускається на обчислення.

Для отримання результатів дослідження використовується блок *Results*. Форма подачі результатів моделювання може бути різноманітною: у вигляді векторів (рис.5), контурів, графіків, таблиць, чисельних значень і т.д. З проекту є можливість визначити значення тиску, швидкості в означених вимірюваної ділянки.

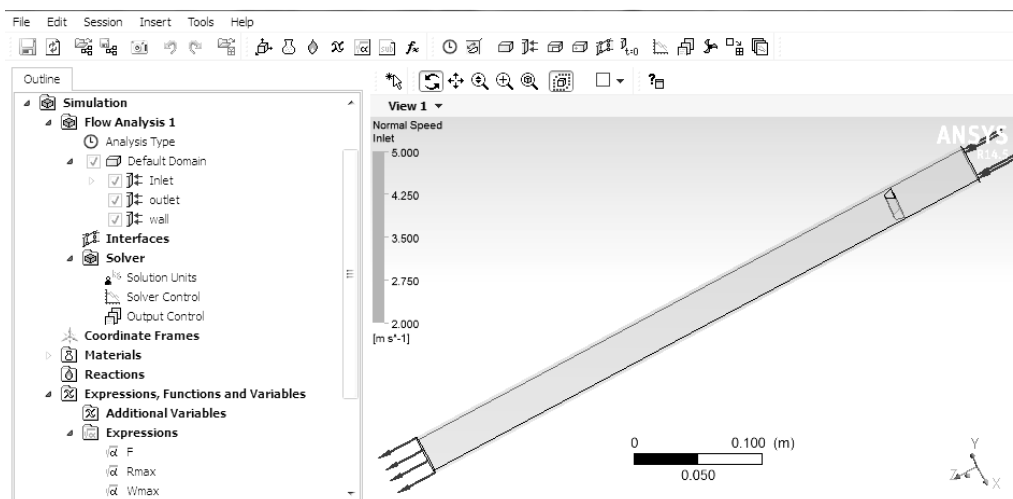


Рис.4. Вікно встановлення параметрів моделювання

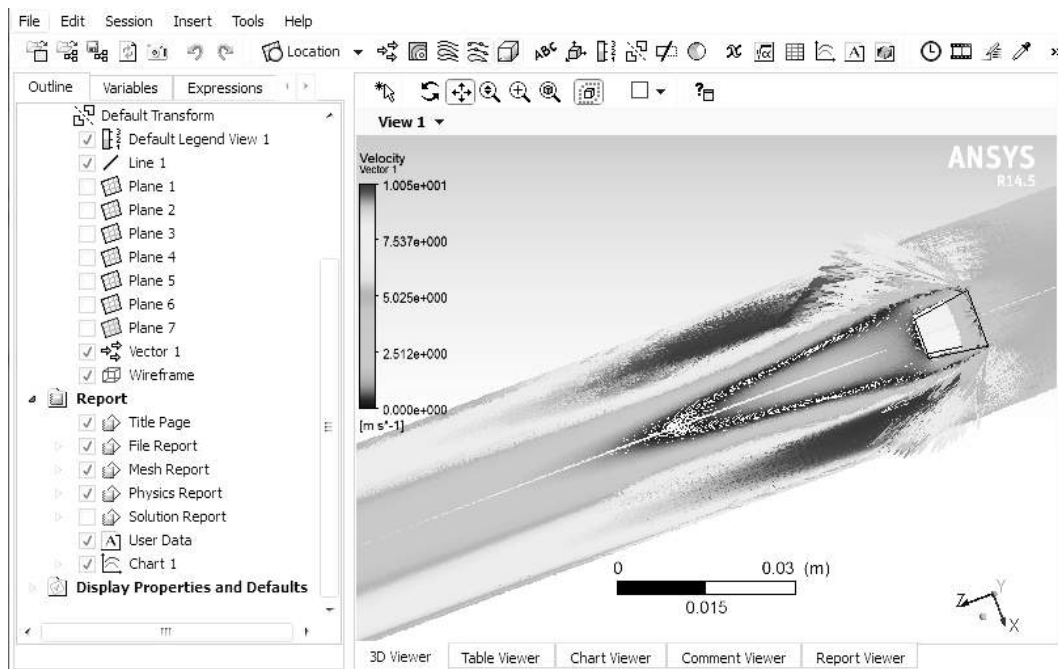


Рис.5. Вектори швидкості вимірюваного середовища у трубопроводі

По результатам моделювання можна визначити, як залежить швидкість потоку вимірюваного середовища від геометрії ТО, в яких місцях відбувається найбільше завихрення, який тиск у вимірювальних ділянках трубопроводу. Якщо дані моделювання не забезпечують вимоги, що висуваються до витратоміра – у вхідні параметри можна вносити відповідні зміни.

Висновки. Використання методів чисельного моделювання гідродинамічних процесів на базі обчислювальної гідродинаміки для геометричного проектування ВПВ є ефективним сучасним підходом в створенні приладів з високими метрологічними характеристиками, що, в свою чергу, забезпечить точний облік енергоресурсів.

Платформа ANSYS Workbench забезпечує проектувальника великою кількістю інструментів, необхідних на всіх етапах аналізу, дозволяє швидко отримувати чисельний розв'язок задачі, ефективно організовує взаємозв'язку між окремими видами інженерних розрахунків.

Література

1. *Кремлевский П. П.* Расходомеры и счетчики количества вещества: [Справочник] / П. П. Кремлевский. – Л.: Машиностроение, 1989. – 701 с.
2. *Гришанова I. A.* Системи CAD/CAE. ANSYS FLUENT / I. A. Гришанова, I. В. Коробко. – К.: Дія ЛТД, 2012. – 208 с.
3. *Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб пособие / В.А.Бруяка, В.Г.Фокин, Е.А.Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.
4. *Киясбейли Л. Ш.* Вихревые счетчики-расходомеры / Л. Ш. Киясбейли, М. Е. Перельштейн. – М.: Машиностроение. – 1974. – 160 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА

В. А. Коваленко, И. В. Коробко

В статье представлена методология использования методов численного моделирования взаимодействия потоков жидкости с элементами преобразователей расхода на базе вычислительной гидродинамики CFD (Computational Fluid Dynamics). Приведены результаты исследования расходомера жидкости вихревого типа с использованием программного пакета ANSYS Workbench.

APPLICATION NUMERICAL METHODS OF MODELING DESIGN FLOW CONVERTER

V. Kovalenko, I. Korobko

The article presents a methodology for the use of methods of numerical simulation of fluid flow interaction with the elements of flowmeters based on computational fluid dynamics CFD (Computational Fluid Dynamics). Presents the results of the study of vortex flowmeters using a software package ANSYS Workbench.

ПОМИЛКИ ТА МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ УТЕПЛЕННІ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглядаються типові помилки при утепленні малоповерхових житлових будинків, які призводять до тепловтрат та пропонуються методи усунення таких помилок.

Постановка проблеми. В ході проектування та реалізації утеплення будинків стають проблеми виникнення містків холоду та неякісного утеплення. Причиною помилок з боку проектувальника є брак досвіду, або проектувальник не розраховує на недбалість будівельників. З боку будівельників причиною проблем утеплення є погана якість виконання робіт та невірний вибір матеріалів.

Аналіз стану досліджень і публікацій. На прикладі житлового фонду України, ПРООН складений аналіз існуючого положення енергоефективності будівель України. Житловий сектор України включає в себе 1 072 200 000 м² житлової площі (19 288 000 квартир). Близько 70% від загальної кількості квартир розташовано в багатоквартирних будинках, де проживають приблизно 34 мільйони людей. 90% родин мають власне житло, 5% проживають у помешканнях, що знаходяться в державній або відомчій власності, 2% орендують житло у приватних власників та 3% проживають у гуртожитках. Більша частина будинків побудована в 50-х – 90-х роках минулого століття та потребує значної реновації або капітального ремонту. За оцінками спеціалістів (матеріали Міжнародної фінансової корпорації), 80% всіх потреб у модернізації пов'язані з питаннями використання та збереження енергії.

Житлово-комунальний сектор України є вкрай неефективним з точки зору використання енергії. Він споживає 44% всіх енергоресурсів країни. Згідно з офіційними статистичними даними [1], найбільші витрати газу відбуваються в системі виробництва тепла для забезпечення централізованим опаленням: 22% тепла втрачається під час його виробництва, 25% під час транспортування та 30% – у кінцевих споживачів. Подальший аналіз теплових втрат у житловому секторі показує, що 42% тепла втрачається через огорожувальні конструкції будинків (стіни, стелю верхнього поверху, підвал) внаслідок їхніх незадовільних теплозберігаючих характеристик, 16% втрачається через вікна, 7% через дах та 30% через систему вентиляції [1].

Таким чином, як і в інших країнах регіону, житловий сектор споживає близько 40% всієї виробленої в Україні теплової енергії та 25% всієї електричної енергії, що робить цей сектор значним збільшувачем утворення парникових газів. Енергоефективність будинків в Україні в середньому приблизно в чотири рази нижча, ніж у країнах Західної Європи.

Постановка задачі. Задачею дослідників в галузі енергоефективності, архітекторів та інженерів має бути аналіз типових помилок утеплення задля упередження можливих помилок за допомогою універсальних проектних рішень.

Основна частина. Завдяки тепловізійної зйомки дослідники отримали можливість візуалізувати тепловтрати будинків, на основі чого можна проаналізувати деякі аспекти комплексного підходу до утеплення. Відомо, що навіть в правильно розрахованому, з точки зору тепловтрат, будинку, багато непродуманих та не утеплених вузлів дають великі тепловтрати та створюють дискомфорт для проживання. Тобто, відповідаючий нормам опір теплопередачі, наприклад, стіни, не гарантує значні тепловтрати через помилки закладки утеплювача.

Допустимо, що розрахунковий опір теплопередачі конструкцій відповідає нормативному. Приведемо перелік частин будинку, що потребують аналізу з точки зору найчастіших помилок утеплення :

1. Цоколь;
2. Стіни;
3. Дах;
4. Стеля верхнього поверху;
5. Вікна;
6. Система вентиляції, димові канали.

Цоколь. Проблема: місток холоду через неправильно розташований утеплювач (рис.1, 2).

Проблема виникає при утепленні в тілі стіни. Як правило, коли стіни фундаменту піднімають над землею, перед укладкою утеплювача кладуть кілька рядів суцільної цегляної кладки до рівня нуля (рис.1б). Ззовні цю ділянку не утеплюють, вважаючи її частиною стіни, утеплюють тільки бетонну частину цоколя, або взагалі не утеплюють цоколь, тому що за ним земля. По перше, треба утеплювати цоколь без теплопровідних включень (рис.1а), утеплювач може бути в стіні або ззовні. Інакше, по цоколю промерзає стіна та ґрунт. По друге, треба утеплювати підлогу по ґрунту, тому що теплоізоляційних властивостей землі в приведеному випадку недостатньо. Якщо вищеназвані помилки допустити, то власник помешкання отримає значні тепловтрати на рівні плінтуса, з витікаючими проблемами конденсату та подальшого грибка.

Стіни. Проблема:

- старіння, просідання утеплювача, нещільні стики (рис.3, 4);
- теплопровідні включення (рис.5, 6).

У випадку нещільності стиків проблему можна розділити на питання проектування та питання монтажу. З точки зору проектування, треба розробити схему монтажу, яка, по-перше, унеможливило просідання утеплювача з часом (рис.3б,в), а по-друге, виключає нещільність примикань листів утеплювача один до одного. Наприклад, якщо утеплювач монтувати в два шари в шаховому порядку, перекриваючи другим шаром стики першого, така схема дає щільніше утеплення.

У випадку теплопровідних включень, найбільш розповсюдженою помилкою є неправильне утеплення еркерів та балконів (рис.5а). Балконну плиту, як правило, закріплюють до перекриття без бар'єрів утеплення, заводячи плиту з холодної в теплу зону. Тому, або конструктив вузла спірання повинен мати утеплюючий шар (рис.5б), або треба обгортати утеплювачем всю балконну плиту.

Дах. Проблема: нещільні стики між сусідніми листами утеплювача та між листами утеплювача і конструкціями (рис.7, 8).

По суті, помилкою є те, що утеплювач закладають між кроквами, але щільності стику утеплювача та крокви досягти майже неможливо (рис.7а). Тому єдиним способом добитись щільності це закладати між кроквами лише перший шар утеплювача 100мм, а другий (або ще й третій), монтувати в шаховому порядку на щілини стиків першого шару(рис.7б).

Стеля верхнього поверху або горищне перекриття. Проблема:

- нещільні стики між сусідніми листами утеплювача та між листами утеплювача і конструкціями (9, 10).

- пустоти за підвісними стелями.

По першому пункту - проблема схожа на попередню, але по причині великої розповсюженості помилки, треба виділити її в окремий пункт. Єдина різниця по вирішенню полягає в тому, що крокви залишаються в холодній зоні, а балки перекриття зручніше виводити в теплу зону.

По другому пункту рекомендація схожа на теорему: утеплювач повинен контактувати з теплим повітрям або конструкцією, без повітряних прошарків між ними (рис.9б). Найчастіші помилки: 1) утеплений скат даху при не утепленому перекритті та відсутністю джерела тепла на горищі(рис.9а). В цьому випадку тепле повітря повільно фільтрується на горище, але швидкість опалювання великого об'єму повітря горища через перекриття повільніша ніж тепловтрати з горища. Таким чином, холодна стеля швидко охолоджує кімнату. 2) утеплене горищне перекриття, але підвісна стеля монтується на відстані від неї (рис.9в). Тоді ми отримуємо проблему, схожу на попередню. Гіпсокартон підвісної стелі не пускає тепло в достатній кількості в простір між стелею та утеплювачем, тому цей простір завжди холодний. Така проблема на одному об'єкті була вирішена встановленням решіток на стелі, через які тепле повітря без перешкод проходило за підвісну стелю.

Вікна (рис.11). Проблема:

- конструкція вікон
- утеплення підвіконня та відкосів.

Всім відомі теплотехнічні характеристики віконного профілю та склопакету. Але при високій якості цих складових, найчастіші проблеми, які треба виправляти – це регулювання фурнітури та заміна старіючих або пошкоджених гумових ущільнювачей для кращого прижиму створки вікна.

Щодо відкосів та підвіконня, їх треба робити не оштукатуреними, а з утеплювальних матеріалів, тому що саме ці частини стін найбільш недосконалі для теплоізоляції.

Система вентиляції. Тепловізор показує холодні стіни на місці вентканалів. Тобто, вентилятор зі зворотним клапаном, який стоїть в приміщенні не пускає тепле повітря у вентканал (рис.12а), тому стіна з вентиляцією завжди холодна. В такому випадку зворотній клапан треба ставити так, щоб у вентканалі було тепле повітря (рис.12б).

Схожа проблема виникає з камінами з закритою топкою (рис. 14,15). Власники будинків скаржаться на холод, який йде від скляної двері каміна. Таких скарг немає при відкритому каміні. Причина в тому, що зачинене скло не пускає достатньої кількості тепла для опалення повітря в топці, тобто, тепло швидко вилітає в трубу (рис.14а). Для вирішення проблеми треба продумати утеплення чугунної топки, гільзованої труби, простору між гільзою та цеглою димаря, перевірити роботу шибера (рис.14б) та забезпечити доступ теплого повітря з кімнати в топку.

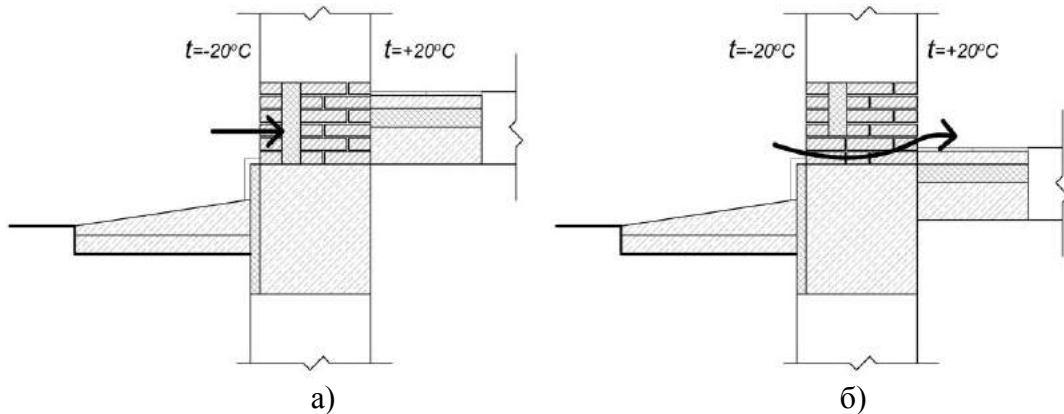


Рис.1. Тепловтрати через цокольну частину будинку

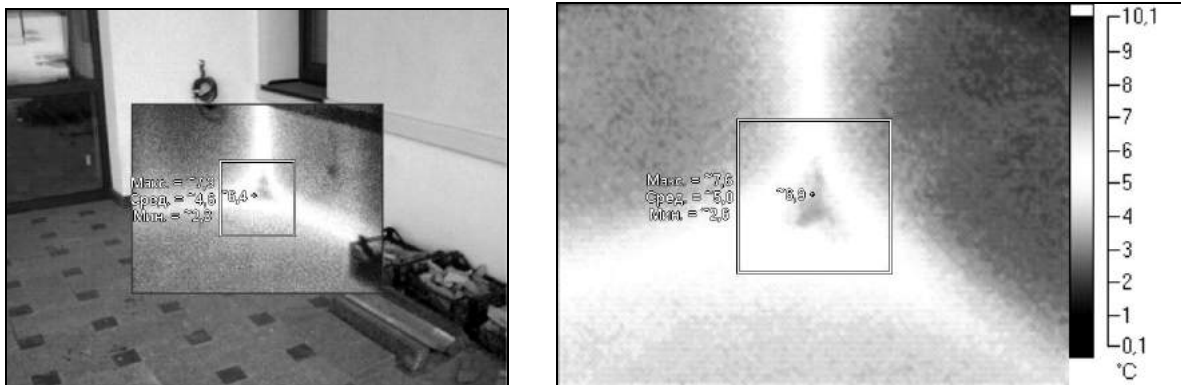


Рис.2. Тепловізійна візуалізація тепловтрат цоколю будинку

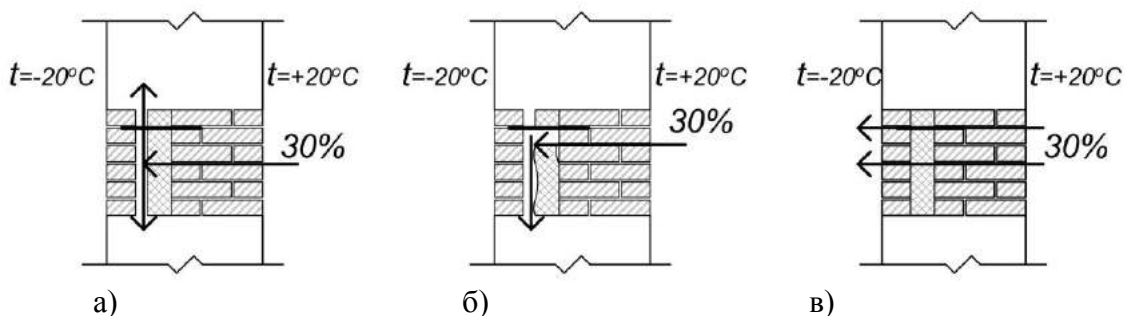


Рис.3. Тепловтрати через недбале утеплення стіни

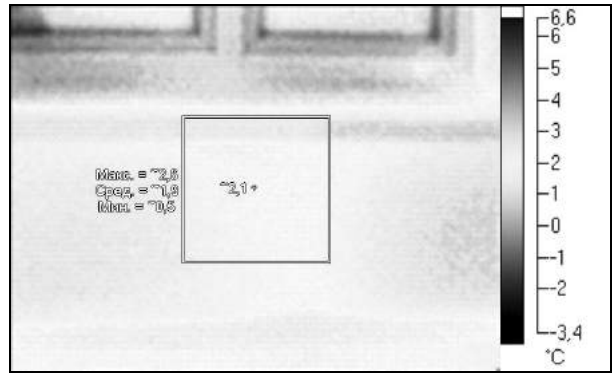
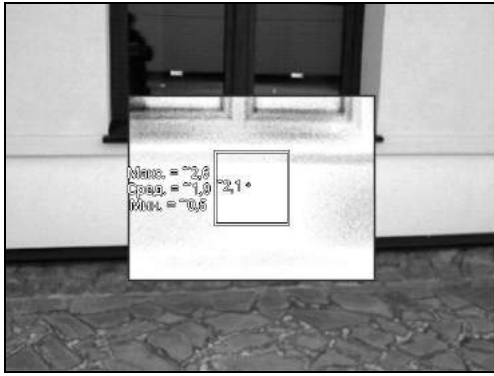


Рис.4 Тепловізійна візуалізація тепловтрат стіни

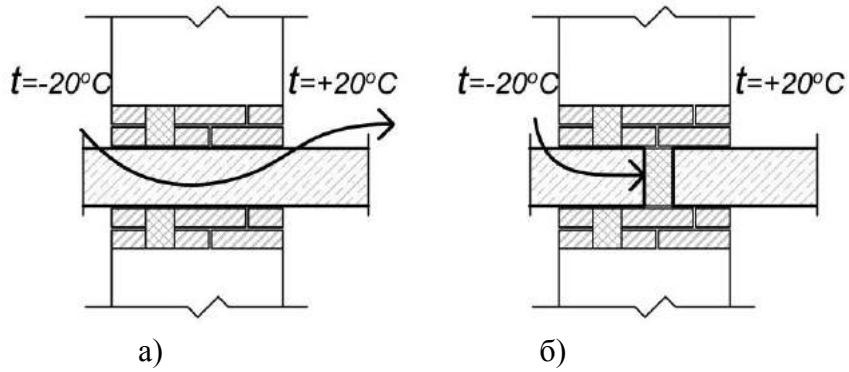


Рис.5. Теплопровідні включення балконної плити

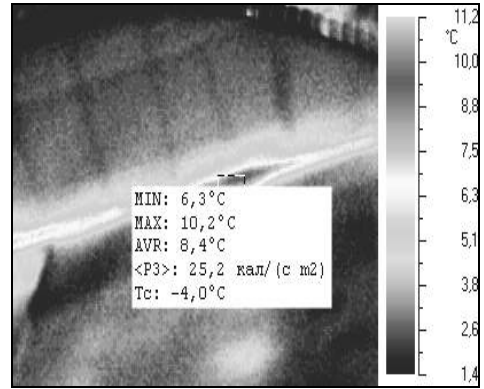
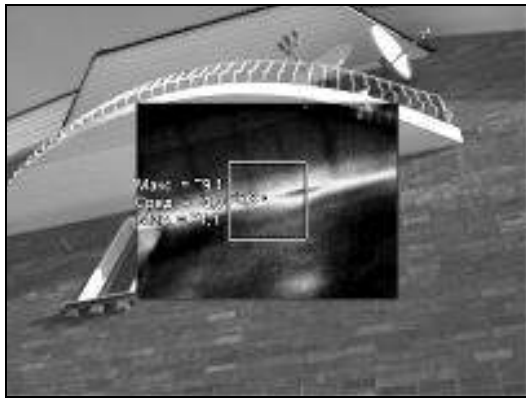


Рис.6. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через балконну плиту

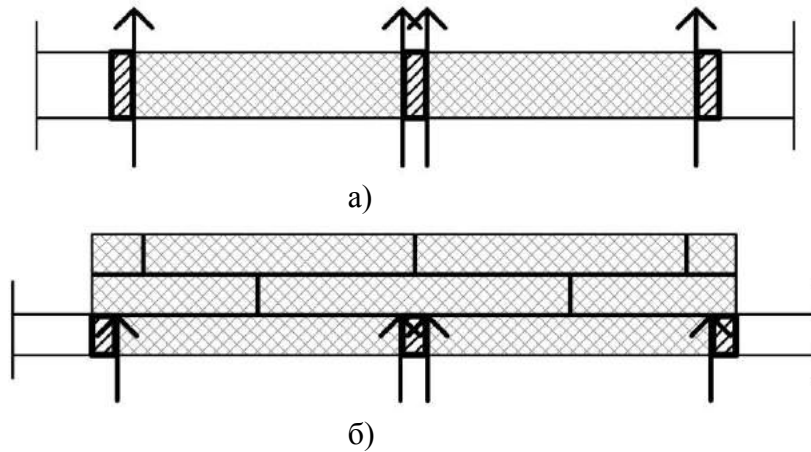


Рис.7. Тепловтрати через недбале утеплення даху

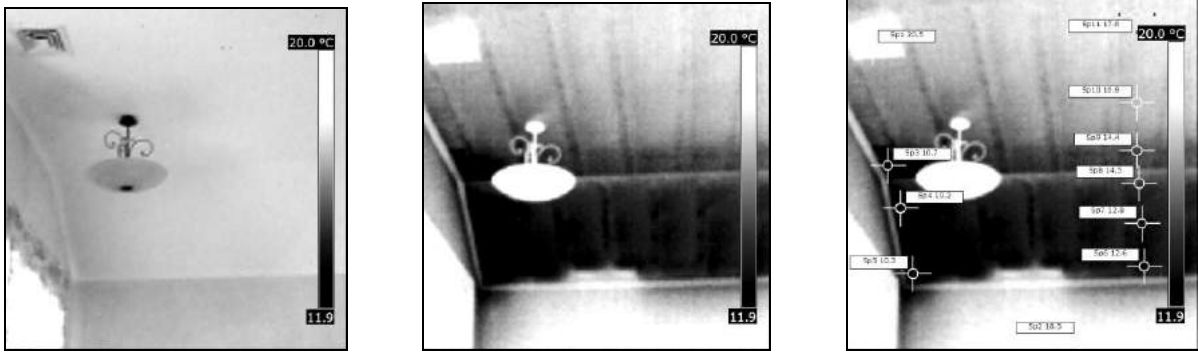


Рис.8. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через дах

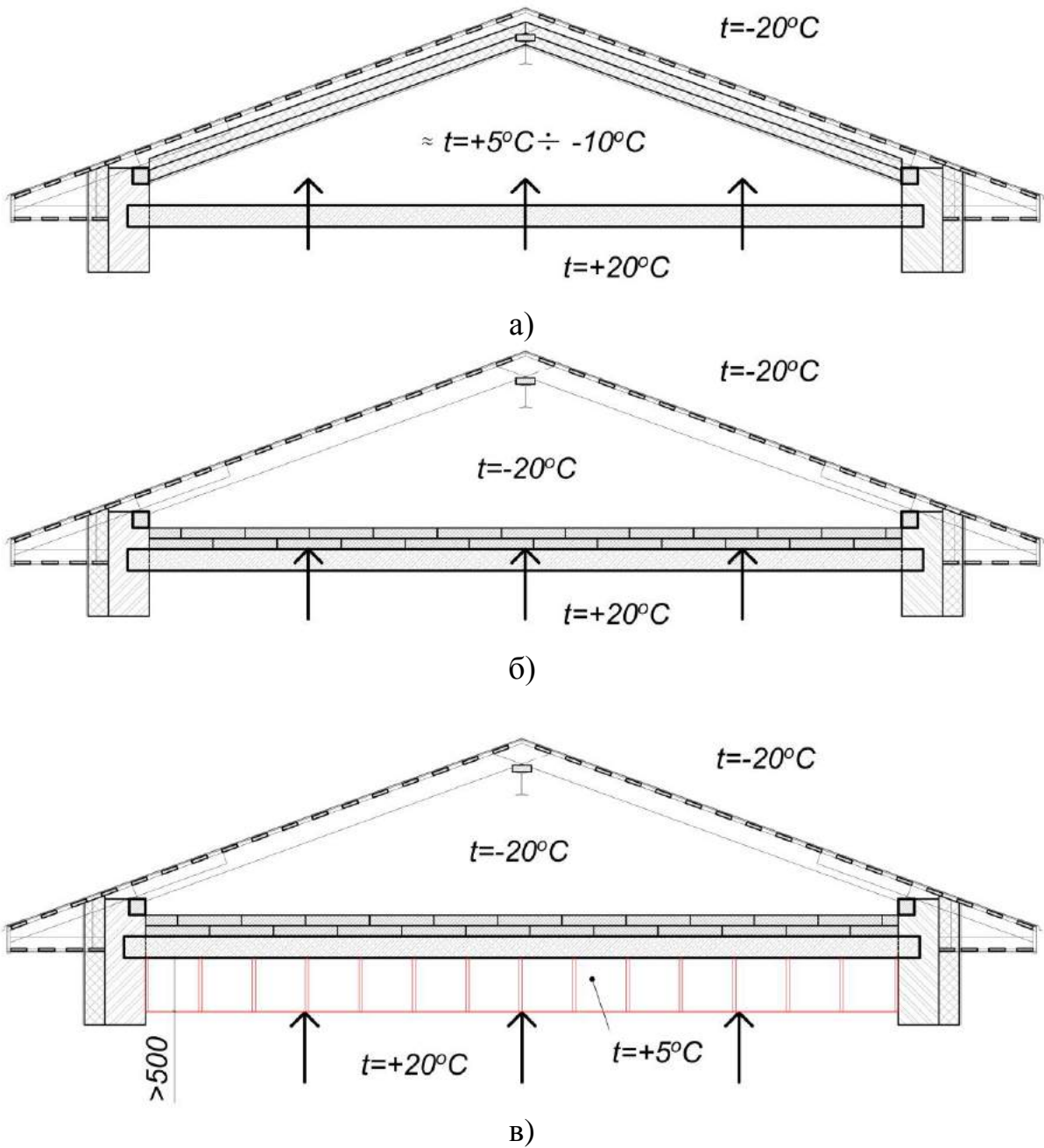


Рис.9. Тепловтрати через недбале утеплення горіщного перекриття

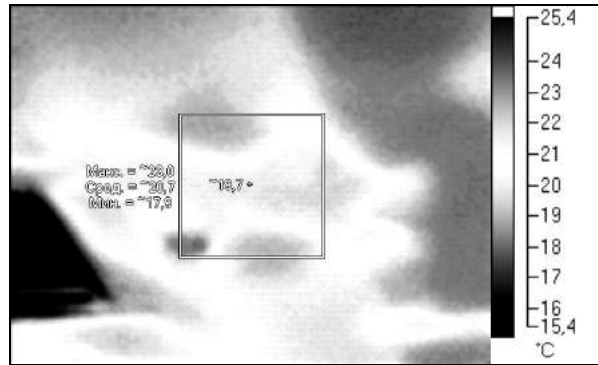
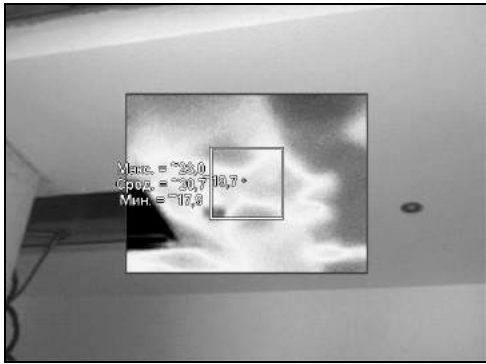


Рис.10. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через горіщне перекриття

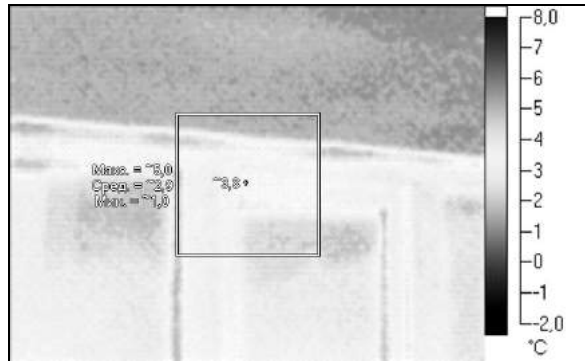
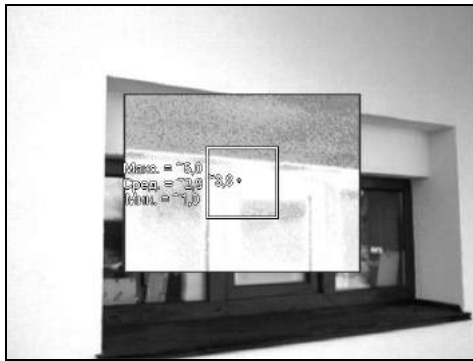
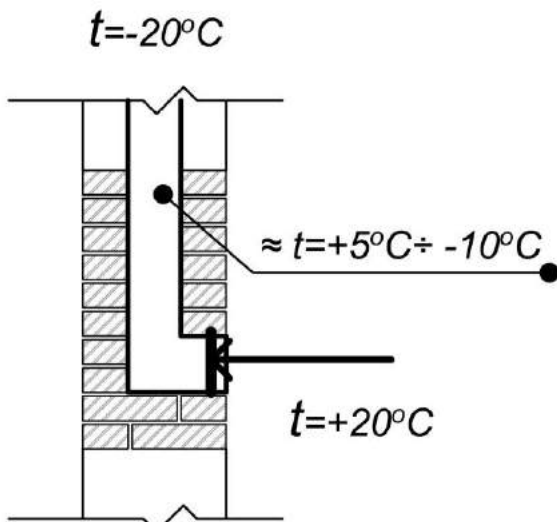
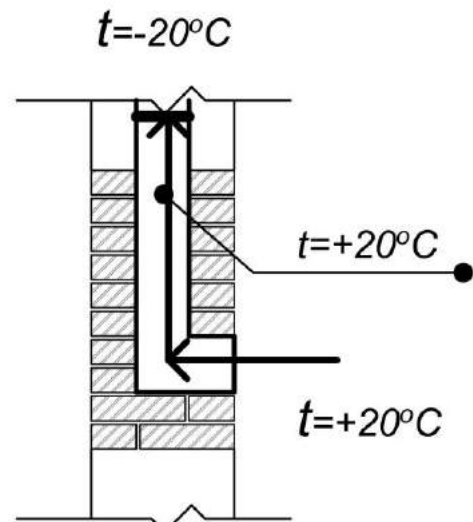


Рис.11. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через вікна



а)



б)

Рис.12. Тепловтрати через вентиляцію

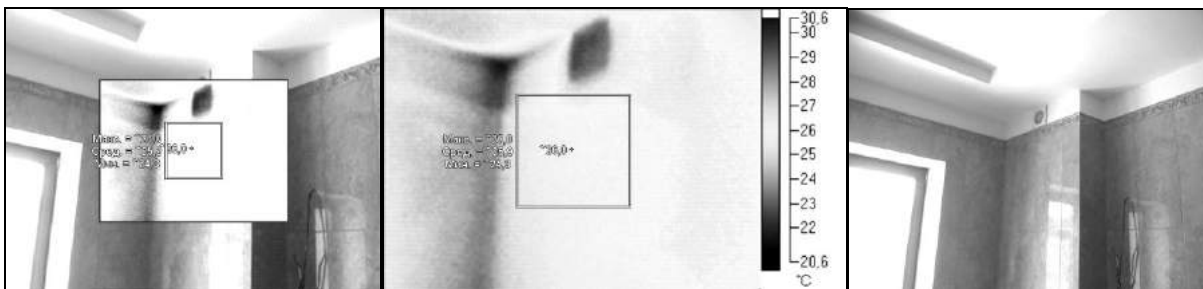


Рис.13. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через вентиляцію

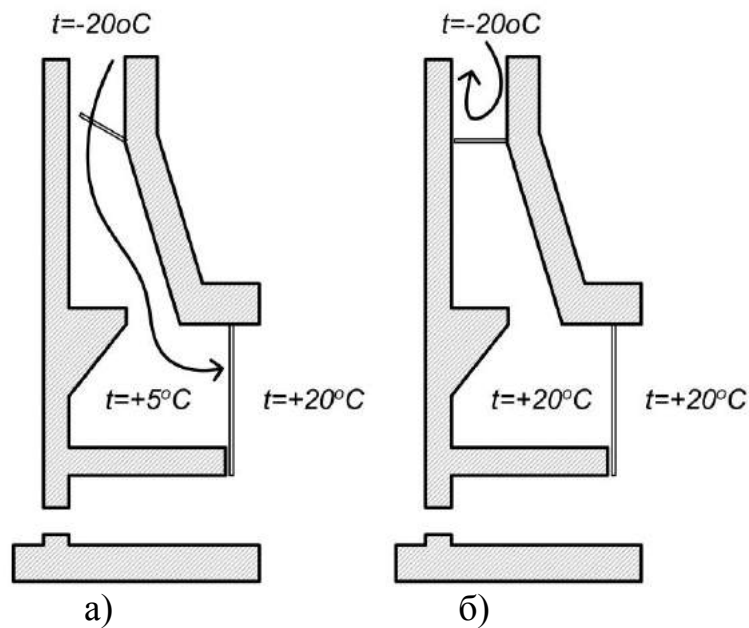


Рис.14. Тепловтрати через камін

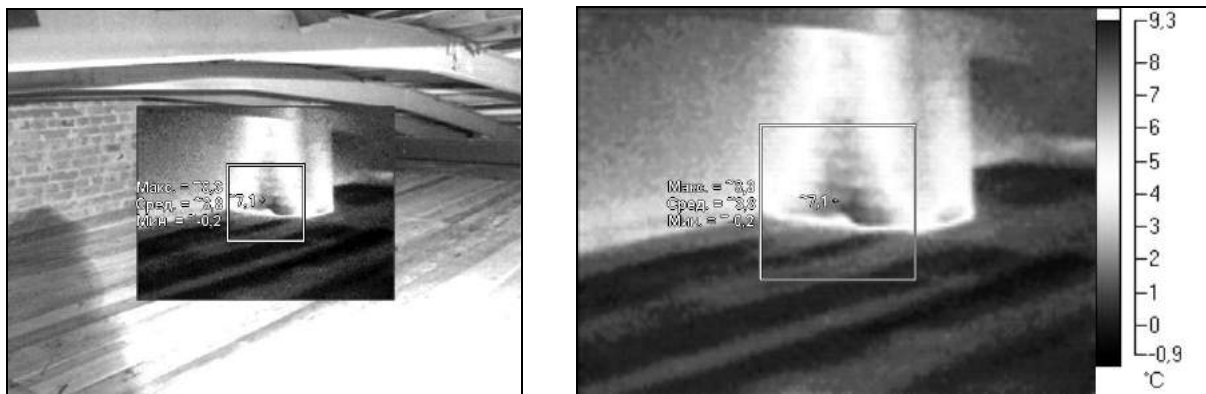


Рис.15. Тепловізійна візуалізація тепловтрат через камінний димар

Література

1. Галузева програму енергоефективності та енергозбереження у житлово-комунальному господарстві. 2010-2014.
2. Матеріали Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН). 2008.
3. Волков С.С., Козак Ю.В. Програма розвитку ООН в Україні в сфері впровадження програм енергоефективності та охорони навколишнього середовища//Енергоефективність в будівництві та архітектурі.Вип.4.- К.:КНУБА, 2013.-с.36-46.

ОШИБКИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРИ УТЕПЛЕНИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ю. В. Козак, О. В. Андропова

Рассматриваются типичные ошибки при утеплении малоэтажных жилых зданий, что приводит к теплопотерям и предлагаются методы исправления этих ошибок.

**MISTAKES AND METHODS OF SOLVING PROBLEMS DURING
DWELLINGS INSULATION FOR INCREASING THEIR ENERGY
EFFICIENCY**

Yu. Kozak, O. Andropova

Typical dwellings insulation mistakes are considered. The methods of correction of these mistakes are proposed to avoid additional thermal losses.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ В РІЗНИХ ТИПАХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Приведено загальну класифікацію житлових типів будівель в яких можливо впровадження енергоефективних систем та технологій (далі - ЕСТ). Змодельована структура обмежень при впровадженні ЕСТ у різних типах будівель. При застосуванні ЕСТ, визначено їх основні комбінаторні елементи.

Ключові слова: активний будинок, пасивний будинок, енергоефективний будинок, історична забудова, реконструкція.

Постановка проблеми. При реконструкції та модернізації застарілого житлового фонду, раціональне використання новітніх матеріалів і технологій з впровадженням ЕСТ може надати позитивний економічний ефект. Тим більше, при новому будівництві, вищезазначені заходи призведуть до економії енергетичних ресурсів за певний період окупності. В нашому випадку мова йде про комбінування ЕСТ в різних типах будівель та поступове заміщення традиційних енергоносіїв на альтернативні.

Аналіз основних досліджень та публікацій. У попередньому дослідженні [4] було сформовано загальну класифікацію обмежень при інтеграції енергоефективних технологій у житлову забудову. Крім того, було проаналізовано енергетично оптимізовані огорожувальні конструкції, енергоефективне інженерне обладнання та енергопостачання будинку житлової забудови з необхідними заходами та можливими обмеженнями при його інтеграції у житлову забудову.

В Україні розвиток енергозбереження в будівництві та архітектурі вийшов на державний рівень ще з 1995 року. Так, діяльність з енергозбереження в будівництві базувалася на галузевій Програмі енергозбереження в будівництві, що була розроблена КиївЗНДІЕПом та затверджена Держбудом у тому ж році [1]. На сьогодні, питання енергоінтеграції будівельної галузі, і на державному рівні зокрема, виходить на якісний рівень.

Мета роботи. Полягає у виявленні різних типів будівель в яких можливе впровадження ЕСТ, розробленні структурно-функціональної схеми обмежень при впровадженні ЕСТ, класифікації заходів при інтеграції ЕСТ, як пасивних так і активних.

Основна частина. В європейській будівельній практиці, а особливо у Німеччині, Швейцарії, країнах Скандинавії, Австрії і Франції, вже більше 20 років практикується будівництво так званих пасивних будинків. Свою назву ці будинки отримали в результаті тих обставин, що для їх функціонування практично не потребуються системи активного опалення та охолодження. До

теперішнього часу у Європі вже побудовано приблизно 5000 пасивних будинків, а темпи будівництва таких будинків складають 100% на рік [2]. Актуальність даного будівництва розповсюджується і на реконструкцію будівель застарілого фонду, так як за допомогою модернізації та заміни теплопостачання будинку, огорожувальних конструкцій, системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання можливо знизити витрати на забезпечення його життєдіяльності без суттєвих змін об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.

Розглянуто класифікацію житлових будівель з точки зору впровадження ЕСТ (рис.1). Житлові будівлі умовно можна розділити на нову забудову та ті будівлі, що реконструюються. В свою чергу нові будівлі можуть проектуватися, як звичайні, енергозберігаючі, пасивні чи активні. Реконструкцію розглядаємо з точки зору звичайних житлових будівель чи житлових будівель історичного фонду.

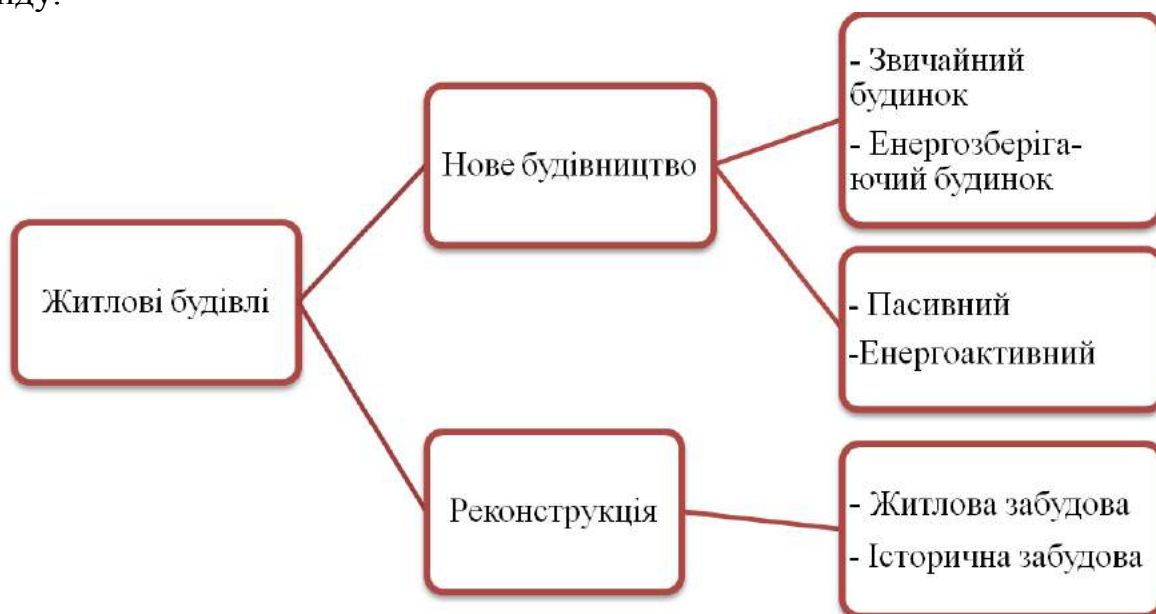


Рис. 1. Загальна класифікація житлових будівель, при впровадженні ЕСТ

При новому будівництві житлових будівель часто виникає питання впровадження ЕСТ, при проектуванні нових житлових будівель ми стикаємося з певними обмеженнями. По-перше це містобудівні обмеження, адже нову будівлю необхідно гармонійно та грамотно вписати у навколишню забудову. Природно - кліматичні обмеження також мають вагу, оскільки треба врахувати кліматичну зону, характер ландшафту, геологічні умови.

При проектуванні та будівництві енергозберігаючої житлової будівлі головними обмеженнями виступають економічні та соціальні, адже використання ЕСТ залежить від бажання і фінансових можливостей замовника, обізнаності замовника та проектувальників щодо правильного впровадження ЕСТ.

При будівництві проектуванні пасивних будівель важливим є проектування будівлі на ділянці, таким чином, щоб вона була орієнтована на південь та не затінялася від навколишньої забудови чи зелених насаджень.

Отже проєктувальники стикаються з містобудівними та архітектурно-ландшафтними обмеженнями.

При проєктуванні енергоактивних будівель найголовнішим є можливість встановлення інженерного обладнання, а саме сонячних батарей, теплових насосів, вітрогенераторів, рекуператорів тепла, ґрунтових теплообмінників та грамотне комбінування цього обладнання. Тут ми можемо стикнутися з інженерно-технічними обмеженнями, адже на ринку України не так легко знайти коректне інженерне обладнання та кваліфікованих спеціалістів, які правильно його встановлять. Також важливим є «людський фактор», адже навіть при коректному встановленні обладнання важливу роль для економії енергії має правильне використання обладнання кожного дня.

У випадку реконструкції історичної забудови з впровадженням ЕСТ також виникають певні обмеження. Враховуючи те, що історична забудова являє собою сукупність об'єктів архітектурної та містобудівної спадщини, яка підлягає збереженню, як цінні елементи історичного середовища пам'яток архітектури та матеріальні вияви традиційного характеру середовища, то вищезазначені обмеження здебільшого стосуються внутрішньої структури таких об'єктів. Зокрема, такі обмеження можна описати наступним чином. При виконанні робіт з утеплення та застосування енергозберігаючого обладнання і систем альтернативного постачання енергії на об'єктах історичної забудови не допустиме порушення їх зовнішнього вигляду з усіма архітектурними елементами, що входять до складу фасаду будівель.

У випадку при реконструкції житлової забудови так само виникають обмеження. Так як, мова йде про вже існуючу забудову, то її реконструкція з впровадженням ЕСТ має свої недоліки. Стиснені можливості зміни внутрішньої та зовнішньої структури об'єкту житлової забудови обумовлюють скорочене застосування ЕСТ. Присутній і негативний вплив від оточуючої міської забудови. Крім того при реконструкції замовник вже підсвідомо не готовий вкладати кошти у високотехнологічне обладнання та дорогі будівельні енергозберігаючі матеріали.

Важливо визначити структурно-функціональну схему обмежень при впровадженні ЕСТ в різних типах будівель з метою впорядкованого і послідовного підбору таких заходів під час виконання задач енергоощадності у будівництві та архітектурі (рис.2). Необхідно враховувати середовище, в якому відбувається забудова чи реконструкція житлового фонду, так як залежно від застосованих заходів та прийнятих рішень відбувається вплив такої забудови на навколишнє середовище і навпаки.



Умовні позначення:

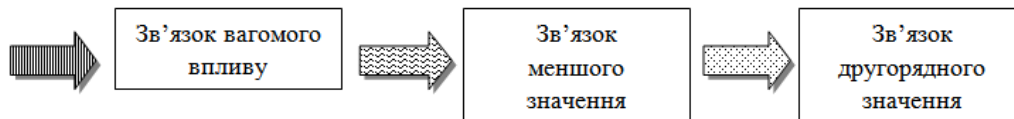


Рис. 2. Структурно-функціональна схема обмежень при впровадженні ЕСТ в різних типах будівель в умовах України

При впровадженні ЕСТ в різних типах будівель (рис.1), заходи, які є бажані до реалізації розділяються на пасивні та активні (таб.1). Саме кваліфіковане комбінування цих заходів в різних житлових будівлях є необхідним та мінімально важливим при проектуванні, будівництві та реконструкції (таб.2).

Таблиця 1

Заходи з енергозбереження при впровадженні ЕСТ в житловій забудові

Пасивні	Активні
<p><i>1. Конструктивні:</i></p> <p>1.1. Вибір екологічно коректних матеріалів;</p> <p>1.2. Ефективна конструкція стін;</p> <p>1.3. Ефективний тип віконних рам та склопакетів;</p> <p>1.4. Утеплення всієї будівлі;</p>	<p><i>1. Інженерно-технічні:</i></p> <p>1.1. Вентиляції з рекуперацією тепла;</p> <p>1.2. Ефективна система опалення, яка працює від альтернативних джерел енергії;</p> <p>1.3. Встановлення енергозберігаючого електрообладнання та приладів.</p>

1.5. Запобігання містків холоду; 1.6. Герметичність споруди.	
2. Об'ємно-планувальні та ландшафтні: 2.1. Компактність споруди; 2.2. Орієнтація будівлі на південь; 2.3. Уникнення затінених місць; 2.4. Раціональне розташування вікон, їх кількість та площа; 2.5. Використання навколишнього рельєфу.	2. Технічні установки від альтернативних джерел енергії: 2.1. Сонячні батареї та колектори, фотогальванічні установки; 2.2. Теплові насоси, ґрунтові теплообмінники; 2.3. Вітрогенератори; 2.4. Теплова установка на біомасі; 2.5. Міні гідроелектростанція.
3. Архітектурні та автоматизовані системи енергозбереження: 3.2 Система пасивного кондиювання, повітрообмін; 3.3. Системи збору дощової води.	
4. Колористичні: врахування впливу кольору стін екстер'єру та інтер'єру на теплообмін в будівлі.	

Таблиця 2

Комбінація заходів по енергозбереженню в залежності від типу житлової будівлі

Заходи з енергозбереження		Реконструкція		Нове будівництво			
		Житлова забудова	Історична забудова	Звичайний будинок	Енергозберігаючий будинок	Пасивний	Енергоактивний
Пасивні	1.1; 1.3; 1.4; 1.5; 3.1; 4	1.3 1.4 4	1.4 ; 2.2 2.4 3.1	1.2;1.3;1.4 2.2;2.4;3.1; 3.2	1, 2, 3,4	1,2,3,4	
	1.1 1.2 1.3 2.1 2.2	1.1 1.2 1.3 2.1 2.2	1.3	1.1 1.3	1.1 1.3 2.1	1.1;1.2 1.3 2.1 або 2.2; 2.3	

Висновки. Сформульовані заходи по енергозбереженню (пасивні та активні), в залежності від вибору яких, житлова будівля буде більш чи менш енергоощадною. Важливим є комбінація цих заходів в різних типах житлових будівель. Наведено приклад раціонального та доцільного використання ЕСТ при будівництві нових житлових будівель та при реконструкції.

Література

1. Энергобережения, 1999 р., научно-технический сборник КиївЗНДІЕП, Київ, С. 24.
2. Ю.А. Табунщиков, Энергетически пассивный многоэтажный жилой дом / Ю.А. Табунщиков \ \ Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2013. – – с. 14-20.
3. Вольфганг Файст. Основные положения по проектированию пассивных домов. М: Издательство Ассоциации строительных вузов. – 144 стр.
4. В.О. Кошева, Є.І. Чорноморденко. Обмеження при впровадженні енергоефективних систем і технологій в житловій забудові, сучасні проблеми архітектури та містобудування, науково – технічний збірник, випуск № 35, Київ КНУБА 2014, ст. 258- 263.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗНЫХ ТИПАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В. А. Кошева, Е. И. Чорноморденко

Приведена общая классификация типов жилых зданий, в которых возможно применение энергоэффективных систем и технологий (далее – ЭСТ). Смоделирована структура ограничений при внедрении ЭСТ в разные типы зданий. При использовании ЭСТ, определены их основные комбинаторные элементы.

Ключевые слова: активный дом, пассивный дом, энергоэффективный дом, историческая застройка, реконструкция.

APPLYING ENERGY EFFICIENT SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IN DIFFERENT TYPES OF RESIDENTIAL BUILDINGS.

V. Kosheva, E. Chornomordenko

The article is considered general classification of residential buildings in which are possible to use energy efficient systems and technologies (EST). Analyzed constraints which affects on different types of buildings. Identified and combined basic measures for energy saving in residential buildings.

Key words: energy-active building, passive house, energy efficient building, historical buildings, reconstruction.

БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА У СУЧАСНОМУ ЕКО СЕРЕДОВИЩІ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті розглядається біокліматична архітектура як розділ екоархітектури, що займає важливе місце в сучасній екології. Остання інтегрує більш ніж 70 наукових дисциплін та дає можливість забезпечувати вирішення завдань пов'язаних із вдосконаленням співіснування суспільства і природи. Запропоновано у біокліматичній архітектурі, як і в екології, при визначенні рівня екологічності середовища екосистем використовувати аналіз енергетичних ресурсів, природних і антропогенних факторів.

Вступ. Постановка проблеми. Проблеми екології на сьогоднішній день зачепили усі області життя людини: здоров'я, місця проживання, транспорт, оточення, робота, відпочинок. Розширення області досліджень проблематики екології не може не торкнутися розвитку екологічної архітектури. Спеціаліст з питань екоархітектури має спиратись на дослідження у різних областях при вирішенні своїх професійних задач. Такий підхід дає можливість задовольняти та попереджувати суспільні запити та вимоги, а також досліджувати закономірності формування архітектурно - екологічного простору.

Аналіз стану досліджень. В [1] відзначається, що в основі біокліматичної архітектури лежить проектування будівель, які відповідають якостям природної екосистеми. Їх проектування потребує врахування природних факторів, які формують біоклімат місцевості (атмосфера, літосфера, гідросфера, біосфера), а також врахування інших факторів, які виникають в процесі забудови територій. Шляхи до вирішення задач біокліматичної архітектури можна знайти у широкому колі досліджень, які стосуються екології.

Як відзначається в [2], спочатку екологія розвивалася як біологічна наука. Однак постійно зростаючий антропогенний фактор, виникнення необхідності охорони навколишнього середовища значно розширили рамки предмета екології [2,3]. Ботаніки, філософи, систематики, географи, зоологи, хіміки, геологи розвивали екологічну науку, це такі відомі вчені як К. Лінней, А.Гумбольдт, Е. Геккель, Е. Вармінг, В. Вернадський, Д. Кашкаров, В. Сукачов, М. Реймерс, В.Шелфорд, Ю. Одум та інші [4].

Метою статті є аналіз загальної картини області досліджень екологічних проблем та визначення місця біокліматичної архітектури у сучасному екосередовищі для розширення можливостей вирішення її задач.

Основна частина. Як вже відзначалось, екологія формувалася на основі природничих наук, однак сьогодні вона перетворилася на науку, яка комплексно розглядає причини стійкості і змін життя в біосфері та торкнулася практично всіх галузей знань, що призвело до виникнення цілого ряду напрямків екологічної науки (близько 70 великих наукових дисциплін).

Базовою чи теоретичною є загальна екологія, що вивчає основні закономірності взаємин організмів і умов середовища, в тому числі у зв'язку з антропогенним впливом на природні системи. (рис. 1)

Особливе місце займає соціальна екологія, що розглядає взаємини в системі «людське суспільство-навколишнє середовище» (рис.1) та включає урбаністичну екологію, демографічну екологію, правову екологію, економічну екологію.

До прикладної екології відноситься промислова екологія, технологічна, сільськогосподарська, хімічна, медична, геохімічна, а також будівельна екологія (рис.1). Предметом вивчення будівельної екології є вплив будівництва на навколишнє середовище, а факторів навколишнього середовища - на функціонування будівель та споруд.

На стику соціальної екології та будівельної екології сформувалася архітектурна екологія, яка вивчає методи створення для людей комфортного,

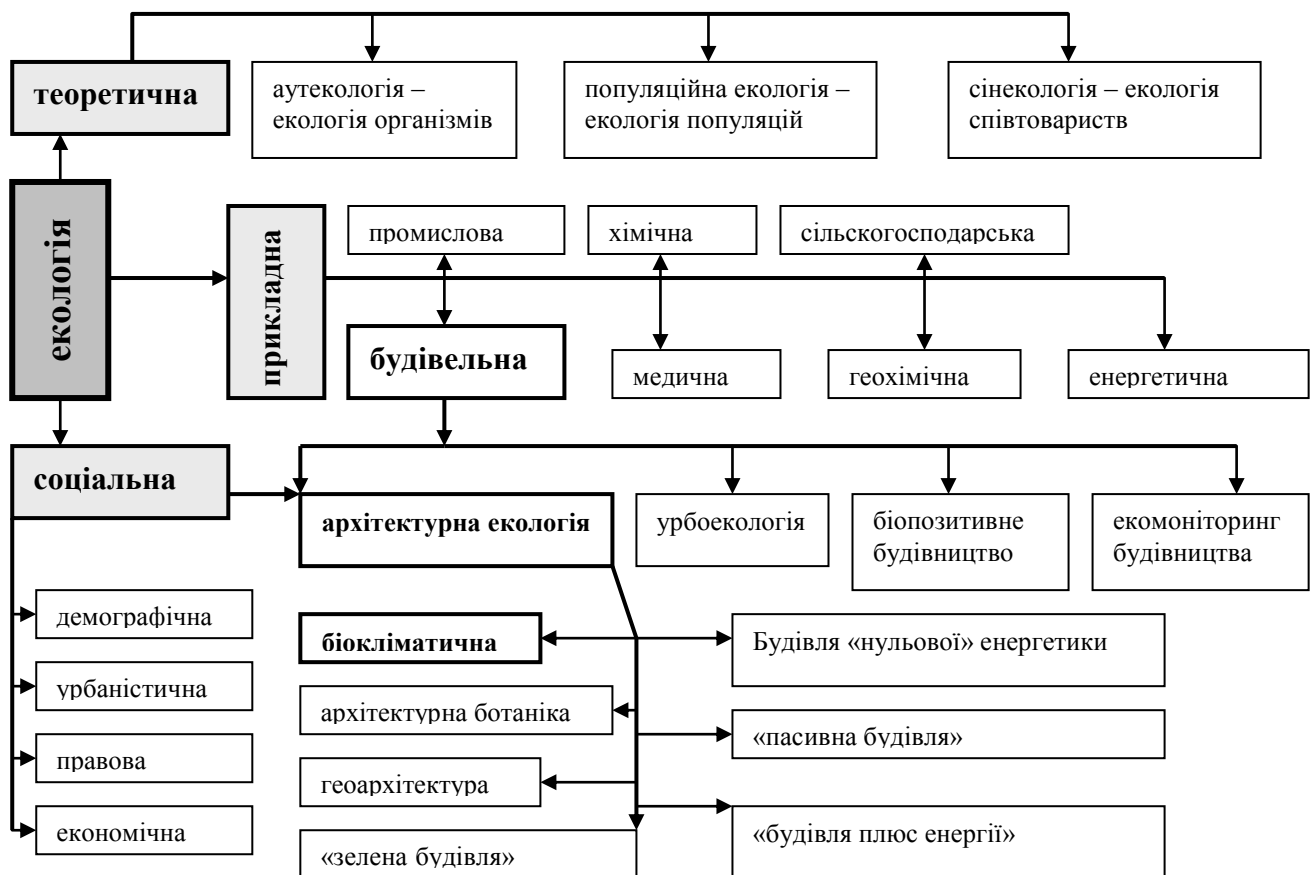


Рис. 1. Структурний аналіз сучасної екології

довговічного, виразного, а головне - екологічного середовища.

Теоретики архітектури розділяють архітекторів – екологів на дві основні групи, всередині яких існують різні напрямки (рис.1).

Прихильники першої групи екоархітекторів використовують природні форми та навколишній ландшафт для проектів (Крістофер Дей, Імре Маковеч, Еміліо Амбаж та інш.). До першої групи можна віднести наступні напрямки: архітектурна ботаніка (застосування натуральних зростаючих будівельних

матеріалів в архітектурі, рис.2); натуральна архітектура - геоархітектура (поєднання архітектурних форм і ґрунтових утворень (пагорби, скелі, кар'єри тощо, рис.3); екологічний функціоналізм, біоніка (природа як джерело ідей функціональної обґрунтованості форм в архітектурному проектуванні); «зелена будівля» - «green building» (широке застосування озеленення на стінах, дахах, в інтер'єрах, рис.4).

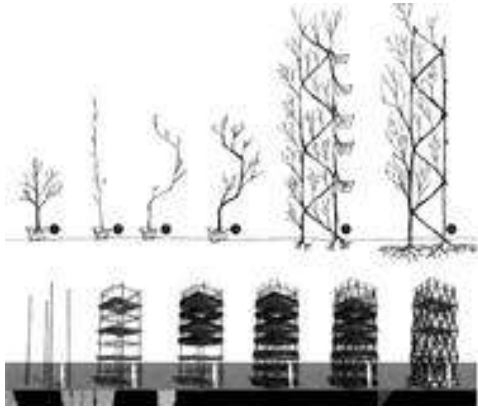


Рис. 2. Архітектурна ботаніка Vaubotanik-Turm

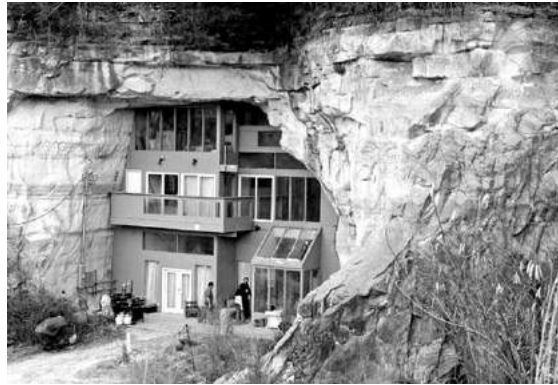


Рис. 3. Геоархітектура, будинок у печері, США, арх.. К. Сліпер

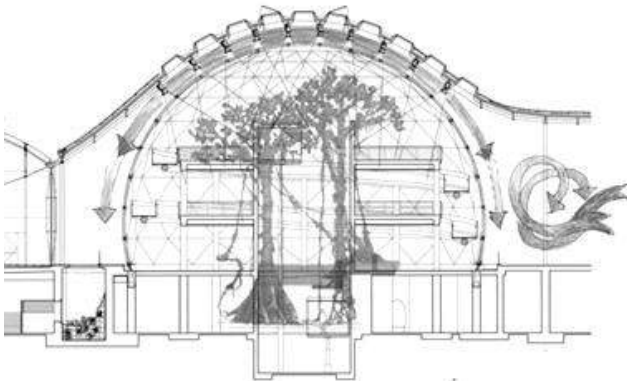


Рис. 4. «Зелена будівля», Академія наук, Каліфорнія

Представники другої групи (М. Хопкінс та Future systems, Н. Фостер та інш.) звертають увагу в своїй екоархітектурі на найсучасніші технології, матеріали і різні енергозберігаючі системи [5].

Так, в Європі існує наступна класифікація будівель в залежності від їх екологічності, що ґрунтується на рівні енергоспоживання:

- "Стара будівля" (будівлі побудовані до 1970 -х років) - вони вимагають для свого опалення близько трьохсот кіловат-годин на квадратний метр в рік: 300 кВтh / (м² а) .
- "Нова будівля" (які будувалися з 1970 до 2000 року) - 150 кВтh / (м² а) .
- "Будинок низького споживання енергії" (з 2002 року в Європі не дозволено будівництво нижчого стандарту) - 60 кВтh / (м² а) .
- "Пасивна будівля" (з 2019 року в Європі не можна будувати будинки за стандартом нижче, ніж пасивний будинок) - 15 кВтh / (м² а) .
- "Будівля нульової енергії" (будівля, інженерно оснащена так чином, щоб споживати виключно енергію, яку сама і виробляє) - 0 кВтh / (м² а) .

• "Будівля плюс енергія" (будівля, яка за допомогою встановленого на ньому інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів виробляла б більше енергії, ніж споживала).

Біокліматична архітектура є одним з напрямків архітектурної екології, завданням якої є об'єднання зусиль першої та другої групи екологічної архітектури. Розглянемо більш детально.

В біокліматичній архітектурі, як і в загальній екології, при визначенні рівня екологічності середовища (екосистеми) доцільно спиратись на аналіз природних і антропогенних факторів. В екології при визначенні екосистем використовується аналіз їх енергетичних ресурсів.

Енергія - це споконвічна рушійна сила екосистем причому всіх - і природних, і антропогенних. Як відомо, енергетичні ресурси систем можуть бути невичерпними – сонце, вітер, припливи і вичерпними – паливно - енергетичні (вугілля, нафта, газ). Спираючись на енергетичні особливості існуючих систем, Ю. Одум запропонував їх класифікацію, прийнявши енергію за основу, і виділив «чотири фундаментальних типи екосистем. Дві з них відносяться до «природних» і ще дві до «антропогенних» (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація екосистем, Ю. Одум (1986р.)

Природні екосистеми	Антропогенні екосистеми
I тип Природні: рухомі Сонцем, несубсидовані (океани, високогірні ліси – займають близько 70% території земної кулі).	III тип Рухомі Сонцем і субсидовані людиною чи іншими природними джерелами (агро- екосистеми, аквакультури, що виробляють продукти харчування і волокнисті матеріали, але вже не тільки за рахунок енергії Сонця, а й за рахунок енергетичних витрат людини).
II тип Природні, рухомі Сонцем, субсидовані іншими природними джерелами (естуарії в приливних морях, річкові екосистеми, дощові ліси, тобто ті, які субсидуються енергією приливних хвиль, течій і вітру).	IV тип Індустріально - міські, рухомі паливом (копалиною, іншим органічним або ядерним паливом)

Таким чином, природні екосистеми «працюють» на підтримку своєї життєздатності та власного розвитку без будь - яких витрат з боку людини, більше того, в них створюється продукти та матеріали, необхідні для самої людини, очищуються великі об'єми повітря, води, формується клімат (таблиця 2).

Зовсім інакше працюють антропогенні екосистеми, де людина практично цілком змінює природну екосистему (табл.2). В індустріально - міській системі - енергія палива замінює природну енергію, а у порівнянні з потоком енергії в природних екосистемах її витрата на два - три порядки вище. У різних країнах ці витрати відрізняються, але особливо велика різниця між розвинутими

країнами та країнами «третього світу». Останні начебто знаходяться в стадії екосистем першого-другого типу, в той час як розвинені країни вже пройшли через всі чотири типи екосистем. Слід відзначити, що сьогодні за рахунок здобутків у екології, екобудівництві та екоархітектурі антропогенні індустріально – міські екосистеми розпочали рух повернення до третього та другого типу екосистем.

Завданням біокліматичної архітектури є наближення параметрів забудови до рівня природних екосистем. Це здійснюється як за рахунок використання досягнень сучасної екоархітектури, так і формуванням здорового біоклімату місцевості забудови, що дає можливість значного зменшення енерговитрат на очистку повітря, питної води та інше. (табл.2). Вирішення цього завдання потребує комплексної взаємодії з багатьма напрямками сучасної екології.

Таблиця 2

Порівняння природної і антропогенної екосистем (О. Міллер, 1993)

Природна екосистема (луг , ліс)	Антропогенна екосистема (с/г поле, завод, будинок)
Отримує , перетворює, накопичує сонячну енергію.	Споживає енергію викопного та ядерного палива.
Продукує кисень і споживає діоксид вуглецю.	Споживає кисень і продукує діоксид вуглецю при згоранні викопного палива.
Формує родючий ґрунт.	Виснажує, становить загрозу для родючих ґрунтів.
Накопичує , очищає і поступово витрачає воду .	Витрачає багато води , забруднює її .
Безкоштовно фільтрує і знезаражує забруднювачі і відходи. Має здатність самозбереження і самовідновлення	Виробляє забруднювачі та відходи , що потребує великих витрат ресурсів для знезараження та відновлення.

Висновок. Біокліматична архітектура є розділом екоархітектури та займає окреме важливе місце в сучасній екології. Екологія як узагальнююча наука охоплює широке коло питань, які виникають при взаємодії між її розділами. Таким чином біокліматичною архітектурою забезпечується вирішення завдань, що пов'язані з вдосконаленням співіснування суспільства і природи та мають соціальні, економічні, технологічні, географічні та інші аспекти.

1. *Кривенко О.В.* Биоклиматическая архитектура как явление в экологической архитектуре // Энергоэффективность в строительстве и архитектуре.– К. : КНУБА, 2013. – Вып. 4. – с. 155 – 159.

2. *Білявський Г.О.* Основи екології: теорія та практикум: навчальний посібник – К.: Лібра, 2002. – 352 с.

3.*Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы)– М.: Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.

4. *Тетиор А. Н.* Городская экология: учебн. пособие / А.Н. Тетиор. – М.: Академия, 2008. – 336 с.

5. *Соболевский А.* Энергосбережение – высшая математика архитектуры / А.Соболевский // Экологические системы. – 2008. – №7

БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

О. В. Кривенко

В статье рассматривается биоклиматическая архитектура как раздел экоархитектуры, занимающий важное место в современной экологии. Последняя интегрирует более 70 научных дисциплин и дает возможность обеспечивать решение задач связанных с совершенствованием сосуществования общества и природы. Предложено, в биоклиматической архитектуре, как и в экологии, при определении уровня экологичности среды экосистем использовать анализ энергетических ресурсов, природных и антропогенных факторов.

BIOCLIMATIC ARCHITECTURE IN MODERN ECOLOGICAL ENVIRONMENT

O. Krivenko

This paper deals with bioclimatic architecture as part of Sustainable Architecture, which plays an important role in today's environment. Last integrates more than 70 scientific disciplines and provides an opportunity to ensure the solution of problems related to the improvement of co-existence between society and nature. In bioclimatic architecture, as in ecology, in determining the level of environmental protection of ecosystems is proposed to use energy analysis, natural and anthropogenic factors.

СИСТЕМНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМАТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті визначаються системні аспекти реалізації будівельних проектів через механізм енергоефективності на основі енергоменеджменту. Визначаються основні: нормативний та вартісний (економічний), також наводяться можливі варіанти їх вирішення з метою нарощення ефективності реалізації будівельних проектів та системи «народне господарство» в цілому.

Періодична зміна поколінь машин і устаткування, науково-технічних напрямків, організаційно-економічних систем відбиває загальну закономірність науково-технічного прогресу, неухильний розвиток продуктивних сил і підвищення ефективності суспільного виробництва. Економічна наука пов'язує цей процес з такою багатоплановою категорією, як **життєвий цикл**, тобто період, що складається зі стадій створення, освоєння, використання, модифікації, повторного використання та ліквідації, що безперервно змінюють одна одну. Це поняття охоплює окремі продукти або цілі системи в динаміці з урахуванням витрат і прибутків, складу ресурсів, що витрачаються на різних стадіях процесу.

Наукове обґрунтування життєвого циклу будь-якого процесу має велике значення щодо добору найефективніших шляхів його реалізації. Сформувати механізм ефективної реалізації капітальних вкладень можна лише за наявності комплексного підходу до процесу створення й оновлення основних фондів. Основне навантаження при цьому припадає на стадію науково-дослідних, експериментально-конструкторських і проектно-вишукувальних робіт. На стадії науково-проектної підготовки потрібний комплексний підхід, який забезпечить поєднання мети науково-технічного прогресу з інвестиційними цілями та суміщення в часі періоду створення основних фондів із розробкою нової техніки та технології, що в сукупності і визначає поняття інвестиційного будівельного проекту. У плановому порядку цього досягти важко; мають працювати автоматичні регулятори - власність, інтерес, прибуток, податок та ін.

Результати наукових розробок про життєві цикли виробів, машин, окремих систем упроваджуються й використовуються в народногосподарському плануванні та прогнозуванні. Проте майже не існує досліджень щодо синхронізації планування суспільного виробництва з циклами науково-технічного прогресу. Спільна праця всіх працівників інвестиційного процесу перерозподіляється у сферу з вищим інтелектуальним потенціалом - науки та проектування. Посилення стадії

підготовки інвестиційного циклу має привести до підвищення науково-технічного рівня всього процесу розширеного відтворення.

В умовах зменшення запасів органічного палива у світі та його подорожчання для споживачів необхідність скорочення енергоспоживання будівель, а це до 40% загального енергоспоживання, в принципі, не викликає сумніву. І «ціна питання» для України може сягати щорічно понад 10 млрд. дол. економії при імпорті енергоносіїв.

На практиці цю проблему для нового будівництва і реконструкцій об'єктів вирішують спрощено: держава вводить нормативи теплоізоляції конструкцій, а забудовник обирає варіанти в межах нормативів шляхом порівняння техніко-економічних показників конструкцій, наприклад, їхньої вартості.

Якщо ж забудовник прагне оптимізувати енергоспоживання за рахунок проведення додаткових заходів, порівняються теплоізоляційні характеристики матеріалів і конструкцій базового і покращеного варіантів, визначається відносне скорочення енергоспоживання при експлуатації об'єкту, економія на енерговитратах, яка співставляється з вартістю запланованих заходів.

Розглянемо методи і фактори, які використовуються при таких оцінках, оцінимо їхню обґрунтованість, з точки зору визначення дійсного ефекту для споживача і національної економіки.

Порівняльний аналіз проектних рішень, що відповідають нормативам. На стадії проектування нового будівництва для вибору конструктивних варіантів, які відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель», альтернативні рішення співставляють між собою шляхом порівняння низки техніко-економічних показників. При цьому пріоритет може *віддаватися вартісним, часовим, або іншим показникам.* Методика ґрунтується на співставленні вартості будівельних робіт, розрахованих за ДБН, термінів їхнього виконання, а також термінів подальшої експлуатації конструкцій. Першим проблемним питанням при цьому є обґрунтованість нормативів, тобто впевненість у тому, що подорожчання будівництва задля дотримання нормативів дасть суб'єкту фінансовий ефект від енергозбереження на стадії експлуатації будівлі, а державі – ефект від того, що норматив спрацював.

Проблема обґрунтованості нормативів. Очевидно, що встановленню нормативів повинна передувати велика і довготривала робота з накопичення і аналізу фактичної експлуатаційної і проектної техніко-економічної інформації щодо енергоспоживання різних типів будівельних об'єктів, що складаються з певних конструктивних елементів, прогнозування факторів, які впливатимуть у майбутньому на вартість енергоносіїв, будівництва і експлуатації конструкцій з тими, чи іншими теплоізоляційними характеристиками в конкретних географічних умовах країни, обробки даних щодо вартості та ефективності реалізованих

проектів енергозбереження як для забудовника, так і для національної економіки.

Така робота в обсязі, необхідному для обґрунтування нормативів у нашій країні, очевидно, проведена не була. Були використані зарубіжні аналоги, отримані на основ інших національних стратегій енергоспоживання, інших факторів впливу, виконані спрощені розрахунки. Так, на основі багаточисельних випробувань стінних матеріалів і конструкцій, зовнішніх спостережень за їхнім станом вчені провідних профільних дослідницьких інститутів СНД з'ясували, що нові нормативи енергозбереження і теплового захисту будівель, відповідно до яких здійснюється проектування і будівництво, можуть і не забезпечувати необхідний фінансовий ефект. З іншого боку, якщо ми говоримо про технічну мету – нормування і обмеження енергоспоживання задля задачі зменшення споживання палива, то не можна проводити економічну оцінку енергозберігаючих заходів лише з точки зору кінцевого споживача енергії. Треба враховувати повну енергоємність протягом життєвого циклу будівлі, яка включає енерго- витрати на стадії проектування, виробництва матеріалів, конструкцій, будівництва, експлуатації і утилізації споруди або її елементів.

Таким чином можемо констатувати, що не можна без спеціального обґрунтування використовувати зарубіжний досвід та готові нормативи, оскільки в наших умовах це часто не приносить очікуваного ефекту. Такий ефект в наших умовах потрібно *розраховувати*.

Ефективність енергозбереження в умовах ринкової економіки визначається передусім для замовника, який фінансуватиме заходи і експлуатуватиме об'єкт. Здебільшого використовують при цьому як в Україні, так і, наприклад, у Польщі, показники простого *терміну окупності*.

Фінансовий та економічний аналіз ефективності інвестицій на основі науково обґрунтованої та адаптованої до умов України методики використовує методичний підхід визначення терміну окупності, який також має досить суттєві недоліки. Зокрема, для замовника, який фактично інвестує в енергозберігаючі заходи, насправді важливий не лише термін окупності, але і фінансова ефективність його інвестиційного проекту в деякому часовому горизонті, що робить доцільним розрахунки показників NPV, IRR та інших, що передбачено низкою інших методик.

Оцінка економічної ефективності проводиться у три етапи:

1. Проведення енергоаудиту, порівняння і вибір найкращого варіанту енергозберігаючих заходів на основі наближених показників.
2. Фінансова оцінка інвестицій з використанням дисконтування і капіталізації (нарощування) доходів протягом терміну експлуатації конструкцій. Результатом аналізу є значення показників, які характеризують обраний варіант за показниками: простий термін окупності; термін окупності з врахуванням дисконтування; термін

окупності з врахуванням нарощування; розмір інвестицій (вартість енергозберігаючих заходів); чистий дохід; чистий дисконтований дохід; чистий нарощений дохід; індекс прибутковості дисконтований; індекс прибутковості нарощений.

3. Порівняння інвестицій в енергозберігаючі заходи з альтернативними варіантами щодо використання коштів інвестора.

В даному розумінні фінансовий аналіз повинен показати ефект для суб'єкта господарювання, який здійснив енергозберігаючі заходи на стадії експлуатації, а економічний аналіз інвестицій повинен дати відповідь на питання, що від цього отримує економіка країни, чому і на яких умовах держава бере участь в інвестуванні цих заходів.

Однак, потрібно зауважити, що енергозбереження є лише одним зі шляхів можливого скорочення сумарних витрат замовника на будівництво і експлуатацію в певному періоді. Не знаючи всіх майбутніх ремонтно-експлуатаційних витрат, пов'язаних з наслідками проведення заходів енергозбереження, не можна в принципі оцінити ефективність останніх. А це вимагає докорінного перегляду змісту і якості підготовки проектно-кошторисної документації, введення показника вартості (періодів) життєвого циклу будівлі та вартості енергії як складової загальних витрат.

Отже, оптимальна енергоефективність досягається не нормуванням теплозахисних характеристик конструкцій, і навіть не вибором до цього енергетичного обладнання, а якісним фінансовим обґрунтуванням проекту як системи архітектурно-конструктивних, технологічних та інженерних рішень, частиною яких є рішення з енергоспоживання.

Відповідна регламентація змісту і якості проектування має бути передусім впроваджена і методично підкріплена. На відміну від фінансового ефекту, економічний ефект внаслідок реалізації суб'єктами господарювання енергозберігаючих заходів формується на регіональному та макрорівні. Можна розглянути економічний ефект власне всередині лише національної економіки. Економічна ефективність інвестиційних проектів з енергозбереження відображає співвідношення між витратами держави та результатами, отриманими на народногосподарському рівні.

Сюди можна віднести створення робочих місць під час здійснення робіт з енергозбереження, відповідні податкові надходження – які, однак, імовірно компенсуються скороченням робочих місць на стадії експлуатації будівель та виробництва або імпорту енергоносіїв.

В умовах України основний акцент робиться власне на необхідності скорочення імпорту нафти і газу, що ніби впливає з енергетичної стратегії країни.

Висновки та перспективи. Таким чином, можна визначити певний алгоритм забезпечення енергоефективності будівельних проектів - на основі аналізу тенденцій у світовій енергетиці, прогнозів економічного розвитку країни на міжнародному фоні обґрунтовується національна енергетична стратегія, структура енергетичного балансу та очікувана

вартість енергоресурсів. З врахуванням потенційних джерел енергії та її цін, а також інших цін на ресурси у будівництві *розробляються проектні рішення* для будівель і конструкцій, які оптимізують фінансову ефективність - вартість життєвого циклу споруд. На основі цілей і механізму реалізації енергетичної стратегії додатково *визначається і економічна ефективність* заходів з енергозбереження: витрати (дотації, пільги) і результати (робочі місця, податки, зменшення імпорту, збільшення експорту). Коли всі ці фактори враховані можна визначити відповідні теплоізоляційні та інженерно-технологічні енергетичні параметри ефективних будівель і конструкцій, які приймаються як нормативні. Управління даним процесом повинно обґрунтовуватись використанням принципів та особливостей енергоменеджменту в будівництві.

Складність обґрунтування енергоефективності у будівництві викликана довготривалим життєвим циклом продукції галузі, протягом якого відбуваються зміни у технологіях будівництва, виробництва і споживання енергії, у макроекономічних процесах, тому потребує подальшого аналізу для відстеження взаємозв'язку з технологічними процесами та специфікою будівельного ринку.

Література

1. Энергетический менеджмент / Под. ред. А.В.Праховника. – К. : ІЕЕ НТУУ. “КПИ”, 2001. – 472 с.
2. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського – К. : Академперіодика, 2006. – Т 1. 510 с.
3. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського –К. : Академперіодика, 2006. – Т 2. – 600 с.
4. Ковалко М. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України / М. Ковалко, О. Ковалко. – К. : “Бізнесполіграф”, 2009 – 104 с.
5. Холл Кэлвин С., Линдсей Гарднер. Менеджмент в энергетике. Пер. с англ. И.Б. Гриншпун. – М.: ЗАО Изд-во ЭКСМО-Пресс, 1999. – 592с.
6. Чмут Т.К. Управління енергетичним підприємством. Навч. посібник. – Харків, 1999. – 358с.
7. Програма економічних реформ на 2010–2014 рр. «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава»;
8. Державна програма активізації розвитку економіки на 2013–2014 рр. №187;
9. Державна цільова економічна програма розвитку інвестиційної діяльності на 2011–2015 рр. №1900-р від 29.09.2010р.;
10. Програма розвитку економіки на 2012–2014 рр.; Державній цільовій економічній програмі енергоефективності на 2010–2015 рр.;

11. Загальнодержавна програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009–2014 рр.; Закону України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» №3715-VI від 08.09.2011р.

12. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»

13. Закону України «Про енергозбереження»

14. [Постанова Кабінету Міністрів України “Про невідкладні заходи щодо виконання Комплексної державної програми енергозбереження України”. Від 27.06.2000 р. №1040.

15. Закон України “Про альтернативні джерела енергії”. Від 20.02.2003р. № 555-IV.

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМАТИКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

П.М. Куликов, Е.А. Бондарь

В статье определяются системные аспекты реализации строительных проектов через механизм энергоэффективности на основе энергоменеджмента. Определяются основные: нормативный и стоимостные решения с целью увеличения эффективности реализации строительных проектов и системы «народное хозяйство» в целом.

SYSTEM ASPECTS OF RANGE OF PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING PROJECTS

P. Kulikov O., Bondar

In the article the system aspects of realization of building projects are determined through the mechanism of energy efficiency. Basic problems: normative and economic, possible variants over of their decision are also brought with the aim of increase of efficiency of realization of building projects and system «national economy».

**СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ЧИСТИХ ПРИМІЩЕНЬ**

Національний університет “Львівська політехніка”, Україна

Наведена історія виникнення чистих приміщень та їх конструкція. Розроблено та використано ексергетичний метод аналізу роботи прямих центральних систем кондиціювання повітря чистих приміщень для оцінки та підвищення їх енергоефективності.

Історія питання. Чисті приміщення – це приміщення, де підтримуються у заданому діапазоні параметри мікроклімату за декількома показниками – розміром і кількістю на 1 м³ об’єму приміщення частинок пилу, аерозолів, мікроорганізмів та температурою, вологістю, тиском у приміщенні [1-5]. Залежно від забруднення на 1 м³ об’єму чисті приміщення поділяють на класи чистоти, які визначаються за кількістю частинок забруднення (0,1; 0,3; 0,5 мкм) в одиниці об’єму повітря. Контролюють забруднення тверді, аерозольні, бактеріологічні розміром від 0,005 до 100 мкм.

Чисті приміщення використовують у мікроелектроніці, приладобудуванні, медицині і медичній промисловості, фармакології, лабораторіях, виробництва оптики, харчовій промисловості, біотехнології, авіаційній та космічній промисловості. Вони можуть застосовуватись як для промислових цехів (рис. 1), так і для невеликих кімнат (рис. 2).



Рис. 1. Виробнича лінія у чистому приміщенні для потреб мікроелектроніки



Рис. 2. Невелике чисте приміщення для виробництва мікроелектроніки

Розуміння необхідності застосування чистих приміщень виникло давно. Так у 1860-х роках розпочались спроби усунення загрози бактеріальної інфекції в операційних дезінфекцією приміщень, інструментів та з фільтрацією повітря у системах припливної вентиляції. У 1940-х роках почали застосовувати системи примусової вентиляції приміщень з використанням надлишкового тиску, який запобігав появі небажаних забруднень. Одночасно з 1940-х років розпочались спроби застосування чистих приміщень у промисловому виробництві. Фірма Western Electric Company застосувала для виробництва авіаційних гороскопів 1955 року перше приміщення з мінімальними параметрами з накопичення пилу завдяки матеріалам покриття стін, підлоги, стелі, розміщенню освітлення. Разом з тим підтримувався надлишковий тиск у приміщенні, фільтри у припливній вентиляції затримували до 99,95% частинок розміром 0,3 мкм.

У 1960 році в Англії випробували скерований ламінарний потік повітря з усієї площини стелі. А Уилліс Уитфілд розробив 1961 року теорію ламінарних потоків повітря, що подавались через фільтри і проходили направлено через приміщення без надміру турбулентних вихорів та виводились через перфоровану фальш підлогу. Під час цього потік повітря видаляв з робочої зони приміщення частки забруднення.

Конструкція чистого приміщення та її системи кондиціонування повітря. Чисте приміщення повинне мати просту форму задля протидії накопиченню забруднень у «мертвих зонах» з герметичними стіновими конструкціями з антистатичним покриттям. Найчастіше повітря подається через фільтри у фальшстелі і виводиться через фальшпідлогу (рис. 3). Робітники у спеціальному одязі потрапляють у приміщення через спеціальні тамбури-шлюзи. Для приміщень нижчого класу чистоти меншу увагу приділяють параметрам температури, вологості, освітлення, конструкції устаткування, наявності вхідного тамбуру.

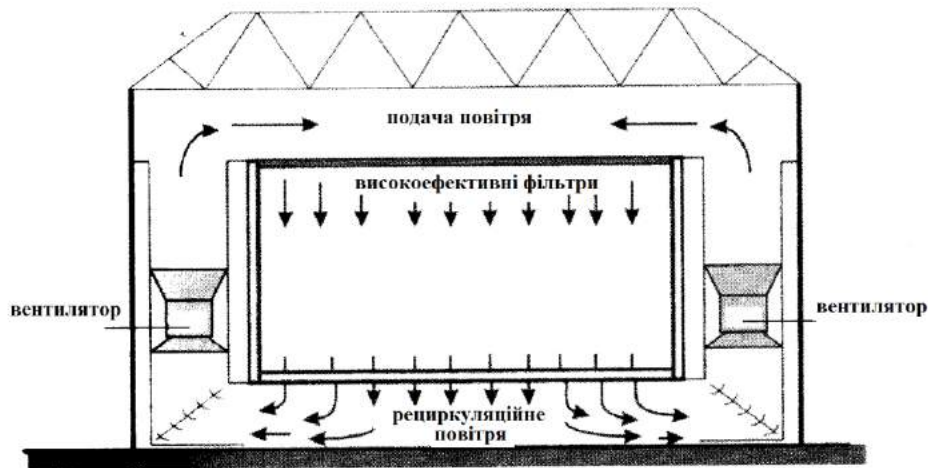


Рис. 3. Схема чистого приміщення з вертикальним односкерованим ламінарним потоком припливного повітря і витяжкою у фальш підлозі

Обмін повітря та надлишковий тиск забезпечує система підготовки повітря, звичайно кондиціонування, що складається з систем вентиляторів, які забирають рециркуляційне повітря (якщо це можливо) з приміщення та зовні (20-30%), проганяють його через систему розподілення разом з фільтрами перед подачею назад у приміщення. Повітряний потік проходить через весь об'єм приміщення в одному вертикальному напрямку з рівномірною швидкістю, зазвичай, рівною 0,3-0,5 м/с [3]. Параметри повітрообміну та чистоти приміщень контролює система управління. В середині приміщень можуть застосовувати окремі модулі з автономними системами очищення повітря вищого класу. Параметри чистих приміщень, їх будівництва, експлуатації визначаються системою Державних стандартів.

У випадках, коли рециркуляція внутрішнього повітря заборонена за санітарно-гігієнічними вимогами або коли кількість зовнішнього повітря, потрібна для даного чистого приміщення, наближено дорівнює кількості припливного повітря G_n , кг/год, порахованому за виділеними у приміщенні шкідливостями, застосовують прямотечійну систему кондиціонування повітря (СКП) для чистого приміщення. Прямотечійна СКП – це найпростіша система кондиціонування повітря, коли у приміщення подається 100% зовнішнього повітря. Ця система неекономічна, оскільки все повітря G_z , кг/год, яке надходить у приміщення, проходить повний цикл підготовки – від параметрів зовнішнього повітря до необхідних параметрів повітря чистого приміщення. Для цієї системи характерні високі показники енергозатрат і понижений термін служби фільтрів.

Покращити показники цієї системи дозволяє утилізація теплоти рекуперативним теплообмінником. Завдяки утилізації теплоти досягається економія енергії на підігрівання повітря до 60%.

Разом з тим для підвищення енергоефективності систем кондиціонування повітря чистих приміщень нами вибрана саме прямооточна система кондиціонування повітря, яка найбільше цього потребує.

Перспективи підвищення енергоефективності систем кондиціонування повітря чистих приміщень. Під час застосування центрального кондиціонування повітря важливим є питання: на скільки ефективною буде робота вибраної системи кондиціонування повітря за даних умов? Адже правильний вибір роботи СКП – це не тільки найкраще забезпечення мікроклімату та чистоти повітря у приміщеннях, але й економія енергії та коштів.

Різні системи центрального кондиціонування повітря за однакових параметрів зовнішнього повітря матимуть різну ефективність роботи за різних робочих параметрів та обслуговування одного й того самого приміщення.

Метою даної науково-дослідної роботи є оцінка ефективності роботи прямооточної центральної системи кондиціонування повітря для чистих приміщень *методом ексергетичного аналізу* [6-8].

Тому авторами розроблений ексергетичний метод аналізу роботи прямооточної центральної системи кондиціонування повітря чистих приміщень. Цей метод розроблений для визначення і порівняння ефективності роботи прямооточної установки центрального кондиціонування повітря, яка обслуговує чисте приміщення в теплий період року (ТПР) за різних режимів її роботи. Такий метод термодинамічного вивчення прямооточної СКП чистих приміщень дає можливість дослідити її як загалом, так і її окремі частини, щоб отримати повну інформацію про процеси перетворення енергії, які мають місце в цій СКП. Результатом аналізу є знаходження втрат ексергії в окремих елементах СКП та ексергетичного ККД процесу загалом. Розроблений метод дає можливість, наприклад, визначити ексергетичний ККД прямооточних центральних СКП залежно від різних параметрів зовнішнього повітря.

Для досліджень нами прийнято центральний кондиціонер типу КТЦ2. Об'єкт, який обслуговує цей кондиціонер – це чисте приміщення.

В розрахунках не враховані втрати у навколишнє середовище; прийнято, що в зрошувальній камері відбувається політропний процес охолодження та осушування повітря в ТПР.

Ексергетичний ККД, який характеризує ефективність роботи прямооточної системи кондиціонування у ТПР, визначали за формулою:

$$\eta_{\text{екс}} = \frac{E_{\text{вих}}}{E_{\text{вх}}} = \frac{\Delta E_{\text{пв}}}{\Delta E_{\text{к.зр}} + \Delta E_{\text{нагр}} + N_{\text{сп}}^{\text{х.в}} + N_{\text{сп}}^{\text{г.в}} + N_{\text{сп}}^{\text{вент}} + N_{\text{сп}}^{\text{ХМ}}},$$

де $\Delta E_{\text{пв}} = E_{\text{п}} - E_{\text{в}}$ – зменшення ексергії кондиціонованого повітря у чистому приміщенні, Вт;

$E_{\text{п}}$ і $E_{\text{в}}$ – відповідно, ексергія припливного і внутрішнього повітря у чистому приміщенні, Вт;

$\Delta E_{\text{к.зр}} = E_{\text{вк}} - E_{\text{вп}}$ – зміна ексергії води у камері зрошення (відповідно, зростання ексергії повітря у камері зрошення), Вт;

$E_{\text{вп}}$ і $E_{\text{вк}}$ – відповідно, ексергія води у камері зрошення за її початкової та кінцевої температури, Вт;

$\Delta E_{\text{нагр}} = E_{\text{гар}} - E_{\text{звор}}$ – зміна ексергії теплоносія (гарячої води) у повітронагрівнику II підігрівання (відповідно, зменшення ексергії повітря у повітронагрівнику II підігрівання), Вт;

$E_{\text{гар}}$ і $E_{\text{звор}}$ – відповідно, ексергія теплоносія у подавальному і зворотному патрубках повітронагрівника II підігрівання, Вт;

$N_{\text{сп}}^{\text{х.в}}$ – споживана потужність насосом холодної води для камери зрошення, Вт;

$N_{\text{сп}}^{\text{г.в}}$ – споживана потужність насосом гарячої води для повітронагрівника II підігрівання, Вт;

$N_{\text{сп}}^{\text{вент}}$ – споживана потужність двигуном вентилятора прийнятого центрального кондиціонера, Вт;

$N_{\text{сп}}^{\text{ХМ}}$ – споживана потужність холодильною машиною для центрального кондиціонера, Вт.

Нами визначений ексергетичний ККД для вибраної прямооточійної центральної СКП продуктивністю 10000 м³/год, яка обслуговувала чисте приміщення у м. Дніпропетровську, що становив $\eta_{\text{екс}} = 1,47\%$ ($\eta_{\text{екс}} = 0,0147$), а це є достатньо незначним. Звідси висновок, що потрібно шукати шляхи його підвищення.

Висновки. Створений та буде апробований у ТзОВ «Полікор» (м. Львів) метод ексергетичного аналізу центральних СКП для визначення і порівняння енергоефективності роботи прямооточійної установки центрального кондиціонування повітря, яка обслуговує чисте приміщення в теплий період року за різних режимів її роботи. Ексергетичний аналіз дозволить встановити максимальні термодинамічні можливості центральної прямооточійної СКП, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих її елементів. А для цього треба досконало вивчити всі аспекти роботи центральної прямооточійної СКП. Використання отриманих в науково-дослідній роботі результатів, дасть не тільки можливість суттєво покращити енергоефективність роботи чистих приміщень, але й підвищити рентабельність та конкурентоздатність цих приміщень для високотехнологічних, медичних та інших процесів.

Література

1. Федотов А.Е. Чистые помещения. Второе изд., перераб. и доп. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
2. Чистые помещения. Пер. с японск. – М.: Мир, 1990. – 456 с.
3. Уайт В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации. – М.: Клинрум, 2002. – 304 с.
4. Уайт В. Проектирование чистых помещений. Пер. с англ. – М.: Клинрум, 2004. – 360 с.
5. ГОСТ ИСО 14644-1. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха.

6. Соколов Е.Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: учеб. пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. / Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.

7. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.

8. Эксергетические расчеты технических систем: справ. пособие / [В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчев и др.]; под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского; Ин-т технической теплофизики АН УССР. – К думка, 1991. – 360 с.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В. И. Лабай, Д. И. Гарасим

Представлена история возникновения чистых помещений и их конструкция. Разработан и использован эксергетический метод анализа работы прямооточных центральных систем кондиционирования воздуха чистых помещений для оценки и повышения их энергоэффективности.

STATUS AND PROSPECTS OF ENERGY EFFICIENCY RISE OF AIR CONDITIONING SYSTEMS FOR CLEAN PREMISES

V. Labay, D. Harasym

The history of clean premises occurrence and its construction is shown. Exergy method of analysis of straight flow air conditioning systems work for clean premises to evaluate and improve their energy efficiency was designed and used.

СТЕБЛО ЯК ПРИРОДНИЙ АНАЛОГ НАДВИСОТНОГО ХМАРОЧОСА «БІОТЕКТОН» І КОНСТРУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГО МАТЕРІАЛУ

Київський національний університет культури і мистецтва, Україна

Взявши за основу стебло злаку як формотворчий архітектурний елемент дизайну надвисотної будівлі «Біотектон» конструктивна технологія останнього неможлива без створення біонеорганічних матеріалів, де принципи будови органічних структур /клітинних оболонок/ будуть закладені в аналогових механізмах будови штучних структур /біоматеріала/.

Постанова проблеми. Взявши за основу стебло злаку/- Gramineae, Triticale/ як формотворчий архітектурний елемент дизайну надвисотних споруд «Біотектон» конструктивна технологія останнього неможлива без створення біонеорганічних матеріалів, де принципи побудови органічних структур /клітинних оболонок/ будуть закладені в аналогових механізмах побудови штучних структур /біоматеріалів/. Структурні форми живої природи і особливо стебельчаті, вертикально стоячі рослини являють собою дуже раціонально влаштовані, міцні, пружно - гнучкі і стійкі споруди, і можуть розглядатися як аналоги штучних надвисотних споруд. Конструктивна форма стебел у багатьох відношеннях формувалася під впливом тих же механічних сил, які відчують архітектурні конструкції і становить великий інтерес з точки зору конструктивної доцільності будови. При цьому на перший план виходить завдання вивчення конструктивних властивостей матеріалів стебел, на рівні аналізу не тільки елементів їх структури, але і зв'язки між ними, з виявленням цих факторів, які призводять до економії та доцільним витратам матеріалу.

Результати досліджень. Інтерес до конструктивної сторони стебла давно привертав увагу численних дослідників. Ще Галілей зазначав, що у порожнистих балках без збільшення ваги значно зростає опір, і поло трубчата конструкція піддається вигину тіла раціональної, і як приклад наводив соломину злаку. Роберт Гук /1670/, спільно з одним із основоположників анатомії рослин Неємією Грю, аналізуючи зміст поло трубчатої конструкції соломини, відзначали, що в стеблі створюється таке розташування матеріалу, яке має повідомити йому міцність, перешкоджати його вигину і змушувати рости його прямо вгору. Інженер - філософ Герберт Спенсер разом з ботаніком Гукером в ряді гіпотетичних висновків дали не тільки пояснення формуванню поло трубчатої конструкції, але і вказали на цілий ряд наявних пристосувань, необхідних для збереження вертикального положення. Перші спеціальні дослідження, що стосувалися питань структурної будови стебел, з'явилися наприкінці ХІХ ст. Наприклад, робота великого німецького ботаніка Симона Швенденера «Механічний принцип в анатомічній будові однодольних». У ній автор набагато більш повно, ніж його попередники, розвинув думку про наявність у зелених рослин «спеціальних механічних тканин» і встановив

зв'язок між властивостями рослинних клітинних стінок, розташуванням їх в тілі зелених рослин і функцією забезпечення міцності органів. С. Швенденер дійшов висновку: рослина досягає найбільшої стійкості при концентрично периферійному розподілі маси міцного матеріалу по поперечному перерізі стебла рослини, тобто при найбільшому віддаленні матеріалу від поздовжньої осі. Їм було встановлено також, що механічні тканини розташовані в поперечному перерізі стебла там, де вони чинять найбільший опір зовнішнім силам, прагнуть деформувати стебло в природних умовах його зростання. Швенденер досить переконливо довів і те, що механічна тканина надає стійкість і розташована всередині стебла так, як розташував би її інженер для надання стеблу стійкості за умови найвигіднішого розташування матеріалу.

Подальший розвиток уявлень про будову стебел рослин розкрито в працях відомих вчених А. Бекетова, В. Талієва, К. Тімірязєва. Зокрема, К.Тімірязєв у промові «Фактори органічної еволюції» стверджував: «Саме на стеблах дізналися ми цілий ряд вражаючих факторів, які доводять, що вони побудовані за всіма правилами будівельного мистецтва». На початку ХХ століття один з великих ботаніків, професор В. Раздорський ввів у науку нове уявлення про будову рослин, як про «комплексні споруди» і створив струнку теорію про БУДІВЕЛЬНО - МЕХАНІЧНІ ПРИНЦИПИ конструкції органів рослин. «Кістяком рослин - писав він, - треба визнати систему твердих клітинних стінок; ця система, що представляє собою каркас міцності, є пружно - гнучким стержнем і підлягає трактуванню з точки зору статички споруд».

Будівельно - механічні функції стебел по Раздорському полягають у тому, що вони повинні чинити опір як статично чинним механічним факторам /сила тяжіння, гравітація, постійна швидкість вітру/, так і динамічним навантаженням /сильні пориви вітру, теплофізичні та хімічні зміни середовища/. Зіставляючи стебло з комплексними конструкціями - залізобетонною балкою або залізобетонною колоною В. Раздорський відзначав доцільність будови тканин міцності, високі їх фізико - механічні властивості, що забезпечують надійність функціонування природної структури. Все вище викладене свідчить, що внутрішня структура стебла представляє великий інтерес з точки зору конструктивної доцільності будови. Причому на перший план виходить завдання вивчення КОНСТРУКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ стебел на рівні аналізу не тільки елементів їх структури, але і зв'язків між ними, з виявленням тих факторів, які призводять до економії і доцільних витрат матеріалу. Це необхідно, щоб вести успішний пошук більш досконалих конструктивно - тектонічних систем висотних споруд. Пошук матеріалу, що задовольняє тій чи іншій тектонічній ідеї - один із проявів науково - технічного прогресу в архітектурі. Ще в 20-ті роки у наукових розробках ГАХН ставилися аналогічні завдання: «В нових умовах не матеріалом визначається форма, а та чи інша конструкція шукає матеріал і техніку, яка найбільше її виражає». Розвиваючи цю ідею, А. К. Буров прийшов до створення нового матеріалу, що володіє властивостями, які наближають його до будівельних матеріалів «живої природи». «Структура сучасного орієнтованого матеріалу, - писав Буров, - яка повторює за формою напрям

напруги, видозмінюється в залежності від цих умов, наближається до органічних структур...». Аналіз структурної побудови «будівельного матеріалу» стебел - їх тканин показує, що спеціалізовані механічні / несучі / тканини , а також клітини покривної, основної і провідної тканини володіють конструкційними властивостями, тобто являють собою «композитні» матеріали, які одночасно виконують різні функції і утворюють цілісну комплексну систему. Композиція матеріалу стебла формується на основі «складання букета » з матеріалів, різних функціонально та за структурою. Тому, досліджуючи в основному властивості матеріалів, що виконують опорну функцію, потрібно враховувати функції інших тканин, що сприяють забезпеченню надійності організму. Основну опорну / несучу / функцію стебел рослин виконують механічні тканини, що володіють великою міцністю і забезпечують надійність деталей і вузлів каркаса /скелета/ стебла. До механічних / конструктивних / тканин належать : склеренхіма і колленхіма.

Склеренхіма /від грецьких слів «склеро» - жорсткий і «енхіма» - наповнює/ позначають комплекс товстостінних задерев'янілих клітин, які, виконуючи опорну функцію, дають можливість стеблу протистояти розтягуванню, згинанню, тиску й іншим різним напругам, які обумовлені впливом вітру, снігу, дощу, власної ваги рослини. Тяжі склеренхіми володіють великою міцністю і пружністю . При розтязі за величиною тимчасового опору майже не поступаються сталі, а за величиною питомого живого опору до межі пружності - каучуку.

Колленхіма /від грецького «колла» - клей і «енхіма» - наповнює/ є, головним чином , тканиною міцності молодих , сильно зростаючих в довжину і в товщину стебел. Поєднує значну /хоча і меншу, ніж склеренхіма/ міцність на розрив з гнучкістю і пластичністю. Порівняння колленхіми з волокнами показує, що вона здатна витримувати навантаження в 15-20 кг / мм². Останні відновлюють свою колишню довжину навіть після впливу навантаження в 15-20 кг / мм² , тоді як колленхіма залишається в розтягнутому стані навіть після програми навантаження в 15 – 20 кг / мм². Іншими словами , волокна еластичні, а колленхіма пластична. Механічна тканина стебел рослин має межею міцності на розрив $\sigma_{чп} = 3470 \text{ кг / см}^2$ (див. табл.1), тобто приблизно таким же показником, що і сталь марки Ст3 / $\sigma_{чп} = 3800-4100 \text{ кг / см}^2$ /. При цьому межа пропорційності $\sigma_{пц}$ тотожна межі міцності . У сталі же він значно нижчий : за межами $\sigma_{пц} = 2000 \text{ кг / см}^2$ вона перестає підкорятися закону Гука (закону пропорційності між напругою і подовженнями), матеріал починає текти , і лише потім, завдяки деякій перебудові кристалічної структури металу, настає тимчасовий опір розриву. Механічна ж (природна) тканина підкорюється закону Гука до межі міцності, минаючи зазначені проміжні стадії поведінки матеріалу, характерні для сталі. Це пояснюється саме поєднанням міцності, пружності, еластичності і в'язкості. Наведені в таблиці 1 дані , свідчать про те , що механічна тканина, що виконує опорну функцію рослин , має рівні і значні межі міцності і пружності , що не поступаються тим же показниками сталі Ст3, а показники еластичності вище більш ніж в 10 разів. Саме це, дуже цінне для

матеріалу, поєднання високої міцності з великою еластичністю при відносно невеликій питомій вазі і є перевагою «будівельних матеріалів» живої природи.

Таблиця 1

Результати випробувань на розтяг склеренхімних тяжів і коленхіми
(по Роздорському)

Найменування матеріалу	Межа пропорц.. $\sigma_{пц}$ кг/см ²	Удлин. $\epsilon_{п\%}$	Модуль пружності E кг/см ²	Тимчасовий опір $\sigma_{пч}$ кг/см ²	К-ть зразків	Прим.
Склеренхіма стебла (оман обикн.)	3740	1,30	287700	3740	5	
Коленхіма стебла(бутень бульбовий)	1030	1,34	76870	1300	5	
Стебло	3060	1,46	209575	3060	5	
Сталь 3	2030-2200	0,1	2000000- 2200000	3800-4100	-	
Каучук	20	200	10	-	-	

Де $\sigma_{пц}$ - межа пропорційності ;

$\sigma_{пч}$ - тимчасовий опір або межа міцності;

$\epsilon_{п}$ - відносне подовження.

З таблиці. 1 видно, що матеріал стебел володіє особливою пружністю порівняно зі сталлю.

Німецький дослідник Е. Детлефсен вбачав у низьких значеннях модуля пружності /E/ фактор , який надає стеблам рослин необхідну гнучкість, пружність і податливість , в силу якої вони здатні витримувати значні вигини , тобто здатні гнутися , при цьому тиск вітру на стебло , природно , зменшується. Жорсткість матеріалу , як відомо залежить не тільки від модуля Юнга , а й від геометричної форми конструкції і споруди в цілому. Властивості «опорності по формі» / термін визначено відомим італійським інженером П.Л.Нерві /, коли конструктивну ефективність визначає не тільки міцність, але й форму матеріалу, знаходить відображення в його структурній /клітинній/ будові. Форма природної конструкції підвищує механічну міцність її матеріалу /володіє при цьому на цілий порядок меншим модулем пружності/, що і створює передумови динаміки, г н у ч к о с т і живих систем.

Ці висновки мають велике значення, тому що відомо, що техніка підвищення надійності досягається за рахунок надмірності матеріалу в порівнянні з мінімально необхідним для існування і функціонування структури. Природні структури створені при мінімальній витраті матеріалу, який в силу своєї легкості і меншої жорсткості /в порівнянні зі сталлю/ забезпечує пружну роботу елементів живої конструкції. Більш глибокий рівень вивчення конструкційних властивостей біосистем пов'язаний з аналізом відносин зв'язків

між елементами, які обумовлюють солідарну роботу компонентів опорної системи.

Природа для створення своїх «висотних споруд» використовує матеріали з унікальними властивостями. Композиція матеріалу стебла формується з матеріалів, різних за структурою і функціональним призначенням. Саме по композиційній структурі матеріали стебла є різними, і цього практично достатньо, щоб їх механічні властивості були несхожі.

Слід підкреслити, що природні комплексні матеріали по міцності, опорі, тепловому впливу і ряду інших властивостей перевершують будь-який з вхідних в них компонентів. Такі матеріали характеризуються, як правило, низькою питомою вагою, високою міцністю, здатністю до пружних деформацій, і при будь-якому поєднанні навантажень поведуться як єдине структурне ціле. У цьому одна з найголовніших характеристик природних матеріалів. Її відтворення в штучних будівельних матеріалах надзвичайно важливо.

Характеристики міцності матеріалу стебел, обумовлені структурною будовою клітин, більшою мірою визначаються також і структурою самих клітин та їх оболонок. Клітинна оболонка, власне, і дала початок виникненню терміна «клітина», коли Роберт Гук у 1677 р. за допомогою світлового мікроскопа виявив клітинні оболонки на зрізі пляшкової пробки. Він порівняв текстуру спостережуваної тканини з бджолиними сотами і обмежені стінками порожнини назвав англійським словом «cell», яке переводиться на російську мову як «осередок» і як «клітина».

Серія знімків зрізів соломини, отриманих в процесі даного дослідження за допомогою електронного скануючого мікроскопа JSM - U3 /с збільшенням в 8000 раз/, наочно ілюструє шарувату структуру клітинної оболонки /природного композиту/. Тут дуже чітко розрізняються шари оболонки різні як за своїми фізико-механічними властивостями, так і за структурою.

Виникнення клітинної оболонки здійснюється шляхом утворення із фрагмента /від грецького «Фрагмена» - огорожа, поділ/ так званої клітинної пластинки. Зростаюча клітинна платівка - шарувата. По обидві сторони від середнього шару пластинки /середня пластинка/ майбутні дочірні клітини починають будувати первинну оболонку, яка вже на першій стадії розвитку /будівництва/ містить невелику кількість включень - елементарних фібрил целюлози.

Молоді кліткові стінки в процесі росту товщають за рахунок накладення на первинну оболонку зсередини клітини додаткових шарів, що утворюють вторинну оболонку.

Фрей - Вісслінг і Мюллеталер [5] розглядають первинну оболонку, як шар, який першим відкладається клітиною. Цей шар на їх думку, має цілком або частково дисперсну текстуру, мікрофібрила цього шару здатні зміщуватися відносно один одного, утворюючи багат шарову мережу, що містить целюлозу, геміцелюлозу і пектин.

У первинній оболонці целюлоза досягає тільки 12 % сирової ваги, тоді як потовщенням вторинної оболонки клітини, целюлоза переважає над іншими

компонентами. Таким чином в первинній оболонці достатньо місця для вільного дисперсного розподілу в матриці мікрофібрил целюлози, тоді як у вторинній оболонці вони повинні бути упаковані так щільно, що високий вміст целюлози може бути забезпечений тільки при паралельному розташуванні мікрофібрил.

Вторинна оболонка виникає шляхом накладання нових шарів на первинну оболонку. Вона становить основну масу і надає клітині її остаточну форму. Як наслідок вторинної шаруватості клітинної оболонки її пластичні властивості відступають на задній план, а найбільш яскраве вираження отримують властивості пружності.

Вторинна оболонка складається з тонкого зовнішнього шару С1, товстого проміжного С2 і тонкого внутрішнього шару С3.

Процес «будівництва» волокон з целюлози описаний Фрей - Вісслінгом; «... ми знаємо, яким чином розташовані кільця глюкози в ланцюговій молекулі целюлози, як целюлозні ланцюги складаються в ланцюгові ґрати, як утворюються елементарні мікрофібрили, видимі в світловий мікроскоп. Далі ми з'ясовуємо, як із таких мікрофібрил будуються клітини, що мають структуру волокон, і яким чином ці клітини утворюють мікроскопічні волокна. Таким чином, хід розвитку структури цих волокон відомий на рівні всіх порядків величин, починаючи від мікромолекули і закінчуючи видимими неозброєним оком і відчутними тяжами, що грають в організмі рослини роль опорних тканин».

Створюється враження, пише Фрей - Вісслінг, що природа експериментувала з різноманітними типами полісахаридів до тих пір, поки не показала нарешті, що саме г і б д о і е ланцюга целюлози можуть служити найкращим матеріалом для зміцнення клітинних оболонок у боротьбі рослин за перехід до наземного способу життя.

Внаслідок неоднакового змісту целюлози клітинні оболонки виявляють різну ступінь пластичності (властивості змінюють свою форму і розміри при навантаженні і зберігають залишкову деформацію після зняття навантаження), пружності (здатності відновлювати початкові форми і розміри після деформації) і міцності.

У процесі формування, клітинні оболонки піддаються різним вторинним перетворенням, включаючи хімічні і фізичні зміни. Зокрема, для механічної (опорної) тканини особливе значення має процес д р е в е с н і н н я, що приводить до накопичення в клітинній оболонці особливого компонента - лігніну.

Структура клітинної оболонки, що досягла своїх остаточних розмірів, набуває стійкості, коли ця оболонка інкрустується лігніном. Цей процес підвищує міцність оболонки. При цьому на додаток до міцності на розтяг, яку надають оболонці целюлозні мікрофібрили, вона набуває значну міцність на стиск.

Встановлено, що процес деревесніння клітинних оболонок залежить від зовнішніх навантажень, випробовуваних стеблом. Наприклад, в тканині, що знаходиться в розтягнутому стані, лігніну відкладається менше і частина клітин

взагалі не дерев'яніє . Навпаки , в стислій частині стебла процес лігніфікації значно посилюється і вміст лігніну збільшується.

Отже , можна зробити висновок , що « будівництво» клітинної оболонки , взаємодія її складових компонентів засноване на механічному принципі, сприяє створенню унікальних конструктивних елементів природи. При цьому солідарний зв'язок структурних елементів клітинної оболонки забезпечує конструктивну сумісність різних за своїми фізико - механічними властивостями компонентів.

Це особливо простежується в процесі деревесніння, коли простір між мікрофібрилами заповнюється лігніном і утворюється структура, яку можна порівняти із залізобетоном . При цьому мікрофібрили відповідають арматурі, а лігнін - бетону. Але, на відміну від залізобетону (де бетон розривається при відносному подовженні в 0,01 % і тому високі механічні властивості металу використовуються в малому ступені), опорність «лігніну - бетону » деформацій велика. Він руйнується не раніше того, як розриваються тяжі арматури - мікрофібрили. Тому механічні властивості арматури рослинного матеріалу використовуються повністю.

У сучасних конструкціях сталеві армуючі стрижні високої міцності не становлять солідарний компонент звичайного залізобетону через несумісність цих двох матеріалів в розтягнутих зонах перетинів. Надмірно ламкий при розтягуванні бетон не може протистояти навіть десятій частині деформації , які витримує високосортна сталь.

Дослідження структурних композицій клітинної оболонки, виявлення, на анатомічному рівні, фізико - хімічних властивостей окремих шарів оболонки, властивості основної речовини , або матриксу , в який занурені армуючі нитки (мікрофібрили) , та їх взаємозв'язків представляють корисні дані, які можуть бути використані при створенні конструкційних матеріалів.

Таким чином, перше, що може сприяти ефективному розвитку просторових висотних сучасних споруд - це застосування для їх несучих систем нових будівельних матеріалів, подібних за своїми фізико - механічними властивостями матеріалам каркасів рослин. При задаваній міцності підвищується показник пластичності матеріалу , знижується , наскільки можливо , питома вага його і т.д. Нам видається, що таке завдання технологам будівельних матеріалів по плечу. Вже створюються різні матеріали з наперед заданими параметрами їх механічних властивостей , нанотехнологічні матеріали. І , безсумнівно , що при створенні нових конструктивних матеріалів для перспективного будівництва моделлю можуть послужити рослинні тканини з їх чудовими механічними властивостями. Важливе значення може мати також використання:

- принципу солідарної роботи структурних компонентів на всіх рівнях організації, де зв'язки між елементами - прямими виконавцями функції стійкості біологічної структури забезпечують високу надійність всієї системи;

- принципів армування , які здійснюються як в шарах оболонок (різна ступінь концентрації целюлозних ниток, сприяючи поєднанню пластичних властивостей первинної, і пружних властивостей вторинної оболонки, створює

природний композит), так і шляхом поступового закладення і диференціювання «арматури» і «заповнення» в процесі росту і формування тканин;

- принципу «опорності по формі», що забезпечує мінімальну витрату «будівельного матеріалу»;

- принципу структурної побудови (диференціація функцій матеріалу , що бере участь у формоутворенні «організму», що відбувається на основі подальшого поглиблення єдності роботи всіх частин і такого різноманіття внутрішніх зв'язків , коли підвищення «конструктивної» складності майже не знижує , а то й збільшує надійність, призводить до найбільш раціонального розподілу матеріалу в просторі).

Наукові дослідження в цій області можуть мати на меті створення біонеорганічних матеріалів , де принципи побудови органічних структур (клітинних оболонок) будуть закладені в аналогових механізмах побудови штучних структур (біоматеріалів).

Формоутворення багатоярусних структур на основі матеріалів , подібних за своїми фізико - механічними властивостями природним, дозволило б створювати просторові системи з принципово новими тектонічними характеристиками, так як вони ґрунтувалися б на зовсім іншому поєднанні властивостей, ніж це характерно для традиційних матеріалів.

Висновки. Розкриваючи основи структурної побудови матеріалу стебел , основні принципи тектоніки, визначаючи найважливіші функціональні залежності (організм ↔ середовище) і аналізуючи їх з точки зору можливості використання для пошуку нових конструктивно - тектонічних систем надвисотних споруд «біотектонів» встановлено , що стебло злака являє собою досконалу просторову структуру «висотної споруди» природи , де :

- велика несуча здатність, стійкість, просторовий розвиток стебел по вертикалі обумовлені конструкційними властивостями несучих матеріалів, високою механічною міцністю і доцільним використанням міцності матеріалу по висоті;

- опорні /несучі/ тканини , що виконують роль будівельної арматури або каркаса, поряд з високою міцністю володіють пружністю, еластичністю. Поєднання високої міцності й еластичності забезпечує пружну податливість каркасу стебел;

- властивість «опорності по формі» , коли ефективність роботи матеріалу визначається не тільки його міцністю, а й формою, стає одним із важливих чинників економії;

- композиція матеріалу, що є природного моделлю конструктивної сумісності матеріалів різних як за структурою, так і за функціональним призначенням і солідарний зв'язок його структурних компонентів, де якісний перехід властивостей одного матеріалу в інший представляються найважливішими принципами створення адекватних конструкційних будівельних матеріалів із заданими властивостями;

- принципи будови і функціонування опорних /несучих/ тканин, розташованих по периферії і в поєднанні з окремими провідними /комунікаційними / тяжами утворюють систему просторових несучих оболонок;

взаємозв'язок несучих елементів, внутрішні процеси самоорганізації, що забезпечують надійність біосистем, можуть бути використані при створенні великомасштабних вертикальних просторових структур з багатофункціональною організацією;

• як функціональна біологічна модель, побудова якої обумовлена, в значній мірі, особливостями структурно - функціональної організації простору і підпорядкована певним тектонічним закономірностям, стебло злаку може бути аналогом вертикальних надвисотних структур в архітектурі і дизайні.

Саме якісний перехід властивостей одного матеріалу /клітинної оболонки/ в інший - представляється цікавим об'єктом подальших досліджень для одержання нових конструкційних біоматеріалів.

Література

1. *Александрян В.П., Саркісян Г.М.* Стебла злакових, як можливий прототип при конструюванні порожнистих споруд з композиційних матеріалів. - В зб.: Архітектура, наука і техніка. Тези доповідей до наради 22 - 24 листопада 1972 -М., Госгражданстрой НІІТО, 1972.

2. *Бардінская М.С.* Рослинні клітинні стінки і їх утворення. -М., Наука, 1967 -167. с.

3. *Кремянський В.І.* Структурні рівні живої матерії. - М., Наука, 1969-280 с.

4. *Раздорський В.Ф.* рослини як споруди. Отд. отіск «Известия Азербайджанського університету № 3», Баку, 1923-1924.

5. *Фрей - Віслін, К. Мюлеталер.* Ультроструктура рослинної клітини. -М., Світ, 1968 -306 с.

СТЕБЕЛЬ КАК ПРИРОДНЫЙ АНАЛОГ СВЕРХВЫСОТНОГО НЕБОСКРЕБА «БИОТЕКТОН» И КОНСТРУКТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЕГО МАТЕРИАЛА

А. И. Лазарев

Стебель, природный аналог вертикальных структур в архитектуре и дизайне, и конструктивные качества его материала. Взявши за основу стебель злака как формообразовательный архитектурный элемент высотного здания «Биотектон», его конструктивная технология невозможна без создания бионеорганических материалов, где принципы строения органических структур / клеточных оболочек / будут заложены в аналоговых механизмах построения искусственных структур / биоматериалов /.

STEM AS NATURAL ANALOGUE SUPER-HIGH SKYSCRAPER «BIOTEKTON» ITS PROPERTIES AND CONSTRUCTION MATERIAL

A. Lazarev

Stem a natural analogue of vertical structures in architecture and design, and design quality of its materials . Taking the basis for culm as formative architectural design skyscrapers "Biotekton" his constructive technology is impossible without creating bioinorganic materials, where the principles of the structure of organic structures / cell membrane / will be laid to analog mechanism for constructing artificial structures / biomaterials /.

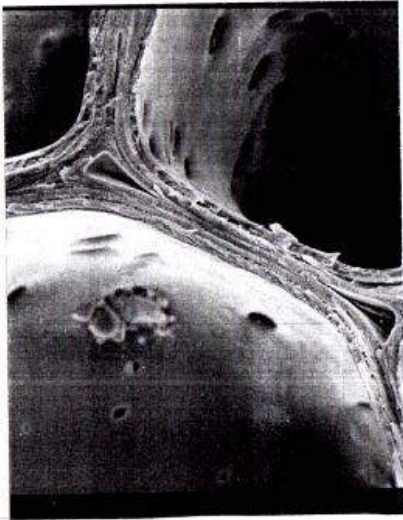


Рис. Структура клеточной оболочки. Увеличение 2 500 X.
Снимок получен электронным сканирующим микроскопом



Рис. Вид клеточных оболочек и детали их строения. Увеличение

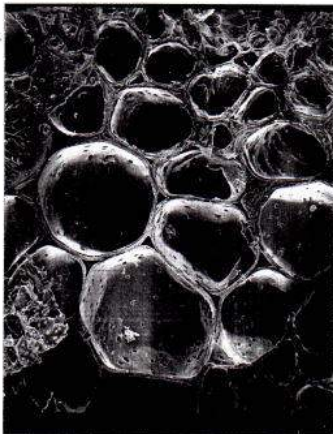


Рис. Структура механической ткани, выполняющей опорную функцию.
Увеличение 300 X.



Рис. Формирование опорной ткани стебля злака.
Поперечный срез стебля; увеличение 75 X
Снимок получен электронным сканирующим микроскопом

СКЛАДЧАСТА ТРАНСФОРМОВАНА СИСТЕМА, ЯК ОБ'ЄКТ СОНЦЕЗАХИСТУ НА ПРИКЛАДІ ЗИМОВОГО САДУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Досліджується складчаста трансформована система, як об'єкт сонцезахисту на двох прикладах зимових садів індивідуальних житлових будинків. Наводиться два варіанти для можливого раціонального використання системи, як моделі сонцезахисту та енергозбереження, з урахуванням переваг та недоліків по її застосуванню. Розрахований коефіцієнт проникнення сонячної радіації у липні за умов ясного неба на 50° пн.ш. до зимового саду з різними орієнтаціями площин.

Ключові слова: сонцезахист, інсоляція.

Визначення термінів:

Сонцезахист – потреба в обмеженні надлишкової теплової дії інсоляції.

Інсоляція – вимоги до опромінення поверхонь і простору прямими сонячними променями, які пред'являються при розміщенні об'єктів, в проектах планування і забудови мікрорайонів і кварталів, проектів будівництва та реконструкції окремих будівель і споруд та при здійсненні нагляду за споруджуваними і діючими об'єктами.

Постановка проблеми. Сонцезахисні системи застосовують в зв'язку з необхідністю зменшення впливу інсоляції та потрапляння сонячної радіації до приміщень житлових будівель, громадських споруд, на територію житлової забудови і т.і. Існує широкий вибір трансформованих систем сонцезахисту з геометричними моделями різних форм та конфігурацій. Номенклатура сонцезахисних систем є не вичерпаною, на сьогоднішній день, що дозволяє створювати нові моделі для подальшого впровадження їх у виробництво. Важливу роль, в процесі створення нової будівельної конструктивної моделі, відіграє ефективність її застосування, економічність виготовлення, спрощення доставки та полегшення монтажу, а також доцільність в обслуговуванні.

З точки зору інсоляції необхідно проектувати такі сонцезахисні системи, які в холодну пору року не заважали попаданню сонячних променів всередину будівлі, а в жарку пору захищали від сонця. При цьому сонцезахисні системи необхідно влаштовувати назовні. Враховуючи всі вимоги згідно нормативній документації [3,4,5] досліджуються дві геометричні моделі складчастих трансформованих систем, як об'єкти зовнішнього сонцезахисту на прикладах зимових садів житлових будинків.

Аналіз останніх досліджень. За основу для дослідження моделей сонцезахисту було використано матеріали фірми «Манеж» [1] – провідна компанія на ринку України по влаштуванню сонцезахисних систем. Проаналізовано нормативну документацію по вимогам до інсоляції, впливу

сонячної радіації та сонцезахисту [3,4,5]. Використано матеріали Сергійчука О.В. та Дворецького А.Т. [1,2].

Мета. В статті досліджується геометрична модель складчастої трансформованої системи (СТС), як варіант застосування зовнішньої сонцезахисної конструкції на прикладі зимового саду індивідуального житлового будинку. Наводиться порівняння варіантів можливого застосування СТС: як моделі сонцезахисту та енергозбереження.

Основна частина. За нормами СанПиН 2605-82 [5], при неможливості забезпечення сонцезахисту приміщень орієнтацією, необхідно передбачувати конструктивні і технічні засоби сонцезахисту. Засоби по обмеженню надлишкового теплового впливу інсоляції не повинні призводити до порушення норм природного освітлення приміщень. Розглядаючи геометричні моделі СТС (рис. 1-2) можна припустити, що при наданні їм конструктивних властивостей системи відповідатимуть всім вимогам захисту територій від надлишкової сонячної радіації і не порушуватимуть норм інсоляції.

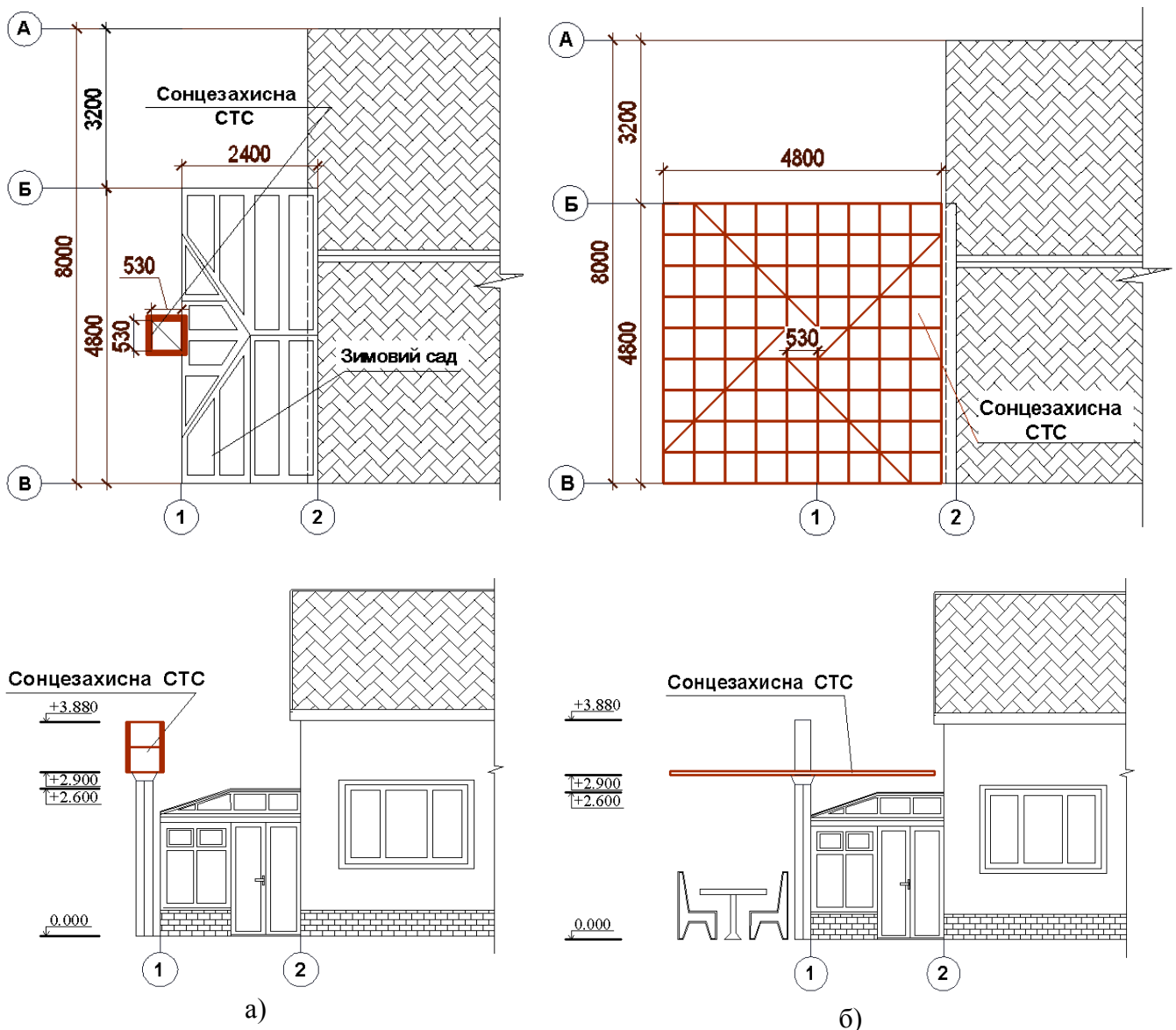


Рис. 1. СТС, як модель сонцезахисту $S=23\text{m}^2$: а) в складеному стані б) в робочому положенні

На рис. 1 зображено один з варіантів можливого застосування СТС для сонцезахисту зимового саду житлового будинку з прямокутною конфігурацією в плані. Дана модель в робочому положенні (рис. 1,б) створює сонцезахист в приміщенні зимового саду і на прилеглій території до будинку, що дозволяє комфортно розмістити місце відпочинку на майданчику. Запропонована система сонцезахисту може бути створена в поєднанні стержневих елементів з тентовим покриттям. В складеному стані СТС є компактною, внаслідок згортання (рис.1,а) вона не виконує своє функціональне призначення, що відповідає вимогам по експлуатації в несприятливу пору.

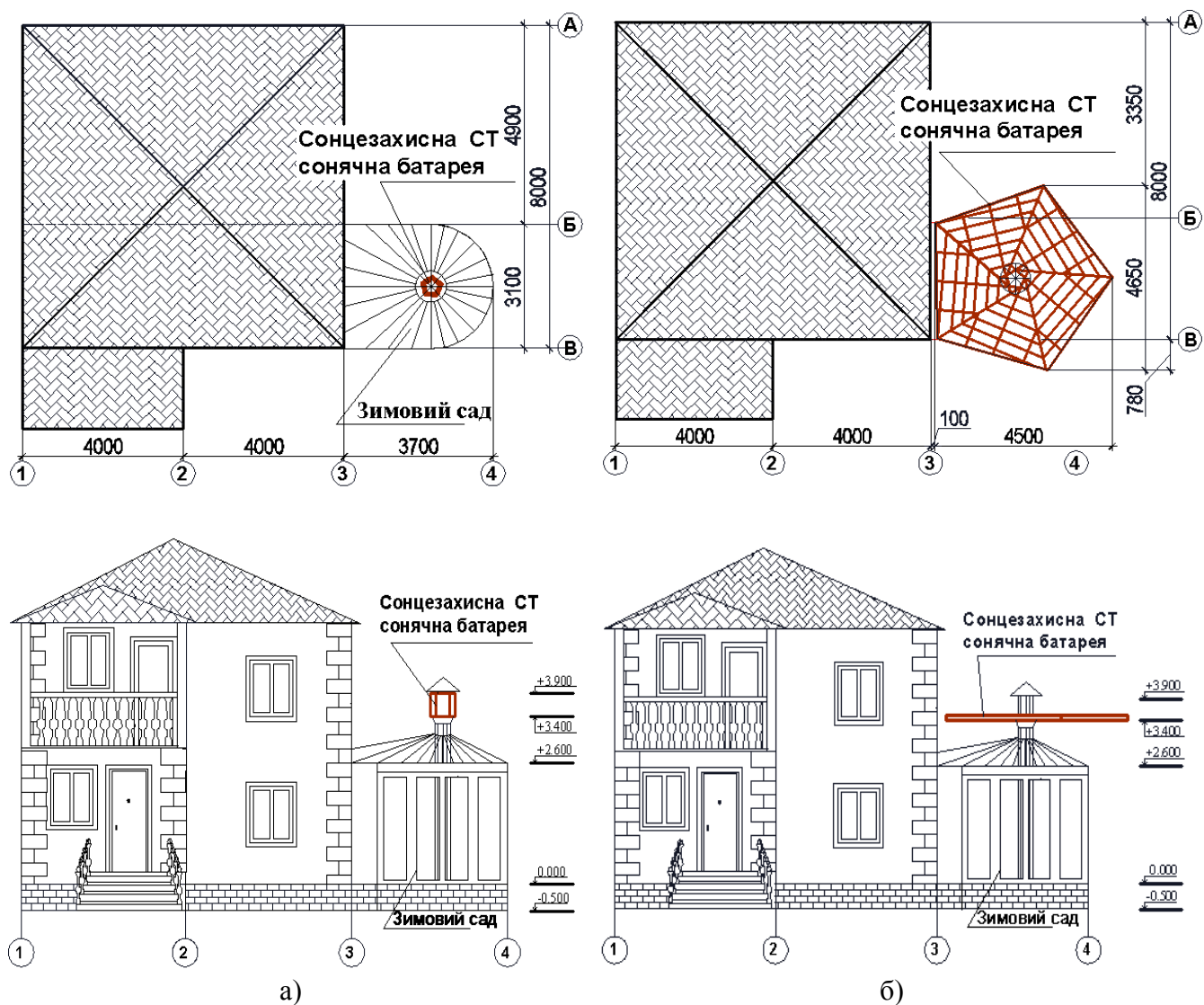


Рис. 2. СТС, як модель сонцезахисту та сонячна батарея $S=14,3\text{м}^2$: а) в складеному стані б) в робочому положенні

Розглянемо сонцезахисну СТС як сонячну батарею (рис. 2). Принцип застосування даної моделі може дати подвійний ефект енергозбереження:

- 1) Система сонцезахисту;
- 2) Трансформована сонячна батарея, яка в робочому положенні (рис.2,б) генерує енергію передаючи її до будинку.

Відомо [1], що сонце світить виробляючи 219 тис. млн. кВт. Год. (двісті дев'ятнадцять тисяч мільйонів кіловат годин) щороку, а це в 2500 разів більше, ніж споживає населення землі. Тому застосовуючи варіант сонцезахисної моделі, як трансформованої сонячної батареї виникає подвійний ефект енергозбереження, що підтверджує ефективність застосування СТС.

Важливим аспектом в експлуатації сонячних батарей є питання їх чистки, що є не легким процесом. Застосовуючи методику створення, для сонячних батарей, запропоновану вище можна уникнути важкого процесу їх гігієнічної обробки за рахунок автоматизованого складання:

складається – знімається в зручне місце – розкладається – чиститься – складається – піднімається на стаціонарне положення.

В табл.1 приводиться коефіцієнт проникнення сонячної радіації з урахуванням двох варіантів сонцезахисних систем.

Таблиця 1

Розрахунок проникнення радіації до зимового саду при застосуванні сонцезахисної моделі СТС у липні для м. Києва.		
Показник / Об'єкт	Варіант №1 (рис.1)	Варіант №2 (рис.2)
Площа СТС, м ²	23	14,3
Коефіцієнт проникнення радіації при горизонтальній орієнтації площини, К	0,068	0,334
Коефіцієнт проникнення радіації при вертикальній орієнтації площини, К	0,45	–

Результати розрахунку проникнення сонячної радіації у липні за умов ясного неба на 50° пн.ш. до зимового саду з різними орієнтаціями площин, для двох варіантів сонцезахисту, привели до мінімальних коефіцієнтів сонце проникнення, що задовольняють вимогам і підтверджують ефективність застосування запропонованих систем.

Створюючи СТС по методиці запропонованій вище, можна отримувати ефективні сонцезахисні пристрої для застосування в спекотну пору, що завдяки трансформації запобігають попаданню сонячних променів на площу, де передбачено його встановлення, в несприятливу пору згідно норм СанПиН 2605-82.

закріпленням; елементи сонячних батарей легкої ваги (за розрахунковими та конструктивними вимогами) і т.д..

Переваги застосування зовнішньої сонцезахисної СТС, що розглядається:

1) Енергозбереження за рахунок сонцезахисту в спекотну пору у відповідності до вимог нормативних документів [3,4,5].

2) Додаткове джерело енергії, при використанні СТС, як моделі сонячної батареї.

3) Можливість регулювати рівень освітленості і сонцезахисту за рахунок трансформації, застосувавши автоматизовані технології.

4) Трансформація системи в компактне положення дозволяє не створювати перешкод для потрапляння сонячних променів на відповідну територію в зимовий період.

5) Широкий спектр застосування для зовнішнього сонцезахисту:

- зимові сади;
- території майданчиків дитячих садків, шкіл і т.д.
- тимчасові павільйони ресторанних комплексів;
- покриття для басейнів;
- прилеглі території індивідуальних житлових будинків і т.д.

6) Полегшення методу гігієнічної обробки системи за рахунок складання до компактного стану.

Недоліки СТС, як моделі сонцезахисту:

Обмеження геометричної форми СТС, кожна модель якої побудована з симетричних модульних елементів (це не завжди актуально для сонцезахисту наприклад зимових садів різної конфігурації в плані).

Висновки. Розглянуто геометричну СТС, як модель сонцезахисту на двох прикладах зимових садів індивідуальних житлових будинків, що дає можливість розширити номенклатуру сонцезахисних систем надавши геометричній моделі конструктивних властивостей. Запропоновано варіанти використання моделей СТС, для енергозбереження в будівництві. Приведено переваги та недоліки застосування СТС, як моделі сонцезахисту, що дає змогу оцінити її якості для аналізу і подальшого раціонального застосування. Розрахований коефіцієнт проникнення сонячної радіації у липні за умов ясного неба на 50° пн. ш. до зимового саду з різними орієнтаціями площин, що задовольняє нормам.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому досліджуватиметься методика створення та властивості трансформації даних СТС, для формулювати єдиного алгоритму створення приведених систем.

Література

1. *Сергейчук О.В.* «Проектування і розрахунок сонцезахисних пристроїв» Матеріали лекції від 22.03.2014р. Режим доступу: https:// videos-68760780?z=video-68760780_168770541%2Fclub68760780.

2. Дворецький А.Т. Основні плани та орієнтація сонячних будинків / Дворецький А.Т., Полетаєва О. І. ст. 61 – 65.– [інтернет ресурс.] Режим доступу: pk.napks.edu.ua/library/compilations/avasiie/2011/3_1/p_61_65.

3. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. СНиП 2.01.01-96 – [Чинний від 19-06-96] – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1996 – 60ст. – (Національні стандарти України).

4. Будівельна кліматологія. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення ДСТУ - Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 01-11-11] – К: Мінрегіонбуд України, 2010. — 137 с. – (Національні стандарти України).

5. Санітарні норми і правила забезпечення інсоляцією житлових і громадських будинків і територій житлової забудови: СанПиН 2605-82 – [Чинний від 02-07-82]. – Головний державний санітарний лікар СРСР, 1982 – (Національні стандарти України).

СКЛАДЧАТАЯ ТРАНСФОРМИРОВАННАЯ СИСТЕМА, КАК ОБЪЕКТ СОЛНЦЕЗАЩИТЫ НА ПРИМЕРЕ ЗИМНЕГО САДА ЖИЛОГО ДОМА

И. С. Лисун

Исследуется складчатая трансформированная система, как объект солнцезащиты на двух примерах зимних садов индивидуальных жилых домов. Приводится два варианта для возможного рационального использования системы, как модели солнцезащитных и энергосбережения, с учетом преимуществ и недостатков по ее применению. Рассчитанный коэффициент проникновения солнечной радиации в июле в условиях ясного неба на 50°с.ш. в зимний сад с различными ориентациями плоскостей.

THE FOLDED TRANSFORMED SYSTEM AS THE EXAMPLE TO SOLAR SHADING WINTER GARDEN OF HOUSE

I. Lisun

Investigated the fold transformed system as solar shading an object in two examples conservatories individual houses. Provides two options for possible rational use of the system as a model of sunscreens and energy conservation, taking into account the advantages and disadvantages of her use. Designed penetration ratio the solar radiation in July under conditions of clear sky at 50°N to the winter garden with different the plane of orientations.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ В ПОВІТРЯНО-ОПАЛЮВАЛЬНИХ АГРЕГАТАХ З ТРУБЧАСТИМИ НАГРІВАЧАМИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Робота присвячена дослідженню закономірностей теплопереносу при омиванні трубних пучків неоднорідним закрученим повітряним потоком при нагнітанні осьовим вентилятором. Наведені отримані в ході експериментальних досліджень поправочні коефіцієнти для визначення середніх коефіцієнтів тепловіддачі трубного пучка.

Ключові слова: тепловіддача, повітряний потік, трубний пучок, вентилятор.

В опалювально-вентиляційній техніці, теплових установках промислово-технічного призначення застосовуються блоки, що складаються з осьових вентиляторів та пучка трубчастих нагрівачів, які обдуваються потоком повітря від вентилятора. В розрахунках параметрів трубчастих нагрівачів виходять з припущення рівномірності потоку повітря, який надходить з вентилятора на нагрівачі. При експлуатації таких теплообмінників були виявлені невідповідності між розрахунковими і фактичними (під час експлуатації) результатами, що було пов'язано з нерівномірністю повітряного потоку по перерізу каналу та сильного вихрового руху повітря.

Звичайно, нерівномірний вхідний потік легко вирівняти, шляхом встановлення так званої стабілізаційної ділянки або направляючих лопаток. Розміщення нагрівальних елементів на відстані гідродинамічної стабілізації від вентилятора приводить до значного зростання габаритних розмірів установок. Габаритні розміри, металоємкість, вартість установок не завжди дозволяють використовувати ідеальну схему підводу вхідного потоку.

Аналітично неможливо визначити вплив нерівномірності турбулізованого повітряного потоку на тепловіддачу трубного пучка, так як зміна характеру поперечного розподілу руху повітря (швидкості) ще не достатньо вивчена і досить мала база експериментальних досліджень.

З метою вивчення цього явища були проведені експериментальні дослідження тепловіддачі трубного пучка у потоці повітря від осьового вентилятора.

Особливість досліджень полягає в тому, що коефіцієнти тепловіддачі визначались при нерівномірному розподілі потоку для кожного ряду окремо з урахуванням режимних зон обтікання [5] (з малою циркуляцією чи високошвидкісною). Отримані коефіцієнти тепловіддачі для кожного ряду при нерівномірному вхідному розподілі потоку необхідно віднести до коефіцієнтів тепловіддачі при рівномірному розподілі повітряного потоку при одних і тих умовах. Ступінь відхилення від одиниці показуватиме, як впливає

нерівномірний розподіл на коефіцієнт тепловіддачі. При такому представленні результатів легко виявити зони інтенсифікації і погіршення теплообміну. Крім цього, можна буде зафіксувати розповсюдження нерівномірності вхідного потоку по глибині пучка труб, а також вирівнювання потоку по мірі ослаблення нерівномірності.

Експериментальна установка складається з осьового вентилятора, повітропровода з поперечним перерізом 180×180мм, та нагрівального блоку, який розташований на відстані рівній діаметру колеса осьового вентилятора. Нагрівальний блок представляв собою набір трубчастих нагрівачів діаметром 7 мм, що розташувувалися спочатку у шаховому порядку, а потім - в коридорному порядку. Густота розташування трубок визначається відносними поперечними ($s_1/d=1,5\div 4,5$) та поздовжніми ($s_2/d=1,5\div 4,5$) відстанями. Дослідження проводилися для однорядного, трирядного, шестирядного та дев'яти рядного пучків трубок. Продуктивність вентилятора змінювалася по режимам – 600 м³/год та 350 м³/год, тепла потужність нагрівального блоку – змінювалася в межах 0,5...6 кВт.

Для безпосередньої оцінки впливу нерівномірності повітряного потоку на тепловіддачу результати досліджень представлені у формі: число Нуссельта ($Nu_{нер}$) для нерівномірного розподілу потоку ділиться на число Нуссельта (Nu_p) при рівномірно установленому русі повітря для одного і того самого ряду. Результати (для дев'ятирядного пучка, повітропродуктивність вентилятора – 350 м³/год, тепла потужність блоку – 6 кВт, $s_1/d=2,85$, $s_2/d=2,85$) представлені на рис.1 для I, III, IX рядів (при коридорній і шаховій компоновці).

Відношення чисел Нуссельта більше одиниці свідчить про місцеву інтенсифікацію теплообміну і навпаки – менше одиниці свідчить про те, що теплообмін погіршився. Найбільш суттєва інтенсифікація теплообміну є для трубок, розташованих в перших рядах. По мірі збільшення відстані по глибині пучка трубок значення відношення ($Nu_{нер}/Nu_p$) в загальному наближається до їх значень у випадку рівномірного розподілу повітряного потоку, про це свідчить наближення відношення $Nu_{нер}/Nu_p$ до одиниці. Частка відношення ($Nu_{нер}/Nu_p$) більше від одиниці є більша за частку, коли відношення ($Nu_{нер}/Nu_p$) менше від одиниці, що свідчить про загальну інтенсифікацію процесу теплообміну в пучку трубок.

В результаті проведення експериментів та їхньої обробки встановлено, що для визначення середньої тепловіддачі трубного пучка (для шахового та коридорного розташування трубок при $s_1/d=1,5\div 4,5$ та $s_2/d=1,5\div 4,5$), при встановленні осьового вентилятора на нагнітання, для 4-го і послідовних рядів можна використовувати загальновідомі залежності. Для визначення середніх коефіцієнтів тепловіддачі 1-го, 2 –го, 3-го рядів необхідно вводити поправочні коефіцієнти і визначати за залежністю:

$$\alpha_i = k_n \times \alpha_{сер} \quad (1)$$

За результатами експериментів можна зробити висновок, що початковий нерівномірний розподіл потоку повітря у вхідному перерізі каналу та штучна турбулентність потоку, що спричиняє вентилятор, встановлений на нагнітання, дає ефективний результат з точки зору теплообміну. Звичайно, деяка область нагрівальних елементів має підвищену температуру (що негативно впливає на довговічність нагрівальних елементів) і не повністю використовується встановлена поверхня нагріву нагрівальних елементів. Але дані недоліки не повинні впливати на рішення щодо їх усунення шляхом вирівнювання повітряного потоку в перерізі каналу шляхом встановлення стабілізаційної ділянки для вирівнювання повітряного потоку, що приведе до значного зростання габаритних розмірів. Доцільним є використання перших рядів в якості стабілізаторів (вирівнювачів) повітряного потоку.

Література

1. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Основы теплопередачи. – М.:Энергия, 1973. – 392с.
2. *Жукаускас А.А.* Конвективный перенос в теплообменниках. – М.:Наука, 1982. – 472с.
3. *Пермяков А.Б., Сергеев С.М.* Повышение эффективности гладкотрубных конвективных поверхностей нагрева при использовании местных турбулизаторов //Известия Академии Промышленной Экологии. - 1998. № 3. С. 54-58.
4. *Сперроу.* Влияние вызванного загромождением неравномерного распределения потока на теплообмен и падение давления в трубном пучке. – Труды Американского общества инженеров механиков. Теплопередача, 1982, т. 104, № 4.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ВОЗДУШНО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ С ТРУБЧАТЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ *Э.С. Малкин, М. А. Кириченко, Н. В. Чепурная*

Работа посвящена исследованию закономерностей теплопереноса при обтекании трубных пучков неоднородным закрученным воздушным потоком при нагнетании осевым вентилятором. Приведены полученные в ходе экспериментальных исследований поправочные коэффициенты для определения средних коэффициентов теплоотдачи трубного пучка.

Ключевые слова: теплоотдача, воздушный поток, трубный пучок, вентилятор.

INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN AN AIR-HEATING UNITS WITH TUBULAR HEATERS

E. Malkin, M. Kyrychenko, N. Chepurna

Work is devoted to the laws of heat transfer in tube bundles washing twisted nonuniform air flow injection axial fan. These obtained during experimental studies correction factors for the determination of average heat transfer coefficients tube bundle.

Keywords: heat, air flow, tube bundle, fan.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ МІСЦЕВИХ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто особливості сучасних теплоакumuлюючих електропечей (ТАЕП) та проблеми, пов'язані з їх застосуванням. Представлено новий різновид теплоакumuлюючих електропечей зі змінною товщиною теплоізоляційного прошарку. Надано принципові рішення по такого роду теплоакumuлюючих електроопалювальних приладах. Визначено проблеми та задачі подальших досліджень у цьому напрямку.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні актуальною задачею залишається підвищення енергоефективності. Наприклад, значна увага приділяється зменшенню витрат енергоресурсів, зокрема в системах опалення. Значні витрати на системи опалення обумовлені низькою якістю теплових мереж, високими питомими витратами на опалення, залежністю від імпорту енергоносіїв. Іншою важливою проблемою є значні коливання споживання електроенергії на протязі доби. Подолати ці проблеми можливо за допомогою використання систем електротеплоакumuляційного опалення. До таких систем відносять панельні системи електротеплоакumuляційного опалення (найбільш відомим різновидом яких є тепла підлога) та теплоакumuлюючі електропечі (ТАЕП).

Аналіз відомих різновидів даної техніки. Теплоакumuлююча електропіч – це прилад призначений для опалювання приміщень. Принцип його дії полягає в нагріванні твердого матеріалу електричними нагрівачами, як правило, в години мінімуму навантаження енергосистем. Тепловіддача від приладу здійснюється цілодобово.

ТАЕП поділяються на місцеві (кімнатні) та центральні [1]. Місцеві відповідно поділяються на три типи в залежності від теплообміну: I – без засобів для регулювання; II – з каналами для поліпшення тепловіддачі та клапанами для регулювання кількості повітря, що проходить через ці канали; III – з каналами та вентилятором [2,3]. Принципова схема центральних моделей відповідає III типу місцевих ТАЕП. Відмінності полягають в тому, що центральні ТАЕП мають значно більшу потужність, ніж місцеві моделі.

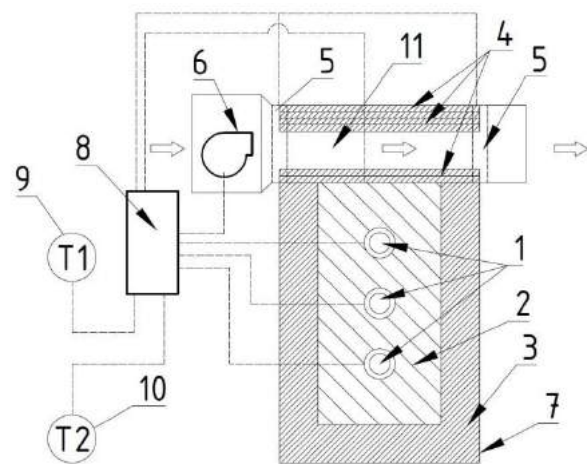


Рис. 1. Принципова схема ТАЕП зі змінною товщиною теплоізоляційного прошарку

Центральні ТАЕП поділяються на два основні типи: повітряні та рідинні (водяні). Останні містять в своїй конструкції теплообмінник типу «повітря-рідина» для нагріву рідинного теплоносія в основній системі тепlopостачання.

Модель I типу є найбільш простою: вона складається з теплоакумулюючого матеріалу, в який вмонтовані електричні нагрівачі. Оскільки теплоакумулюючий матеріал розігрівають до температури 600...800 °С, то для забезпечення на поверхні ТАЕП температури, яка б відповідала санітарно-гігієнічним нормам, між теплоакумулюючим матеріалом та зовнішнім декоративним покриттям розміщують теплоізоляційний прошарок. Недолік подібної конструкції полягає в неможливості регулювання тепловіддачі, внаслідок чого можливі значні коливання температури всередині приміщення (перегрів чи недогрів).

Моделі II і III типу мають засоби для зміни тепловіддачі. Для цього в них влаштовано конвективні канали та пристрої зміни витрати повітряного потоку, що проходить через дані канали. Таке конструктивне рішення має певні недоліки. В конвективних каналах за вказаної вище температури розігріву теплоакумулюючого матеріалу значення температури поверхні перевищує температуру допустиму санітарно-гігієнічними нормами. В результаті пригорає пил з повітря, яке проходить через конвертинні канали, та утворюються шкідливі речовини.

Формулювання мети і задач. Метою даної роботи є розгляд можливості подолання вищевказаного недоліку, пов'язаного з пригоранням пилу. Пропонується використати I тип ТАЕП, в якому можливо змінювати товщину теплоізоляційного прошарку. Завдяки цьому температура на зовнішній поверхні приладу з одного боку не перевищувала б значення, встановлене санітарно-гігієнічними нормами, а з іншого боку – підтримувалось максимальною для зменшення необхідної кількості повітря, яке має проходити через прилад для оптимальної тепловіддачі. Для зміни кількості повітря, яке контактує з поверхнею теплообміну, застосовується вентилятор. Відмінність даного рішення від III моделі ТАЕП полягає в тому, що вентилятор продуває

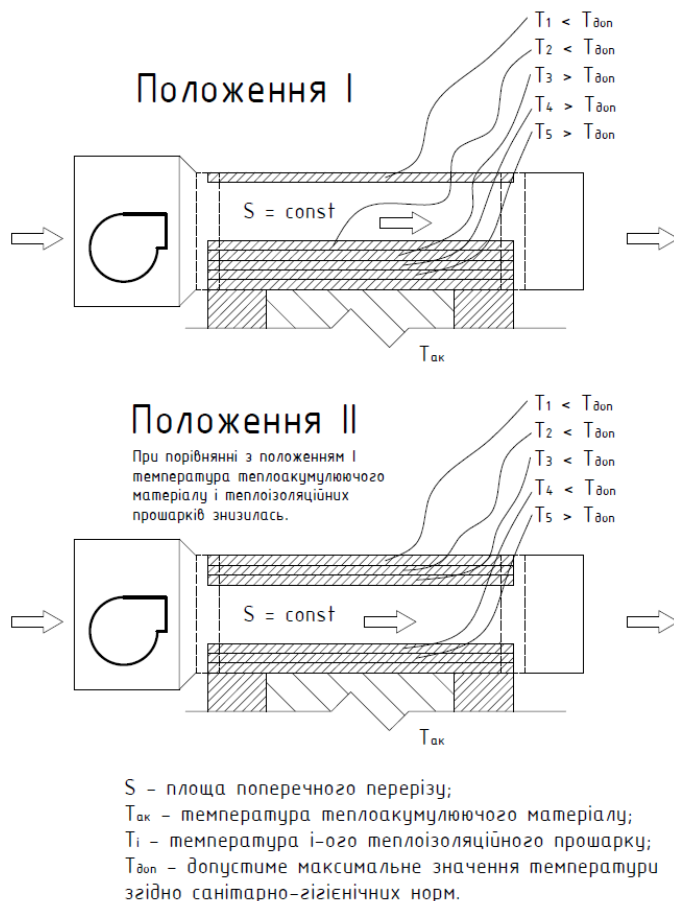


Рис. 2. Зміна положення рухомих теплоізоляційних прошарків

повітря через зовнішні, а не внутрішні канали (які в запропонованому приладі взагалі відсутні).

Основна частина. Принципова схема запропонованого приладу наведена на рис. 1. ТАЕП зі змінною товщиною теплоізоляційного прошарку складається з електричних нагрівачів (1), теплоакумуючого матеріалу (2), нерухомої теплоізоляції (3), рухомих прошарків теплоізоляції з датчиками температури (4), засобів для зміни місцеположення рухомої теплоізоляції (5), блока вентилятора з плавним регулюванням частоти обертів (6); зовнішнього кожуха (7), блока регулювання (8), датчика зовнішньої температури (9), датчика внутрішньої температури (температури всередині приміщення) (10), конвективного каналу для проходження повітря через теплоізоляцію (11).

Принцип роботи ТАЕП зі змінною товщиною теплоізоляційного прошарку наступний. В залежності від показань датчика зовнішньої температури та налаштувань блоку регулювання відбувається накопичення теплоти за рахунок нагрівання теплоакумуючого матеріалу електричними нагрівачами на протязі певного періоду доби. Тепловіддача від приладу відбувається на протязі усєї доби.

Рухома теплова ізоляція складається з окремих прошарків, які можуть підніматись вгору і опускатись вниз по опорах (рис. 2). Напрямок переміщення прошарків теплової ізоляції визначається температурою їх поверхні. Прошарки рухомої теплової ізоляції послідовно один за одним піднімаються вгору до тих пір, доки знизу не буде знаходитись останній прошарок, температура якого відповідає санітарно-гігієнічним нормам. При цьому всі прошарки нижче будуть мати температуру, вищу за допустиму по санітарно-гігієнічним нормам. Якщо ж температура на поверхні рухомого прошарку теплової ізоляції зростатиме, то зверху на нього будуть опускатись раніше підняті рухомі прошарки теплової ізоляції. Зазначимо, що площа поперечного перерізу каналу для проходження повітря залишається незмінною.

Регулювання тепловіддачі від приладу забезпечується за допомогою вентилятора з плавним регулюванням частоти обертів (інверторним приводом). Кількість повітря, що має проходити через вентилятор, залежить від показань датчика температури у приміщенні та програмних налаштувань блоку регулятора. Також інверторний привод дозволяє більш економно витратити електроенергію і при цьому зберігати комфортні умови в приміщенні.

Важливо зазначити, що на сьогодні все більшу увагу приділяють моделям приладів, які б накопичували теплову енергію не лише за прийнятих годин її надлишкового виробництва, а в будь-які години. Цьому сприяє використання поновлюваних джерел енергії. Наприклад, вітрові електростанції можуть виробляти надлишкову електроенергію не тільки в нічні, але й в денні години. За таких обставин вірогідною стає ситуація, за якої при додатковій підзарядці приладу в денні години кількість теплоізоляційних прошарків зі сторони теплоакумуючого матеріалу автоматично може бути збільшеною.

Висновки. Загалом, подібні прилади необхідно оцінювати виходячи не лише з вимог дійсної тарифікації приладів на електроенергію, а й за умови можливості підзарядки в інші години (та можливих перспектив появи більш

гнучких тарифів оплати за електроенергію). Цьому може послугувати розвиток відновлюваних джерел енергії (наприклад, вітрових електростанцій). Оскільки кількість енергії від них значно коливається на протязі доби, то таким чином в певні години ТАЕП можуть виступити у ролі приладів, які економічно виправдано споживатимуть надлишкову енергію в будь-який період часу. В подальшому запропоноване удосконалення дозволить збільшити сферу використання ТАЕП. Наприклад, їх можна буде встановлювати в приміщеннях з підвищеними санітарно-гігієнічними показниками, оскільки вони не будуть утворювати шкідливих речовин. Разом з тим суттєвою перевагою ТАЕП над такою системою, як електрична акумуляційна тепла підлога, є можливість набагато оперативніше реагувати на зміну в теплопостачанні, тим самим забезпечуючи оптимальний з огляду на економічні показники тепловий потік від них.

Література

1. *Розинський Д.Й., Тимченко М.П.* Теплоакumuлюючі електропечі для об'єктів цивільного призначення // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2011 - № 3. – С. 65-70.
2. *Богословский В.Н., Сканава А.Н.* Отопление — М. : Стройиздат, 1991. — 735 с.
3. *Кривошеин И.А.* Бытовые электронагревательные приборы и установки.— М. : Изд-во МКХ РСФСР, 1963. – 184 с.

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ МЕСТНЫХ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ

Э. С. Малкин, О. В. Лысак

В статье рассмотрены особенности современных теплоаккумуляторных электропечей (ТАЭП) и проблем, связанных с их использованием. Представлена новая разновидность теплоаккумуляторных электропечей со сменной толщиной теплоизолирующей прослойки. Представлены принципиальные решения по такого рода теплоаккумуляторных электроотопительных приборах. Определены проблемы и задачи дальнейших исследований в этом направлении.

IMPROVING STORAGE HEATER PERFORMANCE

E. Malkin, O. Lysak

A review of modern storage heaters constructions and problems associated with their use are given. A new type of storage heaters is proposed. It is a storage heater with a changeable isolation layer. The fundamental decisions on such units are shown. The problems and tasks of further research are presented.

ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ П'ЯТИ КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНІВ УКРАЇНИ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Україна*

Розроблено спосіб визначення оптимального та раціонального розташування вікон в огороджувальних конструкціях енергоефективних будівель, підбору опору теплопередачі вікон і g – фактору засклення світлопрозорих конструкцій з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Для визначення оптимального та раціонального розташування вікон використовуються графічні моделі теплового балансу огороджувальних конструкцій та розрахункові таблиці. Дані наведено для п'яти кліматичних районів України.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних будівель на території України постає задача підвищення їх енергетичної ефективності, скорочення тепловтрат через огороджувальні конструкції будівлі. При певній азимутальній орієнтації та параметрах конструкцій тепловий баланс 1 м^2 вікон (тепловтрати та теплонадходження від сонячної радіації) може бути меншим, ніж непрозорих конструкцій стін. Таким чином, на тепловий баланс світлопрозорих конструкцій значною мірою впливає їх орієнтація, а також такі параметри, як опір теплопередачі R_v , g –фактор засклення світлопрозорих конструкцій. Оптимальне та раціональне розташування вікон в огороджувальних конструкціях будинку і підбір параметрів може зменшити тепловтрати через огороджувальні конструкції до 15 відсотків.

При проектуванні енергоефективних будинків для різних кліматичних районів України проектувальнику необхідно мати спосіб, довідкові дані для визначення оптимальної та раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій та їх параметрів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огороджувальні конструкції за одним параметром пропорцій. У роботах [4, 5] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплювача непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огороджувальних конструкцій. У дослідженнях [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель, пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огороджувальних конструкціях. Моделювання теплового балансу огороджувальних конструкцій і вибір раціональної орієнтації розглядалося в роботі [7]. Але при цьому не визначався g – фактор засклення світлопрозорих конструкцій та опір теплопередачі.

Мета та завдання статті. Для п'яти кліматичних районів України з метою підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб визначення оптимальної та раціональної орієнтації вікон при розташуванні у непрозорих огорожувальних конструкціях і підбору параметра опору теплопередачі R_v і g — ра за скління світлопрозорих конструкцій (за умови, що тепловий баланс вікон ΔQ_v менший за тепловий баланс $\Delta Q_{ст}$ стін).

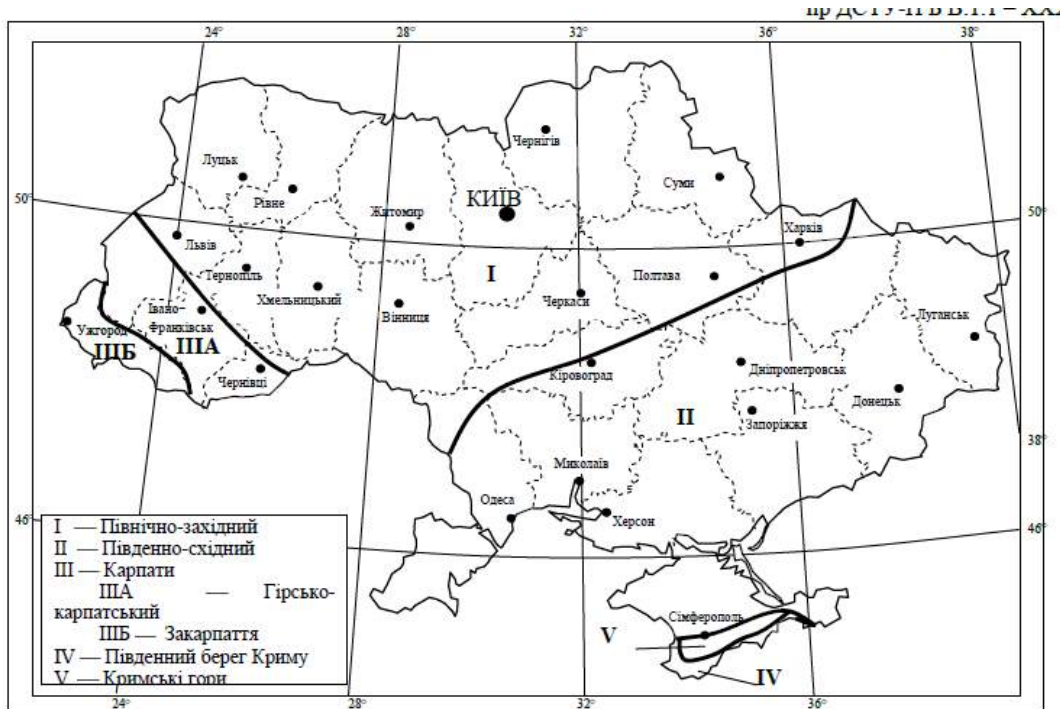


Рис.1. Архітектурно-будівельне кліматичне районування території України

Основна частина. Для п'яти кліматичних районів України побудовано моделі теплового балансу світлопрозорих і непрозорих вертикальних огорожувальних конструкцій [7] для опалювального та літнього періоду, а саме для міст :

- I – Південно-західний – м. Київ;
- II – Південно-східний – м. Запоріжжя;
- III – Карпати;
- IIIA – Гірсько-карпатський – м. Івано-Франківськ;
- IIIB – Закарпаття – м. Ужгород;
- IV – Південний берег Криму – м. Ялта;
- V – Кримські гори – м. Сімферополь.

При цьому g -фактор скління світлопрозорих конструкцій є різний – від 0,1 до 0,7. На рисунках 2, 3 наведено моделі теплового балансу світлопрозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій для опалювального та літнього періоду для I–Південно-західного району, м. Київ.

Оброблені результати ряду моделей при різних значеннях g – фактора скління зведено в таблицю 1. Визначено межі раціональної орієнтації, при яких тепловий баланс вікон ΔQ_v менший за тепловий баланс $\Delta Q_{ст}$ стін.

ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС 1м² СКЛОПАКЕТІВ ВЕРТИКАЛЬНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ
за опалювальний період (кВт год/м²)
для 50 град Пн.Ш. (м.Київ) G=0.5

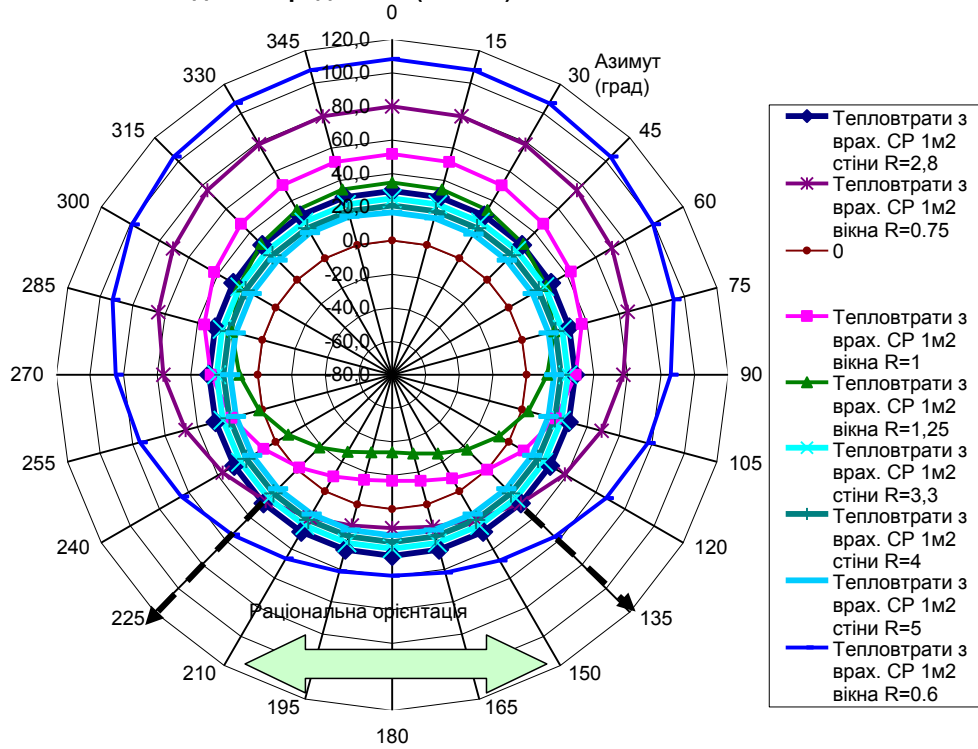


Рис. 2. Моделі $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу вертикальних огороджувальних конструкцій за опалювальний період для Південно-західного району, м. Київ. g-фактор засклення дорівнює 0,5

Тепловий баланс 1м² вертикальних огороджувальних конструкцій
за літній період (кВт год/м²)
для 50 град Пн.Ш. (м.Київ) G=0.5

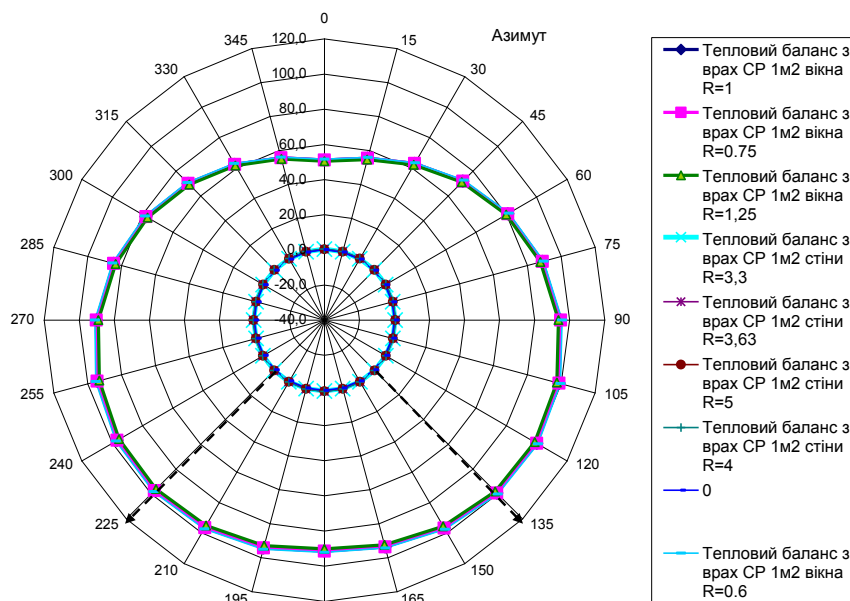


Рис. 3. Моделі $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу вертикальних огороджувальних конструкцій для літнього періоду

Таблиця 1

Межі раціональної азимутальної орієнтації вікон (склопакетів)
I Південно-західний район, м. Київ, 50⁰24 Пн.Ш.

Опір теплопередачі вікна $R_{ст}$ м ² К/Вт	g -фактор засклення	Опір теплопередачі стіни $R_{ст}$ м ² К/Вт			
		2,8	3,3	4	5
		Раціональна азимутальна орієнтація (град)			
0,6	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	–	–	–	–
	0,4	–	–	–	–
	0,5	–	–	–	–
	0,6	150-212	165-202	180	–
	0,7	130-234	135-227	138-224	142-218
0,75	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	–	–	–	–
	0,4	–	–	–	–
	0,5	134-226	143-218	150-210	158-202
	0,6	115-249	120-243	126-239	131-232
	0,7	98-265	104-260	108-256	112-253
1	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	150-210	175-185	–	–
	0,4	103-250	120-244	123-235	137-225
	0,5	90-269	97-262	105-256	112-252
	0,6	70-293	80-287	86-280	92-271
	0,7	51-307	59-296	66-289	76-284
1,25	0,1	–	–	–	–
	0,2	150-210	170-190	–	–
	0,3	105-255	118-246	128-234	140-222
	0,4	75-285	89-273	98-265	105-260
	0,5	46-310	62-300	73-289	83-281
	0,6	0-360	0-360	53-308	64-300
	0,7	0-360	0-360	29-331	44-316

Аналіз моделей теплового балансу огорожувальних конструкцій показав, що оптимальною азимутальною орієнтацією вікон для опалювального періоду у всіх регіонах України є південна. Відхилення від південної орієнтації до 30 градусів (при факторі засклення $g=0,1-0,5$) збільшить тепловтрати до 10 відсотків, (при факторі засклення $g=0,6-0,7$) до 25 відсотків.

Висновки. Розроблено спосіб визначення оптимального та раціонального розташування вікон в огорожувальних конструкціях будівель, також підбору параметрів опору теплопередачі вікон і g -фактора засклення світлопрозорих конструкцій з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Для визначення оптимального та раціонального розташування вікон використовуються графічні моделі теплового балансу огорожувальних конструкцій і розрахункові таблиці.

Література

1. *Маркус Т. А.* Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. *Табунщиков Ю. А.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
3. *Мартинов В. Л.* Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків / В. Л. Мартинов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.
4. *Сергейчук О. В.* Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності / О. В. Сергейчук // Матеріали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.
5. *Сергейчук О. В.* Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якої n-параметрична поверхня / О. В. Сергейчук // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.
6. *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.
7. *Мартинов В. Л.* Рациональна орієнтація віконних прорізів енергоефективних будівель // В. Л. Мартинов // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – Випуск 4. – К.: КНУБА, 2013р. – С.185–189.
8. 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).

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОКОН В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ В ПЯТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ УКРАИНЫ

В. Л. Мартынов

Разработан способ определения оптимального и рационального расположения окон в ограждающих конструкциях энергоэффективных зданий, подбора сопротивления теплопередаче окон и g - фактора остекление светопрозрачных конструкций с целью повышения энергоэффективности в течение отопительного периода. Для определения оптимального и рационального расположения окон используются графические модели

теплового баланса ограждающих конструкций и расчетные таблицы. Данные приведены для пяти климатических районов Украины.

OPTIMAL LOCATION OF WINDOWS WALLING ENERGY EFFICIENT BUILDINGS FIVE CLIMATIC REGIONS OF UKRAINE

V. Martynov

The article is analyzed the method of determining the optimal and rational arrangement of windows in the building envelope energy efficiency of buildings, selection of windows, and heat resistance g-factor glazed translucent structures to improve energy efficiency during the heating period. To determine the optimum and rational arrangement of windows used graphic model of the heat balance walling and calculation table. These are five climatic regions of Ukraine.

ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕКЦІЙНОГО ТИПУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто основні проблеми нормування архітектурно-планувальних рішень енергоефективних житлових будинків, зокрема секційного типу в Україні. Також в даній роботі частково визначено особливості вибору оптимальних параметрів підвищення енергоефективності житлової забудови в залежності від клімату.

Ключові слова: архітектурно-планувальне рішення, енергоефективність, енергоефективний житловий будинок, підвищення енергоефективності, нормування.

Зростання вартості та вичерпність традиційних джерел енергії є поштовхом для розвитку енергоефективної складової в архітектурі житла, зокрема в Україні. Забезпечення енергоефективності житлових будівель набуває все більшого значення для розвитку будівельної галузі нашої держави, з огляду на її енергозалежність.

Досягнення світових стандартів енергоефективності унеможливилює відсутність комплексного підходу до зменшення обсягів споживання енергоресурсів протягом усього життєвого циклу від проектування до утилізації.

Рівень використання енергії в житловому секторі становить близько 36% від загального обсягу енергетичного ресурсу України. Потенціал енергозбереження в житловому секторі оцінюється у 40-45%. Економія за різними оцінками становитиме 2-2,5рази [1.] Сектор житлового господарства є другим після промисловості за рівнем енергоспоживання. В результаті аналізу житлового фонду міст України, зокрема Києва, можна зробити висновок, що секційні житлові будинки як у новому будівництві, так в уже існуючій забудові є найпоширенішим типом житла. Отже актуальною на сьогодні є проблема нормування енергоефективних рішень саме секційних житлових будинків.

Аналіз законодавчої бази України свідчить про те, що реалізація проектів щодо підвищення енергоефективності житлових будинків є не тільки актуальним, але й недостатньо опрацьованим, проблемним архітектурним напрямком.

Основні нормативні документи регламентують вимоги до проектування житла в Україні:

ДБН360-92** "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень", затверджений Наказом Держкоммістобудування №44 17.04.1992;
ДБН Б.2.4-1-94 "Планування і забудова сільських поселень", затверджені Наказом Мінбудархітектури України від 05.01.94 №6 та введені в дію з 01.03.94;

ДБН В.2.2-15-2005 “ Житлові будинки. Основні положення” зі змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 8 травня 2009 року №179;

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія” Прийнято наказом Мінрегіонбуду України від 16.12.2010р. №511, чинний з листопада 2011р.

ДБН В.2.5-28-2006 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення” затверджені Наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15 травня 2006 р. № 168;

ДБН В.2.6-31:2006 “Теплова ізоляція будівель” затверджені наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 09.09. 2006 р. № 301.

СанПиН 2605-82 “Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки”, затверджені 2 червня 1982 г. № -82 . Наразі цей нормативний документ застарів та доопрацьовується.

СНиП 2.04.05-91*У “Отопление, вентиляция и кондиционирование”, що включає в себе повний текст СНиП 2.04.05-91 зі змінами, затвердженими Державним Комітетом України у справах містобудування та архітектури наказом від 27 червня 1996 р. №117.

Практично в кожному із наведених нормативних документів набагато більше уваги приділено інженерним рішенням, ніж архітектурно-планувальним, з точки зору підвищення енергоефективності забудови в цілому. Незважаючи на те, що в ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007 “Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції”, архітектурне рішення та архітектурно-будівельне рішення згідно цих настанов входять до переліку вихідних даних для розробки енергетичного паспорта будинку, конкретних державних стандартів, настанов або ж рекомендацій щодо проектування енергоефективного багатоквартирного житла в Україні наразі немає.

Необхідно зауважити, що частка архітекторів, як спеціалістів, від яких залежить втілення стандартів енергоефективності становить близько 30% від загальної кількості спеціалістів, задіяних в будівельній галузі, і особливо в галузі житлового господарства. Проте, в нормативних актах рекомендації щодо підвищення енергоефективності житлової забудови архітектурними засобами взагалі не висвітлені або висвітлені частково.

Постає проблематика необхідності не лише класифікацій за типом енергоефективності, але й конкретизації архітектурних засобів, прийомів, елементів підвищення енергоефективності житла. Комплексний підхід до створення норм – інтегрований підхід до втілення стандартів енергоефективності.

В структурі енергетичного балансу України мінімізація енергетичних потреб архітектурно-планувальними засобами під час будівництва нових та модернізації існуючих житлових будівель можливе шляхом врахування впливу кліматичних особливостей на будівлю. Використання відновлюваних та

безоплатних джерел енергії, таких як сонячна радіація, є економічно вигідною в перспективі. Це твердження пов'язане з відношенням території України до зон з середньою інтенсивністю сонячної радіації. [4]

Ефективність комплексного проектування архітектурного об'єкту житлового середовища з урахуванням кліматичних особливостей регіону будівництва шляхом поєднання архітектурного, інженерного та конструктивного рішень зумовлює необхідність конкретизації рекомендацій та нормування принципів формування енергоефективних рішень житла.

Становлення енергоефективної складової в архітектурі житла передбачає реформування системи житлового будівництва та удосконалення законодавчої та нормативної бази.

Отже, для вирішення проблеми визначення параметрів в архітектурному процесі нагальною потребою є рекомендації з проектування енергоефективних житлових будівель, зокрема секційного типу.

На основі вивчення та аналізу закордонного та вітчизняного досвіду проектування, будівництва та експлуатації енергоефективного багатоквартирного житла необхідно визначити основні параметри та надати пропозиції щодо архітектурно-планувальної структури.

Аналіз наукових джерел показав, що від впливу кліматичних факторів та природних умов на формування об'ємно-просторових рішень енергоефективних житлових будинків залежить вибір енергосистеми, оптимальної для забезпечення захисту будівлі житлового будинку від надмірних тепловитрат.

Об'ємно-просторова організація енергоефективних житлових будівель залежить від архітектурного та природно-кліматичного компонентів. Отже, на державному рівні нормованим має бути:

- ступінь відкритості внутрішнього простору по відношенню до оточуючого середовища;
- архітектурно-планувальні засоби в залежності від регіональних особливостей клімату;
- вибір оптимальних джерел альтернативного енергозабезпечення в залежності від регіональних особливостей;
- орієнтація світлопрозорих конструкцій в залежності від кількості сонячної радіації;
- розташування вертикальних комунікаційних та буферних теплових зон;
- розміщення таких будівель в містах в залежності від величини самого міста;
- розміщення в структурі міста, в залежності від наближеності до центру міста;
- поверховість, в залежності від кліматичних умов та розташування будівлі в структурі міста;
- розташування озеленення в структурі енергоефективної житлової забудови та ін.

Вибір оптимальних рішень має відбуватись з урахуванням регіональних особливостей клімату. Актуальною є адаптація Європейських стандартів, запроваджених у Німеччині, Австрії з огляду на часткову спорідненість кліматичних параметрів цих країн з українськими.

Засоби реагування на зовнішні впливи формою плану та пластикою фасаду, залежністю об'єму від рельєфу, впливу сонячної радіації та вітрових навантажень, формуванням зв'язків між будівлею та оточуючим середовищем мають бути зведені та класифіковані для подальшого опрацювання при проектуванні енергоефективного житла.

Сьогодні проект такого стандарту дасть можливість оптимізації архітектурно-планувальних рішень з метою підвищення енергоефективності житлової багатоквартирної забудови. Шляхом вибору оптимальних об'ємно-просторових рішень та розробки основних положень проектування енергоефективних житлових будинків слід забезпечити ефективне використання енергії, необхідної для експлуатації, з урахуванням кліматичних умов.

Для реалізації пріоритетів забезпечення енергоефективності багатоквартирного житла в Україні мають бути задіяні такі механізми державного управління на рівні розвитку інституту енергоефективного житла; запровадження системи стимулювання інвестиційної діяльності, наприклад, у вигляді пільгового кредитування; розширення можливостей проектування шляхом розширення нормативного забезпечення.

Законопроекти та нормативні акти мають спрямовуватись на підтримку та реалізацію інноваційних систем енергоефективності в житловому фонді. Розвиток стандартів і норм енергоефективності на національному рівні робить досяжними для України високі стандарти енергонезалежності.

Література

1. Електронний ресурс:
http://osbbua.org/news/mexanzm_derzhavno_pdtrimki_energozberezhennya_v_zhitlovomu_sektor
2. Електронний ресурс:
<http://kz.beeca.net/biblioteka/ee-v-teplosnabzhenii/publikacii/252>
3. ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007 “Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції”
Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 5 ютого 2008 р. № 55, чинний з 2008-07-01
4. Електронний ресурс: www.progress21.com.ua
5. Електронний ресурс: <http://www.passivehouse.ua/passivehouse/standarts/>

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛЫХ ДОМОВ СЕКЦИОННОГО ТИПА

Е. С. Мищенко

В статье рассмотрены основные проблемы нормирования архитектурно-планировочных решений энергоэффективных жилых домов, в частности секционного типа в Украине. Также в данной работе частично определены особенности выбора оптимальных параметров повышения энергоэффективности жилой застройки в зависимости от климата.

Ключевые слова: архитектурно-планировочное решение, энергоэффективность, жилой дом, энергоэффективный жилой дом, повышение энергоэффективности, нормирование.

PROBLEMS OF RATIONING ARCHITECTURAL AND PLANNING SOLUTIONS SECTIONAL ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

O. Mishchenko

The article describes the main problems of rationing architectural and planning concepts of energy efficient homes, in particular section type in Ukraine. Also in this paper is partially defined features the best choice of energy efficiency residential development depending on the climate.

Key words: architectural and planning concepts, energy efficient, energy efficient house, energy efficiency, standardization

ВПЛИВ ЕНЕРГОВИТРАТ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ІНЖЕНЕРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ ПЕРЕТИНІВ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянута методика оцінки впливу енерговитрат транспортного потоку на обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетинів міських магістралей.

Вступ. В сучасних економічних умовах господарювання при обмеженні коштів та зростанні витрат паливно-енергетичних та інших ресурсів особливо актуальним стає розробка та впровадження проектів енергозбереження. Енергозбереження є процесом, під час якого скорочується потреба в паливно-енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого корисного ефекту від їх використання. Воно зводиться як до заощадження енергії, так і до забезпечення максимальної ефективності її витрати.

Постановка проблеми. Вагому частку енерговитрат в економіці України займає транспорт. В цілому транспортний комплекс України використовує близько третини загального споживання нафтопродуктів і 5% загального споживання електроенергії в Україні [4]. А оскільки транспортний комплекс тісно пов'язаний практично з усіма галузями виробництва та соціальної сфери, то тенденції розвитку транспорту тісно слідує за загальною динамікою економічного розвитку України. Тому дослідження і розробка енергозберігаючих проектних рішень в транспортній сфері є одним із першочергових завдань даного напрямку наукових досліджень.

Основна частина. На сьогоднішній день, попри велике різноманіття практичних і теоретичних досліджень, у науковій літературі немає даних про дослідження енерговитрат у межах перетинів міських магістралей, хоча даний напрям наукових досліджень і є дуже перспективним та потребує детального наукового аналізу. Адже перетин міських магістралей є місцем максимальної концентрації транспортних потоків, а тому найбільші енерговитрати виникають саме тут. Енерговитрати перетинів міських магістралей мають формуватися з трьох складових:

- Енерговитрати під час будівництва;
- Енерговитрати під час експлуатації:
 - ✓ Експлуатаційні енерговитрати (підтримка перетину спеціальними транспортними засобами у належному стані);
 - ✓ Енерговитрати при проходженні даного перетину (усі транспортні засоби);
- Енерговитрати на утримання.

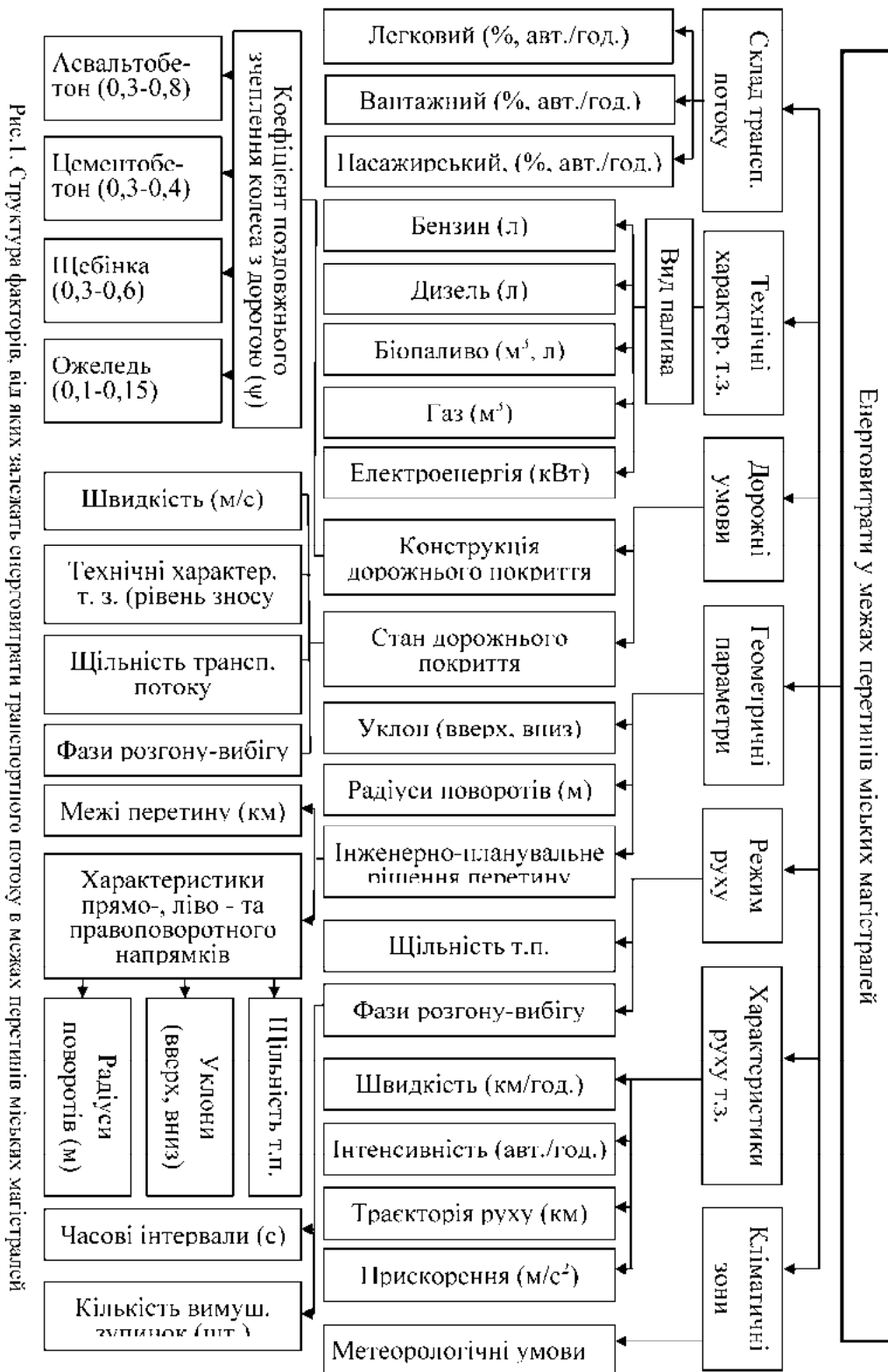


Рис. 1. Структура факторів, від яких залежать енерговитрати транспортного потоку в межах перетинів міських магістралей

На даному етапі наукових досліджень більш детально будемо досліджувати вплив енерговитрат транспортного потоку на обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетинів міських магістралей на період його експлуатації від усіх транспортних засобів, що проїжджають через даний перетин.

Перетин міських магістралей є складною для досліджень системою, яка характеризується великою кількістю різноманітних факторів та показників, що впливають на величину енерговитрат в залежності від їх співвідношення, кількісних значень, комбінацій тощо. Для окремих частин даної системи розробити математичні моделі з деяким прийнятим ступенем точності можливо. Але промоделювати її повністю, з високим ступенем достовірності, практично нереально, так як окремі елементи постійно знаходяться в важкому динамічному взаємозв'язку, а зв'язки між ними найчастіше непередбачувані або їх важко виразити кількісними характеристиками. Тому потрібно спочатку проаналізувати кожний із факторів, що впливає на енерговитрати в межах перетину міських магістралей, окремо, а вже потім намагатися створити узагальнюючу всеохоплюючу систему. Для цього було створено схему структури факторів, від яких залежать енерговитрати у межах перетинів міських магістралей (рис.1).

Аналіз впливу цих показників на умови руху транспортного потоку показує необхідність вивчення кількісних характеристик даних показників для відображення взаємозв'язку планувальних рішень з енерговитратами в межах перетинів міських магістралей.

Також були розглянуті різноманітні моделі, які передбачають можливість здійснення оцінки енерговитрат в межах перетинів міських магістралей. На їх основі створено та проаналізовано блок-схему взаємозв'язків та взаємовпливів факторів, що впливають на енерговитрати у межах перетинів міських магістралей (рис.2).

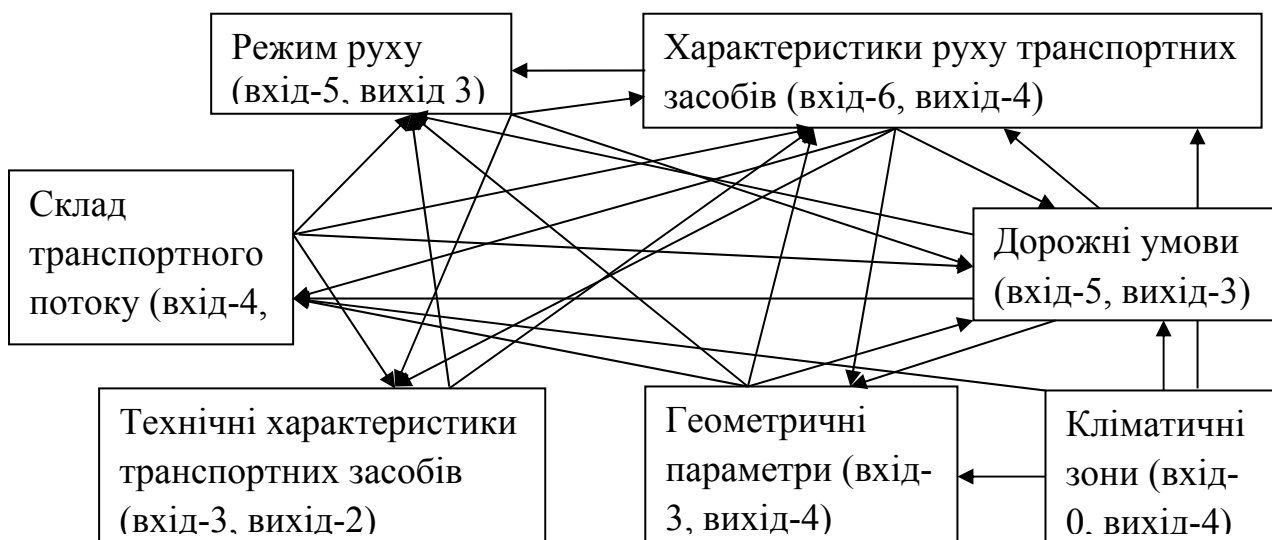


Рис.2. Блок-схема взаємозв'язків та взаємовпливів факторів, що впливають на енерговитрати у межах перетинів міських магістралей

В подальших моїх дослідженнях треба буде дослідити і отримати кількісні характеристики, що відображають ці взаємозв'язки.

На основі цих даних було розроблено алгоритм вирішення задачі по визначенню енерговитрат транспортного потоку у межах перетинів міських магістралей (рис.3).

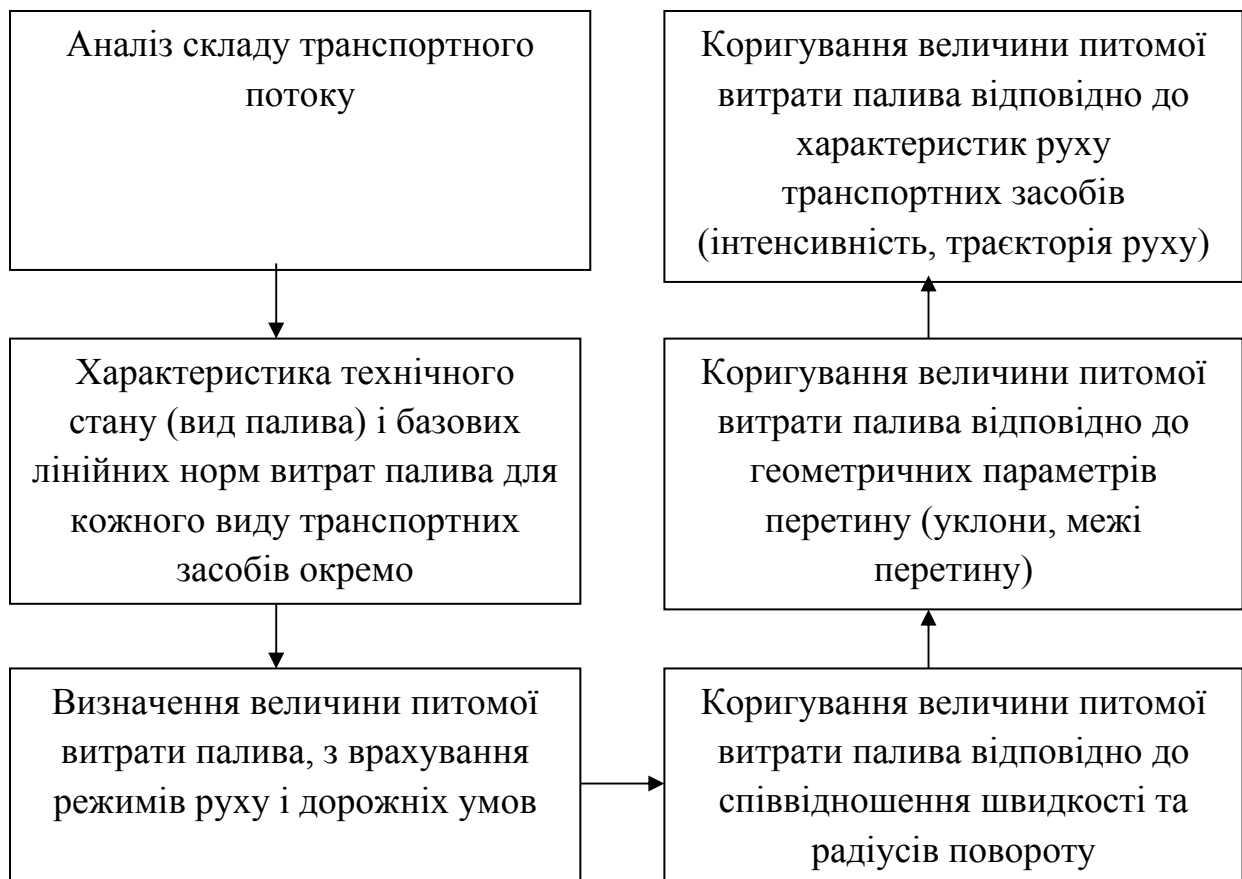


Рис.3. Алгоритм вирішення задачі по визначенню енерговитрат транспортного потоку в межах перетинів міських магістралей

Він дає можливість розрахувати енерговитрати транспортного потоку в залежності від складу транспортного потоку, геометричних параметрів перетину, технічних характеристик транспортних засобів та характеристик руху транспортних засобів.

Висновок. Оскільки в даному дослідженні не було враховано багато факторів, які безпосередньо впливають на енерговитрати транспортного потоку у межах перетинів міських магістралей (умови руху транспортних засобів, технічний стан автомобілів, стан дорожнього покриття, кліматичні умови тощо), то в наступних дослідженнях особливу увагу потрібно буде привернути впливу цих факторів на енерговитрати та встановити взаємозв'язок досліджуваного показника з іншими показниками. Також потрібно детально дослідити і отримати кількісні характеристики, що відображають взаємозв'язки факторів, що впливають на енерговитрати транспортного потоку у межах перетинів міських магістралей.

Література

1. ДБН В.2.3-5:2001 Улицы и дороги населенны хпунктов. Госстрой Украины, 2001. — 42 с.
2. ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. — К.: Мінбудархітектури України, 2002. — 102 с.
3. УДК 625.72 Енергозберігаюче трасування автомобільних доріг з урахуванням екологічних та ергономічних вимог системи «Людина – Автомобіль – Дорога – Середовище» Батракова А. Г., Харків 2001.
4. *Левковець П.Р., Гедз Ю.М., Канарчук О.В., Кришан Г.Л., Сендак М.Д.* Системна ефективність на транспорті. Методи, моделі і стратегії / За ред. П.Р.Левковця. – К.: НТУ,ІЕБТ, 2002. – 216 с.
5. *Филиппов В.В.* «Оценка транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования (САПРАД)». Москва 1987.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИНЖЕНЕРНО - ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ.

М. М. Осетрин, В. П. Тарасюк

Рассмотрена методика оценки влияния энергозатрат транспортного потока на обоснование выбора инженерно-планировочного решения связей городских магистралей.

THE INFLUENCE OF THE TRANSPORT STREAM ENERGY POWER INPUTS ON THE SELECTION CRITERIA FOR ENGINEERING AND PLANNING DECISIONS FOR URBAN ARTERIAL ROADS' INTERSECTION.

М. М. Osetrin, V. P. Tarasiuk

The article is analyzed the method of assessment of energy traffic to justify the choice of engineering and planning solutions intersections of urban roads.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті виконано аналіз ключових положень та заходів, що визначають стратегію розвитку концепцій енергоефективної архітектури та будівництва в Україні. Розглянуто основні положення технічної (технологічної) та структурної складових цієї стратегії.

Постановка проблеми. Основою системного супроводу вирішення проблем енергозабезпечення та енергозбереження в Україні є Енергетична стратегія розвитку України до 2030 року.

Цілями Енергетичної стратегії є:

- створення умов для постійного та якісного задоволення попиту на енергетичні продукти;
- визначення шляхів і створення умов для безпечного, надійного та сталого функціонування енергетики та її максимально ефективного розвитку;
- забезпечення енергетичної безпеки держави;
- зменшення техногенного навантаження на довкілля та забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки ПЕК;
- зниження питомих витрат у виробництві та використанні енергопродуктів за рахунок раціонального їх споживання, впровадження енергозберігаючих технологій та обладнання, раціоналізації структури суспільного виробництва і зниження питомої ваги енергоємних технологій;
- інтеграція Об'єднаної енергосистеми України до європейської енергосистеми з послідовним збільшенням експорту електроенергії, зміцнення позицій України як транзитної держави нафти і газу.

Реалізація зазначених цілей дозволить створити умови для інтенсивного розвитку економіки і підвищення рівня життя населення країни.

З головних задач, що мають реалізувати вказані цілі наведемо дві, які охоплюють архітектурно-будівельну галузь:

1. Створення передумов для докорінного зменшення енергоємності вітчизняної продукції за рахунок впровадження нових технологій, прогресивних стандартів, сучасних систем контролю, управління та обліку на всіх етапах виробництва, транспортування та споживання енергетичних продуктів; розвиток ринкових механізмів стимулювання енергозбереження в усіх галузях економіки.

2. Оптимізація видобутку власних енергоресурсів з урахуванням їх пропозицій на зовнішніх ринках, цінової та геополітичної ситуації, збільшення обсягів енергії та енергопродуктів, видобутих із нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

У змістовній частині виділених вище задач значну питому вагу мають проблеми, що прямо або опосередковано вирішуються у сфері містобудування, архітектури, будівництва та ЖКГ.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Інтеграція української енергосистеми до європейської є складовою стратегічної мети України щодо входження до ЄС. На відміну від країн нової хвилі розширення ЄС Україна має достатньо потужні та розвинуті газо-, нафтотранспортні та електричні мережі, поєднані з транспортними мережами ЄС і країн СНД, що дозволяє їй брати участь у формуванні Європейської енергетичної політики та спільного енергетичного ринку, відігравати важливу роль в енергетичній співпраці країн СНД і ЄС. Тим не менш, енергоємність виробництва та енергоспоживання в Україні є критично великою, перевищуючи світовий рівень у 2,6 рази (див. рисунок 1):

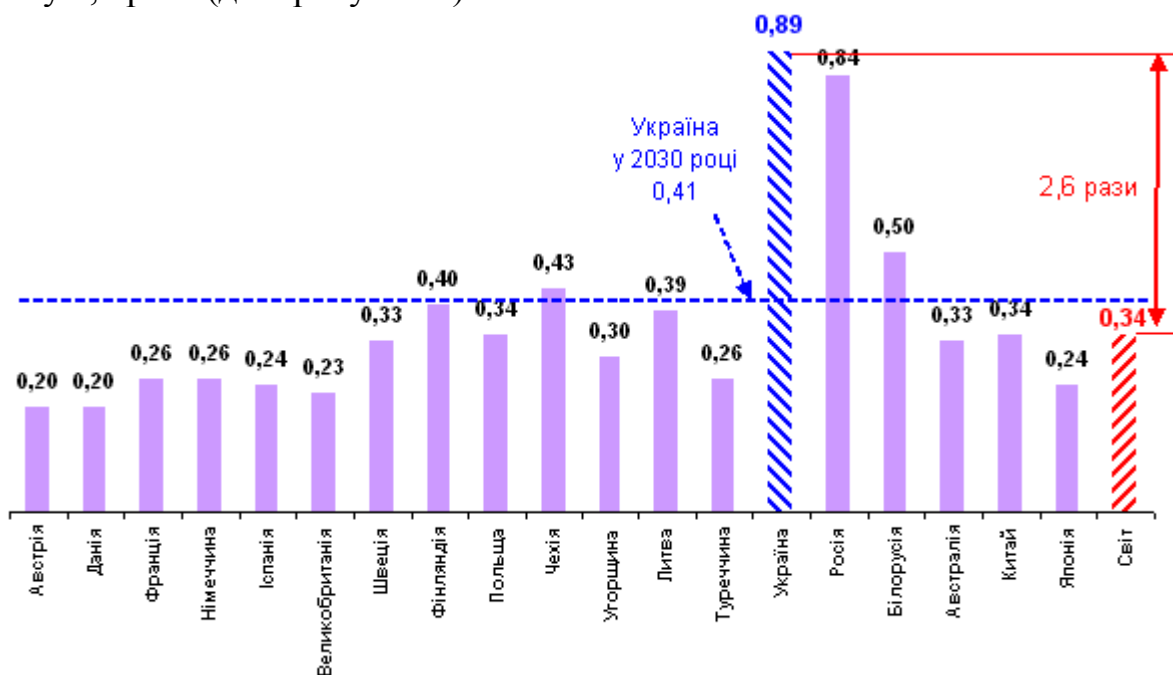


Рис. 1. Енергоємність ВВП країн світу, кг у.п./\$
(*Key World Energy Statistics, 2003, 2004).

Досягнення прогнозованого на 2030 рік рівня енергоємності ВВП передбачається шляхом реалізації двох основних складових потенціалу енергозбереження – *технічної (технологічної)* та *структурної*.

Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження:

– підвищення ефективності виробництва, перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів і відповідно зниження енергоємності продукції та надання послуг за рахунок впровадження новітніх енергоефективних технологій та енергозберігаючих заходів.

Структурна складова потенціалу енергозбереження:

– зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівнів енергоспоживання; передбачає докорінні структурні зміни

для створення малоенергоємної та малоресурсної економіки шляхом впровадження новітніх технологій.

– зменшення питомої ваги енергоємних галузей і виробництв промисловості та транспорту за рахунок розвитку наукомістких галузей і виробництв з низькою енергоємністю та матеріаломісткістю.

Принагідно зазначимо, що у системі заходів, перерахованих у структурній складовій, чомусь не передбачені технології соціальної адаптації населення до енергоефективної суспільної поведінки. Точніше навіть можна говорити про необхідність врахування окремої (та не менш важливої) **суспільної (соціальної) складової потенціалу енергозбереження.**

Ціль статті. Опис системи заходів щодо реалізації програми енергозбереження стосовно архітектурно-будівельної галузі та ЖКГ в Україні з акцентом на застосування сучасних системних методів, економіко-математичного та геометричного моделювання.

Основна частина. Світовий і, зокрема, європейський досвід енергоефективного будівництва є надзвичайно корисним для адаптації до українських умов, але беззастережне використання як технічних рішень, так і сучасних євроном в Україні не є ефективним. Специфічні умови клімату, особливості промислової та енергетичної інфраструктури, зношеність основних фондів у містах, значні терміни окупності енергоефективних заходів у будівництві та ЖКГ і, найголовніше, перманентна обмеженість ресурсів для проведення цих заходів вимагають вертикально інтегрованого системного супроводу політики енергоефективного будівництва в цілому.

При залученні та впровадженні відповідних рішень вони мають проходити жорстку трансформацію у відповідності до наявної специфіки, а інноваційні пріоритети повинні прийматись за принципом «переганяй не доганяючи», віддаючи перевагу найсучаснішим концепціям архітектури та будівництва. В нашому випадку мова йде про реалізацію проектів класу Passive House + та інших енергоактивних рішень, використання модерних концепцій еко- та біоархітектури, реалізацію глобальних принципів біосферосумісної архітектури тощо.

Відповідна системна методологія у якості теоретичного ядра має містити багаторівневу систему оптимізаційних процедур та систем прийняття рішень. Останні мали б вирішувати як досить загальні проблеми оптимального конфігурування енергоефективних заходів, технологій, застосування систем альтернативної енергетики (як елементів об'єкту будівництва) тощо, так і питання оптимізації функціонування відповідних систем та рішень. (Приклад – оптимізація розташування геліоприймальних систем у забудові та на складних поверхнях архітектурних об'єктів).

З іншого боку, принцип інтегрованості рішення щодо системи енергоефективних заходів має реалізуватись на всіх компонентах архітектурно-будівельної інфраструктури: містобудування – архітектура будівлі – конструктивні рішення – будівельні матеріали – інженерні системи, причому відповідний ланцюг розглядається для всього життєвого циклу об'єкту.

Загальнометодологічні принципи реалізуються також на важливих часткових задачах, наприклад при реконструкції архітектурних об'єктів, зокрема, історичної забудови. Передбачається також створення відповідних методик та програмних модулів у складі систем комп'ютерного архітектурного проектування, які б реалізовували процедури енергоефективної експертизи як на стадії пошуку планувальних рішень, так і на етапі конструювання.

Суттєву роль серед напрямків наукових досліджень проблем енергоефективного будівництва відіграють методи математичного (зокрема, геометричного) моделювання. Наявні результати, отримані науковцями кафедри архітектурних конструкцій КНУБА в галузі архітектурно-будівельної фізики та відповідний геометричний інструментарій активно адаптуються до нових практичних задач енергозбереження.

Слід зазначити, що при виконання ряду наукових держбюджетних програм деякі найбільш вагомні результати були впроваджені в якості державних будівельних норм та державних стандартів.

Системне узагальнення геометричних та графічних інструментальних можливостей має на меті створення конструктивно-інтерпретаційної теорії «Геометричне моделювання та графічні технології в задачах енергозбереження» як елемента методологічної парадигми сучасної прикладної геометрії.

На організаційно-технічному рівні вказаний комплексний напрямок досліджень є основою нової наукової спеціальності «Енергоефективність об'єктів будівництва», ініціатива створення якої підтримана науковою громадськістю, а відповідні подання знаходяться на розгляді МОН України.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

А.Н.Панько

В статье проанализированы ключевые положения и мероприятия, определяющие развитие стратегии развития энергоэффективной архитектуры и строительства в Украине. Рассмотрены основные позиции технических (технологических) и структурных компонентов этой стратегии.

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL FOUNDATIONS OF THE CONCEPTS OF ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION IN UKRAINE

O.N.Panko

In the article the analysis of key measures that determine the development of strategy concepts of energy efficient architecture and construction in Ukraine is completed. The basic positions of technical (technology) and the structural components of this strategy is considered..

ПОТОКИ ПРЯМИХ ТА ВІДБИТИХ СОНЯЧНИХ ПРОМЕНІВ В АРХІТЕКТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглядаються особливості множини та підмножин сонячних променів стосовно задач інсоляції, геліотехніки та геліоосвітлення на базі моделі добового сонячного опромінення, прийнятої в дослідженнях та навчальному процесі.

Постановка проблеми. Всі наукові дослідження, пов'язані з сонячною геометрією, в прикладній геометрії архітектурно-будівельного напрямку в теперішній час виконуються на базі змінної моделі добового сонячного опромінення, яка показала свою ефективність і поширилась також на впровадження в навчальний процес [1]. Тому виникла проблема розглянути специфічні особливості обумовлені цією моделлю при її застосуванні.

Аналіз основних досліджень і публікацій. В [1] наведено обґрунтування моделі у вигляді добового конуса сонячних променів за умови, що Земля на протязі кожної доби знаходиться на орбіті в одній точці, орбіта прийнята коловою, а рух по ній рівномірний. Рівномірне також обертання Землі навколо осі. Прийняті допущення спрощують пояснення та розрахунки і дають прийнятні для практики результати.

Постановка задачі. Розглянути множини та підмножини сонячних променів в практичних задачах на базі змінного напрямного добового конуса сонячних променів, який є конусом обертання.

Основна частина. В кожний момент часу потік сонячних променів уявляє собою в'язку паралельних прямих, тобто конгруенцію $K_g(1.0)$ першого порядку нульового класу. При цьому Сонце вважається невласною вершиною S^∞ в'язки. Згідно з прийнятою моделлю сонячного опромінювання [1], за якою Земля протягом доби залишається в одній точці, промені, що проходять через будь-яку точку T в околі Землі, утворюють напрямний добовий конус сонячних променів. Це конус обертання, вісь якого паралельна осі Землі і нахилена до площини орбіти під кутом $\varphi = 66,55^\circ$. Кожна твірна цього конуса задає напрям променів в заданий момент часу, тобто невласну вершину S_i^∞ в'язки. Всі твірні задають невласну траєкторію s^∞ Сонця. Промені за добу створюють комплекс $K_m(2)$ другої степені, бо кожна точка простору виділяє з нього круговий конус.

Таким чином, вся множина сонячних променів за рік в зручній для побудов формі представляється як 365 комплексів $K_m(2)$, кожен з яких має напрямний добовий конус змінної геометрії.

Кут α при вершині між твірною та віссю на протязі року міняється і в кожную добу рівен кута α між віссю та твірною, що задає напрям на Сонце. Встановлено, що косинус цього кута дорівнює: $\cos\alpha = \cos\varphi * \cos\gamma$.

де γ – кут повороту Землі на орбіті, відрахований від дня літнього сонцестояння 22.06 проти годинникової стрілки.

Всі добові конуси мають осі, паралельні осі Землі. Якщо обрати вершину в одній і тій же точці, то конуси будуть мати спільну вісь обертання та спільну вершину кута α . Двічі на рік при $\gamma=90^\circ$ та $\gamma=270^\circ$ кут α є прямим. Конуси вироджуються в площину перпендикулярну осі. Це відповідає дням рівнодення 2 березня та 21 вересня. Мінімальне значення $\alpha=\varphi$ виникає при $\gamma=0^\circ$ та $\gamma=180^\circ$. Ці положення відповідають дням літнього (22 червня) та зимнього (22 грудня) сонцестояння. Відмічені характерні дні поділяють річну множину променів на частини. Для північної півкулі верхні поли добових конусів задають всю множину сонячних променів в літню півроку, нижні поли – в зимову півроку. Четверті року між рівноденнями та сонцестояннями відповідає або зростанню або зниженню висоти сонцестояння.

Годинний поділ множини сонячних променів не залежить від положення Землі на орбіті, тому що значення кута φ постійне. Площини цього кута паралельні між собою і перпендикулярні площині орбіти. Назвемо ці площини полуденними. Твірна напрямного добового конуса, яка знаходиться в полуденній площині є напрямною для всієї множини паралельних променів о 12 годині дня за сонячним часом незалежно від дня року, тобто напрямною для полуденної Кг(1.0).

Осьові площини конусів, взяті з кроком 15° дадуть напрямні твірні для інших годинних Кг (1.0). Можна отримувати і хвилинні напрямні для кута $\frac{15^\circ}{60}$.

Поділ на денні і нічні множини променів залежить від ширини місцевості δ . Якщо прийняти поверхню Землі за сферу, а площину горизонту Π вважати дотичною до неї, то добовий конус з вершиною в точці дотику розділяється площиною горизонту на денну і нічну частину. Неважко встановити, що кут нахилу осі конуса до площини горизонту буде рівним широті δ . Кут δ і кут між віссю і площиною горизонту взаємно перпендикулярні.

Твірні добового конуса, які знаходяться в площині горизонту Π вказують напрями сходу і заходу Сонця. Відзначені особливості мають місце і для південної півкулі як симетричні відповідно площинам горизонту.

В [2] визначено азимут β точки сходу влітку через вираз:

$$\text{Cos}\beta = \frac{\text{cos}\alpha}{\text{cos}\delta}.$$

Виходячи з симетрії відносно напрями схід-захід та південь-північ сектор точок сходу за рік, обмежується азимутами β та $180-\beta$ а сектор точок сходу-азимутами $360^\circ-\beta$ та $180^\circ+\beta$. Кожного дня точки сходу і заходу симетричні відносно початку координат. Напрями на точки сходу обходять свій сектор двічі за годинниковою стрілкою і проти неї, напрями на точки заходу – проти годинникової стрілки і за нею.

В залежності α від доби року та площини горизонту від широти місцевості γ дозволяють моделювати ситуації опромінення Землі в будь-яку добу та годину на будь-якій широті, визначати відповідні підмножини сонячних променів.

Зміна широти місцевості дає наступні характерні положення. На екваторі площин горизонту проходить через вісь конуса і ділить його в будь-який день року навпіл. Значить цілий рік день і ніч рівні між собою, схід і захід Сонця відбувається в протилежних точках горизонту. В дні рівнодення двічі на рік Сонце буває в зеніті.

На протязі Рака ($23,45^{\circ}$ півн. широти) в день літнього сонцестояння один раз Сонце знаходиться в зеніті. На інших широтах між екватором і протягом Рака Сонце двічі проходить через зеніт.

На широті $66,55^{\circ}$ площина горизонту дотикається до літньої поли конуса в день літнього сонцестояння та зимової в день зимового сонцестояння. В ці дні точки сходу та заходу збігаються на горизонті. Це означає, що 22 червня день триває 24 години, а ніч 0 годин, а 22 грудня навпаки день 0 годин, а ніч 24 години.

На полюсі площина горизонту збігається з площиною рівнодення. Це означає що 21 вересня та 22 березня Сонце за добу «прокотиться» по лінії горизонту. Між 22 березня і 21 вересня Сонце не сідає за лінію горизонту (півроку полярний день), а між 21 вересня та 22 березня Сонце не виходить ізза лінії горизонту (полярна ніч).

На широтах між полярним колом та полюсом площина горизонту двічі дотикається до літньої пори, та двічі до зимньої. Відповідні дати обмежують полярний день та полярну ніч.

Для задач інсоляції важливі закономірності, які виникають при побудові тіней зовні будівлі та світлових плям при попаданні сонячних променів через світлопрорізи внутрі будівлі.

При побудові тіней від будівлі для заданого моменту доби тінеутворюючі контури будівлі виділяють з Кг (1,0) поверхні паралельних променів. Це площина, циліндрична, складчаста поверхні відповідно при контурах у вигляді відрізка прямої, дуги кривої, ламаної лінії з прямими або криволінійними ланками. Циліндричні поверхні утворюються також як обгортні до поверхонь куполів.

Тіні за якусь частину доби, побудовані через заданий інтервал, складають конверт тіней.

При побудові світлових плям, які дають в приміщенні промені, що проникають через світлопроріз, отримується конверт інсоляції.

В основі побудов конвертів лежить побудова ліній ходу тіней від точок. Через будь-яку точку М проходить напрямний добовий конус сонячних променів. Лінія t ходу тіні від точки М є результат перетину добового конуса з площиною чи поверхнею. Види ліній перетину залежать від їх взаємного положення. Так площина горизонту між полярними колами в дні рівнодення перетне площину променів по прямій, а в останні дні поверхню добового конуса – по гіперболі, асимптоти якої вказують напрями на схід і захід Сонця, між ними одна вітка гіперболи літня, друга зимня. Вершини гіперболи на цих вітках дають довжини тіней в полуденній площині.

На полярному колі тіні мають форму парабол. За полярним колом тіні мають форму еліпсів, а на початку і вкінці полярного дня – парабол. На полюсі

тіні мають форму кіл. Все це передбачає прийняте знаходження Землі щодоби в одній точці орбіти.

При спільній осі добових конусів кожна годинна площина відповідає своєму часу, а положення в ній напрямної твірної не залежить від широти місцевості, а тільки від дня року. Значить, напрямні твірні в даний момент часу належать одній площині, а вся множина сонячних променів в просторі паралельна цій площині.

Це використовують при створенні сонячних годинників. Тінеутворюючий елемент (гномон) встановлюється паралельно осі Землі, тобто під кутом δ до площини горизонту. На площині горизонту (або іншій площині чи поверхні) будуються і позначаються сліди годинних площин. У цьому випадку тінь від гномона буде належать сліду площини, положення якої визначає час. Напрями променів в площині впливають тільки на довжину тіні.

В [2] запропоновано спосіб побудови сонячного годинника для будь-якого тінеутворюючого об'єкта: обеліска, вертикальної стійки, рогу будинку, ребра балкону, нахиленої прямої обрізу покрівлі чи будь-якої іншої деталі будівлі чи малої архітектурної форми. Через обрану точку M тінеутворюючого об'єкта проводиться уявна пряма, паралельна осі Землі під кутом δ до площини горизонту, рівним широті місцевості. Через цю пряму проводиться годинні площини і знаходяться їх сліди на будь-якій площині чи поверхні τ . Відлік часу відбувається по моменту, коли лінія ходу m тіні точки M на τ перетне відповідний слід годинної площини.

Потоки відбитих сонячних променів в задачах інсоляції, геліотехніки та геліоосвітлення мають значення у двох випадках: *а)* при перенаправленні або концентрації світлової чи теплової сонячної енергії змінного напрямку, *б)* при транспортуванні її по світловодах в приміщення будівель, недоступні для опромінення через світлопрозорі огороження.

У першому випадку при застосуванні плоских відбивачів відбиті промені залишаються паралельними. Тому напрямним для всієї множини відбитих сонячних променів служить добовий конус, дзеркальний відносно площини відбиття добовому конусу прямих сонячних променів [4]. Для направлення відбитих променів в одному напрямі потрібне управління площиною (геліостатом) протягом дня (обертання навколо осі добового конуса прямих сонячних променів) та протягом сезону (подобовою зміною кута α при вершині конуса).

Застосування відбивних поверхонь в кожний момент доби при нерухомій поверхні дає конгруенцію відбитих променів так, що кожний відбитий промінь знаходиться в площині, заданій падаючим променем та нормаллю. Конгруенція має фокальні фігури, але не має фокусів у вигляді точок. Тому для концентрації сонячної енергії обирають область найбільшого згущення (класифокальну).

Для уявлення всієї множини променів корисно розшарувати конгруенцію нормалей на поверхні нормалей і отримувати поверхню відбитих променів. В [4] таке розшарування виконано для відбивних поверхонь 2-го порядку. Це площини нормалей вздовж твірних циліндричних і конічних поверхонь, гіпери нормалей вздовж твірних косих поверхонь, конічні поверхні

нормалей вздовж колових перерізів. В [5] показані отримувані поверхні відбитих променів 3-го та 4-го порядків вздовж твірних косої поверхні та колових перерізів нерозгортних поверхонь.

У другому випадку при транспортуванні сонячного світла на основі відбиття та заломлення виникають потоки ламаних променів. В [6] показано, що при цьому конгруенція $K\gamma$ (1,0) паралельних сонячних променів перетворюється в кожній наступній ланці в нормальну конгруенцію тому, що прямі ланок нормальні до лінії або поверхні фронту хвилі (ортотоміки) від джерела світла у вигляді точки, лінії, відсіка поверхні тому, що ортотоміки є огинаючими множинами сфер. Стосовно потоку ламаних променів сонячного світла, то він складається з конгруенції $K\gamma$ (1,0), отриманих з допомогою відбивних площин. Кожне послідовне відбиття має свій напрямний конус. Можна при виборі площин добитись, щоб кінцевий напрямний конус повтори конус першої ланки паралельних сонячних променів. Це змоделює в закритому приміщенні дійсну картину сонячного опромінення.

При оцінці інсоляції приміщень визначаються її тривалість і порівнюються з нормативними вимогами. При цьому розрахунки ведуться для приміщень першого поверху з урахуванням затінення іншими будівлями.

З висотою вплив оточуючого середовища зменшується. Доцільно було б побудувати графік надлишкової інсоляції і розробляти заходи по використанні надлишкової частини при сонцезахисті, при зменшенні тепловтрат через світлопрозорі огороження, при перетворенні в тепло чи електроенергію для автономного самозабезпечення чи передачі в зовнішню мережу.

Висновок. Проведений огляд дозволяє враховувати виявленні особливості в подальших дослідженнях.

Література

1. Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник /О.Л.Підгорний, І.М. Щепетова, О.В. Сергійчук та ін.. –К.: Видавець Домашевська О.А. 2005. –282с.
2. *Підгорний О.Л.* Сонячний годинник як архітектурний об'єкт, розрахунок та побудова. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА,1999. – Вип. 60. –С.9-14
3. *Підгорний О.Л.* Добовий конус відбитих сонячних променів. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА,2004. – Вип. 74. –С.10-19
4. *Підгорний О.Л.* Розшарування конгруенції нормалей поверхонь 2-го порядку вздовж ліній плоских перерізів. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КДТУБА,1966. – Вип. 60. –С.8-14
5. *Подгорный А.Л.* Поверхность отраженных лучей. // Прикладная геометрия и инженерная графика. –К.: Будівельник,1975. – Вип. 20. –С.13-16
6. *Підгорний О.Л.* Моделювання ланцюжків прямих, відбитих та деформованих випромінювань на основі поєднання хвильового та променевого

трактувань розповсюдження коливань. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –Харків: ХДУХТ,2004. – Вип. 4. – С.20-31

ПОТОКИ ПРЯМЫХ И ОТРАЖЕННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ В АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ

А.Л. Подгорный

Рассматриваются особенности множеств и подмножеств солнечных лучей относительно задач инсоляции, гелиотехники и гелиоосвещения на основе модели суточного солнечного облучения, принятой в исследованиях и учебном процессе.

STREAMS OF DIRECT AND REFLECTED SUNBEAMS IN THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT

O.L. Podgorny

Features of manifolds and subsets of sunbeams in relation to the tasks of insolation, solar radiation engineering and helio-lightings are examined. Approach is based on the basis of model of day's sun irradiation accepted in researches and educational process.

ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Інститут Урбаністики, Україна

Розглянуто проблематику енергозбереження у містобудуванні на районному рівні – рівні забудови житлових кварталів, та на загальноміському рівні. Запропоновані окремі напрямки підвищення ефективності енергозабезпечення в умовах реалізації проектів реконструкції житлової та громадської забудови.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, реконструкція будівель, реконструкція забудови, реконструкція територій, енергобалансований район.

Зважаючи на те, що Україна, задовольняючи свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах за рахунок власного їх видобутку менше ніж на 50 %, відноситься до енергодефіцитних країн, очевидно, що питання енергозбереження відіграють важливу роль в багатьох напрямках господарювання.

Кабінетом Міністрів України в 2008 р. схвалена Концепція Державної цільової програми енергоефективності на 2010-2015 рр. [1] та Пріоритетні напрями діяльності в сфері енергоефективності й енергозбереження [2]. В цих документах вказується на недосконалість нормативно-правової бази в сфері енергозбереження, недостатній рівень впровадження нових технологій, спрямованих на підвищення ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів, відсутність цілісної інноваційної інфраструктури, необхідної для забезпечення енергозберігаючої діяльності, зокрема, містобудівної.

Місто як складна багаторівнева та багатофункціональна система виступає основним концентрованим споживачем енергоресурсів різного роду. Використання енергії, яке незмінно збільшується, яке в Україні значно випереджало зростання чисельності населення, є головним фактором, який забезпечує поступальний і соціальний розвиток сучасного суспільства. Одночасно зі збільшенням об'єму споживання енергії зростають витрати на її виробництво [2].

Перспективи подальшого економічного й соціального розвитку ставляться тепер у пряму залежність від того, наскільки раціонально використовується енергія. Зниження енергоємності створення і функціонування виробничо-економічних і соціальних структур стає одним з основних напрямків економічної політики, а енергетичні критерії – провідними у системі оцінок господарської і соціальної діяльності суспільства.

Традиційно розвиток міських поселень асоціюється зі значними обсягами нового будівництва – житлового будівництва, будівництва об'єктів соціальної сфери, торговельних і офісних комплексів, промислових підприємств тощо. Проте, на сучасному етапі, за умов обмеженості територіальних ресурсів розвитку міст надзвичайно актуальним стають питання реконструкції наявних

основних фондів та трансформації існуючого функціонального використання міських територій.

Реконструктивна діяльність, як самостійний вид містобудівної діяльності, може виступати у трьох видах: 1) реконструкція будівель і споруд; 2) реконструкція міської забудови; та 3) реконструкція міських територій. Кожному з цих видів реконструктивної діяльності відповідає свій перелік засобів енергозбереження, які принципово відрізняються один від одного методами та засобами реалізації.

Так, під реконструкцією будівель і споруд розуміється – перебудова або відновлення в тій чи іншій формі деякого матеріально-речового об'єкту у зв'язку зі зміною геометричних розмірів, функціонального призначення, заміною окремих конструкцій, їх елементів, основних техніко-економічних показників з метою поліпшення техніко-експлуатаційних характеристик об'єкту.

Під реконструкцією забудови розуміється реконструкція сукупності будівель і споруд, розміщених на локалізованій території, що розглядається як планувальна цілісність з фіксованою функцією (житлова, громадська, промислова і т.п.) і межами, незмінюваними в процесі реконструкції або частково змінюваними без порушення функціонально-територіальної цілісності.

Реконструкції підлягають розміщені на розглянутій території будівлі і споруди, а також інженерні комунікації, дороги, благоустрій, з додатковим будівництвом об'єктів основної функції та об'єктів культурно-побутового призначення, а також санацією території.

Метою реконструкції цього рівня є створення на основі існуючого планування і особливостей забудови – сучасного гармонійного житлового середовища з необхідним комплексом обслуговування та благоустрою, та підвищенням ефективності використання території та енергоресурсів.

Реконструкція територій означає:

– заміну існуючого функціонального використання території іншою функцією із повною ліквідацією існуючих фондів та створенням нових основних фондів (переосвоєння);

– заміну наявного функціонального використання території новою функцією з частковим збереженням існуючих основних фондів і трансформацією (реконструкцією) окремих, що зберігаються існуючих будівель під нову функцію (переосвоєння);

– збереження на даній території наявної функції, але з повною заміною існуючих фондів на сучасні (переосвоєння).

При цьому передбачається можливість повної або часткової (у разі необхідності) зміни внутрішньої планувальної структури даного територіального утворення, а також його конфігурації (в ув'язці з оточуючими структурно-планувальними елементами міського плану).

Метою реконструкції територій, яка кваліфікується як переосвоєння території, є формування на даній території функціонально-планувального утворення з новими містобудівними характеристиками.

Найчастіше методи енергозбереження застосовуються саме при здійсненні реконструкції будинків і споруд. Серед найбільш поширених є: застосування нових енергоефективних будівельних матеріалів, пошуки оптимальних геометричних параметрів об'єктів (співвідношення периметру об'єкту до його корисної площі), використання нових технологічних рішень як, наприклад, енерготеплоакумуляційний обігрів, оптимізація режиму енергоспоживання з використанням вигідних нічних тарифів та багато інших.

При будівництві нових кварталів та мікрорайонів основним напрямком енергозбереження є розроблення оптимального архітектурно-планувального рішення забудови. Це досягається за рахунок розміщення будинків з максимальною орієнтацією протяжних фасадів на сонячний бік (південний схід, південь та південний захід); формування замкнених і напівзамкнених дворових просторів з метою зниження продувності вітрами в холодний період року та зменшення тунельного ефекту; підвищення загальної компактності забудови з метою раціоналізації трасування інженерних мереж. Рекомендації такого роду використовувались при формуванні забудови кварталів в період індустріального домобудування, коли забудова здійснювалась комплексно за єдиними проектними планами.

Нажаль, в наш час, коли в містах, особливо в їх центральних і серединних районах, переважає будівництво окремих житлових і громадських будинків або житлово-громадських комплексів за методом вибіркової реконструкції. Будівництво здійснюється на окремих незначних за площею земельних ділянках, конфігурація яких є, як правило не завжди зручною, що не дозволяє здійснювати розміщення будинків за вказаними вище критеріями. Це, з одного боку є негативним фактором, проте з іншого боку, це сприяє підвищенню локальної щільності забудови та концентрації енергоспоживання.

Поряд з цим постає проблема недостатності енергоресурсів в умовах сформованої мережі тепло-, воло- та електропостачання в кожному окремому випадку будівництва.

В наш час має місце тенденція відмови від суперцентралізованих систем теплопостачання, які характеризуються в сучасних умовах експлуатації значними тепловтратами при транспортуванні на значні відстані, а також високим ступенем системного ризику при аварійних ситуаціях.

Відомо, що найпоширенішим шляхом вирішення цієї проблеми, зокрема, теплопостачання, є будівництво індивідуальних котелень. Знімаючи проблему забезпечення теплом для конкретного будинку чи комплексу, індивідуальна котельня стає джерелом шкідливого впливу на навколишнє середовище та погіршення архітектурно-візуального сприйняття нової забудови. А створення більш потужних об'єктів вимагає відводу спеціальних земельних ділянок. Насичення території житлової забудови певною кількістю відносно дрібних індивідуальних об'єктів постачання тепла та гарячої води не є раціональним з точки зору витрат території.

При цьому, це не вирішує проблеми електропостачання в містах, а саме електроенергія і є джерелом постачання для таких котелень. Відомо, що, наприклад, в місті Києві саме отримання технічних умов на електрику є

найбільш проблемним, незважаючи на те, що електроенергія є системним ресурсом.

Шляхом вирішення цієї проблеми може стати розроблення в рамках детальних планів розвитку територій схем енергозбалансованого районування, яке дасть змогу розробити найбільш раціональну дворівневу систему поєднання існуючих міських централізованих мереж енергозабезпечення та додаткових індивідуальних джерел енергопостачання для одного чи більшої кількості забудовників при реалізації проектів реконструкції.

Реконструкція території, так як і забудова нових територій, має два основних ресурсних критерії: по-перше, це скорочення витрат території на одиницю комерційної площі, що означає максимально можливе підвищення щільності основних фондів в межах території реконструкції; по-друге, це мінімізація витрат енергії, про що йшла мова вище.

З точки зору мінімізації енерговитрат на транспортування енергії до споживача в межах кварталу, то обидва ці критерії співпадають. Проте, виникає одне протиріччя. Як правило, підвищення щільності забудови досягається за рахунок зростання поверховості об'єктів, наприклад, житлових будинків – до 24-25 поверхів, а офісних – і до 60 поверхів, як свідчить досвід Києва. Такі явища часто супроводжуються спорудженням багаторівневих підземних паркінгів, інколи автоматизованих. А це означає збільшення витрат енергії на 1 кв.м комерційної площі за рахунок ускладнення систем вертикального транспорту, потужних систем вентиляції та пожежної безпеки. Чим нижча поверховість – тим нижчі ці питомі витрати енергії, але тим більші витрати території на створення об'єктів в необхідних обсягах та, відповідно, більше витрати на створення горизонтальних комунікацій. Балансування того чи іншого виду витрат, при якому загальна величина витрат на енергоресурси та територію, яка є найбільш цінним товаром в місті, представляє собою достатньо складну задачу. УВона включає в себе не лише пошук техніко-технологічних рішень, а й архітектурно-планувальних, в яких важливе місце займає не тільки економічні, а й соціальні і естетичні компоненти (необхідність створення відкритих просторів, озеленення, різного роду майданчиків).

Виникає необхідність спільного використання чи гармонізації критеріїв, одні з яких мають кількісні, а інші – якісні характеристики. Тому використання стандартних моделей оптимізації в математичному виразі неможливе. В практиці містобудівного проектування ця задача вирішується на основі багатоваріантного підходу, при якому використовується власна система обмежень.

Друге коло питань стосується планувальної структури міста. В сучасному місті концентрується більшість видів соціально-економічної діяльності з високими витратами різноманітних енергоресурсів. Діапазон можливих засобів і методів підвищення ефективності їх використання, зниження енергоємності функціонування всіх матеріально-технічних, господарських і соціальних структур міста відрізняється широтою і різноплановістю. Цей діапазон охоплює такі області, як:

- раціональна територіальна організація виробничих сил;

- цілеспрямоване формування виробничих комплексів;
 - регулювання зростання міста і вибір оптимальних напрямків його розвитку;
 - оптимізація розміщення підприємств, транспорту, житлового будівництва, комунальних об'єктів, інженерних комунікацій;
 - модернізація систем енергопостачання на рівні міста.
- До сфери енергозберігаючої політики входить також:
- використання нових видів транспорту і транспортних схем;
 - зміна існуючих і формування нових ресурсозберігаючих стандартів проживання населення і господарської діяльності;
 - використання нових будівельних матеріалів і конструкцій тощо.

Проте місто не може розглядатися лише як концентрований об'єкт енергоспоживання. Він є також і центром енерговиробництва. При цьому в сферу його впливу включаються широкі регіональні зв'язки, в тому числі і приміські. В такій містобудівній системі відбуваються безперервні процеси реконструкції з різним ступенем динаміки і територіальної локалізації. Тому питання енергоефективності такої містобудівної системи, що обумовлюються цими процесами, достатньо складні. Сьогодні питання економії енергоресурсів в контексті реконструктивної діяльності найбільш ефективно можуть вирішуватись, і вирішуються, саме на локальному рівні – реконструкції житлового будинку та забудови. Методи оптимізації витрат енергоресурсів на регіональному рівні ще вимагають свого розвитку.

Література

1. Розпорядження КМ України від 19 листопада 2008 р. N 1446-р „Про схвалення Концепції Державної цільової програми енергоефективності на 2010-2015 рр.”.
2. Розпорядження КМ України від 16.10.2008 р. № 1334-р „Про схвалення пріоритетних напрямів діяльності у сфері енергоефективності та енергозбереження на 2008-2009 роки”.
3. Экономия энергоресурсов в градостроительстве / Г.И. Фильваров, В.П. Крыжановский, И.К. Быстряков, Н.И. Жук; Под ред. Г.И. Фильварова. – К.: Будівельник, 1985. – 104 с.
4. Енергоощадна технологія електротеплоаккумуляційного обігріву в житлово-комунальному та аграрно-промисловому комплексі України. Відп. редактор Д.Й. Лозинський. – К.: В-во Купріянова О.О. – 2007. – 272 с.

ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

А. М. Плешкановская

В статье рассмотрена проблематика энергосбережения в градостроительстве на районном уровне – уровне застройки жилых кварталов, и на

общегородском уровне. Предложенные отдельные направления повышения эффективности энергообеспечения в условиях реализации программ и проектов реконструкции жилой и общественной застройки.

PROBLEMS OF ENERGY SAVING DURING THE RECONSTRUCTION OF URBAN

A. Pleshkanovska

The article deals with the problems of energy efficiency in urban planning at the district level - the level of construction of residential quarters, and at municipality level. Proposed some ways of raising energy efficiency in terms of the reconstruction projects of residential and public buildings.

АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ В'ЯЗЕЙ СІТЧАСТИХ СТРУКТУР, НА ОСНОВІ КОРЕГУВАННЯ ВЕЛИЧИН СКАЛЯРНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗОВНІШНІХ ВПЛИВІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В роботі розкривається математичний алгоритм системного управління параметрами зв'язків між вузлами сітчастих структур, що базується на поступовому комплексному приведенню показників скалярного потенціалу польових впливів, які діють на дану структуру, до заздалегідь встановлених величин.

Постановка проблеми. Математичні моделі сітчастих структур широко застосовуються при моделюванні різноманітних складних систем. До таких систем можна віднести інженерні мережі, будівельні стрижневі та вантові конструкції, а також багатокомпонентні моделі фізичних явищ та процесів, складові яких перебувають у тісному взаємозв'язку та виявляють вплив одне на одного. Окрім того, до зазначених систем належать й абстрактні математичні моделі, що носять дискретний характер та реалізуються у комп'ютерному середовищі чисельних програмних комплексів.

Моделі усіх згаданих вище систем можна об'єднати за єдиним принципом розрахунку, якщо припустити, що поточний стан такої моделі повністю визначається параметрами її вузлів, параметрами її в'язей та величиною зовнішніх впливів. Якщо мова йде про інженерні мережі, то в якості параметрів в'язей (ділянок труб або провідників) можуть виступати відношення витрати потоку до довжини ділянки трубопроводу або відношення величини струму до довжини провідника для водопроводів або електромереж відповідно. Якщо мова йде про будівельні стрижневі чи вантові конструкції, то параметрами в'язей стрижнів являються їх жорсткісні характеристики, якими є відношення абсолютної величини внутрішніх зусиль, що діють у цих стрижнях, до їхніх довжин.

Часто виникає необхідність у тому, щоб вузлові параметри сітчастої структури приймали бажані величини. Найбільш наочно така потреба може бути проілюстрована на прикладі стрижневих конструкцій, а саме покриттів просторових архітектурних споруд, поверхні яких за задумом архітектора мають приймати ті чи інші форми. В даному випадку вузловими параметрами являються координати вузлів конструкцій. При цьому, параметрами варіювання можуть виступати виключно показники жорсткості стрижнів, оскільки зовнішні навантаження є апріорно заданими (визначеними згідно норм). Іншими словами, досягнення потрібної форми може бути здійснено підбором такого розподілу внутрішніх зусиль та довжин в'язей, що задовольнятиме умові належності кожного вузла поверхні відповідній функції її форми.

Відтак, пошук шляхів підбору оптимальних параметрів в'язей сітчастих

структур з метою досягнення їх шуканих конфігурацій є актуальною й важливою задачею.

Формулювання цілей та завдання публікації. Зважаючи на вище сказане, визначимо математичний алгоритм, що даватиме змогу змінювати величини вузлових параметрів сітчастих структур та загальну конфігурацію відповідних моделей на основі регулювання величин параметрів їхніх в'язей.

Аналіз основних досліджень. Для виконання поставленої мети, скористаємося математичною моделлю, що описує стан статичної рівноваги просторової стрижневої конструкції. Дана модель передбачає складання системи рівнянь рівноваги кожного вузла конструкції шляхом їх вирізання з подальшою заміною відсічених в'язей векторами внутрішніх зусиль [1]. Зазначені в'язі представляють собою прямолінійні відрізки (стрижні) із заданими фізико-механічними властивостями. Якщо задатися умовою, що жорсткісні параметри стрижнів є константами, заданими у вихідних умовах, то система рівнянь рівноваги набуває вигляду, яка відповідає статико-геометричному методу формування дискретних образів. Даний метод є дуже ефективним у задачах формоутворення, оскільки дає змогу визначати координати вузлів стрижневих конструкцій за наперед заданими умовами їх роботи та вузловими навантаженнями. У роботі [2] було продемонстровано принципи побудови параметричних рівнянь стану в'язей сітчастих структур. У поєднанні з рівняннями статичної рівноваги вузлів сітчастої структури параметричні рівняння утворюють систему, невідомі якої включають і координати вузлів моделі, і параметри стану (жорсткості) її в'язей. Слід зазначити, що дана система включає у себе й достатньо параметрів варіювання, якими є векторні та скалярні характеристики діючих на вузли моделі польових структур, а також крайові умови.

Основна частина. В даній роботі в якості параметра варіювання розглядатимемо скалярний потенціал поля зовнішнього впливу на вузли сітчастої структури. В першу чергу визначимося з послідовністю операцій, необхідних для досягнення необхідного поточного стану сітчастої структури. Ця послідовність має включати наступні кроки:

1. Складання системи рівнянь рівноваги вузлів сітчастої структури.
2. Виконання розрахунку поточних вузлових величин сітчастої структури за наближено заданими початковими умовами (до яких відносяться початкові значення зовнішніх навантажень та параметри жорсткості в'язей) та вихідними умовами.
3. Складання параметричних рівнянь в'язей сітчастої структури.
4. Визначення поточних величин скалярних потенціалів полів зовнішніх впливів.
5. Визначення констант інтегрування з параметричних рівнянь в'язей при поточних значеннях вузлових параметрів моделі (координат вузлів та скалярних потенціалів).
6. Розв'язання системи параметричних рівнянь відносно параметрів жорсткості з попередньою заміною значень поточного потенціалу на показники потенціалу, що відповідають бажаним, та з урахуванням раніше розрахованих

величин констант інтегрування.

7. Підстановка одержаних параметрів жорсткості до системи рівноваги вузлів сітчастої структури з подальшим розв'язанням цієї системи відносно вузлових величин сітчастої структури.

8. Повторення операцій 3 – 7 доти, доки не буде досягнуто встановленого рівня абсолютних або відносних похибок числення.

Тут в якості абсолютних похибок можуть виступати модулі різниць показників скалярних потенціалів, параметрів жорсткості або координат вузлів моделі на поточному та попередньому кроці розрахунку.

Запишемо сформульовану вище послідовність операцій у математичній постановці. Для цього спершу розглянемо рівняння рівноваги деякого i -го вузла сітчастої структури, що сполучається з n іншими вільними вузлами:

$$\sum_{j=1}^n (s_j - s_i) \cdot \aleph_{i,j} + \mathfrak{Z}_{s_i} = 0, \quad (1)$$

де s – узагальнене позначення координат вузлів; $\aleph_{i,j}$ – параметр жорсткості в'язі, що сполучає i -й та j -й вузли; \mathfrak{Z}_{s_i} – позначення проекцій вектора зовнішнього впливу в i -му вузлі моделі.

Система рівнянь рівноваги типу (1), складена для усіх k вузлів моделі, у матричній формі матиме вигляд:

$$[\aleph] \cdot [s] + [g] + [\mathfrak{Z}] = 0. \quad (2)$$

Тут: $[s]$ – матриця координат (розмірністю $k \times 3$), що має таку форму:

$$[s] = [X \quad Y \quad Z], \quad (3)$$

де $\{X\}$, $\{Y\}$ та $\{Z\}$ – вектор-стовпці координат вузлів, що мають вид:

$$\{X\}^T = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_k], \quad (4)$$

$$\{Y\}^T = [y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_k], \quad (5)$$

$$\{Z\}^T = [z_1 \quad z_2 \quad \dots \quad z_k]; \quad (6)$$

$[g]$ – матриця крайових умов (розмірністю $k \times 3$), елементи якої представляють собою суми добутків координат базових вузлів та відповідних (за топологічною схемою) параметрів жорсткості моделі, що має наступну форму:

$$[g] = [g_x \quad g_y \quad g_z], \quad (7)$$

де $\{g_x\}$, $\{g_y\}$ та $\{g_z\}$ – вектор-стовпці крайових умов, що мають вид:

$$\{g_x\}^T = \left[\sum_{i=1}^L x_i \cdot \aleph_{1,i} \quad \sum_{i=1}^M x_i \cdot \aleph_{2,i} \quad \dots \quad \sum_{i=1}^N x_i \cdot \aleph_{k,i} \right], \quad (8)$$

$$\{g_y\}^T = \left[\sum_{i=1}^L y_i \cdot \aleph_{1,i} \quad \sum_{i=1}^M y_i \cdot \aleph_{2,i} \quad \dots \quad \sum_{i=1}^N y_i \cdot \aleph_{k,i} \right], \quad (9)$$

$$\{g_z\}^T = \left[\sum_{i=1}^L z_i \cdot \aleph_{1,i} \quad \sum_{i=1}^M z_i \cdot \aleph_{2,i} \quad \dots \quad \sum_{i=1}^N z_i \cdot \aleph_{k,i} \right], \quad (10)$$

$[\mathfrak{Z}]$ – матриця зовнішніх впливів (розмірністю $k \times 3$), що діють на вузли моделі,

яка має таку форму:

$$[\mathfrak{F}] = [\mathfrak{F}_x \quad \mathfrak{F}_y \quad \mathfrak{F}_z], \quad (11)$$

де $\{\mathfrak{F}_x\}$, $\{\mathfrak{F}_y\}$ та $\{\mathfrak{F}_z\}$ – вектор-стовпці компонентів зовнішніх впливів, що мають вид:

$$\{\mathfrak{F}_x\}^T = [\mathfrak{F}_{x_1} \quad \mathfrak{F}_{x_2} \quad \dots \quad \mathfrak{F}_{x_k}], \quad (12)$$

$$\{\mathfrak{F}_y\}^T = [\mathfrak{F}_{y_1} \quad \mathfrak{F}_{y_2} \quad \dots \quad \mathfrak{F}_{y_k}], \quad (13)$$

$$\{\mathfrak{F}_z\}^T = [\mathfrak{F}_{z_1} \quad \mathfrak{F}_{z_2} \quad \dots \quad \mathfrak{F}_{z_k}]; \quad (14)$$

$[\mathfrak{N}]$ – матриця параметрів жорсткості стрижневої структури (розмірністю $k \times k$), діагональні елементи якої містять від’ємні суми параметрів жорсткості в’язей інцедентних тим вузлам моделі, для яких складені відповідні рівняння (відповідно до топології), а інші елементи – вміщують або параметри жорсткості в’язей, які з’єднують відповідні індексам вузли із вузлами, що відповідають діагональним елементам у даній строці, або нулі (операцію «або» позначатимемо символом « \vee »); така матриця має наступну форму:

$$[\mathfrak{N}] = \begin{bmatrix} -\sum_{i=1}^P \mathfrak{N}_{1,i} & \mathfrak{N}_{1,2} \vee 0 & \dots & \mathfrak{N}_{1,k} \vee 0 \\ \mathfrak{N}_{2,1} \vee 0 & -\sum_{i=1}^Q \mathfrak{N}_{2,i} & \dots & \mathfrak{N}_{2,k} \vee 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathfrak{N}_{k,1} \vee 0 & \mathfrak{N}_{k,2} \vee 0 & \dots & -\sum_{i=1}^R \mathfrak{N}_{k,i} \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Розглянемо тепер найпростіше за формою запису [2] параметричне рівняння в’язі $S_a S_b$, що сполучає незафіксовані a -й та b -й вузли стрижневої структури та перебуває у стані статичної рівноваги під дією зовнішніх зусиль $\bar{\mathfrak{F}}_a$ та $\bar{\mathfrak{F}}_b$ відповідно. Дане рівняння матиме наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^{m-1} \delta_{a,i}^2 \cdot \mathfrak{N}_{a,i} + \chi \cdot \delta_{a,b}^2 \cdot \mathfrak{N}_{a,b} + \sum_{j=1}^{n-1} \delta_{b,j}^2 \cdot \mathfrak{N}_{b,j} - (\varphi_a + \varphi_b) + B_{a,b} = 0, \quad (16)$$

де:
$$\mathfrak{N}_{i,j} = R_{i,j} / \delta_{i,j}. \quad (17)$$

Тут: $\delta_{i,j}$, $R_{i,j}$ та $\mathfrak{N}_{i,j}$ – довжина в’язі між i -м та j -м вузлами, абсолютна величина зусилля у ній та параметр її жорсткості; \mathfrak{F}_{x_i} , \mathfrak{F}_{y_i} та \mathfrak{F}_{z_i} – проекції вектора поля впливу в i -му вузлі; φ_i – функція скалярного потенціалу векторного поля впливу в i -му вузлі; m та n – кількість вузлів суміжних із a -м та b -м вузлами відповідно; $B_{i,j}$ – константа, що є сумарним результатом операцій інтегрування рівнянь типу (1) та заміни діагональних елементів матриці коефіцієнтів системи параметричних рівнянь типу (16) на відмінні від $2 \cdot \delta_{ij}^2$ елементи типу $\chi \cdot \delta_{ij}^2$ [2]; χ – деяке невід’ємне число.

Система параметричних рівнянь типу (16), складена для усіх h вузлів моделі у матричній формі матиме вигляд:

$$[\delta^2] \cdot \{\aleph\} - \{\varphi\} + \{B\} = 0. \quad (18)$$

Тут: $\{\aleph\}$ – вектор-стовпець параметрів жорсткості сітчастої структури, що має наступний вигляд:

$$\{\aleph\}^T = [\aleph_{a,b_1} \quad \aleph_{a,b_2} \quad \dots \quad \aleph_{a,b_h}]; \quad (19)$$

$\{\varphi\}$ – вектор-стовпець вузлових показників скалярного потенціалу, що має такий вигляд:

$$\{\varphi\}^T = [\varphi_{a_1} + \varphi_{b_1} \quad \varphi_{a_2} + \varphi_{b_2} \quad \dots \quad \varphi_{a_h} + \varphi_{b_h}]; \quad (20)$$

$\{B\}$ – вектор-стовпець операційних констант, який має наступний вид:

$$\{B\}^T = [B_{a,b_1} \quad B_{a,b_2} \quad \dots \quad B_{a,b_h}]; \quad (21)$$

$[\delta^2]$ – матриця геометричних параметрів стрижневої структури (розмірністю $h \times h$), діагональні елементи якої містять добутки констант χ та квадратів довжин в'язей, для яких складене рівняння, що відповідає конкретній строці матриці, а інші елементи – вміщують або квадрати довжин в'язей, що відповідають за індексами даним ячейкам цієї матриці, або нулі; така матриця має наступну форму:

$$[\delta^2] = \begin{bmatrix} \chi \cdot \delta_{a,b_{1,1}}^2 & \delta_{a,b_{1,2}}^2 \vee 0 & \dots & \delta_{a,b_{1,h}}^2 \vee 0 \\ \delta_{a,b_{2,1}}^2 \vee 0 & \chi \cdot \delta_{a,b_{2,2}}^2 & \dots & \delta_{a,b_{2,h}}^2 \vee 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{a,b_{h,1}}^2 \vee 0 & \delta_{a,b_{h,2}}^2 \vee 0 & \dots & \chi \cdot \delta_{a,b_{h,h}}^2 \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Виходячи з умови, що поточні значення координат вузлів моделі визначаються на основі показників жорсткості стрижнів, які були розраховані на попередньому кроці числення, перепишемо рівняння (2) із використанням індексації за послідовністю дій. Якщо поточній операції призначити індекс p то попередній відповідатиме індекс $p-1$. Отримаємо:

$$[\aleph^{p-1}] \cdot [s^p] + [g^{p-1}] + [\aleph^p] = 0. \quad (23)$$

Запишемо тепер систему параметричних рівнянь (18) на попередньому етапі числення:

$$[(\delta^{p-1})^2] \cdot \{\aleph^{p-1}\} - \{\varphi^{p-1}\} + \{B^{p-1}\} = 0. \quad (24)$$

У відповідності до 6-го пункту сформульованого на початку алгоритму, константи інтегрування $B_{i,j}$ на поточному етапі розрахунку залишаються аналогічними до їх величин на попередньому етапі. Відтак, можемо записати наступну тотожність:

$$\{B^p\} = \{B^{p-1}\} = \{\varphi^{p-1}\} - [(\delta^{p-1})^2] \cdot \{\aleph^{p-1}\}. \quad (25)$$

Зважаючи на те, що процес оптимізації на поточному кроці числення передбачає заміну вектора потенціалу $\{\varphi^p\}$ на деяку встановлену поточну його величину $\{\varphi'^p\}$, перепишемо рівняння (18) із урахуванням даної заміни та з підстановкою вектора констант $\{B^p\}$:

$$\left[(\delta^p)^2 \right] \cdot \{ \aleph^p \} - \left(\{ \varphi^p \} - \{ \varphi^p \} + \{ \varphi^{p/p} \} \right) + \{ \varphi^{p-1} \} - \left[(\delta^{p-1})^2 \right] \cdot \{ \aleph^{p-1} \} = 0. \quad (26)$$

А враховуючи те, що розрахункові вектори потенціалу та довжини стрижнів на поточному та попередньому кроках числення не змінюються (тобто: $\{ \varphi^p \} = \{ \varphi^{p-1} \}$ і $[(\delta^p)^2] = [(\delta^{p-1})^2]$, так як розрахунок координат вузлів, потенціалів та корекція параметрів жорсткості стрижнів здійснюються в межах одного циклу оптимізації, хоч і на різних етапах числення), перепишемо останнє рівняння наступним чином:

$$\left[(\delta^p)^2 \right] \cdot \{ \aleph^p \} - \{ \varphi^{p/p} \} + \{ \varphi^p \} - \left[(\delta^p)^2 \right] \cdot \{ \aleph^{p-1} \} = 0. \quad (27)$$

З останньої рівності можна виразити поточну величину корегованого вектор-стовпця параметрів жорсткості в'язей сітчастої структури $\{ \aleph^p \}$:

$$\{ \aleph^p \} = \left[(\delta^p)^2 \right]^{-1} \cdot \left(\{ \varphi^{p/p} \} - \{ \varphi^p \} + \left[(\delta^p)^2 \right] \cdot \{ \aleph^{p-1} \} \right). \quad (28)$$

Вираз (28) дає можливість визначити системно кореговані величини параметрів жорсткості в'язей сітчастої структури шляхом поетапних наближень. Одержані величини у відповідності до 7-го пункту алгоритму оптимізації підставляються до системи (23). При цьому необхідно розуміти, що в більшості випадків розв'язання даної системи вимагатиме проміжного ітераційного числення, оскільки елементи матриці зовнішніх впливів $[Z]$ носять в основному нелінійний характер. Все це призводить до того, що процес поетапного надання сітчастій структурі очікуваної форми вимагає циклічного ітераційного числення, де кожен цикл представляє собою послідовне розв'язання системи (23) з подальшим уточненням вектора $\{ \aleph \}$ на основі тотожності (28). У матричній формі кожен цикл уточнення має такий вид:

$$\begin{cases} [s^p] = [\aleph^{p-1}]^{-1} \cdot \left(-[g^{p-1}] - [Z^p] \right), \\ \{ \aleph^p \} = \left[(\delta^p)^2 \right]^{-1} \cdot \left(\{ \varphi^{p/p} \} - \{ \varphi^p \} + \left[(\delta^p)^2 \right] \cdot \{ \aleph^{p-1} \} \right). \end{cases} \quad (29)$$

Фактично дана система повністю ілюструє пункти 1 – 7 алгоритму управління вузловими та в'язевими параметрами сітчастої структури довільної топологічної конфігурації.

Що ж стосується абсолютних чи відносних (%) розрахункових похибок моделювання, то оцінка їх величини на кожному кроці числення має здійснюватися шляхом порівняння максимального зі значень цих похибок із наперед встановленими сталими h або ε відповідно:

$$\vartheta_u = \max \left(|u^p - u^{p-1}| \right) \leq h, \quad (30)$$

$$\sigma_u = \max \left(|u^p - u^{p-1}| / |u^{p-1}| \right) \cdot 100\% \leq \varepsilon. \quad (31)$$

де u – узагальнене позначення параметрів, що оцінюються.

Якщо параметрів, які необхідно оцінити два і більше, то допустимим є аналіз середньоквадратичних і середньоарифметичних похибок серед максимальних абсолютних чи відносних.

Висновки. Запропонований підхід до управління параметрами сітчастих

структур може бути успішно застосований не лише при формоутворенні покриттів та оболонок об'єктів архітектури, але й при аналізі ізоповерхонь багатьох польових структур, що є проявами різних фізичних явищ та процесів, а також при оптимізації параметрів багатокомпонентних інженерних систем, взаємодія елементів яких може бути зображена у формі орієнтованого чи неорієнтованого графів.

Література

1. Рабинович И. М. Курс строительной механики стержневых систем. Часть 2. Статически неопределимые системы. Издание 2-е. перераб. / И. М. Рабинович. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 548 с., ил.

2. Скочко В. І. Рівняння параметрів стану та положення в'язей сітчастих структур / В. І. Скочко, Л. О. Скочко // Основи і фундаменти. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 34. – с 47-57.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ СВЯЗЕЙ СЕТЧАТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕЛИЧИН СКАЛЯРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В. А. Плоский, В. И. Скочко

В работе раскрыто математический алгоритм системного управления параметрами связей между узлами сетчатых структур, основывающийся на поэтапном комплексном приведении показателей скалярного потенциала полевых воздействий, действующих на данную структуру, к установленным величинам.

ALGORITHM OF MESHWORK'S COMMUNICATIONS CONTROLLING BASED ON ADJUSTMENT OF THE SCALAR POTENTIAL OF EXTERNAL INFLUENCES

V. Ploskiy, V. Skochko

This article describes the mathematical algorithm of system control of communications parameters between network structure's nodes. The algorithm is based on the stepwise harmonization of values of the scalar potential fields, which are acting on this structure, to set values.

ПРИВЕДЕНИЙ ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ВЕРХУ ВІКОННОГО ПЕРЕРІЗУ ЦЕГЛЯНОЇ СТІНИ З ЗОВНІШНЬОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна

В цегляних стінах найбільш вразливим з точки зору додаткових тепловитрат є верхній вузол перерізу віконного отвору. За рахунок розташування в ньому залізобетонних перемичок, зовнішня з яких утворює чверть, знижується значення приведенного опору теплопередачі. З метою покращення теплозахисних властивостей вказаного стику було запропоновано енергозберігаюче конструктивне рішення, яке передбачає розташування перемички із переміщенням догори. У простір пропонується розміщувати додатковий шар утеплювача. В дослідженні теоретично на основі чисельного моделювання температурних полів та експериментально доведено збільшення приведенного опору теплопередачі в 1,8 та 2,2 рази для утеплювача відповідно 100 та 150 мм.

Постановка проблеми. Влаштування зовнішньої теплоізоляції стін з опорядженням тонкошаровою штукатуркою, що відповідає класу А [1], набуває подальшого поширення в сучасному будівництві в Україні. В цегляних стінах найбільш вразливим з точки зору додаткових тепловитрат є верхній вузол перерізу віконного отвору. За рахунок розташування в ньому залізобетонних перемичок, зовнішня з яких утворює чверть, знижується значення приведенного опору теплопередачі. Додавати додатковий шар теплоізоляції до нижньої грані перемички є недоречним і конструктивно неможливим, оскільки це потребує збільшення розміру конструкції непрозорої частини вікна. Як результат значно зменшиться площа світлопрозорої частини.

З метою покращення теплозахисних властивостей вказаного стику було запропоновано енергозберігаюче конструктивне рішення, яке передбачає розташування перемички із переміщенням догори. У простір пропонується розміщувати додатковий шар утеплювача. В попередньому дослідженні теоретично на основі чисельного моделювання температурних полів доведено ефективність такого нового способу улаштування віконних отворів. На даний спосіб отримано патент України № 62467 [2].

Мета дослідження. Метою даного дослідження є теоретичне та експериментальне визначення ефекту додаткового утеплення стику верхньої частини вікна при новому конструктивному способі цегляної кладки.

Основна частина. Теоретичний розрахунок температурних полів та теплових потоків за програмою чисельного моделювання виконувався для варіанта 1 – нового конструктивного рішення та варіанту 2 – традиційного з чвертю. Товщина утеплювача в обох варіантах приймалась такою, що дорівнювала 50, 100, 150 та 200 мм.

Температура внутрішнього повітря становила 20 °С, зовнішнього – мінус 33 °С, що відповідає умовам моделювання в кліматичній камері і отримані

результати можуть бути використані у всіх температурних зонах України. Коефіцієнти теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхні приймалися за [3] рівними відповідно $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

При чисельному моделюванні дійсна конструкція вікна була замінена спрощеною конструкцією з еквівалентною теплопровідністю, що забезпечує приведений опір теплопередачі на рівні $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Теплотехнічні характеристики шарів стіни наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункові теплотехнічні дані

№	Найменування шару	Густина $\rho_o, \text{ кг}/\text{м}^3$	Товщина $\delta, \text{ м}$	Теплопровідність $\lambda_{ip}, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Термічний опір теплопередачі $Ri, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	Гіпсокартонний лист	800	0,0125	0,21	0,06
2	Кладка цегляна	1800	0,38	0,81	0,47
3	Плити з мінеральної вати	75	0,10	0,06	1,67
			0,15	0,06	2,50
4	Гіпсокартонний лист	800	0,0125	0,21	0,06

Температурні поля були одержані для товщини утеплювача 50, 100, 150 та 200 мм для нового конструктивного рішення (варіант 1) та прорізу з чвертю (варіант 2). Приклади одержаних температурних полів для характерних вузлових з'єднань верху прорізу зовнішньої стіни з утеплювачем товщиною 100 мм варіант 1 показано на рис. 1а, варіант 2 – рис. 1б.

Результати моделювання та розрахунки значень опорів теплопередачі наведено на рис. 3.

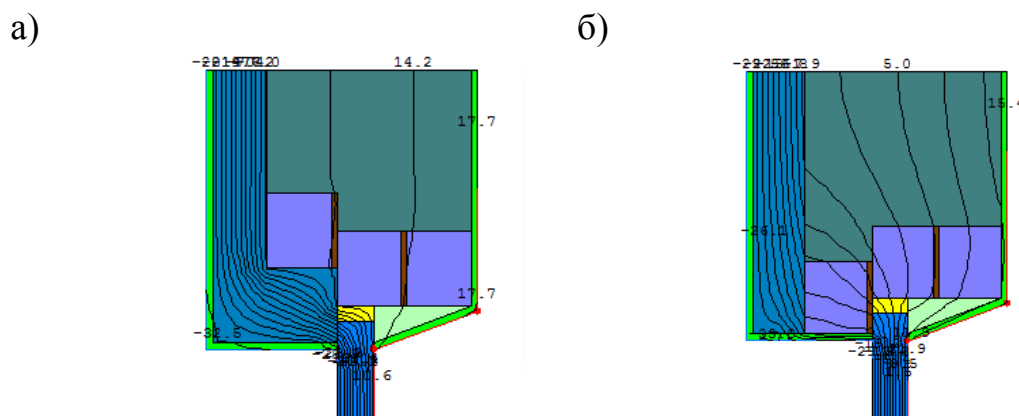


Рис. 1. Приклади температурних полів верху віконного отвору при товщині утеплювача 100 мм: а – варіант1; б – варіант 2

Експериментальні дослідження проводились в кліматичній камері лабораторій досліджень будівельних конструкцій ДонНАБА згідно існуючої

методики [3]. В цегляній стіні товщиною 380 мм, що має зовнішнє утеплення з мінеральної вати товщиною 100 (150) мм та оздоблювальні шари з гіпсокартону товщиною 12,5 мм на гіпсових маяках, встановлювалося вікно розміром 1500x1500 мм. Загальний вигляд верху перерізу показано на рис. 2а, схема розташування датчиків температур (позначено номерами).

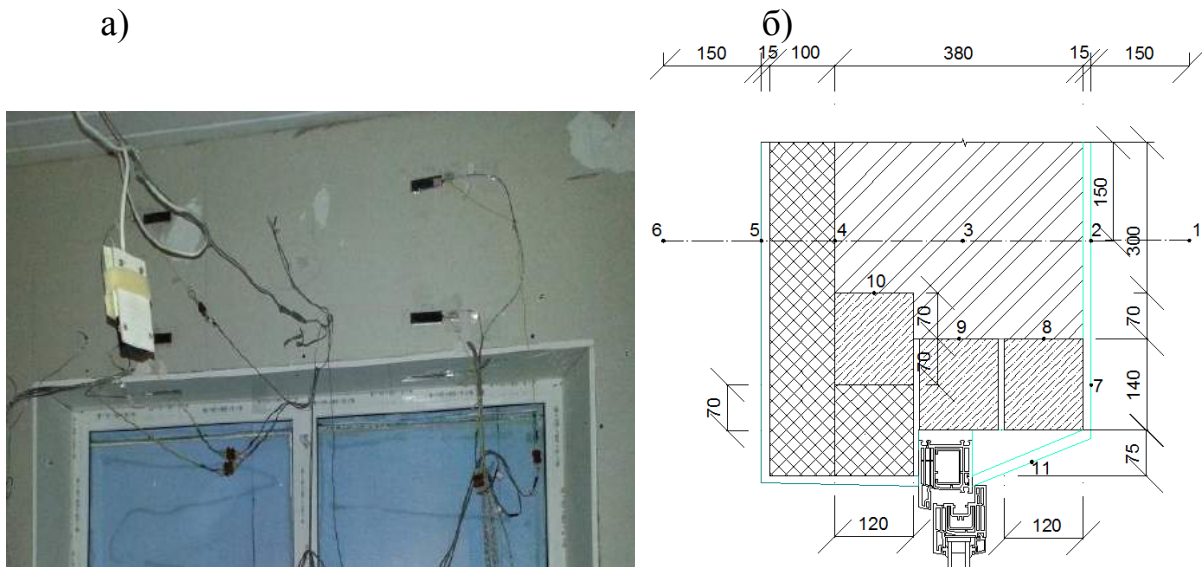


Рис. 2. Досліджена верхня частина перерізу віконного отвору: а – загальний вигляд; б – схема розміщення датчиків

За результатами випробувань отримані значення температур: внутрішнього t_6 та зовнішнього повітря t_3 , в верхній τ_1 , нижній частині стіни τ_2 та укосу τ_3 , °С, що наведені в таблиці 2.

Таблиця 1

Теоретичні та експериментальні теплотехнічні параметри верху перерізу вікна

Позначення показника	Значення показника при товщині утеплювача $\delta_{ут}$, м							
	0,10				0,15			
	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 1		Варіант 2	
	теор.	експ.	теор.	експ.	теор.	експ.	теор.	експ.
t_6 , °С (точка 1)	20,00	20,57	20,00	20,57	20,00	22,39	20,00	22,39
t_3 , °С (точка 6)	-33,00	-32,50	-33,00	-32,50	-33,00	-32,00	-33,00	-32,20
τ_1 , °С (точка 2)	17,50	17,21	15,20	16,13	17,90	19,57	15,50	17,15
τ_2 , °С (точка 7)	17,10	16,83	13,80	15,64	17,50	19,27	14,10	17,27
τ_3 , °С (точка 11)	17,20	15,76	14,10	15,42	17,60	18,13	14,30	16,54
$R_{\Sigma 1}$, м ² ·К/Вт	2,33	2,52	1,16	1,36	2,75	2,94	1,22	1,26
$R_{\Sigma 2}$, м ² ·К/Вт	2,33	2,14	1,16	1,18	2,75	2,67	1,22	1,27
$R_{\Sigma 3}$, м ² ·К/Вт	1,89	1,78	0,99	1,03	2,13	2,28	1,03	1,10
$R_{\Sigma np}$, м ² ·К/Вт	2,11	2,15	1,10	1,19	2,54	2,63	1,13	1,21
R_{Σ} , м ² ·К/Вт	2,42	2,42	2,42	2,42	3,25	3,25	3,25	3,25

За величинами відповідних теплових потоків розраховано опори теплопередачі в верхній $R_{\Sigma 1}$ та нижній частині стіни $R_{\Sigma 2}$ та укосу $R_{\Sigma 3}$, знайдено

значення приведенного опору $R_{\Sigma np}$ та опору теплопередачі по основному полю R_{Σ} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що також наведено в таблиці 2.

На рис. 3 приведено теоретичні значення приведених опорів теплопередачі для різної товщини утеплювача.

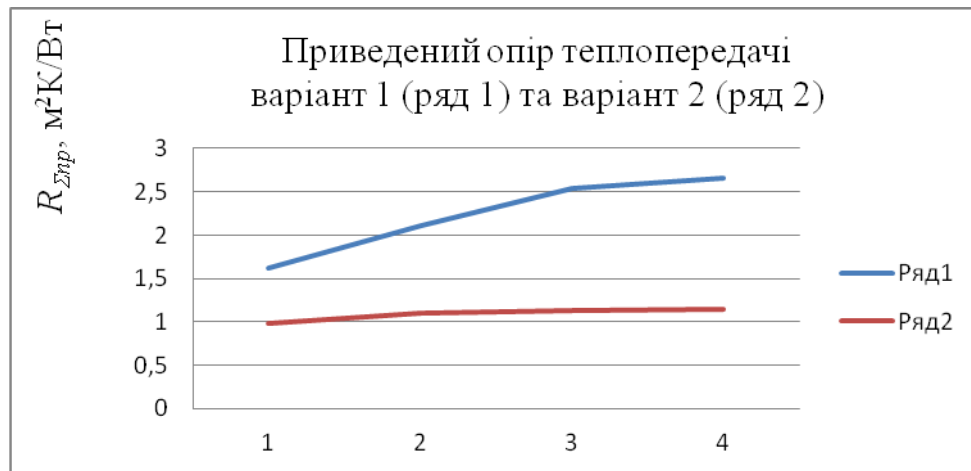


Рис. 2. Теоретичні значення приведенного опору теплопередачі верху стіни

Висновки.

1. Експериментально підтверджено теоретичні значення приведенного опору теплопередачі верхньої частини стіни над вікном. Відхилення складає 2 – 4%.

2. Збільшення приведенного опору теплопередачі в верхній частині перерізу отвору вікна для товщини утеплювача відповідно 100 та 150 мм за рахунок додаткового утеплення стику у порівнянні з вікном з чвертю становить 1,8 та 2,2 рази.

Література

1. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні умови: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
2. Спосіб влаштування прорізу в стіні з поглибленням з зовнішнього боку. Патент України на корисну модель № 62467 у 201102368 від 28.02.2011 (Прищенко М.Г., Тимофеев М.В., Прищенко А.М.).
3. Будинки і споруди. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій: ДСТУ Б В.2.6-101:2010 – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. - 83 с.

ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ВЕРХА ОКОННОГО ПРОЕМА КИРПИЧНОЙ СТЕНЫ С НАРУЖНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ

А. Н. Прищенко

В кирпичных стенах наиболее слабым с точки зрения дополнительных теплозатрат является верхний узел оконного проема. За счет расположения в нем железобетонных перемычек, наружная из которых образует четверть, снижается значение приведенного сопротивления теплопередачи. С целью улучшения теплозащитных свойств указанного стыка было предложено энергосберегающее конструктивное решение, которое предполагает расположение перемычки с перемещением вверх. В пространстве предлагается размещать дополнительный слой утеплителя. В исследовании теоретически на основе численного моделирования температурных полей и экспериментально доказано увеличение приведенного сопротивления теплопередачи в 1,8 и 2,2 раза для утеплителя соответственно 100 и 150 мм.

THE HEAT TRANSFER RESISTANCE ACROSS THE TOP OF A WINDOW APERTURE BRICK WALL WITH EXTERIOR THERMAL INSULATION
A. Prischenko

In brick walls the weakest from the point of view of additional heat expenses is the top knot of a window aperture. At the expense of an arrangement in it reinforced concrete crossing points, external from which forms a quarter, value of the specified resistance of a heat transfer decreases. To improve the thermal insulation properties of the interface was proposed energy-efficient design solution, which involves the movement of the jumper up. In space it is offered to place an additional layer of a heater. In research theoretically on the basis of numerical modeling of temperature fields the increase in the specified resistance of a heat transfer in 1,8 and 2,2 also is experimentally proved strike for a heater respectively 100 and 150 mm.

СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УКРАИНСКОГО РЫНКА ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Институт технической теплофизики НАН Украины, Украина

В статье рассматривается состояние и тенденции развития украинского рынка тепловых насосов. Обоснована актуальность применения низкотемпературных тепловых насосов на территории Украины.

Введение. С каждым годом из-за активного роста экономик быстроразвивающихся и густонаселенных стран объемы запасов природных ресурсов истощаются, а, следовательно, цены на них угрожающе растут. Одним из приоритетных направлений развития мирового сообщества является решение задач энергосбережения, повышения энергетической эффективности использования традиционных энергетических ресурсов, максимальное использование возможностей возобновляемой нетрадиционной энергетики. Это позволит решить острые актуальные экологические, геополитические, социально – экономические проблемы многих стран, в особенности, экономика которых зависит от импорта энергоносителей. Украина является энергодефицитной страной, которая покрывает половину своих энергопотребностей за счет собственных топливных ресурсов, поэтому поиск решений замещения использования этих ресурсов местными возобновляемыми источниками энергии является важной стратегической задачей энергетического сектора Украины.

Постановка проблемы и методы ее решения. За последние годы основные фонды системы централизованного коммунального энергоснабжения Украины практически изношены и требуют коренной технологической перестройки, а энергетическая стратегия Украины, в прошлом основанная на дешевых тарифах на энергоресурсы, недостаточном внимании к их экономии, низким внедрением инновационных передовых технологий, неспособна противостоять неизбежному повышению цены на газ в долгосрочной перспективе, что в конечном итоге сделает рентабельным замещение использования природного газа возобновляемыми источниками энергии, например, тепловыми насосами. Последние, в свою очередь, позволяют оптимизировать топливно - энергетический баланс источника энергии, благодаря возможности замещения более дефицитных ресурсов менее дефицитными. Кроме этого, использования тепловых насосов вместо традиционного отопительного оборудования в существующих системах, требует минимальных конструктивных изменений, и, дает значительных экономический эффект.

Мировой опыт применения тепловых насосов в качестве энергосберегающих технологий подтверждают их высокую энергетическую

эффективность благодаря использованию низкопотенциальных источников тепла естественного или технологического происхождения с температурой до 40 °С. На 1 кВт мощности, затрачиваемой на привод правильно спроектированного и оптимально эксплуатируемого теплового насоса в зависимости от его типа и параметров источника низкопотенциального тепла, можно получить в среднем от 3 до 5 кВт тепловой энергии. Вовлечение в энергетический баланс потенциальной энергии промышленных выбросов позволит уменьшить затраты первичной энергии на производство продукции, снизить загрязнение окружающей среды, что особенно важно для крупных промышленных центров и индустриальных регионов. Кроме этого, тепловые насосы являются экологически чистыми источниками тепловой энергии. Основными преимуществами тепловых насосов по сравнению с традиционными системами теплоснабжения являются:

1. Экономичность:

- Низкое энергопотребление достигается за счет высокой эффективности теплового насоса (от 300% до 700%). Система требует минимум электроэнергии для поддержания комфортной температуры жилого помещения, а также получения достаточного запаса горячей воды.

- Долговечность системы. Непосредственно в самой установке единственной движущей частью является компрессор, срок службы которого составляет 25-40 лет, и который можно легко заменить по истечении срока его эксплуатации.

- Отсутствие необходимости в закупке, транспортировке, хранении топлива и расходе денежных средств, связанных с этим.

- Высвобождение значительной территории, необходимой для размещения котельной, подъездных путей и склада с топливом.

- Отсутствие необходимости в дымоходах и их обслуживании.

- Экономичность. На данный момент тепловые насосы являются более экономичными, чем котлы на дизельном топливе или электрическое отопление, а в ближайшем будущем, когда цены на энергоносители в Украине сравняются с европейскими, они станут бесспорными лидерами.

2. Комфорт:

- Упрощенные требования к помещению котельной, отсутствие специальных согласований в инстанциях.

- Устойчивая работа теплового насоса.

- Колебания температуры и влажности в помещении минимальны, возможности корректировки программных настроек под потребность жильцов.

- Нет необходимости в принудительной вентиляции помещений, где происходит нагрев воды и теплоносителя.

- Абсолютная взрыво- и пожаробезопасность.

- В процессе эксплуатации система не нуждается в специальном обслуживании, возможные манипуляции не требуют специальных навыков и описаны в инструкции.

- Систему можно диагностировать на расстоянии и вносить корректировки. Для этого необходимо иметь линию Интернет или связь GSM.

3. Экология.

- Экологически чистый метод отопления и кондиционирования, т.к. не производится эмиссия CO₂, NO_x и других выбросов, приводящих к нарушению озонового слоя и кислотным дождям.
- Отсутствуют аллергенно-опасные выбросы в помещение, т.к. нет сжигаемого топлива и не используются запрещенные хладагенты.

4. Безопасность.

- Отсутствие открытого пламени, выхлопа, сажи, запаха дизельного топлива, исключена утечка газа, разлив мазута. Нет пожароопасных хранилищ для угля, дров, мазута или дизельного топлива.

5. Надежность.

- Защита от перебоев электроэнергии. Практически не требует обслуживания. Срок службы теплового насоса составляет минимум 25 лет.

6. Гибкость.

- Совместим с любой циркуляционной системой отопления, а также имеется возможность использовать данную систему для охлаждения помещения.

7. Автономность.

- Тепловые насосы работают полностью в автоматическом режиме.

8. Универсальность.

- Подходит для использования, как в промышленном, так и в частном строительстве

9. Окупаемость.

- По сравнению с дизельным топливом, даже при сегодняшних ценах, окупаем в течение 3-4 лет.

Анализ развития теплонасосной техники показывает, что использованию тепловых насосов в мире уделяется серьезное внимание как весьма перспективному энергосберегающему направлению. В настоящее время в системах отопления и теплоснабжения большинства развитых стран широко используется теплонасосная технология. Масштаб внедрения теплонасосных установок насчитывает десятки миллионов единиц, около 60% из которых установлены в системах объектов коммунально-бытового сектора с целью отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования. Это является наиболее динамично развивающимся направлением мировой нетрадиционной возобновляемой энергетики. По экспертным оценкам, представленным в отчете агентства Reportlinker, в 2013 году объем рынка тепловых насосов оценивается в 58,3 млн. блоков. Прогнозируется, что на период 2014-2020 годов показатель совокупных темпов годового роста составит 10.6% [1]. Только в странах Европейского Союза за 2012 год было продано 1,65 миллиона единиц тепловых насосов, из которых 1, 55 млн. единиц составляют воздушные тепловые насосы (таблица 1) [2].

Таблица 1

Количество проданных геотермальных и воздушных тепловых насосов за 2012 год на территории ЕС

Country	2012			Total heat pumps
	GSHP	ASHP	<i>includ. air-water HP</i>	
Italy	1 050	1 071 600	14 600	1 072 650
France	8 230	134 150	52 800	142 380
Sweden	24 520	70 587	6 384	95 107
Finland	13 000	47 900	1 000	60 900
Germany	20 800	33 300	33 300	54 100
Spain	511	49 625	1 374	50 136
Netherlands	5 786	30 849	30 849	36 635
Denmark	3 191	27 191	2 350	30 382
Bulgaria	604	26 849	3 893	27 453
United Kingdom	2 294	15 505	14 455	17 799
Austria	6 412	7 198	7 083	13 610
Estonia	1 200	12 295	790	13 495
Portugal	39	8 035	521	8 074
Czech Republic	2 529	5 128	5 128	7 657
Poland	5 121	1 995	1 680	7 116
Belgium	1 418	5 135	5 135	6 553
Slovenia	475	4 950	4 950	5 425
Ireland	479	905	886	1 384
Slovakia	245	511	395	756
Hungary	293	402	177	695
Lithuania	450	195	195	645
Romania	160	0	0	160
Luxembourg	0	0	0	0
European Union	98 807	1 554 305	187 945	1 653 112

1. designed for heating with or without cooling function. Source: EurObserv'ER 2013.

Появившиеся в конце прошлого века в Европе низкотемпературные воздушные тепловые насосы стали наиболее востребованным типом теплонасосных установок и качественно изменили приоритеты потребителей и перераспределили структуру рынка, сейчас наблюдается настоящий бум их популярности. Объемы их продаж растут скоростными темпами и измеряются миллионами штук и десятками миллионов евро. Компании, предлагающие свою продукцию на европейском рынке тепловых насосов, показаны в таблице 2.

За период с 2007 по 2010 год сегмент тепловых насосов класса «воздух-вода» был лидером по темпам роста, достигнув в 2010 году показателя в 1,3 млн. блоков, увеличившись с 730 тыс. блоков в 2007 году. За период 2014-2020 годов, продажи тепловых насосов класса «воздух-вода», скорее всего, превзойдут продажи всех остальных категорий тепловых насосов таких регионах, как США и Китай [2]. По статистическим данным более 50 компаний в США занимаются исследования в области рационального применения тепловых насосов, а также их производством и продажей [2].

Перечень компании теплонасосного рынка ЕС в 2013 году

Companies' representative of the heat pump market in the European Union in 2013

Company	Brand	Country	Type and capacity range
BDR Thermea	De Dietrich	France	ground/water: 7 – 17 kW
	Baxi	United-Kingdom	ground/water: 4 – 20 kW
	Brötje	Germany	ground/water: 6 – 21 kW air/water: 7 – 20 kW
	Sofath	France	ground/water: 5.8 – 31.5 kW water/water : 5.4 – 21.4 kW air/water: 5.7 – 15 kW
Bosch Thermotechnik	IVT Industrier (Bosch Thermotechnik)	Sweden	ground/water: 6 – 70 kW
	Buderus	Germany	ground/water: 6 – 60 kW air/water: 6 – 31 kW
Daikin Europe	Daikin	Japan	air-air: capacity range not specified air-water: capacity range not specified
	Rotex	Germany	air/water: 4 – 16 kW
Danfoss	Thermia Värme AB (Danfoss)	Sweden	ground/water: 4 – 45 kW
	KH Nordtherm (Klimadan)	Denmark	ground/water: 5 – 42 kW water/water: up to 42 kW
Nibe	Schultess Group	Switzerland	ground/water: up to 160 kW
	Alpha-InnoTec	Germany	ground/water: 6 – 160 kW air/water: 7 – 31 kW water/water: 10 – 430 kW
	Nibe Energy Systems Division	Sweden	ground/water: 5 – 17 kW air/water: up to 12 kW
	KNV	Austria	ground/water: 5 – 60 kW air/water: 12 – 48 kW
Vaillant Group	Saunier Duval	France	air/water (reversible): 6 – 15 kW
	Vaillant	Germany	ground/water: 6 – 46 kW air/water: 3 – 64 kW air/water: 3 – 14 kW
	Bulex	Belgium	air/water: 5 – 15 kW
Viessmann	Viessmann	Germany	ground/water: 1.5 – 117 kW large systems (up to 2 000 kW)
	Satag Thermotechnik	Switzerland	air/water: 3 – 18.5 kW ground/water: 5 – 240 kW air/water: 7 – 110 kW
	KWT	Switzerland	ground/water: 6.2 – 17.6 kW air/water: 8.0 – 21.6 kW large systems (up to 2 000 kW)
Ochsner Wärmepumpen		Austria	water/water: 7 – 91 kW ground/water: 5 – 65 kW aerothermal HP: 5 – 60 kW large systems (up to 1 000 kW)
Stiebel Eltron		Germany	aerothermal HP: 6 – 11 kW ground/water: 6 – 13 kW
Waterkotte		Germany	air/water: 4 – 14 kW ground/water: 6 – 484 kW
CIAT		France	water/water: 5 – 9 kW air/water: 6 – 19 kW ground/water: 6 – 36 kW

1. Liste non exhaustive. Decimals are written with a comma. Source: EurObserv'ER 2013.

Азиатско–тихоокеанский рынок тепловых насосов ежегодно наращивает свою мощность и акцентируется в основном на совершенствовании технологии и активном продвижении своей продукции в другие регионы. Международные и региональные ассоциации, занимающиеся исследованиями и сбором статистических данных, ежегодно публикуют отчеты и прогнозы о развитии этого направления альтернативной энергетики. Согласно данным, предоставленным Центром по исследованию тепловых насосов и аккумулированию тепловой энергии Японии, устанавливаемые тепловые насосы вместо традиционной отопительной техники, экономят около 27 миллионов килолитров неочищенной нефти и 27 миллиардов долларов США топливных затрат ежегодно. Доля японского рынка тепловых насосов в мировом срезе представлена на рисунке 1 [1]. За последние годы Китай нарастил объемы установленных тепловых насосов до 18 млн. штук, благодаря чему он занял второе место после США по количеству внедренных тепловых насосов [4]. Муниципальная комиссия реформ и развития Пекина (Beijing

Municipal Commission of Development and Reform), в сотрудничестве с другими ведомствами, объявила о начале программы реализации проектов по отоплению с применением тепловых насосов, использующих бросовое тепло. Целью этих проектов является сокращение использования систем отопления на угольной и мазутной основе и продвижение систем тепловых насосов, заменяющие системы на угольной и мазутной основе, предложено субсидирование в размере до 50% начальной стоимости оборудования [3]. Во многих странах на всех континентах существуют правительственные целевые программы по развитию теплонасосных технологий.

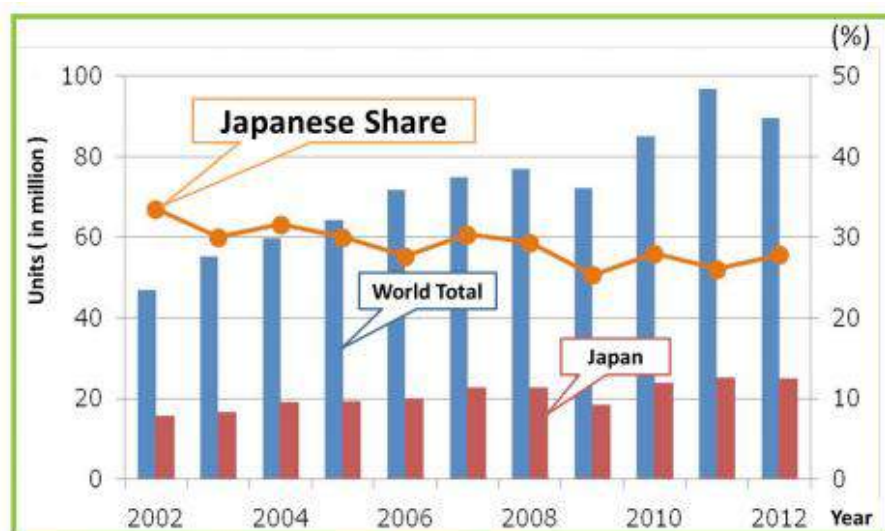


Fig 2. Japanese share of Heat Pump Market in the world

Рис.1. Доля японского рынка тепловых насосов в общем мировом балансе

Анализ способов внедрение тепловых насосов в системы теплоснабжения и отопления в Украине ведется по таким направлениям: применение ТН в децентрализованных системах теплоснабжения [6], практика установки ТН и комплексное энергообеспечение социальных и промышленных объектов [7], возможность внедрения ТН в жилищно–коммунальную отрасль Украины [8], теплотехнический анализ совместной работы существующей системы отопления и тепловых насосов [9]. Осваивание этого вида отопительного оборудования с целью отопления и горячего водоснабжения, что занимает долю в 86% от суммарного энергопотребления жилых домов (рисунок 2) [10], позволит по предварительным расчетам сэкономить от 25-35% [11,12] до 70% [13,14] топливно – энергетических ресурсов, что является актуальным и жизненно необходимым для дальнейшего стабильного развития государства. Однако применение теплонасосных систем на территории Украины идет недостаточно активно и получить достоверные данные об украинском рынке теплонасосной техники достаточно сложно. Поставщики оборудования могут дать лишь субъективную информацию о технологических особенностях, сроках окупаемости и продажах ТН. Официальные сведения об Украинском рынке ТН отсутствуют, поскольку до сих пор в стране не существует национальной ассоциации ТН.

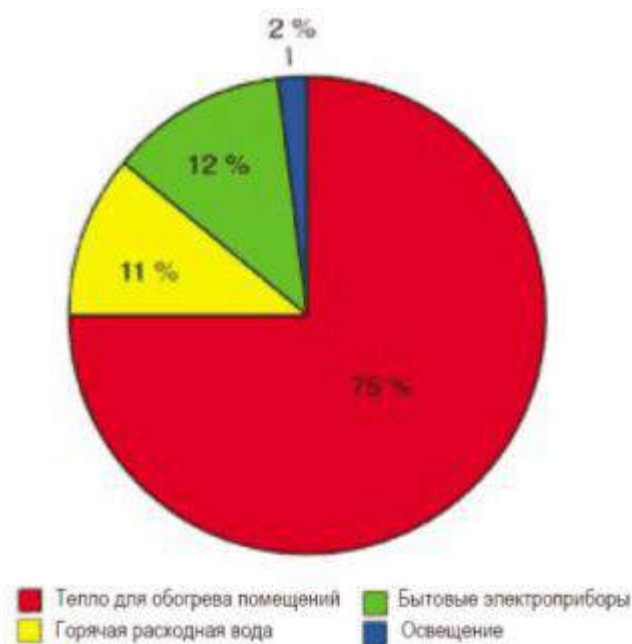


Рис.2. Структура бытового теплopotребления населения

Установка геотермальных тепловых насосов на территории Украины при отсутствии поддержки со стороны правительства оказывается экономически невыгодной из-за высокой капиталоемкости, где затраты на бурение и прокладку подземных теплообменных элементов составляют до 20% капиталовложений, обуславливающих более длительный срок окупаемости [15]. Поэтому большую перспективу внедрения в системы отопления и горячего водоснабжения жилищно-коммунального и социального сектора с потреблением теплоты до 20 кВт имеют тепловые насосы, которые используют наиболее доступный источник низкопотенциальной энергии – рассеянное тепло атмосферного воздуха.

Тепловые насосы «воздух/воздух» выпускаются в двух разновидностях - разделенные и моноблочные. В случае с моноблочными приборами в тепловой насос встраивается воздушный теплообменник (испаритель), который извлекает тепло из окружающей среды посредством блока наружного размещения и перенаправляет его в конденсатор, при помощи которого нагревается воздух внутри помещения. У разделенных установок (сплит - систем) воздушный теплообменник (испаритель) представляет собой отдельный элемент, который подсоединяется к тепловому насосу с помощью специальной трубной разводки для циркуляции хладагента.

Тепловой насос типа «воздух/вода» использует воду как теплопоглощающую среду. Нагретая вода предназначена для отопления помещений или подготовки бытовой горячей воды.

Особое внимание следует уделить низкотемпературным воздушным тепловым насосам, например Mitsubishi Electric Zubadan, которые способны работать с номинальной теплопроизводительностью при понижении температуры окружающего воздуха до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. При дальнейшем понижении температуры атмосферного воздуха до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, тепловая производительность теплового насоса начинает уменьшаться (рисунок 3) [16]. Киловатт тепла,

произведённого воздушным тепловым насосом ZUBADAN, по предварительным расчетам составляет 0,07 – 0,37 грн./час, в то время как электрический котёл, к примеру, при существующих тарифах на электроэнергию (2013 год) обходится в 0,29 – 1,12 грн./час в зависимости от категорийности [16]. Кроме этого, ТН Zubadan в летнее время можно использовать для кондиционирования помещений, что еще раз подтверждает универсальность и эффективность данной технологии.

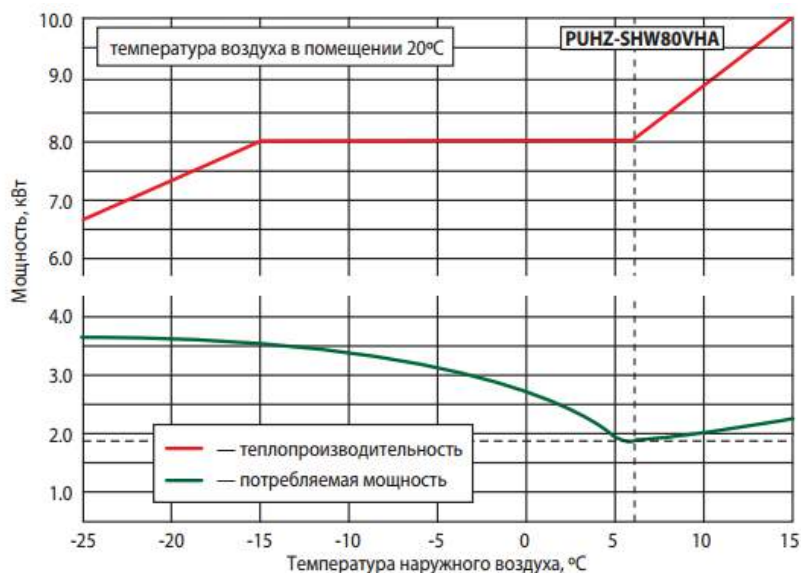


Рис. 3. Зависимость номинальной теплопроизводительности НВТН Mitsubishi Electric серии ZUBADAN от температуры наружного воздуха

В таблице 3 представлена средняя продолжительность различных температурных градаций наиболее холодного периода года в Украине, из которой можно сделать выводы о высокой работоспособности применения современных низкотемпературных ТН во всем диапазоне температур [17].

Таблица 3

Средняя продолжительность различных температурных градаций наиболее холодного периода года, ч

Температура воздуха, С	Киев	Львов	Одесса	Симферополь	Ужгород	Феодосия	Харьков	Черновцы
-24...-21,12							9	
-22...-20,1	9						35	
-20...-18,1	26						61	9
-18...-16,1	44	18			9		70	26
-16...-14,1	70	35	9	9		18	96	44
-14...-12,1	105	61	9	26	18	18	114	79
-12...-10,1	131	114	53	44	44	35	166	114
-10...-8,1	166	158	70	70	70	44	210	158
-8...-6,1	237	237	123	105	123	70	263	228
-6...-4,1	307	316	184	193	193	123	307	316
-4...-2,1	403	403	297	280	316	228	377	377
-2...-0,1	526	684	465	429	508	333	596	640
0...1,9	833	780	683	526	736	438	762	675

Наиболее удачное применение НВТН - малоэтажные застройки, коттеджи, офисные помещения, социальные объекты и прилегающей инфраструктурой, на территории энергодефицитных районов, заповедных зон. Потенциальный украинский рынок использования НВТН огромен. Основным барьером на пути развития данного рыночного сегмента является низкая освещенность потребителей о преимуществах данного оборудования, отсутствие налаженной дилерской сети, основательных маркетинговых исследований и усилий государства для продвижения данной системы.

С точки зрения доступности и простоты реализации, особое внимание следует уделить совместному использованию воздушных тепловых насосов совместно с традиционными отопительными системами [1]. В [1] представлены три наиболее перспективные схемы теплоснабжения жилых зданий на базе воздушных ТНУ.

В качестве накопления практического опыта применения тепловых насосов типа «воздух/вода» и поиска оптимальных схем и параметров теплонасосных систем ИТТФ НАНУ была создана принципиальная схема модернизации существующей централизованной системы отопления трехэтажного административного здания корпуса № 1 ИТТФ НАН Украины с тепловым насосом «воздух - вода» (рисунки 4) [18].

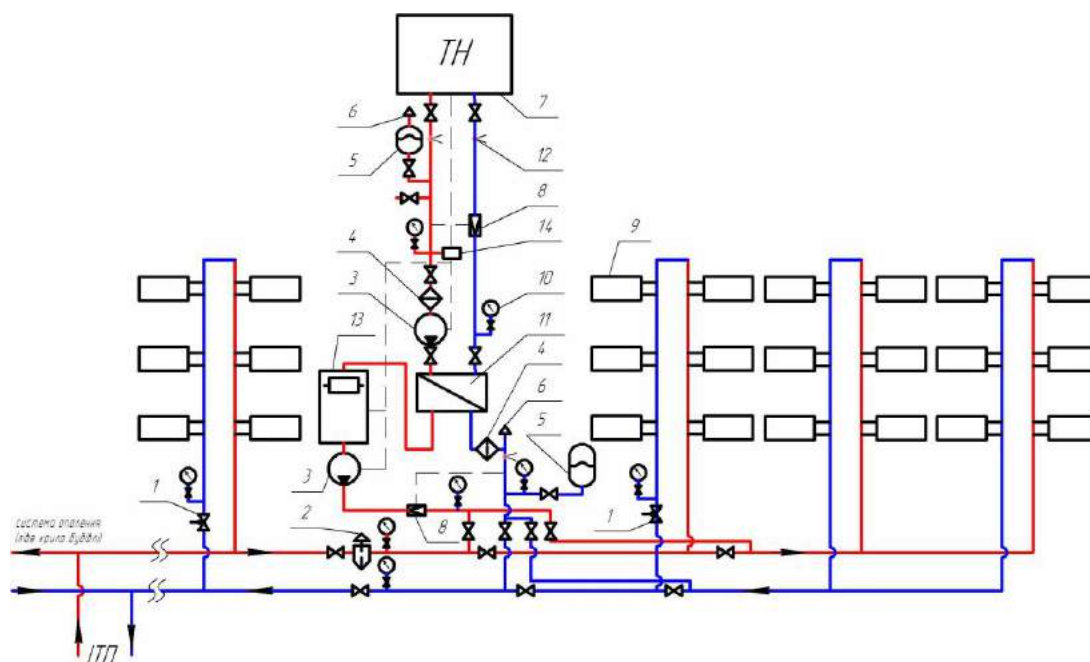


Рис. 4. Принципиальная схема модернизации системы отопления:

- 1 - клапаны балансирующие; 2 - барботажный сепаратор; 3 - насосы циркуляционные; 4 - фильтры сетчатые; 5 - баки расширительные мембранные; 6 – воздухоспускатели; 7 - тепловой насос «воздух - вода» (ТН); 8 - счетчик теплоты; 9 - радиатор системы отопления; 10 - манометр; 11 - пластинчатый теплообменник, 12 - датчики температуры; 13 - электрический котел; 14 - датчик давления, ИТР - индивидуальный тепловой пункт.

Основной целью создания такой установки является сбор и анализ экспериментальных данных с целью определения ее энергетической эффективности и экономических показателей, выявить оптимальные условия работы для климатических условий Киева, провести сравнительный анализ

получения 1 кВт тепловой энергии для различных типов систем, рассмотреть возможность полного покрытия нагрузок отопления с помощью ТНУ.

Выводы. В Украине, с несильно отличающимся от Европы климатом, и постоянными энергетическими проблемами во всех секторах жизнедеятельности страны, особенно актуальным является поиск способов замещения использования традиционных топливно-энергетических ресурсов альтернативными технологиями. И технология теплового насоса (особенно, где источником низкопотенциальной тепловой энергии является атмосферный воздух) является наиболее целесообразной благодаря универсальности, высокой эффективности, простоте установки и экологичности.

Исходя из аналитических данных, изложенных выше, современные воздушные тепловые насосы, представленные на украинском рынке компаниями Toshiba, Sanyo, Hitachi, Mitsubishi Heavy Industries, Fujitsu, Daikin и другими производителями предлагают полноценное экономичное теплоснабжение. Но так как все полевые испытания и тестирование таких систем проводились в заграничных лабораториях и объектах и подтверждения их паспортных характеристик, показателей отсутствует, ИТТФ НАНУ была создана принципиальная схема модернизации существующей централизованной системы отопления трехэтажного административного здания корпуса № 1 ИТТФ НАН Украины с тепловым насосом «воздух - вода». Это позволит получить необходимые данные о энергетической эффективности и экономических показателей, выявить оптимальные условия работы для климатических условий Киева, рассмотреть возможность полного покрытия нагрузок отопления с помощью ТНУ.

Литература

1. IEA Heat Pump Centre Newsletter, Volume 32 - No. 1/2014 (япония)
2. Heat pumps Barometer EuroBarometer, October 2013 (PDF, English, 200 pages, 12 MB)
3. <http://leacond.com.ua/>
4. Колесниченко Н.В. Оценка целесообразности использования тепловых насосов в Украине / Н.В. Колесниченко, Г.Е. Константинов, М.А. Дмитренко // Промышленная теплотехника. 2011. № 5. — С. 67-73.
5. Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л., Арсеньева О.П. Тепловые насосы в системах теплоснабжения // Інтегровані технології та ресурсозбереження. — 2005. — №4. — С.3-10.
6. Внедрение теплонасосных технологий [Текст] / Ю. М. Мацевитый, Н. Б. Чиркин, Л. С. Богданович, А.С. Клепанда // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2008. - № 3. - С. 4-10 (50 США,)
7. Яндульський О.С. Практичне впровадження теплових насосів та комплексне енергозабезпечення об'єктів соціальної та промислової галузі України // Журнал Енергетика і електрифікація. — 2008. — № 2. — С. 44 — 46. З.Коренков О.В.

8. *Коренков О.В.* Перспективи впровадження теплових насосів у житлово-комунальному господарстві України // Журнал Енергетика и электрификация. – 2008. – № 2. – С. 52 – 54.
9. *Смирнова Е.Г., Гростянецкий Л.М.* Теплотехнический анализ совместной работы существующих систем отопления и тепловых насосов // Промышленная теплотехника. – 1998. – Т. 20, №3. – С. 38 – 41.
10. Перспективы использования тепловых насосов в Украине (обзоры рынка 18.12.2009) // http://www.holod_ok.com.ua- Интернет-сайт фирмы "Холод_ОК"
11. *Проценко В.П., Петров С.И., Ларкин Д.К.* Анализ энергетической эффективности комбинированного источника теплоснабжения с теплонасосной установкой // Изв. вузов. Энергетика, 1991.–№7.– С. 81–87.
12. *Везиришвили О.Ш.* Тепловые насосы и экономия топливно-энергетических ресурсов // Изв. вузов. Энергетика, 1984.– №7.– С. 61–65.
13. *Везиришвили О.Ш.* Энергетические характеристики парокомпрессионных теплонасосных установок // Изв. вузов. Энергетика, 1989.– №3.– С. 92–95.
14. *Пустовалов Ю.В.* Исследование эффективности парокомпрессионных тепло-насосных станций в системах энергоснабжения городов.– М.: ВНИИцентр, 1989.– 179 с.
15. *Филиппов С. П.* Перспективы применения воздушных тепловых насосов для теплоснабжения жилых зданий в различных климатических условиях / С. П. Филиппов, М. С. Ионов, М. Д. Дильман // Теплоэнергетика. - 2012. - № 11. - С. 11-19
16. Каталог тепловых насосов Мицубиси Электрик (2013) <http://climateservice.com.ua/>
17. СНиП 2.01.01-82. СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ и ГЕОФИЗИКА
18. *Недбайло О.М.* Використання теплового насосу типу «повітря-рідина» в існуючій централізованій системі опалення // О.М. Недбайло / Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2010. – №2(20). – С. 32 – 36.

СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

О. В. Ряснова

У статті розглядається стан і тенденції розвитку українського ринку теплових насосів. Обґрунтовано актуальність застосування низькотемпературних теплових насосів на території України.

STATUS AND TRENDS OF THE UKRAINIAN HEAT PUMPS MARKET

O. Riasnova

The article considers the status and trends of the Ukrainian heat pumps market. Grounded topicality of low-temperature heat pump application on the territory of Ukraine.

В. І. Савенко
Н. М. Фіалко
Л. Ф. Черних
Г. Г. Фаренюк
В. К. Мельник
О. В. Савенко

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Актуальність проблеми. В сьогоденні виробничих умовах для будівельної організації дуже важливо мати замовлення, а для цього треба забезпечити конкурентоспроможність продукції на ринку і знайти свого споживача. Це можна зробити, впровадивши на підприємстві сертифіковану у відповідності з ISO 9001-2008 систему управління якістю. Головним принципом такої системи є постійне вдосконалення, що стимулює пошук проблемних факторів і їх вирішення. Енергозбереження є однією з найважливіших проблем в будівництві. Вирішення цієї проблеми дозволяє організації піднятися на більш високий рівень розвитку. Зовнішні огорожуючі конструкції житлових будинках ще недавно не відповідали нормативним вимогам по енергозбереженню і були причиною багатьох негараздів. Взимку стіни промерзали, а температура всередині квартир знижувалась до 13 – 15° С. Це призводило до утворення плісняви на стінах, появи грибків, відшарування шпалер, почорніння поверхні. Заходи, які приймаються для усунення цього дефекта, а саме – потовщення стін, застосування прокладок в середині стінових панелей не дають належного результату.

Аналіз розроблених систем якості в будівельних організаціях АТ ХК «Київміськбуд» показав, що в ряді випадків система документів підприємства у сфері якості не ефективна, не актуалізована, недостатньо пророблена, не відображає вимог споживачів продукції, містить загальні і неконкретні формулювання, не пов'язана з іншими елементами управління підприємством. Ці й інші недоліки приводять до того, що система якості підприємства не відповідає чеканням споживачів, що приводить до зниження конкурентоспроможності продукції і втрати підприємством своїх позицій на ринку. Позитивним є в цьому плані досвід роботи АТ ХК Київміськбуд і ВАТ ДБК-3.

Дуже важливо надати науково-методичну допомогу фахівцям у частині розробки і впровадження системи управління якістю згідно з міжнародними стандартами ISO 9000-2000 (2008) сертифікувати її і, вдосконалюючи, довести до рівня Європейської моделі досконалості. Навчання і підготовка персоналу проводилась в Українській асоціації якості (Президент Калита П.Я.). Розробка і впровадження велись на базі ВАТ «ДБК-3» АТ ХК «Київміськбуд» за Президентства Поляченка В.А. і куратора-керівника управління інспекційного

контролю якості АТ ХК «Київміськбуд» Масалова А.Г. Розроблена і впроваджена система управління якістю ВАТ ДБК-3 – є унікальною, об'єднує в єдину систему процесів завод ЗБВ, управління виробничо-технологічної комплектації УВТК, три будівельно-монтажних управління БМУ – 1,2,4 і управління ВАТ «ДБК-3». Система документів СУЯ (18 настанов, 28 процедур, політика і цілі, місія підприємства, комплексний план, схема процесів і т.д.) і її впровадження дозволило підприємству стати 3^х-кратним лауреатом національних конкурсів з якості і фіналістом міжнародного турніру з якості, досягнувши 450 – 500 балів за шкалою моделі досконалості ЄФУЯ.

Керуючись основними принципами міжнародного стандарту діючого в Україні ДСТУ, ISO 9001 – 2009 «Системи управління якістю» такими як орієнтація на споживача, системний і процесний підхід до управління, залучення всього персоналу, прийняття рішень на основі достовірних фактів і постійне вдосконалення, організація може виявити слабкі і сильні сторони в своїй діяльності, поставити цілі та задачі і мобілізувавши всі ресурси, шляхом реінжинірингу вирішити питання підвищення конкурентоздатності підприємства. Вдосконалення енергоефективності – одна з найважливіших проблем, вирішення якої дозволяє організації піднятися на якісно новий більш високий рівень виробництва.

Наукові методи допомагають у системному підході до проблеми і її комплексному вирішенні шляхом теоретичних розробок, проведенні натурних експериментів і досліджень, розробці проектної і нормативної документації і широкомасштабному впровадженні у будівельне виробництво.

Низькі ціни на паливо, які діяли в Україні до самого останнього часу, привели до того, що рівень використання енергії в нашій країні залишився більш високим, ніж в країнах Західної Європи, в той час, як ефективність її використання залишилась низькою.

Раціональна витрата й економія теплової енергії в Україні за останні десятиліття стала найгострішою проблемою. З огляду на існуючий дефіцит енергоносіїв і коштів на їхнє придбання, а також екологічні наслідки нарощування споживання енергії, величезне значення набуває раціональне використання і зменшення втрат енергії.

Біля 40% від загального використання енергії випадає на житловий сектор. Враховуючи різкий дефіцит енергоносіїв Україна ввела нові, підвищені нормативи опору теплопередачі, як для нового будівництва, так і реконструкції будівель. До середини 1995 року більш ніж 50% підприємств великопанельного домобудування, керуючись новими нормативами, перейшли на випуск огорожуючих конструкцій з підвищеним в 2 – 3 рази рівнем теплозахисту.

Роль теплозахисту будинків у підвищенні ефективності енергозбереження житлових і цивільних будинків досить значна. У даний час більшість будівельних компаній України застосовують зовнішнє утеплення багатопверхових житлових будинків з встановленням віконних блоків зі склопакетами.

Фахівці ДБК-3 разом з науковцями ІТТФ НАНУ, ДП НДІБК, ДП НДІБВ, КНУБА, ПАТ КиївЗНДІЕП та ін. понад 20 років плідно працювали над

вирішенням проблеми енергозбереження в будівництві. Проводились теоретичні, експериментальні і науково-дослідні роботи, направлені на вирішення цієї проблеми. Так в Україні зовнішнє утеплення, при будівництві багатопверхівок, було застосоване на ВАТ «ДБК-3» в 1995 р. на масиві Південна Борщагівка в місті Києві. Зараз для зовнішнього утеплення застосовується вентильований «Термофасад», який призначений як для теплоізолювання при будівництві, так і для додаткового теплоізолювання вже існуючих об'єктів, перш за все в цивільному та житловому будівництві.

Термофасад – це система, яка складається з наступних конструкційних елементів та матеріалів:

- профільований бетонний камінь (кам'яний профіль);
- монтажний профіль;
- металева несуча конструкція – кронштейни та профілі;
- теплоізоляція (плитний утеплювач);
- елементи кріплення;
- обшивка вікон та дверей, кутові та кінцеві профілі.

При влаштуванні вентильованого фасаду шари різних матеріалів розташовують таким чином, що в напрямку зсередини споруди назовні теплопровідність матеріалів і їх опір водяній парі зменшується (бетон чи цегла, мінераловатний утеплювач, повітряний прошарок, захисне декоративне облицювання). Таке розташування матеріалів разом з дією повітряного прошарку, де через перепад тиску відбувається постійний вертикальний рух повітря, дозволяє ефективно видаляти вологу, як із несучої стіни, так із утеплювача, що підвищує ефективність теплоізоляції будівлі та забезпечує відносно сухий стан утеплювача під час всього періоду експлуатації. Крім того, зменшення тепловтрат відбувається також внаслідок виникнення ефекту «повітряної теплової завіси», так як температура вертикального теплового потоку на два - три градуси вище, ніж у зовнішнього повітря. Масивна конструкція каркасу акумулює тепло, яке зберігає зовнішній утеплюючий шар. Влаштування теплоізоляції ззовні краще захищає стіну від перемінного замерзання та відставання.

Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає виникненню деформацій, особливо небажаних при індустріальному будівництві. Точка роси зміщується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не відсиріває і не потребує додаткової пароізоляції. Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакумуючої здатності масиву стіни. Установка теплоізоляції ззовні дозволяє також виключити проблему «містків холоду» при каркасно-монолітному будівництві.

Технічні характеристики системи:

1. Облицювальний камінь представляє собою бетонний профіль «Інтерстоун», який виготовляється з бетону В20 методом напівсухого формування. Розміри: 600 × 600 × 30 мм, вага: 2,94 кг, щільність: 2000 кг/м³, міцність на згін : 600 – 800 Н, морозостійкість : F 35, водопоглинання : не більше 12%, основний колір : білий, пісочний, жовтий, кремовий, бежевий, темно-жовтий, теракот, темно-коричневий, темно-зелений, синій.

2. Підоблицювальна система «Кронштейн» представляє собою сталевий лист товщиною 1,5 мм або 2Ю0 мм (ГОСТ 1653-70). Спосіб захисту від корозії: гаряче оцинкування товщиною не менше 60 мкр, або інший, що відповідає йому. Розміри : 40 × 200 × 65 мм. Розрахункова монтажна схема установки : по горизонталі – 700 мм, по вертикалі – 620 мм.

Несучий профіль представляє собою сталевий лист товщиною 1,0 мм (ГОСТ 1653-70). Спосіб захисту від корозії : такий же. Розміри : 45 × 45 мм. Монтажна схема установки : горизонтально – через 620 мм.

Монтажний профіль представляє собою сталевий лист товщиною 0,8 мм (ГОСТ 9045-80). Спосіб захисту від корозії – такий же. Монтажна схема установки : вертикально – через 300 мм.

3. Утеплювач – мінеральна вата з базальтового волокна товщиною 100 – 150 мм. Розмір листів : 625 × 1000 × 100 мм. Теплопровідність при 25° С – 0,040 Вт/м². Марки утеплювачів : до 70 м висоти будівлі – «PANELROCK ROCKWOOL», питома щільність 60 – 70 кг/м², понад 70 м – «WENTIROCK ROCKWOOL», питома щільність 110 кг/м².

При використанні вентиляованих «Термофасадів» у панельному житловому будівництві питання, пов'язані з промерзанням, задуванням та затіканням стиків вирішується самим «Термофасадом», так як він дозволяє закрити поверхню фасаду, в тому числі і стики від атмосферних впливів.

ВАТ «ДБК-3» були проведені дослідження та розробка нового типу зовнішніх трьохшарових стінових панелей із застосуванням пінопласту та пінополістирольної вспіненої стрічки. Випробування теплофізичних властивостей панелей нового типу проводились відділом будівельної теплофізики КиївЗНДіЕП. В результаті випробувань встановлено, що середній опір теплопередачі випробувальних зразків становить – 3 (м² °С)/Вт. Цей показник значно підвищує ефективність енергозбереження житлових будинків.

Проблеми, пов'язані з промерзанням чи задуванням через дерев'яні вікна «старого» житлового фонду, можна вирішити за допомогою встановлення віконних конструкцій зі склопакетами, з можливістю відкриття для провітрювання. Склопакет – виріб з двох або більше листів скла, герметично з'єднаних по периметру, який розташовується в каркасі, що несе механічне навантаження.

Теплоізоляційні властивості склопакета визначаються кількістю камер (однокамерний або двокамерний), відстанню між склом, типом скла та їх товщиною. Двокамерний склопакет з «теплим пустотним профілем» і дистанцією між склом не менше 10 мм (4-10-4-10-4) забезпечує значення коефіцієнта опору теплопередачі 0,6-0,8 м² град/Вт, що вище нормативного (0,6 м² град/Вт для даної температурної зони України).

Для того щоб збільшити опір теплопередачі в деяких моделях склопакетів простір між склом іноді заповнюють інертними газами : аргоном або криптоном. Теплозахисні властивості склопакетів, що заповненні інертними газами, збільшуються на 12% - 13%.

Теплова ефективність тришарового скління основана на зниженні конвективних (15%) та тепловтрат теплопровідністю (15%). Але більш ніж 70% теплоти

втрачається через скло за рахунок випромінювання. Знизити променево складову тепловтрат можливо за рахунок нанесення на скло тепловідбивного покриття. Опір теплопередачі двокамерного склопакета складає – $0,6 \text{ м}^2 \text{ град/Вт}$, а однокамерного з нанесенням тепловідбивного покриття $0,6 - 0,7 \text{ м}^2 \text{ град/Вт}$. Звідси висновок, що вигідніше застосовувати не третє скло, а покриття, що відбиває тепло, оскільки застосування третього скла призводить до перевитрат матеріалу на віконну конструкцію, зменшенню світло пропускних властивостей – за рахунок третього скла, збільшенню ваги вікна.

Тепловідбиваючі покриття на склі володіють низьким ступенем чорноти в інфрачервоному діапазоні довжини хвиль від $2,5$ до 25 мкм . Скло з таким покриття на 5% менше пропускає світла та відбиває назад в приміщення до 90% тепла, що виходить за рахунок випромінювання. В літню пору таке покриття відбиває інфрачервоні промені на вулицю тим самим не допускається перегрів приміщення.

Віконна рама займає $15 - 35\%$ площі вікна. Тому теплотехнічні параметри віконного профілю також повинні відповідати нормативним вимогам. Рами виготовляють з багатокамерного профілю з різних матеріалів : полівінілхлориду (ПВХ), дерева або металу (алюмінію). Високі теплоізоляційні властивості забезпечують 3-х камерні профілі, з двома контурами зовнішнього ущільнення : один – по зовнішньому периметру рами, другий – по зовнішньому периметру стулки (в приміщені).

Коефіцієнт теплопровідності ПВХ та дерева складає $0,15 - 0,2 \text{ Вт/м град}$. Коефіцієнт теплопровідності алюмінію біля 220 Вт/м град , що в 1000 разів перевищує теплопровідність ПВХ чи дерева. Тому створення алюмінієвих конструкцій з опором теплопередачі, який буде відповідати нормативному значенню $0,45 \text{ м}^2 \text{ град/Вт}$, не світлопрозора частина цих конструкцій в варіанті з двокамерним склопакетом повинна мати опір теплопередачі не менше $0,48 - 0,5 \text{ м}^2 \text{ град/Вт}$ при великій площі скління.

Таким чином, сучасні конструкції склопакетів (двокамерних чи однокамерних зі спеціальним покриттям) забезпечують необхідні теплоізоляційні властивості. Основні проблеми при використанні таких віконних конструкцій виникають при монтажі їх в залізобетонні або цегляні огорожуючі конструкції.

Теплотехнічні властивості, навіть найкращої віконної конструкції, можуть бути втрачені при неправильному її монтажі. До теплотехнічних характеристик монтажних швів (в місці спряження віконної і будівельної конструкцій) висуваються визначені вимоги – високий опір теплопередачі, звукоізоляції, волого-переносу, фільтрації повітря, механічна міцність та можливість компенсувати теплові деформації віконної конструкції.

При цьому механічні навантаження в зоні спряження повинні компенсуватися властивостями шва. Вибір оптимальних параметрів монтажних швів (геометричних, теплофізичних і масообмінних) – завдання обумовлює ефективність застосування сучасних віконних конструкцій. В даному випадку дуже важливо, щоб каркас будинка до якого кріпляться вікна був «теплим» і це забезпечується використанням зовнішнього утеплення.

Таким чином можна зробити висновок, що система зовнішнього утеплення, яку обгрунтовали і випробували вчені спочатку в лабораторіях і експериментальному будівництві, сьогодні на практиці дає позитивні результати.

А робота вчених і спеціалістів виконана на цю тему в 2013 році представлена Державним комітетом НАНУ на нагороду – Державну премію України в галузі науки і техніки.

Література

1. *Брусан А.А, Черних Л.Ф.* Теплоэффективные наружные ограждающие конструкции зданий // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель.-К.КиевЗНИИЭП, 2003.С.65-74.

2. *Фиалко Н.М, Черных Л.Ф.* Тепловое состояние трехслойных наружных стен помещения при напольном электротеплоаккумуляционном отоплении // Промышленная теплотехника. Прил.к журн.,2004,т.26,№5 –С. 48-56.

3. *Фиалко Н.М, Черных Л.Ф, Постоленко А.М.* Влияние внутреннего каркаса здания на его тепловой режим // Оконные технологии,2005,№ 20-21-С.44-47.

4. *Богословский В.Н, Ферт А.Р, Черных Л.Ф.* Экспериментальное подтверждение методики расчета наружных ограждающих конструкций. Теплоустойчивость наружных ограждающих конструкций зданий с учетом зависимости теплофизических характеристик от температуры // Вопросы повышения энергетической эффективности кондиционирования микроклимата. - М.МИСИ им.В.В.Куйбышева,1989.-С. 10-14.

5. *Савенко В.І, Сухоросов І.М, Полосенко О.В ,Тарасов В.О, Фіалко Н.М.* Енергосберігаючі технології в будівництві та система управління якістю «Будівельні матеріали,вироби та санітарна техніка».-2009.-№1(31).-С. 96-99.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**В. И. Савенко, Н. М. Фиалко, Л. Ф. Черных, Г. Т. Фаренюк, В. К. Мельник,
А. В. Савенко**

В работе приводятся результаты многолетних исследований и поисков путей повышения эффективности работы строительных организаций через усовершенствование системы управления качеством и улучшения качества продукции домостроительного комбината. Повышения энергосберегающих свойств ограждающих конструкций жилых домов на базе серии 111 – 161,комфортности жилья и повышения спроса на него.

**IMPROVEMENT EFFECTIVE OF BUILDING BY QUALITY
MANAGEMENT SYSTEM
AND ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES**
V. Savenko, N. Fialko, L. Chrynh, G. Farenuk, V. Melnik, O. Savenko

This work contains the results of long – term researches and finding ways to increase effective work of construction company. It is can be done by improvement of quality management system. Increase energy-saving features of the external structures and walls in housing (house building) on the basis of series 111 - 161, comfort of house building and increased demand for it.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Національний університет „Львівська політехніка”, Україна

Методом математичного моделювання теплотехнічних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будівельних об'єктів проведено оцінку показників енергоефективності за критерієм мінімізації питомого енергоспоживання при використанні гравітаційної та механічної систем вентиляції.

Постановка проблеми. Будівельні об'єкти житлового призначення потребують значних енерговитрат як на їх створення, так і на подальшу експлуатацію. Понад 40% всієї виробленої у світі енергії витрачається у будівлях та спорудах на опалення та кондиціонування і призводить до суттєвих викидів парникових газів. Сучасні тенденції і перспективи будівництва та реконструкції житлових будівельних об'єктів першочергово стосуються забезпечення показників їх енергоефективності, що визначає раціональне використання енергії на всіх етапах життєвого циклу, комфортний мікроклімат в приміщеннях та зменшення впливу на довкілля.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Оцінка енергетичної ефективності будівель та енергетична сертифікація, що широко використовуються у світовій практиці, набуває розповсюдження й в Україні і передбачає зміни в енергоспоживанні при проведенні заходів з підвищення енергоефективності. Проте методика оцінювання енергоефективності будівельних об'єктів в Україні для проєктованих та існуючих будівель базується на розрахунку теплоспоживання лише на опалення [1-2].

Основний вплив на формування теплового режиму і, відповідно, енергетичного статусу будинку (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму) здійснює його теплоізоляційна оболонка. Основні втрати теплоти відбуваються через зовнішні огорожувальні конструкції, що пов'язано з їх недостатнім показником опору теплопередачі. За даними енергетичних обстежень типових житлових будинків 30-40 % тепловтрат відбувається через стіни, 15-25% через вікна та двері, 15-20 % через дах і 10-15 % через підлогу [2].

Об'ємно-планувальне рішення будинку та конструктивні принципи теплоізоляційної оболонки обумовлюють ступінь його енергоспоживання та корисного використання енергії сонця при кліматизації внутрішнього простору і визначає найбільший потенціал в підвищенні енергоефективності будівель житлового та громадського призначення. Методологія проєктування енергоефективних будівельних об'єктів полягає в системному аналізі, направленому на пошук альтернативних рішень, та кількісному обґрунтуванні

оптимальних їх варіантів, що дозволяє оцінювати інвестиційну привабливість будівництва, реконструкції та експлуатації будинків [3-5].

У зв'язку з цим, метою роботи є математичне моделювання теплофізичних показників теплоізоляційної оболонки будівельних об'єктів для оптимізації їх енергоефективності та мінімізації шкідливого впливу на довкілля.

Об'єкт та методика досліджень. Як розрахункову модель будівлі – математична модель будівлі, що використовується для розрахунку її енергопотреб, вибрано індивідуальний житловий двоповерховий будинок з мансардою (базовий варіант) опалювальною площею $F_h = 232 \text{ м}^2$.

Для створення математичних моделей енергоефективних будівель проведено математичне планування, змінними факторами якого прийнято товщину теплоізоляційного шару з пінополістиролу при утепленні зовнішніх стін ($\delta_{із}$) та коефіцієнт теплопередачі вікон ($U_{вік}$). Для проведення аналізу впливу даної факторної моделі на показники енергоефективності будівельних об'єктів (приведений ($k_{\Sigma пр}$) та загальний ($k_{буд}$) коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки, питомі тепловитрати на опалення - $q_{буд}$, розрахункові витрати теплової енергії - $Q_{рік}$) виконано розрахунки у відповідності з планом двофакторного трирівневого моделювання (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика плану математичного моделювання

Характеристика	Параметри планування	
	X_1 ($\delta_{із}$, см)	X_2 [$U_{вік}$, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)]
Головний рівень “0”	10	1,7
Нижній рівень “-1”	0	2,7
Верхній рівень “+1”	20	0,7

Для визначення енергетичних показників будинку використано методологію складання енергетичного паспорта згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції».

Результати досліджень. Основним енергетичним показником будинку, що визначає його енергоефективність, є значення питомих тепловитрат на опалення - $q_{буд}$, що для базового варіанту становить $q_{буд} = 176,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$, при цьому $[(q_{буд} - E_{\max})/E_{\max}] \cdot 100\% = 46,6 \%$, що відповідає класу енергетичної ефективності “Е”. З метою зниження трансмісійних тепловитрат через стінові огорожувальні конструкції запроєктовано систему фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками. Конструкції зовнішніх стін індивідуального будинку з фасадною теплоізоляцією з опорядженням штукатурками А.2.1.1-П038-100-КД-ДСТУ Б В. 2.6-36: 2008 та А.2.1.1-П038-200-КД-ДСТУ Б В. 2.6-36: 2008 задовольняють санітарно-гігієнічні вимоги ($\Delta t_{пр} < \Delta t_{ср}$), умову

теплостійкості ($\tau_{\text{vmin}} > t_{\text{min}}$) при розрахункових умовах зовнішнього повітря та умову сприятливого вологісного режиму ($\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}}$).

Визначення енергетичних показників проводили для будинків із гравітаційною та механічною системами вентиляції з рекуперацією теплоти ($\eta=70\%$) при змінних параметрах огорожувальних конструкцій. На основі проведених розрахунків (табл. 2) отримано математичні моделі енергетичних показників індивідуального будинку з гравітаційною та механічною системою вентиляції у вигляді рівнянь регресії:

$$q_{\text{буд. грав}} = 84,82 - 41,93X_1 - 15,75X_2 - 2,23X_1 X_2 + 35,05X_1^2 + 1,89X_2^2, \text{ [кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})]$$

$$q_{\text{буд. мех}} = 32,12 - 43,43X_1 - 14,25X_2 - 0,02X_1 X_2 + 33,54X_1^2 + 0,39X_2^2, \text{ [кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})].$$

Таблиця 2

Результати математичного планування енергетичної ефективності житлового будівельного об'єкта

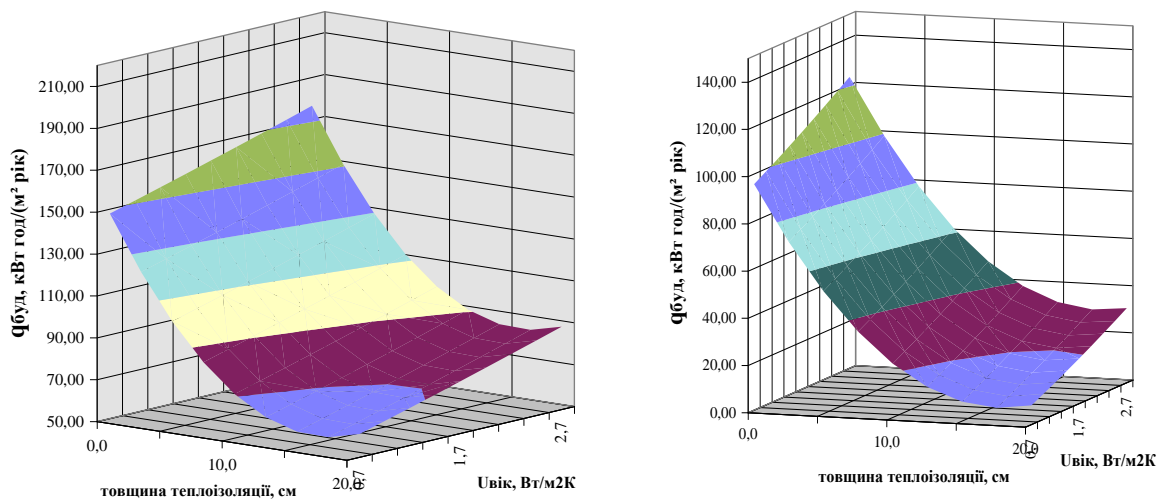
Матриця планування		Гравітаційна система вентиляції		Механічна система вентиляції	
X_1	X_2	$q_{\text{буд.}} \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$	Клас енергетичної ефективності	$q_{\text{буд.}} \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$	Клас енергетичної ефективності
-1	-1	176,67	Е	123,97	Д
-1	0	161,14		108,44	С
-1	+1	148,34	Е	95,64	В
0	-1	99,47	В	46,77	А
0	0	85,24	В	32,54	А
0	+1	70,53	В	17,83	А
+1	-1	89,33	В	36,63	А
+1	0	75,16	В	22,46	А
+1	+1	61,09	В	8,39	А

Математична модель пошуку оптимального проекту енергоефективної будівлі формулюється з умови мінімізації питомих енерговитрат на опалення протягом року. При цьому обмеженням задач оптимізації було порівняння питомих витрат на опалення з:

- показником згідно з діючими нормами $q_{\text{буд.}} \leq E_{\text{max}}$ (для розрахункової моделі $E_{\text{max}} = 120,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$);
- стандартами енергоощадного будинку $q_{\text{буд.}} \leq 75 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$;
- стандартами пасивного будинку $q_{\text{буд.}} \leq 15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$.

На основі одержаних результатів побудовані поверхні відгуку для питомих тепловтрат на опалення будинку (рис. 1). Аналіз отриманих математичних залежностей, а також їх графічна інтерпретація дозволяють визначити оптимальний варіант енергоефективного будинку. Для будинку з

гравітаційною системою вентиляції мінімальний рівень досягається при значенні $q_{\text{буд min}} = 61,09 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$, тобто тепловитрати зменшуються в 2,9 рази порівняно з розрахунковою моделлю. Модель житлового будівельного об'єкта при значеннях змінних факторів нижнього рівня варіювання за показником питомого теплоспоживання відповідає стандарту енергоощадного будинку.



а б
Рис. 1. Математичні моделі питомих тепловитрат на опалення будинку з гравітаційною (а) та механічною (б) системою вентиляції

Оптимальним варіантом для енергоефективної будівлі є раціональне поєднання конструктивних та інженерно-технологічних складових енергетичної ефективності, що дозволить одержати мінімальні сукупні витрати на будівництво та експлуатацію об'єкта. Одним з основних елементів енергоощадності та забезпечення якості повітря в приміщеннях є використання механічної вентиляції з рекуперацією теплоти. В роботі проведені розрахунки для механічної системи вентиляції з рекуперацією теплоти ($\eta=70\%$).

При використанні механічної системи вентиляції максимальний рівень питомих тепловитрат на опалення будинку становить $q_{\text{буд max}} = 123,97 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$, а мінімальний – $q_{\text{буд min}} = 8,39 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$ при співвідношенні між ними 14,8. Будинки з механічною вентиляцією, крім базового варіанту, задовольняють нормований мінімальний рівень енергоефективності (клас енергетичної ефективності не нижче «С») Комплексний підхід в проектуванні та використання енергоефективних технологій дозволили досягнути витрат теплової енергії на опалення, що відповідають критеріям енергоощадного будинку і відносяться до класу енергоефективності «А». Варіант будинку, визначальні фактори якого відповідають верхньому рівню варіювання, характеризується мінімальними значеннями витрати теплоти на опалення $q_{\text{буд}}=8,39 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$ та задовольняє вимоги стандарту пасивного будинку.

Висновки. Моделювання параметрів теплоізоляційної оболонки та системи вентиляції житлових будівельних об'єктів дозволяє повести оцінку багатьох варіантів будівель, що відрізняються за ступенем енергоефективності, встановити показники зовнішніх огорожувальних конструкцій, що відповідають нормованому мінімальному рівню енергоефективності, дає можливість розробити проектні рішення енергоефективного житла та систему керування параметрами енергоощадності на всіх етапах життєвого циклу будинку.

Оптимальним варіантом будівельних об'єктів за критерієм енергоефективності є раціональне поєднання конструктивної й інженерно-технологічної складової енергетичної ефективності будівлі, що дозволить одержати мінімальні витрати теплової енергії при його експлуатації.

Література

1. *Саницький М.А.*, Енергозберігаючі технології в будівництві [Навч. посібник] / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 248 с.

2. *Фаренюк Г.Г.* Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Фаренюк Г.Г. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.

3. Cost optimal and nearly zero (nZEB) energy performance calculations for residential buildings with REHVA definition for nZEB national implantation / J. Kurnitski, A. Saari, T. Kalamees et al. // Energy and building. - 2011. – № 43. – P. 3279-3288.

4. Методи оцінки енергетично-екологічних показників будинків індивідуальної забудови / М.А. Саницький, У.Д. Марущак, Р. Секрет, М. Вуйцікевич, В.В. Гоц // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Будівельні конструкції” – К.: НДІБК, 2013. – Вип. 77 – С. 323-327.

5. *Sekret R.* Relation between energy characteristics and cost for single family buildings / Sekret R., Sanytsky M., Wojcikewicz M. // proceedings of the 4th International conference on contemporary problems in architecture and construction, September 24-27, 2012. – Czestochowa, 2012. – P. 220 - 226.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

М. А. Саницкий, М. В. Котив, У. Д. Марущак

Методом математического моделирования теплотехнических параметров внешних ограждающих конструкций строительных жилищных объектов проведено оценку показателей энергоэффективности по критерию минимизации удельного энергопотребления при использовании гравитационной и механической систем вентиляции.

MATHEMATICAL MODELING IN RESEARCH OF BUILDING OBJECT ENERGY EFFECTIVENESS

M. Sanytsky, M. Kotiv, U. Marushchak

The assessment of energy effectiveness performance of residential building object with using gravitational and mechanical ventilation is carried out by the mathematical modeling method of the thermal parameters of external walling constructions by the criterion of specific energy minimizing.

ПРИНЦИП ЕКОЛОГІЧНОГО (ЗЕМЛЯНОГО) БУДІВНИЦТВА ВТІЛЕНИЙ У ЖИТТЯ

Київський Національний Університет Будівництва та Архітектури, Україна

Стаття на тему принцип екологічного (земляного) будівництва підготовлена для участі у конференції Енергоінтеграція – 2014. У статті розкрито основну ідею концепції безвідхідного житла. Описано головні принципи за якими здійснюється будівництво такого житла та покрокова технологія зведення будівель з природних, не оброблених механічним чином матеріалів.

З самого початку двадцять першого століття дуже гостро стала проблема забруднення навколишнього середовища та погіршення стану екології у світі. Як наслідок цієї проблеми дуже багато науковців різних галузей розробляють різноманітні шляхи вирішення та подолання або хоча б зменшення наслідків цієї проблеми. Мене як молодого архітектора зацікавило які ж шляхи вирішення цього питання пропонують мої колеги.

В результаті проведеного дослідження виявилось, що архітектори є одними з найактивніших борців за поліпшення стану навколишнього середовища. Це логічно, адже саме архітектори створюють оточення, в якому проживає, працює та відпочиває людина. Тому велика кількість сучасних архітекторів стали замислюватися над тим, як організувати це оточення з найменшою шкодою для довкілля. Тому за останні роки було розроблено велику кількість технологій, що направлені на організацію комфортного існування людей з мінімальною згубою для навколишнього середовища.

Отже завданням статті було дослідити одну з технологій еко-будівництва і покроково описати процес будівництва житлового будинку, що складався виключно з природних матеріалів. Такий тип будівництва дістав назву “земляний”, адже головним джерелом матеріалів є саме земля.

У травні - червні 2013 я взяла участь у проекті будівництва природного будинку. У 8ми країнах Європи було проведено конкурс, в якому брали участь архітектори, екологи, аграрії та енергетики від 18 до 30 років, від кожної країни обрали 2 переможця, які і представляли свою країну на бти тижневому семінарі з еко-будівництва та безвідхідного житла, у Греції. Для мене було дуже важливо взяти участь у цьому семінарі, адже я студентка архітектурного факультету і дуже цікавлюсь принципос еко-будівництва і хотіла би розвивати свої знання у цій галузи у майбутньому.

Принцип еко-будівництва в тому, що використовуються лише натуральні матеріали і усі комунікації (системи опалення, постачання води та електроенергії) не залежать від центральної мережі. Природне або земляне будівництво – це те, в якому використовуються лише матеріали видобуті безпосередньо з природних джерел і доставлені прямо на будівельний майданчик, без попередньої обробки на заводі. При такому будівництві

використовуються тільки місцеві матеріали, радіус доступності яких не повинен перевищувати 30 км.

Площа цієї будівлі - не велика, він складається з 2 спалень та ванної кімнати. Будівля має круглу форму у плані. Ідея створення будівлі заключалась у тому, щоби принцип екологічного, безвідхідного житла набула якомога більшого поширення.

Основні конструктивні елементи будівлі: фундамент; дерев'яна рама, що тримає дах; дах; стіни.

Фундамент. Спочатку ґрунт було проєктамиеновано з метою визначення глибини на яку потрібно закласти фундамент. Потім рослинний шар ґрунту було знято. Фундамент складається з великих каменів (несучого елемента), та цементу, що виступає в'язучим. Будівля, що зводився під час цього проєкту є експериментальною, тому архітектор вирішив використовувати цемент, але експерти з земляного будівництва стверджують, що в'язучим елементом може виступати також глина або вапно. Діаметр каменів, що були використані для фундаменту становить 30-40 см. Фундамент зазвичай закінчується на нульовій відмітці землі, і на ньому встановлюють відмостку, основна функція якої – захист стін від води. Фундамент може також складатися з цегли або бетонних блоків, взагалі то будь-якого стійкого, міцного та водонепроникного матеріалу. Висота відмостки 40см-1м залежить від того на скільки вологим є регіон будівництва. Фундамент повинен бути на 10 см ширше, ніж штамп стіни . У цьому будинку глибина фундаменту - 1 м, Ширина відмостки - 60 см, Ширина стіни - 50 см.

Дерев'яний каркас. Після встановлення відмостки зводиться дерев'яний каркас. Його встановлення починається з головної колони, оскільки будівля кругла у плані, то головна колонна розташовується прямо по середині. А по діаметру плану було встановлено 8 інших колон.

Дах. У даху була встановлено теплоізоляція із соломи. Покриття - керамічна плитка. Ця частина будівлі була зведена першою групою волонтерів в 2012 році.

Стіни. Волонтери 2013го року займалися безпосередньо зведенням стін. Так як будівля є експериментальною, головний архітектор проєкту вирішила встановити залізні стовпи всередині стіни, щоб забезпечити міцність зовнішніх. Але експерти з природного будівництва запевняють, що будівля з того матеріалу, який був використаний не потребує додаткових елементів жорсткості. (рис.1)



Рис.1

Для будівництва стін була використана техніка глина+пісок+ солома, оскільки саме вона є найбільш підходящою для даного кліматичного району.

Отже, щоб підготувати суміш (матеріал), з якої зводяться стіни, на будівельний майданчик було доставлено глину видобуту з гір неподалік. Оскільки за технологією глина була у природньому стані, зовсім не оброблена, її довелося спочатку зволожити, а потім очистити від великих каменів. (рис.2)



Рис.2

Для того, щоб здійснити фільтрацію було використано сітку, натягнуту на раму. Поки одна половина команди ще розмішує глину, інша вже фільтрує готову. Після фільтрації глини, було розпочато процес приготування міксу (матеріалу) для зведення стін. Мікс складається з: глини; піску; соломи.

Пропорції суміші 2 піску: 1 глини. Стіни по суті кам'яні, тому що на 2/3 складаються з піску, а глина виступає лише в'язучим елементом. Солома в цій техніці використовується як арматура, так як вона створює щільну сітку, що не дозволяє суміші розпадатися при висиханні.

Приготування суміші:

- 1 . Кладую пластикове полотно.
- 2 . На нього висипають два відра піску.
- 3 . Робиться невелике заглиблення в пригорці піску.
- 4 . Одне відро вже відфільтрованої глини заливають в отвір. (рис.3)
6. Потім 2 людини мають змішувати ці матеріали босоніж або в спеціальному взутті, поки зникне пісок (кожен піщинка має бути покрита глиною) . Зазвичай це займає 10-20 хвилин.

7. Коли пісок і глина добре змішені. Починають додавати соломі (солома повинна бути досить довгою, щоб забезпечити якісне армування). Солома додається до тих пір поки суміш перестає розвалюватися(ви можете перевірити це наступним чином: зкрутити суміш і спробувати вирвати шматок, якщо це досить важко і ви відчуваєте , що арматура досить сильна, щоб утримати суміш разом , це означає , що матеріал для зведення стіни готовий). (рис.4)



Рис. 3



Рис. 4

Коли суміш готова її ділять на 4 частини, так як зводити стіну легше більш дрібними шматками. У першій частині проекту в 2012 році, волонтери звели стіну близько на 50 сантиметрів навколо діаметра будинку, а група волонтерів 2013 року, продовжили.

Технологія зведення стін. Попередній шар стінки зволожують водою. Готову суміші наноситься на поверхню попереднього шару, сильно притискаючи палицями діаметром 4-3 см ущільнюють матеріал. Важливо підтримувати форму стіни, тому будівельник проколює матеріал з одного боку (з застосуванням всієї ваги тіла) і одночасно розгладжує матеріал за допомогою іншої руки (рис.5). Цю дію важливо провести з обох боків стіни, тому над однією ділянкою працюють 2 людини, інакше важко підтримувати форму стіни. Глина є дуже слухняним матеріалом, навіть якщо шар вже затвердів, все, що вам потрібно зробити, щоб виправити помилки – це заново зволожити його. За день можна збудувати лише 25 см. стіни, так як шар повинен висохнути до того як можна приступати до наступного. У спекотні дні можна звести і 2 шари (50 см) стіни.



Рис.5

Встановлення вікон. Вікна встановлюють за попередньо узгодженим проектом. Коли стіни зведені до рівня, на який треба встановлювати вікно, ділянку стіни на яку воно буде встановлено ретельно вирівнюють за допомогою цеглини або шматка дерева(рис.6) і на неї ставлять раму з дерев'яних дошок.



Рис.6



Рис.7

У вертикальні сторони рами вбивають цвяхи, для кращого зчеплення рами з матеріалом стіни(рис.7). А також тому що глина зменшується у об'ємі, коли висихає і цвяхи запобігають утворенню тріщин. Якщо тріщина з'являється знизу або зверху рами, то її заповнюють папером або соломною, а зверху покривають штукатуркою. Потім за допомогою водного рівня перевіряють чи рівно було встановлено вікно. Після того, як процес будівництва завершений, тесляр встановлює вікна у ці порожнини.

Встановлення дверей. При зведенні стін в дверні проходи вбудовують спеціальні бруски дерева, в які пізніше встановлюють двері(рис.8).



Рис.8

Такі ж бруски вбудовують у деяких місцях стіни, будуть в'їшати вішаки, зеркала та картини. Полки встановлюють таким самим способом(рис.9).



Рис.10

Коли стіна повністю висохне, можна починати її вирівнювання. Спочатку це робиться за допомогою пилки, вертикальними рухами вгору і вниз, відрізаються виступаючі дефекти(рис.11).



Рис.11

Щоб замаскувати отвори в стіні використовується глиняна штукатурка. Не має точного рецепту глиняної штукатурки, так як її властивості дуже залежать від матеріалів, що використовують. Зазвичай це 1глина до 4пісок(рис.12), але для того, щоб переконатися у правильності рецепту, треба приготувати декілька міксів і покласти їх на стіні тонким шаром і чекати його повного висихання, якщо суміш не тріснула і не відпала, вона може бути використана для вирівнювання стін.



Рис.12

Штукатурка наноситься знизу вверху. Вручну або за допомогою шпателя. Необхідно застосувати 3 шари. Кожен наступний шар має містити пісок з мелкішими пісчинками, для того, щоб стіна була гладкою. Якщо ви хочете змінити природний колір глини, до останнього шару можна додати природний барвник.

Єдине, що залишилося, це підлога.

Технологія улаштування підлоги:

1. Спершу вирівнюють землю.
2. Кладуть теплоізоляцію у вигляді соломи.
3. Заливають це сумішшю глини та піску (можна додати солону або овечий гній).
4. Пропитка натуральним маслом (3-7 шари).

На жаль, волонтерам 2013 не вистачило часу, щоб досягти стадії будівництва, на якій встановлюють підлогу. 18 червня 2013 року другий етап

семінару закінився. Третій етап семінару запланований на травень – червень 2014, де 8 нових волонтерів вивчать принцип земляного будівництва, випробують його на практиці та зможуть поширювати в майбутньому цю ідею у своїх країнах.

Отже, на мою думку, задача кожної сучасної людини, що піклується про майбутнє нашої планети – вивчити, що шкодить довкіллю та намагатися цього уникати та користуватися запропонованими альтернативами. Також дуже важливо підтримувати науковців, що розробляють новітні технології, які направлені на зниження ризику глобальної екологічної катастрофи у світі та популяризувати їх винаходи в маси.

ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОГО (ЗЕМЛЯНОГО) СТРОИТЕЛЬСТВА ВОПЛОЩЕННЫЙ В ЖИЗНЬ

П. Р. Севостьянова

Статья на тему принцип экологического (земляного) строительства подготовленная для участия в конференции Энергоинтеграция – 2014. Статья раскрывает основную идею концепции безотходного жилья. Описаны главные принципы по которым осуществляется строительство такого жилья и пошаговая технология возведения зданий из природных, необработанных механическим образом материалов.

THE PRINCIPAL OF ECOLOGICAL (EARTHEN) CONSTRUCTION FULFILLED PUT INTO PRACTICE

Polina R. Sevostianova

The article is dedicated to the principles of environmental (earthen) construction was prepared to be presented on the conference Energy Integration – 2014. The article uncovers the basic idea of the sustainable housing concept. The basic principles on which the construction of such housing is done and the step by step technology of the construction of buildings with natural, non-processed in a mechanical way materials are described.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА СОЛНЕЧНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ К ДСТУ Б EN ISO 13790

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

Рассмотрена методика определения понижающих коэффициентов наружного затенения, которая была использована при разработке ДСТУ-Н «Энергетическая эффективность зданий. Метод расчёта энергопотребления при отоплении, охлаждении, вентиляции, освещении и горячем водоснабжении». Методика базируется на графо-аналитическом методе определения процента поступления солнечной радиации при помощи энергетических солнечных карт. Рассматривается принцип построения таких карт.

Постановка проблемы. Понижающий коэффициент наружного затенения $F_{sh,0}$, значение которого находится в пределах от 0 до 1, показывает снижение количества падающего солнечного излучения из-за наличия постоянного затенения поверхности другими зданиями, рельефом, стационарными солнцезащитными устройствами (СЗУ), другими элементами самого здания.

В общем случае этот коэффициент определяется формулой

$$F_{sh,0} = \frac{I_{sol,ps,mean}}{I_{sol,mean}}, \quad (1)$$

где $I_{sol,ps,mean}$ – средняя энергетическая освещенность солнечной радиацией, рассматриваемой поверхности с учётом имеющегося затенения, Вт/м²;

$I_{sol,mean}$ – средняя энергетическая освещенность солнечной радиацией рассматриваемой поверхности при отсутствии затенения.

В [1] приводятся таблицы значений $F_{sh,0}$ для случая затенения горизонта протяжённым объектом, свесом либо вертикальным ребром для трёх географических широт – 45°, 55° и 65° с. ш. и четырех ориентаций – Север, Юг, Восток/Запад.

Однако эти коэффициенты не учитывают климатических условий Украины и подсчитаны исходя из допущения, что затенение уменьшает

только прямую солнечную радиацию, а рассеянная и отраженная радиация поступает на поверхность полностью. Такое допущение является достаточно грубым и значительно завышает реальные значения суммарной солнечной радиации. Кроме этого, коэффициенты затенения приводятся только для периода отопления.

Поэтому актуальным вопросом является разработка методики расчёта коэффициента затенения, базирующего на более корректных допущениях и расчёт значений $F_{sh,0}$ для украинских норм.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблеме определения эффективности СЗУ посвящено много исследований.

В работе [2] предложен метод анализа климатической информации района строительства путем нанесения ее на солнечные карты, для чего на траекториях солнца на небесной сфере отмечаются значения соответствующих температур воздуха. По этим точкам строятся изотермы, которые образуют на солнечной карте зоны желаемой и нежелательной инсоляции. В [3] предложен способ построения энергетических солнечных карт, на которых нанесены изолинии солнечной радиации, поступающей на фасад соответствующей ориентации.

Однако до настоящего времени не предложен метод, позволяющий проектировщикам быстро и с достаточной для практики точностью определить экранирующие энергетические характеристики внешнего затенения.

Целью статьи является разработка графоаналитического метода определения понижающих коэффициентов наружного затенения и иллюстрация его использования для разработки методики расчёта солнечных поступлений в национальных строительных нормах.

Основная часть. Предлагаемый метод является дальнейшим совершенствованием комплексных солнечных карт. Идея этого метода заключается в нанесении на солнечную карту для поверхности соответствующей ориентации 100 точек, которые распределены по карте в соответствии с вкладом элементарных участков неба в энергетическую освещенность этой поверхности.

Затем, на солнечной карте строится, в соответствии с [2], теневая маска соответствующего наружного затенения. Те точки, которые не затеняются теневой маской, в сумме определяют процент поступления энергии на поверхность при рассматриваемом затенении (рис. 1). Такие энергетические карты должны быть построены отдельно для прямой и рассеянной радиации. Отражённую радиацию от каждого отдельного объекта можно считать равномерно яркой, а яркость определять как произведение энергетической освещенности этой поверхности на её альбедо.

Энергетические карты в настоящее время построены для прямой солнечной радиации для архитектурно-строительных климатических

районов Украины в соответствии с [4]. Для этого в каждом районе были определены репрезентативные города: I район – Киев. II район –

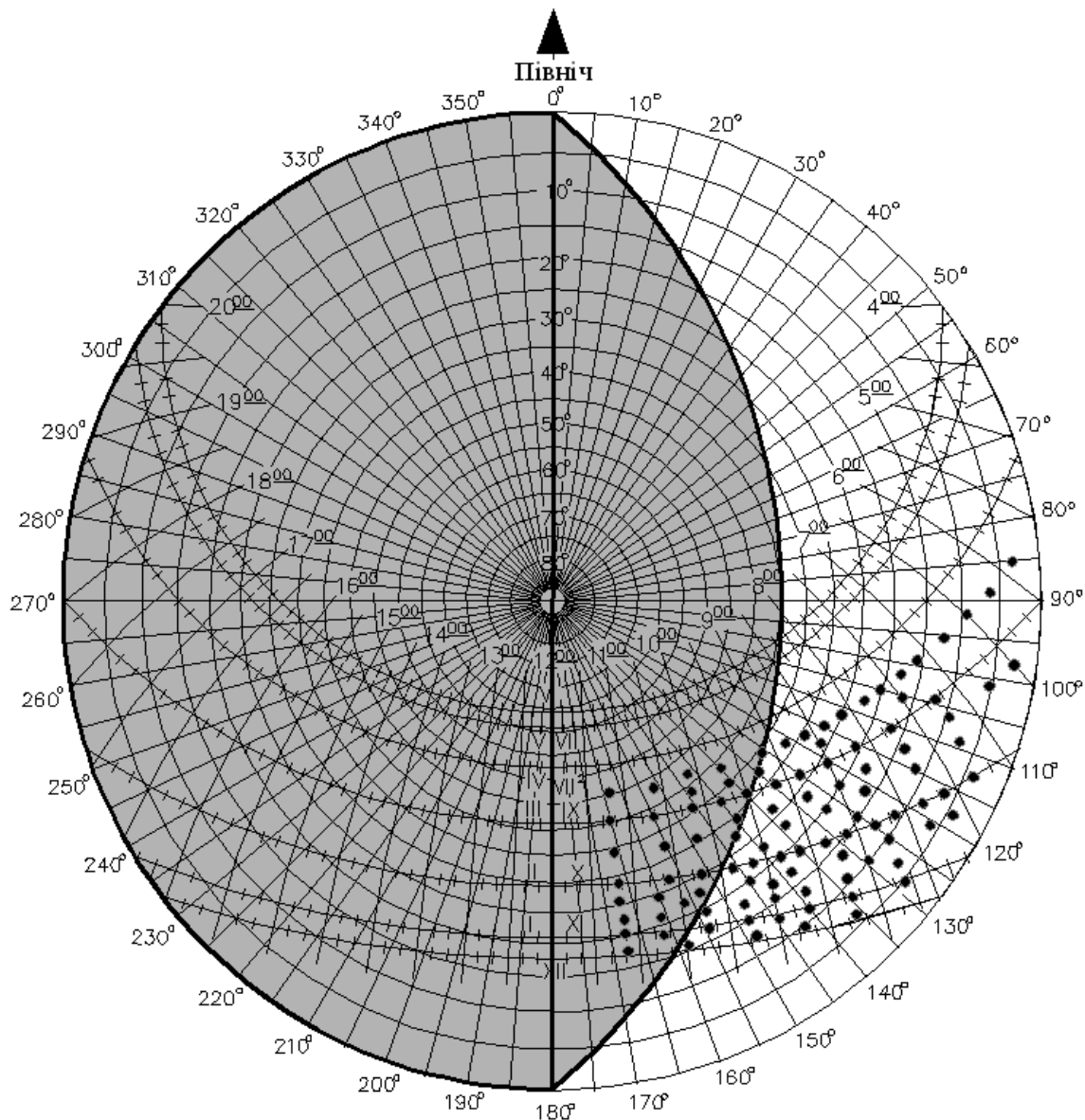


Рис. 1. Пример определения процента поступления прямой солнечной энергии по энергетической карте

Запорожье, Ша район – Ивано-Франковск, Шб – Ужгород, IV и V – Симферополь. Данные по поступлению солнечной радиации при реальной облачности взяты из [4]. Недостающие данные получены при помощи ППП “Atmospheric Radiation” [5]. Карты построены отдельно для периода отопления и периода перегрева для вертикальных плоскостей восьми ориентаций: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. Отопительный период определяется временем года, когда среднесуточная температура воздуха ниже 8°C. Период перегрева – это период, когда температура воздуха выше 21°C.

Коэффициенты затенения рассчитаны для четырех объектов затенения (рис. 2): бесконечно длинным зданием (а) – F_{hor} , свесом (б) – F_{ov} , левым (в) и правым (г) ребром – $F_{fin left}$ и $F_{fin right}$.

При расчёте F_{hor} были приняты следующие допущения:

- прямая и рассеянная радиация поступает от неба выше экранирующего здания;
- экранирующее здание отражает 50% падающей на него рассеянной радиации;
- отраженная от земной поверхности радиация полностью поступает на облучаемую поверхность.

В этом случае расчётная формула имеет вид:

$$F_{hor} = \frac{S \cdot k + D \cdot \cos \alpha + 0,5 \cdot D^{\parallel} \cdot (1 - \cos \alpha) + R}{S + D + R}, \quad (2)$$

где S , D , R – энергетическая освещенность от прямой, рассеянной и отраженной от земли солнечной радиации облучаемой поверхности, Вт/м²;

D^{\parallel} – энергетическая освещенность фасада противоположного здания рассеянной радиацией, Вт/м²;

k – коэффициент пропускания прямой солнечной радиации затенением.

При расчёте F_{ov} считалось, что:

- прямая и рассеянная радиация поступает от неба ниже свеса;
- от свеса отражается 50% радиации, отражённой от земной поверхности (при этом, считается, что земная поверхность освещается только половиной неба);
- отраженная от земной поверхности радиация полностью поступает на облучаемую поверхность.

В этом случае расчётная формула имеет вид:

$$F_{ov} = \frac{S \cdot k + D \cdot \cos \alpha + 0,25 \cdot Q \cdot r \cdot (1 - \cos \alpha) + R}{S + D + R}, \quad (3)$$

где Q – энергетическая освещенность земной поверхности суммарной солнечной радиацией, Вт/м²;

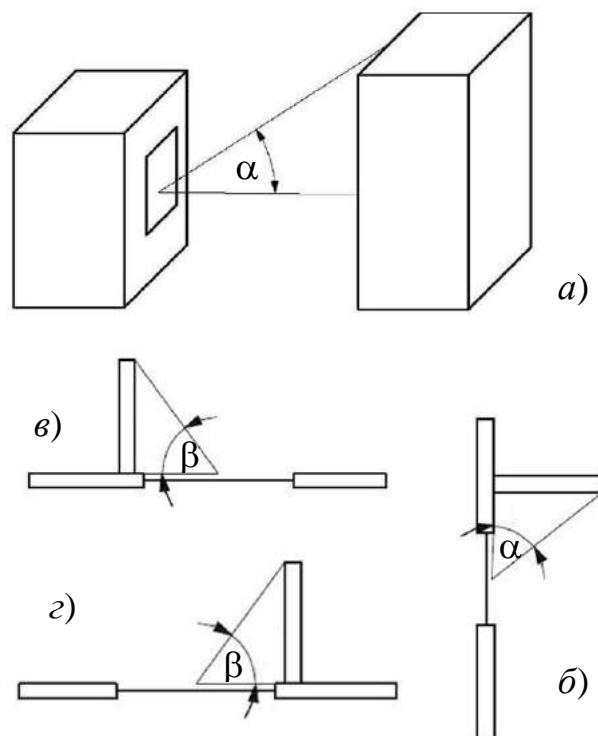


Рис. 2. Типы рассмотренных затенений

r – альbedo земной поверхности (определяется с учётом наличия снежного покрова).

Для рёбер расчётная формула имеет вид:

$$F_{fin} = \frac{Sk + 0,5D(1 + \cos\beta) + 0,5D^{\perp} \cdot (1 - \cos\beta) + 0,25 \cdot Q \cdot r \cdot (1 + \cos\alpha) + 0,5R^{\perp}(1 - \cos\alpha)}{S + D + R}, \quad (4)$$

где D^{\perp} – энергетическая освещенность ребра рассеянной солнечной радиацией, Вт/м²;

R^{\perp} – энергетическая освещенность ребра отраженной от земной поверхности радиацией, Вт/м².

Выводы. Предложенная методика расчёта понижающих коэффициентов затенения учитывает климатические особенности различных регионов Украины. Это позволило составить соответствующие таблицы для национального приложения к ДСТУ Б EN ISO 13790.

В дальнейшем планируется разработать энергетические карты рассеянной радиации для архитектурно-строительных климатических районов, которые позволят более точно определять энергетические характеристики СЗУ произвольной геометрии.

Литература

1. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження : ДСТУ Б EN ISO 13790 : 2011 (EN ISO 13790 : 2008, IDT). – [Чинний з 2013-07-01]. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 241 с. – (Національний стандарт України).

2. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення : ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010. [Чинний з 2011-01-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 81 с. – (Державний стандарт України).

3. Дворецкий А.Т. Геометрическая модель распределения солнечной радиации на вертикальном фасаде / А.Т. Дворецкий, М.В. Чебышев // Энергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. збірник. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 5. – С. 24-28.

4. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.– [Чинний з 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

5. Сергейчук О.В. Геометрична комп'ютеризована модель «Atmospheric Radiation» для енергоефективного будівництва / О.В. Сергейчук // Енергозбереження в будівництві та архітектурі : наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011.– Вип.1. – С. 22-28.

**ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ СОНЯЧНИХ
ТЕПЛОПОНАДХОДЖЕНЬ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ДОДАТКУ ДО
ДСТУ Б EN ISO 13790**

*О.В. Сергейчук, В.С. Буравченко, О.В. Андропова, В.В. Злоба,
Д.О. Радомцев*

Розглянута методика визначення понижувальних коефіцієнтів зовнішнього затінення, яка була використана при розробці ДСТУ-Н «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опалюванні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Методика базується на графоаналітичному методі визначення відсотка надходження сонячної радіації за допомогою енергетичних сонячних карт. Розглядається принцип побудови таких карт.

**SPECIAL ASPECTS OF METHODS OF CALCULATION OF SOLAR
GAIN IN NATIONAL SUPPLEMENT TO NATIONAL STANDARD
DSTU B EN ISO 13790**

O.Sergeychuk, V.Buravchenko, O.Andropova, V.Zloba, D.Radomtsev

The article considers methods of calculation of decreasing coefficients from external shading that were used in development of DSTU-N “Energy Efficiency of Structures. Methods of calculation of energy consumption including heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply”. Methods are based on grapho-analytical method of percentage of solar radiation using energetical solar maps. The principles of forming of such maps are described.

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ПРИ РЕНОВАЦІЇ МАСОВОЇ ЗАБУДОВИ В МІСТАХ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті запропонований варіант вирішення таких проблем житлових районів масової забудови як створення науково-дослідницької бази шляхом проведення реконструкції та реновації житлових кварталів та використання технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії в міських умовах.

Постановка проблеми. Більша частина житлового фонду крупних і крупніших міст України потребує проведення реконструкції та реновації з використанням інноваційних технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії для економії енергоресурсів країни. Необхідність економії загострилась у зв'язку з нестабільним політичним та економічним станами. Наразі, процес оновлення міської забудови здебільшого супроводжується утепленням фасадів та заміною вікон, дверей та матеріалів чи конструкцій даху, що лише зменшує тепловтрати. Враховуючи сучасний стан житлового фонду та науково-дослідницької бази у галузі будівництва, у проектах реновації з'являється можливість вирішення усіх питань шляхом переходу до використання технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії за умовою створення відповідної науково-дослідницької бази зорієнтованої на зменшення затрат при реновації за рахунок спонсорів, що нададуть свої технології, матеріали чи конструкції для проведення дослідів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використання технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії при реновації житлових районів масової забудови тісно пов'язана з концепцією сталого розвитку населених пунктів [1]. У відповідності з нею вітчизняні вчені і практики продовжують розглядати використання нетрадиційних поновлювальних джерел енергії як один з варіантів зменшення енергетичної залежності України від імпорту нафти і газу. Питання нетрадиційних поновлювальних джерел енергії досліджували вітчизняні та зарубіжні науковці такі як А.Н. Лимаренко, Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрябець, Ю.Д. Арбузов, Ю.С. Васил'єв, Є.О. Богданов, Д.Л. Дудук, Ю.Я. Калінін, М.С. Плешка, С.Ю. Цехла та інші.

Виклад основного матеріалу. У цих та інших роботах порушено питання часткового або повного переведення існуючої масової забудови на технології нетрадиційних поновлювальних джерел енергії, як обов'язкової умови проведення реконструкції та реновації вибіркового житлового фонду в загальній програмі оновлення житлового фонду України. При такому підході новим можна вважати створення науково-експериментальної бази для апробації інноваційних технологій нетрадиційних поновлюваних джерел енергії при проведенні реконструкції та реновації окремих експериментальних житлових кварталів крупних і крупніших міст України.

Найчастіше до поновлюваних джерел енергії відносять енергію, яку можна класифікувати за її видами:

- тепла і променева енергія (енергія сонячного випромінювання і тепла Землі);
- механічна енергія (енергія вітру і потоків води);
- хімічна енергія (енергія, що отримується з розпаду біомаси) [2,с.15].

Україна має високий потенціал використання майже всіх перерахованих вище видів поновлювальних джерел енергії, деякі з яких вже активно використовуються у гідроенергетиці. В цьому контексті пропонується сконцентрувати увагу на використанні нетрадиційних поновлювальних видів енергії у міських умовах. Тобто, спираючись на аналіз кліматичних умов, виокремити міста, в яких доцільніше використовувати кожен конкретний вид технологій. Для встановлення сонячних батарей відповідні умови мають такі міста як Одеса, Донецьк, Київ, Суми, Львів [3]. Геотермальні технології доцільніше використовувати в Карпатах, Криму та Дніпровсько-Донецькому районах. Найбільш підходящими регіонами для будівництва повітряно-електричних станцій великої потужності є Крим, Карпати, узбережжя Чорного і Азовського морів, Донбас [2]. Хоча сучасний стан енергетичних вітряків не дозволяє їх використання безпосередньо у структурі будівель у зв'язку з механічними загрозами для конструкцій, але все ж існує ймовірність вирішення побічних наслідків вібрацій у майбутньому. Використання енергії, що отримується тим чи іншим способом з біомас можливо у всіх містах України.

Для впровадження технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії слід обрати для експерименту житловий квартал масової забудови, що потребує проведення реконструкції та реновації. Врахувавши існуючі умови, що можуть впливати на застосування тих чи інших технологій виділяється найбільш придатна технологія та розробляється проект реконструкції і реновації забудови з її використанням. У процесі реновації пропонується використовувати дахи чи підвальні приміщення будинків під дослідницьке обладнання, перші поверхи при потребі змінюють житлову функцію під громадську, там же розташовуються лабораторії науковців та технічного персоналу, що знімають показники та обслуговують обладнання. Може використовуватись як одна конкретна технологія для всього кварталу, так і синтез різних технологій в межах кварталу в залежності від мети дослідження і експерименту. Таким чином приблизно в однакових умовах можна дослідити ефективність тих чи інших технологій та обладнання окремих виробників шляхом порівняння відповідних показників.

Висновки. Позитивними сторонами таких пропозицій стає:

- зменшення вартості реконструкції та реновації кварталу за рахунок розробника і виробника технологій та обладнання з можливістю проведення експериментів по експлуатації та вдосконаленню інноваційних рішень;
- експлуатація технологій та обладнання в реально існуючих умовах житлового середовища за рахунок експериментаторів-дослідників і виробників;
- експлуатація та догляд за дахами та підвалами житлових будинків, підвищення якості умов проживання мешканців забудови;

- зменшення об'ємів споживання електричної та теплової енергії будинками;

- створення науково-дослідницької бази, без значних фінансових витрат;

- після закінчення експериментів заміна технологій відбувається за рахунок дослідників і виробників, з подальшим їх переведенням на баланс об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) та реновація приміщень дослідницьких лабораторій під потреби мешканців забудови.

Поряд з позитивними проявами цих пропозицій існують проблеми, серед яких:

- законодавча, юридична, економічна та соціальна складність втілення проекту у життя;

- деякі незручності для мешканців забудови під час знімання показників чи проведення опитувань.

Аналогічно до використання технологій нетрадиційних поновлювальних джерел енергії, можуть досліджуватись інші технології, будівельні матеріали, конструкції та їх синтез.

Перспективними напрямками подальших досліджень може бути створення схем розміщення науково-дослідницьких і експериментальних баз у структурі українських міст.

Література

1. Постанова Верховної Ради України від 24 грудня 1999 року N 1359-XIV «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів»

2. *Лимаренко А.Н.* Потенциал и необходимость развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Украине // Восточно-Европейский Журнал Передовых Технологий.- 2013 - №8 (65), С.14-19.

3. *Соловей, О.И.* Нетрадиционные та возобновляемые источники энергии [Текст] / О.И. Соловей, Ю.Г. Лега. – Черкасы, 2007. – 498 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ РЕНОВАЦИИ МАССОВОЙ ЗАСТРОЙКИ В ГОРОДАХ УКРАИНЫ

Ю. С. Соколовская

В статье предложен вариант решения таких проблем жилых районов массовой застройки, как создание научно-исследовательской базы путем проведения реконструкции и реновации жилых кварталов и использования технологий нетрадиционных возобновляемых источников энергии в городских условиях.

THE USE OF UNCONVENTIONAL ENERGY SOURCES DURING THE RENOVATION OF MASS BUILDING IN CITIES OF UKRAINE

Yu. Sokolovska

In the article was offered the variant of decision of such problems of dwellings districts of the mass building, as creation of research base by the method of realization of reconstruction and renovation of dwellings quarters and use of technologies of proceeded in unconventional energy sources in urban conditions.

НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ «АКТИВНОГО» ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ
РААСН), РФ*

В статье рассмотрен принципиально новый принцип повышения энергетической эффективности наружных ограждающих конструкций нового поколения с рекуперацией тепла, который можно использовать в строительных конструкциях как строящихся, так и реконструируемых зданий.

Большинство современных мер, направленных на повышение теплотехнических характеристик окон, фасадов и ограждающих конструкций, необходимость которых вытекает из мировых тенденций на энергосбережение в строительной отрасли [1-6], относятся к «пассивным» методам, которые по многим оценкам являются в настоящее время экономически нецелесообразными.

В частности, по данным профессора В.Гагарина и Ассоциации навесных фасадных систем (АНФАС) [7] для зданий выше 3-х этажей стоимость применения теплоизоляции толщиной больше 250 мм резко возрастает.

В соответствии с рекомендациями д-ра В.Файста и Institut fur Passiv Haus (Германия) [8] для очень распространенных сегодня т.н. «пассивных зданий» необходимо использовать стены с приведенным сопротивлением теплопередаче не менее 10.0 кв.м град./Вт (толщина теплоизоляции при этом составляет не менее 400 - 450 мм), а для окон этот показатель должен составлять не менее 1.5 кв.м град./Вт.

Примерно та же ситуация и со светопрозрачными конструкциями. Показано [9], что при использовании окон с приведенным сопротивлением теплопередаче 0.8 – 0.95 кв.м град./Вт их окупаемость составляет 4 – 11 лет в зависимости от места строительства. Однако, планируется увеличить этот показатель в некоторых российских регионах до 1.0 кв.м град./Вт с 2016 года, а в Германии – до 1.25 кв.м град./Вт. Подобные теплотехнические характеристики светопрозрачных конструкций достижимы только при применении специально разработанных профилей и стеклопакетов, что по некоторым данным увеличивает стоимость окон на 75-100% по сравнению с теми, сопротивление теплопередаче которых составляет 0.6 кв.м град./Вт. Экономическая (да и энергетическая) окупаемость таких конструкций в сегодняшних ценах на энергоносители достаточно проблематична.

Именно поэтому в последние годы все большее внимание уделяется достаточно новой идеологии энергетической эффективности – технологиям «активного» энергосбережения. В целом к системам «активного» энергосбережения относятся технологии и конструкции, которые используют вторичные энергоресурсы, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, а также авторегулирование при изменении условий (как внешних, так и внутренних). К ним относятся следующие направления и их комбинации:

- механические приточно-вытяжные системы вентиляции с рекуперацией и утилизацией теплоты вентиляционных выбросов;
- авторегулируемая вытяжная вентиляция с механическим побуждением и естественным притоком через вентиляционные клапаны в окнах или наружных ограждающих конструкциях;
- теплонасосные системы теплоснабжения (отопления и горячего водоснабжения);
- системы, рекуперирющие и утилизирующие теплоту вентиляционных выбросов, канализационных стоков и др.;
- системы аккумулирования тепла и холода, в том числе и с использованием материалов с возможностью фазовых переходов;
- эффективные отопительные приборы с регулируемой теплоотдачей;
- системы автоматизированного учета потребления энергоресурсов и управления микроклиматом, обеспечивающих экономию энергии и снижение пиковых электрических нагрузок;
- системы, использующие солнечную, ветровую, геотермальную энергию и др.;
- энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции с активной рекуперацией, выходящего теплового потока.

В настоящей статье рассмотрен принципиально новый принцип повышения энергетической эффективности наружных ограждающих конструкций нового поколения с рекуперацией тепла, который можно использовать в строительных конструкциях как строящихся, так и реконструируемых зданий.

Одним из новых перспективных решений в этом направлении является на наш взгляд применение энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций (ЭВОК) зданий с системой активного энергосбережения (САЭ) с рекуперацией тепла, позволяющих повысить уровень теплозащиты и комфортности микроклимата помещений при значительной экономии топливно-энергетических ресурсов.

Обеспечение экономичных энергосберегающих мероприятий во вновь проектируемых, а также в реконструируемых жилых и общественных зданиях является основной тенденцией в настоящее время в строительной отрасли.

В предлагаемых нами конструкциях используются методы рекуперации уходящего тепла (трансмиссионного и радиационного) через наружные ограждения, а также дополнительная рекуперация и утилизация низкопотенциального тепла вентиляционных выбросов в условиях существующей вентиляции и при использовании теплообменников с обменом

тепла и влаги. В дальнейшем планируется повысить эффективность конструкций за счет применения ветровых вентиляционных дефлекторов повышенной энергоэффективности и теплохладоаккумуляции на фазовых переходах с использованием солнечной энергии, поступление которой будет регулироваться специально разработанными солнцезащитными и теплоотражающими устройствами.

Основной принцип действия системы по рекуперации трансмиссионного тепла (за счет теплопередачи и конвекции) и радиационного тепла (тепловое излучение) заключается в особой организации условий поступления потока наружного воздуха и дальнейшего прохождения его через конструкцию ограждения, а также теплоотражения с помощью специальных экранов (автономных или в виде покрывающих слоев). В воздушном промежутке, на входе воздушного потока, создается плоская воздушная завеса из холодного поступающего воздуха, максимально охлаждающая поверхности, слои, теплоотражающие экраны и гибкие связи, которые передают тепло в атмосферу.

Здание снаружи становится более холодным, уходящее ранее тепло передается входящему воздуху, который - уже подогретый - используется в дальнейшем для вентиляции в нормируемом объеме (или даже большем) без зоны дискомфорта, что повышает комфортность микроклимата и позволяет интенсивно вентилировать помещение в присутствии людей.

Таким образом, поток наружного воздуха одновременно используется:

- для необходимой вентиляции и повышения уровня комфортности микроклимата помещений;
- для улучшения теплозащиты как своеобразный дополнительный «утеплитель»;
- для рекуперации тепла в помещение, как удобный, безопасный и дешевый теплоноситель, который осуществляет теплосъем со всего, что передает тепло в атмосферу, повышая теплотехническую однородность и долговечность наружных ограждающих конструкций.

Хорошо известно, что одним из самых эффективных утеплителей является воздух, в том случае, если он малоподвижен. Именно поэтому в традиционных утеплителях для повышения теплотехнической эффективности используется увеличение числа конвекционных ячеек, количества воздушных промежутков, задержка движения воздуха пушистыми материалами, выделением из воздуха инертных фракций с повышенной вязкостью и т. п. Эти методы снижают конвекцию и теплопередачу.

Естественно, что поток холодного наружного воздуха, особенно когда он интенсивный и влажный, эффективно осуществляет теплосъем с поверхностей наружных ограждений, увеличивает теплопотери и действует отрицательно на энергосбережение. Однако это происходит в случаях, когда поток, после взаимодействия с теплыми поверхностями, возвращается в атмосферу.

В случае, когда воздушный поток, который осуществил эффективный теплосъем с нужных поверхностей, направляется внутрь помещения путем

переключения пути следования, получается также значительный тепловой эффект, но с прямо противоположным уже положительным знаком.

Характер описываемых процессов зависит от геометрии прослойки, теплофизических характеристик материалов, температур внутреннего и наружного воздуха, расхода фильтрующегося воздуха, конструкции приёмных и выводящих клапанов.

Следует отметить, что в этих условиях, совместное действие теплоотражающего экрана в воздушном промежутке и вентилирования через этот промежуток внутрь помещения, повышает тепловой эффект в 5-10 раз, что доказано экспериментально в постановочных экспериментах [10, 11]. Этот эффект будет повышен в дальнейшем в результате оптимизации. Очень важно и место размещения экрана, его характеристики и куда идет тепло от нагретого теплоотражающего экрана, расположенного в воздушной прослойке - в атмосферу или рекуперируются внутрь помещения. Принцип действия энергоэффективной вентилируемой ограждающей конструкции представлен на рис.1 (на примере светопрозрачной конструкции) [12].

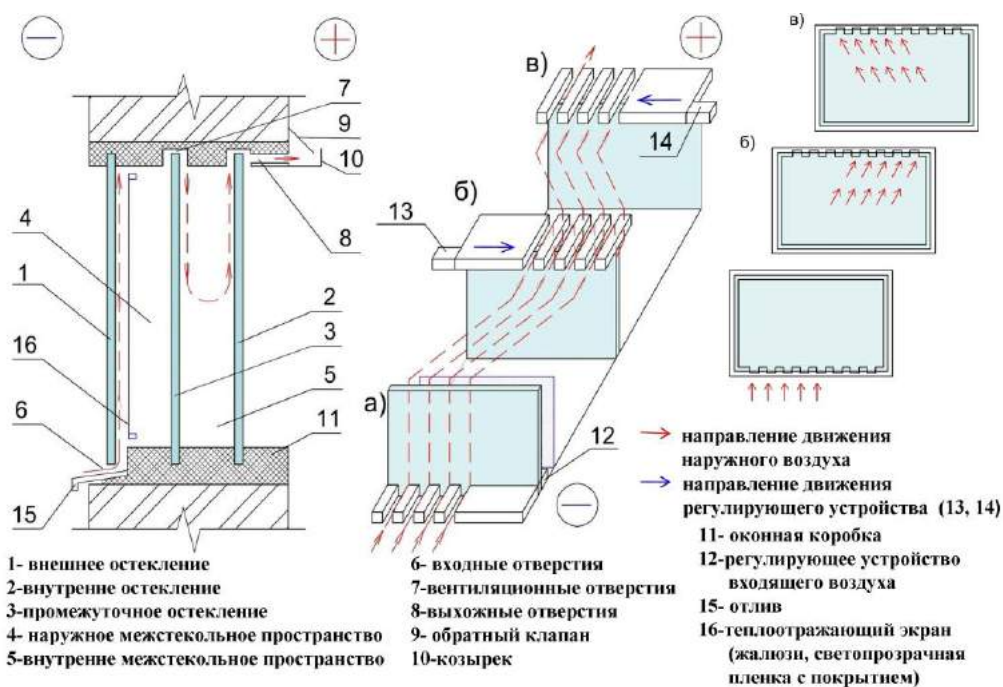


Рис.1. Использование светопрозрачных конструкций при разработке САЭ

При правильной организации поступления и прохождения наружного воздуха через конструкцию возможно снизить теплопотери из помещения практически до минимума, что также было доказано экспериментально. В предлагаемом техническом решении холодный наружный воздух становится внутренним воздухом конструкции сразу после прохождения входной щели. В зимнем режиме он уже не может выйти в атмосферу, а проходит дальше внутрь конструкции, нагреваясь за счет тепла, выходящего из помещения. Входная щель расположена в нижней внешней части модуля наружной ограждающей конструкции.

При направлении потока на внутреннюю поверхность наружного экрана происходит срывание воздушной завесой из холодного входящего воздуха естественного конвекционного потока, который ранее (при отсутствии воздушной завесы) опускался по внутренней поверхности наружного экрана (оболочки) здания. Сразу на начальном этапе воздушная завеса охлаждает практически до наружной температуры наружную оболочку изнутри, а также другие слои, включая теплоотражающий экран, и гибкие связи, которые передают тепло в атмосферу. Происходит выгодное использование «зоны дискомфорта с наружной температурой» до входа вентиляционного воздуха в помещение с применением установившегося режима с активным обдуванием поверхностей теплосъема большой площади экономичной затопленной полуограниченной плоской струей поступающего холодного воздуха. Поэтому здание с наружной оболочкой и внешними теплоотражающими экранами, охлажденными практически до наружной температуры, соответственно, практически не будет терять тепло в атмосферу через наружные ограждающие конструкции.

Некоторые основы проектирования ограждающих конструкций с вентилируемыми прослойками разрабатывались в нашей стране во второй половине прошлого века.

Так, Дроздовым В.А., Савиным В.К. и Александровым Ю.П.[13] были исследованы процессы теплообмена через светопрозрачные конструкции при герметичной воздушной прослойке в условиях свободной конвекции, влияние геометрических характеристик конструкции окна на теплообмен.

Хлевчуком В.Р. и Артыкпаевым Е.Т.[14] был изучен характер формирования температурных полей и пограничных слоев при различных режимах и степени фильтрации наружного или внутреннего воздуха, определены значения и изучен характер изменения коэффициентов теплообмена на поверхности остекления в зависимости от высоты воздушной прослойки и режима фильтрующегося воздуха, выполнены расчеты тепловых потоков по конвективной и радиационной составляющей, построены критериальные соотношения, связывающие термическое сопротивление воздушной прослойки с температурными, теплофизическими и аэродинамическими параметрами воздушной среды.

Теоретические основы эффекта рекуперации тепла при поперечной фильтрации воздуха через наружные ограждающие конструкции заложены Ушковым Ф.В. [15]. Беляевым В.С. [16], Умняковой Н.П. [17] разработаны методы расчета наружных ограждений для продольно-поперечной многомерной фильтрации, созданы и испытаны вентилируемые наружные стеновые панели и окна.

Актуальность перехода от неуправляемой инфильтрации наружного воздуха к организованной регулируемой подаче через специальные приточные устройства при условии сохранения комфортного микроклимата в помещении диктуется экономическими и гигиеническими положениями соответствующих нормативных документов.

Эффективность предлагаемого инновационного технического решения определяется возможностью создания специальных условий теплоотражения и плоской струи наружного воздуха, прилегающей к наружному экрану.

На внутренней поверхности наружного остекления (или облицовочной панели) происходит срыв конвективного потока плоским (полуограниченным, затопленным) потоком поступающего холодного воздуха (своеобразной воздушной завесой) с активным теплосъёмом со всех поверхностей, слоев, теплоотражающих экранов и гибких связей, которые передавали тепло в атмосферу.

Этот процесс известен как «эффект Коанда» для затопленных (т.к. процесс идет в такой же среде) потоков, которые движутся вблизи плоской поверхности (т.е. полуограниченных) и захватывают частицы среды с собой. Между движущимся потоком и твердой плоской поверхностью образуется зона разряжения, которая заставляет поток (ламинарный и турбулентный) «прилипнуть» к плоской поверхности. В случае плоского турбулентного потока в установившемся режиме эффективность теплообмена между потоком и плоскостью повышается многократно.

Эффект Коанда — физическое явление, названное в честь румынского учёного Анри Коанды, который в 1932 году обнаружил, что струя воздуха или жидкости, вытекающая из сопла, стремится отклониться по направлению к стенке и при определенных условиях прилипает к ней. Это объясняется тем, что боковая стенка препятствует свободному поступлению воздуха с одной стороны струи, создавая вихрь в зоне пониженного давления.

Основной принцип действия эффекта Коанда в ограждающих конструкциях показан на рис.2.

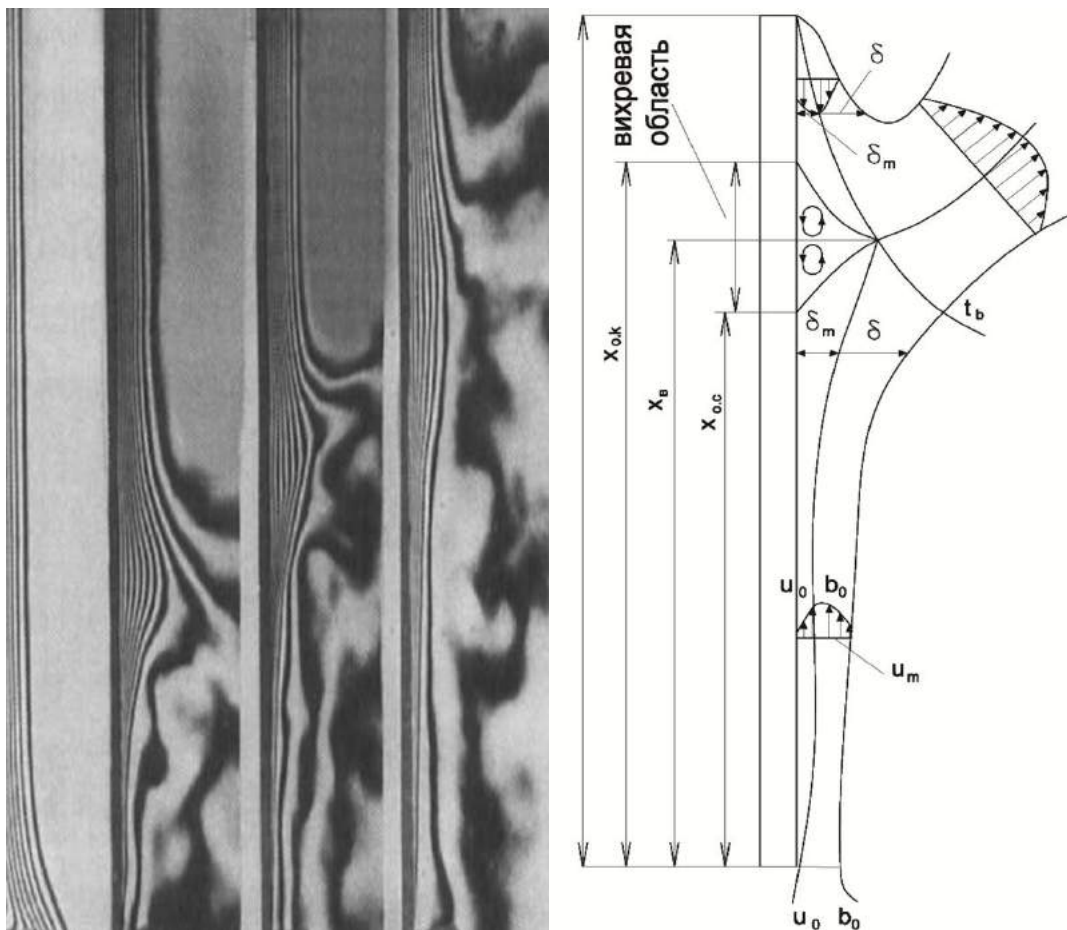


Рис. 2. Возмущение конвективного потока плоской струей входящего воздуха

Этот эффект применяют и проектировании систем кондиционирования для создания эффекта прилипания к потолку струи воздуха для лучшей циркуляции воздуха в помещении.

Основные процессы, которые происходят в воздушной прослойке энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций при организованной подаче в нее струи наружного воздуха, следующие:

- срыв поступающей воздушной струей падающего конвекционного потока;
 - прилипание поступающей воздушной струи к наружной поверхности ограждения за счет эффекта Коанда;
 - обеспечение принципа диагональности прохождения плоского воздушного потока за счет разнесения притока и вытяжка воздуха по различным углам конструкции;
 - повышение эффективности теплосъема со всех теплоотдающих слоев с помощью плоской прижатой турбулентной воздушной завесы;
 - повышение тепловой однородности ограждающей конструкции за счет практического исключения утечек тепла по связям (мостикам), что позволяет в ЭВОК применять материалы с большей теплопроводностью;
 - охлаждение теплоотражающих поверхностей и экранов,
- в том числе с рекуперацией (возвратом) уходящего из здания тепла.

Общепринятым в России критерием оценки теплотехнической эффективности строительных материалов и изделий, в том числе наружных

ограждающих конструкций, является их приведенное сопротивление теплопередаче. Согласно [18, 19]:

«Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции R_0 , ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$): Физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент».

Для определения этого показателя имеются как разработанные и стандартизованные методики и оборудование, так и соответствующие методы расчета, что позволяет сравнивать и оценивать теплотехнические характеристики различных конструкций.

Предлагаемые нами энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции невозможно оценивать только по приведенному сопротивлению теплопередаче, т.к. в процессе эксплуатации они функционируют во внешних условиях, которые изменяются в широком диапазоне. При этом вентилирование и теплосъём в воздушной прослойке осуществляется наружным воздухом в режиме приточных устройств системы приточно-вытяжной вентиляции.

Для оценки предлагаемых в рамках настоящей работы конструкций ЭВОК предлагаются (дополнительно к существующим) еще два показателя:

1. Коэффициент уменьшения плотности теплового потока ($K_{уп}$) при прохождении в центральной зоне ограждающей конструкции (определяет ориентировочно на сколько уменьшается тепловой поток и, соответственно, повышаются теплотехнические характеристики модуля ограждающей конструкции):

$$K_{уп} = q_T(\text{ц}) / q_x(\text{ц}) \quad (1)$$

2. Коэффициент рекуперации (возвращения) теплового потока ($K_{рп}$), который определяется в процентах от плотности входящего теплового потока:

$$K_{рп} = (q_T(\text{ц}) - q_x(\text{ц})) \times 100\% / q_T(\text{ц}), \quad (2)$$

где: $q_T(\text{ц})$ и $q_x(\text{ц})$ - плотность теплового потока на поверхностях ограждающей конструкции с теплой и с холодной стороны (индекс «ц» - в центральной зоне модуля ограждающей конструкции).

Следует отметить, что ЭВОК может успешно функционировать и в жаркое летнее время в режиме кондиционирования с защитой от солнца и перегрева помещения. Поэтому представляется целесообразным ЭВОК и комплексную САЭ оценивать в общепринятом порядке по реальному удельному энергопотреблению здания на отопление и вентиляцию за целый год эксплуатации.

В ближайшее время в НИИ строительной физики совместно с рядом институтов и производственных компаний предполагается провести целый комплекс исследовательских работ по испытаниям энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций с целью разработки методов и

технологий для повышения уровня энергосбережения и комфортности микроклимата помещений, а также опытное внедрение технологий «активного» энергосбережения на различных объектах. В ходе выполнения этих планируется решение следующих основных проблем:

- повысить теплозащиту энергоэффективных наружных ограждающих конструкций за счет рекуперации тепла и оценить энергетическую эффективность использования перспективных конструкций в зданиях различного назначения;

- оценить эффективность дополнительного использования регулируемой рекуперации и утилизации низкопотенциального тепла вентиляционных выбросов с повышенным уровнем воздухообмена;

- разработать «гибридную» систему вентиляции повышенной комфортности с применением ветровых вентиляционных дефлекторов повышенной энергоэффективности [20, 21] на новых принципах эжекции, которая будет совмещена с другими элементами системы «активного» энергосбережения;

- в системе «гибридной» вентиляции применить устройства теплохладоаккумуляции на фазовых переходах с повышенной степенью автономности, а также солнцезащитные и теплоотражающие устройства с использованием солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения;

- разработать совмещенную систему контроля и управления параметров микроклимата, потребления энергоресурсов, а также энергосберегающее авторегулирование режимами микроклимата, теплозащиты, вентиляции, теплохладоаккумуляции, отопления, инженерного оборудования;

- разработать решения по использованию технологий «активного» энергосбережения в светопрозрачных и ограждающих конструкциях, а также оценить влияние различных теплозащитных экранов и их расположения на эффективность конкретных промышленных конструкций в составе общей комплексной САЭ.

Испытания, проведенные в 2013 году в климатической камере НИИСФ РААСН, показали, что для ЭВОК возможно повысить энергетическую эффективность в несколько раз относительно существующих современных ограждающих конструкций и действующих норм. Были получены коэффициенты рекуперации теплового потока выше 90% для светопрозрачных и выше 95% для непрозрачных ограждающих конструкций. Доказана и возможность ступенчатого повышения эффективности за счет размещения и последовательного действия 2-х и более теплоотражающих экранов/слоев в зоне действия воздушной завесы.

Это позволяет предположить возможность практически полной рекуперации теплового потока через ЭВОК, включая светопрозрачные конструкции. А это, соответственно, открывает новые перспективы для строительства и реконструкции зданий (сооружений, теплиц) с большим коэффициентом остекления.

Более подробно результаты экспериментов будут представлены в последующих публикациях.

Литература

1. Шубин И.Л., Спиридонов А.В. Законодательство по энергосбережению в США, Европе и России. Пути решения.// *Вестник МГСУ*. №3. 2011. Т.1. С. 4 - 14.
2. European Commission. The 2020 Climate and Energy Package. December 12, 2010.
3. Energieeinsparverordnung (EnEV-2009).
4. Федеральный закон №261-ФЗ от 29 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Указ Президента Российской Федерации №889 от 4 июня 2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
7. Гагарин В.Г. Санация теплозащитной оболочки при реконструкции жилых зданий в городах России. *Реконструкция, энергетическая модернизация жилых зданий и тепловой инфраструктуры в Российской Федерации: Материалы Российско-немецкого технического семинара 8-9 декабря 2011*. Москва. 2012. С. 23-51.
8. Вольфганг Файст Основные положения по проектированию пассивных домов. М.: АСВ. 2011. 144 с.
9. Абдурафиков Р.М., Спиридонов А.В. Как оценивать энергоэффективные окна// *Энергосбережение*. №7. 2013. С. 68-75.; №8. 2013. С. 28-31.
10. Беляев В.С., Лобанов В.А., Ахмяров Т.А. Децентрализованная приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла// *Жилищное строительство*. №3. 2011. С. 73-77.
11. Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла// *Энергосбережение*. №4. 2013. С. 36 – 46.
12. Патент РФ2295622. *Вентилируемое окно*/ Ахмяров Т.А.; Заявл. 14.03.2005. Опубл.20.03.07. Бюл.№8.
13. Дроздов В.А., Савин В.К., Александров Ю.П. Теплообмен в светопрозрачных ограждающих конструкциях. М.: Стройиздат. 1979. 307 с.
14. Хлевчук В.Р., Артыкнаев Е.Т. Теплотехнические и звукоизоляционные качества ограждения домов повышенной этажности. М.: Стройиздат. 1979. 255 с.
15. Ушков Ф.В. Теплопередача наружных ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. М.: Стройиздат. 1969. 146 с.

16. *Беляев В.С., Хохлова Л.П.* Проектирование энергоэкономичных и энергоэффективных зданий. М.: Изд. Высшая школа. 1992. 255 с.
17. *Умнякова Н.П.* Теплозащита замкнутых воздушных прослоек с отражательной теплоизоляцией. Жилищное строительство, №1-2, 2014.
18. Свод Правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003).
19. *Фокин К.Ф.* Строительная теплофизика ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС. 2006. 251 с.
20. Патент РФ2447366. *Эжекционный способ создания тяги в вентиляционных и дымовых трубах с использованием энергии ветра/* Аркадов Ю.К., Батура Н.И., Ахмяров Т.А.; Заявл. 10.11.2010. Оpubл. 10.04.12. Бюл.№10.
21. Патент РФ2447367. *Дефлектор ветра для вентиляционных и дымовых труб (варианты)/* Аркадов Ю.К., Батура Н.И., Ахмяров Т.А.; Заявл. 10.11.2010. Оpubл. 10.04.2012. Бюл.№10.

**НОВІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ І ОЦІНКИ ЗОВНІШНІХ
ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ
РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛА ТА ІНШИХ ТЕХНОЛОГІЙ «АКТИВНОГО»
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

О. В. Спірідонов, І. Л. Шубін, Т. А. Ахмяров

У статті розглянутий принципово новий принцип підвищення енергетичної ефективності зовнішніх огороджувальних конструкцій нового покоління з рекуперацією тепла, який можна використовувати в будівельних конструкціях будівель, які будуються чи реконструюються.

**THE NEW PRINCIPLES OF DESIGN AND ASSESSMENT OF EXTERNAL
ENVELOPES WITH USE OF HEAT RECUPERATION AND OTHER
TECHNOLOGIES OF "ACTIVE" ENERGY SAVING**

A. Spiridonov, I. Shubin, T. Akhmyarov

In article essentially new principle of increase of energy efficiency of external envelopes of new generation with heat recovery which can be used in construction designs both under construction, and reconstructed buildings is considered.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОПОРТІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ «МІСТО-АЕРОПОРТ»

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут», Україна*

Національний авіаційний університет, Україна

Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками міста. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «місто-аеропорту». Розкрити головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирами. Запропоновано використовувати визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів під час впровадження енергетичного менеджменту в аеропортах України.

Вступ. Збільшення використання авіаційного транспорту, що останнім часом спостерігається у всьому світі, призводить до посилення навантаження на аеропорти, аеродроми та інші об'єкти наземної інфраструктури, та, як наслідок, на зростання споживання енергетичних ресурсів. Упродовж останніх років у транспортній сфері країн ЄС-28 саме авіаційний транспорт став найбільш швидкозростаючим сектором за показником кінцевого споживання енергії, який у 2011 р. склав приблизно 51 млн. т. н. е.

Традиційно частку авіації в глобальному обсязі викидів CO₂ оцінюють близько 2%, однак ця оцінка не відображує внеску в обсяг викидів, що утворюються внаслідок споживання електричної енергії та тепла спорудами аеропортових комплексів та наземними службами. Вже зараз великі аеропорти – штучно створені населені середовища - мають ознаки реального міста, специфікою якого є надання як авіаційних, так і неавіаційних послуг. Існуюча статистична оцінка не відокремлює дані стосовно споживання власно наземних споруд аеропортів та аеродромів, однак на рівні попередніх оцінок сучасні аеропорти за рівнем енергоспоживання дорівнюють до малих міст [1-3].

Сучасні тенденції розвитку авіаційної галузі відображає запропонована у [4] концепція «місто-аеропорт», яка розширює спектр аеропортової діяльності. Це суттєво вплине на рівень енергоспоживання аеропортів, тому реалізація даної концепції у контексті енергетичної ефективності потребує нових методологічних підходів у систематизації та класифікації аеропортів за ознаками міста, які є частиною навколишніх урбанізованих територій.

Мета та завдання. Для підвищення енергоефективності функціонування

аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» визначити критерії систематизації аеропортів за ознаками міста, розкрити головні чинники впливу на енергоспоживання та класифікувати енергоефективні аеропорти за типом.

Місце та роль енергетичного менеджменту в концепції «місто - аеропорт». Основною задачею аеропортів як багатофункціональних транспортних підприємств є забезпечення злітно-посадкових операцій повітряних суден, їх наземне обслуговування, прийом і відправлення пасажирів, багажу, пошти і вантажів; а також створення необхідних умов для функціонування авіакомпаній, державних органів регулювання авіаційної, митної та іншої діяльності. Значні за обсягами пасажиропотоки та вантажні перевезення, які виконуються підприємствами цивільної авіації, призводять до того, що за рівнем споживання енергії великі аеропорти (пропускна спроможність понад 1500 пас/год) дорівнюють до міських поселень.

Розвиток світового ринку авіатранспортних послуг, що сприяє економіці сучасних аеропортів, призводить до того, що аеропорти починають розширювати функції і надають послуги, що виходять за рамками забезпечення лише основної їх задачі - місця перебування пасажирів. Розширення функції ускладнює визначення енергоспоживання об'єктів та служб, призначення яких розрізняється за видом їх аеропортової діяльності на авіаційне та неавіаційне. Тому системна інтеграція низьковуглецевої політики в аеропортову діяльність та проведення адекватної і цілісної оцінки зменшення енергетичних витрат та викидів CO₂ потребує застосування відповідного методологічного інструментарію.

Світова практика свідчить, що найкращим вирішенням цієї проблеми є впровадження в аеропортах систем енергетичного менеджменту (СЕМ) за вимогами стандарту ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту - вимоги та керівництво щодо застосування». СЕМ можуть охоплювати об'єкти як наземної інфраструктури терміналів і аеродромів авіаційного призначення, так і об'єкти аеропортів та прилеглих до них територій, які забезпечують неавіаційний сервіс, пов'язаний з обслуговуванням пасажирів (магазини, ресторани, готелі тощо). Оскільки методологія побудови СЕМ дозволяє визначити цільові заходи з енергозбереження, виміряти та задокументувати конкретні річні обсяги скорочення енерговитрат, це сприятиме системному підвищенню енергоефективності «міст-аеропортів» за найбільш вагомим потенціалом енергоефективності.

Яскравим прикладом втілення засад енергетичного менеджменту в контексті концепції «місто-аеропорт» є вільна економічна зона DAFZA у «Dubai International Airport». Для аеропорту, що обслуговує більше 120 авіаліній та здійснює упродовж року авіап перевезення близько 60 млн. пасажирів, напрямок неавіаційної діяльності є економічно привабливим. За ознаками міста DAFZA можна охарактеризувати як невелике внутрішнє містечко, яке створено на території аеропорту з площею близько 1,2 млн. м² із розгалуженою інфраструктурою, що нараховує більш ніж 1600 компаній. Оскільки пріоритетом аеропорту є сталий розвиток, досягнення якого передбачає всебічне підвищення енергоефективності за усіма видами діяльності

аеропортів, тому СЕМ було побудовано за напрямком неавіаційний діяльності. У 2012 р. DAFZA отримала сертифікат стандарту ISO 50001 завдяки зменшенню на 8% споживання енергії у будівлях.

Для визначення масштабу управлінських, організаційних і технічних рішень енергетичного менеджменту при впровадженні в аеропортах СЕМ у рамках концепції «місто-аеропорт» необхідно систематизувати за ознаками міста та класифікувати енергоефективні аеропорти за типами.

Систематизація аеропортів за ознаками міст. З точки зору містобудівної ситуації аеропорти можна розглядати не тільки як наземну частину авіаційної транспортної системи, але й як **невеликі міста**, які є критичними вузлами економічної діяльності у глобальних, національних і місцевих транспортних мережах [2-3, 5-6].

Для систематизації аеропортів необхідно обрати відповідні якісні та кількісні критерії, які є характерними ознаками міст. Слід зазначити, що у методологічному аспекті в Європі, як і в Україні, немає узгодженої основи при визначенні поняття «місто» та «урбанізована територія» і кожна країна має свої власні критерії. У більшості випадків критерії включають чисельність населення і щільність, але є також випадки використання функціональних критеріїв, які мають міські функції, пов'язані з економікою регіону [5-7]. В Україні міські та сільські поселення проектується як елементи єдиної системи розселення з урахуванням територіально-адміністративного поділу, соціально-економічного і природно-містобудівного районування; залежно від проектною кількості населення на розрахунковий період поділяються на наступні групи: найзначніші (крупніші), значні (крупні), великі, середні та малі.

Якісним критерієм масштабування «міста-аеропорту» за типом була обрана чисельність пасажирів. Значення кількісних критеріїв були обрані з урахуванням рекомендацій [5-7] для визначення міст та урбанізованих територій. Систематизацію аеропортів за ознаками міст у відповідності до обраних якісних та кількісних критеріїв наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Масштабування «міст-аеропортів» за типами

Типи «міст-аеропортів»	Кількість пасажирів (тис.)
Малі	до 25
Середні	25-50
Великі	50-100
Урбанізовані території	100-250

Систематизація дозволила визначити чотири типи «міст-аеропортів». Специфіка масштабування аеропортів полягає в тому, що тип «міста» пов'язаний з кількістю пасажирів, що обслуговується в аеропорту за добу.

Класифікація енергоефективних аеропортів за типами. Головними чинниками впливу на завантаженість інфраструктурних елементів аеропорту та, як наслідок, на рівень енергоспоживання є обсяги авіаперевезень пасажирів і

вантажів та кількість авіакомпаній, що обслуговуються в аеропорту. Енергоефективність аеропортів та результативність впровадження в них енергетичного менеджменту потребує наявності офіційно підтвердженої та оприлюдненої інформації щодо зменшення енергетичних витрат. Тому в якості об'єкта дослідження було обрано групу з 19 аеропортів світу, у яких СЕМ були сертифіковані на відповідність вимогам ISO 50001:2011. Дана група аеропортів охоплює весь ряд можливих кількісних показників пропускної спроможності і, як наслідок, клас, величину та призначення аеропортів за ознакою внутрішніх або міжнародних перевезень.

Кількість авіаперевізників, що обслуговуються в зазначених аеропортах, знаходиться у межах від 5 до 125 авіакомпаній. Але ця величина не завжди корелює із завантаженістю аеропорту пасажирями. Тому для проведення класифікації зазначених аеропортів за типом «міста – аеропорту» в якості базової характеристики аеропорту було обрано обсяг пасажирських авіаперевезень. Ця характеристика дозволяє визначити питомі показники, необхідні для класифікації аеропортів за ознаками міст. Розподіл обраної групи сертифікованих аеропортів за обсягом авіаперевезень виконано на підставі даних [8-9] та наведено на рис.1.

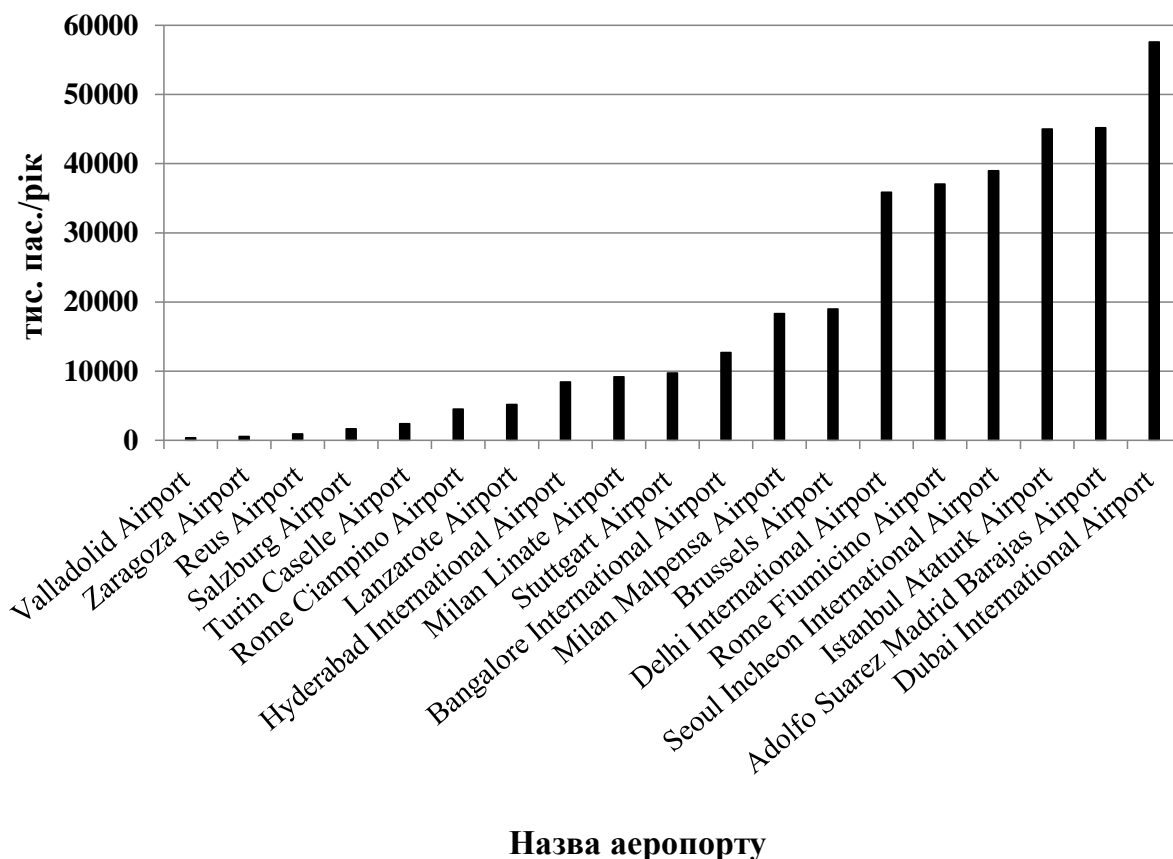


Рис. 1. Річні обсяги авіаперевезень пасажирів (2012 р.)

Як можна побачити (рис.1), питомий показник завантаженості аеропортів упродовж року знаходиться в межах від майже 400 тис. до 60 млн. пасажирів. Але важливим у контексті енергоспоживання «міста–аеропорту» є добова

завантаженість. Саме цій питомий показник задається як величина, що еквівалентна кількості населення у місті при визначенні типу «міста–аеропорту». Розраховані значення добових обсягів авіаційних перевезень пасажирів для обраної групи аеропортів наведено на рис.2.

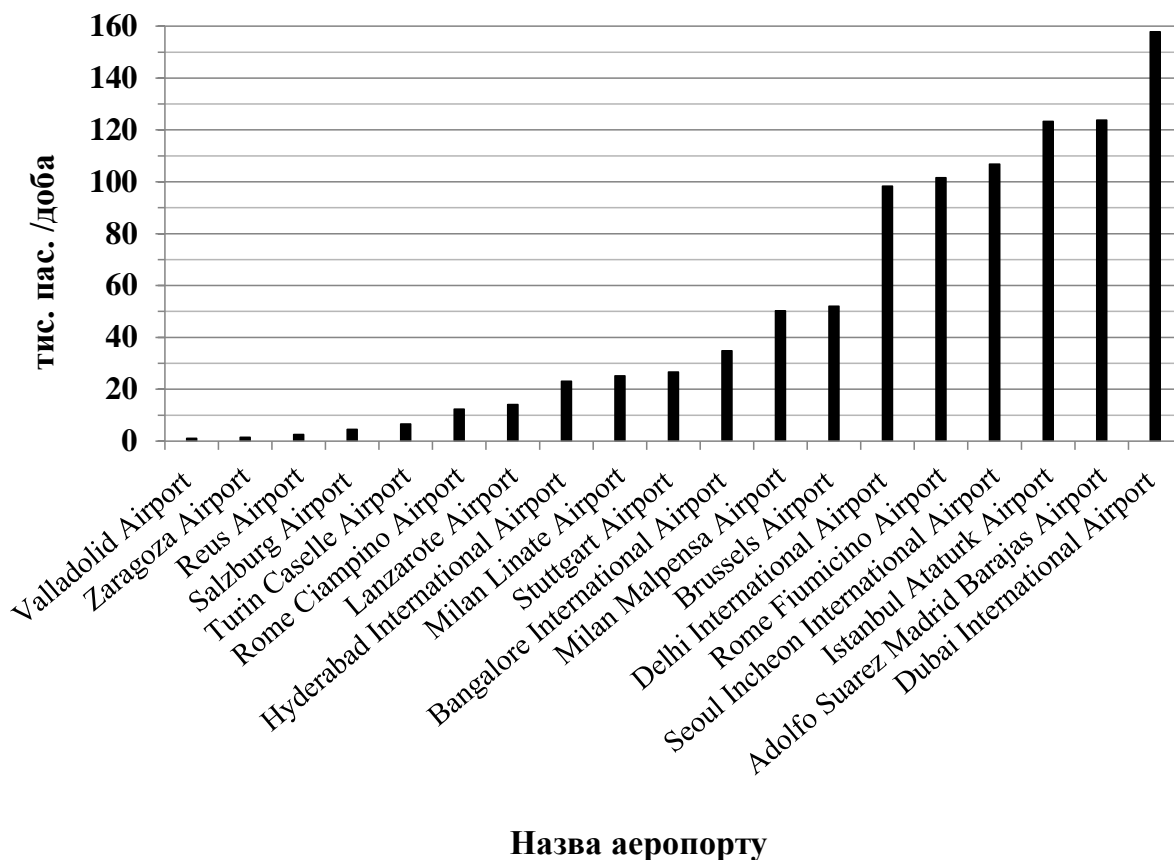


Рис.2. Добові обсяги авіаційних перевезень пасажирів (2012 р.)

Спектр розрахованих значень добових обсягів перевезень дуже широкий і має найменшу величину близько 1 тис. пасажирів на добу, а найбільшу - близько 160 тис. пасажирів на добу. Кореляція значень добових обсягів (рис.2) із кількісними критеріями запропонованої систематизації свідчить, що майже 40% належать до малих «міст–аеропортів», середні та великі складають приблизно по 30%. Оскільки усі обрані аеропорти отримали сертифікат ISO 50001:2011, це свідчить, що впровадження СЕМ можливо в усіх чотирьох типах «міст–аеропортів».

Розвиток ринку авіаперевезень України призведе до відчутного зростання рівня викидів CO₂ з боку об'єктів інфраструктури авіаційної галузі. Вітчизняні аеропорти мають великий потенціал енергозбереження та потребують впровадження СЕМ. Вирішення питань енергоефективності на рівні муніципальних утворень для України не є новим, існує досвід реалізації упродовж останніх десятиріч низки інвестиційних проектів з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях бюджетної сфери м. Києва, у житловому секторі м. Ужгород, Рівне, Львів, у системі централізованого тепlopостачання м. Марганця тощо. Поєднання цього досвіду із

запропонованими методологічними підходами може бути доцільним у питаннях підвищення енергоефективності аеропортів України.

Висновки. Для підвищення енергоефективності функціонування аеропортів за концепцією «місто-аеропорт» проведено систематизацію аеропортів за ознаками міста. Згідно із запропонованим якісним критерієм масштабування аеропортів по чисельності пасажирів та відповідними значеннями кількісних критеріїв визначені чотири типи «міста-аеропорту». Розкриті головні чинники впливу на енергоспоживання аеропортів, на підставі яких зроблено класифікацію енергоефективних аеропортів за критерієм питомого показника добової завантаженості аеропорту пасажирями. Визначені методологічні підходи та узагальнений існуючий досвід з енергоефективних проектів сприятимуть впровадженню СЕМ в аеропортах України.

Література

1. Energy, transport and environment indicators. 2013/ European Commission, Eurostat. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. - 247 p.
2. Стрелкова Г.Г., Агеева Г.М. Методологічні аспекти підвищення енергоефективності функціонування аеропортів у контексті сталої авіації/ Архітектура та екологія: V Міжнар. наук.-практ. конф., 29-30.10.2013 р.: матеріали. – К.: НАУ, 2013. - Ч.ІІ. - С.119-122.
3. Агеева Г.Н. Энергоэффективное функционирование аэропортов в среде мегаполисов и крупных городов/ Современный город: проектирование, строительство и развитие: Междунар. науч.-практ. конф. по стр-ву и арх-ре, г. Екатеринбург, 23-24 апреля 2014 г.: сб. материалов конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – С.114-116.
4. Руководство по экономике аэропортов (Дос 9562). - 3-е изд. – Международная организация гражданской авиации, 2013. – 172 с.
5. Аэровокзалы/ М.В.Комский, М.Г.Писков. – М.: Стройиздат, 1987. – 199 с.
6. ДБН 360-92** Планування і забудова міських і сільських поселень/ Держбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2002. - 113 с.
7. Cities in Europe – The new OECD-EC definition (RF 01/2012). Analysis Regional Focus and Working papers: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: http://ec.europa.eu/regional_policy/information/focus/index_en.cfm
8. Eurostat Website: Data on ‘Transport statistics’. Transport Database: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database>
9. Airports Council International. Airport Statistics and Data Centre: [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: <http://www.aci.aero/Data-Centre>

Для повышения энергоэффективности функционирования аэропортов в рамках концепции «город-аэропорт» проведена систематизация аэропортов по признакам города. Согласно предложенному качественному критерию масштабирования аэропортов по численности пассажиров и соответствующими

значениями количественных критериев определены четыре типа «города-аэропорта». Раскрыты главные факторы влияния на энергопотребление аэропортов, на основании которых выполнено классификацию энергоэффективных аэропортов по критерию удельного показателя суточной загрузки аэропорта пассажирами. Предложено использовать предлагаемые методологические подходы и обобщенный существующий опыт энергоэффективных проектов при внедрении энергетического менеджмента в аэропортах Украины.

To improve the energy efficiency of airports by the concept of "city- airport" systematization of airports on the grounds of the city is carried out. According to proposed qualitative criteria the scaling of airports on the number of passengers with corresponding values of quantitative criteria, four types of "city-airport" have been identified. The main factor influencing the energy consumption of airports is shown. On their basis, the classification of energy efficient airports is fulfilled by the criterion of specific indicator of daily airport load by passengers. Identified methodological approaches with synthesis of energy efficiency projects' experience are suggested to use during implementation of energy management at airports in Ukraine.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

Донбасский государственный технический университет, Украина

В данной статье рассматривается общая характеристика и применение щековой дробилки со сложным движением щеки на промышленных предприятиях Украины, исследованы отрасли использования ЩДС.

Ежегодно в мире дроблению подвергается более 3 млрд. т. минерального сырья и других материалов. При этом следует отметить, что процесс дробления характеризуется значительными капитальными и эксплуатационными затратами, доля которых достигает 50-70% от общих расходов на производство.

Щековые дробилки со сложным движением щеки (ЩДС) применяются во многих отраслях промышленности для крупного, среднего и мелкого дробления различных по прочности и хрупкости материалов. Дроблению в них подвергаются: железные руды и руды цветных металлов, уголь, известняки и доломиты, строительные горные породы и т.д.

Однако ЩДС имеют ряд недостатков, основными из которых являются: большая вертикальная составляющая хода подвижной щеки, приводящая к повышенному износу футеровки, повышенные нагрузки на эксцентриковый вал, ограничивающие изготовление дробилок больших типоразмеров, а также направления траекторий нижних точек подвижной щеки, препятствующие разгрузке материала из рабочей камеры.

Изучению кинематики и режима работы ЩДС посвящены исследования Л.Б. Левенсона, В.А. Баумана, Б.В. Клушанцева, А.Г. Алехина, Л.И. Логака, А.А. Дудко, Д.И. Беренова, И.П. Иванова, А.В. Потемкина и др. авторов [1].

Путем теоретических и экспериментальных исследований ими были установлены функциональные взаимосвязи между основными конструктивными и режимными параметрами и основными технологическими показателями работы ЩДС, а также определены рациональные значения основных конструктивных и режимных параметров данного вида машин.

Дробилка со сложным качением щеки имеет цельносварную станину. У дробилок со сложным качением щеки последняя подвешена непосредственно на эксцентриковом валу, а в нижней части шарнирно соединена с распорной плитой, что обеспечивает точкам ее поверхности движение по замкнутым траекториям.

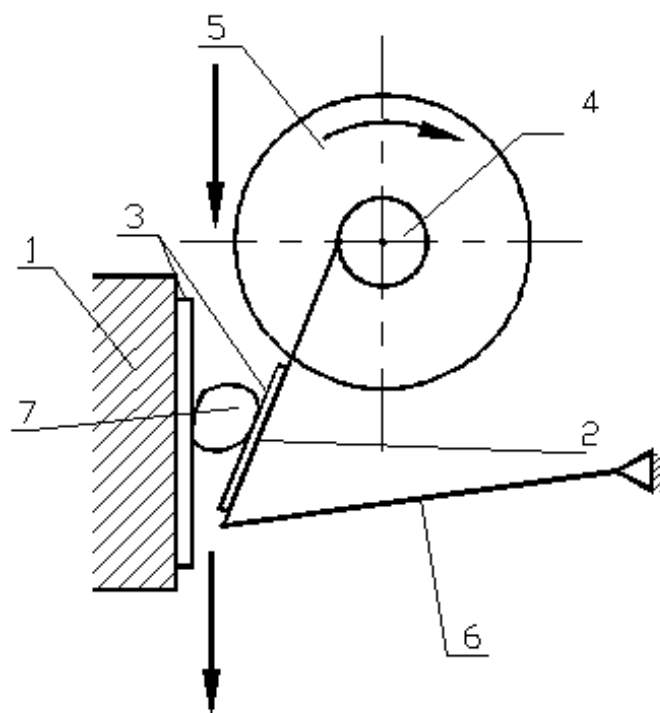


Рис. 1. Схема щековой дробилки со сложным качением щеки:

- 1 – неподвижная щека;
- 2 – подвижная щека;
- 3 – дробильные плиты;
- 4 – главный вал;
- 5 – маховик;
- 6 – распорная плита;
- 7 – кусок дробимого материала [2].

Подвижная щека, выполненная в виде стальной отливки, установлена в двурядных сферических подшипниках на эксцентриковом приводном валу, от которого получает движение. Вращение вала осуществляется шкивом-маховиком от электродвигателя с помощью клиноременной передачи. В нижней части щеки имеется паз, куда вставляется упор распорной плиты, и выступ для установки тяги замыкающего устройства. Подвижная и неподвижная щеки футеруются дробящими плитами.

Для предотвращения вылета кусков материала из камеры дробления под приемным отверстием дробилки установлен защитный кожух. Регулировка ширины выходной щели производится клиновым механизмом. Предохранительными элементами могут быть распорная плита или рычажно-пружинный механизм [3].

Принцип работы щековой дробилки заключается в следующем. Рабочий процесс щековых дробилок происходит в камере дробления – замкнутом пространстве, образованном подвижной и неподвижной щеками. В камеру дробления, имеющую форму клина и образованную двумя щеками, из которой одна является неподвижной, а другая подвижной, подается материал, подлежащий дроблению. Клинообразная форма камеры дробления

обеспечивает расположение более крупных кусков материала сверху, менее крупных – внизу.

Подвижная щека периодически приближается к неподвижной. При сближении щек куски материала подвергаются дроблению. При отходе подвижной щеки (холостой ход) куски материала продвигаются вниз под действием силы тяжести и занимают новое положение или выходят из камеры дробления, если их размеры стали меньше наиболее узкой части камеры, называемой выходной щелью. Затем цикл повторяется.

Современные дробильно-сортировочные комплексы используются на многих предприятиях, работающих в сфере промышленности. При помощи данных комплексов можно осуществлять изготовление и переработку различных материалов.

Дробильно-сортировочные установки могут использоваться для переработки: щебня, гранита, руды, строительных отходов, горных пород

В Украине современные строительные и промышленные предприятия применяют щековые дробилки. При помощи этого оборудования пользователи смогут перерабатывать за час около 200 тонн материала. Данные дробильные комплексы часто используются для дробления мягкого камня [4].

В дробильно-сортировочных комплексах разных видов используются различные элементы дробления. Выбор определенного вида дробильной установки зависит от потребностей предприятия. Практически все современное оборудование позволяет быстро и качественно перерабатывать и сортировать различные материалы.

Помимо дробления при помощи данных комплексов может осуществляться сортировка переработанных материалов. В процессе сортировки полученное сырье разделяется по размеру. Процесс сортировки сыпучих материалов очень похож на просеивание через сито.

Для транспортировки переработанных материалов используется специальный ленточный конвейер. При помощи данного конвейера можно перемещать по территории предприятия такие материалы, как камни, щебень и другие.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. Т. 1. 728 с,
2. *Гузенков Я. Г.* Детали машин: Учеб. пособие для студентов втузов. 3-е изд., перераб, и доп. М.: Высш. шк., 1982. 351 с.
3. Строительные машины. Справочник, под ред. В. А. Баумана, 4 изд., ч. 1, М., 1976.
4. <http://ru.wikipedia.org>

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЩОКОВОЇ
ДРОБАРКИ З СКЛАДНИМ РУХОМ ЩОКИ НА ПРОМИСЛОВИХ
ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ**
В. Ю. Уласевич, В. М. Соколенко

У даній статті розглядається загальна характеристика та застосування щекової дробарки з складним рухом щоки на промислових підприємствах України, досліджено галузі використання ЩДС.

**GENERAL CHARACTERISTICS AND APPLICATION OF JAW CRUSHER
WITH A COMPLEX MOVEMENT CHEEKS ON INDUSTRIAL
PREDPRIATIA OF UKRAINE**
V. Ulasevich, V. Sokolenko

This article discusses the general characteristics and application of jaw crusher with a complex movement cheeks at the industrial enterprises of Ukraine, studied the industry of use WDS.

ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В КОНЦЕ XIX-НАЧАЛЕ XX ВЕКА

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет(СПбГАСУ), РФ

В статье рассмотрены основные типы отопительных приборов Санкт-Петербурга и принципы их работы.. Исследованы специфические особенности печей.

Ключевые слова: печи, Санкт-Петербург.

Санкт-Петербург, крупнейший город в наиболее холодном регионе мира, с момента основания развивался как центр прогрессивных систем отопления. Длинный отопительный период, наиболее холодные зимы влияли на развитие новых отопительных систем. В 1709 году по указу Петра I были изготовлены изразцовые «шведские» печи, указом от 1718 г. Петр I начинает решительную борьбу против постройки в Петербурге черных изб и курных печей или печей с деревянными трубами. В этом указе предлагается: «такие печи и черные избы... ломать, и черных бы изб на дворах отнюдь не было». С двадцатых годов XIX в. в России широко применялась огневоздушная печь Уттермарка. Чугунные «уттермарковские» печки с длинной, через всю комнату трубой в трудную послереволюционную пору получили название «буржуйка»

В конце XIX- начале XX в.в в Петербурге начался строительный бум, вызванный массовым притоком в город работников и активным строительством доходных домов Доходные дома. в Санкт-Петербурге с печным отоплением имели специфическую планировочную структуру – черные лестницы для подъема дров на верхние этажи, дровяные сараи во дворах. Отопительные печи и дровяные кухонные плиты делались из металла или из кирпича. Кухонные плиты, устанавливаемые в доходных домах, белились (по аналогии с русской печью) или, что было более прогрессивным и гигиеничным, облицовывались керамической плиткой.

Круглые отопительные кирпичные печи покрывались плоскими или рифлеными металлическими листами, окрашенными чаще всего «серебрянкой» или клеевой краской, такие печи часто ставились в жилых комнатах.

Изразцовые печи прямоугольной формы назывались «голландками». И круглые, и «голландки» делались высотой почти до потолка. Самой распространенной отделкой печей были белые поливные (глазурованные) изразцы. Эти печи были долговечны, гигиеничны, их можно было легко вымыть. Иногда печи облицовывались неглазурованными изразцами, что стоило дешевле, но в этом случае приходилось их красить масляной, мастичной или клеевой краской.



Рис.1. Изразцовая печь на станции «Сестрорецк». Начало XX в

Часто печи имели пышную декоративную керамическую отделку, представляющую большую художественную ценность.

Камины славились в особых случаях - в респектабельных домах часто облицовывались мрамором и другими ценными породами камня. Каминны имели низкий КПД - использовалось всего 30 % выделяемого тепла. Их устанавливали только в больших, представительских помещениях: в парадных жилых комнатах — в залах, столовых, кабинетах, на парадных лестницах. В индивидуальных домах, особняках, каминны делались на заказ, иногда по рисункам архитектора учитывался общий характер интерьера.

В конце XIX в. в связи с бурным развитием доходных домов в 5-6 этажей появилась необходимость замены печного отопления зданий отоплением централизованным.

Под «централизованным отоплением» подразумевалась единая отопительная система для всего дома, в таком случае в подвале или цоколе устанавливался котел для угольной или, что реже, электрической топки. Распространены были вертикальные ребристые радиаторы.



Рис.2. Реклама изделий фирмы Сан-Галли. Начало XX в

Водяное и паровое отопление мало использовались в Петербурге даже в конце XIX века. По данным Юхнёвой Е.Д. к 1900 году всего 6 % петербургских домов (из 9597 — 609 домов) имели не дровяное отопление. Причем только в трети из них (183 из 609 домов) полностью отказались от дровяного отопления, остальные пользовались смешанным типом отопления: лишь на парадных лестницах и в престижных квартирах 2-х и 3-х этажей устанавливались радиаторы парового, водяного отопления или отопления горячим воздухом; дровяное отопление сохранялось в дешевых квартирах верхних этажей, мансардах и подвалах, а также в хозяйственных и кухонных помещениях престижных квартир. Самым распространенным из не дровяных способов отопления было паровое отопление — 40 % (в 244 домах из 609), чуть менее — водяное отопление 37 % (в 226 домах из 609). Горячий воздух для отопления использовался только в 23 % домов (139 домов из 609). Система труб с горячим воздухом шла внутри стен или под полом, согревая помещения через небольшие отверстия (10 x 10 см), расположенные в углу пола или в нижней части стены. Отверстия прикрывались красивыми металлическими решетками, препятствующими попаданию мусора в систему отопления, но не мешающими горячему воздуху попадать внутрь помещений [1].

«Духовые печи», то есть печи, отапливающие горячим воздухом, уже разрабатывались в России, в 1799 была выполнена система отопления по проекту Н. Львова, эти же идеи «пневматической» печи использовал в своей конструкции инженер Н. Амосов, по его проекту была устроена система отопления в Зимнем дворце. По утверждению Амосова, «одна пневматическая печь, смотря по величине своей и удобству размещения жилья, может нагревать от 100 до 600 куб. сажень вместимости, заменяя собой от 5 до 30 голландских печей» при подаче в отапливаемые помещения воздуха с температурой не выше 80° Реомюра [2].

Однако эта система была не свободна от серьезных недостатков, главный из которых - слишком сильный нагрев труб с последующим пригоранием пыли, содержащейся в воздухе. Именно это стало причиной порчи ценных экспонатов Зимнего дворца, картин, росписи стен, покрывающихся плотным слоем сажи. И уже к 1912 году огневоздушное отопление было заменено на водяное. Замена пневматического отопления системы Амосова водяным в значительной мере способствовало сохранению музейных коллекций. Однако, пневматическое отопление, которое мы сейчас называем воздушным отоплением с огневыми калориферами, широко применялось в Петербурге почти до конца XIX в.

В середине XIX в. было осуществлено водяное отопление высокого давления по системе Перкинса в одном из флигелей Петербургского технологического института. Эта установка почти в первоначальном своем виде сохранилась вплоть до 1930 г. В 1855 г. системой водяного отопления высокого давления было оборудовано здание Николаевского сиротского института в Петербурге. В 1863 г. впервые в России были применены новые нагревательные приборы - ребристые трубы при оборудовании водяным отоплением (повышенного давления с горизонтально-цепочечной разводкой

сети) вновь выстроенного при Академии художеств здания мозаической мастерской в Петербурге.

В 1867 году, в результате конкурса на проект и выполнение работ по оборудованию отопления новой Петербургской детской больницы победил Сан-Галли, который обязался устроить водяное отопление низкого давления в корпусах больницы с соединительной галереей. Сан Галли принадлежит и авторство ребристого чугунного радиатора как нагревательного прибора.



Рис.3. Батарея отопления фирмы Сан-Галли

Водяное отопление с насосным побуждением было впервые осуществлено в России в 1909 г. в здании петербургского Михайловского театра. Автором проекта был инж. Н.П. Мельников, много сделавший для внедрения насосно-водяных систем отопления в практику.

Водяное насосное отопление комплекса доходных домов по Каменноостровскому проспекту в Петербурге было выполнено по проекту завода Зигеля в 1911 году.

Литература

1. Юхнёва Е.Д. Петербургские доходные дома. М.:Центрполиграф, 2008.
2. http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=925

ОПАЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ БУДІВЕЛЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ НАПРИКІНЦІ ХІХ-НА ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ

О. Б. Ушакова

В статті розглянуто основні типи опалювальних приладів Санкт-Петербургу і принципи їх роботи. Досліджено специфічні особливості печей.

Ключові слова: печі, Санкт-Петербург.

**HEATING SYSTEMS IN THE BUILDINGS OF SAINT-PETERBURG IN
THE END OF XIXth-AT THE BEGINNING OF XXth CENTURIES**

O. Ushakova

In the text were analyzed the main types of heating devices of Saint-Petersburg and principles of their working. Were created the specific features of stoves.

Key words: stoves, Saint-Petersburg.

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВИНИ

*Інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського, Україна
Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна*

В роботі наведено результати експериментальних досліджень механізму вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів після просочення їх модифікаторами, визначено ефективність модифікування деревини на зменшення робочого перерізу та збільшення вогнестійкості дерев'яних конструкцій стійкості.

Деревина, яка разом з іншими неорганічними матеріалами, широко застосовується в будівництві та машинобудуванні, завдяки своїм механічним та експлуатаційним властивостям, але чутлива до впливу високої температури, вологості та біологічного пошкодження, що призводить до виходу із ладу дерев'яних конструкцій у результаті обуглювання при горінні.

На сьогодні запропоновано невелику кількість вогнезахисних препаратів, зокрема суміш сульфату амонію, діамонійфосфату і фториду натрію (вогнезахисна композиція МС), або ортоборату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція ББ), та суміш карбонату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція БС), які забезпечують лише II групу вогнезахисної ефективності, до того ж композиція МС вміщує високо небезпечну речовину (фторид натрію) у рецептурі вогнебіозахисного препарату. На теперішній час з'явилися ефективні просочувальні композиції (суміші), зокрема композиція з антипірену (фосфати та сульфати амонію) та антисептика "Гембар", які забезпечують I групу вогнезахисної ефективності згідно ГОСТ 16363 [1].

З метою визначення області температур, за яких термічна деструкція матеріалів відбувається найбільш інтенсивно, проводилось попереднє термогравіметричне дослідження процесів термічної деструкції в динамічному режимі із застосуванням дериватографа Q-1500 D.

Досліджували зразки тирси соснової деревини, а також обробленої вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію та за наявності полімерного антисептика "Гембар" в атмосфері повітря нормального складу (вміст кисню - 21 % об.). У всіх дослідах маса зразка становила 190 мг, швидкість нагрівання - 5 градусів на хвилину, зразок порівняння - порошок α -корунду, матеріал тиглів - алунд, чутливість гальванометрів: ДТА - 250 мкВ, DTG - 500 мкВ. Результати досліджень ілюструються рис. 1 - 2.

У всіх досліджених зразках за температур до 100 °С, відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою їх маси. Такі процеси зумовлюються випаровуванням хімічно незв'язаної води без деструкції матеріалу зразків. Крім того, органічні речовини втрачають конституційну воду (ендоефект з максимумом при 190 °С на рис. 1 з додатковою втратою маси). Температури, за яких починається інтенсивна деструкція, тобто спостерігається

швидка втрата маси зразків, суттєво не відрізняються і становлять 200 - 215 °С. Однак характер і послідовність термічних ефектів (криві ДТА) для кожного матеріалу особливі, що пов'язане з відмінностями їх хімічного складу.

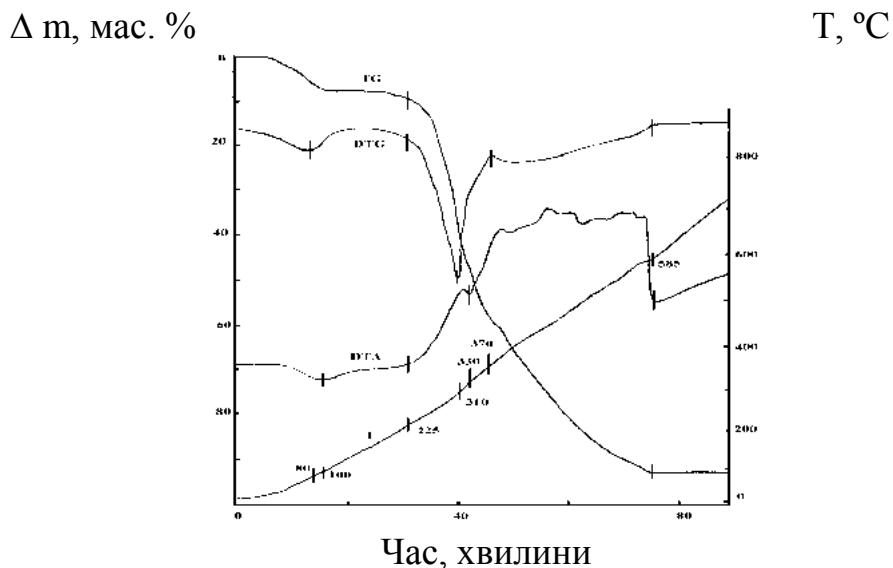


Рис. 1. Криві термогравіметричного аналізу зразків не обробленої соснової деревини в нормальній повітряній атмосфері

У зразку незахищеної деревини поряд з ендотермічними процесами піролізу (відщеплення летких продуктів) навіть за порівняно невисоких температур відбуваються екзотермічні окиснювальні процеси, про що свідчить хід кривої ДТА в області першого піка кривої DTG (рис. 1), а саме наявність помітного екзо ефекту починаючи з температури 225 °С, на який накладається менший за величиною ендоефект з максимумом в області 330 °С.

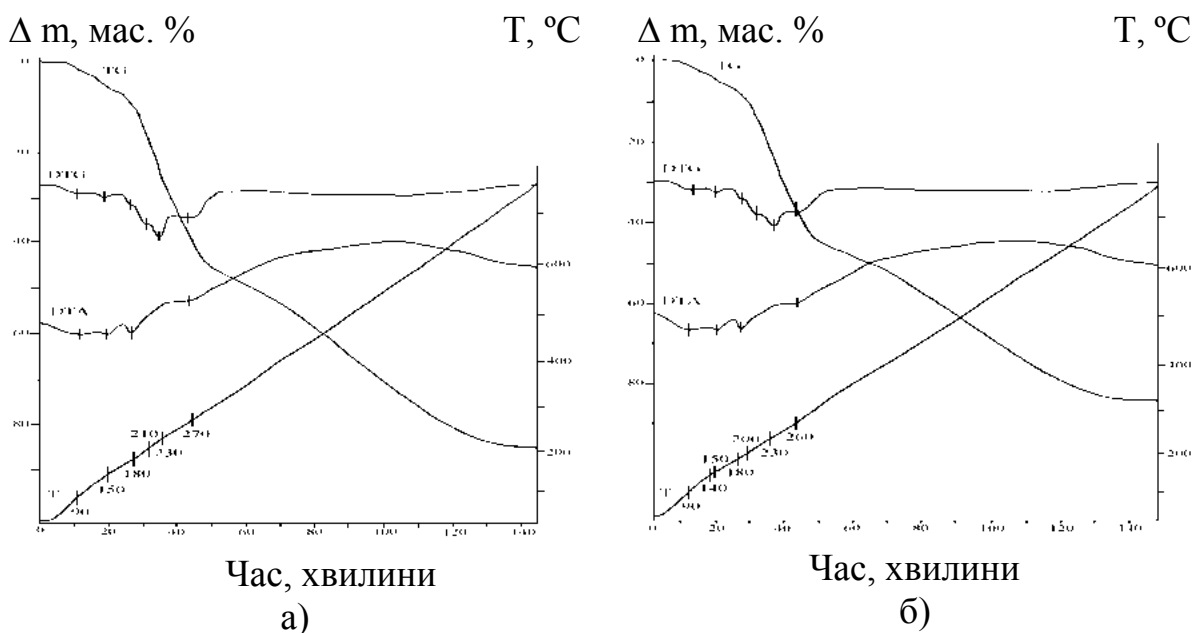


Рис. 2. Криві термогравіметричного аналізу зразків соснової деревини обробленої засобом на основі фосфатів та сульфатів амонію (а) та додатково полімерним антисептиком "Гембар" (б) в нормальній повітряній атмосфері

Відмічається також наявність двох суттєво відмінних стадій деструкції у процесі нагрівання досліджуваного зразку незахищеної деревини, а саме, характерною є стадія інтенсивної втрати маси до температур 370-390 °С, яка може бути зумовлена утворенням і полуменевим горінням газоподібних продуктів, та повільніша стадія (за більш високих температур - після того, як величина відносної втрати маси вже досягла 60 - 70 %), яка зумовлена здебільшого вигорянням карбонізованого залишку і характеризується більшим екзотермічним ефектом. Таке співвідношення величин термічних ефектів спостерігається, очевидно, внаслідок того, що полуменеве горіння (перша стадія) відбувається переважно за межами тигля і значно менше впливає на показання термопари, ніж гетерогенний процес окислення карбонізованого залишку на межі розділу “тверда речовина - газ” (друга стадія).

Окремого аналізу потребують зміни характеру кривих термогравіметричного аналізу зразків деревини (особливо кривих TG і DTA), що проявляються для деревини обробленої засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію та за наявності полімерного антисептика “Гембар” (рис. 2 а, б). Для них практично не змінюється температура початку термоокиснювальної деструкції деревини (200-205 °С) і температура, за якої спостерігається максимальна швидкість деструкції (210-325 °С); величина цієї швидкості також суттєво не змінюється (максимальні відхилення відповідних кривих DTG близькі за величиною). Натомість процеси деструкції на другій стадії у значній мірі залежать від природи вогнезахисної композиції: в міру її вогнезахисної дії сповільнюється втрата маси. Відповідно змінюється і вигляд кривих DTA, а саме зменшується висота і збільшується ширина піків, які характеризують протікання екзотермічних перетворень, внаслідок чого закінчення процесу термоокиснювальної деструкції фіксується за вищих температур. Така відмінність впливу вогнезахисних засобів на протікання деструкції на різних стадіях обумовлюється різними механізмами, за якими відбувається втрата маси зразків. Якщо на першій стадії йде переважно піроліз із відщепленням летких продуктів, швидкість якого не залежить від подальших хімічних перетворень цих продуктів, то на другій стадії швидкість втрати маси визначається кінетикою взаємодії карбонізованого залишку з окисником.

Одним з методів, який дає можливість дослідити утворення летких продуктів вогнезахисної деревини є газохроматографічний аналіз. З урахуванням результатів термогравіметричних досліджень процес термодеструкції зразків рослинної сировини проводили в умовах, за яких утворення газоподібних продуктів відбувається з найбільшою швидкістю. Інтенсивне газовиділення починалось за температури 200-215 °С, за участі екзотермічних процесів температура зразка швидко зростала до 310-350 °С. Основна кількість (понад 90%) продуктів піролізу надходила в газозбірник в діапазоні 210-320 °С, у якому, за даними термогравіметричного аналізу, деструкція відбувається за механізмом відщеплення летких продуктів.

Для одержання газоподібних продуктів термічної деструкції використане спеціальне обладнання, яке розроблене та виготовлене раніше [2]. За наведеною

методикою були проведені дослідження та зібрані леткі продукти піролізу. Результати газохроматографічного аналізу одержаних горючих газових сумішей наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції
деревини

Компонент	Вміст компонентів у летких продуктах деструкції деревини, % об.		
	соснової деревини	соснової деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію	соснової деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію і полімерним антисептиком
CO	39,08	15,8	12,84
CO ₂	51,93	не виявлено	не виявлено
CH ₄	6,05	0,54	сліди
C ₂ H ₆ + C ₂ H ₄	0,45	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₈	0,19	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₆	0,32	не виявлено	не виявлено
H ₂	0,73	0,44	0,11
O ₂	0,26	не виявлено	не виявлено
N ₂	0,99	83,22	87,04

Як видно з таблиці, після піролізу необробленої та обробленої деревини вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію, суміші продуктів деструкції суттєво відрізняються за вмістом азоту та кількістю горючих газів.

За експериментальними даними, середня швидкість обуглювання деревини в конструкціях така: масивні елементи перетином не менше 150x150 мм – 0,6 мм/хв., дощата обшивка, перегородки з дошок товщиною 15-20 мм – 0,8÷1,0 мм/хв. Що стосується захищеної деревини то значення швидкості обуглювання невідомі і залежать від природи модифікаторів і їх властивостей. Прогнозування середньої швидкості обуглювання для деревини запропоновано проводити за залежністю [2]:

$$V_o = \frac{m}{\rho_w}, \quad (2)$$

де m – масова швидкість вигорання деревини (швидкість втрати маси), кг/(м²·с);
 ρ_w – щільність деревини (вологість 10÷12 %), кг/м³.

Дослідженнями проведеними в [1] встановлено, що для захищеної деревини швидкість вигорання становить 2,8 г/(м²·с), а для необробленої становить – 8,1 г/(м²·с) відповідно. Визначена швидкість обуглювання деревини становить для захищеної 0,000336 м/хв. і відповідно для необробленої – 0,00096 м/хв.

Розглянемо дерев'яну стійку з цільної деревини. Матеріал стійки - сосна першого сорту. Перетин $b \times h = 0,22 \times 0,20$ м. Вологість деревини - $10 \div 12$ %, Навантаження на стійку $N_H = 740$ кН.

Розрахунковий опір деревини стійки стиску згідно СНиП II-25-80 для деревини I сорту становить $R_c = 25$ МПа [4].

Задаємо послідовні моменти часу горіння дерев'яної стійки при пожежі, визначаємо робочий переріз стійки ($F_c(\tau)$) і напруження стиску ($\sigma_c(\tau)$) (рис. 1).

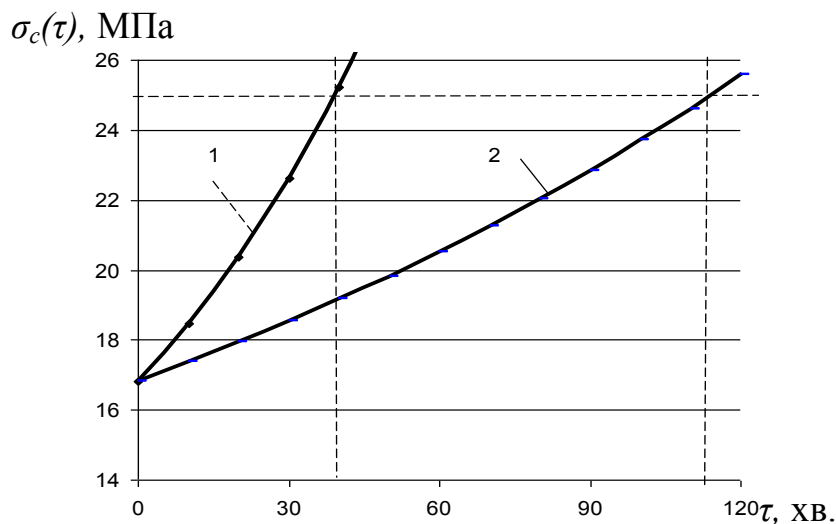


Рис. 3. Залежність напруження стиску ($\sigma_c(\tau)$) від часу горіння τ дерев'яної стійки: 1 – необроблена деревина, 2 – оброблена

Визначаємо час τ від початку займання дерев'яної стійки при пожежі до втрати нею несучої здатності за (5.55), згідно якої $\sigma_p(\tau) \geq R_c = 25$ МПа. Ця умова виконується для необробленої деревини на 40 хв., для обробленої – на 120 хв.

Література

1. *Жартовский В.М., Цанко Ю.В.* Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. Київ: УкрНДПБ МНС України, 2006.- 248 с.
2. *Откідач Д.М., Цанко Ю.В., Соколенко К.І.* Флегматизування горючих газових середовищ. – К.: Пожінформтехніка, 2005. - 196 с.
3. *Шналь Тарас.* Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій: Навчальний посібник. – Львів. Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2006.-220 с.
4. СНиП II-25-80 Деревянные конструкции. – М. 1996.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ Ю. В. Цанко

В работе приведены результаты экспериментальных исследований механизма огнезащиты древесины после пропитки их модификаторами,

определена эффективность модифицирования древесины на уменьшение рабочего сечения и увеличения огнестойкости деревянных конструкций устойчивости.

MODIFICATION EFFECT ON WOOD FIRE RESISTANCE

Ju. Tsapko

This paper presents the results of experimental studies of the mechanism flameproof after treatment of modifiers, the efficacy of modifying wood to reduce the working section and increase the fire resistance of wood structures sustainability.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ КОШТОРИСНИХ ВАРТІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ В ПРОМИСЛОВОМУ ТА ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна
Державне підприємство «Укргеодезмарк» ПубАТ «Київметробуд», Україна*

Виконано аналіз сучасного стану кошторисної нормативної бази розрахунку вартості інженерно-геодезичних робіт в промисловому та цивільному будівництві. Встановлено необхідність розроблення принципово нового підходу до встановлення кошторисної вартості інженерно-геодезичних робіт. Запропоновано альтернативний підхід до визначення повної кошторисної вартості інженерно-геодезичних робіт, який базується на розрахунку вартості інженерно-геодезичних робіт на 1 метр квадратний споруди.

Постановка проблеми. Завдання визначення цін на виконання інженерно-геодезичних робіт в промисловому та цивільному будівництві є однією з головних проблем в сфері нормативного забезпечення будівництва, що турбує інженерів-геодезистів вже не одне десятиріччя. Незважаючи на важливість вирішення цієї проблеми до теперішнього часу відсутній будь-який спільний підхід або навіть стратегія до визначення вартості інженерно-геодезичних робіт. Відтак на сьогоднішній день відсутні хоча б в першому наближенні укрупнені кошторисні вартісні показники на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві. Незважаючи на важливість інженерно-геодезичного забезпечення будівництва будь-якого об'єкту, цінова політика в різних структурах та відомствах, включаючи Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, по відношенню до цього виду робіт залишається незрозумілою. Практично кожному, навіть студенту будівельних спеціальностей відомо, що геодезичні роботи є невід'ємною складовою технологічного процесу зведення інженерних будівель та споруд, однак фінансування таких робіт здійснюється в кращому випадку за залишковим принципом. Згідно діючої нормативної бази інженерно-геодезичні роботи відносяться до категорії загальновиробничих витрат, що де-факто призводить до того, що фінансування роботи інженерно-геодезичної служби на будівництві в зведеному кошторисі не передбачене. Хоча, як вже зазначалося без інженерно-геодезичного забезпечення будівництво абсолютно неможливе. Така ситуація ставить інженерно-геодезичну службу в умови, коли геодезисти фактично знаходяться поза сферою фінансових потоків на будівництві, в той час як самі приймають найактивнішу участь як в процесі будівництва об'єкту так і на стадії його експлуатації. З іншого боку

створюються умови до можливих фінансових зловживань зі сторони, як замовника так і підрядника, оскільки в явному вигляді витрати на інженерно-геодезичне забезпечення будівництва не відображені. Тож виведення вартості інженерно-геодезичних робіт з категорії загальновиробничих витрат в окрему статтю зведеного кошторису на будівництво дозволило б подолати вказану проблему і не тільки зробити процес фінансування інженерно-геодезичних робіт більш прозорим, а й значно стимулювати інженерно-геодезичні служби до підвищення якості виконання своїх робіт. Проте такі зміни можливі за умови наявності чіткої методики розрахунку вартісних показників на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві. Фактично постає комплексне завдання розроблення вартісних показників таким чином, щоб вони дозволили розробити збірник цін на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві, який би в свою чергу при умові виведенні інженерно-геодезичних робіт в окрему статтю кошторису, дозволив би однозначно розраховувати вартість інженерно-геодезичних робіт на основі проекту будівництва конкретного об'єкту. Метою представленої роботи є розгляд одного із запропонованих авторами варіантів визначення укрупнених кошторисних вартісних показників на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві

Виклад основного матеріалу. Розглядаючи поставлену проблему слід виділити історичні етапи, що вплинули на нинішній стан підходу до складання кошторисної документації на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві. Важливо одразу визначити предметну сферу дослідження, яка включає промислові об'єкти (складські приміщення, торгівельні приміщення, цехові приміщення – всі висотою до 3-х поверхів) та цивільні об'єкти (житлові будинки, споруди сфери обслуговування та ін.). Розроблення укрупнених кошторисних вартісних показників на інженерно-геодезичні роботи при будівництві таких об'єктів, як мости, греблі, тунелі, великопролітні просторові покриття, в тому числі оболонки та ін., відбувається за окремими методиками і в даному запропонованому нами підході не розглядається.

Від початку при розробленні кошторисів на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві керувалися відомчими розробками, які в кожному окремому випадку мали свою специфіку. Певне зрушення в цьому питанні відбулося із запровадженням Збірника цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва [1]. Попри те, що в цьому збірнику, затвердженому у 1981 році із доповненнями у 1990 році [2], фігурували основні види геодезичних робіт, безпосереднє застосування цього збірника при кошторисних розрахунках інженерно-геодезичних робіт стикалося із наступними складнощами:

1. Збірник [1] було розроблено під виконання інженерно-геодезичних робіт тільки на стадії вишукування інженерних споруд. Загально відомо, що геодезичні роботи на стадії вишукувань складають приблизно 20-25% відсотків від всього об'єму інженерно-геодезичних робіт, відтак такі основні етапи, як інженерно-геодезичне забезпечення будівництва (розмічувальні роботи),

контрольне геодезичне знімання та спостереження за осіданнями та деформаціями в цьому збірнику не представлені. Більше того якщо спробувати вести мову про окремі види геодезичних робіт, то і тут відсутня можливість розкласти інженерно-геодезичні роботи на окремі етапи (розмічування лінії, розмічування кута, передача координат, передача відмітки, вимірювання осідання, визначення крену та ін.).

2. Друга, не менш важлива проблема стосується того факту, що Збірник [1] практично побудований, за виключенням деяких пунктів, на характеристиках і вимогах до геодезичних робіт, що мають місце при створенні Державних геодезичних мереж та топографічному зніманні в різних масштабах. Такі характеристики і вимоги не мають нічого спільного із інженерно-геодезичними роботами при промисловому та цивільному будівництві.

3. Не слід забувати, що вказаний Збірник попри прийняті поправочні індекси було розроблено в кінці 70-х на початку 80-х років ХХ сторіччя. За час, що пройшов з цього моменту в геодезії та інженерній геодезії зокрема, сталися революційні зміни в приладах, технологіях та автоматизації виконання вимірювань. Тому використання індексів до деяких видів робіт є просто абсурдним.

4. Четвертий, і на наш погляд головний недолік, полягає в тому що відштовхуючись від показників Збірника [1] неможливо встановити конкретну кошторисну вартість інженерно-геодезичних робіт, як окремої складової статті загального кошторису на будівництво.

В теперішній час існує більше 10 поправочних коефіцієнтів та індексів до вказаного Збірника, що також не сприяє зручності його використання.

Незважаючи на те, що вказані недоліки практично унеможливають використання даного Збірника до розрахунків кошторисної вартості інженерно-геодезичних робіт, цим Збірником продовжують користуватися при розрахунках і саме на нього робляться всі посилання при проходженні експертної перевірки.

Іншим, але також невдалим слід визнати спробу встановити вартість інженерно-геодезичних робіт через людино-дні згідно з Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 01.07.2008 року № 297 Про індекси визначення кошторисної вартості проектно-вишукувальних робіт та показники цієї вартості в розрахунку на один людино-день [3]. Згідно з цим Наказом показник кошторисної вартості в розрахунку на 1 людино-день було встановлено у розмірі 434 грн. Цілком зрозуміло, що такий підхід може бути застосований в тому випадку коли існує можливість нормування інженерно-геодезичних робіт на будівництві. Аналогічні норми існують в класичній геодезії, яка як зазначалося раніше призначена для створення Державних геодезичних мереж та топографічного знімання. В таких умовах геодезисти не залежать від інших виробничих процесів і тому є можливість виконати нормування всіх технологічних процесів окремо. У випадку інженерно-геодезичного забезпечення будівництва, коли робота інженера-геодезиста безпосередньо пов'язана з іншими будівельними процесами, виконати таке нормування дуже складно. Фактично за таких умов створюється прецедент, що

при гальмуванні певних будівельних операцій інженер-геодезист буде знаходитись в стані «простою» і відповідно робота його оплачуватись не буде.

До цього всього слід додати, що розрахунку через людино-дні притаманні і головний недолік, а саме неможливість встановлення конкретної кошторисної вартості інженерно-геодезичних робіт на весь період будівництва, як окремої складової статті загального кошторису на будівництво. Окремо слід відмітити, що вказана кошторисна вартість в розрахунку на 1 людино-день була прив'язана до середньої заробітної платні в галузі станом на 2008 рік, а механізму індексації у зв'язку зі зміною середньої зарплатні Наказом [3] передбачено не було.

Окремо слід вказати про наявність в топографо-геодезичній галузі Збірника укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи [4], затвердженого Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України у 2003 році. Цей Збірник призначений для використання у топографо-геодезичній діяльності і попри деякі окремі положення йому у ще більшій мірі притаманні недоліки Збірника [1]. До речі поправочні індекси до кошторисної вартості для Збірника [4] в останнє приймалися 2007 року.

Виконаний огляд показує, що існуючий стан із виконанням будь-яких кошторисних розрахунків в інженерно-геодезичній галузі є вкрай незадовільним. Одним із шляхів подолання вказаної проблеми є підхід, що запропонований авторами і який буде розглянуто далі.

Ідея запропонованого підходу полягає у визначенні вартості всього комплексу інженерно-геодезичних робіт на весь період будівництва та початковий період експлуатації виходячи з обчислення вартості інженерно-геодезичних робіт для 1 м² промислової або цивільної споруди. Ще раз відмітимо, під промисловими і цивільними спорудами розуміються об'єкти перераховані нами на початку статті. Для обчислення вартості інженерно-геодезичних робіт для 1 м² споруди було виконано поглиблений аналіз конструктивних та технологічних схем будівництва промислових і цивільних споруд. Цей аналіз дозволив виділити базову споруду для якої було повністю запроектовано всі види інженерно-геодезичних робіт з урахуванням останніх технологічних досягнень в галузі геодезичних та інформаційних технологій. Вартість окремих видів інженерно-геодезичних робіт була підібрана з використанням Збірника [1], а там де це неможливо було зробити була встановлена через опитування фахівців і призначена в людино-днях.

Як типову було прийнято споруду з наступними характеристиками:

- поверхів-27;
- котлован Н=10 м;
- загальна площа S=2600 м² (20x130 м);
- термін будівництва - 1 рік;
- спостереження за сталістю: - 2 рази на рік.

Уявлення про об'єм виконуваних інженерно-геодезичних робіт можна отримати з рис. 1 та рис. 2. Обсяги та вимоги до геодезичних робіт визначались у відповідності до ДБН В.1.3-2:2010 [5].

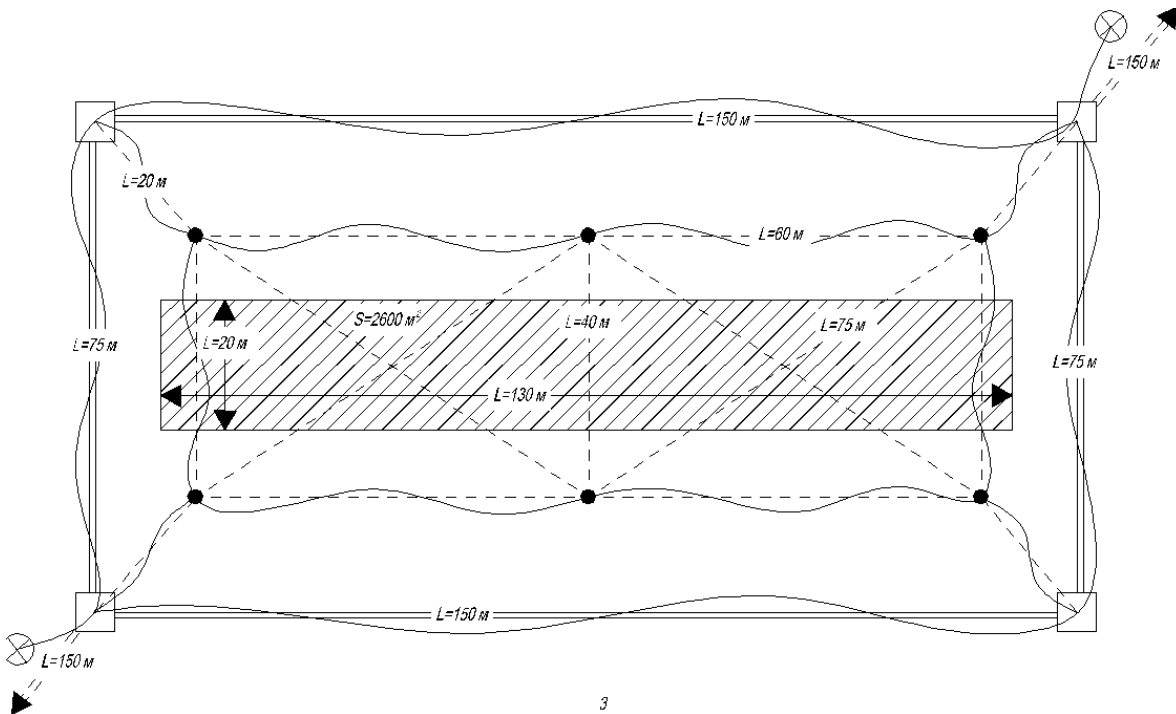


Рис. 1. Схема створення опорної та зовнішньої геодезичної мереж

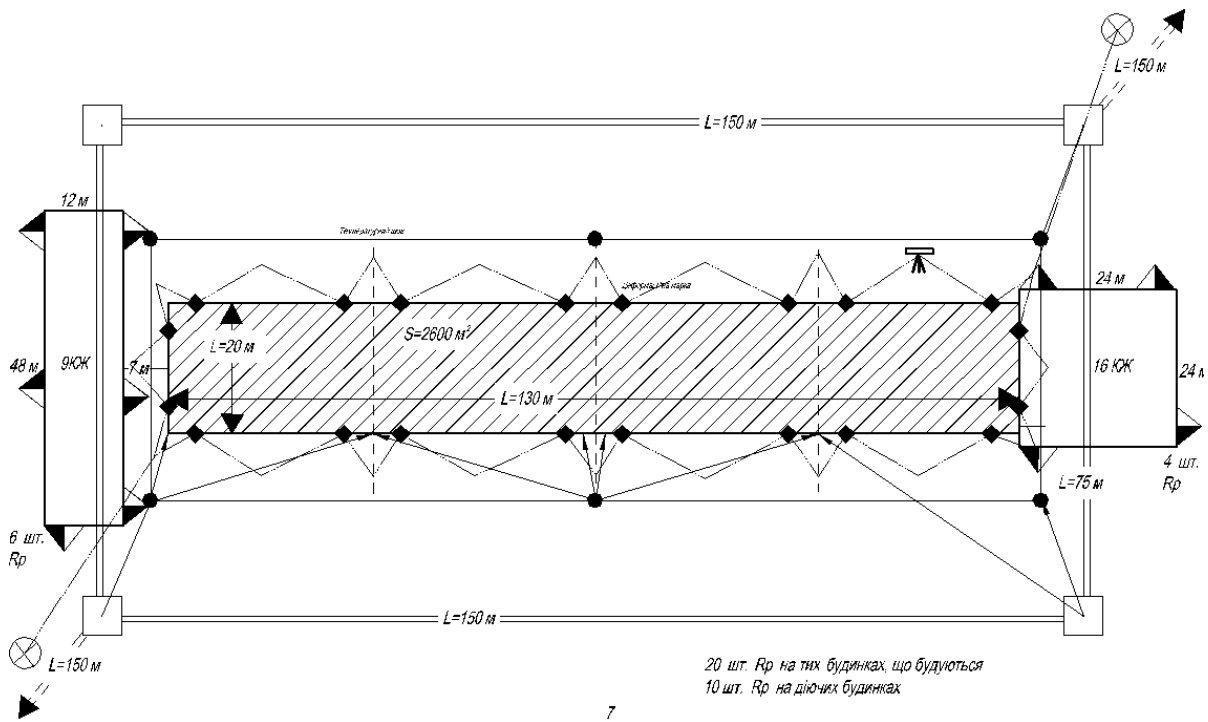


Рис.2. Схема спостережень за осіданнями і деформаціями

Всього всі процеси було розділено на 4 розрахунки:

- РОЗРАХУНОК №1 на створення опорної та зовнішньої геодезичних мереж і спостереження за її сталістю (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§4,5,6,14);
- РОЗРАХУНОК №2 на виконання спостережень за деформаціями будинку, що споруджується та будівель і споруд, що знаходяться в зоні деформації (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§4,6), Періодичність

спостережень: 1 раз на місяць. Кількість циклів спостережень: 12. Всього: 2+12=14 (2 первинних);

- РОЗРАХУНОК №3 на виконання контрольно-геодезичного знімання інженерних мереж (тепломережі, телефон, електромережі, водопровід, водовідвід, каналізація, 6 інженерних мереж по 150м кожна, 900м) (згідно вимог ДБН В.1.3-2:2010, §§7,13)

- РОЗРАХУНОК №4 на виконання детальних розмічувальних і контрольних інженерно-геодезичних робіт при будівництві житлового будинку (згідно до вимог ДБН В.1.3-2:2010, § 4.7).

Виконані розрахунки дозволили отримати загальні кошторисні показники.

1. Загальна вартість геодезичних робіт: розрахунок №1 (2541 грн.) + розрахунок №2 (8035 грн.) + розрахунок №3 (2512 грн.) + розрахунок №4 (383739 грн.) = 396827 грн.

2. Вартість геодезичних робіт з діючим коефіцієнтом $K=8,32$ (Наказ [3]): $396827 \times 8,32 = 3301600$ грн.

3. Вартість геодезичних робіт за 1 м^2 : $3301600 \text{ грн.} / 70200 \text{ м}^2$ ($20\text{м} \times 130 \text{ м} \times 27$ поверхів) = $47,03 \text{ грн.} / \text{м}^2$

Вартість геодезичних робіт по видам наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Найменування робіт	Обсяг	Вартість робіт, грн.	
			Всього	за 1 м^2
1	Створення опорної та зовнішньої геодезичних мереж і спостереження за її сталістю	Загальна площа поверху ($20 \times 130 = 2600 \text{ м}^2$)	2541	0,98
2	Спостереження за деформаціями	-//- ($20 \times 130 = 2600 \text{ м}^2$)	8035	3,09
3	Контрольно-геодезичне знімання інженерних мереж	-//- ($20 \times 130 = 2600 \text{ м}^2$ кв. м)	2512	0,96
4	Виконання детальних інженерно-геодезичних і знімальних робіт при будівництві житлового будинку	-//- $2600 \text{ кв.м} \times (24+3) =$ $=70200 \text{ м}^2$ (24 поверхи вище «0», 3 поверхи нижче «0»)	383739	4,87
Σ:			396827	47,03 Станом на 01.08.2013р.

Таким чином вартість інженерно-геодезичних робіт на 1 м^2 споруди склала $47,03$ грн.

Висновки. Виконаний нами аналіз вказує на вкрай незадовільний стан нормативного забезпечення завдання визначення вартості інженерно-

геодезичних робіт. Більш того абсолютно неправильним є сам підхід до фінансування інженерно-геодезичних робіт в промисловому та цивільному будівництві по залишковому принципу. Для подолання цих проблем необхідним є виведення вартості інженерно-геодезичних робіт окремою статтею в загальному кошторисі на будівництво. Для забезпечення цієї процедури необхідним є розроблення кошторисних вартісних показників на інженерно-геодезичні роботи в промисловому та цивільному будівництві. Авторами була зроблена перша спроба до розроблення таких показників і як варіант розглянуто підхід до визначення вартості інженерно-геодезичних робіт через визначення вартості інженерно-геодезичних робіт на 1 м² споруди. Загалом піднята в статті проблема відкриває широкий напрямок для подальших досліджень і автори сподіваються на започаткування широкої дискусії з даного питання.

Література

1. Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства (ГОССТРОЙ СССР) от 16 июля 1981 г. № 121, М., - 568 с.
2. Дополнения к "Сборнику цен на изыскательские работы для капитального строительства" Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства (ГОССТРОЙ СССР) от 1 марта 1990 г. № 22, М., - 20 с.
3. Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 01.07.2008 року № 297 «Про індекси визначення кошторисної вартості проектно-вишукувальних робіт та показники цієї вартості в розрахунку на один людино-день».
4. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 19 лютого 2003 р. №29/м «Про затвердження Збірника укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи».
5. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Затверджені Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 21.01.2010 року № 20, К., - 55 с.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СМЕТНЫХ СТОИМОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ИНЖЕНЕРНО- ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Р. В. Шульц, Н. В. Белоус, А. А. Анненков, В. Я. Ковтун

Выполнен анализ современного состояния сметной нормативной базы расчета стоимости инженерно-геодезических работ в промышленном и гражданском строительстве. Установлена необходимость разработки

принципиально нового подхода к установлению сметной стоимости инженерно-геодезических работ. Предложен альтернативный подход к определению полной сметной стоимости инженерно-геодезических работ, который базируется на расчете стоимости инженерно-геодезических работ на 1 метр квадратный сооружения.

**WAYS OF DECISION PROBLEM OF ESTIMATE COST INDEXES
DEVELOPMENT FOR ON ENGINEER-GEODETIC WORKS IN
INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION**

R. Schultz, N. Belous, A. Annenkov, V. Kovtun

The analysis of the modern state of estimate normative base for cost calculation of engineer-geodetic works is executed in industrial and civil construction. The necessity of development of the new principle to estimate cost of engineer-geodetic works is established. The alternative method is offered determination of overall estimate cost of engineer-geodetic works, which is based on the calculation of cost of engineer-geodetic works on 1 square meter buildings.

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ФІНАНСУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті визначаються основні механізми фінансування заходів енергозбереження. Проводиться аналіз світових аналогів та особливості України. Визначається необхідність використання нового напрямку сервейінгу для визначення системних механізмів управління фінсовими потоками енергоефективних проектів в будівництві.

Висока енергоємність ВВП в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинутих країн, незадовільної галузевої структури національної економіки, негативного впливу «тіньового» сектора, зокрема, імпортно-експортних операцій, що об'єктивно обмежує конкурентоспроможність національного виробництва і лягає важким тягарем на економіку – особливо за умов її зовнішньої енергетичної залежності. На відміну від промислово розвинутих країн, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України - це питання виживання в ринкових умовах та входження в європейські та світові ринки. Для цього підлягає розв'язанню проблема збалансованого платоспроможного попиту як на внутрішньому так і зовнішньому ринках, а також диверсифікації імпорту паливно-енергетичних ресурсів.

Проте, слід зазначити, що, починаючи з 2002 року, темпи зниження енергоємності ВВП уповільнилися в зв'язку з тим, що в найбільш енергоємних галузях економіки, - металургійній, машинобудівній, хімічній та нафтохімічній, а також у житлово-комунальній сфері динаміка зниження енергоємності валової доданої вартості зазнала негативних змін, обумовлених недопустимо високим ступенем фізичного зносу основних фондів (65-70%), та відповідним підвищенням питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на ряд важливих видів продукції.

Фактор енергозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективне функціонування національної економіки. Виділяють такі системні рівні:

Технічний фактор відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції (послуг).

Структурний фактор відображає вплив структурних змін у галузевій або міжгалузевій діяльності на обсяги споживання палива та енергії.

На даний час основним фактором зниження енергоємності продукції (послуг) в усіх галузях економіки є формування ефективно діючої системи державного управління сферою енергозбереження. Це дозволить, в першу чергу, удосконалити структуру кінцевого споживання енергоресурсів, зокрема,

за рахунок подальшого розширення та поглиблення електрифікації в усіх сферах економіки шляхом заміщення дефіцитних видів палива з одночасним підвищенням ефективності виробництва.

Виходячи з прогнозу розвитку галузей промисловості України на період до 2030 р., у структурі випуску промислової продукції відносно 2005 р. за базовим сценарієм передбачається скорочення питомої ваги найбільш енергоємних її галузей: електроенергетики – на 2,5%, металургії – на 5,4%, паливної промисловості – на 1,8%, хімічної та нафтохімічної промисловості – на 1,4% при одночасному зростанні часток машинобудування та металообробки на 7,1%, промисловості будівельних матеріалів – на 1,2%, і харчової промисловості – на 3,4%. У структурі випуску валової продукції сільськогосподарства передбачається зростання питомої ваги виробництва продукції тваринництва.

У цілому енергозбереження за рахунок галузевих структурних зрушень у промисловості, сільськогосподарському виробництві та на транспорті в 2030 році (порівняно з 2005 роком) оцінюється у розмірі 61,65 млн. т у.п., у тому числі паливо – 58,54 млн. т у.п., електроенергія – 1,95 млрд.кВтг, тепла енергія – 16,96 млн. Гкал.

Аналіз закордонного досвіду застосування механізмів фінансування заходів з енергозбереження та енергоефективності дозволяє зробити наступні висновки:

- ❖ для заохочення енергозбереження або для боротьби з неефективним чи надмірним споживанням енергії використовуються різні схеми оподаткування, які підвищують відносну вартість спожитих енергоресурсів або зменшують відносну вартість застосування нових технологій.

- ❖ фінансові стимули використовуються для заохочення реалізації політики енергозбереження шляхом підвищення економічної привабливості відповідних інвестицій та закупівель, або зниження експлуатаційних витрат. Джерелами пільгових кредитів або субсидій є кошти, які надійшли від запроваджених податків і зборів.

- ❖ фінансові стимули використовуються в комплексних програмах, які поєднують інтереси державних установ, населення та підприємницьких кіл, і виконують функцію розподілу доходів з урахуванням рівня ефективності використання енергоресурсів.

З урахуванням реального стану економіки України першочерговими заходами з впровадження економічних механізмів енергоефективності є:

- ❖ встановлення прогресивних норм питомих витрат енергоносіїв у порядку, визначеному законодавством;

- ❖ запровадження дієвих економічних санкцій за неефективне використання енергоресурсів (підвищена плата, податки, штрафи);

- ❖ підвищення адміністративної відповідальності за порушення у сфері енергозбереження та енергоефективності.

Після розв'язання зазначених проблем можливе застосування

економічних механізмів стимулювання - здешевлення кредитів і звільнення від оподаткування частини прибутку, отриманого за рахунок впровадження енергоефективних та енергозберігаючих технологій.

Основними джерелами надходження коштів для функціонування економічних механізмів стимулювання програм, проектів та заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження є: кошти державного та місцевих бюджетів отримані від встановлених податків, штрафів та підвищеної плати за енергоресурси; власні кошти підприємств; кредитні ресурси; внутрішні та зовнішні інвестиції.

Висновки. Оскільки будівельний проект в Україні може розглядатись як сукупність процесів: вкладання коштів (інвестування), створення інтелектуального продукту (проектна діяльність), створення нових об'єктів (безпосереднє будівництво), виготовлення матеріалів та виробів, тощо, що в сукупності своїй системно включає енергоефективні важелі, то й питання фінансових механізмів мусить носити інноваційно-системний характер, що дозволяє комплексний аналіз як окремих частин (стадій) так і загальної ефективності.

Саме тому, на сьогодні, в будівництві вводиться новий вид аналізу *сервейінг* – *реалізація системного підходу до розвитку та управління об'єктами будівництва*. Даний новий напрямок є затребуваним інвесторами і забудовниками найбільш знакових об'єктів як інструментарій оптимізації операційних витрат.

Сервейінг забезпечує максимізацію прибутку при мінімізації витрат. Він проводиться виключно в інтересах інвестора будівництва, однак використання саме такого підходу дозволяє:

- забезпечити системний контроль цільового використання коштів на всіх стадіях будівництва і життєвого циклу будівельного проекту;
- знизити витрати на 25-30% і більше;
- нарощувати економічну ефективність реалізації будівельного проекту.

Література

1. Фатхутдинов Р.А. Система менеджмента. - М.: АО «Бизнес-школа», 1996.-358с.
2. Фототов А.Г. Ресурсный потенциал: планирование и управление.-М.: Экономика, 1985.
3. Френкель А.А. Прогнозирование производительности труда: методы и модели. - М.: Экономика, 1989.
4. Саати Т., Керне К. Аналитическое планирование: Организация системы. - М.: Радиосвязь, 1991. - 223 с.
5. Ханна М.Д. Управління виробництвом з метою задоволення споживача : підручник /М.Д. Ханна. - К. : Віпо, 2003. - 225 с.

6. Чейз Р.Б. Производственный и операционный менеджмент : пер. с англ. - 10-е изд. /Р.Б. Чейз, Ф.Р. Джейкобз, Н.Дж. Аквилано. - М. : Вильямс, 2007. - 1184 с.

7. www.management.com.ua/ Интернет портал для управлінців.

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В УКРАИНЕ

И. М. Якимчук.

В статье определяются основные механизмы финансирования мероприятий энергосбережения. Проводится анализ мировых аналогов и особенности Украины. Определяется необходимость использования нового направления сервейнгу для определения системных механизмов управления финансовыми потоками энергоэффективных проектов в строительстве.

ANALYSIS OF MECHANISMS OF FINANCING OF EVENTS IS ON ENERGY-SAVINGS IN UKRAINE

I. Yakimchuk

The basic mechanisms of financing of events of energy-savings are determined in the article. The analysis of world analogues and feature of Ukraine is conducted. The necessity of the use of new direction of сервейнгу is determined for determination of system mechanisms of management of energyeffective projects финансовыми streams in building.

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ГЕЛІОСИСТЕМ

З інтенсивним розвитком сучасної енергетики виникають дві основні проблеми – обмеженість запасів традиційних енергоресурсів і охорона навколишнього середовища від зростаючих об'ємів викидів при спалюванні різних видів палив. Використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) сонця, вітру, землі, геотермальних вод, приливів та відливів і т.п., допомагають частково вирішувати ці проблеми.

Серед НВДЕ найбільшої уваги заслуговує сонячна енергія (СЕ). Вона має три основні переваги – ресурси її настільки великі, що здатні задовольнити зростаючі енергопотреби людства на доволі віддалену перспективу, її використання не має масштабних обмежень, пов'язаних з небезпекою порушення теплового балансу планети з послідуєчими змінами клімату і вона екологічно безпечна. Сонячна енергія може бути використана в різних сферах діяльності людини. Одним з напрямків її використання є теплопостачання будівель і споруд.

В основному в геліосистемах теплопостачання застосовується рідинний теплоносій, та, в ряді випадків доцільніше використовувати в якості теплоносія повітря. Геліосистеми повітряного теплопостачання (ГСПТ) в окремих випадках мають деякі переваги по відношенню до рідинних: більш високий коефіцієнт використання сонячної енергії; відсутність небезпеки розмерзання системи та затоплення обладнання; більш просте керування та більшою антикорозійною стійкістю. Найважливішим елементом ГСПТ є колектор сонячної енергії (КСЕ), адже саме цей елемент системи відповідає за перетворення енергії сонячного випромінювання на теплову, тому при конструюванні та виборі КСЕ стає питання забезпечення ряду вимог до приймача СЕ.

На базі аналізу умов експлуатації ГСПТ було розроблено набір вимог до конструкції КСЕ. По-перше, через невисоку теплову ефективність даних систем, вартість таких колекторів має бути якомога нижчою для задовільної рентабельності. По-друге геліоприймачі мають бути достатньо ефективними з тим, щоб зібране з них геліополе не займало великої площі. По-третє, установка колекторів повинна супроводжуватися мінімальними змінами в існуючій номенклатурі будівельних конструкцій, що використовуються при проектуванні нових будівель і тим більше при реконструкції систем опалення та вентиляції вже існуючих та експлуатованих споруд. І на кінець, вони повинні характеризуватися достатньою надійністю, високою ремонтпридатністю і простотою в експлуатації.

Сучасні повітряні КСЕ, що випускаються серійно, поділяються три типи принципово різних конструкцій. Перший – це конструкція геліоприймача типу «Стіни Тромба» для пасивних системи теплопостачання з природнім або вимушеним рухом повітря. Така конструкція найбільш притаманна країнам

Північної Америки, особливо в південній її частині, де КСЕ такого типу використовуються для опалення складів, ангарів, великих супермаркетів тощо. Основні виробники на 2013р. подібного обладнання – це «Conserval Engineering» (США) – 35500 м²/рік; «Your Solar Home» (США) – 15600 м²/рік; «Captasol» (Мексика) – 16000 м²/рік [1]. Основним недоліком такого рішення є інтеграція цих колекторів в будівельні конструкції та необхідність планування розміщення самих будівель на доволі відкритих територіях.

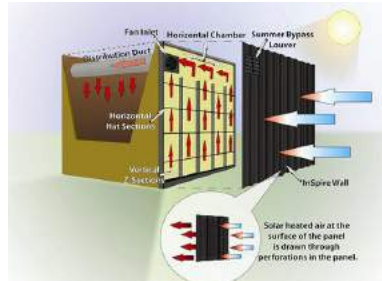


Рис.1. Загальний вигляд сучасної системтеплопостачання на основі «Стіни Тромба» виробництва компанії «АТАS» (США)

Другий тип – це аналог класичної конструкції плоского рідинного геліоколектора, де замість трубок для теплоносія облаштовані канали для проходження повітря в контакт з поглиначем сонячного випромінювання (абсорбером). Такі КСЕ використовуються, як правило, в активних системах теплопостачання, споруджуючи геліополя з колекторів, що розміщуються на дахах або спеціальних майданчиках неподалік будівель, які обслуговуються. Виробництво плоских повітряних КСЕ зосереджено в Європі, де ГСПТ використовуються для опалення приватних будинків, господарських приміщень і невеликих офісів, та індустріальних країнах Азії, використання ГСПТ в яких зосереджено для сушки сільськогосподарської продукції (фрукти, трави, зернові культури і т.д.). Лідируючими виробниками за 2013р. КСЕ другого типу є «Grammer Solar» (Німеччина) – 10000 м²/рік; «Сона» (Австрія) – 2000 м²/рік; «Kraftwork» (Індія) – 2600 м²/рік; «XNE Group» (Китай) – 10000 м²/рік; «OM Solar» (Японія) - 10000 м²/рік [1]. Недоліком таких КСЕ є їхня вартість (до 325€ за м² поглинаючої поверхні) та значна маса (до 34 кг на м² поглинаючої поверхні), що зумовлено конструкцією колекторів: металевий абсорбер, як правило, алюмінієвий чи мідний в металевому корпусі, покритий гартованим склом.

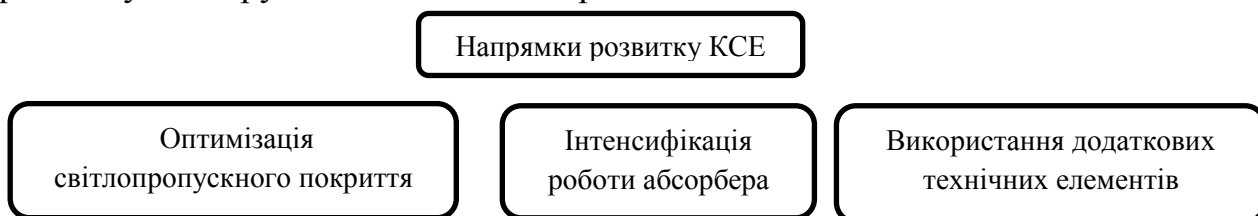


Рис.2. Загальний вигляд сучасного повітряного сонячного колектора на прикладі колектора Grammer JumboSolar

Третій тип – це комбіновані повітряні КСЕ з електричними сонячними панелями. Прилади такого типу мають дуже вузькі області застосування: на пересувних лабораторіях, віддалених від цивілізації спорудах та експериментальних автономних будинках. Основним виробником подібних приладів є данська компанія «SolarVenti» – 4500 м² за 2013 рік, а також у Російській Федерації фірма «New Polus», яка окрім звичайних рідинних геліоприймачів, випускає невелику кількість комбінованих повітряних КСЕ - близько 100 м²/рік [1]. Розглядати переваги чи недоліки таких КСЕ є недоцільно через мають дуже обмежене застосування.

З описаного вище витікає висновок, що для впровадження повітряних геліосистем в існуючі будівлі та господарства світова промисловість не випускає КСЕ, що відповідають набору вимог складеному вище. Це змусило авторів звернутися до патентних досліджень.

Після аналізу результатів патентних вишукувань виділено три напрямки розвитку конструкцій плоских повітряних КСЕ:



Розвиток світлопропускнуго покриття зводиться до більш ефективного збору сонячного випромінювання без добових змін кутів установки КСЕ. Наприклад, в [2] наведено прилад, світлопропускнуе покриття якого, окрім звичайного плоского скла, представляє собою набір фокусуючих скляних призм, які збільшують кількість прийнятого випромінювання. Недоліком такого рішення є ускладнена технологія виробництва скляних призм, що веде до збільшення вартості колектора. Крім того маса зростає, надійність зменшується.

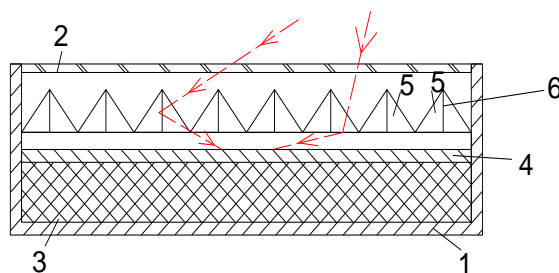


Рис.3. Фокусуючий колектор: 1-корпус; 2-первинне світлопрозоре покриття; 3-теплова ізоляція; 4-абсорбер; 5,6- грані скляних призм

Розробляючи абсорбери винахідники, в основному, не відходять від звичайного типу – металевого абсорбера, тим чи іншим методом розвиваючи його поверхню шляхом збільшення шорсткості та площі поверхні, що забезпечить вищу поглинаючу здатність, турбулізацію повітряного потоку та більшу площину контакту повітря з абсорбером. Так, в [3] наведено конструкцію, в якій абсорбер виконано із чорної металічної пластини, що

вигнута подібно плісированої тканини. Він розміщений горизонтально по діагоналі від нижнього кута під вхідними патрубками до верхнього кута корпусу над вихідними патрубками (Рис.3). В місцях перегинів абсорбер оснащений отворами для проходу повітря. В цьому рішенні використовується збільшена площа поверхні абсорбера, при чому при проході повітря через отвори в місцях перегинів пластини абсорбера він турбулізується. Вага та металоемність абсорбера збільшується, а необхідність селективних покриттів не зникає.

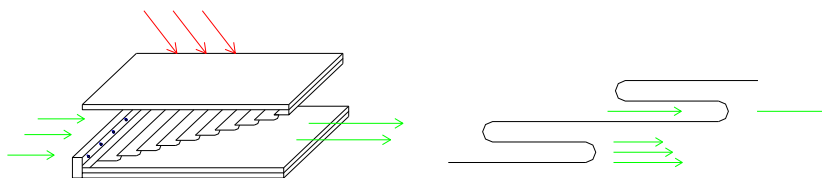


Рис.3. Колектор зі стрічковим абсорбером;

В роботі [4] абсорбер виконаний у вигляді чорної пластини робоча поверхня якої являє собою капілярну структуру (Рис.4). Виконання поверхні абсорбера у вигляді капілярної структури переслідує ціль збільшити степінь його чорноти і тим самим посилити поглинання випромінювання і в якійсь мірі турбулізувати потік омиваючого абсорбер повітря за рахунок збільшеної шорсткості поверхні абсорбера. Аналізуючи це рішення можна сказати, що затрати на виготовлення розвиненої капілярної структури набагато більші, ніж отримана вигода від збільшення ефективності КСЕ.

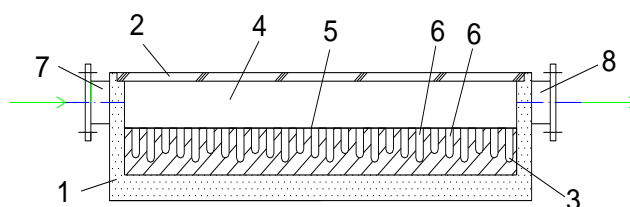


Рис.4. Колектор з капілярним абсорбером: 1-корпус; 2-світлопрозоре покриття; 3-капілярна структура; 4-вільний простір; 5-поверхня абсорбера; 6,6-поверхня абсорбера; 7,8-вхідний та вихідний патрубок

Збільшуючи ефективність КСЕ також вдаються до використання додаткових технічних елементів. Так, в [5] запропонований геліоприймач з концентратором, у фокусі якого розміщений випаровувач термосифону, який слугує абсорбером. Конденсатор цього термосифона, виконаний у вигляді плоского ребра слугує для нагріву повітря (Рис.5). Корпус покритий шаром теплоізоляції. До очевидних недоліків (з точки зору сформованих вище вимог) цього рішення потрібно віднести наявність концентратора, що здорожує та ускладнює конструкцію, а також термосифона. Термосифон працює по прямому термодинамічному циклу, на виконання якого витрачається певна кількість отриманої від сонця теплоти. Крім того в умовах нестабільності і нерівномірного в силу стохастичності кліматичних факторів надходження

сонячної енергії, ефективність термосифона також буде різна по часу, що робить роботу всієї системи погано прогнозованою та нестійкою.

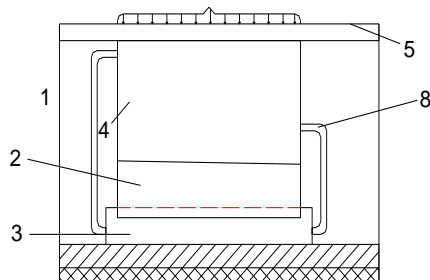


Рис.5. Колектор з термосифоном: 1- корпус, 2- концентратор, 3- поглинач, 4 – радіатор-конденсатор, 5- світлопрозоре покриття, 8 – трубопроводи

Доволі ефективним з теплотехнічної точки зору виглядає рішення [6]. В цьому рішенні абсорбер, виконаний у вигляді чорних кульок, розміщених всередині сітчастої оболонки. Сама оболонка закріплена у внутрішньому просторі корпуса так, що впускний патрубок нагнітає повітря під сітчасту оболонку з кульками, потім повітря проходить крізь неї між кульками і виходить через впускний патрубок, розміщений під оболонкою (рис.6). Повітря, проходячи через оболонку, створює всередині неї «киплячий шар» з кульок. Відомо, що теплообмін в «киплячому шарі» достатньо інтенсивний, але на жаль він характеризується великим аеродинамічним опором, що ставить під питання можливість широкого використання таких геліоприймачів.

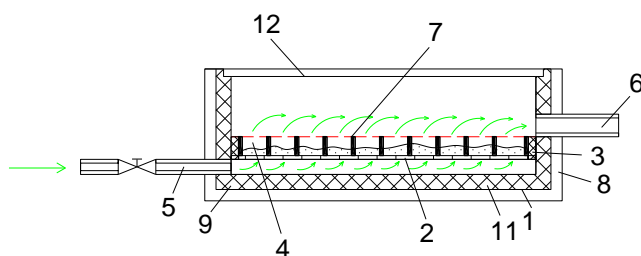


Рис.5. Колектор з «киплячим шаром»: 1-корпус, 2,7-обмежуюча сітка, 3-кулькова засипка, 4-вільний простір, 5,6 – вхідний та вихідний патрубок, 12-скляне покриття

Наведений короткий огляд відомих конструкцій показує, що жодна з них не відповідає сформульованим вимогам для використання у діючих системах повітряного опалення, через ті чи інші види. Для конструкцій характерна одна загальна вада – велика вага та велика вартість, через використання металевих елементів в конструкціях КСЕ.

Отже, безсумнівно перспективним напрямком розвитку повітряних геліосистем є пошук нових матеріалів для виготовлення колекторів. Зважаючи на проблеми в теплоенергетиці країни просто необхідно шукати всі можливі шляхи використання сонячної енергії, зокрема, сучасний технологічний спурт у виробництві неметалевих матеріалів дає нові можливості у геліотехніці для її

здешевлення та більшої пристосованості до реалій України. Повітряні ж геліосистеми можуть стати гарним початком у глобальному впровадженню сонячних систем через свою надійність, непримхливість, вартість, простоту експлуатації та довговічність.

Література

- 1.Офіційний сайт міжнародного агентства маркетингу геліотехніки: www.solrico.com.
2. Добрундашвили З.Ш. Солнечный тепловой коллектор. А.С. №1346913 Б.И. №39, 1987.
3. Пластинчатый солнечный воздухонагреватель. Патент США №4471761. Изобретения в СССР и за рубежом. Выпуск 96, №5, 1985.
4. Данилов М.П., Ветвицкий М.Л. Воздухонагреватель. А.С. №1315755, Б.И. №21, 1987.
5. Супрун А.В., Стронский Л.Н. Солнечный воздухонагреватель. А.С. №1474394. Изобретения в СССР и за рубежом. Выпуск 99, №7, 1989.
6. Солнечный нагреватель. Заявка Франции №2622961. Изобретения в СССР и за рубежом, выпуск 99, №12, 1989

INTEGRATED ENERGY EFFICIENT HANDLING UNIT SUPER SE (SAVE ENERGY)

"Dew Point"lls, director, owner, Ukraine
"Fischbach-Ukraine"lls, co-owner, Ukraine
Fischbach Luft-und Ventilatorentechnik GmbH,
technician, Germany

In this article the author presents his own air conditioner and development methodology graphical-analytical analysis of the percentage annual division of energy cost. The main advantages of air handling unit in the recycling loop refrigeration compared with the traditional method of heating by electric heaters.

Integrated energy efficient handling unit - a setting which combines several systems: ventilation system, air heating and air conditioning, and when working in any of these modes is achieved by a high level of energy saving.



Integrated energy efficient handling unit with air source heat pumps are more efficient in heat recovery and could be used as a central air conditioner in a cooling mode. The heat pump is controlled by a microprocessor that controls air parameters and ensures efficient energy use. The refrigeration system of

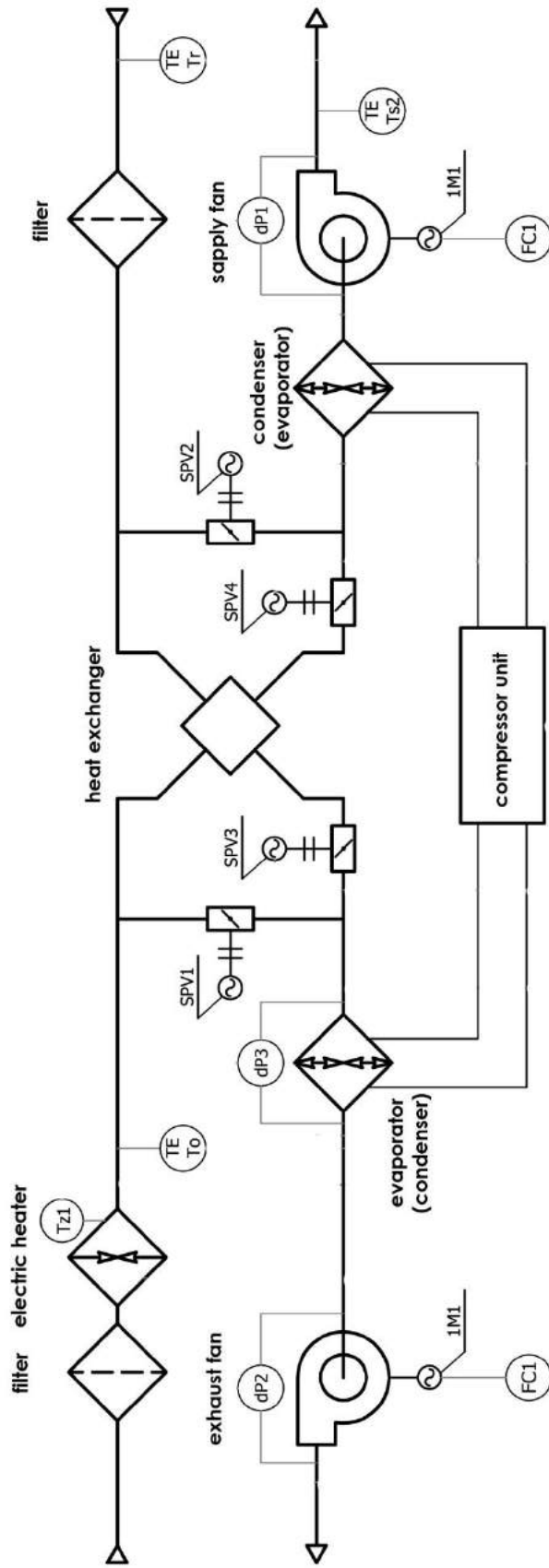
the heat pump includes a variable capacity scroll compressor that enables precise temperature control and efficient energy use. For best heat transfer Cu-Al evaporators and condensers are used. In all heat pumps, the R410A refrigerant, with has a zero ozone depletion potential, is used. A controlled 4-way valve automatically switches between cooling and heating mode. The unit provided a defrost by not turning the unit off. The construction of unit enables the use cooling mode equivalent split system air conditioning with outdoor unit. Components used in the units ensures safe and efficient work of the heat pumps.



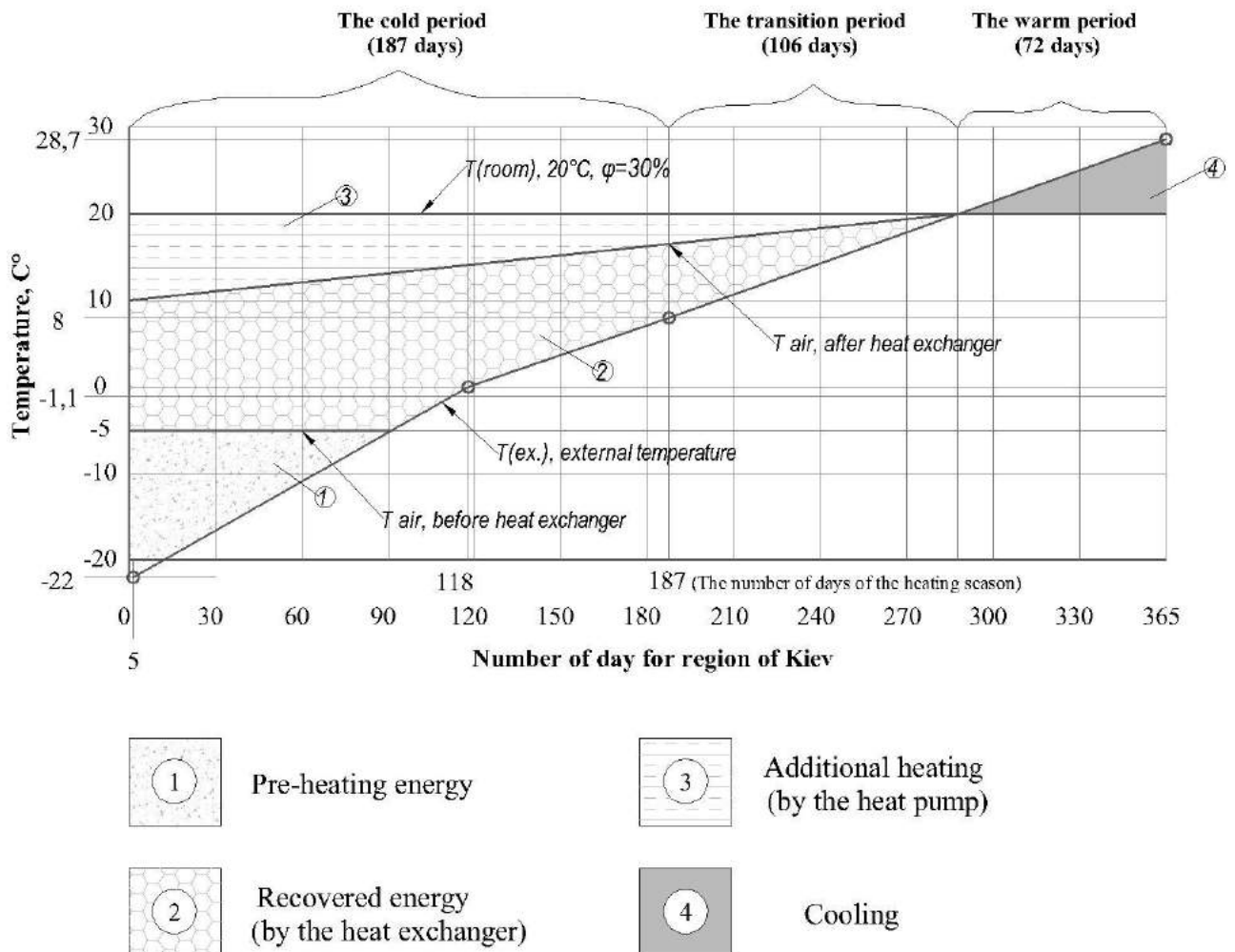
Built-in fans Fischbach have characteristics:

- motor protection IP65
- insulation class F (150°C)
- motor shaft vibration isolator
- balance to Q1(ISO1940/2)
- compact size
- double row ball bearing (high temperature up to 180°C)
- temperature of transported air up to 80°C

schematic diagram of the unit



Drawing. 1. Graphic-analytical method for determining the percentage of the annual division of energy cost for Super SE handling unit (Graphic-analytical method Bo-Za)



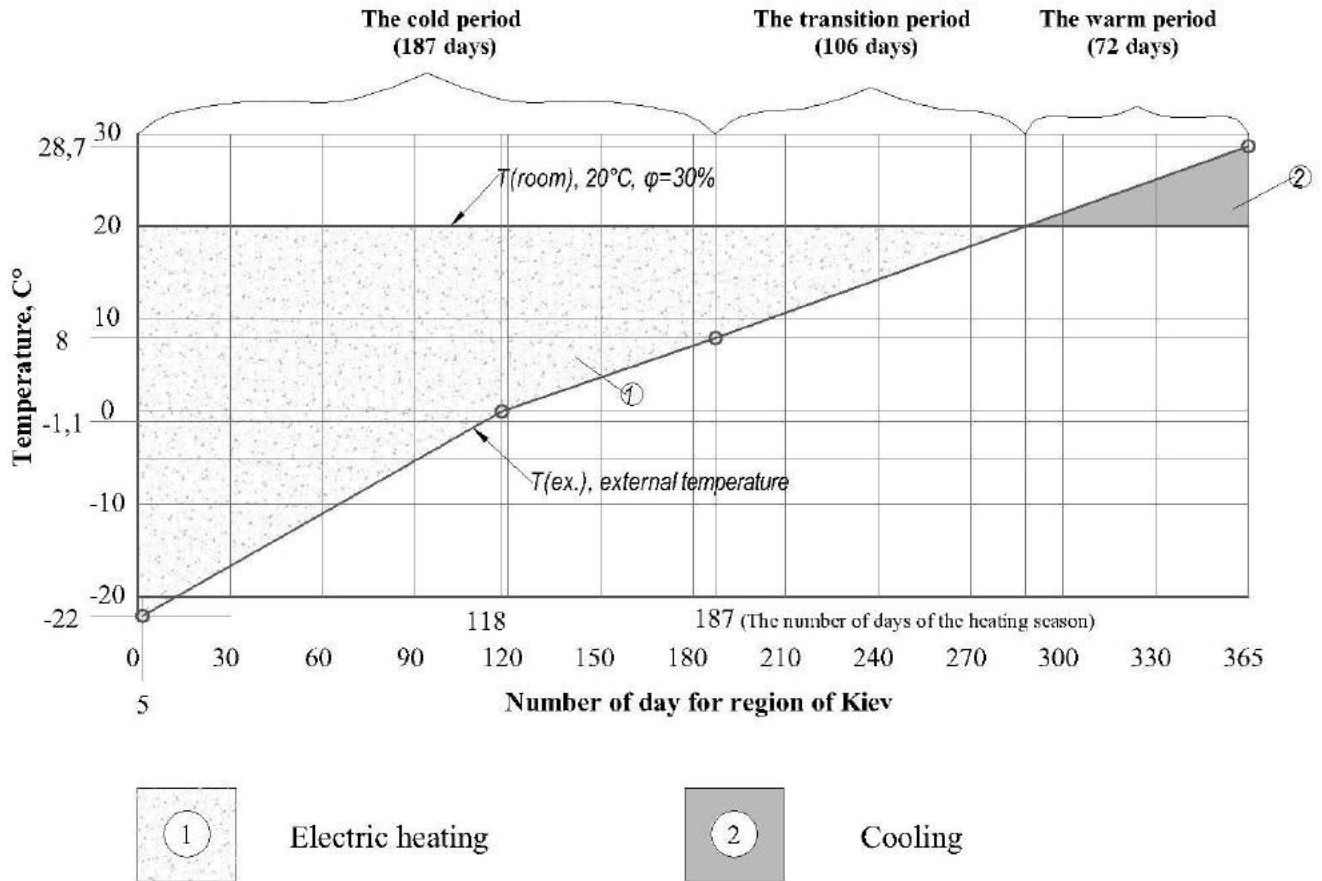
This graphic-analytical method to determine the percentage of energy in various modes produced by the unit (or different systems) throughout the year. The results are shown in Chart 1.

Chart 1.

Annual division of energy cost for Super SE handling unit.

Mode	%
Pre-heating energy	13
Recovered energy (by the heat exchanger)	55,4
Additional heating (by the heat pump)	26
Cooling	5,6

Drawing. 2. Graphic-analytical method for determining the percentage of the annual division of energy cost for traditional handling unit with electric heater (Graphic-analytical method Bo-Za)



This graphic-analytical method to determine the percentage of energy in various modes produced by the unit (or different systems) throughout the year. The results are shown in Chart 2.

Chart 2. Annual division of energy cost for traditional handling unit with electric heater.

	Mode	%
	Electric heater	94,4
	Cooling	5,6

The comparison shows that for air heating using electric heaters in the first example is used only 13% of the total thermal energy, whereas in the second case, the value is - 94.4%.

The remaining 81.4% the thermal energy are covered by recovered energy (by the heat exchanger) and additional heating (by the heat pump).

This method allows to:

- Determine the percentage ratio of the amount of energy it takes to process the air throughout the year.
- Compare the effectiveness of different systems.
- Visually analyze the operation of the HVAC systems in different periods of the year

Uses of literature

1. Ратушняк Г.С., Попова Г.С.
2. Р 25 БУДІВЕЛЬНА ТЕПЛОФІЗИКА /Навчальний посібник. –
Вінниця:
3. ВНТУ, 2004. – 119 с.
4. The new catalogue of "High Efficiency Energy Saving Ventilation TANGRA EVB HiE". http://www.tangra.bg/nw_EN_76.html
5. Климат Києва. http://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Киева
6. СНиП 2.04.05 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

ІНТЕГРОВАНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КЛІМАТИЧНА УСТАНОВКА SUPER SE (SAVE ENERGY)

О. М. Бондаренко, О.В. Задоянний

Анотація. У даній статті автор презентує власну розробку кліматичної установки і методику графоаналітичного аналізу процентного розподілу витрат енергії протягом року. Розглянуто основні переваги обробки повітря в агрегаті з холодильним утилізаційним контуром в порівнянні з традиційним методом нагріву за допомогою електричних нагрівачів.

Аннотация. В данной статье автор презентует собственную разработку климатической установки и методику графоаналитического анализа процентного распределения затрат энергии на протяжении года. Рассмотрены основные преимущества обработки воздуха в агрегате с холодильным утилизационным контуром по сравнению с традиционным методом нагрева с помощью электрических нагревателей.

S. G. Guzii¹, PhD, Senior Scientist,
P. V. Krivenko², DSc(Eng), Professor,
V. Petránek³, Ing., PhD, Associate Professor
K. Sotiriadis⁴, Ing., PhD, Associate Professor
S. A. Terenchuk⁵, PhD, Associate Professor

THERMAL INSULATION MATERIALS FOR NON-CONVENTIONAL ENERGY

^{1,2}*V.D. Glukhovsky Scientific Research Institute for Binders and Materials,
⁵Kiev National University of Civil Engineering and Architecture, Vozdukhoflotsky
prospect 31, Kiev, 03680, Ukraine*

^{3,4}*Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Institute of
Technology of Building Materials and Components, Veveří 331/95, 602 00 Brno,
Czech Republic*

Developed geocement-based perlite thermal insulation material is considered the most suitable for use as insulation of alternative energy facilities for energy storage. The material is characterized by the following values: density 321 kg/m³, thermal conductivity, 0.0727 W/m K, the average coefficient of thermal resistance of 2.1 m² K/W, thermal cycles 145-148. This material ensures minimum heat loss in underground storage of energy when its thickness is 260 mm.

Introduction. The use of renewable energy sources is a way to succeed sustainable development of human activity. Towards this, the European Council has approved the so-called 20-20-20 goals, which determine the EU-27 strategic energy policy until 2020. Reaching a minimum 20% share of renewable energies in total EU consumption is included to these goals.

In order to use the energy obtained from renewable natural resources in practical applications, such as the energy effective buildings, several problems concerning the ways to gain and store it have to be considered. The major problem of using in practice renewable energy sources is their intermittent nature. Thus, it is of high importance to balance the variable loads of fluctuating or not energy production, as well as to ensure its long term storing as a backup thermal energy load. A possible way to approach this problem is to construct an energy storage reservoir. The operating principle of such a facility is related with the ability of the material used, characterized by its own thermal capacity, to accumulate the low potential heat. In this case the use of economically efficient thermal insulation materials, which possess optimum functional characteristics, is of crucial importance.

The advantage of storing energy in this way is that various materials may be used as heat accumulators. The energy is getting stored through heating the certain material used as an energy storing medium. However, the majority of these materials have low thermal capacity values. In addition, the effectiveness of the accumulation process is significantly lowered due to the heat transfer from the storage medium back to the environment. In order to use in practice a heat storage facility and to

increase its effectiveness, it is necessary to minimize any thermal energy losses by protecting it with a reliable insulation. This allows the storage medium to keep the absorbed low potential energy for a sufficiently long period of time.

The goal of implemented project is the development of a functional solar system with energy storage, including the development of an innovative energy transmission method. The proposed prototype is comprised of three main technological compounds: LUCIFER – input of solar energy, solar concentrator; TEMPO – energy storage; PRIMUS – use of energy (heating, electricity), and its operation is schematically shown in the picture below (Fig.1). The solar energy concentrator LUCIFER will be a specially produced Fresnel lens made of polymethylmethacrylate. The proposed structural design of the lens enables to concentrate sunbeams to focal point of several millimeters in size depending on the lens size. The aim, to achieve the smallest possible focal point at the largest possible irradiated area, is based on the intent to use an optical cable for energy transmission. The solar energy concentrator will be equipped with positioning and self-tracking devices. Additionally, in order to control extremely high temperatures, a shading device will be also fitted to the solar concentrator. Sunbeams will be transmitted by optical cables to the energy storage – the so-called energy storage TEMPO. The energy storage is calculated to store an approx. 3-month energy demand straight on site, thus covering the annual energy consumption of household. The energy storage must be made of a material with a high specific heat capacity. This material will be heated by sunbeams coming out of the optical cable [1].

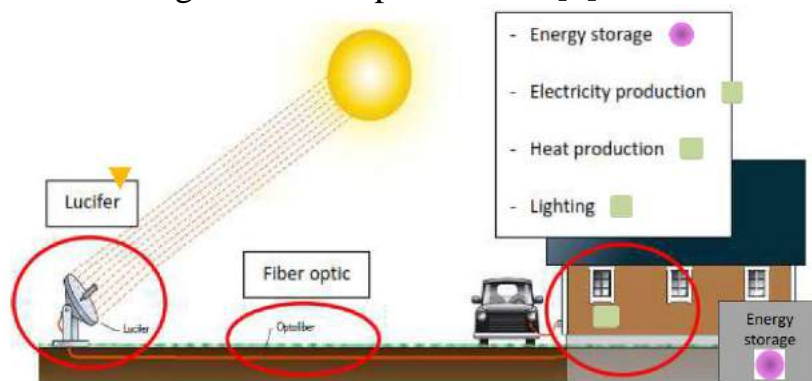


Fig.1: Principal scheme of the system

Energy from the energy storage will be used for warming of water and for heating as such. Energy will also drive a technical appliance PRIMUS to generate electricity. A standard available engine will be used and only its modification will be the concern of the project. The objective of the project is that technical appliances will obtain the energy required for electric power generation directly from the energy storage. The device size depends on its required capacity that increases with the amount of installed optical lenses concentrating sun radiation.

The reliability of a thermal storage facility can be increased by using suitable thermal insulation, which will minimize any heat loss from the storage itself or from the possible heat energy transport equipment. And in the same protects technical appliances transforming energy from overheating. The selection of the thermal

insulating material depends on the storage mechanism that is supposed to be used in a certain building. Nevertheless, it should always ensure effective insulation, long lifetime, easy and affordable repairing and maintenance, last but not lowest possible price. There are certain limits for parts of energy storage which require different property from insulating materials, for example relatively high compressive strength, different thermal resistance, maximum thickness. And also the production cost plays very important role. Thermo insulation of energy storage in described project was designed as a sandwich structure of four layers with different composition in various parts of energy storage.

The aim of the present work is to develop thermal insulating materials, which are based on geocement and which could be used as insulation for energy storage facilities. Geocement is distinguished from other binders, because it is ecologically friendly and is characterized by long-term durability [2-5].

Experimental

Materials. For the development of the insulating materials, a geocement, formulated as $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 20\text{H}_2\text{O}$ [4], was used. The ratios of its structural oxides are as follows: $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3=1$, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=6$ and $\text{H}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3=20$. Geocement was prepared, using a finely grinded metakaolin. Sodium silicate solution (silicate modulus $M_s=3.0$; density $\rho=1430\pm 10 \text{ kg/m}^3$) was used as a liquid phase to produce geocement, while rotten-stone was used as a correcting additive. The main constituent of rotten-stone is opal-like amorphous micro silica ($\text{SiO}_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$). Expanded perlite (maximum particle sizes of 0.14-2.5 mm and 2.5 mm) were also used. A hardener was added to the mixture in order to increase the strength of the final product. Ground granulated blast furnace slag with a specific surface of $480 \text{ m}^2/\text{kg}$ (Blaine method) was used as a hardener. In Table, the composition of each of the thermal insulating materials produced is presented.

Table.

Compositions of thermal insulating materials

Components	Developed thermal insulating materials	
	No 1	No 2
Geocement, wt. [%]	46.15	53.85
Fillers:		
Expanded perlite (max. size 2.5 mm), wt. [%]	46.15	–
Expanded perlite (max. size 0.14-2.5 mm), wt. [%]	–	46.15
Hardening agent, wt. [%]	7.7	–

The specimens (plates of $125\times 125\times 40 \text{ mm}$) were prepared using the semi-dry compression method by applying 0.1 MPa/cm^2 specific pressure on the mixture of 15% humidity. After the compression process, the thermal insulating specimens formed, were dried at 373 K for 24 h and then exposed to the temperature of 923 K.

Test. After heat treatment, the average density of each of the heat-insulating materials produced was determined. Their average coefficients of thermal conductivity were measured using the method of hot plate. Calculation of the optimal

thickness for each insulation material was Terenchuk S.A. in accordance with formulas (1)-(4) and the data shown in Fig. 1. For this purpose, steel surface energy storage tank supposed being in contact with the insulating material.

The heat transfer coefficient (α) from the external surface of the thermal insulating layer to the environment is:

$$\alpha = 9.74 + \lambda(T_I - T_{env}), [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (1)$$

where T_I : is the temperature of the external surface of the insulating material, [K] and T_{env} : is the temperature of the environment, [K].

The specific thermal flow (q) is:

$$q = \alpha(T_I - T_{env}), [\text{W}/\text{m}^2] \quad (2)$$

The temperature at the internal surface of the thermal insulating layer (T_2), as well as on the steel walls of the heat storage unit is:

$$T_3 - T_2 = q \left(\frac{\delta_s}{\lambda_s} \right), \quad (3)$$

where T_3 : is the temperature of the energy storage medium, [K], δ_s : is the thickness of the steel wall of the heat storage unit, [m] and λ_s : is the steel's thermal conductivity coefficient, [W/m·K].

The necessary thickness of the thermal insulating layer (δ_{th}) is:

$$\delta_{th} = \frac{\lambda_{th}}{q} (T_2 - T_1), \quad (4)$$

where λ_{th} : is the thermal conductivity coefficient of the geocement based thermal insulating layer, [W/m·K]

The thermal resistance coefficient R , [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] of the system presented in Fig. 1 is given by the following well-known formula:

$$R = \frac{\delta_{th}}{\lambda_{th}}, \quad (5)$$

In the above calculations, the following values have been selected as constant: $T_{env} = 293$ K is the temperature of the environment; $T_I = 318$ K is the temperature of the external surface of the insulation layer; $\delta_s = 0.004$ m is the thickness of the energy storage unit's walls; $\lambda_s = 17.5$ W/m·K is the steel's thermal conductivity coefficient.

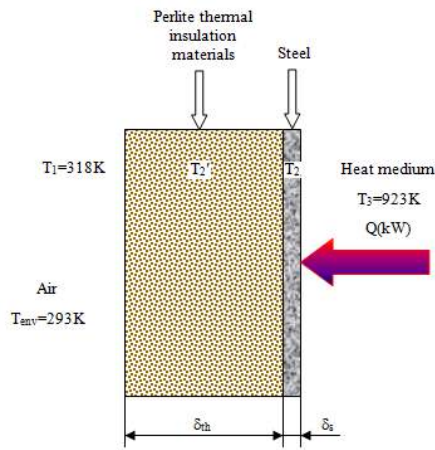


Fig. 1 Thermal design scheme to determine the thickness of the insulation layer

Thermal stability of samples glued using geocement on stainless steel plate (dimensions see above), was determined by the following procedure: samples were heated in an electric furnace at a speed of up to 403 K/min temperature 923 K; isothermal exposure was performed for 4 hours at a temperature of 923K; after isothermal exposure the samples were removed from the electric furnace and cooled in air to ambient temperature (273 K). Such a test is 1 cycle.

Results and discussion

According to the results of previous works [4], swelling or volume increase of the geocement, formulated as $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$, occurs due to the removal of the chemically bound water which is contained in heulandite type structures which are similar to zeolite. The material developed in the present study begins to swell at the temperature of 423 K, due to the initiation of the dehydration of heulandite, ussingite, sodium zeolite and other phases, followed by a medium porous structure formation. When the temperature increases, reaching 1323 K, the dehydration of the previously mentioned hydrated phases results in the formation of a finely porous glassy aluminosilicate frame of jadeite-albite composition, which is characterized by low thermal conductivity [2]. The usage of different particle size fillers allows obtaining compressed geocement thermal insulation materials with different macrostructure: coarse granulation (No 1) and medium granulation (No 2). After thermal treatment at 923 K the thermal insulation materials are characterized by average density of 376 kg/m^3 and 321 kg/m^3 , respectively and by thermal conductivity coefficient of $0.0766 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ and $0.0727 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, respectively.

The results of performed calculations disclosed optimal thickness for the developed thermal insulation materials based on geocement. This optimal thickness allows lowering thermal losses of the energy storage unit during the night time. Thermal insulation layer thickness for granulation No 1 is 160 mm and for granulation No 2 is 153 mm. Besides, the temperature of the external surface of the developed materials will not exceed 338 K. From our point of view, the most prospective material is that of the granulation No 2, which ensures minimum thermal insulation thickness 153 mm, if its average density is 321 kg/m^3 and the thermal conductivity coefficient is $0.0727 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. It should be noted that in the case of

underground constructions the recommendations by the Thermo Insulation Association of the Czech Republic is the thermal resistance coefficient value is $3.4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Thus, if the developed materials are supposed to be used for insulating such constructions, their thickness should be increased by approximately 1.62 times. The new thickness values are 260 mm for composition No 1 and 250 mm for composition No 3 (Fig. 2).

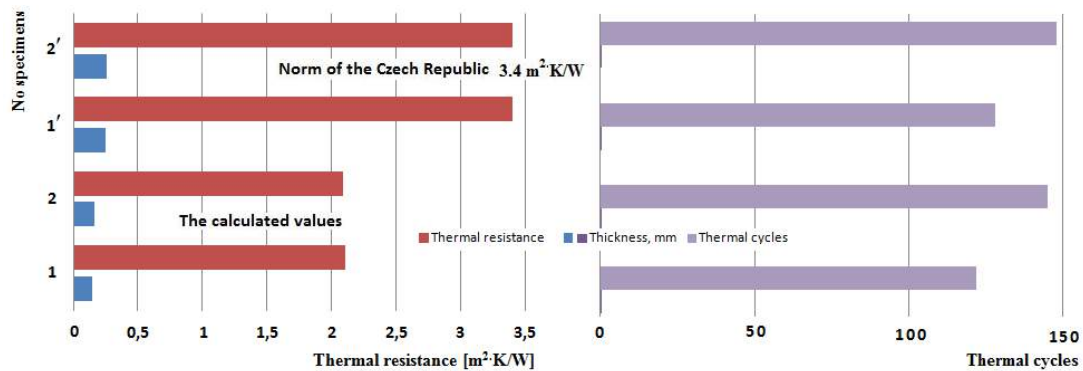


Fig. 2. Effect of thickness on the thermal resistance and heat resistance geocement-based perlite thermal insulation materials

Conclusions

In geocement-based perlite thermal insulation materials of the compositions number 2 is considered to be most suitable for use as insulation for energy storage. They are characterized by the following values: (i) density of $321 \text{ kg}/\text{m}^3$; (ii) the thermal conductivity of $0.0727 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$; and (iii) the average coefficient of thermal resistance of $2.1 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$; (iiii) temperature air thermal cycles is 145-148 cycles. This material provides minimal heat loss underground storage of energy when its thickness is 260 mm.

Acknowledgements

The work on research was financially supported by the project TA CR No. TA 02021231 with title “Research and development of off-grid system with solar concentrator made of special optical lens using optical fibers for energy transmission and energy storage for year-round operation”. International cooperation, preparation of the project and publication and as enabled by the project SUPMAT – Promotion of further education of research workers from advance building material centre. Registration number: CZ.1.07/2.3.00/20.0111, funded by European Social Funds, Operational program Education for Competitiveness.

References

[1] V. Petránek, L. Nevřivová, D. Zezulová, S. Guziy: Thermal Insulating Materials for Energy Storage Application, *Advanced Materials Research* Vol. 911 (2014), pp. 30-35.

- [2] V. Petránek, S. Guziy, K. Sotiriadis and L. Nevřivová: Study on the Properties of Geocement Based Thermal Insulating Materials for High Temperature Technical Appliances, *Advanced Materials Research* Vol. 734-737 (2013), pp. 2356-2359.
- [3] V. Petránek, S. Guzii, P. Kryvenko, K. Sotiriadis and J. Maňák: Use of Thermal Insulating Perlite Composite Materials Based on Geocement to Protect Technological Equipment, *Advanced Materials Research* Vol. 860-863 (2013), pp. 1342-1345.
- [4] V. Petránek, S. Guzii, P. Kryvenko, K. Sotiriadis and A. Kravchenko: New Thermal Insulating Material Based on Geocement, *Advanced Materials Research* Vols. 838-841 (2014), pp. 183-187.
- [5] V. Petranek, P. Krivenko, O. Petropavlovskiy, S. Guzii: Perlite Concrete Based on Alkali Activated Cements, *Advanced Materials Research* Vol. 897 (2014), pp. 280-283.

Аннотация. Разработанный на основе геоцемента перлитосодержащий теплоизоляционный материал считается наиболее подходящим для использования в качестве изоляции объектов нетрадиционной энергетики для хранения энергии. Материал характеризуется следующими значениями: плотность 321 кг/м^3 , теплопроводность $0,0727 \text{ Вт/м К}$, средний коэффициент термического сопротивления $2,1 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, термостойкость 145-148 циклов. Этот материал обеспечивает минимальные теплотери при подземном хранении энергии, когда его толщина составляет 260 мм.

Анотація. Розроблений на основі геоцементу перлітовміщуючий теплоізоляційний матеріал вважається найбільш вдалим для використання в якості ізоляції об'єктів нетрадиційної енергетики для зберігання енергії. Матеріал характеризується наступними значеннями: густина 321 кг/м^3 , теплопровідність $0,0727 \text{ Вт/м К}$, середній коефіцієнт термічного опору $2,1 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, термостійкість 145-148 циклів. Цей матеріал забезпечує мінімальні тепловтрати при підземному зберіганні енергії, коли його товщина становить 260 мм.

**ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В
ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛАХ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ***BBS GmbH, ФРГ¹**Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина²*

В статье рассмотрен вопрос повышения надежности эксплуатации жаротрубных котлов в централизованных системах теплоснабжения за счет внесения изменений в конструкцию котла.

Крайняя изношенность всех элементов централизованных систем теплоснабжения (далее – ЦСТ) Украины является одной из причин достаточно высоких и постоянно увеличивающихся тарифов на отпуск теплоты из-за слишком частых и дорогих ремонтов оборудования. Для отопительных котельных этот фактор усугубляется высоким энергопотреблением используемых в них водогрейных котлов, не отвечающих современному уровню подобной техники по энергопотреблению и автоматизации. Это обстоятельство понемногу заставляет теплоснабжающие предприятия переходить на новое оборудование, несмотря на острые проблемы с финансированием. При этом нехватка средств заставляет их переходить на непривычные для них жаротрубные котлы, поскольку при определенной мощности они дешевле, проще в монтаже и эксплуатации привычных водотрубных, несмотря на то, что промышленность Украины выпускает водотрубные котлы типа НИИСТу и КВГ [1], промышленность соседней Российской Федерации котлы серии КВГМ [2], а в Украине продолжают разработки методов совершенствования конструкции подобных котлов [3, 4].

Однако существует и ряд проблем, которые тормозят продвижение жаротрубных котлов, особенно большой мощности, в отопительные котельные ЦСТ [5, 6]. Проблемы эти вызваны тем, что в европейских странах с развитым котлостроением (Германия, Италия) отсутствовали ЦСТ, аналогичные украинским, для которых характерны большие протяженности тепловых сетей, требующих котлов большой мощности. Кроме того, нормативный документ [5] требует использование температурного графика в тепловой сети 150-70 °С при давлении теплоносителя 1,6 МПа, что также нехарактерно для Европы.

Анализ общих проблем, связанных с конструированием мощных жаротрубных водогрейных котлов выполнен в [6, 7]. Настоящая статья посвящена организации циркуляции теплоносителя внутри мощных жаротрубных котлов.

Как было показано в [7], в силу разных причин жаротрубные водогрейные котлы мощностью свыше 10 МВт предпочтительнее выполнять с двумя жаровыми трубами. Наличие двух жаровых труб усугубляет проблему

организации равномерной циркуляции воды в межтрубном пространстве, поскольку они являются препятствием для свободного движения воды, которое является залогом равномерного омывания и, следовательно, охлаждения как самих жаровых труб, так и дымогарных. В то же время именно жаровые трубы находятся в самых жестких температурных условиях эксплуатации и для них очень опасно возникновение температурных напряжений по периметру, ведущих к разрушению жаровых труб.

Естественное стремление конструкторов к уменьшению металлоемкости котлов приводит к уменьшению объемов котла и это может в свою очередь привести к тому, что вода из обратного трубопровода может сразу вступать в контакт с поверхностью жаровой трубы, вызвав при этом локальное переохлаждение металла стенки жаровой трубы, что также может привести к появлению в этом месте опасных термических напряжений.

Достаточно эффективным шагом для обеспечения равномерного температурного режима стенок жаровых труб является принудительная организация потока воды в объеме котла. Принудительная организация потока воды создается при помощи установки на входе в котел воды из обратного трубопровода специального конструктивного элемента – расширителя потока (рис. 1). Этот элемент принудительно направляет поток воды вдоль наружной стенки котла к его нижней образующей, осуществляя, таким образом, равномерное омывание стенок жаровой трубы, не позволяя развиваться температурным напряжениям.

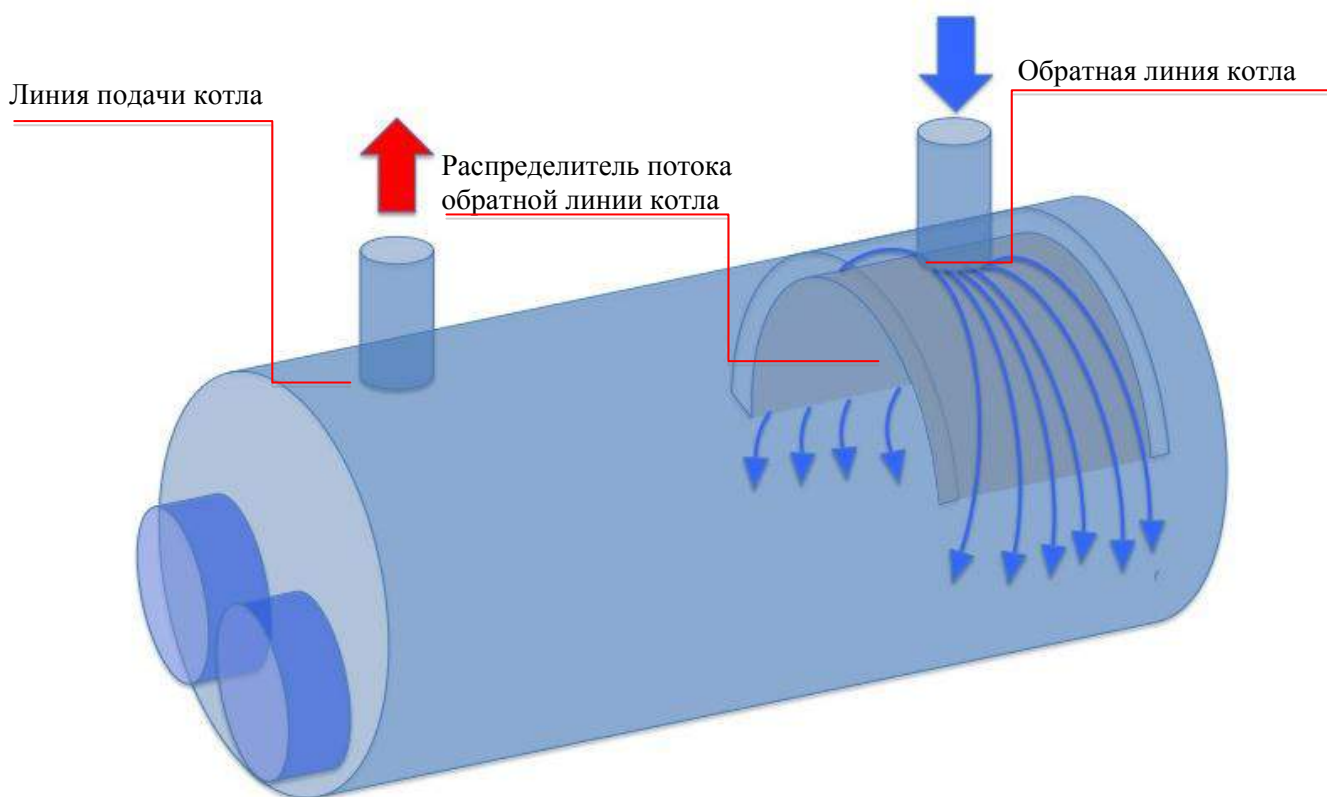


Рис. 1

Кроме того, применение распределителя потока на входе в котел из обратного трубопровода позволяет избежать контакта горячих газоходов котла с холодной струей обратной линии котла. Двигаясь вдоль поверхности распределителя вода обратной линии подогревается и частично перемешивается с горячей котловой водой.

При необходимости регулирования нагрузки котла в широком диапазоне приходится включать сначала одну горелку, а затем обе.

Возможность работать обеими горелками в параллельном режиме или каждой из горелок в отдельности позволяет варьировать мощность котла в диапазоне от 10-15 % до 100 % мощности.

Наличие двух жаровых труб предполагает работу котла вблизи нижней границы диапазона нагрузок на одной жаровой трубе. Это позволит расширить возможности использования котла на малых мощностях, но одновременно возникает и новая проблема. Из-за больших габаритов и водяного объема у котлов с большой мощностью возникают температурные расслоения при работе на одной горелке. Как показано на рисунке 2 внизу в районе не работающей жаровой трубы возникает холодная зона. Это приводит к возникновению неравномерных нагрузок на корпус котла. Если диапазон нагрузок предполагает подобные режимы работы, то используется модифицированный разделенный распределитель потока (рис. 3).

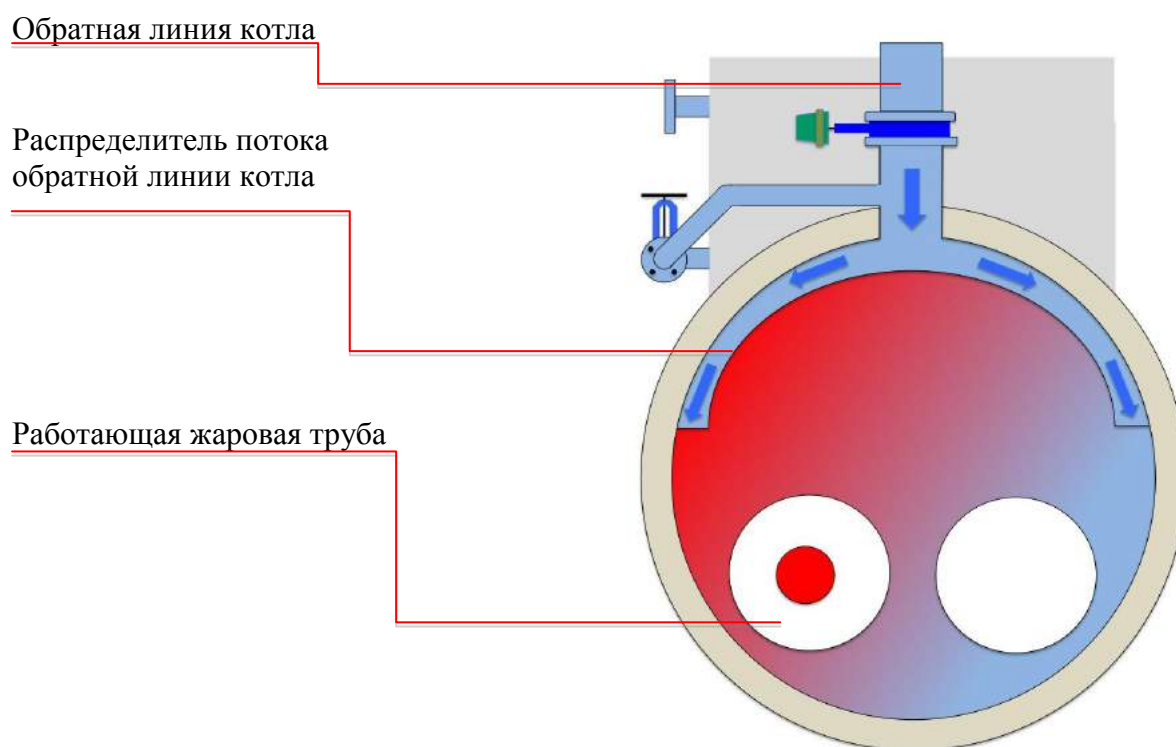


Рис. 2

В этом случае вход в котел воды из обратного трубопровода разделяется на два потока. Вода подается в котел либо через один либо через два патрубка. При больших нагрузках вода подается параллельно через два патрубка, а при малых – через один. При этом изменяется циркуляция воды в котле и

устраняется холодная зона вблизи неработающей жаровой трубы и, естественно, устраняется опасность появления температурных напряжения в корпусе котла. Каждый из патрубков оснащается автоматически включающимся запорным органом с сервоприводом.

Разделённый распределитель потока
обратной линии котла

Работающая жаровая труба

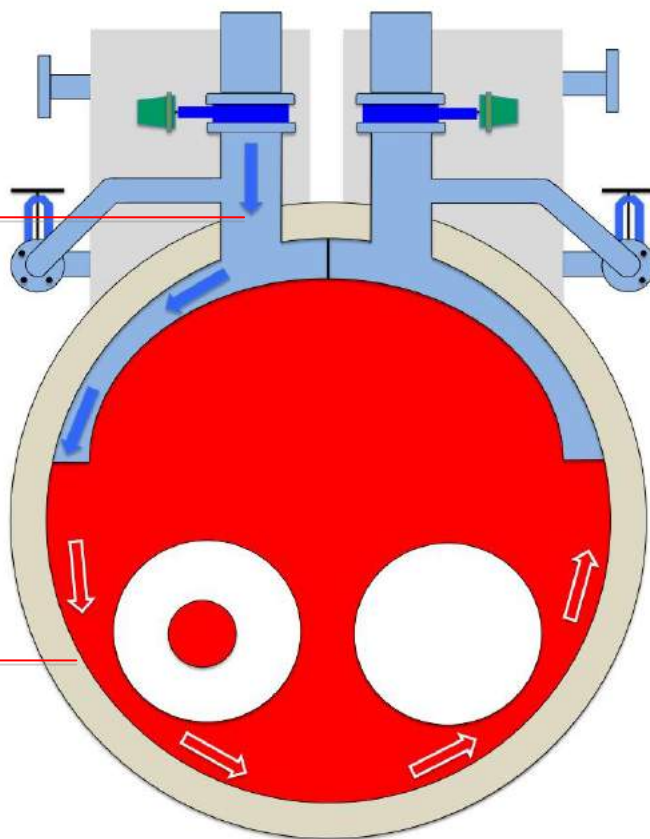


Рис. 3

В настоящее время водогрейные котлы большой мощности принято оснащать экономайзерами. В случае использования в системе теплоснабжения котла с двумя жаровыми трубами и модифицированным распределителем потока внутри котла экономайзер также делится на две части. Если работают обе жаровые трубы, то работают параллельно две части экономайзера, а если работает одна горелка в одной жаровой трубе, то работает только половина экономайзера.

Если абоненты подключены к тепловой сети по независимой схеме, то регулирование в системе осуществляется либо качественно-количественное либо вообще количественное с частотным регулированием сетевых насосов. Схема с модифицированным распределителем потока воды внутри котла и разделением экономайзера на две параллельные части позволит существенно снизить расход электроэнергии на привод сетевых насосов.

Литература

1. www.tekom.com.ua
2. www.dkm.ru
3. Звягинцев В. Л. Котлы малой энергетики – мнение специалиста// Энергосбережение. –2009. –№5. –с. 13-15.
4. Сигал А. И. Пути сокращения потребления природного газа в коммунальной теплоэнергетике Украины// ОВВК. –2013. –№1/2. –с. 8-9.
5. ДБН В.2.5-39:2009 «Теплові мережі»
6. Гламаздин П. М., Schwarzenberger R. Особенности конструкции дымогарных котлов большой мощности для реконструкции котельных централизованных систем теплоснабжения// Энергозбереження в будівництві та архітектурі: науково-технічний збірник. –Випуск 1. К.: КНУБА, 2011, с. 60-61.
7. R. Schwarzenberger, П. М. Гламаздин. Проблемы использования жаротрубных котлов большой мощности в централизованных системах теплоснабжения// Энергозбереження в будівництві та архітектурі: науково-технічний збірник. –Випуск 4. К.: КНУБА, 2013, с. 316-322.

ОСОБЛИВОСТІ ЦИРКУЛЯЦІЇ ТЕПЛОНОСІЯ В ЖАРОТРУБНИХ КОТЛАХ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

R. Schwarzenberger, П. М. Гламаздин

В статті розглянуте питання підвищення надійності експлуатації жаротрубних котлів великої потужності в централизованих системах теплопостачання за рахунок внесення змін в конструкцію котла.

FEATURES OF HEAT CARRIER CIRCULATION IN THE HIGH CAPACITY FIRE-TUBE BOILERS FOR CENTRALIZED HEATING SYSTEMS

Rudolf Schwarzenberger, Pavel M. Glamazdin

The article considers the issue of increasing the reliability of fire-tube boilers in central heating systems due to changes in the design of the boiler

**ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
БАЛАНСА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ЗДАНИЙ ДЛЯ
ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Институт газа НАН Украины

Построение энергетических балансов является базовым инструментом анализа энергетической эффективности всех технических систем, которые производят и потребляют энергию. Рассмотрим методологию использования этого инструмента для предварительного выбора проектов по повышению энергоэффективности теплоснабжения населенных пунктов.

Общий принцип заключается в сопоставлении отдельных составляющих фактического и нормализованного энергетических балансов и выявлении расхождений между ними. Наибольший потенциал экономии ТЭР и соответственно потенциал реализации энергоэффективных проектов заключается на тех участках технологического процесса производства, транспортировки и потребления тепловой энергии, на которых наблюдается наибольшее расхождение между фактической и нормализованной величиной.

Особенностью настоящего подхода является построение комплексного энергетического баланса системы теплоснабжения и подключенных к ней зданий. Известны методологии построения тепловых балансов различных энергетических агрегатов, в частности паровых и водогрейных котлов, зданий, определения потерь в тепловых сетях. Однако раздельное рассмотрение этих балансов не позволяет сопоставить потенциал реализации энергоэффективных проектов в тепловых источниках, тепловых сетях и тепловых потребителях. В настоящем исследовании эти составляющие тепловых потерь рассматриваются в комплексе, что позволяет сопоставить между собой потенциал реализации энергоэффективных проектов в системе теплоснабжения, включая и тепловых потребителей.

Поскольку в системе теплоснабжения используется топливо и электрическая энергия, необходимо рассматривать два баланса – использования теплоты топлива и электроэнергии. С точки зрения анализа потенциала энергосбережения основным является топливный баланс, поскольку затраты на топливо в себестоимости тепловой энергии составляют 50 - 65%, а затраты на электроэнергию 7 - 15%.

Рассмотрим методологию построения комплексного баланса использования теплоты топлива для типичного теплового района, включающего в себя газовую котельную, тепловую сеть и подключенные к ней здания. С целью упрощения рассматриваемого подхода будем полагать, что централизованное ГВС отсутствует, что соответствует реальной

ситуации во многих тепловых районах. В случае необходимости, учет этой составляющей не представляет затруднений.

Тепловой баланс может быть построен для различных интервалов времени. Наиболее представительным интервалом времени является отопительный сезон.

Рассмотрим локальные тепловые балансы для газовой водогрейной котельной, тепловой сети и подключенных к ней зданий. Каждое здание характеризуется собственным тепловым балансом. Однако настоящий подход предполагает рассмотрение агрегатированного теплового баланса комплекса рассматриваемых зданий.

Тепловой баланс котельной имеет вид:

$$Q_{\text{ТЛ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5, \quad (1)$$

или в относительных величинах:

$$1 = q_1 + q_2 + q_3 + q_5. \quad (2)$$

Для газовой котельной потери теплоты от механического недожога и со шлаком отсутствуют ($Q_4 = Q_6 = 0$).

Тепловой баланс тепловой сети можно записать в виде:

$$Q_1 = Q_{\text{т.с}} + Q_{\text{ут}} + Q_{\text{зд}}, \quad (3)$$

или в относительных величинах:

$$1 = q_{\text{т.с}} + q_{\text{ут}} + q_{\text{зд}}. \quad (4)$$

Потери теплоты с утечкой теплоносителя ($Q_{\text{ут}}$) могут происходить не только в тепловой сети, но и во внутридомовых системах отопления, однако с определенной долей условности будем относить их к тепловой сети.

Тепловой баланс здания при отсутствии централизованного горячего водоснабжения можно записать в виде:

$$Q_{\text{зд}} = Q_{\text{ог}} + Q_{\text{ок}} + Q_{\text{чер}} + Q_{\text{под}} + Q_{\text{инф}}, \quad (5)$$

или в относительных величинах:

$$1 = q_{\text{ог}} + q_{\text{ок}} + q_{\text{чер}} + q_{\text{под}} + q_{\text{инф}}. \quad (6)$$

В выражениях (1) – (6) приняты следующие обозначения:

$Q_{\text{ТЛ}}$ – теплота, поступившая в котельную с топливом, Гкал;

Q_1 – тепловая энергия, вырабатываемая котельной, Гкал;

Q_2 – потери теплоты с уходящими газами, Гкал;

Q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания, Гкал;
 Q_5 – потери теплоты от ограждающих конструкций котлов, Гкал;
 $Q_{т.с}$ – потери теплоты от поверхности трубопроводов, Гкал;
 $Q_{ут}$ – потери теплоты с утечками теплоносителя в трубопроводах, Гкал;
 $Q_{ог}$ – потери теплоты от ограждающих конструкций зданий, Гкал;
 $Q_{ок}$ – потери теплоты через окна, Гкал;
 $Q_{чер}$ – потери теплоты через чердачные перекрытия, Гкал;
 $Q_{под}$ – потери теплоты через перекрытия подвалов, Гкал;
 $Q_{инф}$ – потери теплоты с вентиляционным воздухом, Гкал.

Относительные потери в балансах (2), (4) и (6) определяются по формулам:

$$q_1 = \eta = Q_1/Q_{тл}; q_2 = Q_2/Q_{тл}; q_3 = Q_3/Q_{тл}; q_5 = Q_5/Q_{тл}, \quad (7)$$

$$q_{т.с} = Q_{т.с}/Q_1; q_{ут} = Q_{ут}/Q_1; q_{зд} = Q_{зд}/Q_1, \quad (8)$$

$$q_{ог} = Q_{ог}/Q_{зд}; q_{ок} = Q_{ок}/Q_{зд}; q_{чер} = Q_{чер}/Q_{зд}; q_{под} = Q_{под}/Q_{зд}, \quad (9)$$

$$q_{инф} = Q_{инф}/Q_{зд}.$$

Как видно из выражений (7) – (9) в трех различных тепловых балансах относительные потери определяются по отношению к трем различным величинам $Q_{тл}$, Q_1 , $Q_{зд}$, что не позволяет сравнивать между собой потери тепловой энергии в котельной, тепловой сети и зданиях. Введем дополнительные обозначения:

$$Q_k = Q_2 + Q_3 + Q_5, \quad (10)$$

$$q_k = q_2 + q_3 + q_5, \quad (11)$$

$$Q_T = Q_{т.с} + Q_{ут}, \quad (12)$$

$$q_T = q_{т.с} + q_{ут}, \quad (13)$$

$$[Q_{тл}]/Q_{тл} = q, \quad (14)$$

$$[Q_{зд}]/Q_{зд} = k. \quad (15)$$

Нетрудно показать, что эти величины связаны между собой зависимостью

$$q = \{q_k + \eta q_T + (1 - k) \cdot (\eta - q_T) - 1\} / \{[q_k] + \eta [q_T] - 1\}. \quad (16)$$

Комплексный баланс можно записать в абсолютном:

$$Q_{\text{тл}} = Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_{\text{т.с}} + Q_{\text{ут}} + Q_{\text{ог}} + Q_{\text{ок}} + Q_{\text{чер}} + Q_{\text{подв}} + Q_{\text{инф}}, \quad (17)$$

или относительном виде

$$1 = p_2 + p_3 + p_5 + p_{\text{т.с}} + p_{\text{ут}} + p_{\text{ог}} + p_{\text{ок}} + p_{\text{чер}} + p_{\text{подв}} + p_{\text{инф}}, \quad (18)$$

где:

$$p_1 = Q_1/Q_{\text{тл}}; p_2 = Q_2/Q_{\text{тл}}; p_3 = Q_3/Q_{\text{тл}}; p_5 = Q_5/Q_{\text{тл}}, \quad (19)$$

$$p_{\text{т.с}} = Q_{\text{т.с}}/Q_{\text{тл}}; p_{\text{ут}} = Q_{\text{ут}}/Q_{\text{тл}}; p_{\text{зд}} = Q_{\text{зд}}/Q_{\text{тл}}, \quad (20)$$

$$p_{\text{ог}} = Q_{\text{ог}}/Q_{\text{тл}}; p_{\text{ок}} = Q_{\text{ок}}/Q_{\text{тл}}; p_{\text{чер}} = Q_{\text{чер}}/Q_{\text{тл}}; p_{\text{под}} = Q_{\text{под}}/Q_{\text{тл}}; \\ p_{\text{инф}} = Q_{\text{инф}}/Q_{\text{тл}}. \quad (21)$$

Как видно из вышеприведенных соотношений, все составляющие относительного комплексного баланса определяются по отношению к одной и той же величине – $Q_{\text{тл}}$, что позволяет сравнивать по величине все тепловые потери в котельной, тепловых сетях и зданиях.

Составляющие относительного комплексного баланса (15) можно выразить через составляющие локальных балансов (7) – (9), (11), (13) следующим образом:

$$p_2 = q_2; p_3 = q_3; p_5 = q_5, \quad (22)$$

$$p_{\text{т.с}} = \eta q_{\text{т.с}}; p_{\text{ут}} = \eta q_{\text{ут}}, \quad (23)$$

$$p_{\text{ог}} = q_{\text{ог}}\eta (1 - q_{\text{т.с}} - q_{\text{ут}}); p_{\text{ок}} = q_{\text{ок}}\eta (1 - q_{\text{т.с}} - q_{\text{ут}}); \\ p_{\text{чер}} = q_{\text{чер}}\eta (1 - q_{\text{т.с}} - q_{\text{ут}}); p_{\text{под}} = q_{\text{под}}\eta (1 - q_{\text{т.с}} - q_{\text{ут}}); \\ p_{\text{инф}} = q_{\text{инф}}\eta (1 - q_{\text{т.с}} - q_{\text{ут}}). \quad (24)$$

Аналогичный вид имеют нормализованные балансы, с той лишь разницей, что вместо фактических величин Q , q и p в него подставляются нормализованные величины $[Q]$, $[q]$ и $[p]$.

Потенциал экономии топлива в рассматриваемой системе может быть охарактеризован величиной $Q_{\text{тл}} - [Q_{\text{тл}}]$ или в относительном виде:

$$(Q_{\text{тл}} - [Q_{\text{тл}}])/Q_{\text{тл}} = 1 - q. \quad (25)$$

Подставляя в (25) фактические и нормализованные балансы (18) после несложных преобразований можно получить выражение:

$$1 - q = (p_2 - q[p_2]) + (p_3 - q[p_3]) + (p_5 - q[p_5]) + (p_{т.с} - q[p_{т.с}]) + (p_{ут} - q[p_{ут}]) + (p_{ог} - q[p_{ог}]) + (p_{чер} - q[p_{чер}]) + (p_{под} - q[p_{под}]) + (p_{инф} - q[p_{инф}]). \quad (26)$$

В практике теплотехнических расчетов котлов, трубопроводов и зданий общепринятыми являются относительные составляющие локальных балансов (2), (6), (8). Поэтому составляющие комплексного баланса экономии топлива (26) целесообразно выразить через традиционные показатели локальных балансов котлов, трубопроводов и зданий.

$$(p_2 - q[p_2]) = q_2 - q[q_2], \quad (27)$$

$$(p_3 - q[p_3]) = q_3 - q[q_3], \quad (28)$$

$$(p_5 - q[p_5]) = q_5 - q[q_5], \quad (29)$$

$$(p_{т.с} - q[p_{т.с}]) = \eta q_{т.с} - q[\eta][q_{т.с}], \quad (30)$$

$$(p_{ут} - q[p_{ут}]) = \eta q_{ут} - q[\eta][q_{ут}], \quad (31)$$

$$(p_{ог} - q[p_{ог}]) = q_{ог}\eta(1 - q_{т.с} - q_{ут}) - q[q_{ог}][\eta](1 - [q_{т.с}] - [q_{ут}]), \quad (32)$$

$$(p_{ок} - q[p_{ок}]) = q_{ок}\eta(1 - q_{т.с} - q_{ут}) - q[q_{ок}][\eta](1 - [q_{т.с}] - [q_{ут}]), \quad (33)$$

$$(p_{чер} - q[p_{чер}]) = q_{чер}\eta(1 - q_{т.с} - q_{ут}) - q[q_{чер}][\eta](1 - [q_{т.с}] - [q_{ут}]) \quad (34)$$

$$(p_{под} - q[p_{под}]) = q_{под}\eta(1 - q_{т.с} - q_{ут}) - q[q_{под}][\eta](1 - [q_{т.с}] - [q_{ут}]) \quad (35)$$

$$(p_{инф} - q[p_{инф}]) = q_{инф}\eta(1 - q_{т.с} - q_{ут}) - q[q_{инф}][\eta](1 - [q_{т.с}] - [q_{ут}]) \quad (36)$$

Левая часть выражения (26) характеризует долю экономии топлива, которая достигается за счет того, что все составляющие комплексного баланса (18) будут соответствовать нормализованным значениям. В правой части представлена каждая из составляющих экономии топлива. Полученное выражение характеризует потенциал экономии топлива в каждом из участков, где используется теплота топлива, поступающего в котельную системы теплоснабжения. Эта информация может быть использована для определения приоритетности реализации проектов, направленных на экономию топлива в системе теплоснабжения. Проекты с наибольшим потенциалом целесообразно рассматривать в качестве первоочередных. Примеры энергоэффективных проектов, направленных на снижение

составляющих тепловых потерь в отдельных элементах рассматриваемой системы, приведены в таблице 1.

Составляющие фактического баланса определяются на основании показаний стационарных и портативных приборов учета ТЭР: счетчика газа на входе в котельную, теплосчетчиков, установленных на выходе из котельной и на входе в здания, водосчетчиков для определения расхода горячей и подпиточной воды, газоанализатора для определения состава продуктов сгорания топлива и температуры уходящих газов котлов, тепловизора для определения температуры ограждающих конструкций котлов, регистраторов температуры наружного и внутреннего воздуха и других измерительных приборов. Величины, измеренные при определенной температуре наружного воздуха и на определенном интервале времени, должны быть приведены к средней расчетной температуре и расчетной продолжительности отопительного сезона. Для проведения измерений должны быть выбраны представительные объекты (котлы, трубопроводы, здания), характеристики которых можно использовать в качестве представительных параметров, характеризующих в целом тепловой район. Составление фактического баланса является трудоемкой процедурой, требующей проведения большого количества измерений. В случае невозможности получения фактических значений той или иной величины должны быть использованы расчетные значения. В этом случае баланс (17) и (18) будет носить расчетно-фактический характер.

Таблица 1

Примеры проектов, направленных на снижение тепловых потерь

Составляющая тепловых потерь	Проекты, направленные на снижение тепловой потери
p_2	установка САР «топливо – воздух», устранение присосов воздуха, установка теплоутилизаторов
p_3	установка САР «топливо – воздух»
p_5	ремонт обмуровки котлов
$p_{т.с}$	замена труб на предварительно изолированные
$p_{ут}$	выявление причин и устранение утечек теплоносителя
$p_{ог}$	утепление фасадов зданий
$p_{ок}$	установка энергосберегающих окон
$p_{чер}$	утепление чердачных перекрытий
$p_{под}$	утепление подвалов
$p_{инф}$	утилизация теплоты сбросного воздуха

Нормализованный баланс составляется расчетным путем с использованием проектных характеристик и нормативно-методических материалов. Большинство находящихся в эксплуатации зданий и систем теплоснабжения было создано достаточно давно, поэтому многие их проектные характеристики не соответствуют действующим нормативно-

методическим материалам. Составление нормализованного баланса должно осуществляться на основании действующих нормативно-методических требований, то есть должен составляться прогрессивный нормализованный баланс. Необходимо отметить, что, если фактическая величина теплоты топлива, поступившего в котельную $Q_{\text{тл}}$, может быть определена по показаниям счетчика газа, то нормативная величина $[Q_{\text{тл}}]$ может быть определена только по обратному балансу путем вычисления всех составляющих потерь тепловой энергии.

Таблица 2

Пример комплексного баланса экономии топлива в системе теплоснабжения

Составляющие баланса	Локальный баланс		Комплексный баланс		Потенциал экономии
	факт	норма	факт	норма	
источник					
с уходящими газами	0,090	0,060	0,090	0,060	0,065
от ограждений котла	0,040	0,020	0,040	0,020	0,032
от хим. недожога	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010
КПД котла	0,860	0,920	0,860	0,920	
потери в котле	0,140	0,080	0,140	0,080	
трубопроводы					
от поверхности трубопроводов	0,200	0,120	0,172	0,110	0,126
с утечкой теплоносителя	0,060	0,010	0,052	0,009	0,048
всего потери в трубопроводе	0,260	0,130	0,224	0,120	
потребители					
доля теплоты, поступающей к потребителю			0,636	0,800	
стены	0,280	0,280	0,178	0,224	0,084
окна	0,140	0,140	0,089	0,112	0,042
чердак	0,050	0,050	0,032	0,040	0,015
подвал	0,030	0,030	0,019	0,024	0,009
инфильтрация	0,500	0,500	0,318	0,400	0,150
<i>всего у потребителя</i>	1,000	1,000	0,636	0,800	0,300
<i>итого по системе</i>			1,000	1,000	0,580
снижение энергопотребления здания	0,500				
соотношение нормализованного и фактического расхода топлива	0,420				

Рассмотрим пример построения комплексного относительного баланса экономии топлива в системе теплоснабжения, включающей в себя котельную, тепловую сеть и подключенные к ней здания на базе использования выражений (26), (27) – (36). Фактические и нормализованные относительные потери теплоты топлива в балансах котельной, тепловой сети и зданиях представлены в первых двух столбцах, фактические и нормализованные относительные потери теплоты топлива в комплексном балансе представлены в третьем и четвертом столбцах, потенциал экономии топлива – в пятом столбце таблицы 2.

Проведенный пример анализа комплексного энергетического баланса показал, что приведение фактических тепловых потерь к нормативному уровню позволяет сократить потребление топлива на 58%. При этом предполагается, что теплопотребление зданий сокращается в два раза. Наибольший потенциал экономии топлива заключается в реализации проектов по снижению тепловых потерь с вентиляционным воздухом (15%). Следующий по величине потенциал заключается в снижении тепловых потерь от поверхности трубопроводов (12,6%), от стен зданий (8,4%), с уходящими газами (6,5%), с утечкой теплоносителя (4,8%), через окна (4,2%) и с другими тепловыми потерями (табл.2). Приведенный пример является достаточно характерным для существующих систем теплоснабжения, однако не может рассматриваться в качестве универсальной оценки. Для каждой конкретной системы теплоснабжения эти цифры могут существенно отличаться. Определение конкретных величин тепловых потерь должно осуществляться на основании проведения комплексного энергоаудита систем теплоснабжения и зданий.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЬНИКІВ RIELLO ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОТЛІВ КВГ-6,5

Представництво Riello S.p.A. в Україні

За 90 років з моменту заснування італійська компанія Riello S.p.A. стала однією з найбільших європейських виробників котельного обладнання. А саме різних типів водогрійних котлів потужністю до 20 МВт та пальників потужністю до 32 МВт. Наші котлоагрегати можуть працювати на будь-яких типах газоподібного або рідкого палива, включаючи біогаз та біодизель, а також на твердому паливі. Ми розробили та пропонуємо спеціальну серію пальників, що призначені для встановлення у вітчизняні котли водотрубного типу.

З відкриттям Офіційного представництва компанії Riello в Україні було організовано повний технічний та сервісний супровід, склад запасних частин та самої продукції, навчання спеціалістів та повна сертифікація обладнання.

За минулий період в котельнях теплокомуненерго було поставлено котлоагрегатів сумарною тепловою потужністю більше 350 МВт, та понад 1,5 тисячі пальників для імпорتنних та вітчизняних котлів. Це обладнання дозволяє економити близько 30 млн. куб. метрів газу в рік.

Як показала обширна практика термін окупності проектів реконструкції котельних із застосуванням обладнання Riello не перевищує 3-х років, завдяки чому такі проекти з легкістю кредитуються як українськими так і європейськими банками.

10 років потому наша компанія почала активно співпрацювати з підприємствами теплокомуненерго України завдяки високому технічному рівню обладнання та прийнятній для українських підприємств цінній політиці. З 2006-го року котли та пальники Riello входять в перелік обладнання, що рекомендовано МінЖКГ України для застосування при реконструкціях та замінах застарілих котлів з метою зниження рівня споживання природного газу (Перечень предложений МинЖКХ Украины № 6/5-195 от 15.02.2006). На сьогоднішній день ми активно співпрацюємо з багатьма теплостачаючими підприємствами по всій Україні: від Криму до Чернігівської області, від Донецького та Харківського регіонів до Західної України.

Однією з останніх робіт по модернізації котельного обладнання вітчизняного виробництва, яке встановлено та експлуатується на підприємствах теплокомуненерго, є проект реконструкції котлів типу КВГ-6,5(7,56) із заміною штатних подових пальників на сучасні типу Riello RS 250/M BLU.

Двоступеневі газові прогресивні або модуляційні пальники зі зниженими викидами оксидів азоту (Low NO_x) серії RS/M BLU розроблені для застосування в теплогенераторах різноманітного призначення середньої та великої потужності. Можливість роботи в модуляційному режимі забезпечує точне підтримання контролюємого параметру на завданому рівні з високим ККД у всьому діапазоні модуляції. Низькі викиди оксидів азоту при роботі пальників цієї серії дозволяють використовувати їх в тих місцях, де є обмеження по викидах шкідливих речовин в навколишнє середовище. Ця серія пальників включає в себе сім типорозмірів потужністю від 500 до 16000 кВт. Дані пальники мають наступні функціональні характеристики: налагоджування та обслуговування пальника без його зняття з теплогенератора; наявність керованої сервоприводом повітряної заслінки, які зачиняються при відключенні пальника (запобігає втраті тепла через димохід теплогенератора); наявність газової дросельної заслінки, що керується сервоприводом (дозволяє використовувати з пальником одноступеневу газову рампу); наявність цифрового автомату горіння з функцією самодіагностики; знижений, в порівнянні з аналогічними пальниками, рівень шуму (нижче 87 дБ); наявність підпірної шайби, що рухається, (забезпечує оптимальне змішування газу та повітря у всьому діапазоні роботи пальника).

Котли КВГ-7,56 з подовими пальниками як і котли інших серій з такими пальниками мають декілька спільних вад – вузький діапазон регулювання, великі присоси повітря, особливо на низьких навантаженнях, низький рівень автоматизації.

Досі спроби замінити подові пальників на блокові були не дуже вдалим. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання процесів теплообміну і гідродинаміки у котлі типу НІСТу-5 при заміні подового пальника на блоковий [1] змогу виявити проблемні місця з точки зору теплообміну у топці, які не врахували у своєму проекті. В результаті моделювання виявилася найбільш проблемна зона на виході з топки (рис.1), яку ми виправили за рахунок підняття поду на кінці топочного простору (рис.2).

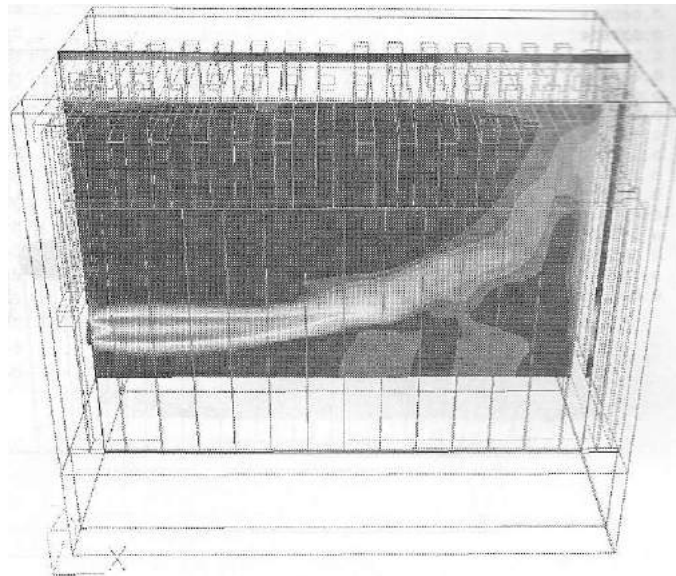


Рис.1

Спеціалістами компанії були проведені попередні теоретичні роботи, які були погоджені зі фахівцями ВАТ «Монастирищенський ордену Трудового Червоного Прапора машинобудівельний завод» (оф. Лист № 60-62/06-80 від 15.09.2009). Після отримання від останнього дозволу на проведення випробувань на діючому котлі, проектна група ОКП «Донецьктеплокомуненерго» розробила типовий проект по заміні існуючих палинкових пристроїв на сучасні палинки Riello RS 250/М.

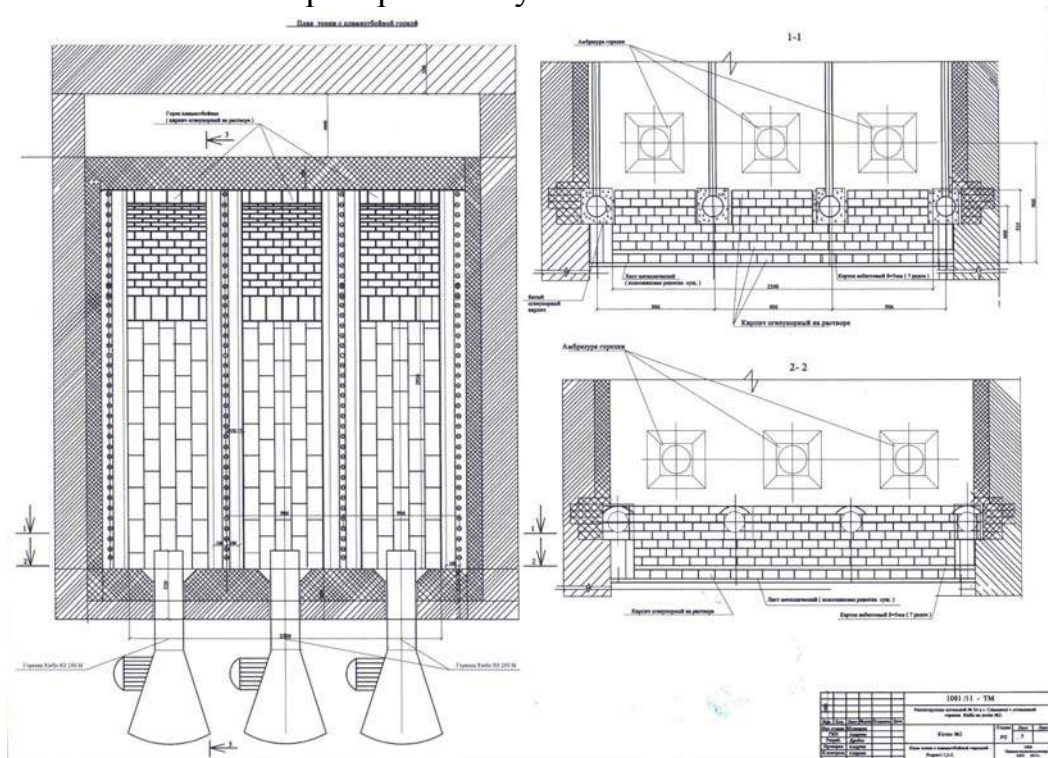


Рис.2

Цей проект отримав усі необхідні погоджування та виконаний на одній з котельних в місті Слав'янськ Донецької області.



Рис.3

Позитивні результати такої модернізації відображені у офіційному листі підприємства (№ 26/1877 від 02.06.2011 року), де говориться, що після проведення таких заходів було зафіксовано зниження споживання природного газу на 1000 кубічних метрів щодоби при середньодобовій температурі -4 °С. Також відмічено, що заміна форкамерних пальників, які працюють в безвентиляторному режимі, на пальники Riello RS 250/M VLU з вбудованими вентиляторами (електрична потужність двигуна кожного вентилятора становить 5,5 кВт) не призвела до загального збільшення споживання електричної енергії в котельні.

Також можна навести декотрі дані з режимних карт, що були складені перед та після модернізації котла на максимальному навантаженні котла (Таблиця 1).

Таблиця 1

Найменування параметра, од. вим.	До модернізації	Після модернізації
Теплова потужність, Гкал/год	5,71	6,01
Витрата газу, нм ³ /год	795	810
ККД, %	89,16	92,09
Витрата газу на виробництво 1 Гкал, нм ³ /Гкал	139,23	134,78
Концентрація Nox у відхідних газах, мг/м ³	102	72

Однак найбільш показовим результатом позитивного досвіду такої роботи є будівництво нової котельні в місті Світлодарську Донецької області, який залишився без тепла після аварії на Угледорській ТЕЦ. В цій новій котельні встановлено шість котлів КВГ-6,5 (7,56) з пальниками Riello RS 250/M.



Рис.4

ЛІТЕРАТУРА

1. Долинский А.А., Кобзарь С.Г., Назаренко О.В., Мещеряков А.А. Использование компьютерного моделирования при малозатратной модернизации котла НИИСТу-5/ Промышленная теплотехника, 2007, т.29. С.80-91.

ЗМІСТ	
Басок Б. І. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ БУДИНОК ПАСИВНОГО ТИПУ	3
Басок Б. І., Давиденко Б. В., Лисенко О. М., Гончарук С. М. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ	9
Божко І. К., Недбайло А. Н., Ткаченко М. В., Засецкий І. Г. КОМБІНІРОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ ВИСОКОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ДОМА	14
Болгарова Н. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ	23
Болібрुक О. С. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗОВНІШНІХ СОНЦЕЗАХИСНИХ СИСТЕМ	27
Ванін В. В., Грязнова Г. П. ЕВОЛЬВЕНТНО-ЕВОЛЮТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ГЕОМЕТРИЧНІЙ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАВИВКИ	35
Витвицкая Е. В. РАЗДЕЛ «СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ» В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ АРХИТЕКТОРОВ	39
Герхардт И. НОВЕЙШИЕ НЕМЕЦКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТОПЛЕНИЯ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ СВЕЖЕЙ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ SOLVIS	45
Гетун Г. В., Чухрай С. М. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПЛОСКИХ ПОКРИТТІВ	49
Гламаздин П. М., Пинчук В. С. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ СПОРУД ВИЩИХ УЧБОВИХ ЗАКЛАДІВ	55
Гламаздин П. М., Цикал К. О., Даніленко А. Г. ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛООБМІНУ У ПЛАСТИНЧАТИХ ТЕПЛООБМІННИКАХ З РОЗЧИНАМИ ПАР У ЯКОСТІ ТЕПЛОНОСІЯ	59
Гусак Ю. В., Пугачов Є. В. МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ВЕКТОРА І ОСВІТЛЕНОСТІ НА НИЖНІЙ ОСНОВІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СВІТЛОВОЇ ШАХТИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РОЗПОДІЛУ ЯСКРАВОСТІ ПО НЕБОЗВОДУ ЗА СТАНДАРТОМ «A SET OF STANDART SKIES»	63
Гумен О. М., Довгалюк В. Б., Мілейковський В. О. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РУХУ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ	68
Диб М. З., Сергейчук О. В., Ландолфе М. Г. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОГО АДМИНИСТРАТИВНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ «CREATIVE SPACE» В КИЕВЕ	76
Довгалюк В. Б., Мілейковський В. О., Клименко Г. М. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВИТИСКАЛЬНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ У ТЕПЛОАПРУЖЕНИХ ПРИМІЩЕННЯХ	81
Довгалюк В. Б., Чабан І. В. ЕФЕКТИВНИЙ ПОВЕРХНЕВИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО УДАРНО-ПІННОГО АПАРАТУ	86
Євдокименко Ю. М., Задоянний О. В. ПОРІВНЯЛЬНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ПРЯМОТОЧНОЇ СИСТЕМИ	91

КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З КОНДЕНСАЦІЙНИМ ТА КОМБІНОВАНИМ КОНДЕНСАЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ ОСУШЕННЯМ ПОВІТРЯ	
<i>Задоянний О.В., Котляров А.В.</i> ЕКСЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ОБРОБКИ ПОВІТРЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ПРЯМОТОЧНІЙ СИСТЕМІ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	95
<i>Злоба В. В.</i> ПРОБЛЕМИ РОЗРАХУНКУ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ НАХИЛЕНИХ СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ	101
<i>Іванова Л. С.</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ ЯК СТИМУЛ ІННОВАЦІЙ НА БУДІВЕЛЬНОМУ РИНКУ	107
<i>Івашко Ю. В.</i> З ІСТОРІЇ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	112
<i>Кащенко Т. О., Асланян В. Е., Казаков Д. О., Уваров В.О.</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС ЗА КОНКУРСНОЮ ПРОГРАМОЮ «ARCHITECTURE AT ZERO 2013»	116
<i>Керш В. Я., Колесников А. В., Керш Д. В.</i> МЕТОДИ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ КОМПЗИТОВ	123
<i>Коваленко В. А., Коробко І. В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ	128
<i>Козак Ю. В., Андропова О. В.</i> ПОМИЛКИ ТА МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ УТЕПЛЕННІ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	134
<i>Кошева В. О., Чорноморденко Є. І.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ В РІЗНИХ ТИПАХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	143
<i>Кривенко О. В.</i> БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА У СУЧАСНОМУ ЕКО СЕРЕДОВИЩІ	149
<i>Куліков П. М., Бондар О. А.</i> СИСТЕМНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМАТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ	155
<i>Лабай В. Й., Гарасим Д. І.</i> СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ЧИСТИХ ПРИМІЩЕНЬ	161
<i>Лазарєв О. І.</i> СТЕБЛО ЯК ПРИРОДНИЙ АНАЛОГ НАДВИСОТНОГО ХМАРОЧОСА «ВІОТЕСТОН» І КОНСТРУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГО МАТЕРІАЛУ	167
<i>Лісун, І. С.</i> СКЛАДЧАСТА ТРАНСФОРМОВАНА СИСТЕМА, ЯК ОБ'ЄКТ СОНЦЕЗАХИСТУ НА ПРИКЛАДІ ЗИМОВОГО САДУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	177
<i>Малкін Е. С., Кириченко М. А., Чепурна Н. В.</i> ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ В ПОВІТРЯНО-ОПАЛЮВАЛЬНИХ АГРЕГАТАХ З ТРУБЧАСТИМИ НАГРІВАЧАМИ	183

Малкін Е. С., Лисак О. В. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ МІСЦЕВИХ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ	188
Мартинов В. Л. ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ П'ЯТИ КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНІВ УКРАЇНИ	192
Міщенко О. С. ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО -ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕКЦІЙНОГО ТИПУ	198
Осєтрін М. М., Тарасюк В. П. ВПЛИВ ЕНЕРГОВИТРАТ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ІНЖЕНЕРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ ПЕРЕТИНІВ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЕЙ	203
Панько О.М. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ УКРАЇНИ	208
Підгорний О. Л. ПОТОКИ ПРЯМИХ ТА ВІДБИТИХ СОНЯЧНИХ ПРОМЕНІВ В АРХІТЕКТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	212
Плешкановська А. М. ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ	218
Плоский В. О., Скочко В. І. АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ В'ЯЗЕЙ СІТЧАСТИХ СТРУКТУР, НА ОСНОВІ КОРЕГУВАННЯ ВЕЛИЧИН СКАЛЯРНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗОВНІШНІХ ВПЛИВІВ	224
Пріщенко А. М. ПРИВЕДЕНИЙ ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ВЕРХУ ВІКОННОГО ПЕРЕРІЗУ ЦЕГЛЯНОЇ СТІНИ З ЗОВНІШНЬОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ	231
Ряснова Е. В. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УКРАИНСКОГО РЫНКА ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	236
Савенко В. І., Фіалко Н. М., Черних Л. Ф., Фаренюк Г. Г., Мельник В. К., Савенко О. В. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ	247
Саницький М. А., Котів М. В., Марущак У. Д. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	254
Севостьянова П. Р. ПРИНЦИП ЕКОЛОГІЧНОГО (ЗЕМЛЯНОГО) ЖИТЛА ВТІЛЕНИЙ У ЖИТТЯ	260
Сергейчук О. В., Буравченко В. С., Андропова О. В., Злоба В. В., Радомцев Д. А. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА СОЛНЕЧНЫХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ К ДСТУ Б EN ISO 13790	267
Соколовська Ю. С. ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ПРИ РЕНОВАЦІЇ	273

Спирidonov A. B., Шyбин И. Л., Ахмяров Т. А. НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ «АКТИВНОГО» ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	277
Стрелкова Г. Г., Агеева Г. М. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОПОРТІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ «МІСТО-АЕРОПОРТ»	288
Уласевич В. Ю., Соколенко В. М. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ	295
Ушакова О. Б. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В КОНЦЕ XIX- НАЧАЛЕ XX ВЕКА	299
Цанко Ю. В. ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВИНИ	304
Шульц Р. В., Білоус М. В., Анненков А. О., Ковтун В. Я. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ КОШТОРИСНИХ ВАРТІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ В ПРОМИСЛОВОМУ ТА ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ	310
Якімчук І.М АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ФІНАНСУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ	318
Пасічник П. О., Приймак О. В. ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ГЕЛІОСИСТЕМ	322
Bondarenko Oleg , Zadoyanniy A.V INTEGRATED ENERGY EFFICIENT HANDLING UNIT SUPER SE (SAVE ENERGY)	328
Guzii S. G., Krivenko P.V., Petránek V., Sotiriadis K., Terenchuk S .A. THERMAL INSULATION MATERIALS FOR NON-CONVENTIONAL ENERGY	334
R. Schwarzenberger, П. М. Гламаздин ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛАХ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	341
Никитин Е.Е. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ЗДАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	346
Чернокрилюк В.В. ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЬНИКІВ RIELLO ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОТЛІВ КВГ-6,5	354
Зміст	359

Реєстр розсилання науково-технічного збірника “Енергоефективність в будівництві та архітектури”

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
а) до установ, перелік яких затверджено ДАК МОН України для обов’язкової розсилки авторефератів дисертацій та Держкомполітики України для обов’язкової розсилки друкованих засобів масової інформації		
1.	01220, м. Київ, вул. Банкова, 11	Адміністрація Президента України
2.	01008, м. Київ, вул. Грушевського, 12/2	Кабінет Міністрів України
3.	01033, м. Київ, пр. Перемоги, 10	Міністерство освіти і науки України
4.	01001, м. Київ, вул. Хрещатик, 34	ДАК Міністерства освіти і науки України
5.	03039, м. Київ, пр. 40-річчя Жовтня, 3	Національна наукова бібліотека України ім. В.І.Вернадського
6.	01601, м. Київ, вул. Грушевського, 1	Національна парламентська бібліотека України
7.	79001, м. Львів, МСП, вул. Стефаника, 2	Львівська наукова бібліотека України ім. В.Стефаника
8.	65020, м. Одеса, вул. Пастера, 13	Одеська державна наукова бібліотека ім. М. Горького
9.	61003, м. Харків, провулок Короленка, 18	Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г.Короленка
10.	01601, м. Київ, вул. Володимирська, 58	Наукова бібліотека ім. М. Максимовича Київського національного університету ім. Т.Г.Шевченка
11.	43009, м. Луцьк, пр. Волі, 13	Волинський державний університет ім. Л. Українки
12.	49025, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72	Дніпропетровський державний університет
13.	83055, м. Донецьк, вул. Університетська, 24	Донецький державний університет
14.	69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66	Запорізький державний університет
15.	01017, м. Київ, вул. Володимирська, 64	Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка
16.	79002, м. Львів, вул. Університетська, 1	Львівський державний університет ім. І.Я.Франка
17.	65057, м. Одеса, вул. Петра Великого, 2	Одеський державний університет ім. І.І.Мечнікова

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
18.	95038, м. Сімферополь, вул. Ялтинська, 4	Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського
19.	40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2	Сумський державний університет
20.	88000, м. Ужгород, вул. Горького, 4	Ужгородський державний університет
21.	91034, м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а	Східноукраїнський державний університет
22.	76000, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57	Прикарпатський університет ім. В.Стефаника
23.	61006, м. Харків, пл. Свободи, 4	Харківський національний університет
24.	18000, м. Черкаси, бульв. Т.Шевченка, 81	Черкаський державний університет ім. Б.Хмельницького
25.	58012, м. Чернівці, вул. Коцюбинського, 2	Чернівецький національний університет ім. М. Федьковича
26.	02094, м. Київ-94, пр. Гагаріна, 27	Книжкова палата України
27.	03680, м. Київ-171, вул. Антоновича, 180	Державна науково-технічна бібліотека України
28.	01601, м. Київ, вул. Прорізна, 2	Держкомінформполітики України
29.	04070, м. Київ-70, Контрактова пл. (Гостинний двір)	Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека ім. В.Г.Заболотного
б) до вищих навчальних закладів та профільних науково-дослідних установ		
30.	03680, м. Київ-171, вул. Антоновича, 180	Український інститут науково-технічної інформації
31.	79646, м. Львів, вул. Бандери, 12	НУ "Львівська політехніка" /бібліотека/
32.	86132, м. Макіївка Донецької обл., вул. Державіна, 2	Донбаська національна академія будівництва і архітектури /бібліотека/
33.	49027, Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, вул. ХХІІ партз'їзду, 11	Криворізький технічний університет /бібліотека/
34.	65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4	Одеська державна академія будівництва і архітектури /бібліотека/
35.	36601, м. Полтава, Першотравневий пр. 24	Полтавський національний технічний університет /бібліотека/
36.	33000, м. Рівне, вул. Соборна, 11	Національний технічний університет водного господарства та природокористування /бібліотека/
37.	49600, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24а	Придніпровська державна академія будівництва і архітектури /бібліотека/

№ п/п	Адреса	Назва організації, підприємства, установи
38.	61002, м. Харків, вул. Сумська, 40	Харківський державний технічний університет будівництва і архітектури /бібліотека/
39.	61078, м. Харків, вул. Петровського, 25	Харківський національний технічний автомобільно-дорожній університет /бібліотека/
40.	61078, м. Харків, вул. Революції, 12	Харківська національна академія міського господарства /бібліотека/
41.	21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.	Вінницький національний технічний університет /бібліотека/
42.	03058, м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1	Київський національний авіаційний університет /бібліотека/
43.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /бібліотека/
44.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /відділ НТІ/
45.	03037, м. Київ-37, Повітрофлотський пр.31	Київський національний університет будівництва і архітектури /проректору про науковій роботі/
46.	95000, м. Сімферополь, вул. Київська, 181	Національна академія природоохоронного та курортного будівництва
47.	03032, м. Київ, бульвар Шевченка, 60	РВПС України НАН України /бібліотека/
48.	03025, м. Київ, вул. В.Житомирська, 9	Науково-дослідний і проектний інститут містобудування /бібліотека/
49.	84646, м. Горлівка Донецької області	Автомобільно-дорожній інститут ДНТУ /бібліотека/
50.	69600, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226.	Запорізька державна інженерна академія /бібліотека/
51.	43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56	Луцький національний технічний університет /бібліотека/
52.	03039, м. Київ, пр. 40-річчя Жовтня, 50	УкрНДПщивільсільбуд /бібліотека/
53.	03035, м. Київ, вул. Смирнова-Ласточкина, 20	Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури /бібліотека/
54.	03133, м. Київ, бульв. Л.Українки, 26	УДНДПМ "ДПРОмісто" /бібліотека/
55.	94204, м. Алчевськ, пр. Леніна, 16	Донбаський державний технічний університет /бібліотека/
56.	95000, м. Сімферополь, вул. Київська, 181	Національна академія природоохоронного та курортного будівництва
57.	01133, м. Київ-33, бульв. Лесі Українки, 26	УДНДПМ "ДПРОмісто"
58.	01133, м. Київ-33, бульв. Лесі Українки, 26	КиївЗНДІЕП
59.	84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51	Горлівський автодорожній інститут Донецького національного технічного університету