



МАТЕРІАЛИ
міжнародної науково-практичної конференції

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ МІСТО.
XXI СТОЛІТТЯ



ОДЕСА – 2022

**Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Одеська міська рада
Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України
ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
Фірма «ELEKTRON GMBH» (Німеччина)
Фірма «HERZ» (Австрія)
Науково-виробничий центр «Екострой»
Академія енергетики України**

МАТЕРІАЛИ
міжнародної науково-практичної конференції
«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ МІСТО. ХХІ СТОЛІТТЯ»
10 - 11 листопада 2022 р.

УДК (620.9:628.87):334,723
ББК (620.9:628.87):334, 723
Е61

Засновник і видавець науково-технічного збірника Одеська державна академія будівництва та архітектури.

У збірнику розміщені матеріали, які доповідалися на міжнародній науково-практичній конференції «Енергоефективне місто. ХХІ століття» (м. Одеса, 10-11 листопада 2022 року), висвітлюються наступні тематики:

1. Науково-методичні аспекти енергоефективності сучасного міста.
2. Сучасні ефективні будівельні матеріали, конструкції і технології.
3. Енергоефективні інженерні системи міст.
4. Міська транспортна інфраструктура. Міська екологія.
5. Підготовка фахівців з енергоефективності та енергозбереження.

Редакційна колегія: Ковров А.В., к.т.н., професор (голова); Ісаєв В.Ф., к.т.н., доцент; Керш В.Я., к.т.н., професор; Суханов В.Г., д.т.н., професор; Прогульний В.Й., д.т.н., професор; Хлицов М.В., к.т.н., доцент; Даниленко А.В., к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск: Даниленко А.В., к.т.н., доцент.

Рекомендовано до видання
Вченою Радою
Одеської державної академії будівництва та архітектури
(Протокол №2 від 20 жовтня 2022 р.)

Тези доповідей надруковані в авторській редакції. Автори матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою, та за використання даних, що не підлягають відкритій публікації.

Наукове фахове видання

© Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2022

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНОГО
МІСТА**

ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ

АПАТЕНКО Т. М.
БЕЗЛЮБЧЕНКО О. С.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, М. Харків, Україна*

Відновлення України є важливим етапом післявоєнного розвитку нашої держави, так за 7 місяців повномасштабної війни в Україні було зруйновано 140 тисяч помешкань, а скільки ще може бути нанесено шкоди містам України, бо війна триває, але вже зараз керівництво країни та міжнародні партнери шукають найкращі рішення для майбутньої відбудови зруйнованих війною об'єктів інфраструктури та житлових будинків. Відновлюючи житлову та цивільну забудову необхідно спиратися на досвід Європейських країн та світовий досвід та запровадити сучасні методи енергомодернізації, застосування інноваційних проєктів енергоефективної архітектури, яка має утворити гармонійну та безпечну забудову.

Стан забудови та інфраструктури міст та містечок в Україні завжди викликав обґрунтоване занепокоєння й завжди був актуальною проблемою, яка викликала численні дискусії, та надихала науковців до вивчення

Енергоспоживання в Україні на один квадратний метр більш ніж утричі вище, ніж, наприклад, у Німеччині. У середньому мешканець ФРН використовує 90 кВт/год. на 1 м² на рік, а мешканець України – до 300 кВт/год. Не дивно, адже більшість українських домогосподарств регулює температуру у квартирі лише провітрюванням, а 80% із них оплачує опалення не за реальним споживанням, а за метражем [1, с. 2].

Статистика енергоспоживання країн у світі показує, що за кількістю споживання енергії в Україні посідає 3 місце у світі, а споживання енергії на душу населення для України становить 84 МДж/рік, що є найвищим показником у світі, згідно з яким Україна посідає 1 місце у рейтингу. Для України такий показник свідчить, що країна надмірно використовує енергію [1, с. 3; 2, с.1].

Виходячи з цього, не виникає жодних сумнівів щодо актуальності організації будівництва будівель, що використовують екологічно чисті, відновлювані джерела енергії. У мирні часи було надано початок запровадження різноманітних заходів щодо енергозбереження, усе проводилося дуже повільно, саме сьогодні час сприяє до остаточного та незворотного вирішення питання енергоефективності цивільної забудови. У сучасній архітектурі та будівництві це може бути досягнуто шляхом удосконалення архітектурно-планувальних

рішень, застосування зовнішніх конструкцій оболонки будівлі з необхідним рівнем теплозахисту, впровадження ефективних систем забезпечення мікроклімату та енергозбереження в будівлях, застосування відновлюваних джерел енергії, підвищення якості проектування будівель. Перехід до такого типу будівель може суттєво скоротити споживання паливно-енергетичних ресурсів, знизити витрати на енергозабезпечення та зменшити викиди парникових газів [1 с. 5].

Презентований українським урядом 4 липня у швейцарському Лугано план відновлення України, «план Маршалла», передбачає відбудову зруйнованої війною, та побудову абсолютно нової – ефективнішої, сучаснішої та екологічної інфраструктури. Реалізація плану має початися у 2022 році – незалежно від того, чи припиняться бойові дії [3].

План складається з 15 національних програм у різних секторах економіки та суспільного життя. Кожна містить низку ключових проєктів, реалізовувати які почнуть вже у 2022 році.

Обсяги фінансування програм різняться, однак в наступні десять років на них необхідно залучити близько 750 млрд дол.

В перелік національних програм входять:

- Енергетична безпека (близько 130 млрд дол). Серед проєктів – будівництво ГЕС та ГАЕС, електростанцій на відновлювальних джерелах енергії потужністю 5–10 ГВт, добудова двох енергоблоків Хмельницької АЕС, модернізація інших АЕС, будівництво інфраструктури для виробництва «зеленого» водню.

- Модернізація регіонів та житлового будівництва (150–250 млрд дол). У межах програми планується реалізувати проєкт підвищення енергоефективності житлових будинків, збудувати нові та відремонтувати пошкоджені будинки. Будуть модернізовані системи водопостачання, водовідведення та опалення. Відбудеться локалізація виробництва скла, вікон та термоізоляційних матеріалів.

- Сучасна соціальна інфраструктура (30–35 млрд дол). Кошти підуть на модернізацію соціальних об'єктів відповідно до принципів енергоефективності та безбар'єрності, відновлення зруйнованих об'єктів, зведення індустріальних парків.

План відновлення України розрахований на десять років і має три етапи. Перший почнеться найближчим часом. Серед пріоритетних проєктів на 2022 рік – розмінування 5% території країни, підготовка енергосистеми до зимового періоду та накопичення газу, страхування інвестицій від воєнних ризиків, початок будівництва вантажного коридору до литовської Клайпеди, ремонт 20 тис та будівництво 100 тис будинків.

Другий етап реалізації «плану Маршалла» – відбудова. Він почнеться у 2023 році і триватиме до кінця 2025 року. Тут ітиметься про відновлення зруйнованої інфраструктури та будівництво нової відповідно до європейських стандартів. На цьому етапі передбачається реалізувати більшість проєктів: 580 з 850, мова йде про 300 млрд дол.

Третій етап – модернізація – триватиме у 2026-2032 роках. За цей час Україна планує реалізувати 270 проєктів. Потреба у фінансуванні перевищить 400 млрд дол. Значну частину з них розраховують отримати від приватних інвесторів.

Зіткнувшись з великими руйнуваннями та збитками, спричиненими російським вторгненням, Україна має змінити економіку, інфраструктуру, енергетичну систему та промислову базу.

Електроенергетика. Настав час подолати інерцію радянських планів розвитку і створити основу для створення систем на основі чистих та ефективних технологій.

Застарілі теплові електростанції та газові котельні можна замінити ефективними системами відновлюваної енергетики та децентралізованою інфраструктурою.

Будівлі. У цьому секторі величезна можливість полягає у відбудові зруйнованого житлового фонду за новими стандартами енергоефективності, впровадження яких також створює бізнес-умови для модернізації будівель і заміни систем опалення [5].

Українці повинні мати мотивацію та засоби, щоб відмовитися від газових котлів на користь теплових насосів, які можуть бути вітчизняного виробництва.

Теплове моделювання є потужним інструментом для оцінки енергетичних характеристик будівлі. Рекомендується інтегрувати на етапі проектування будівлі. На цьому етапі є більше можливостей вплинути на дизайн будівлі шляхом його зміни, оскільки набагато дешевше змінити, ніж будинок. Крім того, можна змодельовати різну кількість сценаріїв, щоб отримати найбільш оптимальний проєкт не тільки з погляду дизайну будівлі як такої, але й відповідно до сценарію експлуатації будівлі [4 с. 5].

У результаті відновлення житлових будівель поліпшується якість житлового фонду та зростає його цінність як економічного блага і джерела доходу внаслідок поліпшення споживчих і економічних характеристик об'єктів. Проведення енергомодернізації дає змогу знизити витрати на опалення, електроенергію, гаряче водопостачання, що позитивно впливає на добробут міста та його мешканців.

Транспорт. Щоб скоротити попит на нафту в транспортному секторі, зважаючи, що до великої війни 80% нафти та нафтопродуктів імпортувалися з Росії та Білорусі, українцям слід перебудувати логістику.

Слід розширювати пасажирський та вантажний залізничний транспорт, розвивати громадський транспорт та розумну міську мобільність, прискорено пересідати на електромобілі. Ефективніша транспортна інфраструктура сприятиме розвитку вітчизняної економіки та посиленню інтеграції ринків Євросоюзу.

Промисловість. Четвертий крок – відновлення промислової потужності України на основі нових чистих технологій, які базуються на «зеленому» водні.

Виробництво сталі та добрив чітко виділяється як ключова можливість. Маючи значний потенціал для виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, Україна може використовувати його для виробництва екологічно чистої сталі за новими технологіями: відновлення заліза воднем плюс електродугові печі.

Виробляючи власний «зелений» водень, Україна також може виробляти без шкідливих викидів аміак та добрива [5].

Починаючи з 2006 року, Україна робить свідомі кроки до енергоефективного майбутнього. Спочатку – прийняття документу ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція», і лише в минулому році, прийняття Закону України «Про енергетичну ефективність».

Закон визначає механізм енергозбереження, ставить цілі і вимоги до звітності про енергетичне обстеження та сертифікацію будівель.

Закон також передбачає щорічне виділення не менше 1% видаткової частини бюджету на підвищення енергоефективності. Кожен об'єкт, система, конструкція, який будується в Україні або модернізується, має відповідати прописаним у законі вимогам.

Станом на 1 січня 2021 року в Україні близько 6 тисяч будівель отримали енергетичні сертифікати. З них майже 44% мають найнижчий клас енергоефективності «G», а найвищий клас «A» – 1,4%.

Такий рівень енергоефективності не відповідає руху України до зменшення споживання енергоресурсів житловими будинками та підвищення комфорту проживання людей.

В період падіння економіки України, такі кошторисні заходи щодо енергомодернізації житлової забудови можуть здаватися фантастичними, але настане час коли суспільство згуртується навколо нової програми відновлення українських міст після воєнного вторгнення агресора. Так за словами директора Фонду енергоефективності Єгора Фаренюка – Фонд енергоефективності планує запустити нову програму, яка передбачає надання фінансової підтримки співвласникам багатоквартирних будинків для відновлення житла, пошкодженого внаслідок воєнних дій. Він наполягає на тому, що планується запустити максимально просту грантову програму, яка

передбачатиме можливості для ОСББ у вигляді фінансової підтримки на проведення першочергових ремонтних робіт у пошкоджених будинках, необхідних для забезпечення функціонування пошкоджених будинків, та стверджує що Проєкт програми вже розроблений та обговорений з міжнародними партнерами. Для її запуску потрібно оновити декілька міжнародних угод та прийняти відповідні рішення на рівні КМУ — Європейський Союз [6].

Втілення у життя оновлених міст та житлового середовища на основі запровадження енергоефективної архітектури, створеної із використанням інноваційних технологій у всі сфери життя суспільства – є викликом часу. Досягнення високого рівня розвитку за індикаторами сучасного розумного міста залежить від ресурсного забезпечення та граничної готовності інвестувати у енергоефективні технології. Капіталовкладення у розвиток енергоефективного міста мають справдити досягнення довгострокових результатів, а очікувані ефекти від таких інвестицій є стратегічними. На закінчення можна відзначити, що концепція створення сучасного відновленого житлового середовища вимагає подальшого дослідження та цінностей, що спрямовують результати сучасних енергоефективних технологій.

Література:

1. Apatenko, T., Bezlyubchenko, O. «Energy-efficient solutions for buildings on thermal design basis» International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 687 (2019) 055050. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/687/5/055050. // <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/687/5/055050>
2. Державна служба статистики України. Енергетичний баланс України за 2019 рік. // Офіційний веб-сайт. URL: <http://ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 14.10.2022 р).
3. Ярослав Вінокур – План Маршалла з полів Лугано: як будуть відбудовувати Україну за 750 мільярдів доларів. // Економічна правда <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/07/5/688861/>
4. Бараннік В.О. – Енергоефективність України – чи досяжні поставлені стратегічні цілі? // Сталий розвиток територій: проблеми та шляхи вирішення: матеріали II міжнар. наук.-практ.конф., Дніпро, 21 жовт.2016 р/ за заг.ред. О.Ю. Бобровської. – Д.: ДРІДУ НАДУ, 2016. С. 4–9.
5. Е. Блох Ловінс, С. Романко. Чотири трансформації для того, щоб Україна стала новою зеленою електростанцією Європи. // Energiewende Team. <https://energytransition.org/authors/>
6. Фаренюк Є.Г. – Як відновити зруйновані багатоповерхівки та зробити їх енергоефективними. // Економічна правда <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/07/28/689757/>

МІСТОБУДІВНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**ПАНКЕЄВА А.М., ЗАВАЛЬНИЙ О.В.,
ПАЛІЙ М.Г.**

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків, Україна*

Містобудування охоплює складний комплекс соціальних, економічних, будівельно-технічних, архітектурних та санітарно-гігієнічних проблем. Містобудівна діяльність спрямована на розвиток населених пунктів та територій, і містить заходи щодо: планування, забудови та іншого використання територій; розміщення будівництва житлово-цивільних, виробничих та інших об'єктів, формування містобудівних ансамблів і ландшафтних комплексів, зон відпочинку та оздоровлення населення; створення соціальної, інженерної і транспортної інфраструктур територій та населених пунктів; реконструкцію існуючої забудови та територій [1].

Промислова революція XIX століття, науково-технічна революція та споживна революція кінця минулого століття дозволили людям, які живуть у рамках європейської цивілізації, створити для себе досить комфортні умови життя. Наслідком стали постійне зростання використання людством найважливіших видів природних ресурсів, а нераціональна структура виробництва та споживання спровокувала незворотні зміни екосистеми Землі.

Населення землі продовжує зростати, при цьому зростає і споживання енергії, тоді як запаси органічного палива неухильно падають. Зараз дуже актуальною проблемою є неефективне витрачання енергетичних ресурсів у всіх галузях та сферах розвитку економіки, яка вимагає детального вивчення та пошуку нових підходів до її вирішення. Енергозбереження, енергоефективність, енерго- та ресурсозбереження останніми роками стають одними із найважливіших напрямів вирішення даного питання та державної політики багатьох країн.

В територіальному розрізі енергозбереження передбачає планування та регулювання енергозбереження стосовно до міських територій та їх частин – регіонів, міст й мікрорайонів. Територіальний аспект енергозбереження охоплює розміщення споживачів та виробників енергії у просторовій структурі міста та спрямований на забезпечення енергетично-ефективного та сталого розвитку.

Рівень споживання енергетичних ресурсів у кожному регіоні залежить від географічного розташування, кліматичних умов, тривалості та температури

опалювального періоду, рівня соціально-економічного розвитку та особливостей міського середовища.

Проблема енергозбереження не нова, незважаючи на її актуальність, вона була порушена ще наприкінці минулого століття. Вперше про використання енергоефективних систем заговорили після світової енергетичної кризи 1973-1974 рр., коли світ зіткнувся з проблемою нестачі енергетичних ресурсів. Під час кризи у багатьох європейських країнах запроваджувалися квоти на енергоспоживання.

Також, у сучасному світі ми все частіше стикаємося з питанням збереження екології, природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку людства. В останні роки різко збільшилися негативні для природи антропогенні впливи, що змушує світову громадськість замислитися над проблемами взаємодії людини і природи та їх спільного існування. Одним із факторів, що впливають на погіршення екологічного стану, є і будівлі, які в процесі їх будівництва та експлуатації викидають у довкілля велику кількість шкідливих речовин. Значною мірою позитивно вплинути на екологічний стан планети може будівництво екологічного та енергоефективного житла, реконструкція та санація існуючої житлової забудови.

Зарубіжні та радянські вчені ще з 70-х років минулого століття висували ідеї щодо можливості розвитку міста як екологічно стабільної системи. У кінці ХХ – на початку ХХІ століття екологічний рух охопив всі сфери людського життя, а щодо розвитку міського середовища, він втілювався у концепцію екополісу (екологічного міста). Концепція екологічного міста має багато спільного з концепцією стійкого розвитку та зеленої економіки. Вона містить багато сміливих ідей щодо можливості будувати економіку на основі відновлювальних джерел енергії та повного забезпечення міського середовища власними ресурсами розвитку. Частина даних ідей втілена при будівництві міст або міських кварталів, або запланована для будівництва чи реконструкції [2].

Так, містобудівельна організація житлової забудови, що підвищує енергоекономічність та екологічність, на рівні забудови житлового кварталу, користується наступними прийомами підвищення енергоекономічності та екологічності: компактність забудови; фокусування найбільше притягуючих елементів забудови та обслуговування; концентрація забудови підвищеної щільності та поверховості біля транспортних магістралей; ступеневе підвищення щільності забудови у напрямі від околиць до зони обслуговування кварталу. Крім того, застосовуються різні прийоми планувальної організації забудови різними типами житла, екотранспорт, розміщення парковок поблизу житла, екоблагоустрій, використання альтернативних джерел енергії [3].

Під «екополісом» у містобудуванні можна розуміти урбанізований ареал,

середовище якого формують як природні, так й антропогенні елементи [4]. Екополіс представляє собою місто з малоповерховою забудовою з «природними каналами», що розчленовують його на «субміста». В результаті, створюються сприятливі умови як для життя людей, так і для існування багатьох видів рослин і тварин.

До основних положень концепції екологічного міста належать:

забезпечення здорових та безпечних умов проживання населення (ліквідація джерел забруднення міського середовища, перехід на екологічні виробничі технології, відновлювані джерела енергії, екологічні види транспорту тощо);

гармонійне включення озелених та водних просторів у міське середовище (озеленені території мають становити не менше 50 % від площі міст);

пропорційність міської забудови та міських просторів масштабу людини (висота будівель та споруд, масштаб вулиць та площ не повинні бути надмірно великими);

забезпечення оптимальної щільності розселення (міста не повинні бути надмірно щільно забудовані, повинні забезпечуватись умови для спілкування між людьми).

Таким чином, до комплексних заходів спрямованих на підвищення енергоефективності великого міста належать: територіальне зонування за ознаками енергозбереження, збільшення щільності забудови, фокусування енергопостачальних та енергоспоживаючих об'єктів, використання відновлюваної енергії для енергопостачання будівель, модернізація об'єктів енергопостачання тощо.

Література:

1. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. Відомості Верховної Ради України. – 2011. – №34. – Ст. 343.

2. Актуальні містобудівельні моделі екологізації міст (екополіси як поселення нового типу) / Т. В. Сердюк, Т. Е. Потапова, В. О. Кобилянський, В. М. Бармалюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 1. – С. 79-86.

3. Конюк А. Є. Містобудівні аспекти «Зеленої» архітектури / А. Є. Конюк // Тези 71-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (Полтава, 22 квітня – 17 травня 2019 р.). – Полтава : ПолтНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 72–73.

4. Захарова А. В. Типологія нових елементів розселення / А. В. Захарова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва та архіт. – Київ : КНУБА, 2011. – Вип. 28. – С. 243-248.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ АВТЕНТИЧНОСТІ ПАМ'ЯТНИКІВ АРХІТЕКТУРИ

СУХАНОВ В.Г., ВИРОВИЙ В.М.,
СУХАНОВА С.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

*...Все мы одним духом крестились в одно тело...
Тело же не из одного члена, но из многих...
Но Бог расположил члены каждый в составе тела...
А если бы все были один член, то где было бы тело?
Но теперь членов много, но тело одно...
члены тела, которые кажутся слабейшими,
гораздо нужнее...
дабы не было разделения в теле,
а все члены одинаково заботились друг о друге*

*1-е Послание к Коринфянам Святого Апостола Павла
(12:12-26)*

Відповідно до ст.28 Закону України «Про охорону культурної спадщини» [1] «вимоги органів протипожежної, санітарної, екологічної охорони та інших зацікавлених органів щодо умов утримання та використання пам'яток не можуть призводити до змін пам'яток і не повинні погіршувати їх естетичну, історичну, мистецьку, наукову чи художню цінність». Фактично йдеться про збереження автентичності об'єкта культурної спадщини (ОКС). Це поняття в ряді робіт розглядається з позиції системного підходу [2, 3] як **«комплексна автентичність-система»** з елементами (підсистемами), що забезпечують окремі види автентичності (достовірності, справжності) ОКС, зокрема: початкового виду, пропорцій, матеріалів, стилістики, авторського стилю та ін. [4, 5, 6, 7].

Вочевидь, що при виконанні практично будь-яких робіт на ОКС, регламентованих вимогам діючих норм, насамперед, на пам'ятниках архітектури [4], втрати автентичності неминучі. При цьому слід зазначити, що невиконання таких робіт також призводить до втрат автентичності з об'єктивних причин: природне старіння матеріалів, антропогенні та природно-кліматичні впливи, наслідки неякісно виконаних раніше різних видів будівельних робіт та ін.

Наявний досвід роботи з багатьма ОКС показує, що в другому випадку інтенсивність втрат основного «базового» виду автентичності – матеріально-технічної структури (МТС) – значно вища.

Розглядаючи з таких позицій підхід до ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятниках архітектури, доцільно, в рамках науково-проектної документації (НПД), що розробляється, чисельно оцінити можливий ступінь втрат МТС об'єкта, у тому числі за рахунок проведення енергоефективних заходів. Методику такої оцінки розроблено авторами [8] та апробовано на цілій низці об'єктів культурної спадщини м.Одеси (Бельведер Воронцовського палацу, Будинок Русова, Будинок Лібмана, Одеський Пасаж та ін.).

При цьому чисельний показник «комплексної автентичності» об'єкта або залишається незмінним, або збільшується за рахунок проведення ремонтно-реставраційних робіт, що передбачають реставрацію елементів, деталей або їх відтворення, а також проведення робіт з посилення конструкцій та відновлення основних експлуатаційних параметрів всього об'єкта – його несучої здатності, просторової жорсткості та геометричної незмінності.

Програми та проекти з енергоефективної модернізації пам'яток архітектури (напр. COOL Bricks, Spara och Bevara та ін.), що реалізуються нині в країнах ЄС в рамках концепції «Сталого розвитку», ставлять за мету знайти компроміс між збереженням пам'яток архітектури та зменшенням їх енергоспоживання.

Зрозуміло, що нема універсального вирішення енергоефективної модернізації пам'яток архітектури. Прийняття тих чи інших рішень з цього найважливішого питання має базуватися на попередніх дослідженнях (енергетичний аудит), які мають входити складовою до розділу НПД «Комплексні наукові дослідження» [4] з обов'язковою підготовкою енергетичного паспорта.

До цього часу вимога щодо розробки такого паспорта для пам'яток архітектури була відсутня. При цьому існуюча форма енергетичного паспорта, прийнята для об'єктів нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту, має бути суттєво доповнена інформацією, що враховує особливі вимоги до ОКС, в тому числі результати чисельного розрахунку можливої втрати автентичності МТС, а також чисельну оцінку «комплексної автентичності» для варіантів енергоефективної модернізації.

Враховуючи вищевикладене і насамперед необхідність індивідуального підходу до конкретного ОКС, можна розглядати наступні варіанти енергоефективної модернізації в будь-якому поєднанні, які, як було зазначено вище, забезпечують компромісне вирішення завдання енергоефективної модернізації пам'яток архітектури. Зокрема:

- теплоізоляція фасадних поверхонь, що не мають історичної, художньої та ін. цінності (напр. бічні фасади будівель);
- теплоізоляція горищних перекриттів;
- усунення теплових мостів;

-застосування енергоефективних вікон із сучасним склінням та ізольованими рамами;

- застосування традиційних та сучасних ізоляційних матеріалів (неорганічні або мінеральні ізоляційні матеріали, органічні матеріали з нафти – піна полістиролу, піна поліуретану, органічні матеріали із відновлюваної сировини – коноплі, дерев'них волокон, целюлози, овечого вовна та ін.);

- прихований монтаж сучасних інженерних систем опалення та вентиляції, що забезпечують виборчий мікроклімат у різних приміщеннях з автоматичним регулюванням температурно-вологісного режиму;

- максимальне врахування старих, але функціонуючих систем вентиляції із включенням їх (за можливості) до загальної системи забезпечення виборчого мікроклімату.

Література:

1. Закон України «Про охорону культурної спадщини».
2. Суханов В.Г., Шелюгин А.И. Актуальные вопросы сохранения аутентичности реставрируемых объектов – памятников архитектуры в условиях г. Одессы // Методи реставрації пам'яток історії і культури в складних інженерно-геологічних та сейсмічних умовах: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 25-26 жовтня 2018 року). – Київ: Фенікс, 2018.
3. В. Суханов, В. Выровой, С.Суханова. Проблемы сохранения комплексной аутентичности объектов культурного наследия // Південь України у вітчизняній та європейській історії: Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 17-18 вересня 2020 року). – Одеса: «Екологія», 2020.
4. ДБН А.2.2-14:2016 (зміна №1). Склад та зміст науково-проектної документації на реставрацію пам'яток архітектури та містобудівництва – Київ: Міністерство розвитку громад та території України, 2022.
5. Нарский документ о подлинности (Нара, ноябрь, 1994) / Документ принят на XII Генеральной Ассамблее ИКОМОС (Мехико, октябрь 1999).
6. Хартия ИКОМОС об интерпретации презентации культурного наследия и достопримечательности мест. Ратифицирована 16-й Генеральной Ассамблеей ИКОМОС в г. Квебеке, Канада, 4 октября 2008 года.
7. Подходы к сохранению архитектурного наследия XX века. Мадрид, июль 2011 года.
8. Суханов В.Г., Ковров А.В., Суханова С.В. Численные методы в оценке аутентичности реставрируемых объектов // Експлуатація та реконструкція будівель і споруд: тези доповідей III Міжнародної конференції, 26-28 вересня 2019 року – Одеса: ОДАБА, 2019.

АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ФОРМУВАННІ СЕРЕДОВИЩА ІСТОРИЧНОГО МІСТА

ТОПАЛ С.С., ДОМБРОВАН В.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м.Одеса, Україна

Провідною функцією всіх поселень сьогодні є організація на основі раціонального використання територій та ресурсів комфортного та безпечного середовища життєдіяльності людини для забезпечення її потреб, вимог та всебічних умов для розвитку. Від якісних характеристик проекту міста провідним чином залежить подальший його розвиток – зростання та розквіт або занепад та деградація.

Розробка стратегії створення умов плідного і повноцінного розвитку міста базується на характеристиці, визначенні причин та масштабів змін, трансформації структури середовища життєдіяльності. Визначення планувальних і структурних особливостей формування житлових територій, головних факторів, що впливають на їх становлення в нових соціальних умовах, тенденції подальшого вдосконалення сельбищних територій з метою раціонального та ефективного їх використання є важливим завданням містобудівника.

Оптимізація містобудівних умов в відповідності до соціальних, екологічних, ергономічних, функціональних, естетичних, конструктивно-технологічних, економічних вимог до вдосконалення житлового середовища основана на вивченні громадських потреб населення, сучасних тенденцій світового розвитку містобудування та наявних ресурсів. І важливим завданням підготовки майбутнього інженера-проектувальника є ретельне вивчення можливостей підвищення ефективності містобудівних рішень, що формують середовище проживання та сприяють здійсненню завдань його комплексного перетворення в освоєне, змістовне і комфортне житлове середовище, яке відповідає вимогам гуманізації з метою забезпечення умов всебічного розвитку людини.

Спрямованість на створення повноцінного життєвого середовища, економічного потенціалу поселень для сучасного та наступних поколінь на основі раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо), технологічного переоснащення і реструктуризації підприємств, удосконалення соціальної, виробничої, транспортної, комунікаційно-інформаційної, інженерної, екологічної інфраструктури, поліпшення умов

проживання, відпочинку та оздоровлення, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини являються особливими рисами сталого розвитку населених пунктів. Соціально, економічно і екологічно збалансований розвиток міських і сільських поселень як головні завдання забезпечення сталого розвитку визначені постановою Верховної Ради України "Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів".

Усвідомлення необхідності розвитку міста в напрямі покращення енергоефективності його забудови та територій прискорюється необхідністю вирішення гострої проблеми підвищення інтенсивності освоєння житлових територій при обов'язковому дотриманні встановлених норм, орієнтованих на людину з її фізіологічними, біологічними, особистісними і соціальними потребами.

Просторові характеристики забудови міста формуються багатьма факторами. Одними з головних є синтез топографічної геометрії місцевості та планувальної структури міста як елементів, що забезпечують локальну ефективність використання території. Так на прикладі історичної забудови Одеси простежується гармонічне та органічне поєднання існуючих умов - природна геометрія з ортогональною регулярною структурою - Гіподамовою решіткою. Подібна інтеграція є оптимальним варіантом планування для даної місцевості, що в повній мірі забезпечує високий рівень досяжності місць тяжіння, на структурному рівні відображаючи демократичність духу поселення, що виражається в врахуванні інтересів та потреб кожного громадянина незалежно від національності, соціальної приналежності, матеріального та фізичного стану.

Планування в повній мірі відповідало існуючим природним умовам та максимально забезпечувало санітарно-гігієнічну комфортність забудови та територій. Розвернута решітка кварталів під кутом 45° по Осьовій вулиці врахувала пануючі вітри, розгорнула вулиці в сторону морського заливу, покращуючи аераційні умови. Відстані між будівлями та сама форма традиційного галерейного будинку сприяла формуванню необхідних мікрокліматичних умов.

Периметральна забудова чітко визначила зони відповідальності, розділила громадський та приватний простір, забезпечила умови створення мікросоціуму в межах прибудинкових територій. Для дворових просторів того часу характерний високий рівень інтенсивності функціонального та соціального використання. Економія ресурсів та часу на пересування ще на початку існування міста забезпечувались вдалим планувальним рішенням.

Регулярна структура стала основою для формування Одеси. Крокова доступність мешканця формувала територіальні відстані, що визначило

компактність утворень та невеликі розміри житлових одиниць. З функціональної точки зору місця прикладення праці були інтегровані в житлову забудову. Найчастіше вони знаходились при житловій одиниці та займали перші поверхи, що виходили на головну вулицю. Це покращувало компактність розселення.

Всі необхідні установи громадського обслуговування, включаючи велику кількість озелених територій загального користування, також знаходились в кроковій досяжності, яка скорочувала кількість переміщень по місту, підвищувала інтенсивність життя окремих районів і міста загалом.

Показники високої щільності забудови та населення також забезпечували високий рівень інтенсивності використання території. Вони визначали в першу чергу якісний підхід у використанні території, вели до підвищення рівня життя і збереження здоров'я жителів, зменшували кількість переміщень по місту та розмір енергетичних витрат. Компактне місто забезпечувало пішу доступність всіх необхідних послуг. Щільність забезпечувалася різними типами забудови, параметрами будівель і земельних ділянок, виходячи з особливостей місця і перспективного планування.

Забудова велась за індивідуальними проектами, враховуючи вимоги та потреби представників населення різних національних та соціальних станів. Високий рівень естетичних якостей архітектури історичного міста та типологічна різноманітність забудови вражали. Пропорції вулиць та внутрішньо кварталних просторів враховували природні фізіологічні можливості людини. Габарити житлової одиниці в сукупності з приватним простором формувались, виходячи з візуального поля людини. Гармонійність відношення геометрії приватного простору в залежності від поверховості забудови та різноманіття візуальної орієнтації квартир, силуетність забудови забезпечували середовище високої якості при максимально ефективному планувальному рішенні.

Часи змінюються. Міста, що раніше створювались для людей, сьогодні зазнали великих змін під впливом індустріалізації, автомобілізації, уніфікації та стандартизації забудови. Їх розвиток прийняв екстенсивний характер, орієнтуючись на кількісні, а не якісні показники. Але всі вони мають певні ресурси підвищення ефективності використання території з врахуванням існуючих умов і обмежень. І сучасні урбаністи світу приділяють велику увагу факторам та критеріям формування енергоефективного повноцінного середовища життєдіяльності, що були характерні для історичних міст, та забезпечували сприятливі, здорові, зручні та естетичні умови для проживання людини.

«РОЗУМНЕ» ОСВІТЛЕННЯ МІСТ

**ШИШКІН Е.А.,
ДОРОГА Є.А.**

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна

На сьогоднішній день питання економії енергоресурсів залишається найбільш актуальним у багатьох країнах світу. Для України подібна ситуація теж не є новою: витрати на освітлення вулиць, муніципальних об'єктів та взагалі у структурі житлово-комунального господарства зберігають тенденцію до зростання.

Для вирішення питання економії енергоресурсів в місті треба розглянути сутність стратегії «розумного» освітлення, що входить у міжнаціональну концепцію створення «розумних» міст. Принцип роботи такого освітлення зводиться до того, щоб застосовувати адаптивне та енергозберігаюче обладнання. Для цього задіяні спеціальні світильники, оснащені датчиками та включені до мережі автоматизованого регулювання. Наприклад, освітлення може повністю відключатися або зводитися до мінімуму у ті періоди, коли у його зоні немає ніяких об'єктів, які потребують світла. Зрозуміло, що при наближенні машини або людини воно буде вмикатися. Залежно від тонкощів налаштування, автоматика може ігнорувати пересування тварин або забезпечувати їх світлом мінімальної яскравості, щоб уникнути псування приватного майна. Крім вже висловлених раніше аспектів, таке освітлення допомагає підвищити безпеку на вулицях, особливо там, де спостерігається жвавий дорожній рух. Один з найпростіших та типових випадків – це зниження видимості при зниженні температури навколишнього середовища з випаданням опадів у вигляді дощу або снігу, а також туман. Звичайні вуличні світильники часто не здатні ефективно протистояти даним особливостям оточення та завжди працюють в однаковому режимі. Із застосуванням обладнання нового покоління, смарт-система самостійно відрегулює рівень освітленості таким чином, щоб водій з одного боку не був засліплений відбиттями від сніжної кірки або мокрого асфальту, але при цьому мав можливість бачити трасу на кілька десятків метрів вперед навіть крізь туманну пелену.

Описані заходи можуть здатися надто незначними у розрізі буденного уявлення людей, проте ефективність такої системи вже підтверджена сотнями збережених життів. Випадки запобігання аварій завдяки гарній освітленості простору продовжують моніторити спеціальні комісії. Вони ж стимулюють

розробку заходів для певних експлуатаційних сценаріїв та можливих погодних умов. Ліхтарні стовпи починають по-різному освітлювати місцевість, відрізняти ожеледь зі снігом від ожеледі без покриття, балансує роботу світильників потрібним чином.

Звісно, переважна частина заходів спрямована на створення умов, у яких імовірність ДТП прагне до нуля, однак людський фактор, на жаль, зберігається. Таким чином, для місць, у яких надзвичайні ситуації відбуваються частіше, аніж звичайно, а також на ділянці, де воно тільки що сталося, повинно забезпечуватися максимально яскраве підсвічування. При включенні усіх освітлювальних приладів до єдиної мережі з координаційним центром, кожне місце аварії аналізується датчиками і освітленість прилеглої території виставляється на максимум. Це дозволяє уникнути погіршення ситуації іншими транспортними засобами, а також поліпшити умови роботи медиків та поліції на місці події. У деяких країнах світильники налаштовані таким чином, щоб починати особливим чином блимати на під'їзді до зони аварії, закликаючи водіїв до більшої пильності за кермом. У надзвичайних випадках можуть бути задіяні не тільки світлодіодні світильники, але й світлодіодні інформаційні панелі, що нарівні з цифровими дорожніми знаками відображають інформацію про стан на дорозі у режимі реального часу. Вони можуть наказувати зниження швидкості на ділянці, забороняти паркування для звільнення проїжджої частини тощо. В результаті комфорт та безпека на вулицях підвищуються.

«Розумне» устаткування бере участь й у роботі з криміногенною обстановкою у місті. Маючи інформацію про скоєне правопорушення та передбачуване місце розташування злочинця, правоохоронні органи можуть збільшити освітленість у цьому районі та стежити за пересуваннями останнього за допомогою камер.

В чому відмінності між традиційним та прогресивним смарт-освітленням? У той час як зазвичай потрібна повноцінна інспекція аварійних ситуацій, пов'язаних з освітлювальною технікою, та залучення ремонтних бригад з черговими об'їздами, у разі застосування «розумної» концепції, сигнал про несправності надходить автоматично. Система сама моніторить технічний стан обладнання та заносить дані у базу. Усі аварійні події, пов'язані з живленням (або відключенням енергії), фіксуються, щоб чіткіше прогнозувати ситуації у подальшому. В результаті економиться час майстрів та паливо на об'їзди.

Підвісні вуличні світильники старого типу демонструють однаковість роботи при всіх видах зовнішніх умов, а смарт-техніка самостійно реагує на зміну дня та ночі, тривалість світлового дня, освітленість прилеглої саме до даного освітлювального приладу зони. При цьому вона заощаджує енергію за відсутності трафіку у нічні години та навпаки підтримує високий рівень

освітленості у кримінальних районах.

Обслуговування старих одиниць обладнання повністю організовано з використанням паперового документування подій, а «розумні» системи самостійно відстежують ситуацію та складають карти маршрутів для виїзду бригад на ремонт.

Застарілі методики обліку не дозволяють правильно оцінити енергоспоживання. Наприклад, у Німеччині та Норвегії вже майже 15 років діє система білінгу, прив'язана до споживача, а не до постачальника. Тобто, тарифікується не та кількість енергії, яку було подано до мережі, а та, що була реально спожита та трансформована у світло.

Хоча усі вуличні прилади мають високий рівень захисту, світлодіодні світильники з IP65 набагато стійкіше витримують зовнішні явища. У рівних умовах вони служать довше не тільки за рахунок ресурсу, що обчислюється десятками тисяч годин, а й завдяки фактичному зменшенню зносу світловипромінюючих елементів при ситуативному зниженні освітленості.

Отже, навіть перші результати низки країн у Західній Європі та Азії, що вже запустили пілотні проекти у невеликих містечках, показують, що разом з економією електроенергії та зниженням питомої кількості аварій вдалося також уникнути перевантажень на шляхах сполучення, що несподівано потягнуло за собою підвищення продуктивності праці та зростання місцевих економік.

Серед близьких сусідів України – Угорщина, яка на першому етапі вирішила замінити старі ліхтарі новими. В результаті тільки на відомому курорті Балатонфюред та його околицях було зекономлено 55% суми від звичайних муніципальних витрат на електрику. Це спонукало владу розвивати цю тенденцію, поширювати її країною та шукати потенційних інвесторів.

Управління цілими містами ще довго не буде настільки ж простим, як увімкнення настільної лампочки, але кроки на цьому шляху вже позначені. На сьогоднішній день практично в усьому світі дана тенденція йде від зворотного – починаючись ні з самосвідомості, а з того, як багато коштів щомісяця йде на освітлення міст. Експерти підраховали, що у середньому близько 40% від усіх витрат держструктур будь-якого рівня на електрику – це тільки вуличне освітлення. Еквівалент цієї суми у кожній країні буде свій, але він все одно не відповідає ідеям економії та раціонального користування. А це означає, що усіх нас вже зовсім незабаром чекає впровадження новітніх технологій до звичної інфраструктури.

ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

ШКРАБИК Й.В., ДОЛЖЕНКО М.І.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Відомо, що енергоефективність – це, в першу чергу, ефективне використання енергетичних ресурсів, використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. Кожна будівля для нормальної її експлуатації потребує достатньої кількості теплової і електричної енергії, але при цьому проходить значна кількість тепловтрат. Нижче приведена дані орієнтованих тепловтрат конструкціями житлової будівлі через дах – 15-20%, стіни -30-40%, вентиляцію -10-20%, вхідні двері –5-10%, вікна -10-20%.

Для досягнення максимального ефекту в підвищенні енергоефективності необхідно здійснювати цілий комплекс наступних заходів.

Сьогодні найбільш поширеними є суміщені (плоскі) дахи. Кожний дах має свою технологію утеплення. Для суміщених дахів рекомендується проводити двошарову систему утеплення. На несучу залізобетонну плиту покриття приклеюють горячи бітумом теплоізоляційний шар із мінераловатних плит. Приклейка виконує роль пароізоляції. Наступним кроком приклеюють гарячим бітумом на рулонну гідроізоляцію. Верхній шар представляє собою бітумно-полімерний рулонний гідроізоляційний матеріал. При утепленні суміщених плоских покриттів необхідно забезпечувати відведення з покрівлі зливових і талих вод, не допускати місць застою води, а зимою унеможливлення накопичення снігу. Для горищного даху рекомендується застосовувати кам'яну або скловату середнього ступеня жорсткості.

Утеплення стін фасаду слід виконувати зовні будівлі. Для цього рекомендується застосовувати метод скріпленої теплової ізоляції. На фасад наноситься клейовий шар і кріплення спеціальними дюбелями теплоізоляційного матеріалу, захисний шар, ґрунтовка, декоративна штукатурка і шар фарби. Рекомендується сьогодні застосовувати і метод вентильованого фасаду. При такому методі опорядження фасаду будівлі між шаром теплоізоляції, що кріпиться на зовнішній поверхні огорожувальної конструкції, і шаром опорядження стіни будівлі залишається вентильований повітряний прошарок. Принцип системи полягає в тому, що технологічний прошарок, що залишається між теплоізоляцією і опорядженням, забезпечує вільний рух повітря. Це дозволяє стіні постійно знаходитись у сухому стані, унеможливорює утворення конденсату і вологи.

Наступним заходом з підвищення енергоефективності є заміна старих вікон на сучасні енергоефективні. Згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2016, в основному, відповідають двокамерні вікна з енергозберігаючим склом. Вікна ПВХ мають високу герметичність і в закритому положенні практично не пропускають повітря, що в свою чергу порушує повітрообмін і згодом сприяє накопиченню вуглекислого газу, парів, утворенню грибка і цвілі. Пропонується звернути увагу на вікна з вентиляційною решіткою. Такі пристрої допомагають уникнути надмірних втрат теплової енергії при тривалому провітрюванні приміщень у холодну пору року та забезпечують необхідний рівень повітрообміну в будівлях.

Підвищення енергоефективності можна добитися простим заходом. Для цього треба передбачити влаштування між приладами опалення й зовнішньою стіною (зарадіаторного екрану), з ізолону завтовшки щонайменше 5 мм, вкритого шаром алюмінієвої фольги. Встановлення тепловідбиваючих екранів значно сприяє поліпшенню комфорту в приміщенні, оскільки енергія, яка раніше витрачалась на прогрів стіни, буде використана корисно для підняття температури в приміщенні. Зменшення енергоресурсів старих будівлях можна добитися заміною зовнішніх дверей на сучасні металеві, дерев'яні чи металопластикові утеплені, або утеплення наявних дверей. При реалізації заходу зовнішні двері обладнуються пристроєм для автоматичного закривання дверей

Скорочення витрат електроенергії можна заміною ламп розжарювання на світлодіодні лампи, для забезпечення потреб внутрішнього освітлення. Переваги таких ламп наявні: значний строк служби, 40 000 год, тоді як лампа розжарювання 1200 год, а звичайна люмінесцентна лампа – 10 000 год); працює стабільно при коливаннях напруги (світловий потік незмінний) тощо.

Прикладом скорочення тепловтрат є модернізація систем опалення. Для цього в будівлях необхідно встановити індивідуальний тепловий пункт (ІТП), який включає комплекс пристроїв для приєднання будинкових систем опалення, гарячого водопостачання (ГВП) та вентиляції до тепломережі. Основою цього комплексу є регулятор теплової потужності системи опалення за погодними умовами. Сам регулятор теплової потужності також є комплексом автоматичних пристроїв. Він за допомогою датчиків температури аналізує інформацію, коригує кількість теплоносія, який надходить з тепломережі у будівлю, зменшуючи його до необхідного рівня. Це дозволяє споживати тільки необхідну у конкретний момент часу кількість теплоносія і тим самим суттєво економити теплоенергію.

Нами наведені не дуже складні заходи для підвищення енергоефективності, які необхідно встановити в наших будівлях.

СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ

СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВЕЛЬНОМУ 3D ДРУКУ

**БАЧИНСЬКИЙ В.В.,
БОЧОРШВІЛІ Г.Д.,
ХЛИЦОВ М.В.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса Україна

Актуальність поширення використання інноваційних розробок у будівельному виробництві обумовлена об'єктивними факторами розвитку світової економіки. За даними ООН, протягом наступних 10 років приблизно 4 млрд осіб із малозабезпечених верств населення (з доходом менше \$3 тис. на рік) гостро потребуватимуть житла. Особливості, що склалися на ринку будівельних послуг в Україні, вимагають глибокого вивчення питання можливості забезпечення населення комфортним, порівняно недорогим сучасним житлом. Інтерактивні фасади, вакуумна ізоляція та аерогелі замість традиційних ізоляційних матеріалів, будівлі, які вкриті термо-біметалами, пластики, що самовідновлюються – цим технологіям пророкують велике майбутнє. З появою проривних технологій здається, що класична універсальна вітрувіанська тріада трохи застаріла.

Витонченість архітектурних форм, довговічність, зручності використання вже недостатньо для архітектури або будівництва. Це стосується й функціональності об'єктів, яка повинні відповідати вимогам не тільки користувача об'єкту, а й навколишнього середовища. Будинки повинні взаємодіяти з довкіллям, бути невід'ємною частиною екосистеми. Важливо, поряд з інноваційними матеріалами, впроваджувати нові методи виробництва, такі, наприклад, як адитивні технології. Перевагою цього способу в порівнянні з традиційними способами виробництва є: набагато менша витрата матеріалу, можливість повторного використання матеріалу, що залишився, виготовлення деталей і конструкцій більш складних форм. Що створює баланс між потребами і можливостями та дозволяє зняти будь-які обмеження.

Додатковий елемент інноваційності будівельних матеріалів, що виходить за межі їх технічних характеристик, є, наприклад, можливість рециклінгу та повторне виготовлення матеріалів з однаково хорошими параметрами. Розвиток у будівельному секторі принципу замкнутого циклу – це вирішення проблеми нестачі ресурсів та незліченної кількості відходів. Майбутня четверта промислова революція (Індустрія 4.0) призведе до низки змін, пов'язаних, серед іншого, з впровадженням нових технологій моделювання, проектування та виробництва, які будуть мати різні наслідки для будівельної галузі. Технології

майбутнього, такі як адитивний друк (3D-друк), робототехніка, використання віртуальної реальності, розширена реальність, дозволять підвищити гнучкість та персоналізацію рішень.

Суттю 3D-друку будівельних конструкцій є пошарове нанесення будівельної суміші за CAD-моделлю. За допомогою цієї технології виробляються різні будівельні конструкції, бетонні вироби. При цьому скорочується час циклу, у 8–12 разів, від проектування до виробництва, за рахунок відсутності опалубки відбувається економія коштів та часу

Будівельний 3D-принтер у своїй роботі використовує технологію екструзування (тривимірна екструзія), при якій кожен новий шар будівельного матеріалу видавлюється з принтера поверх попереднього шару по закладеному програмою контуру, вирощуючи стіни будівлі практично будь-якої форми із спеціальних видів бетонних сумішей.

3D-друк будівельних конструкцій полягає у пошаровому затвердінні будівельної суміші по 3D-моделі, підготовленій методом комп'ютерного 3D-моделювання. Модель у форматі STL або SLC розбивається на шари програмою підготовки робочого файлу, потім надсилається на 3D-принтер для друку. Друкувальна головка принтера, рухаючись вздовж напрямків X і Y, друкує виріб будівельною сумішшю, наприклад, бетоном, гіпсом або каоліновими сумішами. При завершенні шару головка піднімається вздовж напрямку Z на товщину нового шару, друкує новий шар і так до завершення побудови виробу.

Усі вихідні компоненти змішуються у підбраному співвідношенні в мішалках розчинів або спеціальних станціях до отримання однорідної маси. Потім отримана суміш подається в друкувальну головку 3D-принтера. Вага замісу від 10 до 100 кг. Подача готового розчину в головку може виконуватися в ручному режимі та автоматично. Робоча суміш може замішуватися безпосередньо в друкуючій головці, що актуально для швидкого друку або для друку з нависаннями з використанням складів, що швидко твердять.

Армувати вироби можна такими способами: додавати в бетонну суміш фіброволокно, укладати арматуру між шарами під час друку, армувати порожнини виробів з подальшим заливанням цих порожнин бетоном. Для армування лекальних порожнин ідеально підходить композитна арматура, що значно зменшує собівартість будівництва.

Після друку друкувальна головка виймається з 3D-принтера та очищається миттям високого тиску. Сформований невеликий за розмірами виріб залишається на піддоні і може сушитися в природних умовах або нагріватися до набору міцності при більш високих температурах. Під час друку безпосередньо на будівельному майданчику фундаменту чи стін слід витримувати необхідні терміни, щоб бетон набрав потрібну міцність.

Процес будівельного друку можна умовно розділити на три основні етапи, що мають різні цілі. Умовність поділу полягає в тому, що технологічно позначені етапи можуть в тих самих установках поєднуватися в часі і т.п.

Етап 1. Приготування формувальної суміші з необхідними підсумковими або проміжними характеристиками. Теоретичними передумовами проектування даного етапу є базові принципи будівельного матеріалознавства, зокрема технології бетонів. Проміжні характеристики суміші формуються тоді, коли вони зазнають значних запланованих змін на наступних етапах, наприклад, зміна в'язкості та реологічних характеристик суміші в процесі друку. Іншим варіантом може бути введення додаткових інгредієнтів, які забезпечують формування кінцевих показників безпосередньо в процесі екструзування. Основними вихідними показниками даного етапу вважатимуться в'язкість і реологічну особливість суміші, здатність зберігати однорідність (не розшаровуватися), час збереження властивостей.

Етап 2. Укладання суміші в конструкцію. В адитивних технологіях цей етап здійснюється за допомогою друкувальної головки будівельного принтера. Робота формуючих пристроїв може ґрунтуватися на різних принципах, що формують вимоги до властивостей формувальних сумішей. Вихідними параметрами даного етапу є геометричні параметри шару укладеного у конструкцію матеріалу, здатність зберігати ці параметри в заданий час з урахуванням усіх супутніх зовнішніх дій (температура, вологість, вітер, вібрація, акустична дія тощо).

Етап 3. Фіксація показників відформованого шару, що досягається за рахунок повного схоплювання формувальної маси або за рахунок її значного загусання. Вихідним параметром етапу є час набору міцності відформованого матеріалу, достатньої для сприйняття навантажень від наступних шарів, що укладаються.

ContourCrafting (CC) – одна з адитивних будівельних технологій, яка здатна застосовуватися у будівництві великомасштабних об'єктів. CC може дозволити друкувати кілька будівель за прогін. Матеріали, які можуть бути використані: полімер, кераміка та бетон. У процесі екструзії матеріалу за рахунок шпателів, встановлених на солі, що подає, утворюється рівна поверхня. Висота шару обмежується розмірами кельм, крім того вона повинна бути підібрана так, щоб при укладанні верхніх шарів попередні шари починали схоплюватися і мали достатню несучу здатність. У технології ContourCrafting передбачається можливість проектування інженерних комунікацій у порожнинах стін, а також при використанні спеціального обладнання, закріпленого на рамі, можна автоматизувати роботи з їх прокладання.

Технологія ConcretePrinting (CP). Ця технологія була вперше представлена у 2009 році в університеті Лафборо для демонстрації її потенційних

можливостей. З того часу у даної технології у будівництві з'явилося безліч шанувальників. Цей спосіб аналогічний технології СС, тобто. заснований на пошаровому екструдюванні будівельної суміші. Основною відмінністю від СС є те, що у методі СР на екструдері відсутні шпателі, що дозволяє виконувати ще більш геометрично складні контури. Саме завдяки цій особливості даний метод виглядає найперспективнішим у будівництві, оскільки створення будівель та споруд унікальних форм стає дедалі пріоритетнішим та затребуваним напрямком у даній сфері. Технологія D-Shape. Процес друку з використанням цієї технології умовно поділяється на три етапи: створення 3D-моделі об'єкта, побудова об'єкта, фінальна обробка об'єкта. На відміну від методів, описаних вище, екструдер подає не готову будівельну суміш, а клеючу речовину на пісок або інший матеріал, що є порошком. На етапі друку об'єкта пласт порошку завтовшки 5-10 мм рівномірно наноситься на область друку. Потім, на цю поверхню подається склеювальна речовина. Після цього наноситься ще один шар порошку необхідної товщини і процес повторюється до завершення друку. Наприкінці шар порошку, який був опорним, видаляється, а поверхня об'єкта шліфується та полірується. Таким чином, процес практично ідентичний технології BinderJetting. Отриманий матеріал виявився досить міцним, щоб витримати вагу всієї конструкції і був абсолютно нешкідливий для довкілля.

Абсолютним проривом у будівництві можуть стати матеріали зі зміною фази (phasechangematerials). Це речовини, які накопичують та виділяють велику кількість енергії. Вони класифікуються як приховані теплові одиниці (LHS). Будівля, оброблена таким матеріалом, може спонтанно накопичувати та зберігати енергію у сонячні дні та віддавати її у похмуру погоду. Ці матеріали також дозволяють використовувати тепло, що генерується всередині будівлі (від людей, пристроїв, повітря, що нагрівається сонячною енергією, що надходить через шибку). Вони класифікуються як приховані теплові одиниці (LHS). Будівля, оброблена таким матеріалом, може спонтанно накопичувати та зберігати енергію у сонячні дні та віддавати її у похмуру погоду. Ці матеріали також дозволяють використовувати тепло, що генерується всередині будівлі (від людей, пристроїв, повітря, що нагрівається сонячною енергією, що надходить через шибку). Вони класифікуються як приховані теплові одиниці (LHS). Будівля, оброблена таким матеріалом, може спонтанно накопичувати та зберігати енергію у сонячні дні та віддавати її у похмуру погоду. Ці матеріали також дозволяють використовувати тепло, що генерується всередині будівлі (від людей, пристроїв, повітря, що нагрівається сонячною енергією, що надходить через шибку).

Таким чином, застосування адитивних технологій дозволяє вивести будівельну галузь на новий технологічний рівень.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МІСЬКОМУ БУДІВНИЦТВІ

**КОВАЛЬСЬКИЙ В.П.,
ОЛЕНЮК А.П.,
КЛЕПАЧ О.І.**

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

В сучасному світі впровадження концепції сталого розвитку має за мету забезпечення збалансований соціально-економічний розвиток країн, раціональне використання матеріально-енергетичних ресурсів, покращення екологічної ситуації, досягнення високої якості життя [1, с. 112; 2, с. 1]. Досягнення такої мети є континуальним процесом, що охоплює всі сфери людської діяльності, залучає різні верстви населення, вимагає мультидисциплінарності у дослідженнях та неперервності розвитку.

В реалізації цієї концепції створення енергоефективних будівель міського середовища, що є ефективним, безпечним, комфортним та таким, що стає однією з складових комфортного життя [3, с. 1; 4, с. 2]. Архітектурні рішення є досить новаторськими, потребують системного врахування функціональних, планувальних, конструктивних, інженерних вимог, детального аналізу кліматичних умов та місцевого ландшафту, соціально – культурних спрямувань, економічних можливостей. Саме тому пошук інноваційних рішень архітектурного середовища на засадах екологічності та енергоефективності дає можливість виявити прогностичні тенденції в формуванні архітектурного середовища енергоефективних будівель.

Проведено аналіз різних проектних рішень енергоефективних будівель, а також розглянуто особливості реалізованих енергоефективних проектних рішень та досліджено основні фактори підвищення енергоефективності будівель.

У країнах колишнього СРСР поширена думка, що панельні багатоповерхівки дешевше знести, ніж їх модернізувати і забезпечити сучасні вимоги з енергоефективності [5, с. 2; 6, с. 116]. Однак, досвід реконструкції житлових будинків в Європі показує, що вартість модернізації будинків склала до 30% від вартості знову споруджуваного житла, а рівень енергоефективності після проведеної модернізації відповідає чинному стандарту енергоефективності в Євросоюзі. До того ж комфортність проживання і архітектурний вигляд забезпечуються на рівні сучасних вимог [7, с. 2]. В результаті дослідження, дізналися, що перші енергоефективні будівлі були демонстраційними, пілотними проектами, що об'єднували архітектурно-планувальні та інженерні рішення, спрямовані на досягнення однієї мети – економії енергетичних

ресурсів на їхнє опалення, вентиляцію та підтримання комфортного мікроклімату.

Перша зарубіжна енергоефективна будівля була побудована в США в штаті Нью-Хемпшир у 1972 (Рис.1). Її функціональне призначення адміністративне, площа 15600 м², кількість поверхів - 6, опір теплопередачі зовнішніх конструкцій 0,53 м²·°С/Вт, покриття 1,17 м²·°С/Вт, вікон 0,16 м²·°С/Вт[8, с. 4-5]. Енергетичну ефективність даної будівлі формували такі фактори:

- мінімальна площа поверхні будівлі;
- невелика площа скління (10%);
- світлозабарвлена покрівля;
- незасклена північна сторона;
- вертикальні та горизонтальні сонцезахисні пристрої для вікон.

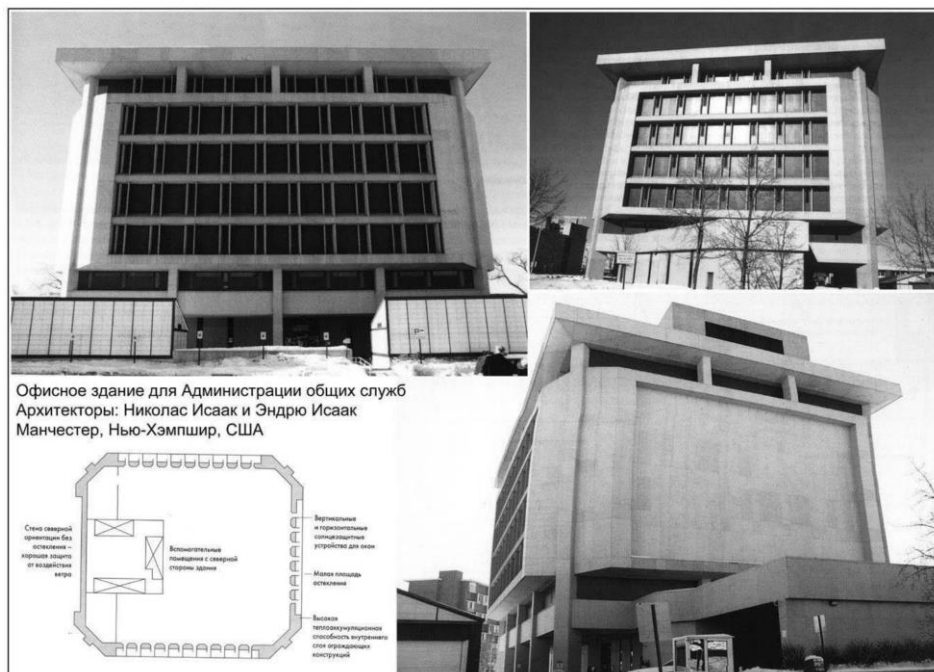


Рис. 1 - Енергоефективна будівля (США Нью-Хемпшир)

Необхідно відзначити, що перші успішні щільні проекти енергоефективних будівель були успішно реалізовані в основному в країнах з холодним кліматом, де питання опалення будівель, збереження накопиченого тепла стоїть гостро протягом тривалого опалювального періоду. Так, інноваційна енергозберігаюча будівля «EKONO-house» була збудована у Фінляндії в Отаніємі (біля Гельсінкі) (Рис. 2). Його функціональне призначення - адміністративне, будівля складається з двох секцій, загальна площа 36990 м², кількість поверхів - 6, щорічне питоме теплоспоживання першої секції будівлі склало 124 кВт·год/м², електроспоживання 79 кВт·год/м², щорічне питоме теплоспоживання першої секції будівлі склало 70 кВт·год/м², електроспоживання 57 кВт·год/м², що нижче за подібні будівлі у Фінляндії та США.



Рис. 2 – Енергоефективна будівля «EKONO-house» (Фінляндія, Отаніями)

Енергетичну ефективність даної будівлі формували такі фактори:

- ефективне використання внутрішнього простору будівлі;
- застосування огорожувальні конструкції з підвищеною теплоємністю та порожнистих плити перекриття, що забезпечують додаткові поверхні для передачі тепла від рециркуляційного повітря;
- запроектовані вентилязовані вікна, сонячні колектори та система повітряного опалення, поєднаного з вентиляцією, що має датчики контролю вуглекислого газу, спрацьовування яких дозволяє автоматично додавати необхідну кількість зовнішнього повітря до рециркуляційного;
- використана енергозберігаюча система освітлення з автоматичним регулюванням рівня освітленості з урахуванням природної інсоляції та система автоматичного управління обладнанням кліматизації та освітленням.

У Лондоні побудовано 180-метрову вежу «Мері-Екс» (Рис. 3), яка стала першим екологічним хмарочосом: завдяки сонячним батареям, вона споживає вдвічі менше енергії, ніж інші подібні будівлі.



Рис. 3 – Башта Мері-Екс, Лондон

Незвичайна форма будівлі визначається енергетичним впливом зовнішнього середовища на оболонку будівлі та дозволяє найкращим чином використовувати позитивний і максимально нейтралізувати негативний його вплив на енергетичний баланс будівлі. Для визначення форми, орієнтації та розмірів будинку використовувалися методи комп'ютерного моделювання. Були побудовані математичні моделі навантаження на систему кліматизації в літній та зимовий період з урахуванням теплових втрат і теплових надходжень через оболонку будівлі. Аналіз даних моделей дозволив визначити оптимальну форму будівлі [9, с. 111].

Для аналізу енергоефективності використовують коефіцієнт теплопередачі U , який дозволяє порівнювати між собою теплові характеристики різних огорожувальних конструкцій будівлі та прорахувати кількість тепла, що проходить через них. В даний час спостерігається тенденція до раціонального скорочення цього показника. Передбачається, що значення U для зовнішніх стін в енергоефективних будівлях повинне становити від 0,15 до 0,20 Вт/м²К. Це значення набагато нижче стандартів, встановлених нормативними актами, які дозволяють не більше 0,30 Вт/м²К.

Висновок: Таким чином, проектування енергоефективних будівель має бути ґрунтоване на системному підході до будівлі як єдиної енергетичної системи, в якій у взаємозв'язку знаходяться підсистеми архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності. Економічність, простота зведення, практична функціональність, енергоефективність, використання місцевих природних матеріалів, адаптивність до природно-кліматичних умов - це ті цінні якості, які є привабливими для сучасного архітектора у вирішенні завдань стандартизації та типізації соціального житла.

Література:

1. Ковальський, В. П., А. В. Бондар, and Г. І. Лисій. "Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві 18.1 (2015): 111-114.

2. Ковальський А. В. Об'ємно-планувальні рішення багатоповерхових житлових будинків з використанням позаквартирного внутрішнього простору поверху, як основні умови комфортності [Електронний ресурс] / А. В. Ковальський, О. В. Ковальський, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи»

(МН-2021), м. Вінниця, 01-14 травня 2021 р. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/1114>.

3. Вознюк І. М. Проблема енергозбереження та шляхи її вирішення у багатоквартирних житлових будинках [Електронний ресурс] / І. М. Вознюк, В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9539>.

4. Ковальський В. П. Особливості проектування багатоповерхових енергозберігаючих будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський, Д. В. Смашнюк // Матеріали XLVIII науковотехнічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7523>.

5. Ковальський В. П. Підвищення ефективності в житлово-комунальному господарстві [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 2-3.

6. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.

7. Ковальський В. П. Основні напрямки модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3356>.

8. Хоменко О.Г. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. Глухів. 2019. – 118 с.

9. Енергоефективна будівля школи в жаркому кліматі : основи проектування / Т. О. Кащенко, В. Е. Асланян, Д. О. Казаков, В. О. Уваров // Енергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва та архітектури ; відп. ред. П. М. Куліков. - Київ : КНУБА, 2015. - Вип. 7. - С. 110 - 118.

ДИНАМІЧНИЙ ХАРАКТЕР ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

КОЛЕСНИКОВ А.В., СЕМЕНОВА С.В., ЗАМУЛА М.А.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури
м. Одеса, Україна*

Однією з особливостей енергозберігаючих композитів на основі гіпсу або цементу є досить розвинені межі розділу фаз – внутрішньої поверхні різномаштабних пір, порожнин та тріщин, заповнених як повітрям, так і вільною та адсорбованою водою, границь між зернами наповнювача та матричним матеріалом, міжкластерних меж розділу [1]. Традиційні уявлення про співвідношення структурних характеристик та експлуатаційних властивостей матеріалу фокусуються, в першу чергу, на характеристиках міцності матеріалу, що визначаються в структурно-механічному тестуванні у згоді з нормативами – міцності при стисканні та згинанні, довготривалій міцності (довговічності) і пластичній міцності, зміна якої тісно пов'язана з процесами схоплювання.

Ці властивості, особливо міцнісні характеристики, є суттєвими та важливими властивостями енергозберігаючих матеріалів, але не найважливішими. Для матеріалів даного типу цільовими властивостями є тепло- і звукоізолюючі характеристики, при збереженні достатнього (нормативного) рівня міцності, водостійкості та паропроникності [2]. У ряді випадків, наприклад, при реставраційних роботах, надлишковий рівень міцності поверхневих шарів оздоблювальних матеріалів, у тому числі теплоізолюючих, є шкідливим, такий матеріал буде руйнувати основу.

Слід підкреслити, що цільові властивості енергозберігаючих матеріалів, тепло- і звукоізолюючі характеристики також залежать від різномаштабних структурних характеристик і, зокрема, від наявності меж розділу. Так, теоретичне дослідження та подальша візуалізація теплових потоків свідчать про обгинання перешкод з повітряних порожнин і поширення в основному по матричному матеріалу та теплопровідним зернам наповнювача у разі їх наявності. Капіляри з вільною водою, навпаки, виконуватимуть роль концентраторів теплового потоку. Більш складним чином залежить від структури матеріалу звукоізоляція від повітряного та ударного шуму. Отже, як міцнісні, і інші (зокрема і цільові – теплопровідність і звукопроникність) властивості матеріалу є структурно-детермінованими і залежними також від зовнішніх граничних умов і форми зразка чи виробу.

Обов'язковим атрибутом структури є межі розподілу фаз та їх характеристики. Один із перспективних підходів матеріалознавства є трактування змін експлуатаційних властивостей матеріалу під час їх життєвого циклу зі структурних позицій, з позицій зміни характеристик меж розділу фаз. Таким чином, процес структуроутворення повинен бути співвіднесений з більшою частиною життєвого циклу матеріалу. Неявним припущенням, що часто використовується в будівельному матеріалознавстві, є гіпотеза про слабку мінливість як структури, так і експлуатаційних характеристик протягом тривалих періодів. Таке припущення, загалом кажучи, є слабо обґрунтованим. Так, процес твердіння цементних композицій пов'язаний з наявністю зростаючого тренду відповідного тимчасового ряду з квазіперіодичним процесом, що накладається на нього [3] (рис.1).



Рис.1. Процес зміни міцнісних характеристик бетону, що твердіє; його обгинальні та усереднені тимчасові характеристики

Процес зростання і зменшення міцності пов'язаний з гідратацією, що періодично проходить. Імовірною причиною є реакція вільної води матеріалу з непрореагувавшим в'язучим всередині зерен з подальшим утворенням міцних оболонок з продуктів гідратації та їх подальшого руйнування, що забезпечує можливість подальшого протікання процесів. І, хоча період коливання на наступних стадіях життєвого циклу матеріалу збільшується, нехтування динамічними процесами, що інтенсивно протікають у матеріалі та заміна експлуатаційної властивості його середнім, згладженим значенням, видається досить грубим, а часом і неприпустимим наближенням.

Слід розглянути гіпотезу про характер відображення зміни подібного типу на властивості енергозберігаючих матеріалів. Тут зручно перейти від слідства – циклічної зміни характеристик міцності, які є поширеним явищем не тільки для цементних, але, особливо, для вапняних та гіпсових композицій [4], до їх

причини – зміни кількісних характеристик меж розділу фаз у матеріалі протягом життєвого циклу , і далі знову до слідства – зміни теплопровідності та звукопроникності (рис.2). Для цих властивостей також можлива тимчасова реалізація коливального процесу зміни.

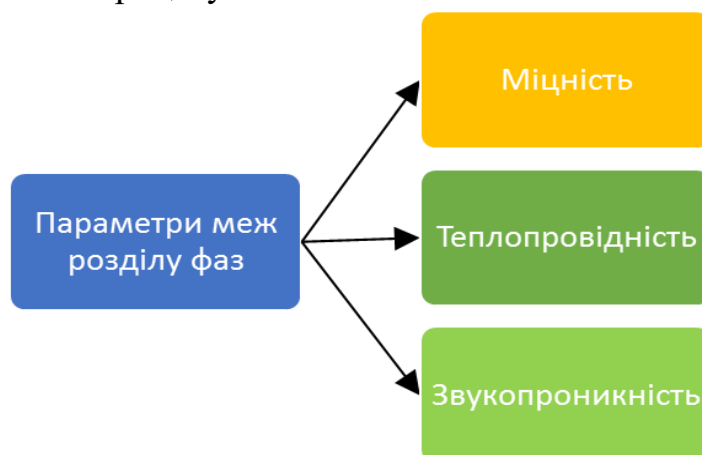


Рис.2. Причинно-наслідкові зв'язки структури та властивостей матеріалу

Механізми періодичних змін властивостей енергоефективних матеріалів слід вивчити з огляду на особливості їхньої структури. Характерною рисою таких матеріалів як на основі гіпсу, так і цементу, є надзвичайно розвинені межі розділу фаз. Руйнування таких матеріалів відбувається переважно за об'ємним механізмом. Мікротріщини, що формуються в таких структурах, швидко втрачають здатність до миттєвого поширення в затверділому композиті – ці процеси блокуються виходом активних тріщин на межі розділу. Таким чином, руйнація тут відбувається не за рахунок зростання та поширення на весь зразок технологічної тріщини, а за рахунок накопичення великої кількості малих тріщин. Процес руйнування саме таких матеріалів може бути описаний кількісно за допомогою кінетичних закономірностей, що використовуються зокрема і в кінетичній теорії хімічних реакцій. Програма дослідження, що базується на кінетичних закономірностях, здійснена у загальному контексті, пов'язана із змінами параметрів меж розділу фаз і, як наслідок, зміни сукупності основних структурно-залежних властивостей матеріалу.

Один з фізико-хімічних механізмів, що забезпечують можливість коливальної поведінки, які часто спостерігається у формі «пилкоподібного» ходу графіків міцності та пластичної міцності, запропонований Ребіндером та його учнями [4]. Він розроблявся для гіпсових матеріалів і щодо простих механізмів твердіння мономінеральних в'язучих. Автори припускали, що гідратація протікає з утворенням первинного каркасу кристалів гіпсу, пов'язаних один з одним коагуляційними та особливо фазовими контактами. Гідратація матеріалу, однак, продовжується, при цьому відбувається обростання первинного каркасу новоутвореннями, зростання внутрішніх

напруг, руйнування первинного каркасу та подальше вивільнення активних поверхонь розділу фаз. Так інтерпретувалася вторинна втрата міцності гіпсових матеріалів, що іноді спостерігається у випадку гіпсових в'язучих, але частіше – вапняних. Однак набагато частіше спостерігається більш згладжена картина: коливається не пластична міцність і міцність при стисканні, а лише швидкості їх наростання (рис.3).

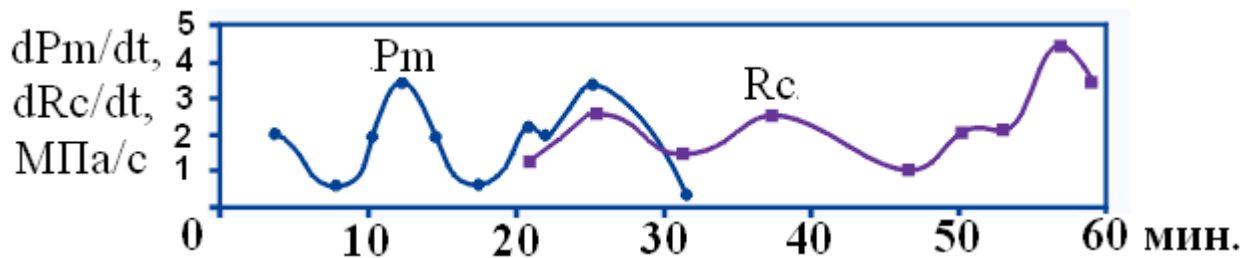


Рис. 3. Коливальний характер швидкості зростання міцності гіпсового композиту - пластичної міцності P_m та міцності при стисканні R_c

У термінах узагальненої теорії Ребіндера такий характер зміни швидкості твердіння можливо інтерпретувати в такий спосіб – частина новоутворень кристалізуються так, що виникаючі внутрішні напруги при цьому не суттєві, зростання гідратаційних новоутворень відбувається поза існуючим структурним каркасом. Тим не менш, характеристики міцності при цьому продовжують наростати. Така кристалізація забезпечує зростаючий тренд часового ряду міцності. На цей процес накладається періодичний процес, пов'язаний із зростанням «структури всередині існуючої структури»[1], виникненням суттєвих внутрішніх напруг, руйнуванням існуючого структурного каркасу, вивільненням активних поверхонь розділу фаз і продовженням процесів гідrataції за участю вільної води, що завжди присутня в капілярно-пористій структурі композиту і теплоізолюючого оздоблювального матеріалу характерної структури. При експериментальних дослідженнях спостерігається суперпозиція цих двох процесів та її результат. Отже формується експериментальна картина (рис.3). Для цементних композицій відповідна фізична картина ускладнюється структуроутворенням хімічно та кристалографічно різних фаз. У грубому наближенні цими фізико-хімічними особливостями у разі цементних композицій можна знехтувати.

Причиною розглянутих періодичних змін властивостей, що протікають, зокрема, в енергозберігаючих матеріалах є зміни структури матеріалу, що відбуваються на змінах природи та кількісних характеристик меж розділу. Зміни цих характеристик, у свою чергу, ведуть до зміни теплоізолюючих та звукоізолюючих властивостей, а характеристики міцності є своєрідним індикатором структурних змін.

Коливальні зміни в матеріалах, що містять залишкову вільну воду у своїй капілярно-пористій структурі і виявляють здатність до процесів гідратації, що відбуваються в глибинних шарах зерен мінеральних в'язучих, які взаємодіють з наповнювачами і добавками, можуть бути декількох видів. Вони можуть бути загасаючими - у структурі матеріалу спостерігається сходження динамічних процесів до рівноваги між процесами утворення та зникнення у процесі гідратації нових меж розділу фаз. Коливальні процеси, що спостерігаються в експериментах, також можуть бути реалізацією автоколювань.

Коливальний характер структурних змін у матеріалах важливий, бо спричиняє колювання механічної стійкості та міцності, а також усіх без виключення експлуатаційних властивостей. Особливу увагу заслуговує проблема відповідності властивостей нормативам під час довгочасових змін. Такі зміни супроводжуються проявленням мінімальних рівнів експлуатаційних властивостей і, зокрема, міцності, та у сполученні з механічними навантаженнями спричиняють ефекти руйнування матеріалів та виробів.

Звісно ж, що якісні особливості структурних змін різні і залежать як від рецептурних, так і від технологічних чинників процесів твердіння. Відповідні процеси та системи представляють об'єкт для математичного моделювання та цілеспрямованого (оптимального) керуючого впливу. Тому особливо важливим є завдання моніторингу змін експлуатаційних властивостей як конструкційних, так і оздоблювальних матеріалів, фіксація коливальних змін основних експлуатаційних властивостей. Останні для багатьох матеріалів, у тому числі й енергозберігаючих, є статистично достовірним явищем, на яке слід звертати увагу при матеріалознавчому дослідженні.

Література

1. Вировий В.М., Дорофєєв В.С., Суханов В.Г. Композиційні будівельні матеріали та конструкції: структура, самоорганізація, властивості. Одеса, 2010. 168 с.
2. Колесников А.В., Керш В.Я., Ляшенко Т.В., Замула М.А. Моделювання експлуатаційних характеристик теплозвукоізолюючого композиту. Матеріали міжнародного семінару «Моделювання та оптимізація будівельних композитів», ОДАБА, 2020. С. 78-82.
3. Пшеничний Г.М. Будівельні матеріали та вироби: технологія активованих бетонів. М.: «Юрайт». 2019. 224 с.
4. Сегалова О.Є., Ребіндер П.А. Виникнення кристалізаційних структур твердіння та умови розвитку їх міцності. Нове в хімії та технології цементу. М.: Будвидав. 1962. 115 с.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИКОНАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

КСЬОНШКЕВИЧ Л.М., СТРЕЛЬЦОВ К.О.,
ЦЮРА В.В.

Одеська державна академія будівництва і архітектури, м. Одеса, Україна

У складних умовах сьогодення питанню реконструкції будівель і споруд потрібно відвести особливе місце. Велика кількість житлового фонду, громадських будівель, а також об'єктів критичної інфраструктури знаходяться в непридатному стані або на стадії повного руйнування.

Необхідність реконструкції будівлі настає з ряду причин [1]:

- зміна функціонального призначення будівлі;
- непридатність або моральна застарілість конструкцій та інженерних систем;
- коли потрібна зміна конфігурації та розмірів будинку;
- необхідність перепланування будівлі, перебудови будівлі, надбудови поверхів та прибудови і т.д.
- а також в зв'язку з непередбачуваними аварійними ситуаціями.

Реконструкція житлових та громадських будівель може виконуватися трьох видів в залежності від технічного стану конструкцій. Вид реконструкції визначається замовником в технічному завданні на проектування.

Перший вид реконструкції будівель передбачає відновлення його ресурсу і забезпечення економії енергоресурсів за рахунок утеплення огорожувальних конструкцій (стін, покриттів, вікон і дверей) і установку ефективного інженерного обладнання з приладами обліку та регулювання витрат енерговитрат на опалення, гаряче і холодне водопостачання, освітлення та електрозабезпечення, з поліпшенням житлових умов і підвищенням комфортності житла за рахунок зміни об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівлі.

Другий вид реконструкції, на додачу до першого, передбачає розширення житлового фонду за рахунок надбудови мансард і додаткових поверхів.

Третій вид реконструкції передбачає знесення аварійної будівлі, що має великий фізичний знос (> 65%) і зведення нової будівлі, що відповідає сучасним архітектурним, містобудівним, соціальним і будівельним вимогам.

До основних робіт енергоефективної реконструкції, відповідно до [2], можна віднести:

- проведення термоізоляції зовнішніх стін будівлі, підвалу та фундаменту, горища чи покрівлі;

- модернізацію покрівлі з можливим облаштуванням її сонячними колекторами;
- модернізацію у будівлі водопровідних, каналізаційних, теплових, вентиляційних та електричних мереж;
- встановлення приладів обліку енергоресурсів та води, запровадження багатотарифного обліку електроенергії, заміну радіаторів опалення;
- будівництво або модернізацію котельні у будівлі;
- облаштування або ремонт теплових пунктів;
- заміна і ремонт вікон, балконів, лоджій та вхідних дверей.

Тому будь-яка реконструкція вимагає індивідуального підходу до кожного окремого об'єкта.

В свою чергу, використання сучасних матеріалів, обладнання та технологій дозволяє підвищити енергоефективність існуючих будівель, що підлягають реконструкції. Наприклад, одним з основних чинників енергозбереження є ефективна теплоізоляція огорожувальних конструкцій будівлі. Утеплення зовнішніх стін забезпечить економію, в середньому 35% теплової енергії в рік, утеплення стін підвалу, цоколя – 4%.

У ході підготовчого етапу до використання будь-яких енергозберігаючих технологій (утеплення огорожувальних конструкцій, заміни віконних та дверних блоків на енергоефективні, модернізації інженерних систем і т.п.) здійснюються такі види робіт як: обстеження будівельних конструкцій, вивчення і узгодження умов виробництва робіт, розробка проекту виконання робіт (ПВР) на розбирання та встановлення конструкцій і елементів, підготовка під'їзних шляхів, а також доставка і монтаж необхідних матеріалів на об'єкт.

Результати обстеження оформляються у вигляді технічного висновку, що містить відомості про: архітектурне і конструктивне рішення будівлі; технічний стан несучих та огорожуючих конструкцій; інформацію про матеріали конструкцій і виробів, їх характеристики; висновки та рекомендації щодо ремонту, відновленню або заміні елементів будівлі [3].

В свою чергу, технології виробництва ремонтно-будівельних робіт мають свої особливості:

- наявність деяких комплексів робіт, відсутніх в новому будівництві (демонтаж будівельних конструкцій та інженерного обладнання, ремонт і підсилення конструкцій та ін.);
- різнохарактерність об'єктів ремонту по об'ємно-планувальним та конструктивним рішенням;
- складність організації робіт в місцях примикання об'єкту що до існуючих будівель;

- наявність діючих підземних та наземних комунікацій на території об'єкту реконструкції;
- ускладнення умов робіт в порівнянні з новим будівництвом (малий фронт робіт, недостатні габарити приоб'єктних майданчиків, проведення робіт в заселених будинках, розташування об'єктів на напружених міських магістралях і т.д.).

Всі ці питання розглядаються та проектуються в складі проекту виконання робіт. Проект виконання робіт (ПВР) встановлює тривалість реконструкції, заходи підготовчого періоду, методи виконання технологічних процесів і їх взаємоув'язку в часі і просторі, потребу в трудових, матеріальних та технічних ресурсах, терміни і порядок забезпечення цими ресурсами, організацію будівельного майданчика, техніко-економічні показники виробництва робіт [4]. При проектуванні, для підвищення ефективності планування реконструкції, потрібно застосовувати найбільш прогресивні технологічні рішення, потокові методи виробництва робіт та інші ефективні способи здійснення реконструкції. Особливу увагу необхідно приділити заходам щодо забезпечення безпеки виробництва робіт, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Підсумовуючи все вище сказане зазначимо, що знання ефективних будівельних матеріалів, технологічних процесів та способів реконструкції і термомодернізації міських об'єктів являються необхідними для майбутніх висококваліфікованих фахівців у сфері будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів міської забудови.

Освітня програма «Міське будівництво та господарство» забезпечує підготовку для практичної, управлінської та науково-дослідної діяльності фахівців, що будуть здатні розробляти, проектувати, вдосконалювати та використовувати інноваційні технології, в тому числі і енергозберігаючі, в галузі міського будівництва та господарства.

Література

1. Шаповал С. В. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» / С. В. Шаповал, А. А. Баранова// Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.
2. <https://centrere.com.ua/2021/05/20/refurbishment-of-buildings/>
3. Шкрабик Й.В., Ксьоншкевич Л.М. Технічна експлуатація будівель та споруд: Навчальний посібник. Одеса: ОДАБА 2022. 136 с.
4. Ксьоншкевич Л.М., Шкрабик Й.В. Планування робіт при реконструкції міської забудови: Навчальний посібник. Одеса: ОДАБА, 2022. 163 с.

ЕКО-ЕФЕКТИВНІ БЕТОНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАПОВНЮВАЧІВ РЕЦИКЛІНГУ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

РИХЛІЦЬКА О.В.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Бетон - це найбільш широко використовуваний у регіональному, національному та світовому секторі будівництва будівельний матеріал, який завдяки своїй високій конструкційній міцності та довговічності є важливим компонентом сучасної інфраструктури. Відповідно до стратегії низько-вуглецевого розвитку, представленої Європейською цементною асоціацією (CEMBUREAU), необхідно скоротити викиди CO₂ на кожному етапі виробничо-технологічного ланцюжка - від виробництва клінкеру, цементу і бетону до будівництва. Вже до 2030 р. заплановано скоротити викиди CO₂ при виробництві цементу на 30%, а на етапі виробництва бетону та будівництва - на 40% [1].

Збалансоване управління відходами є однією з найважливіших проблем, з якою стикаються країни в усьому світі. З іншої сторони, для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище можна повторно використовувати відходи будівництва та зносу. У світовій практиці близько 90% відходів будівельного виробництва піддаються переробці і повторному використанню. Так, у складі бетонів можна замінити найважливіші компоненти традиційного бетону - крупні та дрібні заповнювачі на перероблені рециклінгові заповнювачі. Слід зазначити, що в результаті військових дій в Україні було зруйновано або пошкоджено значну кількість об'єктів цивільної та транспортної інфраструктури. Значна кількість з цих об'єктів не підлягає відновленню та має бути демонтована, а будівельні відходи, що утворилися, необхідно утилізувати.

Кабінет Міністрів України від 27 вересня 2022 р. затвердив Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків. Відповідно до даного порядку, одним із можливих шляхів повторного використання бетонних відходів (бетонні, залізобетонні конструкції та вироби, їх уламки) від руйнування є виробництво крупного та дрібного заповнювачів для бетонів класу до C20/25, а також щебенево-піщаних сумішей для влаштування шарів основи та покриття дорожнього одягу. Використання таких матеріалів у будівельному секторі може сприяти зменшенню викидів CO₂, а також утилізації за рахунок повторного використання відходів. Тому інноваційним напрямком у

галузі будівельного виробництва для створення еко-ефективних бетонів є застосування заповнювачів рециклінгу будівельних відходів, зокрема бетону. Перероблений бетонний заповнювач з рециклінгу— це термін, який використовується для опису матеріалу, виробленого з подрібнених будівельних відходів і відходів зносу, що в основному складається з бетону, але також включає заповнювачі такі як пісок, гравій, шлак і щебінь [2].

В основі технології еко-ефективних цементів і бетонів закладається концепція, що базується на оптимізації співвідношення «вода – цемент» і «вода – в'язуча суміш». При цьому зменшення відстаней між цементними частинками в тісті у початковий період процесу гідратації дозволяє знизити пористість, збільшити щільність та покращити механічні властивості бетону. Способом подолання відповідних труднощів є модифікування бетонної суміші високоефективними суперпластифікаторами нової генерації на основі ефіру полікарбоксилату з наноспроекованими ланцюгами (PCE). Такі модифікатори при максимальному зниженні водовмісту (до 40 %) бетонної суміші забезпечують необхідну легкоукладальність, що, в свою чергу, забезпечує високу щільність та значне підвищення довговічності бетону. Застосування високоефективних суперпластифікаторів дозволяє отримати більшу фактичну щільність упаковки твердих частинок цементного порошку. При цьому створюється можливість застосування низьковуглецевих цементів.

Важливими факторами, що впливають на показники якості бетонів, є зерновий склад заповнювачів та їх питома поверхня, яка в значній мірі визначає кількість води, що витрачається на зволоження поверхні зерен, а також відносний об'єм заповнювачів, який займають зерна. Дані фактори також впливають на легковкладальність бетонної суміші та схильність до розшарування. На рис. 1, а, наведено крупний заповнювач рециклінгу бетону (фракції 2-5; 5-10; 10-20 мм) на основі гравійного щебеню після виготовлення товарного бетону та залізобетонних виробів. Для вторинного щебеню насипна густина складає 1120 кг/м^3 , водопоглинання – 6,3% , марка за дробимістю – 1200. Так, для базового складу бетону з витратою цементу 370 кг/м^3 загальна питома поверхня складників рівна 159,6 тис. м^2 з розрахунку на 1 м^3 , при цьому на долю цементних зерен в сумарній питомій поверхні припадає 92,7 %, а водоцементне відношення $V/C=0,55$. В той же час, у продукти гідратації цементуючої матриці бетону зв'язується всього 20 % води, а решта випаровується, що призводить до зростання пористості бетону. Як, видно, з рис. 1, б, об'ємне співвідношення вода/цемент складає 1,5...1,9, при цьому середня товщина плівки з молекул H_2O $d=1,3 \text{ мкм}$. Тому створення щільної упаковки складників бетону забезпечується за рахунок суттєвого зниження

водо-цементного відношення бетонної суміші шляхом введення високоефективних суперпластифікаторів полікарбоксилатного типу [3].

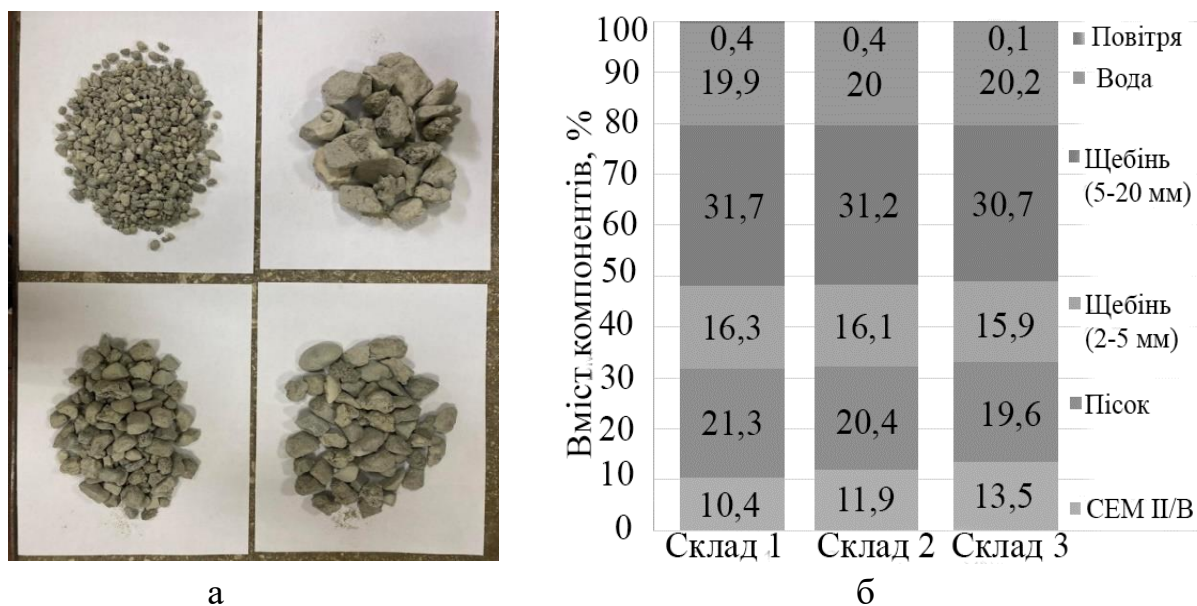


Рис. 1. Заповнювачі рециклінгу бетону фракцій 2-5 мм, 5-10 мм і 10-20 мм (а) та склади бетонів за об'ємом

Вторинний щебінь може повноцінно замінити від 20 до 60 % від загального обсягу гранітного щебеню залежно від проекту будівництва. Це значно скоротить витрати на придбання високовартісних будівельних матеріалів (до 40 %). Сьогодні основним критерієм оцінки доцільності переробки та утилізації відходів є економічна ефективність їх повторного використання. Так, енерговитрати під час видобування природного щебеню у 8 разів вищі, ніж при одержанні щебеню з бетону, при цьому собівартість бетону, що виготовляється на вторинному щебені, знижується на 25 %. Перевагами модифікованих еко-ефективних бетонів є ресурсо- та енергозбереження, а також понижений рівень емісії CO₂, при цьому такі бетони характеризуються покращеними будівельно-технічними властивостями та вищою довговічністю. Використання заповнювачів з рециклінгу будівельних матеріалів в бетонах є важливим напрямком для реалізації концепції низьковуглецевого розвитку в Україні.

Література:

1. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Гев'юк І.М. Швидкотверднучі клінкер-ефективні цементи і бетони: монографія. Львів: ВидавництвоТОВ «Простір-М», 2021. 206 с.
2. Пушкарьова К.К. Порівняльний аналіз української, німецької та європейської нормативної бази щодо оцінки якості заповнювачів для розчинів та бетонів. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, 2013. №49. С.124-132.
3. Kropyvnytska T., Sanytsky M., Rucinska T., Rykhlytska O. Development of nanomodified rapid hardening clicker-efficient concretes based on Portland-composite cements. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019. 4/6. P. 38–48.

ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ З НУЛЬОВИМ СПОЖИВАННЯМ ЕНЕРГІЇ

САНИЦЬКИЙ М.А., КОТУР Д.Р.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Домінантною ідеологією функціонування цивілізації у XXI ст. є Стратегія сталого розвитку (Sustainable Development), Парадигма, на якій ґрунтується Стратегія, є політичною та практичною моделлю такого розвитку всіх країн світу, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби. Ця модель орієнтована на досягнення оптимального балансу між трьома складовими розвитку - економічною, соціальною та екологічною [1].

Стратегія сталого розвитку в будівництві полягає в мінімізації витрати енергії та матеріальних ресурсів у процесі спорудження та експлуатації будівельних конструкцій зі зменшенням негативного впливу на навколишнє середовище та передбачає п'ять основних принципів [2]:

- зниження витрат енергії та сировинних матеріалів;
- підвищення довговічності виробів і термінів експлуатації споруд;
- використання вторинних матеріалів та будівельних елементів;
- повернення матеріалів в навколишнє середовище без шкоди для нього;
- всебічна охорона довкілля та вживання всіх можливих природоохоронних заходів під час будівництва.

Стратегія низьковуглецевого розвитку повинні базуватися на розвитку таких напрямів:

1. Скороченні споживання енергетичних ресурсів за рахунок підвищення енергоефективності та енергозбереження.

2. Використанні відновлювальних джерел енергії - ВДЕ.

Житлово-комунальний сектор продукує майже 40% світових викидів CO₂. Для досягнення цілей Паризької угоди перед будівельним сектором стоїть завдання забезпечення нульового чистого викиду діоксиду вуглецю до 2050 року. Тому будинки з нульовим енергоспоживанням відіграватимуть велику роль у стримуванні глобального потепління в найближчі десятиліття. Щоб вирішити поточні проблеми, пов'язані з екологічною складовою, дизайнери повинні враховувати більшість пунктів, перелічених у кожному з трьох базових принципів (рис.1).

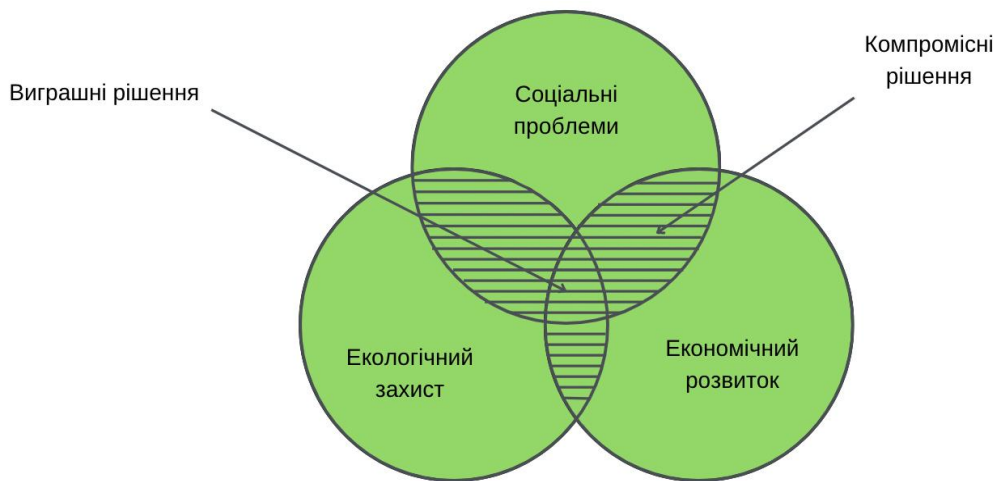


Рис. 1. Вибір рішень для досягнення найкращих результатів, що відповідають екологічному дизайну [3]

Будівля з нульовою енергією (Zero Energy Building (ZEB)), також відома як споруда з чистою нульовою енергією (Net Zero Energy (NZE) або Zero Net Energy, (ZNE)) — це будинок, у якому загальна кількість енергії, споживаної ним протягом року, дорівнює кількості відновлюваної енергії створюваної ним же або на віддалі, завдяки відновлюваним джерелам енергії за межами майданчика з використанням таких технологій, як теплові насоси, високоефективні вікна та будівельна ізоляція, а також сонячні панелі. Завдання полягає в тому, щоб ці споруди сприяли меншим викидам парникових газів в повітря під час експлуатації, ніж подібні будівлі, що не належать до ZNE.

В ЄС існує наступна класифікація будівель за їх енергоощадністю:

- «Старі будівлі» (будівлі до 1970-х років) — потребують для свого опалення, як правило близько трьохсот кіловат-годин на метр квадратний на рік: 300 кВт·год/м²·рік.
- «Нові будівлі» (ті що будувалися до 2000 року) — 150 кВт·год/м²·рік.
- «Будівля низького споживання енергії» (з 2002 року не можна будувати нові будівлі за нижчим стандартом) — 60 кВт·год/м²·рік.
- «Пасивна будівля» (є закон, відповідно до якого з 2019 року в Європі не можна буде будувати будівлі за нижчим стандартом, ніж пасивна будівля) — 15 кВт·год/м²·рік.
- «Будівля нульової енергії» (будівля, що зовсім не потребує додаткової (крім тієї, що сама виробляє) енергії на опалення) — 0 кВт·год/м²·рік.

- «Будівля плюсової енергії» (тобто така, що виробляє за допомогою встановлених на ній сонячних батарей, колекторів, рекуператорів, теплових pomp, тощо більше енергії, ніж сама потребує).

Будівля з нульовим енергоспоживанням — це будівля, яка щорічно виробляє стільки енергії, скільки споживає, порівняно з вмістом енергії в джерелі. З іншого боку, будівля з нульовими енерговитратами — це будівля, яка використовує стратегії енергоефективності та відновлюваних джерел енергії як частину бізнес-моделі. Будівлі з нульовими викидами енергії — це проєкт будівлі, який розглядає викиди, які спричинені енергетичними потребами будівлі. На рис. 2 показано різні заходи з енергоефективності.



Рис. 2. Різні заходи з енергоефективності [3]

В ЄС діє директива щодо енергоефективності будівель (EPBD), яка вимагає, щоб усі нові будівлі були будівлями з майже нульовим енергоспоживанням (nZEB) з 2021 року, а з 2019 року для громадських будівель. Визначення nZEB слід оновити, щоб відобразити нові можливості, які може принести енергетичний ринок, що трансформується, а також включити існуючий будівельний фонд.

Фактори, що впливають на проектування енергоефективної будівлі, яка досягає цілей нульового енергоспоживання, представлені на рис. 3.



Рис. 3. Способи досягнення нульової чистої енергії в будівлі [4]

Рішення, які застосовують для проектування енергонезалежних будинків з нульовим споживанням енергії:

- Ландшафтно-планувальні рішення;
- Об'ємно-планувальні рішення;
- Енергозберігаюче скління будівлі;
- Акумуляуючі енергію рішення;
- Теплоізоляційні рішення;
- Інженерні рішення та відновлювальна енергетика.

Таким чином, будівлі майбутнього більше зосереджуватимуться на відновлюваних і стійких енергетичних ресурсах шляхом впровадження ефективних огорожувальних конструкцій і використання енергоефективних і високоефективних інженерних комунікацій, що сприятиме зниженню рівня споживання енергії.

Література

1. СТРАТЕГІЯ сталого розвитку "Україна - 2020". <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ukr175624.pdf>
2. Principles for nearly Zero-Energy Buildings. Published in November 2011 by Buildings Performance Institute Europe (BPIE).
3. By Simon Wyatt. Step by step: How to achieve a net zero building. Partner, Sustainability – 26 March 2020.
4. How to Design a Net Zero Energy Building. <https://www.bigrentz.com/blog/net-zero-energy-building>

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

ТКАЧЕНКО О. О.
ОЛІЙНИК Т. П.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Сучасні світові стандарти забезпечення екологічних параметрів архітектурно-будівельної галузі, засновані на системі добровільної рейтингової сертифікації (BREEM, 1990; LEED, 1993; DGNB, 2009), включають екологічну, енергетичну та економічну ефективність «Зелених будівель» (green building). Системи сертифікації передбачають впровадження інноваційних методик і сучасних будівельних матеріалів при проектуванні та експлуатації будівельних конструкцій.

До критеріїв «зеленого» стандарту відносять вимогу створення сприятливого мікроклімату житла. На якість житлового середовища впливає екологічна безпека будівельних матеріалів, що визначає комфортне й безпечне життя людей протягом довгих років. Негативний вплив можуть мати будівельні матеріали через наявність і виділення з них шкідливих токсичних речовин (формальдегід, важкі метали, леткі органічні сполуки тощо).

Гігієнічна оцінка будівельних матеріалів для людини ґрунтується на комплексі санітарно-гігієнічних характеристик, що визначають потенційну небезпеку матеріалу для здоров'я людини [1]. В даний час архітектори не можуть використовувати будівельний або оздоблювальний матеріал, який містить шкідливі токсичні речовини або надає інші несприятливі впливи на людину. Екологічна якість та аналіз безпеки матеріалу для сучасних проектів необхідний [2].

Мета дослідження: Обґрунтування вибору екологічно чистого будівельного матеріалу для будівництва та оздоблення житлових приміщень в проекті магістерської роботи.

Аналіз літературних джерел виявив, що прикладом екологічних будівельних матеріалів з використанням природної сировини, які використовуються при будівництві екобудинків, є сучасні матеріали на основі конопель.

Світова практика показала, що використання конопляного будівельного матеріалу є актуальним і перспективним напрямком «зеленого» будівництва і відповідає вимогам екологічності та енергоефективності. Технології екологічно чистих будівельних матеріалів з промислових конопель активно впроваджуються у виробництво в багатьох розвинених країнах (США, Франція,

Фінляндія, Бельгія). В Україні компанія Nempire розробила й впровадила у виробництво природне вапняне в'язуче "П'ятий Елемент" і енергоефективний утеплювач нового покоління Nempire Mix [3].

«Конопляна цегла» — це будівельний матеріал, який є екологічно чистим, тому що його складові природні та нетоксичні. В складі конопляно-вапняної, конопляно-глиняної штукатурки є тільки екобезпечні матеріали: гідратне вапно, глина, кварцеві добавки, мінеральні добавки, костриця конопель. Переваги використання: термоізоляційний ефект, енергоефективність, вогнестійкість; ідеальна адгезія з конопляним утеплювачем, яким можна утеплити й існуючі стіни з дерева чи цегли або звести нові стіни (збільшивши товщину), зробити підлогу, перекриття, покрівлю; штукатурка може бути застосована для обробки інших поверхонь (саман, землебит, солом'яні панелі), може бути використана як фініш для стін зведених із газоблоку, цегли і керамоблоку; вона сприяє регуляції рівня відносної вологості в приміщенні, має антисептичні властивості та запобігає утворенню плісняви на стінах всередині будинку [4,5].

Науковими дослідженнями доведено, що за багатьма санітарно-гігієнічними параметрами конопляні будівельні матеріали перевершують характеристики традиційних будівельних матеріалів. Здатність «дихати» і поглинати вуглекислий газ; протиалергічні та антистатичні властивості; тепло- і звукоізоляційні властивості створили широкі можливості для використання матеріалу як у зовнішніх так і у внутрішніх оздоблювальних роботах. Здатність конопель поглинати електромагнітні хвилі, які надають потужний негативний вплив на організм людини, робить цей будівельний матеріал унікальним.

Наступні властивості конопляних будівельних матеріалів, що відповідають вимогам «зеленого» будівництва: вторинна переробка після закінчення терміну її служби і можливість вторинної переробки, швидкого розкладання в природі.

Широке застосування будівельних матеріалів з конопель дозволить знизити викиди вуглеводів в навколишнє середовище, тобто забезпечить охорону навколишнього середовища. Використання локальної сировини дозволяє знизити викиди вуглекислого газу в процесі транспортування і гарантувати безперебійне забезпечення продукцією. Виробництво будівельних матеріалів з конопель може стати вуглецево-негативним замінником бетону або дерева, вирощування яких займає набагато більше часу.

Енергоефективність будівель з конопляної цегли підтверджується тим, що на обігрів будинку витрачається в три рази менше тепла, ніж в будинках з традиційних матеріалів. Коефіцієнт їхньої теплопровідності становить 0,07 Вт/(м·К). Коефіцієнт звукопоглинання – 0,8. У різних видів цегли теплопровідність загалом становить 0,5-1,5 Вт/(м·К). Відповідно, стандартна

стіна з костроблоків товщиною 30 см відповідає цегляній товщиною 100-190 см (залежно від якості цегли) і виявляється досить теплою для застосування без спеціальних утеплювачів. Застосування енергоефективного утеплювача дозволяє економити принаймні 30% витрат на опалювання та охолодження будинку.

У костробетона з несучими властивостями до 3-х поверхів – 600 кг/м³ (він відноситься до групи легких бетонів), розміри блоку – 500*300*200 мм (0,03 м³). У цегли з аналогічними конструкційними можливостями – 1500-2000 кг/м³, стандартний розмір – 250*120*65 мм (об'єм 0,00195 м³). Відповідно, вага цегли як мінімум у 2,5-3,5 рази більша, ніж аналогічного обсягу костробетону. А з урахуванням відмінностей у теплових властивостях, необхідна маса цеглини для будівництва будинку аналогічної якості вже буде в 10-15 разів вищою. Навіть одна тільки вартість транспортування матеріалу вже робить цегляний будинок значно дорожчим.

Економічні показники забезпечують економічну ефективність будівництва при використанні будівельних блоків з костробетону в порівнянні з цеглою: менша вага і обсяг необхідних будівельних матеріалів; висока екологічність і біостійкість; висока теплоізоляція при меншому обсязі матеріалу; спрощення оздоблювальних робіт і облаштування інтер'єру; зниження трудомісткості і тривалості будівельних робіт; зниження витрат на фундамент, за рахунок меншої ваги будівлі; зниження витрат на оплату будівельних робіт і будівництва; тривала експлуатація будинку при різних температурах.

Особливо цінним виявилось те, що з хемпкрити можна створити будь-яку форму, чого важко досягти, використовуючи цеглу чи інші популярні матеріали з чіткою геометрією. Ця властивість відкриває перед архітектором широкі можливості для реалізації інноваційних дизайнерських рішень.

Висновки. Розробка міжнародних стандартів будівництва з конопель або кодексів, що регламентують, як слід використовувати цей матеріал, дозволить широко впроваджувати цей екологічно чистий, енергоефективний матеріал для сучасного житлового будівництва.

Література

1. Величко Е.Г., Цховребов Э.С. Екологічна безпека будівельних матеріалів: основні історичні етапи. - Весник МГСУ. т.12. в.1(100) - 2017- С. 26- 35.
2. [Електронний ресурс: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1299>]
3. [Електронний ресурс: <https://www.hempire.com.ua/uk-UA/hempcrete>]
4. [Електронний ресурс: <https://profidom.com.ua/novosti/stroitelnyje-materialy/26932-na-rynok-vykhodit-novyj-stroitelnyj-material-khempkrit>]
5. [Електронний ресурс: <https://ztss.zp.ua/Produktsiya/kostra-konopli>]

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ ВИРОБІВ З ОЧЕРЕТУ ПРИ ЗОВНІШНІЙ ДІЇ ПОЛУМ'Я БЕНЗИНУ

ЦАПКО Ю.В.^{1,2}.

*¹Національний університет біоресурсів і
природокористування України, м. Київ, Україна*

БОНДАРЕНКО О.П.²., ЦАПКО О.Ю.²., ЖЕРЕБЧУК Д.С.².

*²Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і
матеріалів ім. В.Д. Глуховського,
²Київський національний університет будівництва і
архітектури, м. Київ, Україна*

Внаслідок унікальних властивостей очерету, таких як мала густина, низька теплопровідність, висока атмосферо- і хімічна стійкість, можливість виготовлення деталей на місці будівництва, вироби з очерету широко використовуються в будівництві. У той же час, невирішеність питань протипожежного захисту виробів з таких матеріалів знижує можливість їх застосування. Резонансні факти пожеж на об'єктах із масовим перебуванням людей (будинки відпочинку, ресторани, кафе та ін.) вказують на актуальність вогнезахисту виробів з очерету.

Відомо, що очерет відноситься до целюлозовмісних матеріалів, які не здатні до полуменевого горіння самі по собі, лише під дією температури горять продукти його розкладу [1, 50-56]. Введення в матеріал антипіренів зменшує кількість утворення горючих летких продуктів, інгібує газофазні реакції полум'я і виключає безполуменеве горіння карбонізованого залишку [2, 62-68].

Враховуючи особливості хімічної побудови і структури очерету при вогнезахисті виробів з очерету виникають труднощі застосування просочувальних вогнезахисних засобів. Застосування ж нових потребує надійних способів вивчення властивостей покриття. Це і обумовило необхідність проведення досліджень у даному напрямку.

Метою роботи є дослідження ефективності вогнезахисту очерету покрівельними просочувальними композиціями, які при термічній дії утворюють шар коксу.

Встановлення ефективності вогнезахисту покрівельним розчином проводили на зразках очерету середніми розмірами діаметром до 10 мм, довжиною 310 мм, які зв'язували у мати розміром 310×140 мм товщиною 10...12 мм та обробляли покрівельним просочувальним розчином у кількості 40,2 г/м². А саме, модифікованим покрівельним просочувальним розчином «Skela-i» (суміш карбаміду 28...30%, фосфорних кислот 23...24% і крохмалю 20%), а для підвищення стійкості проти води до даної суміші додавали ПВА-дисперсію у

кількості 20%. Отриману масу перемішували, додавали воду до 100% і наносили на зразок очерету.

Для дослідження протидії будівельної конструкції з очерету високій температурі при дії полум'я бензину використовували модельні зразки конструкцій з очерету, виготовлених товщиною мату 60 мм середніми розмірами 700×280мм (рис. 1).

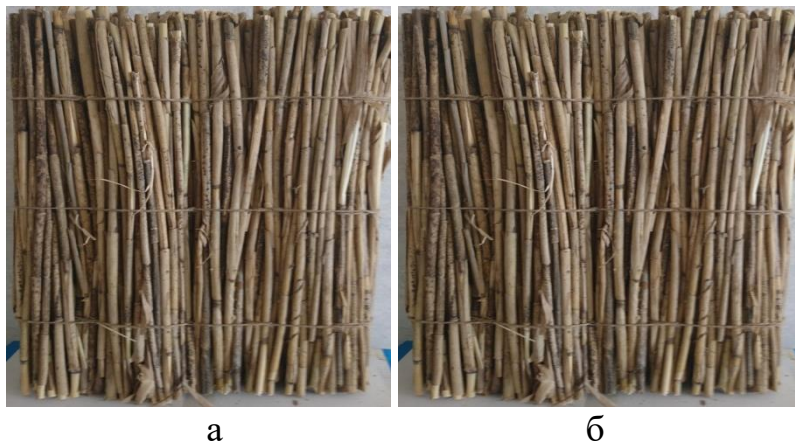


Рис. 1. Модельні зразки теплоізоляційних матів з очерету: а – необроблений; б – оброблений модифікованим покрівельним просочувальним розчином «Skela-i»

Застосування вонезахищеного очерету передбачає експлуатацію їх зовні будівель, тому встановлення умов вимивання композиції з поверхні очерету, якщо в процесі експерименту вимірюється відносна концентрація антипірену в оточуючому середовищі, наприклад у воді, є актуальними дослідженнями. У зв'язку з цим, для визначення антипірену у воді проведені експериментальні дослідження. Зразок вогнезахищеного очерету поміщали у дистильовану воду на певний проміжок часу, після чого за методикою [3, 1-17] визначали кількість антипірену (фосфату карбаміду) у воді (табл. 1).

Результати табл. 1 показали ефективність застосування полімеру, а саме зниження процесу вимивання більше, ніж у 10 разів.

Під час подальших випробувань зразків очерету було встановлено, що необроблений зразок зайнявся на 52 с, полум'я поширилося по всьому зразку протягом 101 с. Натомість, зразок, вогнезахищений покрівельним просочувальним розчином, а саме сумішшю карбаміду і фосфорних кислот та крохмалю («Skela-i») у кількості 47,1 г/м², не зайнявся, поширення полум'я поверхнею не відбулося, максимальна температура димових газів становила 101°С, а індекс горючості склав 0. Такий же ефект отримано при обробленні зразку очерету композицією з додаванням ПВА-дисперсії.

Таблиця 1. Результати експериментального визначення вимивання антипірену з очерету

Захищені зразки очерету	Проміжок часу вимивання, хв									
	5	10	30	60	120	240	360	600	1200	1440
	Вміст антипірену у воді, г									
Модифіковані покрівельним просочувальним розчином «Skela-i»	0,34	0,53	0,9	1,2	1,5	2,2	2,7	3,35	4,55	4,87
Те ж з додаванням 5% ПВА-дисперсії	0,001	0,18	0,24	0,31	0,49	0,8	1,158	1,44	1,6	1,64
Те ж з додаванням 25% ПВА-дисперсії	0	0	0,006	0,031	0,056	0,091	0,16	0,2	0,34	0,41

Особливості гальмування процесу займання та поширення полум'я очерету, який оброблений покрівельним просочувальним розчином, полягають у направленому розкладі покриття при дії високої температури та в утворенні теплоізоляційного шару коксу, що запобігає вигоранню і проходженню високої температури до матеріалу. А саме, зразок, вогнезахищений покрівельним просочувальним розчином, не зайнявся, поширення полум'я поверхнею не відбулося. Це свідчить про можливість спрямованого регулювання процесів передавання високої температури до органічного матеріалу шляхом використання спеціальних композицій для виробів з очерету.

Таким чином, встановлено, що швидкість вигорання зразків очерету, оброблених вогнезахисними засобами, порівняно з необробленими, зменшується майже в 10 разів. Розраховано коефіцієнти ефективності вогнезахисту при горінні очерету, які порівняно з необробленими збільшуються в 8...10 разів.

Література

1. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling the heat conductivity process at the effect of the process on the field of fought exchange. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2/10 (92). – 2018. – 50-56.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Installation of fire fighting efficiency of processed processing solution and coverage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 4/10 (94). – 2018. – 62-68.
3. ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. – К. Держспоживстандарт України, 2006. – 17 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХИСТУ ЕЛЕМЕНТА НАМЕТУ ГІДРОФОБНИМ ПОКРИТТЯМ

ЦАПКО Ю.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

БОНДАРЕНКО О.П., ЦАПКО О.Ю., НЕРОДА В.П.

Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Аналіз напрямків використання легкозведених конструкцій з текстильних займистих виробів свідчить про стійку тенденцію до збільшення їх застосування під час тимчасового виконання тих чи інших завдань Збройних сил України та підрозділів державної служби з надзвичайних ситуацій. Під час опалювання таких споруд можливе займання та швидке поширення пожежі [1, 71-78, 2, 515-522]. Статистика експлуатації легкозведених конструкцій виявила низький рівень безпеки у зв'язку з використанням природних волокон (наприклад льону, бавовни та сумішей), які високочутливі до впливу високої температури і вогню [3, 13-18].

У зв'язку з цим постає необхідність розвитку робіт в даному напрямку та використання ефективних вогнезахисних матеріалів, оскільки застосування існуючих антипіренів для текстильних виробів малоефективне, так як конструкція не жорстка. Також спливає закономірність створення вогнезахисних матеріалів для конструкцій з текстильних виробів за рахунок направленою формування інтумесцентного покриття, стійкого до дії перемінних температурно-вологісних факторів, так і за рахунок дії функціональних добавок і наповнювачів, здатних впливати на процеси термостійкості, фізико-хімічні та спеціальні властивості.

Тому дослідження, що направлені на визначення закономірностей гальмування процесу вимивання антипіренів з вогнезахисного текстильного матеріалу через оболонку водостійкого поліуретанового покриття, є актуальними.

Метою роботи є встановлення ефективності захисту елемента намету гідрофобним покриттям. Це дасть можливість обґрунтувати застосування гідрофобного покриття на об'єктах, де застосовуються тканини.

Для встановлення вогнезахисної ефективності елемента намету використовували зразки парусинової тканини розміром 100×100 мм (рис. 1).

Для вогнезахисту елемента намету зразки обробляли модифікованим

покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин «Firewall-Attic» (суміш карбаміду 28...30 % і фосфорних кислот 23...24 %, модифікована крохмалем у кількості 20 %).



Рис. 1. Модельні зразки тканини для випробувань

Отриману масу перемішували і наносили на зразок елемента намету у кількості 137,0...140,0 г/м² з однієї сторони. При цьому вогнезахисне покриття проникало у структуру тканини та утворювало еластичну плівку на поверхні товщиною близько 20 мкм. На протилежну сторону наносили гідрофобне покриття ГКЖ 94, вироблене в Україні.

Для встановлення водопроникнення зразка вогнезахищеної тканини при дії води на гідрофобне покриття були проведені відповідні дослідження, з використанням приладу, зображеного на рис. 2.



Рис. 2. Випробування тканини на водопроникнення

Результати досліджень із визначення водопроникнення необробленого та обробленого зразка тканини, які було проведено в лабораторних умовах, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Результати визначення часу водопроникнення при дії води на тканину

Вогнезахищений зразок	Час водопроникнення при дії води τ , с	Кількість поглинутої води, кг
Тканина без гідрофобізатора	60	0,010
Тканина, оброблена гідрофобізатором ГКЖ 94	1850	0,0012

В результаті проведених досліджень отримано час водопроникнення вогнезахищеного зразка тканини, обробленого гідрофобізатором, який перевищує необроблений в понад 30 разів. Неможливо не відмітити, що результати визначення часу водопроникнення при дії води на тканину (рис. 2, табл. 1) вказують на неоднозначний вплив гідрофобного покриття на зміну водопроникнення. Це проявляється, в першу чергу, в кількості поглинутої води при випробуваннях вогнезахищеної тканини. Неможливість зняти названі обмеження в рамках даного дослідження породжує потенційно цікавий напрям подальших досліджень. Вони, зокрема, можуть бути орієнтовані на виявлення моменту часу, з якого починається падіння стійкості до дії води. Таке виявлення дозволить дослідити структурні перетворення гідрофобного покриття, що починають відбуватися в цей час, та визначити вхідні змінні процесу, що суттєво впливають на початок такого перетворення.

Таким чином, особливості гальмування процесу масопереносу при дії води полягають в ізолюванні поверхні вогнезахищеної тканини гідрофобним покриттям. Так, зразок вогнезахищеної тканини, покритий гідрофобізатором, після експозиції води показав кількість поглинутої води, яка не перевищила 0,00012 кг, а для тканини без гідрофобізатора цей показник становив 0,01 кг.

Література

1. Xu J., Zhang J.Y., Xu J., Zhang Z., Zhang H. Design of functional cotton fabric via modified carbon nanotubes. *Pigment and Resin Technology*. – 49 (1). – 2020.– С. 71-78.
2. Xu J., Zhang J., Xu J., Zhang Z., Zhang H. Synthesis and properties of cotton fabric functionalized by dimethyl phosphite and perfluorohexyl group grafted graphene oxide. *Pigment and Resin Technology*. – 48 (6). – 2020.– С. 515-522.
3. Tsapko Yu., Tsapko A., Bondarenko O. Determination of the laws of thermal resistance of wood in application of fire-retardant fabric coatings *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2/10 (104). – 2020.– P.P. 13-18.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ МІСТ

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРО І ТЕПЛО ПОСТАЧАННЯ

АРСИРИЙ А.Н.¹, ФЮТАК О.В.²
КРАВЧЕНКО О.В.

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури

²National University "Odessa Maritime Academy"

м. Одеса. Україна

Україні необхідно збільшити електричну та теплову генерацію альтернативних джерел енергії у зв'язку із суттєвими пошкодженнями централізованих систем енергозабезпечення. Вчені Стендфордського Університету розробили прогнози або дорожні карти переходу енергетик 139 держав світу на альтернативні джерела енергії.

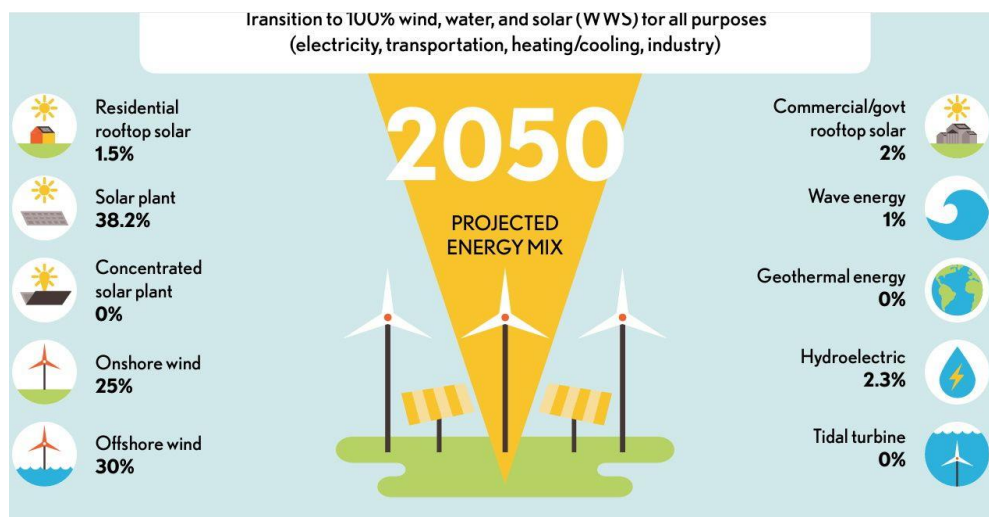


Рис.1 Переход на енергію води, сонця и ветра в Украине

За прогнозами, енергетична політика України, орієнтована на ВСВ, дозволить заощадити до 5 трильйонів доларів на рік, зменшиться викид шкідливих газів. Розвиток відновлюваних джерел енергії забезпечить Україні близько 500 000 робочих місць.

У Стендфордському Університеті до альтернативної енергетики відносять лише воду; сонце та вітер «ВСВ». Рішення про встановлення вітрогенераторів в Україні потребує досліджень, оскільки популярні світові карти вітрів виключають континентальну територію України.

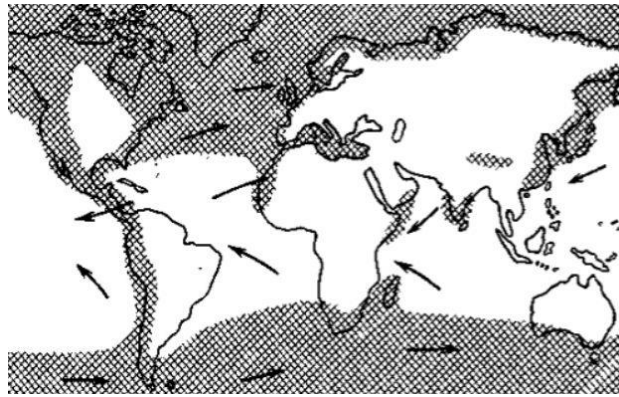


Рис. 2 Карта пріоритетних зон для вітрогенераторів.

Однак, такий висновок стосується лише добре розроблених горизонтальних (крильчатих) вітряків, які масово встановлюються у вітроінтенсивних регіонах світу, де середня швидкість вітру $V_{cp} = 8 - 10$ м/с, а початкова швидкість їх використання починається з $V_{поч} = 4,5$ м/с.

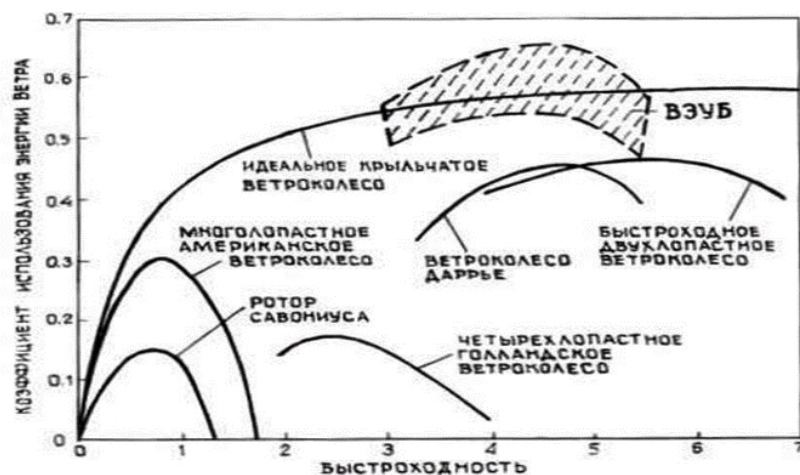


Рис.3 Характеристики ефективності вітрогенераторів різного типу.

Вітряні генератори різняться між собою не тільки розташуванням обертальної осі: горизонтальні або вертикальні), але також рівнем ефективності, яка пов'язана в першу чергу з якістю геометрії їх лопаток та ступеня досліджень:

- кількістю лопатей;
- матеріалами виготовлення деталей;
- геометрії лопат;
- початковою швидкістю обертання;

Однак не кожна зона підходить для встановлення вітротурбіни. Щоб вітроелектростанція повноцінно функціонувала протягом заявленого виробником терміну експлуатації, кліматичні умови місцевості повинні відповідати вимогам спецобладнання.

Для України доцільно використовувати вітряки з вертикальною віссю (типу Дар'ї...), для яких середня швидкість вітру $V_{cp} = 4,5 - 5,5$ м/с, а початкова швидкість починається з $V_{поч} \approx 1,0$ м/с. Лише в цьому випадку установка вітряків буде економічно виправдана.



Рис. 4 Потужність вітряків при різній швидкості вітру
1 – горизонтальна вісь; 2 – вертикальна вісь

Аналіз даних на рис.4 показує перевагу для вітрових зон України використання вітрогенераторів з вертикальною віссю. Проте, зони ефективності різних типів вітряків рис. 3 показують, що вітрогенератори з вертикальною віссю істотно поступаються за продуктивністю та ефективністю. Для України потрібно активізувати дослідження з метою оптимізації геометрії лопаток вітряків із вертикальною віссю. Ефективність таких вітрогенераторів необхідно збільшити щонайменше в 1,5 рази.

Висновки. Аналіз відомих характеристик вітрогенераторів різних типів показує, що установки з горизонтальною віссю мають найкращі показники ефективності та продуктивності. Проте вони не придатні для вітрових зон України.

Необхідно провести додаткові дослідження конструктивних елементів вітрогенераторів із вертикальною віссю з метою покращення показників продуктивності та ефективності.

Література

1. Про альтернативні джерела енергії / ЗАКОН УКРАЇНИ (ВВР), 2003, Із змінами ВВР, 2009/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
2. Возобновляемые источники энергии Твайделл Дж., Уэйр А. М. 1990.
3. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С, Гнатишин Я. М. - Львів, 2009. - 188 с.

ТЕПЛОВІ НАСОСИ – АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

АРСІРІЙ В.А. РЯБОКОНЬ П.М.
ГОЛУБОВА Д.О. СЕРБОВА Ю.М.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури
м. Одеса. Україна*

Україна має дві централізовані системи електропостачання та тепlopостачання. Обидві системи слід класифікувати як традиційні джерела енергії, оскільки джерелом їхньої роботи є спалювання органічних видів палива: газ; вугілля; мазут та ін. Актуальним питанням є перехід на альтернативні джерела енергії. У багатьох країнах альтернативними джерелами вважають лише воду; сонце та вітер «ВСВ». Вчені Стенфордського Університету розробили прогнози та карти переходу енергетики для 139 держав світу повністю на відновлювані джерела енергії.

Таблиця 1

Перехід на 100% енергії від води, вітру та сонця

Стандфорд прогноз	%
Солнечные панели на крыше дома	1,5
Солнечные электростанции	38,2
Береговой ветер	25
Морской ветер	30
Госуд. Солнечн панели на крыше	2
Волновая энергия 1 %	1
Геотермальная энергия	0
Гидроэлектростанции	2,3
Итого ВСВ	100

У законі України «АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ» присутні також теплові насоси (ТН). За сприятливих умов або за малої величини збільшення температури фазового переходу ТН можуть забезпечувати коефіцієнт ефективності $COP > 5$. Технологію нагріву в ТН можна позначити як систему з позитивним балансом енергій, тому що на 1 кВт витраченої електричної енергії виробляється більше 5кВт тепла при більшій температурі, ніж у джерела.

Останнім часом все більше комунальних підприємств (дитсадки, магазини, лікарні та ін.) встановлюють ТН як джерела теплопостачання. Такі технології використовують принцип зворотного циклу Ренкина, коли робоче тіло (наприклад, фреон) у першому теплообміннику переходять з рідкого стану в газоподібне з поглинанням великої кількості енергії (відбір енергії джерела – повітря, вода, земля), а другому теплообміннику зворотний процес конденсації забезпечує виділення великої кількості тепла.

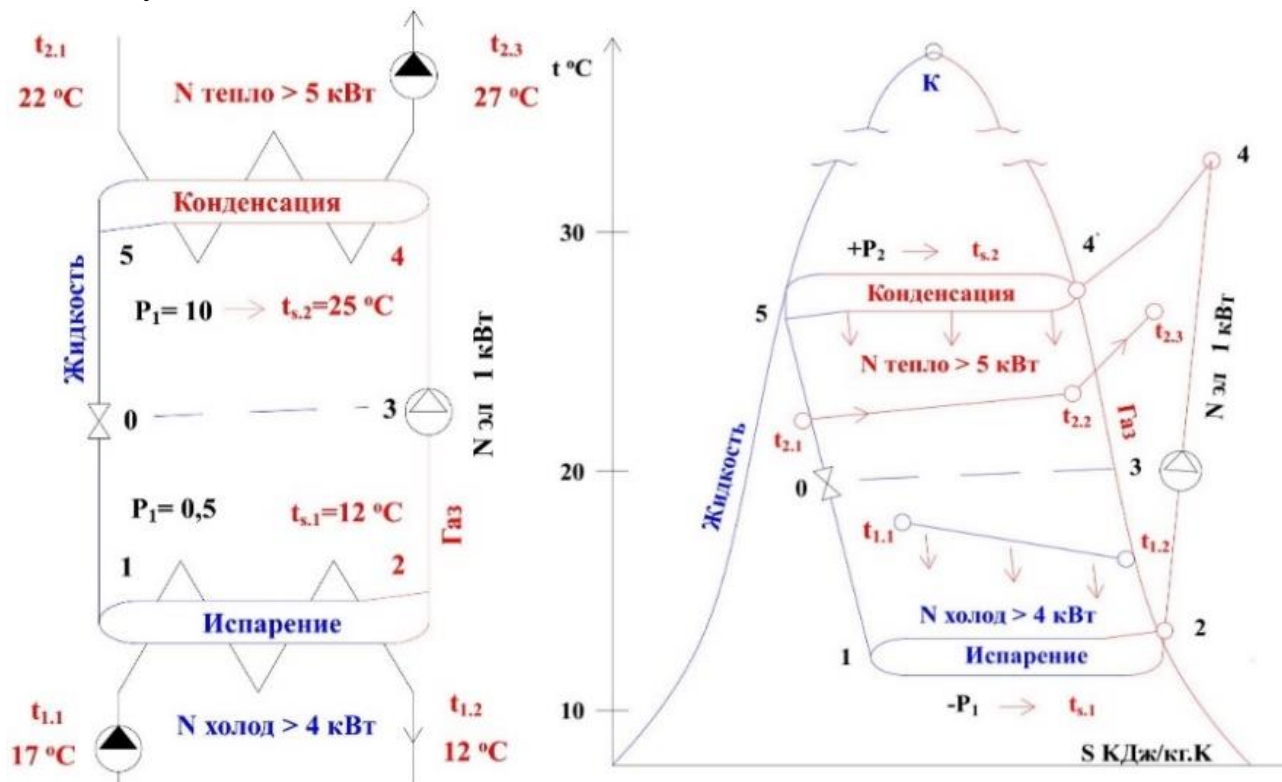


Рис. 1 Подання процесів теплового насоса
 а. Схема теплового насосу
 б. Процеси теплового насоса в t,s – діаграмі.

Архітектура параметрів процесів циклу Ренкина:

Випарник 1 – 2 розташований у нижній частині для збирання рідкої фази. У неробочому стані теплового насоса у нижній частині збирається робоче середовище в рідкому стані. Штучне створення розрядження – P_1 працюючим компресором визначає температуру фазового переходу $t_{s,1}$ – перетворення рідкого робочого середовища на газоподібну. Для організації процесу випаровування необхідно підвести енергію від зовнішнього джерела, при цьому температура фазового переходу у випарнику повинна бути нижчою, ніж температура зовнішнього джерела $t_{s,1} < (t_{1,1} \rightarrow t_{1,2})$ у всьому діапазоні зменшення зовнішньої температури.

Головна функція компресора – стиснення та підвищення тиску P_2 робочого середовища в газоподібному стані у правильній частині. Значення тиску

визначає температуру фазового переходу $P2 \rightarrow ts.2$. Для конденсації робочого середовища необхідно організувати передачу енергії від конденсатора зовнішньому одержувачу теплової енергії, при цьому температура фазового переходу $ts.2$ в конденсаторі повинна бути вищою, $ts.2 > (t2.1 \rightarrow t2.2)$ ніж температура зовнішнього одержувача енергії.

Регулятор є пристроєм, який розділяє зону розрядження та зону тиску. При закритті регулятора тиск у верхній частині збільшується, що призводить до збільшення температури фазового переходу в конденсаторі $ts.2$ одночасно між регулятором і компресором збільшується розрядження, що призводить до зменшення температури фазового переходу у випарнику $ts.1$. При закритті регулятора COP теплового насоса зменшується, оскільки витрати енергії на привід збільшуються, а енергія фазового переходу зростає. І навпаки, під час відкриття регулятора COP збільшується.

Це дозволяє зробити висновок, що у зворотному циклі Ренкіна переважним є малі перепади тисків і, відповідно, мала різницю температур при нагріванні зовнішнього середовища.

COP є коефіцієнтом трансформації різних видів енергії: витрачається електроенергія $N_{ел}$, а корисною є тепла потужність $N_{тепло}$. У нормалізованому вигляді за малої різниці температур ефективність трансформації енергії може бути більше одиниці $\eta > 1$. Закон збереження енергії не порушується, оскільки в технологічному циклі скільки енергії в нижній частині витягується, стільки енергії у верхній частині з урахуванням дисипації надається. Електрична енергія в тепловому насосі витрачається на створення тиску та розрядження і відповідно на транспорт зі своїми значеннями втрат та ефективності. Тепло та холод виходять у природних – природних процесах зі своїми окремими балансовими співвідношеннями, які врівноважені з урахуванням дисипативних проявів та мають значення ефективності.

Теплові насоси цілком обґрунтовано можна віднести до альтернативних джерел енергії, оскільки дозволяють отримувати суттєву економію первинних енергоресурсів з покращенням екологічних показників систем опалення.

Література

1. Про альтернативні джерела енергії / ЗАКОН УКРАЇНИ (ВВР), 2003, Із змінами ВВР, 2009/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
2. Арсірій В. А., Ісаєв В. Ф., Рябоконт П. М., Савчук Б. Д. Вплив структури на розподіл параметрів потоків і капілярне підняття води. Холодильна техніка та технологія, 2019. – Т. 55, Вип. 3. – С. 191-196

УМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ В РОБОТІ РОТОРНОГО РЕКУПЕРАТОРА

ГЕРАСКІНА Е.А., ПЕТРАШ В.Д.,
ХОМЕНКО О.І.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

За останні роки у вітчизняній та зарубіжній практиці отримали подальший розвиток нові архітектурно-конструктивні рішення та технологія будівництва будівель, а також відповідна номенклатура та характеристики вентиляційного обладнання, яке застосовується для енергозбереження процесів їх експлуатації. Аналіз відомих науково-технічних розробок свідчить про відсутність комплексної теоретичної основи для оцінки енергетичної ефективності утилізації теплоти в роторних утилізаторах. В більшості використовується, як правило, спрощений підхід до аналізу залежностей його к.п.д. від вихідних температурних параметрів без врахування режимних умов роботи вентиляційних систем в різних часових інтервалах. Все це зумовлює необхідність пошуку більш повних можливостей використання енергозберігаючого обладнання з урахуванням результатів нових теоретичних та експериментальних досліджень в роботі широкорозповсюджених припливно-втяжних систем із роторною рекуперацією теплоти.

Метою роботи був подальший пошук можливостей щодо визначення більш глибокої суті теплотехнологічного процесу на основі вдосконалення відповідної математичної моделі роторної рекуперації теплоти з встановленням залежності к.к.д. для оцінки економії енергії первинного палива в системах утилізації теплоти з використанням теплообмінників, що аналізуються.

Завданням дослідження стало модифікація залежності коефіцієнта корисної дії роторного рекуператора тепла з врахуванням багатофакторних параметрів системи утилізації теплоти. Рекуперація в аналізованих теплообмінниках базується на складних процесах нестационарного теплообміну, які відбуваються при проходженні повітря через проникний обертовий ротор відповідної структури з різною швидкістю. В системах вентиляції для утилізації теплоти з нагрітого повітря, яке видаляється, можуть використовуватися регенеративні, у тому числі обертові повітрянагрівачі. В регенеративних нагрівачах повітря, які обертаються, одна і та ж теплообмінна поверхня безперервно при обертанні робочого колеса сприймає теплоту, нагріваючись від одного теплоносія, або ж віддає сприйняту теплоту іншому середовищі, охолоджуючись при цьому, а потім процеси повторюються [1].

Основним робочим елементом є регенератор теплоти роторного типу, який встановлюється у припливно-витяжних установках. Припливне повітря проходить через половину теплообмінника, а витяжне повітря надходить в протилежному напрямку через іншу частину рухомого ротора. Відпрацьоване тепле повітря, що видаляється з приміщення, є охолоджуваним, яке віддає свою теплоту тепловосприймаючій насадці ротора. Зовнішнє повітря є припливним, що надходить із навколишнього середовища, проходячи через ротор, нагрівається. Таким чином, поверхня теплообміну регенеративного теплообмінника є безперервно теплосприймаючою та тепловіддаючою. Регенератори працюють в умовах рухомого нестационарного теплообмінного процесу, в результаті якого відбувається зміна в часі температури як стінки в період нагрівання та охолодження теплоносіїв, так і початкової температури відповідних теплоносіїв. Особливості конструктивно-функціонального устрою систем полягають в тому, що зазначені розрахунки базуються на усереднених характеристиках за аналізований період (цикл). Тепловий потік відноситься не до одиниці часу, а береться за загальний період.

Однією з енергетичних характеристик роботи теплообмінника є температурний к.к.д., який оцінюється відношенням кількості теплоти, що міститься в припливному повітрі до теплоти, яка може бути сприйнята з відпрацьованого повітря, і видаляється з приміщення. Він визначається співвідношенням кількості теплоти, що надходить у приміщення після процесу теплообміну, до кількості теплоти, що передається відпрацьованим повітрям у роторному регенераторі. Потужність кожного з аналізованих теплових потоків визначаються за відповідними значеннями теплоємності повітря та витрат повітря, а також відповідної різниці температур теплообмінних середовищ. Приймаючи рівність витрат припливного та витяжного повітря в роботі регенератора теплоти, який обертається, його ефективність утилізації визначається у вигляді співвідношення

$$\eta = (t_{\text{пр}} - t_{\text{н}}) / (t_{\text{от}} - t_{\text{н}}).$$

Так як розрахункові значення температур повітря, яке видаляється з приміщення $t_{\text{от}}$ і температури зовнішнього повітря $t_{\text{н}}$ є відомими, тоді на основі заданого к.к.д. для роторного рекуператора тепла визначається температура припливного повітря $t_{\text{пр}}$ в розрахунковому режимі

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{н}} + \eta(t_{\text{от}} - t_{\text{н}}).$$

Слід зазначити, що к.к.д. рекуперативного теплообмінника істотно залежить, перш за все, від температур відпрацьованого та зовнішнього повітря.

З умов роботи аналізованого теплообмінника випливає, що при зміні швидкості обертання ротора змінюється і к.к.д. в певних межах у відповідних припливно-витяжних системах. Ця можливість не використовується в більшості

аналізованих теплообмінників для регулювання кінцевої температури повітря за змінних умов теплообміну середовищ в поточному режимі експлуатації систем. При дослідженні коефіцієнта теплопередачі роторного теплообмінника розробниками були використані відповідні моделі довгих та коротких роторів, в результаті чого було встановлено, що к.п.д. суттєво залежить від комплексу факторів:

- швидкості обертання ротора та теплофізичної структури робочого елемента;
- співвідношення швидкостей припливного та витяжного повітря;
- геометричні характеристики ротора;
- конструктивного устрою та характеру проникнення повітря через робочий елемент ротору.

Закономірно, що останні значення для певної конструкції ротора є постійними, разом з тим при експлуатації може змінюватися не тільки швидкість обертання ротора, а і швидкість відповідного потоку зі змінною температурою повітря на протязі не тільки доби, а й опалювального періоду.

Закономірно, що при постійній витраті повітря максимальне значення к.п.д. досягається зі збільшенням швидкості обертання ротора, а обмежується допустимим перетіканням повітря з витяжного в припливний канал.

Отже, для досягнення максимального к.к.д. енергетичної ефективності утилізатора теплоти при експлуатації роторного рекуператора слід підтримувати максимально допустиму швидкість обертання робочого елемента, узгоджуючи її зі змінним режимом експлуатації будівлі та співвідношенням припливного та витяжного повітря. Аналізована гранична швидкість також залежить від незмінних експлуатаційних значень перетікання та довжини ротора, а також від витрати повітря і суттєво залежить від температури припливного повітря.

Таким чином, в результаті аналізу встановлено, що в системах з роторним рекуператором теплоти ефективність може бути забезпечена за раціональних умов підтримки змінної швидкістю обертання ротора в процесі експлуатації і умов допустимого перетікання повітря з урахуванням характерних режимів змінної роботи енергозберігаючих систем припливно-витяжної вентиляції.

Література

1. Климатотехника наших дней. Режим доступа [http://www.inrost.ru/library/articles/central/nowadays/index.html].
2. Руководство по проектированию эффективной вентиляции. – Журнал «АВОК», №1, 2003.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

ДОБРОВОЛЬСЬКА О.Г.,
ЧУДНОВСЬКИЙ П.Б.

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

В умовах війни енергоефективність всіх інженерних систем набуває нового значення, перед багатьма комунальними підприємствами України постали великі виклики. Це пов'язано з проведенням бойових дій, масованих обстрілів, результатом чого є переміщення населення: збільшення густини споживачів в окремих містах, та зменшення кількості мешканців в інших. Крім того, бойові дії та воєнний стан вплинули на зміну пріоритетів споживачів у наданні послуг водопостачання. Відтік споживачів вплинув на зменшення обсягів подачі води при майже тих самих питомих витратах та суттєве зниження надходжень. Останнім часом на більшості території країни спостерігається стрімке зниження водоспоживання. Особливо гостро ця проблема постає для систем водопостачання населених пунктів з середньою та значною чисельністю населення. Якісне водопостачання забезпечується у тому випадку, коли процеси подачі і споживання води між собою збалансовані.

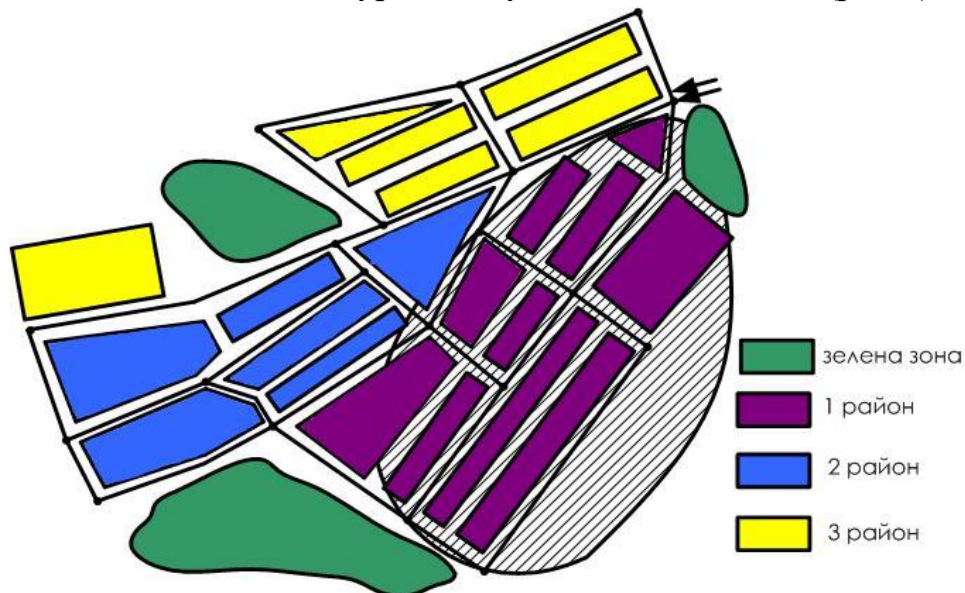
Для комунальних підприємств важливим є запровадження економічно обґрунтованих тарифів, для споживачів – енергоефективних режимів експлуатації систем водопостачання. Зі зміною економічної системи господарювання, тенденції раціонального використання води в житлових будинках та на промислових підприємствах будуть тільки продовжуватися.

Головними причинами та проблемами, які не дозволяють сьогодні енергоефективно утримувати житлово-комунальне господарство, є наступні:

- недостатній рівень впровадження енергоефективних режимів експлуатації системи водопостачання;
- незавершена комплексна система обліку та регулювання споживання води, газу, теплової енергії на всіх етапах виробництва, транспортування, постачання та споживання житлово-комунальних послуг;
- недостатнє фінансування та несвоєчасність проведення капітального ремонту житлового фонду та, як наслідок, погіршення технічного стану інженерного обладнання;
- дефіцит бюджетних коштів, які передбачаються на утримання міських інженерних мереж;
- нераціональне використання енергоносіїв.

З метою розробки довгострокових рішень по впровадженню відновленню енергоефективних режимів роботи систем водопостачання житлових будівель було виконано аналіз роботи водопровідної мережі в умовах зміни гідравлічних режимів споживання води з урахуванням відмов споживачів від послуг централізованого гарячого водопостачання

Об'єкт дослідження – водопровідна мережа продуктивністю 47 тис. м³ за добу, яка складається із 10 контурів, 20 вузлів та 29 ділянок. (рис.1).



Район	Витрата загальна за добу, куб.м/добу	Витрата холодної води за добу, куб.м/добу	Витрата гарячої води за добу, куб.м/добу	Максимальна витрата гарячої води за добу, куб.м/добу	Розрахункова секундна витрата, куб.м/добу
1	11000	6500	4400	180	50
2	9400	5600	3700	160	43
3	8400	5040	3400	140	39

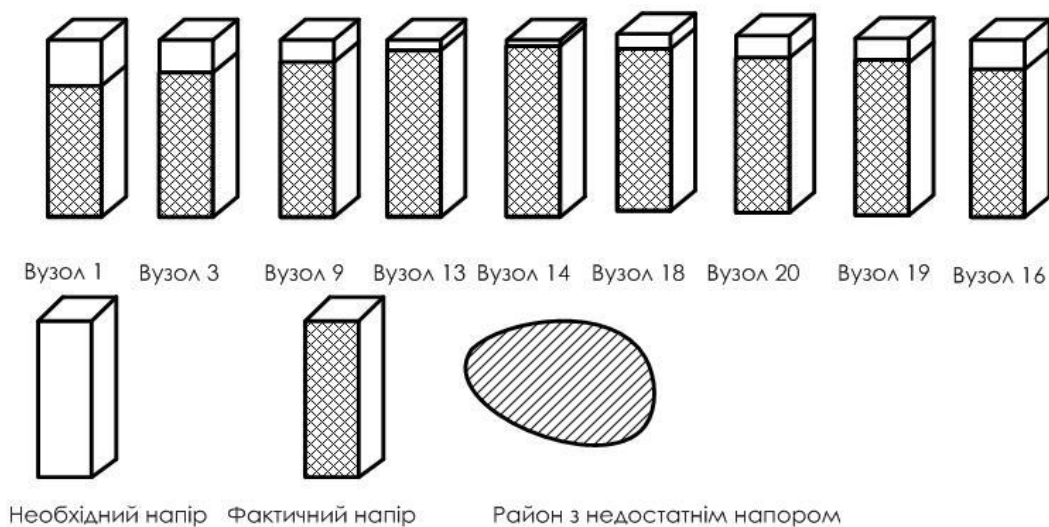


Рисунок 1 – Схема мережі

Були розглянуті наступні **завдання**:

гідралічний розрахунок водопровідної мережі для населеного пункту, будинки якого обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією і централізованим гарячим водопостачанням;

моделювання відмов від послуг гарячого водопостачання від 1 до 100% від числа споживачів із кроком 25% спочатку для окремих, а потім для всіх районів;

аналіз фактичних витрат води в ділянках водопровідної мережі; визначення та аналіз напорів у вузлах мережі;

розробка рекомендації щодо дотримання енергоефективних режимів експлуатації водопровідної мережі з урахуванням змін у навантаженні на систему.

Попередні розрахунки показали:

розрахункові секундні витрати води збільшуються за умови від'єднання споживачів від послуг централізованого гарячого водопостачання;

необхідний напір в системі холодного водопостачання збільшується: до 60 м для району з дев'яти поверховими будинками, що на 15 м перевищує допустимий тиск в системі [1, п.6.3.1];

втрати напору на ділянках водопровідної мережі зростають до 15–18м;

якість водопостачання погіршилась: в першому районі, як видно із діаграм, представлених на рис.1, на верхніх поверхах будинків тиск нижчий за необхідний.

Висновки. Для зменшення втрат напору необхідно замінити трубопроводи на окремих ділянках водопровідної мережі, визначених за результатами гідралічного розрахунку, при цьому слід врахувати рекомендації [1, п.11.9] щодо забезпечення швидкостей руху води в межах 0,8–1,5 м/с.

Результати аналізу гідралічних розрахунків мережі із врахуванням зміни навантаження можуть бути використані для розробки заходів по забезпеченню енергоефективних режимів експлуатації водопровідних мереж за умови дотримання оптимальних вузлових напорів та усунення витоків, що зменшить кількість аварійних ситуацій.

Література

1. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с.

СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ У США

КЕРШ В.Я., ШВЕЦЬ Я.В.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна*

Сполучені Штати є другим за величиною споживачем енергії у світі. У житловому секторі переважна більшість енергії витрачається на опалення будинків. В Америці сьогодні співіснують кілька різних систем опалення будівель. Центральне опалення використовується у багатоквартирних будинках великих міст. У будинках, збудованих на початку минулого століття, досі експлуатуються парові системи, спроектовані та збудовані 100 років тому, завдяки їхній надзвичайній довговічності. Особливо вони поширені у Нью-Йорку, де близько 80% великих багатоквартирних будинків опалюються паром. Пара, що виробляється парогенеруючими станціями, підземними комунікаціями розподіляється по будівлях. Парова система також забезпечує вологість художніх музеїв, парове очищення ресторанів для миття посуду та інших цілей.

Як одна з головних причин поширеності парових систем в американській будівельній практиці початку минулого століття називають вимоги Департаменту охорони здоров'я Нью-Йорка, який, у боротьбі з пандемією грипу «іспанки», ухвалив, що вікна мають залишатися відкритими для забезпечення вентиляції навіть у холодну погоду. Це започаткувало розробки систем опалення з урахуванням такого крайнього випадку використання. Парове опалення та радіатори призначені для обігріву будівель у найхолодніший день року при відчинених вікнах.

Парове нагрівання, в порівнянні з водяним, має як переваги, так і недоліки. Парова система швидше віддає тепло та споживає менше електроенергії, оскільки не потребує циркуляційного насосу. Однак нагрівання паром більш шумне і менш ефективно, ніж нагрівання гарячою водою. Парові системи виробляють більш нерівномірне тепло, а радіатори зазвичай більших розмірів. Паровий котел зазвичай підтримує температуру 180 °F (82 °C), а потім, коли термостат показує, що потрібно тепло, він збільшує температуру вище точки кипіння, 212 °F (100 °C). Це змушує пар, яка легша за повітря, підніматися трубами в радіатори будівлі. У той час як більшість систем опалення контролюються термостатом, який контролює температуру внутрішнього повітря, багато парових систем опалення Нью-Йорка регулюються температурою зовнішнього повітря, що набагато менш ефективно. У наступні

десятиліття, з удосконаленням технологій будівництва та використання палива, проблема перегріву лише посилилася.

Незважаючи на те, що змінився тип палива, що використовується для нагрівання парових котлів (спочатку з вугілля на мазут, а потім – на природний газ), але не змінилася потужність котлів і не змінилися стандарти проектування. Утеплені стіни та дахи, більш якісні вікна, хоч і забезпечують кращу теплоізоляцію огорожувальних конструкцій будівлі і менші втрати тепла, але абсолютно безглузді при надмірно нагрітих радіаторах.

Розроблені до 1930-х років рекомендації щодо зменшення перегріву радіаторів діють і зараз. До них відносяться, зокрема, фарбування радіаторів сріблястою фарбою (зменшення тепловіддачі за рахунок випромінювання), обладнання радіаторних ніш, накриття радіаторних труб в'язаними накидками.

Багатоквартирні будинки у відносно нових районах Сполучених Штатів обладнані власними котельнями. Буває, що кожна квартира в таких будинках опалюється окремо. Як паливо використовується переважно олія - Oil (насправді це - дизельне паливо, проте американці називають - олія) або газ. Мазутні або газові котли розташовані у підвалі (basement). Тепло в приміщення подається за допомогою радіаторів або нагрітим повітрям по коробах.

Поширеним джерелом енергії для обігріву приватних будинків, готелів та апартаментів є електрика. Кожне приміщення обладнане кондиціонером типу «зима – літо», який може працювати як у режимі нагріву, так і в режимі охолодження. Більш складні та дорогі моделі кондиціонерів працюють як теплові насоси, у простіших - нагрівання відбувається безпосередньо електричними нагрівачами.

Теплоносієм у таких системах є повітря. Повітряне опалення широко застосовується у США. Обладнання зазвичай розташоване у «бейсменті». Як правило, це газова піч з пальником та кондиціонер. Обидві установки підключені до єдиної системи повітроводів (horizontal ducts). Влітку працює кондиціонер, взимку піч. Вологість в обох випадках регулюється за допомогою додатково підключеного до тієї ж схеми зволожувача. Альтернативний варіант – лише кондиціонер, який працює влітку на охолодження, взимку на обігрів.

Вироблене газовою піччю тепло проходить по всьому будинку через мережу повітроводів, прокладених у стельових перекриттях. Цими ж повітроводами проходить і охоложене повітря в літні місяці. У кімнати тепло потрапляє через ґрати, встановлені найчастіше у підлозі, а відпрацьоване повітря йде крізь вентиляційні отвори у стіні.

Рухаючись по зворотному напрямку, він проходить через встановлені фільтри, потрапляє «на вихідну» і циклічно рухається далі. Враховуючи те, що тепло піднімається вгору, система повітроводів прокладається в нижній частині

приміщення або під підлогою. Вентиляційні ґрати для притоку часто розташовані біля вікон. Самі ґрати функціональні: за допомогою коліщатка і жалюзі можна регулювати вхідний потік, або взагалі перекрити його надходження в окрему кімнату (наприклад, в вбиральню). Розташований в звороті знімний фільтр змінюють зазвичай раз на місяць,

У кожному будинку змонтовано установку, яка називається «fresh air systems». Вона включається періодично, наприклад, щогодини на 20 хвилин, щоб забезпечити крім нагрівання приплив свіжого повітря. У рекуперативному теплообміннику відбувається прогрівання холодного повітря, що входить теплим відходить. Таким чином провітрювання відбувається вже підігрітим повітрям, при цьому економиться більше 70% тепла. Комплексний зволожувач вбудований прямо в канал, що подає, і обслуговує все приміщення. У комплекті часто встановлені датчик тиску та гігрометр для регуляції вологості. Керує всією кліматичною системою програмований термостат. Програмований терморегулятор монтується біля стіни в зручному місці. Переваги повітряних систем опалення: високий ККД — до 90%; нижчий рівень витрат на встановлення; відсутність рідкого теплоносія у системі, отже, і можливих аварійних ситуацій (протікання чи замерзання); швидке прогрівання.

Недоліки: пил з підлоги легко піднімається і поширюється по повітроводах, тому потрібно враховувати рівень запиленості приміщень та регулювати частоту збирання. Створення таких систем вимагає точних попередніх розрахунків і можливе лише під час проектування нових об'єктів.

У Сполучених Штатах Америки першочерговими завданнями, які поставив конгрес для забезпечення енергозбереження в будівлях, є такі: надання значних субсидій і пільг для споживачів, які реалізують всі вимоги, що ведуть до зниження енергоспоживання; заборона і заміна традиційних ламп розжарювання енергозберігаючими; заміна звичайних вікон склопакетами з тепловідбивальним склом; маркування продукції достовірними, дійсними показниками з енергозбереження; розробка проєктів будівництва енергоефективних будівель в різних кліматичних зонах країни. Так, згідно з цими завданнями у житловому секторі програма Енергозбереження США передбачає допомогу своїм громадянам, які проживають в енергетично неефективних будинках. Комплексна програма охоплює понад 5 млн сімей і включає проведення енергоаудиту, повне утеплення будинку, оптимізацію систем кліматичного контролю. Використання цієї програми дозволяє зробити знижку по квартирній платі в розмірі 20 % за рахунок зниження вартості комунальних послуг, і зниження податкових виплат на 10 % від вартості ремонтних робіт, спрямованих на енергозбереження.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ РАЙОНІВ МІСТ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ІСНУЮЧИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

**КЛИМЧУК О.А.,
АНДРЮЩЕНКО А.М.,
БАБАЄВ Є.С., СЕРГЕЄВ М.І.**

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна

Сучасний стан енергетики України змушує приймати рішення щодо зменшення природних палив в галузі комунальної теплоенергетики та враховуючи потенціал електричних станцій переводити споживачів на використання електроенергії для опалення житла [1-3]. Існує декілька варіантів переведення опалення на електроенергію: місцеві системи, загально-домові, централізовані системи. Перший варіант найбільш простий в реалізації – опалення в квартирах за рахунок електрообігрівачів чи кондиціонерів, але потребує модернізації електричних мереж будівлі. Другий варіант – встановлення в будівлі електродіодів чи теплових насосів та використовує існуючі системи водяного опалення. При цьому не потрібно модернізувати внутрішні електричні системи, однак необхідно окреме підключення генераторів теплоти до зовнішніх електричних мереж. Третій варіант – встановлення блоків електричного підігріву теплоносія (БЕПТ) на теплових мережах (рис.1) поблизу трансформаторних підстанцій (ТП). Цей варіант дозволяє використовувати існуючі теплові мережі. При цьому автоматика модуля відстежує навантаження на електричні мережі побутового призначення і може регулювати теплову потужність модуля, що дозволяє уникати радикальної модернізації зовнішніх електричних мереж та вирівнювати графік споживання електроенергії.

БЕПТ є ефективним доповненням до існуючих газових котелень і ТЕЦ в централізованих системах теплопостачання.

Існуючі міські (районні) теплотраси оснащуються локальними автономними БЕПТ. БЕПТ розміщуються поблизу діючих трансформаторних підстанцій, недоавантажених в нічний час. БЕПТ приєднується безпосередньо до прямого і зворотного трубопроводів теплотраси, і кабелем підключається до найближчої трансформаторної підстанції. БЕПТ можуть бути підключені як до основної магістралі, так і до відгалужень тепломережі.

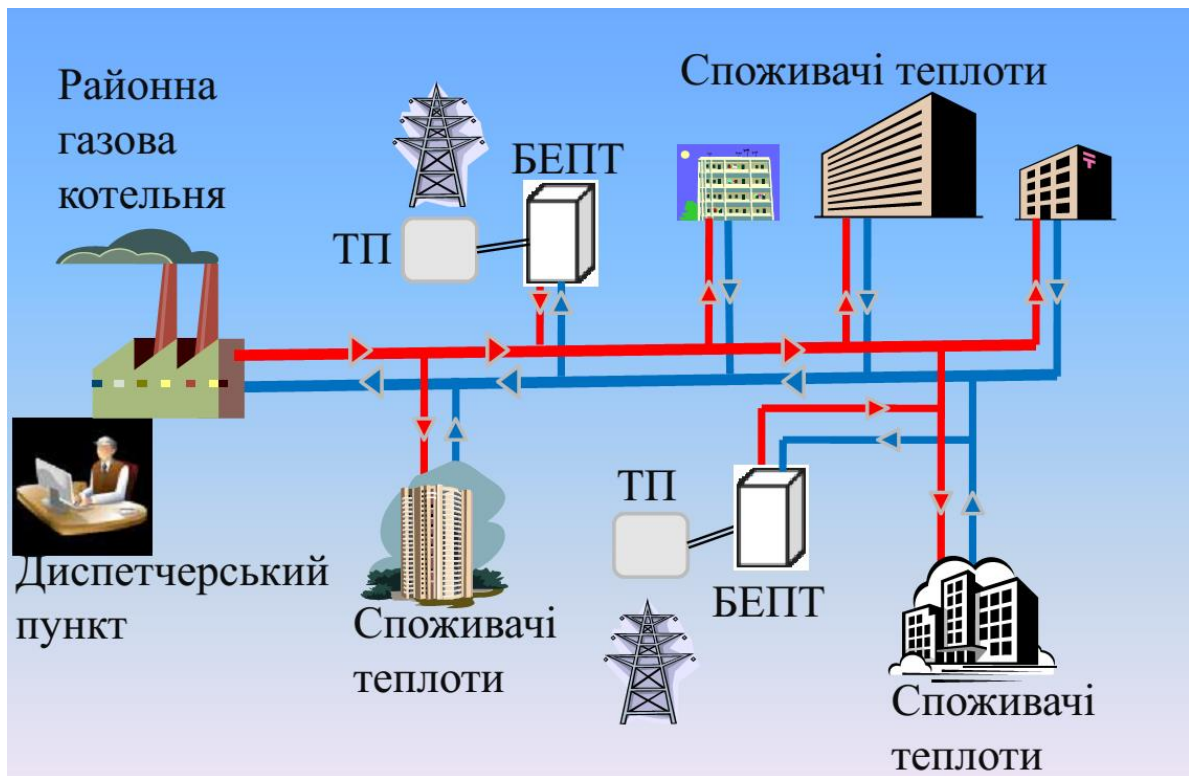


Рис. 1 – Принципова схема теплопостачання з використанням модулів БЕПТ (блоків електричного підігріву теплоносія).

БЕПТ при роботі відбирає частину витрати теплоносія з зворотнього трубопроводу, догріває його до температури прямої води і подає в прямий трубопровід (рис. 2). Під час роботи БЕПТ зменшується витрата теплоносія через котельню, відповідно знижується витрата газу на підігрів теплоносія. На магістральній тепломережі та її відгалуженнях можуть встановлюватися кілька БЕПТ за умови, що їх сумарна потужність не перевищує розрахункового теплового навантаження відповідної ділянки магістральної тепломережі.

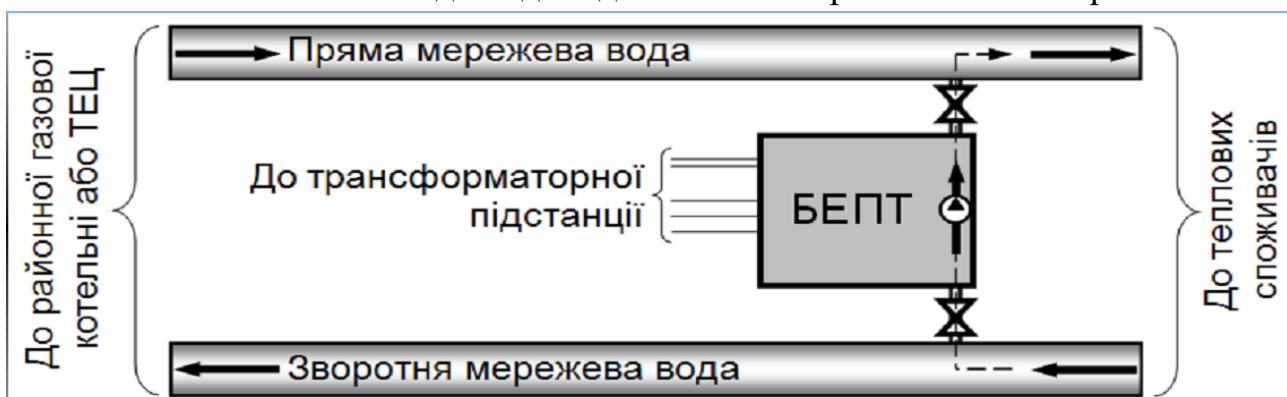


Рис. 2 – Принципова підключення БЕПТ до теплової мережі.

До складу БЕПТ входять: електричний ТЕНовий котел; насосна група, оснащена відцентровими насосами для підвищення тиску води до рівня в прямому трубопроводі тепломережі; регулюючий клапан, який забезпечує

підтримання температури нагрітої води на виході БЕПТ, що дорівнює температурі води в прямому трубопроводі тепломережі; запірні арматури, зворотний і запобіжний клапани; силова електрична шафа з блоком автоматичного управління і тризонним вузлом обліку спожитої електроенергії.

Блок автоматичного керування БЕПТ забезпечує : автоматичне включення і відключення електричного котла та насосної групи по таймеру, в період нічного провалу навантаження енергосистеми; відбір лише незатребуваної електричної потужності, наявної в даний момент на трансформаторній підстанції; збір, зберігання і дистанційну передачу на диспетчерський пульт основних технологічних параметрів роботи БЕПТ; безпеку експлуатації БЕПТ.

В розвиток подальшого використання - БЕПТ можна додатково оснащувати вказані модулі тепловими насосами, що ще здатно підвищити ефективність використання електроенергії.

Основні результати використання вказаного технічного рішення: скорочення споживання імпортованого природного газу, економія валютних коштів; поліпшення якості і підвищення надійності теплопостачання міст за рахунок диверсифікації первинних енергоресурсів, унеможливлення повторення наслідків Алчевської аварії 2006 р.; скорочення викидів парникових газів в атмосферу, поліпшення екологічного стану міст; розвиток внутрішнього ринку виробництва і споживання комплектуючих для БЕПТ і суміжних напрямів (точка росту економіки країни).

Література:

1. Климчук О.А. Порівняльний аналіз систем децентралізованого теплопостачання житлових будівель із використанням електроенергії./Мазуренко А.С., Климчук О.А., Шраменко О.М., Сичова О.А.// Східно-Європейський журнал передових технологій, Випуск 5/8 2014 р. с21-25.

2. Климчук А.А. Аккумуляционные системы теплоснабжения общественных зданий с использованием ночного тарифа на электро-энергию. /Климчук А.А., Шраменко А.Н.// Сборник научных трудов «Стоительство и техногенная безопасность», Симферополь 2011 с. 154-156.

3. Климчук О.А. Альтернативні системи теплопостачання житлових будівель із використанням теплових насосів та акумуляторів тепла./ Климчук О.А., Титар С.С., Шевчук В.І., Димитров О.Д.// Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та науковців «Управління проектами: інновації, не лінійність, синергетика». Одеська державна академія будівництва та архітектури. 12-13 грудня 2014 Том 2. С 102-105.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ В КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.

**ЛУЖАНСЬКА Г.В.,
ГРИЩЕНКО С.І., СЕРГЕЄВ І.В., ПАЛАМАРЧУК О.О.,
КЛИМЧУК І.О. студ**

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна

В даний час активно ведуться дослідження з розробки різних систем акумулювання теплової енергії з подальшим використанням для потреб побутового теплопостачання [1,2]. Як джерела тепла розглядається тепла енергія сонця, вторинні енергетичні ресурси промислових підприємств, електроенергія вночі, геотермальна енергія, енергія вітру і води. Періодичність споживання тепла на добу та періодичність споживання тепла на рік як правило не збігаються з наявними потужностями поновлюваних джерел теплової енергії в часі. Це призводить до необхідності акумулювати теплову енергію під час виробництва її джерелом та віддавати її споживачам під час попиту. Наочний приклад – тепла енергія сонця. У момент найбільшої сонячної активності протягом доби, попит на неї зазвичай значно менше, ніж наявна потужність. А в період максимального споживання тепла (наприклад для потреб гарячого водопостачання) потужність сонячної радіації, далека від максимальної (ранковий годинник), або взагалі дорівнює нулю (вечірній годинник). Для рівномірного використання енергії сонця протягом дня використовуються зазвичай рідинні акумулятори, обсяг яких розрахований виходячи з необхідного навантаження теплопостачання для потреб ГВП протягом доби.

Як правило, в якості теплового акумулятора у зазначеному випадку використовується вода з робочою температурою не вище 90-95 °С. Однак поряд з водою можна використовувати як акумулятори тверді матеріали, теплові акумулятори з фазовим переходом. До переваг води слід віднести високу теплоємність, а наслідок малі габарити, дешевизну самого акумулятора, простоту управління. До недоліків – обмеження робочої температури, збільшення температури вище 95 °С призводить до ускладнення установки. Використання твердих акумуляторів тепла зазвичай обумовлює наявність проміжного теплоносія – повітря, як наслідок збільшення габаритів та теплопередаючої поверхні до основного теплоносія. Перевагою твердих акумуляторів тепла є досить високий рівень робочих температур, однак у цьому випадку нівелюється невисокою температурою джерела. Теплові акумулятори з

урахуванням фазового переходу мають переваги рідинних і твердих акумуляторів, тобто висока питома теплоємність при високому рівні робочих температур, але слід відзначити складність конструкції, дорожнечу, розвинені поверхні нагрівань і для органічних речовин зниження ефективності з часом. Основні показники теплових акумуляторів накопичення сонячної енергії представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Основні характеристики теплових акумуляторів при перетворенні сонячної енергії у теплову

Основні характеристики	Вода	На основі фазового переходу	Тверді матеріали
Робочий тиск, МПа	0,1	0,1	0,1
Робоча температура, °С	95	100	100
Теплова енергоємність, МДж/м ³	180	300	140

Як видно найбільш доцільним для накопичення теплової сонячної енергії водяний тепловий акумулятор.

Якщо виключити зі списку такі джерела тепла, як вторинні енергетичні ресурси (недоступні пересічному споживачеві) та геотермальні (широко не поширені), то залишається енергія вітру та води, а також електроенергія в нічний час за низькими тарифами.

Використання енергії вітру відбувається за рахунок перетворення механічної енергії руху лопатей вітряка на електричну. Використання отриманої електричної енергії для побутових потреб передбачає наявність перетворювачів та стабілізаторів струму, а також акумуляторів електроенергії. Цей факт збільшує термін окупності вітрових електростанцій понад 50 років і значно звужує географічний діапазон застосування. Однак якщо отриманий електричний струм направити на нагрівання теплоносія це не вимагатиме складної системи перетворення та стабілізації, що знижує термін окупності та розширює географічний діапазон застосування. Враховуючи нерівномірність вітрів, необхідно накопичувати отриману теплову енергію в акумуляторах.

Отримання теплової енергії за допомогою води відбувається за подібним принципом, але має різницю у процесі перетворення механічної енергії на теплову. Так широко відомий процес перетворення енергії річок, хвиль, припливів. У цих випадках через певну стабільність отримання виробляється електрична енергія для промислового та побутового використання. Однак менш активно використовується енергія дощових вод у колекторах міської зливової

каналізації, внаслідок невизначеної періодичності та необхідності складних установок стабілізації та акумуляторів електроенергії. Перетворення механічної енергії на теплову через електричну значно знижує вартість установки, але вимагає також наявність акумуляторів тільки теплових.

Також останнім часом стає популярним використання електроенергії в нічний період за зниженим тарифом для систем тепlopостачання. Для розподілу отриманого тепла у нічний період на добу потрібний акумулятор тепла.

Перелічені вище джерела об'єднує одне – отримання теплової енергії у вигляді перетворення електричної. Для зазначених джерел тепла також застосовуються різні теплові акумулятори. Порівняння зазначених раніше акумуляторів необхідно провести за основними характеристиками, наведеними в таблиці 2.

Таблиця 2

Основні характеристики теплових акумуляторів теплоти при перетворенні електричної енергії у теплову

Основні характеристики	Вода	На основі фазового переходу	Тверді матеріали
Робочий тиск, МПа	0,1	0,1	0,1
Робоча температура, °С	95	1000	700
Теплова енергоємність МДж/м ³	180	3000	1800

Як видно з таблиці, використання електричної енергії для акумуляування тепла різко підвищує характеристики акумуляторів на основі фазового переходу і твердих акумуляторів. Це відбувається за рахунок підвищення робочої температури. Для води підвищення температури призводить до ускладнення установки, тому такі акумулятори починають поступатися ефективностію.

При порівнянні акумуляції тепла на основі фазового переходу та твердих акумуляторів тепла варто відзначити, що для перших висока питома ефективність відбуватиметься у вузькому температурному проміжку – температура плавлення-затвердіння. За інших температур внаслідок низької теплопровідності речовини ефективність акумуляції буде знижуватися. Це призводить до ускладнення схеми за рахунок послідовних включень окремих блоків, що працюють у вузькому діапазоні температур. Також варто відзначити, що багато речовин, що використовуються для акумуляції тепла при фазовому переході в рідкому стані, досить агресивні, що ускладнює установку. На

відміну від інших, теплові акумулятори на основі твердих матеріалів не вимагають підтримки певної температури, тому менш чутливі до коливань електричної потужності джерела. Також необхідно відзначити відносну простоту виготовлення та обслуговування даних акумуляторів. Ця обставина ставить акумулятори на основі твердих матеріалів більш вигідне положення по відношенню до інших при використанні електричної енергії як посередньої між механічною і тепловою.

Інтерес представляють електронагрівачі з акумуляцією тепла твердим вогнетривким матеріалом. Як теплоакумуляційний матеріал використовується магнезитова цегла, яка розігрівається ТЕНами до температури 600-700 °С. Усередині приладу змонтовано електровентильатор, який пропускає повітря через цеглину кладку. Пристрій теплових акумуляторів може бути з використанням як основний теплоносій повітря – локальні акумулятори тепла, а також з використанням як основний теплоносій води із застосуванням проміжного теплоносія повітря – центральні акумулятори тепла.

Необхідно наголосити на важливості комплексного підходу до вирішення завдань ефективного використання природних ресурсів з метою теплопостачання будівель. Так, у південних регіонах використання сонячної енергії здатне значно знизити витрату традиційних джерел енергії, біля узбережжя річок, озер, морів є сенс розвивати гідрогенератори електроенергії тощо. Зрештою природний газ має стати аварійним джерелом тепла, що покриває навантаження теплопостачання за дуже низького потенціалу відновлюваних джерел тепла.

Література:

1. Климчук О.А. Порівняльний аналіз систем децентралізованого теплопостачання житлових будівель із використанням електроенергії./Мазуренко А.С., Климчук О.А., Шраменко О.М., Сичова О.А.// Східно-Європейський журнал передових технологій, Випуск 5/8 2014 р. с21-25.

2. Климчук О.А. Альтернативні системи теплопостачання житлових будівель із використанням теплових насосів та акумуляторів тепла./ Климчук О.А., Титар С.С., Шевчук В.І., Димитров О.Д.// Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та науковців «Управління проектами: інновації, не лінійність, синергетика». Одеська державна академія будівництва та архітектури. 12-13 грудня 2014 Том 2. С 102-105

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

НЕДАШКОВСЬКИЙ І.П.¹.
ХОРУЖИЙ В.П.².

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

²Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ,
Україна

Вода вважається найціннішим природним ресурсом на Землі. Тому при використанні води, ми повинні пам'ятати і розуміти, що запас прісної води на Землі не є нескінченним і повністю залежить від нас самих.

Господарсько-побутові стічні води, що надходять на міські очисні споруди України містять завислі речовини концентрацією 147,3-468,2 мг/дм³, загальний фосфор – 0,21-15,8 мг/дм³, загальний азот – 13,2-63,68 мг/дм³, БСК₅ – 114,1-924,9 мгО₂/дм³. Гранично-допустимі концентрації на скид до водойм для завислих речовин складають 15 мг/дм³, загального фосфору – 1,5-6 мг/дм³, загального азоту – 2-10,9 мг/дм³, БСК₅ – 8,5-15 мгО₂/дм³.

У наш час вкрай важливо встановлювати такі системи очищення стічних вод, які будуть не тільки ефективними, але і екологічно чистими.

Біоочистка – це найкраща можливість для вирішення проблеми очищення побутових стоків, а також збереження чистоти навколишнього середовища. До того ж, біологічний метод очищення стічних вод здійснюється за допомогою мікроорганізмів, що робить процес не тільки абсолютно екологічним, але високопродуктивним, та максимально наближеним до природного процесу.

Біологічне очищення є основним етапом в загальній технології очищення господарсько-побутових стічних вод. Наприклад, у Одесі очищення господарсько-побутових стічних вод провадять на централізованих очисних спорудах СБО «Північна» та СБО «Південна».

У господарсько-побутових стічних водах концентрація забруднюючих домішок, сполук азоту, сполук фосфору перевищують встановлені гранично-допустимі концентрації на скид до водойм, що вимагає заходів з реновації існуючих технологій біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод шляхом реконструкції аеротенків.

Реконструкцію аеротенків для біологічного очищення стічних вод:

від сполук азоту провадять з метою стадійної обробки води в аеробних і анаеробних зонах аеротенка для реалізації поступового окиснення амонійного азоту до нітратів і нітритів, та згодом відновленням нітритів та нітратів до газоподібного азоту;

від сполук фосфору здійснюють для забезпечення двоступеневої обробки стічних вод в анаеробних і аеробних умовах.

Для реалізації процесів денітрифікації і дефосфотації при реконструкції аеротенків повинна передбачати максимальне залучення органічних забруднень стічної води як субстрату. Значна частка енергозатрат на реалізацію біологічного очищення стічних вод припадає на функціонування системи аерації, що забезпечує насичення води киснем повітря, перемішування мулової суміші, підтримання активного мулу в зваженому і рівномірно-розподіленому стані в об'ємі аеробних аеротенків.

З метою зниження енергозатрат на реалізацію біологічного очищення, враховуючи обов'язкове супутнє очищення стічної води від сполук фосфору та азоту необхідно удосконалення існуючих технологічних рішень очищення господарсько-побутових стічних вод шляхом створення в існуючих аеротенках анаеробних і аеробних зон з волокнистим завантаженням типу «ВІЯ». Використання капронового завантаження типу «ВІЯ» з прикріпленими мікроорганізмами в анаеробних і аеробних зонах підвищує ефективність очищення господарсько-побутових стічних вод по БПК, ХПК, сполукам фосфору та азоту.

Така реконструкція що включає етапи поступової анаеробної, аеробної обробки стічних вод збільшує ефективність очистки.

Зниження легкоокиснюваних органічних забруднень, за рахунок діяльності факультативних анаеробів, в анаеробній зоні аеротенка в цілому призводить до зниження навантаження по БСК, тим самим до зменшення загальної витрати повітря, що подається до аеротенку.

Однак, для забезпечення стабільності роботи анаеробних зон, частину зворотного активного мулу можна спрямувати до анаеробної зони обробки активного мулу. Влаштування анаеробних зон для частини зворотного активного мулу унеможлиблює порушення роботи анаеробних зон при залповому надходженні зі стічними водами токсичних домішок, що пригнічують діяльність факультативних анаеробів.

В результаті експериментів встановлено, що при подачі зворотного активного мулу в анаеробній зоні збільшується навантаження по БСК до 35-40% на аеробну зону в порівнянні з аеротенками без завантаження, що в кінцевому призводить до економії витрат електроенергії на аерацію.

Повне біологічне очищення стічних вод і супутнє зниження концентрації сполук фосфору та азоту може бути досягнуто шляхом реконструкції каналізаційних очисних споруд шляхом завантаження до аеротенків капроновим завантаженням типу «ВІЯ».

Нітратний рецикл реалізується на першому ступені в аноксидних зонах

аеротенка і другому ступені в аеробних зонах. Видалення сполук фосфору забезпечується при послідовній обробці води в аноксидних зонах третього ступеня і аеробних зонах четвертого ступеня.

В результаті експерименту за ефективністю біологічного очищення стічних вод від сполук фосфору та азоту встановлено, що оптимальними є об'єми аноксидного, аеробного, аноксидного, аеробного зон, % – 25:33:21:31.

Чутливість фосфоракумулюючих автотрофів до зміни фізико-хімічних показників стічної води та порівняно низький їх приріст вимагає заходів із часткової рециркуляції активного мулу.

Шляхом моделювання встановлено, що часткова рециркуляція (до 25%) активного мулу до аеробної зони другого ступеня дозволяє зменшити його об'єм до 60%, порівняно із стандартною схемою, тим самим зменшити час перебування стічних вод в аеробних умовах, знизити загальні витрати електроенергії на аерацію.

В результаті порівняльного аналізу технологій біологічного очищення стічних вод і проведених досліджень встановлено, що для досягнення повного біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод, враховуючи обов'язкове супутнє очищення стічної води від сполук фосфору та азоту, енергоощадною є завантаження до аеротенків капроновим завантаженням типу «ВІЯ», та із поділом рециркуляційного активного мулу між ступенями біологічного очищення.

Порівняльний аналіз технологій біологічного очищення стічних вод, що містять етапи анаеробної, аеробної, аноксидної обробки мулової суміші, з метою досягнення мінімізації енергозатрат на реалізацію процесів водоочищення. Встановлено, що енергозберігаючою є технологія біологічного очищення стічних вод за допомогою із поділом рециркуляційного активного мулу між ступенями очищення.

На основі математичного моделювання процесів очистки води в аеротенках з капроновим завантаженням типу «ВІЯ» встановлено:

- потрібна робоча висота волокнистого завантаження залежить від необхідної глибини очищення води, швидкості фільтрування води та параметра біосорбції;
- при русі стоків через завантаження відбувається збільшення об'єму мікроорганізмів, їх відрив від завантаження та виніс з активним мулом у відстійники.

Найбільш перспективним напрямком у біологічному очищенні стоків є їх прямоточне проходження через споруди із закріпленими мікроорганізмами, що значно спрощує і здешевлює очищення стічних вод і обробку осаду.

РАЦІОНАЛЬНІ ШЛЯХИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В М. ОДЕСА

**ПЕТРАШ В.Д., БАРИШЕВ В.П.,
ШЕВЧЕНКО Л.Ф., ГЕРАСКИНА Е.А.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Аналіз існуючого стану систем з підвищеною аварійністю та ненадійністю роботи центрального, а в окремих випадках і децентралізованого теплопостачання, свідчить про те, що температура води в розподільчій магістралі від відповідних джерел теплоти вимушено підтримується значно нижче відносно необхідного рівня згідно графіка експлуатаційного регулювання теплових мереж. Аналіз існуючої структури принципів схем підключення абонентських систем до відповідних трубопроводів, а також фізичного стану систем централізованого теплопостачання показує, що вони не відповідають сучасним вимогам та можливостям енергоефективного якісного теплопостачання і рівню управління технологічними процесами регулювання розподілу та обліку теплоти.

Метою роботи стало визначення узагальненого показника оцінки умов підвищення ефективності використання енергії палива в системах, які модернізуються, як централізованого, так і децентралізованого теплопостачання, на основі впровадження теплонасосних технологій. Поставлена мета досягається за рахунок критичного аналізу результатів узагальнення фактичного стану трубопроводів та обладнання, оцінки відомих підходів щодо реконструкції систем теплопостачання, а також аналітичного встановлення узагальненого показника якісної оцінки умов підвищення ефективності використання енергії палива, на основі яких необхідно сформулювати узагальнений підхід щодо їх модернізації з впровадженням універсальних можливостей теплонасосних технологій.

Для порівнюваних варіантів модернізації автономних систем теплопостачання з розширенням їх ресурсу обов'язковим є визначення економічної ефективності для будівель, які знаходяться в зоні дії централізованого теплопостачання. У цьому випадку фінансово привабливим виглядає устрій автономних децентралізованих джерел теплоти, які погіршують показники економічної ефективності існуючої системи централізованого теплопостачання через зниження теплового навантаження на районні котельні (РК) зі збільшенням собівартості теплової енергії, яка відпускається.

Організація автономного децентралізованого теплопостачання на базі високоефективних теплогенераторів останніх поколінь з системами

автоматичного регулювання дозволяє забезпечити необхідні вимоги експлуатаційного регулювання, як на об'єктах старої забудови, які реконструюються, так і в зонах розташування сучасних будівель. Зазначені фактори на користь децентралізованих систем теплопостачання при зменшенні магістральних втрат теплоти обумовлюють його як альтернативу централізованому теплопостачанню через зниження капітальних та експлуатаційних інвестицій при модернізації в процесі їх реконструкції. Закономірно, що в районах з малою щільністю теплоти доцільно передбачати децентралізовані системи теплопостачання, а за великою щільністю міської забудови слід модернізувати системи теплопостачання від великих джерел теплоти з устроєм додаткових «пікових» теплогенераторів. З викладеного вище очевидно, що найбільш високий коефіцієнт використання палива мають децентралізовані поквартирні системи теплопостачання з генераторами, які працюють на газовому або рідкому паливі. Малі джерела теплоти (квартирні теплогенератори та дахові котельні) розраховані на використання мережного газу. Тому їх устрій негативно впливає на безпеку роботи відповідних систем, створюючи екологічну загрозу здоров'ю та життю людей.

З вищевикладених результатів очевидно, що проблема теплопостачання полягає не стільки в централізованій системі як такій, а більшою мірою в неефективній роботі та низькій надійності структурних елементів теплових мереж в умовах сучасного їх стану за необхідності розширення ресурсу споживаної теплоти.

Заслужують на увагу багатопланові варіанти модернізації систем з використанням теплонасосних установок (ТНУ) в структурі магістралей теплових мереж з розширенням потенціалу теплоти для абонентського споживання. Зменшення витрати енергоносія у теплових мережах може бути досягнуто за рахунок додаткового відбору теплоти із зворотних магістралей, приймаючи їх як низькопотенційне джерело теплоти у роботі ТНУ.

Характерні варіанти устрою ТНУ для підвищення ефективності теплопостачання з розширенням можливостей теплоти, яка генерується, на основі теплонасосних технологій (ТНТ) представлені на рис.1. Такі рішення є доцільними передусім для передачі теплоти в реконструйовані абонентські системи децентралізованого та місцевого теплопостачання для роботи з пониженим температурним режимом, наприклад $(t_g - t_o) = (70-30)^\circ\text{C}$, в порівнянні з традиційним температурним графіком для опалювальних систем. В цьому випадку перша система працює в залежному або незалежному гідравлічному режимі, а друга - в аналогічних умовах з ТНУ, яка забезпечує «гранично можливе» доохолодження води у зворотній магістралі теплової мережі, рис. 1в. Закономірно, що таке рішення неминує зумовлює збільшення

поверхні опалювальних приладів, а також необхідність відповідного підвищення рівня теплової ізоляції будівель, що позитивно узгоджується з актуальністю проблеми енергозбереження. При цьому тепlopостачання від РК з доохолодженням води в зворотних магістралях в процесі парокомпресійної трансформації енергетичних потоків сприяє зниженню витрат на транспортування енергоносія та підвищенню енергетичної ефективності традиційних джерел теплоти. В цих умовах реалізуються різні варіанти модернізації з поетапним збільшенням енергетичного потенціалу систем тепlopостачання, як для прямого підвищення температури теплоносія в розподільчих магістралях так і після підігріву води в «пікових» джерелах або із застосуванням ТНУ.

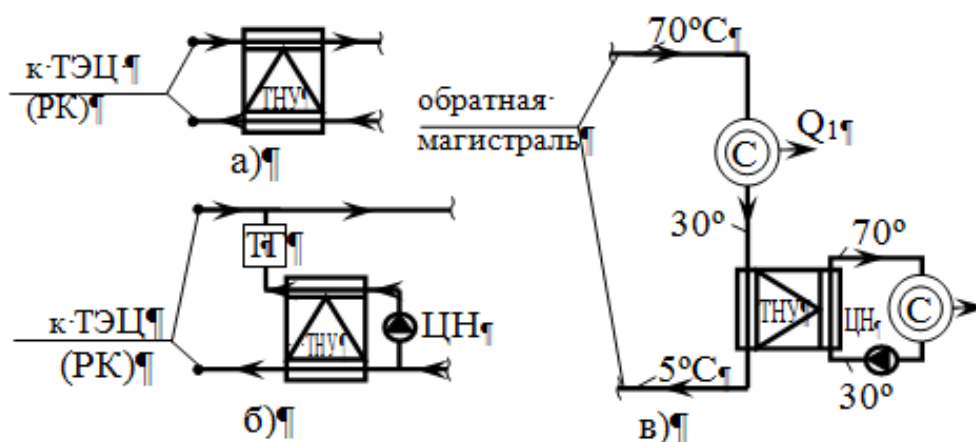


Рис. 1. Варіанти устрою ТНУ на магістральних ділянках систем центрального тепlopостачання

Із співвідношення встановлених аналітичних залежностей складових для узагальненого коефіцієнта визначення ефективності використання енергії первинного палива в теплонасосній системі тепlopостачання з ТНУ та в відповідній системі традиційного тепlopостачання від районної, квартальної, дахової котельні або квартирної тепlopостачання, відповідні залежності визначають умови економії теплоти первинного палива для порівнюваних варіантів тепlopостачання $\bar{\eta}_{т,к}$ у наступному вигляді:

$$\bar{\eta}_{т,к} = (\eta_{кэс} \eta_{тн} \varphi_k) / (\eta_{кy} \eta_{тс}), \quad (1)$$

де $\eta_{кэс}$ – коефіцієнт корисної дії вироблення електричної енергії на ТЕЦ та ліній електропередач (ЛЕП);

$\eta_{тн}$ – коефіцієнт корисної дії ТНУ;

$\eta_{кy}$ – коефіцієнт корисної дії джерела теплоти;

$\eta_{тс}$ – узагальнений коефіцієнт корисної дії теплової мережі;

φ_k – дійсний коефіцієнт перетворення за циклом Карно.

Для аналізу взаємозв'язку узагальнених теплоенергетичних показників у встановленій залежності (1), в якості прикладу, розглядалися такі середні вихідні дані, які базуються на основі теоретичних та натурних результатів в роботі аналізованих систем теплопостачання, зокрема:

- від поквартирних теплогенераторів: $\eta_{\text{кв}} = 0,95$, $\eta_{\text{тс}} = 0,98$;
- від дахової (внутрішньобудинкової) котельні: $\eta_{\text{кв}} = 0,90$, $\eta_{\text{тс}} = 0,95$;
- від внутрішньоквартальної котельні: $\eta_{\text{кв}} = 0,90$, $\eta_{\text{тс}} = 0,90$;
- від районної котельні (РК): $\eta_{\text{кв}} = 0,85$, $\eta_{\text{тс}} = 0,85$.

На рис. 2 ілюструються результати порівнювальних розрахунків узагальненої оцінки можливого підвищення ефективності використання енергії палива, яке спалюється $\bar{\eta}_r$ з відповідною його економією внаслідок впровадження теплонасосних технологій в системах центрального та місцевого теплопостачання залежно від дійсного коефіцієнта перетворення ϕ в роботі ТНУ.

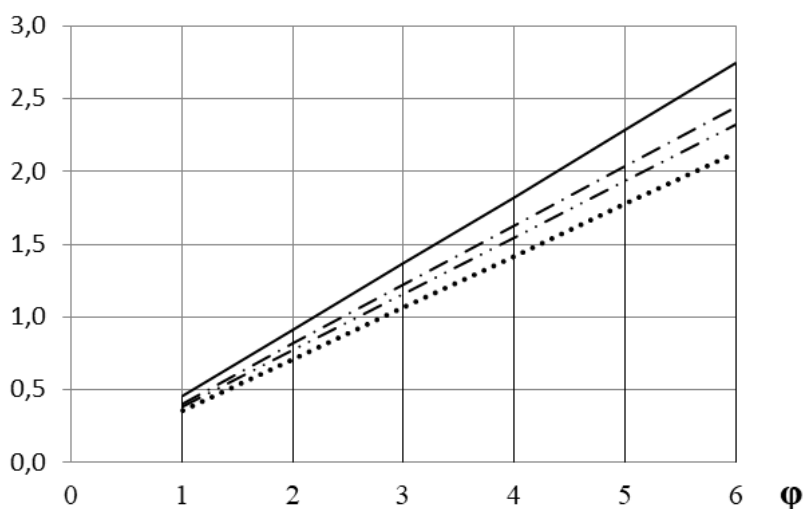


Рис. 2. Залежність підвищення ефективності використання енергії первинного палива в результаті модернізації систем теплопостачання на основі теплонасосних технологій від дійсного коефіцієнта перетворення: ... – для системи поквартирного теплопостачання; - · - · - для системи теплопостачання від дахової (внутрішньобудинкової) котельні; - · - - для системи теплопостачання від внутрішньоквартальної котельні; — — — для системи теплопостачання від районної котельні.

З порівняння аналізованих графіків випливає, що підвищення ефективності використання енергії первинного палива для всіх варіантів систем центрального та децентралізованого теплопостачання в результаті модернізації на основі теплонасосних технологій для м. Одеса істотно залежить від дійсного

коефіцієнта перетворення. Зазначимо, що його мінімальне нормоване значення для систем опалення та гарячого водопостачання знаходиться в межах $\varphi = 2.5 \dots 3.5$.

З порівняльного аналізу графічних залежностей, поданих на рис. 2, слідує, що найбільша ефективність використання енергії первинного палива досягається в результаті модернізації теплових мереж від районної котельні, внутрішньоквартальних і дахових котелень для аналізованих теплоенергетичних характеристик, яка в діапазоні аналізованих значень дійсних коефіцієнтів перетворення $\varphi = 3 \dots 5$ зростає в $1,1 \dots 2,7$ рази.

Висновки

В результаті аналізу відомих підходів та результатів науково-технічних розробок, фактичного стану трубопроводів та обладнання, сформульовано узагальнений підхід до можливого поетапного підвищення теплового ресурсу систем тепlopостачання, які модернізуються, включаючи впровадження енергоекономічних теплонасосних технологій.

На основі результатів аналітичного дослідження взаємозв'язку теплоенергетичних характеристик аналізованих систем встановлено узагальнений показник для якісної оцінки можливого підвищення ефективності використання енергії первинного палива в результаті модернізації систем тепlopостачання з розширенням додаткового виробництва теплоти на основі впровадження теплонасосних технологій. При цьому забезпечується підвищення ефективності використання теплоти з відповідною економією первинного палива в $1,1 \dots 2,7$ рази при додатковій генерації теплоти в роботі теплонасосних установок відповідного призначення з дійсними коефіцієнтами перетворення в діапазоні $(3 \dots 5)$.

З позиції енергозбереження, враховуючи результати зарубіжного досвіду, впровадження теплонасосних технологій при модернізації систем тепlopостачання, з розширенням ресурсу теплоти, яка генерується, є раціональною в поетапній практичній реалізації з універсальними можливостями ТНТ на всіх стадіях технологічного процесу тепlopостачання: генерації, транспортування, розподілу, перетворення та регульованого споживання теплоти абонентськими системами.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ ПАРОКОМПРЕСІЙНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

ПЕТРАШ В.Д., МАКАРОВ В.О., ХОМЕНКО О.І.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Україна

В умовах сучасного стану енерготехнологічного комплексу Південного регіону України є актуальною проблема перспектив розвитку теплопостачання.

Морська вода за теплогідравлічними характеристиками є хорошим низькотемпературним джерелом тепла для використання в системах централізованого теплопостачання, оскільки навіть на глибині 20–50 м її температура знаходиться в межах (5–8) °С. Температурний режим води у прибережній зоні північно-західної частини Чорного моря детально проаналізовано в [1, с. 103] на основі результатів понад 115-річних сезонних та місячних вимірів з пошуком причин зростання її температури в умовах глобального потепління клімату за останні десятиліття. Автор зазначає, що на температуру води в аналізованій акваторії впливає як її безпосереднє північно-західне розташування по відношенню до інших районів моря та мілководність прибережної зони, так і водні потоки Дністра, Дунаю та Дніпра, глибоководна гідродинаміка та вітрові впливи.

Доречно відзначити, що протягом усього прибережної зони, що розглядається, найнижчі температури води відзначаються в січні - лютому в погоджуючих умовах з наявним мінімумом температур зовнішнього повітря. При цьому мінімальні середньомісячні температури води в Одеській затоці відзначалися під час суворох зим 1940–1950-х років на рівні (-0,9-1,1) °С. Характерно, що в останні десятиліття з теплих зим у північних ділянках узбережжя у грудні – лютому середньомісячні температури води становили (4,0–5,6) °С, а максимальні її значення досягали (6,0–11,0) °С.

Таким чином, на основі аналізу вищевикладених результатів численних вимірювань у подальших розрахунково-аналітичних дослідженнях енергетичної ефективності роботи відповідних ТНС теплопостачання логічно розглядати характерну зміну температур морської води Одеської акваторії у розрахунковому діапазоні на рівні (5,0–10,0) °С за опалювальний період.

Аналіз шляхів подальшої реалізації запропонованих систем [2, с. 543-544] для районного теплопостачання будівель, розташованих безпосередньо біля берегової зони, крім температурного рівня морської води як джерела низькопотенційної теплоти, слід враховувати також її корозійну активність та відповідні характеристики теплообмінного обладнання. Особливість вибору варіантів структурно-функціонального пристрою систем з антикорозійним

захистом обладнання в процесі відбору теплоти з морської води полягає в наступному: у разі застосування традиційного теплообмінного обладнання передбачають схеми з пристроєм проміжного контуру, наприклад із пластикових труб, заповнених водою з 20% розчином гліколю, прокладку якого здійснюють у прибережній акваторії на глибині до 4–5 м з дюкерними привантаженнями. З багатьох можливих практикуються варіанти відбору теплоти за схемами компактно розкладених або розгорнутих бухт труб, занурених у водойму з попередньо визначеною їх довжиною.

Більш енергоефективний варіант застосування спеціального обладнання з антикорозійним захистом випарників суттєво дорожчає систему відбору теплоти з морської води. Він також знаходить практичне застосування у відповідних системах теплопостачання будівель у країнах Балтійського регіону. Зазначені варіанти вибору аналізованих схем базуються на результатах оцінки енергетичної та техніко-економічної ефективності з урахуванням показників практичного досвіду їх експлуатації та надійності у роботі.

З результатів зіставлення та аналізу відповідних кліматичних умов та регіонального температурного рівня води у прилеглому басейні Балтійського моря до м. Стокгольма та північно-західної акваторії Чорного моря [1, с. 104] впливає, що морська вода Одеської затоки на глибині до 3–5 м за енерготехнологічними показниками та температурному рівню суттєво відрізняється підвищеним потенціалом та можливостями низькотемпературної теплоти, завдяки чому може більш ефективно використовуватись у парокompресійних системах теплопостачання у існуючих умовах Одеси. В осінній та весняний інтервали перехідного опалювального періоду протягом останніх десятиліть спостерігається багатофакторний взаємозв'язок підвищення температури морської води щодо аналогічних значень у зимових умовах з амплітудним зниженням її на (5–12) °С щодо середньодобової температури зовнішнього повітря. Закономірно, що температура морської води на початку і наприкінці опалювального періоду досягає рівня (9–14) °С, вона характеризується підвищеною енергетичною можливістю для використання в системах теплопостачання будівель, що розглядаються.

Структурно-функціональне влаштування системи. Одна із узагальнених схем систем теплопостачання з використанням енергетичного потенціалу морської води в процесі парокompресійної трансформації енергетичних потоків з відбором теплоти для умов як централізованого, так і децентралізованого догрівання води в додатковому джерелі енергії (ДДЕ) з переважним застосуванням його в бівалентно-послідовному режимі догрівання енергоносія абонентських підсистем. В якості ДДЕ з догріванням води для покриття пікових теплових навантажень при температурах зовнішнього повітря нижче

бівалентної точки застосовують нагрівачі, які легко піддаються автоматизації роботи, зокрема газові або електричні догрівачі та теплогенератори. Вони встановлюються в основному послідовно для можливості подальшого догрівання води до необхідної температури згідно з графіком експлуатаційного регулювання системи в бівалентному режимі. Їх установка може бути центральною із суміщеним пристроєм із теплонасосною станцією або з місцевим та децентралізованим догріванням води безпосередньо у структурі систем абонентського споживання теплоти. З можливих принципових схем теплонасосного теплопостачання обирають найбільш оптимальний варіант для регіональних умов з оцінкою результатів техніко-економічних показників та практичного досвіду.

В результаті аналізу встановлено, що морська вода Одеської акваторії Чорного моря є досить високоефективним низькотемпературним джерелом енергії для теплопостачання будівель в умовах обґрунтованого використання ДДЕ для подальшого догрівання води у бінарно-послідовному режимі. Крім того, аналіз наявного температурного рівня морської води за відповідної температури зовнішнього повітря в опалювальний період показує, що парокомпресійне теплопостачання з коефіцієнтом перетворення енергетичних потоків вище нормативно встановлених мінімальних і розрахункових значень $\varphi_{\text{min}} = 3,8$ і $\varphi_{\text{p}} = 4,2$ для нових і реконструйованих підсистем [2, с. 547; 3, с. 128], які забезпечуються навіть при істотному зниженні температури зовнішнього повітря в регіоні, що аналізується, до $t_{\text{n}} = -10$ °С. Подальше її зниження обумовлює робочий режим системи теплопостачання з центральним, децентралізованим або індивідуальним догріванням енергоносія у системах опалення з використанням ДДЕ відповідно до графіка їх оптимального експлуатаційного регулювання.

Література

1. Репетин Л. Н. Просторова та тимчасова мінливість температурного режиму прибережної зони Чорного моря / Л. Н. Репетин // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. Севастополь: ЕКОСІ-Гідрофізика, 2012. Вип. 26. С. 99–116.
2. Петраш В. Д., Макаров В. О., Хоменко А. А. Ефективність парокомпресійної трансформації енергетичних потоків для теплопостачання на основі морської води / В. Д. Петраш та ін. // Изв. вищ. навч. закладів та енерг. об'єднань СНД. 2021. Т. 64 № 6. С. 538-553.
3. Петраш В.Д., Макаров В.О. Енергоефективне теплопостачання на основі температурного потенціалу морської води // Петраш В.Д., Макаров В.О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. «Енергоефективне місто. XXI століття» - Одеса. 2020. – С.125-128.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ МАТЕРІАЛИ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ СПОРУД

ПРОГУЛЬНИЙ В. Й.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Отримання води необхідної якості, як правило, вимагає включення до технологічної схеми очищення води фільтрувальних споруд. На водоочисних станціях фільтри – найдорожчі та найскладніші споруди, від яких залежить не лише якість води, а й економічні показники очищення.

Важливим етапом регенерації швидких водоочисних фільтрів є відведення промивної води, яке істотно впливає на нормальну їх роботу.

Так, при недосконалому відведенні води забруднення, вимиті із завантаження, не повністю видаляються з площі фільтра. В результаті відбувається зростання залишкових забруднень, збільшуються початкові втрати напору та темп їхнього приросту, а також скорочується фільтроцикл. У зв'язку з цим доводиться збільшувати інтенсивність або тривалість промивки, що призводить до перевитрати промивної води і відповідно енергетичних витрат, пов'язаних із подачею та обробкою додаткового обсягу води.

Пристрої для відведення промивної води повинні відповідати таким вимогам:

1. Запобігати виносу фільтруючого завантаження під час промивання.
2. Повністю видаляти забруднення із надзавантажувального шару.
3. Забезпечувати рівномірне відведення забрудненої води з площі фільтра.
4. Забезпечувати мінімальну висоту надзавантажувального шару.
5. Простота та надійність конструкцій.
6. Економічність.

В даний час існує безліч конструкцій відведення промивної води. Найбільш поширеною є горизонтальні жолоби, розташовані над фільтруючим завантаженням [1, с. 102]. При промиванні вода, рухаючись спочатку вертикально вгору, а потім горизонтально, переливається через кромки жолобів і відводиться у збірний канал.

Досвід експлуатації та проведені дослідження [2, с. 578] показали, що жолоби не забезпечують рівномірне відведення промивної води. Швидкості висхідного потоку у вертикальних стін значно перевищують швидкості міжжолобному просторі. В результаті освітлення промивної води у просторі між жолобами відбувається повільніше і доводиться подовжувати промивку. Це викликано тим, що при промиванні жолоба частково занурені в шар зваженого завантаження і обмежують живий переріз потоку, що призводить до нерівномірного поля швидкостей при промиванні.

Для вирівнювання поля швидкостей передбачалося під кожним жолобом

влаштувати додатковий V-подібний перфорований жолоб, в якому число та розмір отворів від осі жолоба до міжжолобного простору зменшується. Однак цей пристрій ускладнює конструкцію фільтра і ускладнює доступ до фільтруючого завантаження.

Дослідження, проведені з удосконалення відведення води за допомогою жолобів дозволили розробити низку конструкцій, що збільшують швидкість транспортування вимитих із завантаження забруднень. Одна з таких конструкцій є система горизонтальних жолобів, між якими, вище рівня зернистого завантаження, розташована розподільна система для подачі стисненого повітря. Під час промивання бульбашки стисненого повітря, піднімаючись вертикально догори, виносять забруднення в зону високих горизонтальних швидкостей. Однак ці рішення суттєво ускладнюють конструкцію та експлуатацію фільтрів.

В останні роки в нашій країні і за кордоном знаходить все більше застосування системи низького відведення промивної води, які використовуються головним чином при водоповітряному промиванні.

Таким чином, з розглянутих конструкцій найпоширенішою є система горизонтальних жолобів, розташованих над завантаженням. Однак, ця конструкція має ряд недоліків, найважливішими з яких є:

1. Нерівномірне відведення промивної води, обумовлене наявністю зон підвищених та знижених швидкостей та негоризонтальністю жолобів, що призводить до подовження промивки, збільшує обсяг промивної води та відповідні експлуатаційні затрати.

2. Винесення фільтруючого завантаження під час промивання фільтра.

Порівняння існуючих систем відведення промивної води (жолоби, водозливи, сифони тощо) в [3, с. 45] показали, що жодна з них не має суттєвих переваг. З усіх розглянутих конструкцій найперспективнішою є система низького відведення, проте, конструкції, що застосовуються, не завжди запобігають вимогам, наведеним вище.

Для усунення описаних недоліків запропоновано використовувати пористі відвідні системи, виготовлені з полімербетону [4, с. 118]. Цей матеріал має високу міцність, стійкість до агресивної дії води, оброблену реагентами, низький гідравлічний опір. Існує можливість підбору такого гранулометричного складу полімербетону, який не пропускав би зерна завантаження і не колювався частинками завантаження і суспензії при досить високій пропускну здатності.

В Одеської державної академії будівництва та архітектури розроблено пористу конструкцію для відведення промивної вод, яка представляє систему труб [5, с. 53] розташованих над фільтруючим завантаженням. Труби

виготовлені з пористого полімербетону – матеріалу, що складається із заповнювача – щебеню або гравію, скріпленого епоксидним сполучним. Розмір зерен заповнювача та кількість сполучного підібрані так, що залишаються наскрізні відкриті пори, проникні для води та суспензії, але не допускають проникнення зерен завантаження мінімального діаметра, що використовується у практиці господарсько-питного водопостачання (0,5 мм).

Швидкий фільтр з пористими відвідними трубами працює наступним чином: забруднена вода при промиванні фільтра, вийшовши з шару завантаження, проходить через пористі труби і прямує до збірному каналу, звідки видаляється скидним трубопроводом. При фільтруванні вихідна вода спочатку наповнює збірний канал, а потім входить до пористих труб, з яких вже у зворотному напрямку надходить на фільтр. Поперемінний рух води то в одному, то в іншому напрямку дозволяє видалити випадково затримані в поровому просторі труб забруднення.

Для повного видалення забруднень із внутрішньої частини труб вони прокладені з ухилом 0,02 до збірного каналу.

Система відведення промивної води з фільтра за допомогою пористих труб при правильному підборі складу полімербетону дозволяє суттєво знизити винесення фільтруючого завантаження. При цьому повністю видаляються затримані фільтром забруднення, а також дрібні пилоподібні частинки завантаження, що утворюються в результаті стирання. При необхідності з'являється можливість збільшити інтенсивність промивання, а також використовувати водоповітряну регенерацію завантаження без небезпеки її винесення.

Крім того, забезпечується більш рівномірний збір промивної води, що сприяє зменшенню тривалості промивки, а отже скорочення експлуатаційних витрат на подачу води (витрат електроенергії, реагентів тощо).

Пропонована конструкція може бути реалізована як у новому будівництві, так і при реконструкції існуючих споруд, виконуватися як у збірному, так і монолітному варіантах. Конструкція може застосовуватися для будь-яких фільтруючих матеріалів, в т.ч. у нових, для двошарових завантажень, а також будь-яких способів промивань.

Конструкції трубчастих пористих систем успішно експлуатуються на Інгулецьких водоочисних спорудах м. Миколаєва та на водопровідній очисній станції м. Біла Церква, де використовуються найбільш несприятливе з точки зору відведення води водоповітряне промивання завантаження. Внаслідок експлуатації таких систем річне винесення завантаження скоротили з 15 до 2%, витрата промивної води зменшилася на 10%, а корисна продуктивність фільтрів була збільшена на 8%.

Література:

1. Орлов В.О. Водоочісні фільтри із зернистої засипкою. [монографія] / В.О. Орлов – Рівне: НУВГП, 2005. – 163 с.
2. Hirsh A.A. Backwashing Investigation and Proposed Simple Uniformity Control. G.A.W.W.A. 2001, 5, -p.570-585
3. Прогульный В.И., Тельпис В.С. Выбор варианта пористых конструкций отвода промывной воды из фильтровальных сооружений. //ХНАСА, научно – техн. сб. «Коммунальное хозяйство городов», №53, – К., – 2003 г. – с. 41-48.
4. Grabovsky P.A. Washing of water purifying filters / P.A. Grabovsky, G.M. Larkina, V.I. Progulny //: Odessa, Optimum Publishing House, 2012. - 240 s.
5. Прогульный В.И. Проектирование пористых труб для отвода промывной воды зі швидких фільтрів. Науково-технічний збірник „Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки”. - К.: КНУБА. - 2016. - Вип. 7. - С.51-55.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ДОЩОВОГО СТОКУ НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

ТКАЧУК О.А., ШЕВЧУК О.В.

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

Як показує досвід, відведенню поверхневих стоків з територій українських міст при їхньому сучасному плануванні не приділяється належної уваги. Так, при переплануванні міської забудови, а іноді і при новому будівництві, відведення атмосферних опадів, в основному, передбачають здійснювати через існуючі системи водовідведення з підключенням до них нових дощоприймачів. Такий підхід призводить до підтоплення і затоплення не тільки цих територій, але й поза ними, де проходять колектори водовідведення [3, 4]. На низинних ділянках міської території водовідвідні мережі часто починають працювати у напірному режимі, що призводить до їх інтенсивного затоплення через саму систему водовідведення. (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Затоплення низинних ділянок міських територій через мережі дощового водовідведення: а) вилів води з колодезя; б) наслідки затоплення

Основні причини затоплень і підтоплень міських територій обумовлені **зміню клімату**, що призводить до збільшення інтенсивності дощів та їхньої тривалості, а також **містобудівними факторами** [4, 5], такими як:

- зміни благоустрою міських територій:
 - зменшення площ водопроникних покриттів, зокрема, зелених насаджень і збільшення територій із водонепроникними покриттями;
 - неефективне, а часто і недосконале, вертикальне планування.

➤ неефективна робота споруд поверхневого водовідведення через їхню недосконалість та незадовільний стан, а інколи, їхня відсутність;

➤ відведення дощового стоку через загальносплавні системи каналізації.

Традиційні підходи влаштування систем поверхневого водовідведення у містах України за вимогами чинних нормативів [1, 2] орієнтовані на якнайшвидший збір і відведення із забудованих територій дощових вод, що потребує будівництво колекторів великих розмірів і значних капітальних затрат. З іншої боку, зацікавленість будівельного бізнесу у швидкому будівництві нових житлових масивів з мінімальними затратами на загальноміські потреби призводить до значного відставання розвитку цих систем. Тому, на сучасному етапі питання розвитку поверхневого водовідведення в містах слід розглядати у поєднанні з сучасними методами регулювання поверхневого стоку із зменшенням навантаження як на існуючі, так і на нові мережі водовідведення.

Ефективна робота систем поверхневого водовідведення передбачає комплексне застосування заходів з:

1. Організованого збору і відведення поверхневих вод.
2. Регулювання дощового стоку на міських територіях.
3. Очищення поверхневого стоку перед скиданням у водойми.

Традиційно організований збір і відведення поверхневих вод здійснюють за рахунок відповідного вертикального планування та влаштування систем дощового водовідведення. Зниження ефективності їх роботи пов'язано із помилками при проведенні вертикального планування міських територій або перепланування при їхній реконструкції, а також збільшенням об'ємів і витрат дощових вод через зміни клімату та забудову територій водонепроникними покриттями. Ці проблеми можна частково вирішити регулюванням дощового стоку за рахунок тимчасового затримання поверхневих вод у місцях їх випадіння, зменшуючи цим короточасні пікові навантаження на існуючі споруди водовідведення. Крім того, тимчасове затримання дощових вод суттєво зменшує їхні швидкості руху, що сприяє їхньому очищенню від забруднень.

Методи регулювання поверхневого стоку на міських територіях поділяють на два основних типи: накопичувального і фільтраційного. Методи накопичувального типу передбачають затримання дощових вод як у природних об'єктах (ставки, заболоченні території, біоплато), так і штучних спорудах (резервуари, відкриті канали, цистерни тощо). У методах фільтраційного типу дощові води поступають у природні ґрунти (газони, зелені майданчики, мульди) або споруди з удосконаленими водопроникними покриттями (зелені дахи, ексфільтраційні траншеї, інфільтраційні майданчики і басейни). Фільтрація у природні ґрунти призводить до збільшення об'ємів ґрунтових вод

і можливого підтоплення територій. Фільтрація дощового стоку у штучні споруди передбачає поступове відведення затриманих вод через дренажі у водовідвідні мережі чи збірні ємкості для господарського використання води.

Регулювання дощового стоку за допомогою ставків, заболочених територій чи біоплат у сучасних містах практично відсутнє, що обумовлено відповідними вимогами до санітарного благоустрою територій та наявною високою щільністю забудови. Серед накопичувальних методів більш придатним є використання штучних споруд, зокрема, резервуарів, хоч вони також потребують відведення додаткових територій, мають високу будівельну вартість і потребують значних експлуатаційних затрат.

Більш ефективними є фільтраційні методи, що передбачають затримання дощових вод безпосередньо у місцях їхнього випадіння. Дешевим і самим простим способом є застосування фільтрації дощових вод у природні ґрунти. Однак, він потребує значних площ зелених насаджень чи удосконалених водопроникних покриттів, достатньої водопроникної та акумуляційної здатностей ґрунтів. Такі ґрунти мають мати високу пористість та глибоке залягання ґрунтових вод у суху погоду. Це суттєво знижує застосування природної фільтрації у ґрунти в умовах міської забудови.

Для підвищення ефективності застосування фільтраційних методів на ділянках зелених насаджень слід застосовувати споруди із водонепроникними стінками та днищем (інфільтраційні басейни та смуги) і додатково – зелені дахи. Вони мають водонепроникні стінки і дренажні системи, що дозволяє автономно регулювати роботу кожної споруди. Крім того, це робить інфільтраційні басейни та смуги незалежними від рівнів ґрунтових вод у навколишніх природних ґрунтах та підвищує акумуляційну здатність. Вони є не лише елементами благоустрою, але й ефективними регулювальними та очисними спорудами, можуть мати різну геометричну форму і розміщуватись на різних ділянках міської території: пішохідні доріжки, газони, автопарковки, розподільчі чи технічні смуги вулиць тощо.

Конструктивно інфільтраційний басейн чи смуга виконуються у вигляді завантажених пористими матеріалами котлованів для тимчасового накопичення дощового стоку з подальшим дренажем у систему водовідведення. Їхні бічні сторони і днища захищені водоупорами, що унеможливує підтоплення територій. Поверхня басейну чи смуги повинна містити трав'янисті рослини, що мають розвинену кореневу систему для саморегенерації покриття (рис. 2). Дренажі споруд мають бути підключені до систем дощового водовідведення або збірних резервуарів, якщо передбачається використання затриманих дощових вод для господарських цілей, зокрема, для миття і поливу територій. Такі умови роботи дозволяють регулювати витрати дощових вод, зменшуючи

навантаження на трубопровідну частину системи водовідведення і не допускаючи підтоплення, а іноді і затоплення, міських територій. Наявність верхнього рослинного шару забезпечує попереднє очищення дощового стоку від основних забруднень.

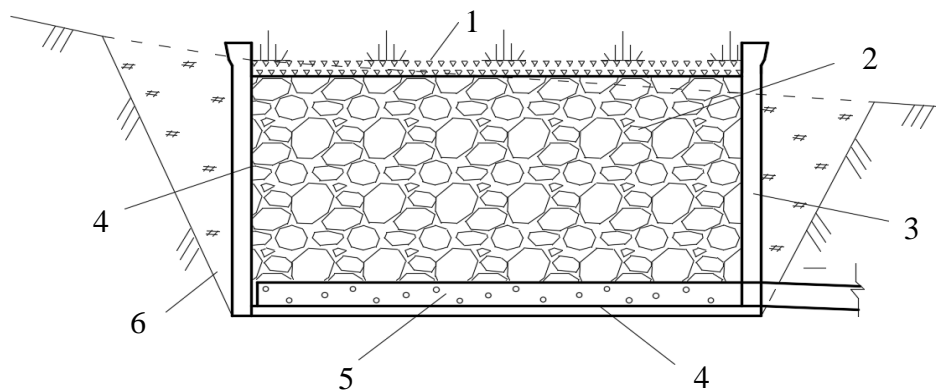


Рис. 2. Конструктивна схема інфільтраційного басейну:

1 – верхній рослинний шар; 2 – щебенеve завантаження; 3 – бічні водонепроникні стінки; 4 – гідроупор; 5 – дренаж; 6 – природний ґрунт

Застосування інфільтраційних споруд забезпечує затримання атмосферних опадів у місцях їх випадіння із попереднім очищення дощового стоку (що покращує екологічний стан водойм), зменшення навантаження на колектори (інфільтрація зі споруди в мережу відбувається поступово) і запобігає затопленню і підтопленню територій, багатофункціональне використання забудованих територій (покращення міського простору) тощо.

Література:

1. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. 211 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012. Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення. Київ: Мінрегіон України, 2012. 30 с.
3. Ткачук О.А., Ярута Я.В. Оцінка сумісної роботи комплексу споруд дощового водовідведення. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2019. Том 98 № 4 С. 271-276. URL: <https://vestnik-construction.com.ua/uk/2019/4-98-2019.html>.
4. Ткачук О.А., Ярута Я.В. Особливості формування дощового стоку на міських територіях. Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. пр. Рівне, 2016. Вип. 4(76). С. 259-267
5. Olexander Tkachuk, Yana Yaruta, Olha Shevchuk, Anna Azizova. Theoretical Bases of the Compatible Work of the Constraction of Stormwater Drainage Systems in the Regulation of Stormwater Runoff. International Journal of Engineering & Technology. 2018, 7 (4.8). P. 432-439. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/27285/14016>.

ЕФЕКТИВНА РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

ФОЦ А.В., ФОЦ М.В.

Одним із пріоритетних напрямків вирішення проблем сучасної енергетичної політики країни у житловому секторі є підвищення його енергоефективності. Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд. м³ природного газу. Тому першочерговими для економії енергоресурсів у житловому фонді мають бути заходи щодо покращання експлуатаційних характеристик будинків, проведення їх теплової санації, модернізації інженерного обладнання тощо.

Ключовим об'єктом є міська система теплозабезпечення, до якої входять комунальні теплопостачальні організації та тепломережі, а також головні споживачі – житлові будівлі та будівлі бюджетної сфери.

Більша частина потужностей системи теплопостачання України введена в дію ще за часів колишнього СРСР і потребує заміни, оновлення і реконструкції. До основних сьгоднішніх проблем системи теплопостачання України можна віднести [1]: низький технічний рівень і високий ступінь спрацювання устаткування (значна частина устаткування малої енергетики має ступінь спрацювання – 80 % і більше; ККД морально застарілого устаткування, особливо малих котелень, часто не перевищує 70%, а це викликає перевитрату дефіцитного органічного палива); затримку у впровадженні нових технологій і обладнання комбінованого виробництва тепла і електричної енергії; незадовільний стан теплових мереж (як наслідок – істотні втрати тепла і перевитрата палива, значна частина трубопроводів теплових мереж потребує заміни внаслідок корозії); практичною відсутність сучасних систем обліку тепла, контролю та керування системами теплопостачання; дефіцит органічного палива, тому гостро стоїть необхідність максимального використання його теплоти; потреба вирішення екологічних проблем (очистка вихідних газів).

В наявному нині житловому фонді значну частку становлять будинки зі збірного залізобетону, часів радянської забудови, які не відповідають сучасним вимогам щодо теплового опору та звукоізоляції огорожувальних конструкцій, тому потребують реконструкції та впровадження нових технологій будівництва.

Істотні втрати тепла й ресурсів відбуваються і в процесі експлуатації інженерних систем та устаткування. Причиною високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Вони з самого початку запроектовані з надмірним в кілька разів теплоспоживанням. Морально і

технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи через несанкціоноване втручання користувачів (заміна радіаторів, трубопроводів і т. д.), засмічені трубопроводи, відсутня теплоізоляція в неопалюваних підвалах – це не повний перелік недоліків старих систем опалення [2].

Реконструкція системи централізованого теплопостачання має на меті заміну застарілих інженерних рішень та обладнання новими. Існує багато рекомендацій та принципових схем для вирішення цієї проблеми [3]:

- залежна схема теплопостачання з обліком спожитого тепла та автоматичним обмеженням витрати теплоносія з боку теплової мережі;
- залежна схема теплопостачання з обліком спожитого тепла та автоматичним регулюванням витрати теплоносія з боку теплової мережі з урахуванням реальної потреби будинку у теплі;
- незалежна схема теплопостачання з розмежуванням контуру теплової мережі та системи опалення будинку. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП);
- реконструкція системи опалення будинку.

Залежна схема теплопостачання з обліком спожитого тепла та автоматичним обмеженням витрати теплоносія з боку теплової мережі. Основними елементами рішення є лічильник тепла та балансувальний клапан в поєднанні з регулятором перепаду тиску. Реалізується при наявності елеваторного вузла. Тепловий лічильник надає можливість моніторингу «спожитого» тепла будинком, показує температуру теплоносія на вході та виході з системи опалення будинку до теплової мережі та його миттєву витрату. Комбінація балансувального клапану та регулятора перепаду тиску автоматично обмежує витрату теплоносія з боку теплової мережі, але не реагує на його температуру та температуру зовнішнього повітря. Таке технічне рішення надає можливість встановити та автоматично підтримувати проектну витрату теплоносія на будинок з боку теплової мережі.

При обладнанні такою комбінацією клапанів всіх будинків, які під'єднані до мережі, можна досягнути її повної гідравлічної стабілізації та уникнути типового для систем гідравлічного дисбалансу. Недоліком рішення є неможливість контролювати температуру теплоносія у відповідності до температури зовнішнього повітря.

Теж саме з урахуванням реальної потреби будинку у теплі. Основними елементами рішення є лічильник тепла, автоматичний регулятор витрати теплоносія з електричним приводом та блок погодного керування. Реалізується також при наявності елеваторного вузла. Таке технічне рішення надає можливість автоматично підтримувати необхідну витрату теплоносія на будинок з боку теплової мережі, враховуючи погодні умови та температури теплоносія. Це дозволить мінімізувати «споживання» надлишкового тепла

будинком, що важливо в умовах температурно інерційних теплових мереж. При обладнанні всіх будинків, які під'єднані до мережі, автоматичними регуляторами витрати можна досягти її повної гідравлічної стабілізації та уникнути типового для систем гідравлічного дисбалансу.

Незалежна схема теплопостачання з розмежуванням контуру теплової мережі та системи опалення будинку. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Основними елементами рішення є лічильник тепла, автоматичний регулятор витрати теплоносія з електричним приводом чи балансувальний клапан в поєднанні з регулятором перепаду тиску та двоходовим регулюючим клапаном з електричним приводом, теплообмінник, розширювальний бак системи опалення, насоси, блок керування з урахуванням погодних умов та температур теплоносія. Значна перевага незалежної системи теплопостачання – розділення гідравлічних контурів теплової мережі і системи опалення будинку. Це дозволяє уникнути забруднення внутрішньо-будинкових комунікацій та приладів опалення з боку «зовнішньої» мережі, налаштовувати витрату теплоносія за реальною потребою споживачів.

Існуючі системи опалення у «старих» будинках не є енергоефективними, тому що в них не реалізована функція автоматичного регулювання температури у приміщеннях. Щоб вирішити питання комфортної температури у квартирі чи окремих її кімнат, потрібно провести заміну системи опалення у будинку. Чому це потрібно зробити: переважна більшість комунікацій (трубопроводів) «відпрацювали» більше нормованих 25 років, що збільшує вірогідність аварії у системі; гідравлічний дисбаланс розподілу теплоносія у системі внаслідок втручання мешканців будинку; неможливість індивідуального налаштування температури у приміщеннях.

Основною метою енергоефективності та енергозбереження в житлово-комунальному господарстві є досягнення сучасного технічного, економічного, організаційного рівня житлово-комунального господарства як розвиненої і потужної галузі економіки держави.

Література:

1. Савицька М. А. Енергозбереження в сучасному житловому будівництві / М. А. Савицька, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак // Ринок інсталяцій. – 2005. – № 5. – С. 46 – 48
2. Гавриш О. М. Оптимізація систем теплопостачання із використанням економіко-математичного моделювання: монографія / за заг. ред. О. М. Гавриша – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – 209 с.
3. Голоднюк Б. О. Реконструкція систем централізованого теплопостачання та опалення житлових будинків / Б. О. Голоднюк, О. М. Паламарчук, Н. М. Слободян // Матеріали XLVI науково-технічної конференції НТКП ВНТУ-Вінниця ВНТУ 2017.- С. 29-31

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДЯНСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

ШЕВЧЕНКО Л.Ф., ПЕТРАШ В.Д.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

У зв'язку з енергетичною кризою в країні, вирішення завдань щодо енергетичної ефективності цивільних будівель набуває одного з найважливіших напрямків на найближче десятиліття. Мета справжньої роботи – оцінити енергетичний потенціал інженерних заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності будівель при їх проектуванні та терм модернізації. Енергетична ефективність будівлі оцінюється через питомий показник енергоспоживання (EP , $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$) шляхом порівняння його з нормативним значенням. Цей показник можна визначити, згідно з [1, с. 6] з формули:

$$EP = (Q_{H, use, an} + Q_{гвс, use, an} - Q^A) / A_f, \quad (1)$$

де: $Q_{H, use, an}$, $Q_{гвс, use, an}$ - річне енергоспоживання відповідно систем опалення та вентиляції (ОВ), а також систем гарячого водопостачання будівлі (СГВ) з урахуванням втрати теплової енергії у підсистемах, $\text{кВт}\cdot\text{год}$; Q^A – надходження теплової енергії від альтернативних джерел тепла, $\text{кВт}\cdot\text{год}$; A_f - кондиціонована площа, м^2 .

Річне енергоспоживання на опалення $Q_{H, use, an}$, до того ж, враховує енергію, необхідну створення нормативних параметрів мікроклімату $Q_{H, nd}$, тобто енергопотреба. Значення енергопотреби будівлі $Q_{H, nd}$ можна визначити з наступного виразу:

$$Q_{H, nd} = [Q_k - (Q_{пост} + Q_s) \cdot v \cdot \xi] \cdot \beta, \quad (2)$$

де: Q_k – втрати тепла через зовнішню оболонку будівлі за опалювальний період, $\text{кВт}\cdot\text{год}$; $Q_{пост}$, Q_s – теплонадходження до будівлі від побутових приладів та сонячної радіації протягом опалювального періоду, $\text{кВт}\cdot\text{год}$; v – коефіцієнт, акумуляції теплоти конструкціями будівлі; ξ - коефіцієнт авторегулювання системи опалення; β – коефіцієнт додаткових втрат тепла.

Так як кліматичні умови зовнішнього середовища змінюються в часі, параметри теплоносія в системах опалення вентиляції (ОВ) підлягають автоматичному регулюванню, починаючи від системи генерації тепла до кожного опалювального приладу. Ефективність регулювання виражається через коефіцієнт ефективності авторегулювання у рівнянні (2), який залежить від оснащеності інженерних систем засобами автоматизації. Можливі наступні варіанти типового оснащення систем ОВ способами та засобами регулювання параметрів теплоносія:

А - регулювання в центральному тепловому пункті (ЦТП) або котельні;

В - авторегулювання на введенні в будівлю (ІТП);

С – те + встановлення термостатів на опалювальних приладах;

Д – те + встановлення балансувальних клапанів на стояках вертикальних систем і на введенні в квартиру в горизонтальних системах;

Е – те + встановлення вузла контролю температури на стояках у вертикальних однотрубних системах;

F – те + теплоізоляція стояків у вертикальних системах опалення.

Аналізуючи формулу (2), одним із шляхів підвищення енергетичної ефективності будівлі, може бути автоматизація керування параметрами теплоносія через зміну коефіцієнта авторегулювання ξ . На підтвердження цього було виконано розрахунки енергетичної ефективності п'ятиповерхового житлового будинку класу «Е» з урахуванням роботи [2, с. 3]. Результати розрахунку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Енергетична ефективність будівлі залежно від оснащеності систем ОВ методами регулювання

Спосіб регулювання	ξ	$q = Q_{H,nd}/A_f$, кВт·год/м ²	Економія теплової енергії, %	Клас енергетичної ефективності будівлі
A+B	0,5	60,6	0	Е
A+B+C	0,75	48,06	26,1	З
A+B+3+D+E+F	0.9	40	49,2	В

Як видно з таблиці, при повному оснащенні способами та засобами автоматизації керування параметрами теплоносія в системах ОВ, можна досягти значної економії теплової енергії, і при цьому створити умови нормативного температурного режиму в приміщеннях. У наведеному прикладі енергетична ефективність будівлі підвищена з класу «Е», коли є лише центральне регулювання, до класу «В» за повного оснащення систем ОВ способами регулювання.

Істотний внесок у підвищення енергетичної ефективності будівлі також можуть зробити системи, які для покриття теплового навантаження використовують альтернативні джерела тепла. На території України річне надходження сонячної енергії становить від 900 до 1200 кВт·год на м². З літературних джерел відомо, що застосування геліоустановок для одержання гарячої води у південних районах країни є економічно виправданим. З метою підвищення енергетичної ефективності будівлі за рахунок використання сонячної енергії в системах (СГВ), нами було проведено дослідження та

отримано залежність теплової енергії Q_A , яку виробляє сонячна система гарячого водопостачання (СГВ), від інтенсивності сонячної радіації та конструктивних особливостей геліоустановки [3, с. 238]:

$$Q^A = \sum_4^{10} j \cdot F_{\text{мес}} \sum_8^{17} q_i \cdot \eta_i \quad , \quad (3)$$

де: j – кількість днів у розрахунковому місяці; F – площа апертури колектору, м²; q_i – інтенсивність сонячної радіації, яка надходить на сонячний колектор за кожну годину світлової доби місяця, Вт/(м²·ч); η – коефіцієнт корисної дії сонячного колектора (СК).

$$\eta = (\tau\alpha)_s - [i \cdot U \cdot ((t_1+t_2)/2 - t_{cp})] / q^{\text{доб}} \quad , \quad (4)$$

де: $(\tau\alpha)_s$ – наведена оптична характеристика СК; i – кількість годин роботи СК за світловий день; U – наведений коефіцієнт теплових втрат СК, Вт/(м²); $q^{\text{доб}}$ – сумарна сонячна радіація за добу розрахункового місяця,

Вт/(м²·добу); t_1, t_2 – температура теплоносія на вході та виході зі СК, 0С; t_{cp} – середня температура зовнішнього повітря, 0С.

$$F = j \cdot z_{\text{ГВ}} \cdot G_{\text{доб}} \cdot (\tau_{\text{ГВ}} - \tau_{\text{ХВ}}) \cdot c / (j \cdot \eta \cdot q^{\text{доб}}) \quad , \quad (5)$$

де: $z_{\text{ГВ}}$ – час роботи СГВ; $G_{\text{доб}}$ – середньодобове водоспоживання одною людиною, л/с; c – теплоємність води, Дж/(Кг· 0С); $\tau_{\text{ГВ}} - \tau_{\text{ХВ}}$ – температура води в СГВ і в системі водопроводу відповідно, 0С.

Як показали наші розрахунки, гелі приймач типу НПК -1 площею 2,16 м² може забезпечити за сезон до 1400 кВт·г теплової енергії. При встановленні на даху будівлі, поля гелі приймачів установка дасть до 42% економії теплової енергії в системі гарячого водопостачання.

Таким чином, застосування автоматизації керування параметрами теплоносія у системах ОВ та впровадження систем сонячного гарячого водопостачання, безумовно, дозволять значно підвищити енергетичну ефективність цивільних будівель.

Література:

1. Методика визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ від 11.07.2018 №169. Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ 2018 – С.15.
2. Грановський В.Л. Енергоефективні будівлі - комплексне рішення для систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. АВОК №4. 2014 - С.10.
3. Шевченко Л.Ф. До розрахунку систем сонячного гарячого водопостачання. Вісник ОДАБА. Випуск 56. Одеса 2014 – С.260.

КАСКАДНИЙ ТЕРМОАКУМУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

ШЕСТОПАЛОВ К.О.¹, ХЛІЄВА О.Я.^{1,2}

¹Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

²Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса,
Україна

У роботі аналізується конструкція та термоакумулювальна здатність термоакумулювальної системи (ТАС) з речовиною з фазовим переходом (РФП) у схемі гарячого водопостачання з сонячними колекторами. Відомо, що для згладжування нерівномірності вироблення та споживання теплової енергії сонячними колекторами у схемах гарячого водопостачання завжди встановлюються ТАС, зазвичай у вигляді теплоізольованих ємностей з гарячою водою. Але ТАС з РФП володіють більшою термоакумулювальною здатністю на одиницю їх об'єму та можуть довгий час підтримувати постійну температуру води на виході (за рахунок плавлення РФП при приблизно постійній температурі). Тому такі ТАС мають великі перспективи.

Схематичне рішення запропонованої ТАС наведено на рис. 1. В конструкції запропонована каскадна пошарова конфігурація з використанням двох РФП з різною температурою плавлення. Збільшення температури плавлення шарів РФП від нижньої до верхньої частини ТАС сприяє відбору більшої кількості тепла від потоку води за один прохід, ніж у випадку використання одного типу РФП (за аналогією з протитоковим рухом теплоносіїв в теплообміннику).

Вибір РФП ґрунтувався на доступності на ринку, низькій щільності (що важливо для зниження загальної маси ТАС) та потрібних температурах плавлення. Вибір проводився із серії РФП виробництва Rubitherm. У перспективі можна розглянути використання технічних парафінів (низька вартість) із добавками невеликої кількості терморозширеного графіту або металевих волокон для підвищення теплопровідності [1, 2].

Певні технічні труднощі представляє собою вибір конструкції капсул з РФП. Капсули повинні витримувати збільшення внутрішнього тиску через розширення РФП під час плавлення. Використовувати капсули з полімерною гнучкою оболонкою при запропонованій конструкції ТАС технічно неможливе, оскільки розплавлена РФП в таких капсулах може накопичуватися в нижній частині та перекривати міжтрубний простір. Капсули з РФП пропонується виготовляти з тонкостінних металевих трубок з компенсаторами термічного розширення у вигляді полімерних гнучких ковпачків, що щільно фіксуються зверху. Як варіант, можна розглянути використання металевих

капсул із внутрішньою повітряною порожниною, щоб компенсувати теплове розширення РФП. Але їх використання призведе до збільшення товщини стінки капсули. Питання конструкції капсул вимагає додаткового експериментального дослідження, оскільки визначає надійність всієї ТАС.

Для нагріву води для господарсько-побутових потреб у ТАС запропоновано встановити трубки з нержавкої сталі із зовнішніми поздовжніми ребрами – рис. 2. Тепло до води передається від теплоносія, що знаходиться в міжтрубному просторі та циркулює через сонячний колектор. Теплоносій, залежно від режиму роботи ТАС, може або переміщатися знизу вгору з невеликою швидкістю або перебувати під дію природної конвекції. Тому інтенсивність тепловіддачі від води в міжтрубному просторі до трубок буде невисокою, а ребра будуть сприяти збільшенню кількості переданої теплоти.

Основні властивості РФП та геометричні параметри ТАС наведено в табл. 1.

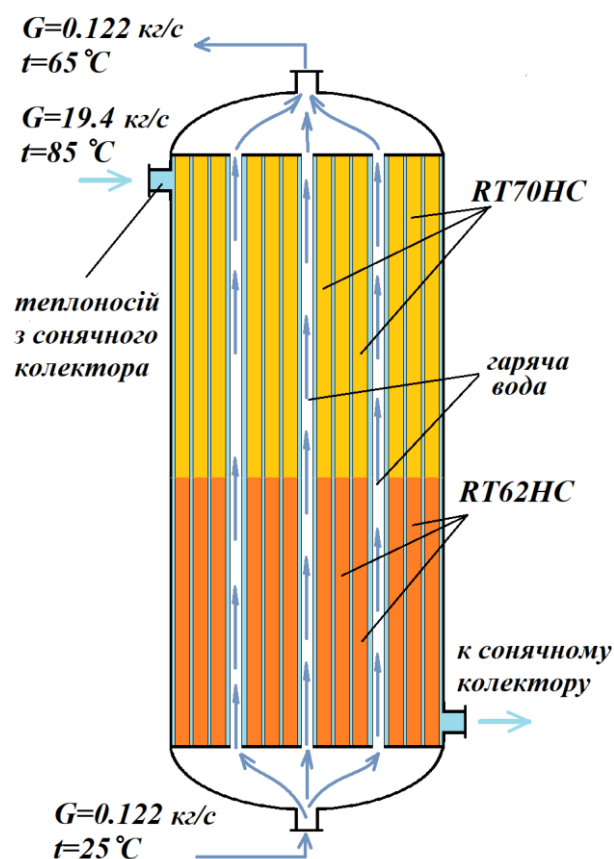


Рис. 1. Схематичне зображення ТАС з капсулами з РФП

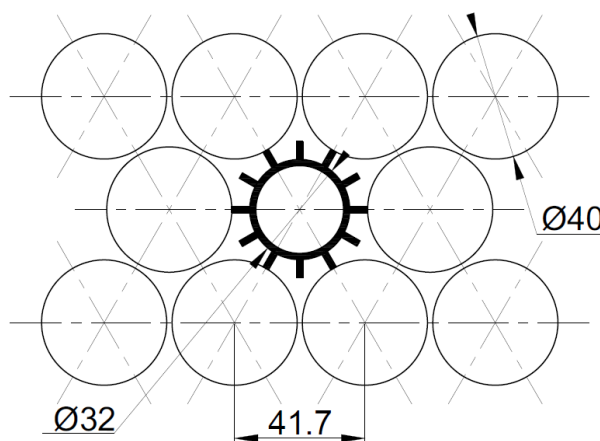


Рис. 2. Розташування капсул з РФП та оребрених трубок для нагріву води в ТАС

Кількість акумульованого тепла запропонованої ТАС в інтервалі температур 55...70 °С складає 520 МДж. Такої кількості теплоти з урахуванням втрат при її зберіганні вистачить більше ніж на 2 доби для забезпечення санітарно-побутових потреб 20 осіб за середньої витрати гарячої (65 °С) води 70 л на 1 особу на добу.

Основною проблемою оцінки швидкості зарядки ТАС і оцінки перепаду температур теплоносія на вході та виході з ТАС, є багатофакторність процесів теплопереносу в капсулах з РФП. Без цієї інформації неможливо спрогнозувати режими роботи ТАС. Тому у подальших дослідженнях авторів планується виконати CFD моделювання процесів теплопереносу запропонованої ТАС з використанням різних композитних РФП на підставі власних експериментальних даних [1, 2]. А також створити дослідні зразки металевих капсул з компенсатором термічного розширення та провести їх натурні випробування. Без цих досліджень не можна зробити висновок щодо практичної доцільності використання запропонованої ТАС системи.

Характеристика ТАС

Табл. 1

Термоакумулювальна речовина з фазовим переходом	RT70HC	RT62HC
Температура плавлення, °C	69-71	62-63
Термоакумулювальна здатність (сума прихованого та явного тепла), кДж/кг	260	230
Висота секції, м	2.0	2.0
Діаметр капсул, мм	40	
Діаметр труб з ребрами для нагріву води, мм	32x2	
Висота ребер, мм	5.5	
Кількість капсул	414	414
Кількість труб з ребрами для нагріву води	25	
Маса РФП, кг	800	873
Внутрішній діаметр ТАС, м	1.0	
Товщина теплової ізоляції з пінополіуретану (теплопровідність 0.028 Вт/(м·°C)), м	0.1	

Література

1. Khliyeva O., Zhelezny V., Paskal A., Hlek Y., Ivchenko D. The effect of metal wool on the charging and discharging rate of the phase transition thermal storage material. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4 (5 (112)). P. 12–20.
2. Khliyeva O.Ya., Zhelezny V.P., Nikulin A.G., Lapardin M., Ivchenko D.O., Palomo del Barrio E. Paraffin wax enhanced with carbon nanostructures as phase change materials: preparation and thermal conductivity measurement. 2021 IEEE 11th International Conference on “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021). Odesa, Ukraine, Sept. 5-11, 2021.

**МІСЬКА ТРАНСПОРТНА
ІНФРАСТРУКТУРА. МІСЬКА ЕКОЛОГІЯ.**

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГО-МІСТОБУДІВНОЇ РЕНОВАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ТЕРИТОРІЙ СУЧАСНИХ МІСТ

ГАЙКО Ю.І., ШИШКІН Е.А.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна

Аналіз наукових досліджень провідних науковців і практичного вітчизняного й зарубіжного досвіду дає можливість зробити висновок, що усі промислові підприємства у складі міста можна розділити на два види – ефективно працюючі й малоефективні, для кожного з яких має бути розроблена своя специфічна методика реконструкції і оновлення. Отже, подальший розвиток виробничих територій можливий за двома напрямками:

1) Комплексна реконструкція території економічно ефективного промислового підприємства – оновлення і ущільнення забудови, модернізація і перепрофілювання окремих підприємств, створення нових транспортних, інженерних і природоохоронних інфраструктур, комплексний благоустрій території. Тобто, реконструкція промислового підприємства спрямовується, насамперед, на його «екологізацію» і частково на «естетизацію».

2) Реновація території малоефективного промислового підприємства, збереження функції якого несумісне з містобудівельними, екологічними і санітарно-гігієнічними вимогами або економічно недоцільне.

В умовах сталого розвитку урбанізованих територій міські райони з переважанням промислової забудови визначають напрямки подальшого розвитку міста в цілому і тому потребують розробки науково обґрунтованої концепції їх реновації та містобудівного розвитку.

Головною метою еколого-містобудівної реновації територій промислових підприємств є їх екологічна, соціально-економічна і функціональна адаптація до потреб і вимог сучасного міста, підвищення композиційної і функціональної ролі в структурі міського середовища.

Критеріями вибору промислових територій для еколого-містобудівної реновації є: розташування в структурі міста; площа санітарно-захисних зон; економічна ефективність підприємства; клас шкідливості промислового підприємства.

Тому насамперед реновації підлягають підприємства, розташовані серед житлової забудови, в історичному центрі міста, зі шкідливим впливом на довкілля і забезпечені транспортною та інженерною інфраструктурою, а також підприємства, що заважають екологічному удосконаленню чи реконструкції інших районів міста і покращенню планувальної організації всієї міської

структури. Перепрофільовані виробничі території стають новими точками тяжіння у містах, використовуючись для створення багатфункціональних кластерів, що поєднують різноманітні об'єкти нерухомості, рекреаційні зони, науково-інноваційні центри, культурно-просвітницькі об'єкти тощо.

В процесі реновації промислових підприємств здійснюються інноваційні заходи по екологічній реабілітації територій, а саме – санації та рекультивації промислових територій, що потрапили в зону забруднення, за допомогою повернення ландшафту в початковий або близький до нього стан. Це здійснюється за рахунок відтворення вихідних природних компонентів середовища (грунту, рельєфу, рослинності, води).

При вирішенні завдань використання територій під будівництво в межах міста, потенційні забудовники стикаються з відсутністю єдиної системи, що регламентує порядок, структуру дослідження забруднених територій, методи оцінки екологічної небезпеки та обґрунтування пріоритетних відновлювальних заходів з урахуванням напрямків подальшого використання територій.

Відновлення територій передбачає проведення масштабних заходів по виявленню локальних ділянок забруднення та ступеня забрудненості для попередньої оцінки обсягів робіт по санації території.

Санація території – комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію наслідків забруднень компонентів природного середовища в результаті господарської діяльності людини. План санації є основою практичної реалізації робіт з реновації та підлягає затвердженню відповідальними відомствами. Метою розробки плану є вибір оптимального з екологічної та економічної точки зору варіанту концепції санації, при якому враховують можливість комбінування різних методів або технологій санації.

При виборі оптимальної концепції санації враховують можливість комбінування різних методів або технологій санації. Вибір відповідних технологій, процесів санації проводиться з урахуванням специфіки забруднювача, шляхів міграції, фактичних умов майданчика тощо. Існуючі методи зменшення й ліквідації ризиків від хімічного забруднення поділяються на три групи: деконтамінації, локалізації (закріплення), запобігання (обмеження), з яких саме до санації належать групи методів деконтамінації та локалізації (закріплення).

Методи деконтамінації допускають реальне вилучення (зменшення) забруднення як на місці, так і при вилученні та очищенні поза межами майданчика. Вибір того чи іншого конкретного методу залежить від типу й розмірів забруднення, властивостей майданчиків, вартості.

Методи локалізації (закріплення) не видаляють забруднювач із ґрунтів, ґрунтових вод або інших об'єктів, але запобігають їх поширенню, контакту з

навколишнім середовищем і людьми. При використанні цих методів санації обов'язковим є організація системи моніторингу за їх ефективністю.

У разі виявлення радіоактивних забруднень застосовують тільки метод механічної деконтамінації – селективне перебирання та видалення забруднених матеріалів та довготривале контрольоване зберігання.

Рекультивація земель – комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та народногосподарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища відповідно до інтересів суспільства. Рекультивація порушених територій повинна здійснюватись у два послідовних етапи: технічний і біологічний. Містобудівне використання рекультивованих територій передбачає розміщення об'єктів житлового та громадського будівництва, ландшафтно-рекреаційних зон, водних і туристичних об'єктів.

Розроблення проєктів рекультивації здійснюється на основі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних, водогосподарських, лісгосподарських та інших нормативів і стандартів відповідно до регіональних природно-кліматичних умов і місця розташування порушеної ділянки.

Одним із зарубіжних прикладів рекультивації виробничих територій є ландшафтний парк Duisburg-Nord – колишній індустріальний комплекс, що знаходиться в м. Дуйсбурзі, Німеччина. Цікавий він впершу чергу тим, що завдання трансформації промзони і рекультивації території як наземних, так і підземних об'єктів було вирішене без суттєвого порушення промислового ландшафту.

Ще одним реалізованим проєктом з рекультивації територій та реновації промислових будівель є культурно-розважальний центр, розташований на колишній шахті Цольферайн (м. Ессен, Німеччина, федеральна земля Північний Рейн-Вестфалія). Сама шахта була закрита в 1986 році як економічно не перспективна. Але споруди на території шахти та збагачувальної фабрики збереглися в первозданному вигляді й перетворилися в культурний і творчий центр міста Ессена.

Таким чином, в процесі реновації промислових територій міста вирішуються такі основні екологічні і містобудівні задачі: покращення санітарно-гігієнічних умов території; відновлення екосистем, удосконалення архітектурно-планувальної організації території; покращення експлуатаційних і господарських характеристик території.

АМЕРИКАНСЬКИЙ ДОСВІД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ

ДАНИЛЕНКО А.В.,
ХІЛІНСЬКА Є.О.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна*

Енергоефективність у транспортному секторі США заслуговує на особливу увагу з точки зору енергетичної безпеки та захисту навколишнього середовища. Насправді у всьому світі на транспортний сектор припадає четверта частина загального споживання. У багатьох країнах частка транспорту ще більше, вона становить третину і більше від загального споживання енергії. Майже вся транспортна енергія використовується у вигляді нафти. Оскільки цей сектор майже повністю залежить від одного виду палива — нафти, близько 60 відсотків якої імпортується. Це призводить до великого витоку ресурсів, а також до політичної та економічної напруги з країнами-постачальниками нафти.

З енергії, використовуваної у цьому секторі, приблизно 65% споживається автомобілями з бензиновим двигуном, переважно особистими. Транспорт із дизельним двигуном (поїзди, торгові судна, важкі вантажівки тощо) споживає близько 20%, але на повітряні перевезення припадає 15%. Створена в середині 70-х років Федеральна програма Corporate Average Fuel Economy (CAFE) зажадала від автовиробників постійно підвищувати економію палива для автопарку. Значної економії палива досягнуто, в основному внаслідок зменшення розміру та ваги транспортного засобу, яке почалося наприкінці 1970-х років, поряд із переходом на передній привід.

На додаток до програми CAFE уряд США стимулює ефективність транспортних засобів за допомогою податкової політики, наприклад, надає право на отримання податкових пільг для електричних автомобілів. На розвиток виробництва електроавтомобілів держава спрямовує 174 млрд. доларів: 100 млрд. з яких - у вигляді субсидій на купівлю електромобілів споживачами, 10 млрд. - на стимулювання продажів вантажних автомобілів з нульовим викидом вуглекислого газу, 45 млрд. - на електрифікацію автобусних парків, у тому числі шкільних, 15 млрд. – на розширення інфраструктури зарядних станцій до півмільйона пунктів.

Ще одним напрямком економії бензину є скорочення кількості пройдених кілометрів. Приблизно 40% використання автомобілів у США пов'язане із

щоденними поїздками на роботу. У багатьох міських районах пропонується субсидований громадський транспорт, щоб скоротити рух транспорту, і заохочувати спільне використання автомобілів, надаючи виділені смуги руху для автомобілів з високою відвідуваністю та нижчі дорожні збори для автомобілів з кількома водіями.

Інший важливий напрямок включає заохочення людей до переходу на більш ефективні види транспорту (переміщення між видами транспорту), наприклад, перехід з легкових автомобілів на поїзди. Цей потенціал, що дозволяє пересадити людей з автомобілів, вказує на критичний вимір: щоб підвищити ефективність транспортного сектора, необхідно задовольнити переваги споживачів. Ключовим моментом є створення більш ефективних транспортних систем, які залучатимуть клієнтів за рахунок якісного обслуговування.

Наступним важливим напрямком який стимулює енергоефективність транспортних засобів у США - це заходи дорожнього руху. Щоб згладити та зменшити транспортний потік, застосовують різні заходи щодо дорожнього руху та динаміки руху. Прикладом, є синхронізація світлофорів і зниження швидкості обмеження на перевантажених магістралях. Це, безсумнівно, зменшує споживання палива автомобілем та викиди CO₂. З іншого боку, такі заходи теж прагнуть покращити рух транспорту та зменшити затори, які можуть спричинити збільшення трафіку. Це може звести нанівець можливі переваги на транспортний засіб.

Отже, американський досвід енергозбереження у транспортному секторі полягає як у підвищенні ефективності використання рідкого палива (особливо нафти), перемиканні частини енергоспоживання автопарку на електроенергію (включаючи транспортні засоби на водневих паливних елементах), так і в податкових стимулах для заохочення інвестицій приватного сектора до дослідження та розробки інфраструктури, що сприяє створенню нових ефективних транспортних систем. Список можливих дій уряду США щодо підвищення ефективності транспортного сектора є довгим, і він також добре відомий і добре зарекомендував себе.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТПВ ДЛЯ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

МАКОВЕЦЬКА О.О.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна*

Енергоресурсоємність продукції в Україні визначається не стільки власною продукцією підприємств, скільки замороженою у відходах значною частиною ресурсного та енергетичного потенціалу. Згідно даних наданих Державною службою статистики України у 2020 році було утворено більше 54 млн. м³ побутових відходів. З усіх відходів 1,7% було спалено, 4,6% було направлено на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні лінії, а решта – розміщено на полігонах та звалищах. Більшість накопичених в Україні відходів залишаються поза сферою господарської діяльності.

Ситуація з утворенням та накопиченням відходів була критичною ще до початку повномасштабного вторгнення РФ. Загальний обсяг накопичених в Україні промислових та побутових відходів оцінювався у 15,6 млрд. т. та загальна площа звалищ становила понад 9 тис. га. Тепер вона стала просто катастрофічною. На звільнених територіях утворилися мільйони тонн відходів від руйнування будівель та об'єктів інфраструктури, тисячі знищених та пошкоджених автомобілів. На сході та півдні України, де продовжуються бойові дії, масштаби руйнувань та утворення відходів неможливо оцінити повною мірою.

Розкладання побутових відходів є третім за обсягом джерелом викидів метану в атмосферу – парникового газу, який у 86 разів потужніший від CO₂. Викиди метану в Україні від звалищ протягом 2016-2021 років безперервно зростали. За даними, які Україна представляє в ООН, 2020 року на звалища припадало 15,4% національних викидів метану – більше, ніж від сільського господарства (13,7%).

Все більш перспективним стає спосіб переробки відходів в енергетичних цілях – виробництво біогазу. Європейський ринок біогазу в силу цих причин має стійку тенденцію до розширення: щорічно обсяг виробництва тут зростає не менше ніж на 20-25%.

В середньому, біогазовий потенціал українських ТПВ складає 60-75 м³/т ТПВ в перерахунку на метан. Швидкість розпаду ТПВ визначається морфологією ТПВ та фізичними умовами в тілі полігону, в основному вологістю та температурою. Період напіврозпаду органічної фракції ТПВ в українських умовах (відповідає 50% утворення біогазу) становить 10-12 років. Для

українських місць захоронення відходів ефективність збору біогазу на керованих полігонах може бути в межах 25-30%.

За даними Державної служби статистики, на жовтень 2021 року чисельність населення України становила 41 млн 319 тисяч громадян. Якщо врахувати, що частка населення України, що проживає в містах з населенням понад 200 тис. мешканців, становить 40%, то загальний потенціал збору біогазу з ТПВ в Україні становитиме:

$10 \text{ млн. т ТПВ/рік} \times 60 \text{ м}^3/\text{т} \times 0,40 \times 0,25 = 60 \text{ млн. м}^3/\text{рік} \text{ CH}_4 = 2,1 \text{ млн. ГДж} = 580 \text{ ГВт} \cdot \text{год}$

Енергетичну утилізацію біогазу доцільно використовувати на полігонах із середньою товщиною шару ТПВ принаймні 10 м і з накопиченою кількістю ТПВ принаймні 1 млн т. Велике значення має також тривалість накопичення необхідної кількості відходів. Зазвичай цим умовам задовольняють полігони, які приймають відходи населених пунктів сумарне населення яких перевищує 200 тис. мешканців. Кількість біогазу, що утворюється на полігоні, визначається морфологією ТПВ та графіком захоронення відходів.

Зараз в Україні доцільність утилізації біогазу визначається можливістю продажу електроенергії з використанням «зеленого» тарифу (0.1239 Євро/кВт•год без ПДВ). Тому основною метою утилізації біогазу з ТПВ стало не зниження емісії парникових газів, а виробництво електроенергії з продажом за «зеленим» тарифом.

Одеська область відноситься до енергозалежних та енергодефіцитних В області зараз існує 608 полігонів/звалищ твердих побутових відходів площею 1274,9 га (рис.1). Переважна більшість полігонів працює в режимі перевантаження, тобто з порушенням проектних показників щодо обсягів накопичення відходів.

Майже всі звалища потребують невідкладної санації і рекультивації. В багатьох містах мають місце несанкціоновані звалища ТПВ, за якими відсутній будь-який контроль, що не виключає звалювання туди медичних, токсичних та радіоактивних відходів.

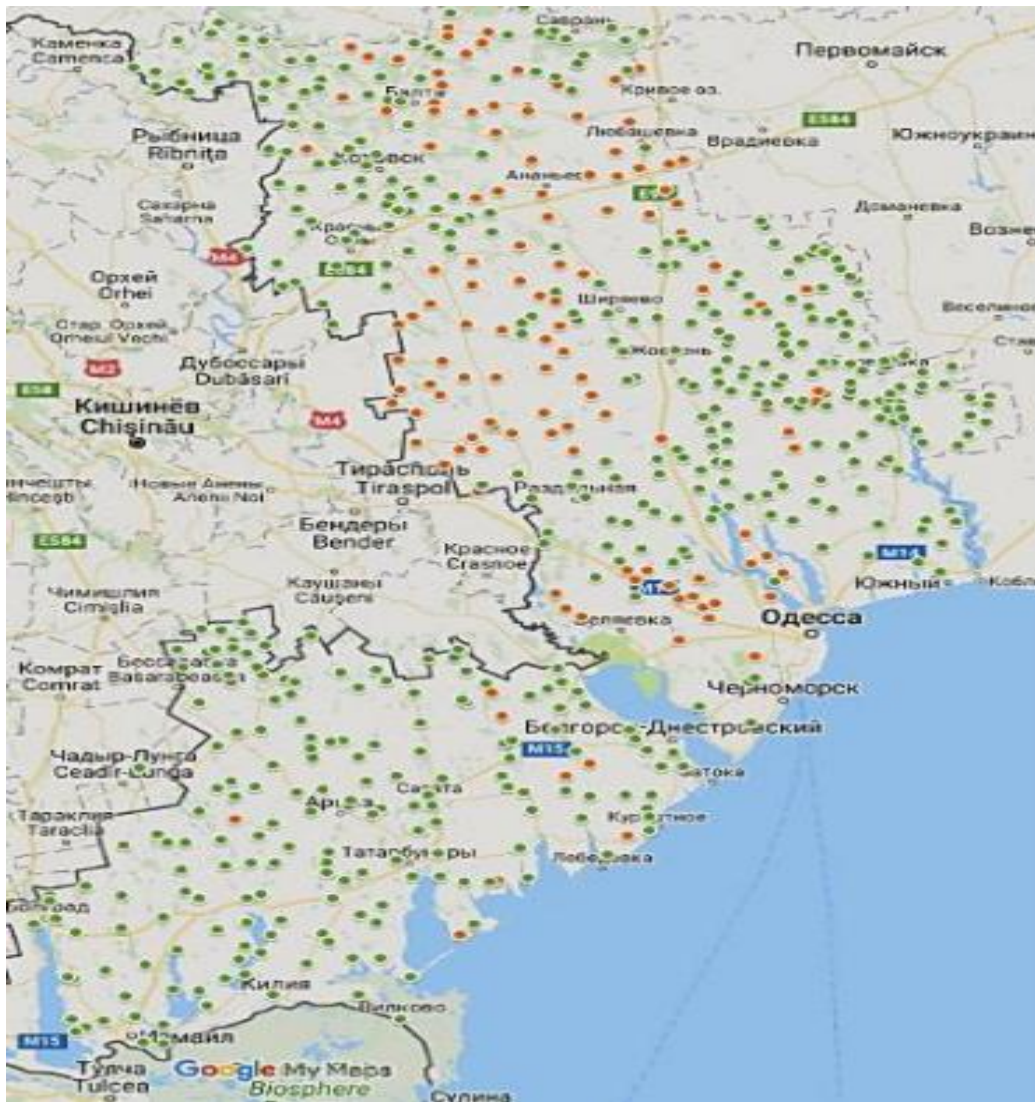


Рис. 1. Місця розміщення полігонів та звалищ на карті Одеської області

Протягом 2020 року на території Одеської області утворилося 506,229 тис. т відходів I – IV класів небезпеки (табл.1).

Таблиця 1

Динаміка основних показників поводження з відходами I-IV класів небезпеки, тис. т (за формою статзвітності №1-відходи)

№ з/п	Показники	2018	2019	2020*
1	Утворено	728,5	640,1	506,229
2	Спалено	54,6	49,5	48,88
2.1	у тому числі з метою отримання енергії	49,0	43,1	43,84
3	Використано (утилізовано)	9,2	2,3	1,75
4	Направлено в сховища організованого складування	497,0	531,8	732,87

Примітка: *Обсяги відходів за 2020 рік значуться як попередні дані, інформація знаходиться у володінні Головного управління статистики в Одеській області.

Видно динаміку збільшення відходів спрямованих до сховищ організованого складування з 497,0 тис.т до 732,87 тис.т. з 2018-2020 рр. Морфологічний склад побутових відходів з кожним роком ускладнюється, включаючи все більшу кількість екологічно небезпечних компонентів і речовин.

Загальна кількість полігонів для захоронення ТПВ, що утворюються в процесі життєдіяльності міста Одеси – 2, у тому числі:

- Полігон ТПВ-1 «Дальницькі кар'єри» – робочий. Місце розташування – Біляївський та Овідіопольський райони;
- Полігон ТПВ-2 «Цементний завод» – закритий. Місце розташування – місто Одеса, вул. Хуторська, 70.

Полігон ТПВ-1 експлуатується з 1968 року, розрахунковий термін експлуатації – 30 років. Полігон ТПВ-2 експлуатувався з 1976 року, розрахунковий термін експлуатації – 20–30 років. З 2005 року полігон закритий. Площа земельних ділянок полігонів: ТПВ-1 – 96,2 га; ТПВ-2 – 6 га.

На полігоні ТПВ-1 наразі діє спрощена система утилізації побутових відходів: відходи ховаються на полігоні відкритим способом, ущільнюються бульдозерами, шари сміття пересипаються ґрунтом. Звалище розташоване на схилі, у колишніх вапнякових кар'єрах; на звалищі приблизно міститься більш ніж 3 млн. м³ ущільненого сміття. За статистичними даними Департаменту екології та розвитку рекреаційних зон Одеської міської ради протягом року на звалище ТПВ-1 потрапляє більше 2,1 млн. м³ твердих побутових відходів з міст Одеси, Чорноморська та прилеглих до них населених пунктів. На рис. 1 представлено **приблизний** морфологічний склад ТПВ у м. Одесі. Деталізація твердих побутових відходів за періодами, районами, складом і видами людської діяльності у м. Одесі не проводиться.

Категорії відходів, %

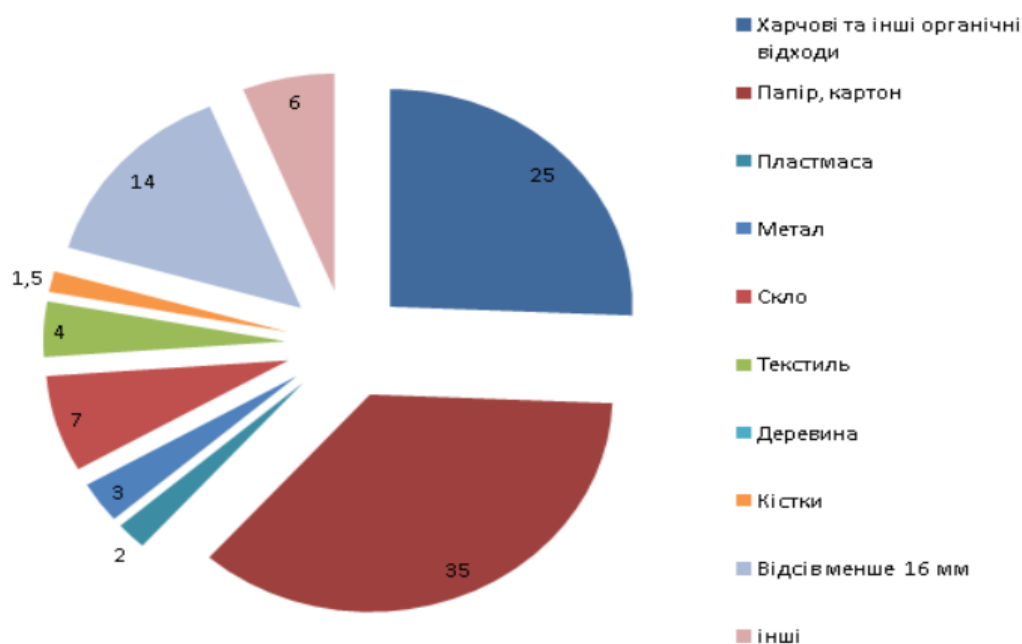


Рис. 2. Приблизний морфологічний склад ТПВ у м. Одесі.

З грудня 2020 року на території полігону ТПВ «Дальницькі кар'єри» діє найпотужніша біогазова станція в Україні. Станція генерує «зелену» енергію зі звалищного газу, що виділяється під час гниття органіки. Загальна потужність станції – 4 МВт, щодня вона генерує понад 90 кВт•год електроенергії електрики (32 млн кВт•год на рік). При цьому одеська станція щогодини знищує 3200 м³ звалищного газу (28 млн. м³ на рік), небезпека якого для навколишнього середовища в 24 рази вища за викиди CO₂. Газ, який виділяється при розкладанні відходів, цілодобово відкачується через свердловини, розташовані по всьому полігону ТПВ і транспортується трубами до газових фільтрів, а потім спалюється для виробництва електроенергії. Установка відкачує із тіла полігону до 90% звалищного газу.

Вирішення проблеми зі сміттям в Україні є однією з умов забезпечення сталого розвитку міст. У Одеської області утворення відходів з року в рік зростає, тоді як значна частка цих відходів видалається на полігони та сміттєзвалища, які експлуатуються неналежним чином, внаслідок чого створюють негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Збір біогазу на полігоні або звалищі є ефективним екологічним заходом. В результаті спалювання біогазу (в енергетичних установках або на факелі) зменшується емісія парникових газів в атмосферу, знищуються органічні леткі сполуки, знижується або усувається ймовірність загорянь ТПВ на звалищах. Крім того, біогаз з ТПВ є місцевим і поновлюваним джерелом енергії.

ТРАНСПОРТНІ ЕНЕРГОВИТРАТИ ЯК КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ

ТАРАСЮК В.П., ОСЕТРІН М.М.

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна*

Вступ. На сьогоднішній день все більшого значення у міжнародній, національній і регіональній політиці набуває концепція збалансованого (сталого) розвитку, яка враховує інтеграцію економічної, соціальної та екологічної складових [1, с.4]. Кожна з наведених складових включає енергетичні витрати.

У період 2014 - 2019 р. обсяг кінцевого енергоспоживання в Україні скоротився з 61460 до 49359 тис. т. нафтового еквіваленту (н.е.) (табл. 1). Хоча обсяг енергоспоживання на транспорті за вказаний період практично не змінився (10327 тис. т. н. е. у 2014 році, а в 2019 р - 10064 тис. т. н. е.), його частка у загальних витратах зросла з 16,8% у 2010 р. до 20,4% у 2019 р. [2].

Таблиця 1 – Обсяги кінцевого енергоспоживання в Україні

	Одиниці виміру	Роки					
		2014	2015	2016	2017	2018	2019 ²
Кінцеве енергоспоживання (всі галузі)	тис. т н.е.	61460	50831	51649	49911	51458	49359
Транспорт	тис. т н.е.	10327	8750	9165	9624	9488	10064
	%	16,8	17,2	17,7	19,3	18,4	20,4

Тенденція по зростанню частки транспорту в загальних енерговитратах пов'язана, в тому числі, зі зростанням кількості транспортних засобів, які, в свою чергу, призводять до змін умов руху транспортних потоків у мережі.

Ефективна реалізація державної політики енергозбереження неможлива без зменшення енергоспоживання на транспорті. В зв'язку з цим, в процесі планування та прийняття рішень необхідно враховувати транспортні енерговитрати як один із критеріїв ефективності транспортних систем (ТС).

Постановка проблеми. Діючі нормативні документи, які характеризують функціонування ТС, не включають транспортні енерговитрати як один із критеріїв їх ефективності. На сьогоднішній день питання врахування транспортних енерговитрат при обґрунтуванні прийняття містобудівних рішень

розглядалось лише в контексті вибору інженерно-планувальних рішень транспортно-планувальних вузлів [3, с. 22; 4, с. 171] як локальних елементів у структурі ТС міста. Однак для визначення впливу транспортних енерговитрат на планувальні рішення міст необхідно здійснювати комплексну оцінку ефективності їх ТС, враховуючи вулично-дорожню мережу та транспортні потоки, які рухаються в її межах.

Основна частина. ТС є однією із складових формування економічного розвитку територій. Терміном «транспортна система» позначається комплекс усіх засобів транспорту, що організовані для виконання перевезень [5, с. 122]. Залежно від масштабу виконуваних завдань можна виділити наступні рівні ТС:

- міжнародний;
- державний (в межах країни);
- регіональний (в межах областей, районів);
- міський (в межах окремих населених пунктів);
- галузевий (для окремих підприємств (організацій)).

Одним із критеріїв ефективності кожного з рівнів ТС є транспортні енерговитрати. Вивчення їх впливу на планувальні рішення міст представляє складну багатофакторну задачу, вирішення якої потребує глибокого всебічного аналізу, дослідження взаємозв'язків та взаємовпливів ТС кожного з наведених рівнів (рис. 1).

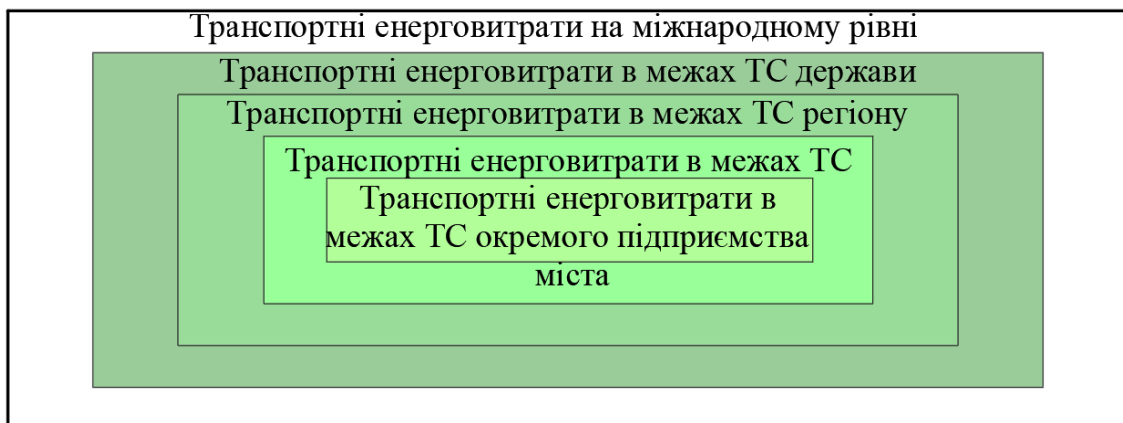


Рис. 1 – Формування транспортних енерговитрат в межах ТС різних рівнів

В рамках даної роботи детальніше розглянуто взаємозалежність транспортних енерговитрат в межах ТС міста та підприємств. Для планування потреби підприємств, організацій та установ в паливно-мастильних матеріалах і контролю за їх витратами, ведення звітності, запровадження режиму економії і раціонального використання нафтопродуктів застосовують Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті (далі «Норми»). Дані «Норми» призначені для транспортних засобів, що працюють на бензині,

дизельному паливі, зрідженому нафтовому та стисненому природному газі. Норм, які б регламентували споживання електроенергії та альтернативних видів палива на транспорті, в Україні немає.

«Норми» визначають вплив ТС міста на ефективність роботи ТС підприємства шляхом підвищення норм витрат палива в їх межах [6, с. 2]:

- в межах міст, а також поселеннях міського типу та інших населених пунктах за наявності в них регульованих перехресть (світлофорів) - до 5%;
- в межах міст Алчевськ, Біла Церква, Бровари, Вінниця, Горлівка, Дніпродзержинськ, Євпаторія, Єнакієве, Житомир, Івано-Франківськ, Кам'янець-Подільський, Керч, Кіровоград, Краматорськ, Кременчук, Кривий Ріг, Лисичанськ, Луганськ, Луцьк, Макіївка, Маріуполь, Мелітополь, Миколаїв, Нікополь, Павлоград, Полтава, Рівне, Севастополь, Сєверодонецьк, Сімферополь, Слов'янськ, Суми, Тернопіль, Ужгород, Херсон, Хмельницький, Черкаси, Чернігів, Чернівці, Ялта - до 10%;
- в межах міст Дніпропетровськ, Донецьк, Запоріжжя, Київ, Львів, Одеса, Харків - до 15%.

При роботі транспорту, яка потребує частих зупинок (в середньому більше, ніж одна зупинка на один кілометр пробігу), у тому числі технологічних зупинок, пов'язаних із завантаженням і розвантаженням, посадкою і висадкою пасажирів, а також робота в напружених дорожніх умовах міст, пов'язаних із частими зупинками дорожнього руху (зокрема, у центральних частинах міст), та поїздки на короткі відстані (до 5 км) з тривалими перервами між поїздками (одна година і більше) передбачають зростання витрат палива до 10%.

Таким чином «Норми» дозволяють врахувати склад та структуру транспортного потоку (в т.ч. вид спожитого ним палива) як окремих факторів впливу на показник транспортних енерговитрат в межах ТС міст. Однак проведені дослідження [7, с. 44] показують, що енерговитрати транспортного потоку залежать і від інших факторів впливу, в тому числі: геометричних параметрів мережі, режиму та характеристик руху транспортного потоку, дорожніх умов, кліматичних зон (рис. 2).

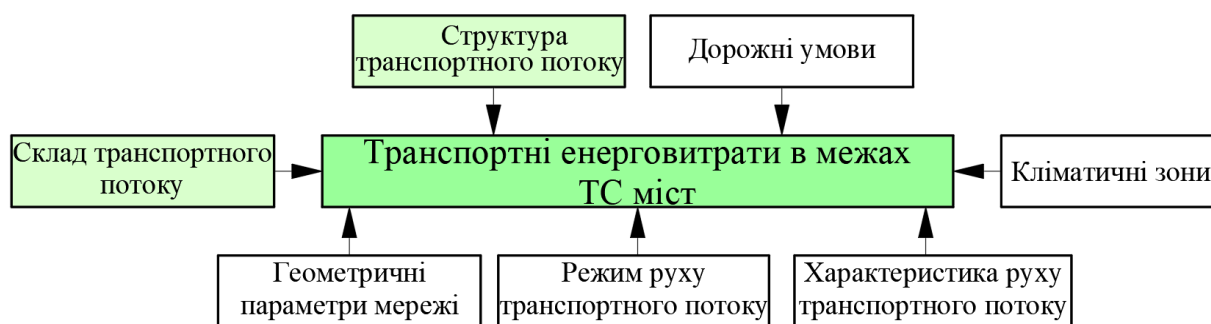


Рис. 2 – Фактори, що впливають на показники транспортних енерговитрат в межах ТС міст

В зв'язку з цим подальші дослідження мають бути спрямовані на врахування впливу усіх наведених факторів при оцінці ефективності роботи ТС міста. При цьому, незважаючи на тенденцію зростання кількості транспортних засобів, що працюють на електриці та альтернативних видах палива, принцип здійснення оцінки їх впливу на обґрунтування вибору планувальних рішень в межах ТС міст залишається незмінним.

Висновок. Як показують дослідження, одним із критеріїв ефективності для ТС усіх рівнів повинні виступати транспортні енерговитрати. При їх визначенні необхідно враховувати технічні, організаційні та планувальні особливості кожної з систем та їх взаємозв'язок між собою. Встановлено, що ефективність роботи ТС підприємства впливає на якість роботи ТС міста та навпаки, тобто спостерігається взаємовплив формування транспортних енерговитрат в межах ТС різних рівнів.

Література

1. Звіт про Стратегічну екологічну оцінку Стратегії розвитку міста Запоріжжя до 2028 року. Режим доступу: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1c2u2uuruu6mk2jk9115vt13eme4.pdf.

2. Електронний ресурс: <http://ukrstat.org>.

3. Тарасюк В.П. Енергетична оцінка як критерій обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетинів міських магістралей / В.П. Тарасюк // Енергоефективність в будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2018. – Вип. 11. – С. 22.

4. Осетрін М.М. Порівняльна оцінка методик визначення транспортних енерговитрат в межах транспортно-планувальних вузлів / М.М. Осетрін, В.П. Тарасюк // Міжнародна науково-практична конференція «Енергоефективне місто. XXI століття», 15-16 жовтня 2020 р., Одеса: матеріали конференції. – О.: ОДАБА, 2020. – С. 171-176.

5. Рогозян Ю.С. Складові та елементи транспортної системи регіону / Ю.С. Рогозян // Ефективна економіка [Електронний ресурс], 2015, №2. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5744>.

6. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 10.02.1998 р. №43.

7. Тарасюк В.П. Принципи і методи оцінки впливу енерговитрат транспортного потоку при обґрунтуванні вибору інженерно-планувального рішення транспортно-планувальних вузлів (на прикладі м. Києва): дис. канд. техн. наук: спец. 05.23.20, «Містобудування, та територіальне планування» / Тарасюк В.П. – Київ, 2018. – 150 с.

**ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ПРО ПІДГОТОВКУ ФАХІВЦІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**ЕЛЬКІН Ю.Г., ВОІНОВ О.П.,
КРЮКОВСЬКА-ТЕЛЕЖЕНКО С.А.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Енергетика є, безперечно, базовою, стратегічною галуззю виробництва. Стійкий та поступальний розвиток енергетики будь-якої держави визначає її енергетичну безпеку, забезпечуючи електрикою та теплотою потреби всіх інших галузей промисловості, а також щоденні потреби населення.

Глобальні екологічні проблеми, нестача власних паливно-енергетичних ресурсів, зростаюча їх вартість, залежність від країн – експортерів газу і нафти, зумовлюють необхідність енергозбереження і підвищення енергоефективності.

Під енергозбереженням розуміють діяльність, спрямовану на раціональне використання енергетичних ресурсів і залучення в господарський обіг відновлюваних джерел енергії для забезпечення енергоефективності економічного розвитку і поліпшення соціальної ситуації в країні, а також збереження екосистеми й невідновлюваних джерел енергії [1, с. 4].

Актуальним завданням сучасних промислових підприємств є економне витрачання енергетичних ресурсів і підвищення ефективності їх використання на всіх стадіях виробництва, тому велика увага приділяється розробці сучасних технологій і проведенню організаційно-технічних та економічних заходів щодо підвищення енергоефективності виробництва, а також інвестиціям у розвиток енергозберігаючих технологій, що забезпечують конкурентоспроможність підприємств і надійну основу майбутнього.

Енергозберігаюча діяльність на вітчизняних промислових підприємствах здійснюється в межах енергозберігаючої політики, проведення якої ґрунтується на результатах економіко-енергетичного обстеження всіх виробничих і невиробничих ланок цих підприємств. Тому основним фактором формування енергоефективності промислових підприємств є створення ефективно діючої системи менеджменту з енергозбереження.

Однак менеджмент з енергозбереження не слід ототожнювати лише із завданням скорочення витрат енергоресурсів. Його цілі носять більш глобальний характер та визначаються сучасними тенденціями розвитку енергетики, а саме: енергозабезпеченням (наданням високоякісних енергоресурсів за умов їх безперебійного постачання), енергодоступністю (енергоресурси повинні мати ринково обґрунтовану ціну за умов енергоощадливості споживачів), енергоприйнятністю (забезпеченням мінімального впливу на екологію) [2, с. 430].

Якість проведення менеджменту з енергозбереження залежить від рівня грамотності і компетентності спеціаліста, який його проводить. Тому важливою частиною діяльності в сфері енергозбереження та раціонального використання палива та енергії має бути підготовка фахівців цього напрямку, кількість яких в нашій країні поки що недостатня.

Організація навчання основам енергозбереження і підвищення енергоефективності перш за все має стосуватися представників місцевих адміністрацій та органів місцевого самоврядування, керівних та відповідальних працівників об'єктів енергозабезпечення, житлово-комунального господарства, будівельного комплексу, персоналу промислових підприємств тощо.

В Україні вже впроваджуються перші навчальні програми цього напрямку. Зокрема для державних службовців органів виконавчої влади, голів місцевих державних адміністрацій та інших Київський національний університет імені Тараса Шевченка запропонував навчальну програму: «Енергозбереження та підвищення енергоефективності. Використання альтернативних паливно-енергетичних ресурсів», яка забезпечує можливість оволодіння знаннями про європейські стандарти енергетичного менеджменту, про компоненти професійної компетентності, які забезпечують здатність розробляти та реалізовувати програми енергозбереження та використання енергозберігаючих технологій [3].

На базі Київського Центру ресурсоефективного та чистого виробництва та Інституту післядипломної освіти НТУУ «КПІ» нещодавно організовано перепідготовку військовослужбовців за курсом підготовки фахівців за спеціальністю «Ресурсоенергоефективні технології» в рамках проекту «Україна-Норвегія», з метою сприяння соціальній адаптації офіцерів, які звільняються в запас, а також членів їх сімей [4].

Доцільно культуру енергозбереження формувати у людини, починаючи з самого дитинства. Ефективною є організація навчання доступним для дитячого сприйняття елементам цієї сфери шкільних викладачів, які привертатимуть увагу дітей до проблеми раціонального використання енергії.

В Україні нещодавно створено за підтримки міністерства освіти і науки перший шкільний освітній проект «Energy School». Учасники проекту отримують навички заощадження енергії в школі та вдома, енергетично та екологічно грамотної поведінки; популяризують ідеї енергозбереження та ощадливого ставлення до енергоресурсів та ін. [5].

До сфери енергозбереження та енергоефективності слід привчати молодих людей на всіх рівнях професійної та на всіх рівнях вищої освіти, а також далі – при навчанні в аспірантурі та докторантурі.

Установи середньої професійної, вищої та післявузівської освіти, а також заклади підготовки, перепідготовки кадрів у програмах навчання та підготовки

мають передбачати основи ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. Повинні бути розроблені та затверджені навчальні плани відповідних дисциплін та система перевірки знань (для держслужбовців на відповідних посадах, можливо, атестація).

І в цьому напрямку в Україні вже зроблено чимало, зокрема в обласних центрах створено низку навчально-практичних центрів за професіями, пов'язаними з енергозбереженням. Також у 2020 році учні профільних професій та викладачі закладів профосвіти одержали змогу проводити освітні заходи на базі енерго-інноваційних хабів, створених у Дніпрі, Харкові та Чернівцях в межах проекту «Реформи у сфері енергоефективності в Україні» [6].

Для працівників, які вже зайняті сьогодні вирішенням питань енергозбереження, у зв'язку з підвищенням вимог до рівня кваліфікації та необхідністю освоєння сучасних методів вирішення професійних завдань, необхідно організувати проведення подальшого підвищення кваліфікації, з метою вдосконалення та отримання нових компетенцій, необхідних для професійної діяльності та підвищення професійного рівня в рамках наявної кваліфікації в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності.

Таким чином, енергоефективність і енергозбереження є відносно новою, але вельми важливою сферою для України, тому необхідна загальнонаціональна освітня програма щодо здійснення національної енергозберігаючої політики.

Література

1. Кошева Г.О. Державні механізми управління енергозбереженням: автореф. дис. ... канд. наук з держ. управ.: спец. 25.00.02 «Механізми державного управління», Донец. держ. ун-т. упр. – Донецьк, 2011. – 20 с.
2. Запашук Л.В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності / Економіка і суспільство, 2017. Вип. 9. - С. 428-434.
3. Профтехи отримують нові навчальні матеріали з енергоефективності та доступ до обладнання енерго-інноваційних хабів.- URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/proftehi-otrimayut-novi-navchalni-materiali-z-energoefektivnosti-ta-dostup-do-obladnannya-energo-innovacijnih-habiv>.
4. Підготовка фахівців за спеціальністю «Ресурсоенергоефективні технології».- URL: <https://kpi.ua/1530-3>.
5. Енергоефективні школи: нова генерація.- URL: <https://energyschool.org.ua/>.
6. Енергозбереження та підвищення енергоефективності. Використання альтернативних паливно-енергетичних ресурсів.- URL: <https://pdp.nacs.gov.ua/courses/enerhozberezhennia-ta-pidvyshchennia-enerhoefektyvnosti-vykorystannia-alternatyvnykh-palyvno-enerhetychnykh-resursiv>.

СТВОРЕННЯ СІМЕЙСТВ ПРИПЛИВНОЇ РЕШІТКИ ЗА ДОПОМОГОЮ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ

ПЕТРЕНКО В. В.¹

ПЕТРЕНКО А. О, ГОЛЯКОВА І.В, ПЕТРЕНКО В.В, ПЕТРЕНКО Б.А.²

¹HERZ Україна, Київ, Україна

²Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, Україна

Autodesk Revit є найбільш популярною BIM-технологією так як застосовується для створення геометрії, яка містить реальні дані, тому і використовується термін «інформаційне моделювання будівель» (BIM).

Autodesk Revit надає можливості тривимірного моделювання елементів будівлі і плоского креслення елементів оформлення, створення призначених для користувача об'єктів, організації спільної роботи над проектом, починаючи від концепції та закінчуючи випуском робочих креслень і специфікацій.

Autodesk Revit призначений для створення єдиної 3D-моделі інженерних систем, безпосередньо систем вентиляції та кондиціонування.

Сімейство є цифровим аналогом фізичного будівельного елемента (двері, колони, стіни, труби, інженерного обладнання та інших елементів). BIM-модель, будучи цифровим аналогом реального об'єкта будівництва, є сукупністю сімейств, зібраною за певними правилами. Сімейства розробляються з урахуванням шаблонів сімейств.

При створенні сімейства слід керуватися принципом розумної достатності, тобто кількість графічної та атрибутивної інформації у сімействі має бути мінімальною, але достатньою для вирішення поставлених завдань. Сімейства, розміщені в BIM-моделі, стають елементами моделі, які з розвитком проекту накопичують необхідну на різних стадіях життєвого циклу інформацію [1, стор.13].

В даній статті ми розглянемо створення сімейств припливної решітки за допомогою Autodesk Revit. Існує різна класифікація сімейств за типом: системні, завантажені, контекстні. Для створення припливної решітки виберемо класифікацію сімейств «системні», які більш підходить для цієї задачі.

Сімейства Autodesk Revit рекомендується створювати послідовно згідно наступних етапів: аналіз; побудування каркасу; побудування об'ємної геометрії; налаштування матеріалів, оглядності та графіки; інформаційне наповнення; технічний опис сімейства. Якщо створення виконувати послідовно за цими етапами, то спрощується сам процес розробки та запобігає можливість

виникнення помилок.

На першому етапі створення припливної решітки «Аналіз», виконуємо схематичне зображення (3 проекції та вид 3D); визначаємо точки вставки сімейства, виходячи із області застосування конкретного елемента; наносимо на схему всі необхідні розміри з наступним виділенням фіксованих та розмірів які вимірюють; підбір параметрів для розмірів які вимірюють; підбір зовнішнього шаблону сімейства (див. рис. 1).

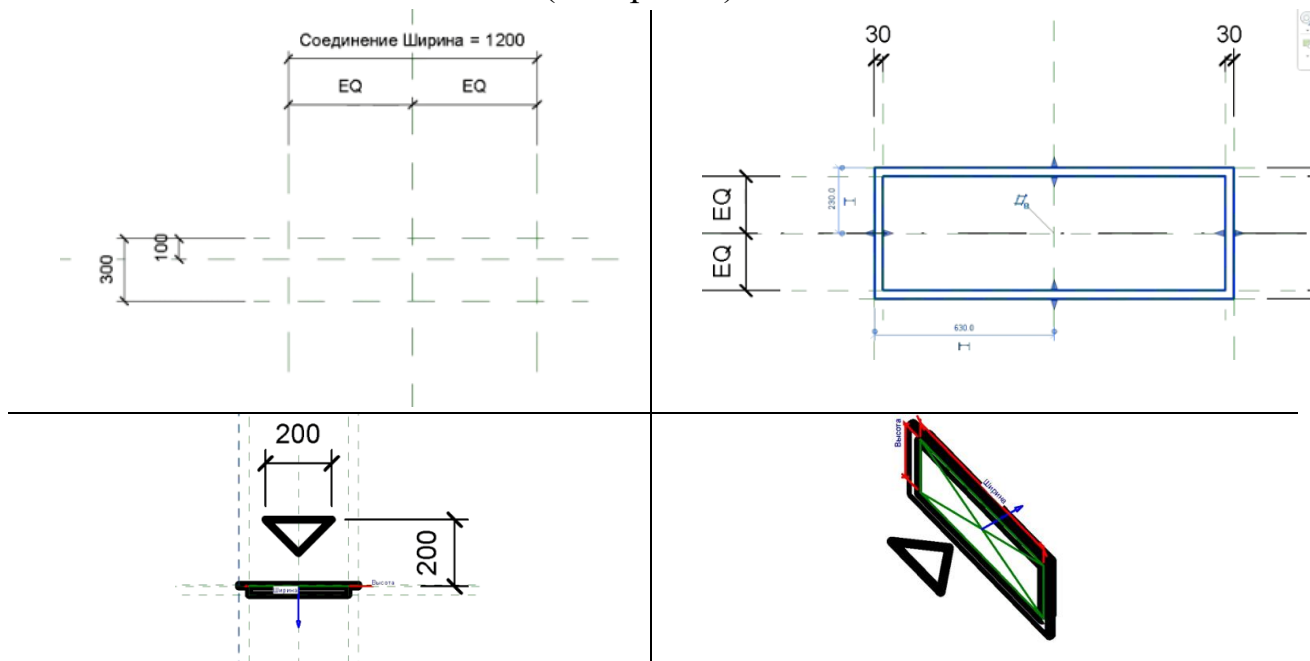


Рис.1. Приклад «Аналіза» сімейств припливної решітки

Другий етап створення припливної решітки «Побудування каркасу» необхідний для формування основи сімейства (опорних елементів). Виконуємо цей етап послідовно: побудова каркасу сімейства – опорних площин та ліній; нанесення розмірів за опорними площинами; створення та призначення основних габаритних параметрів; перевірка коректності роботи сімейства.

На третьому етапі створення припливної решітки «Побудування об'ємної геометрії», виконуємо створення сімейств. Виконуємо цей етап послідовно: вибір методів побудови окремих частин сімейства; створення об'ємної геометрії з прив'язкою до каркаса з опорних площин (після побудови кожного елемента геометрії слід перевірити коректність роботи сімейства, змінивши типорозмір. Послідовність дій «створення елемента геометрії – перевірка» необхідно повторювати, доки не буде створено всю геометрію сімейства); створення та призначення додаткових параметрів для геометрії (якщо потрібно); перевірка коректності роботи сімейства у редакторі сімейств та у проекті.

На четвертому етапі створення припливної решітки «Налаштування матеріалів, оглядності та графіки» слід налаштувати зовнішній вигляд та відображення сімейства на різних рівнях деталізації у проекті. Виконуємо цей

етап послідовно:

- визначення необхідного зовнішнього вигляду сімейства на плані, розрізі та вигляді 3D при різному рівні деталізації;
- визначення потреби у символічній графіці та додатковій геометрії;
- визначення необхідних підкатегорій та матеріалів;
- створення підкатегорій та призначення їх на об'ємні елементи;
- створення символічної графіки, елементів допоміжної геометрії та УДО (умовно-графічного відображення) – за потреби;
- створення параметрів матеріалів та застосування їх до геометрії сімейства;
- налаштування рівнів деталізації об'ємної геометрії та символічної графіки;
- налаштування видимості об'ємної геометрії та символічної графіки.

На п'ятому етапі створення припливної решітки «Інформаційне наповнення» наповнюємо сімейство додатковою атрибутивною інформацією. Виконуємо цей етап послідовно: додавання необхідних обов'язкових та додаткових параметрів (для роботи зі специфікаціями та класифікаторами у проекті); створення та додавання таблиць вибору (при необхідності); створення каталогу типорозмірів (за потреби), рис. 2.

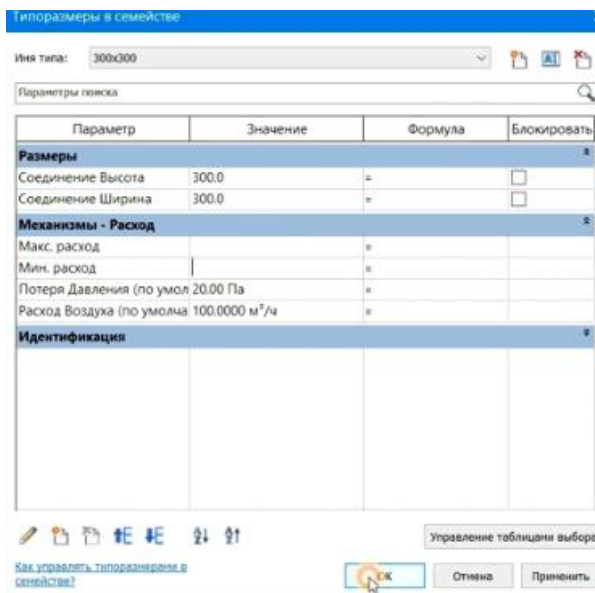


Рис. 2. Вікно Типорозмір в сімействі

На шостому, останньому етапі створення припливної решітки «Технічний опис сімейства» формуємо документ.

Після виконаних етапів припливну решітку можна приєднувати до повітроводу на плані будівлі.

Література

1. Руководство по созданию семейств Autodesk Revit. – Autodesk, Inc. 2017. – 45 с.
2. Revit MEP 2010. Руководство пользователя. 2009, – 1880 с.

ЗМІСТ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНОГО МІСТА

4

Формування енергоефективної житлової забудови в контексті відновлення українських міст 5
АПАТЕНКО Т.М., БЕЗЛЮБЧЕНКО О.С.

Містобудівні аспекти підвищення енергоефективності міських територій 10
ПАНКЄВА А.М., ЗАВАЛЬНИЙ О.В., ПАЛІЙ М.Г.

Енергоефективні методи збереження автентичності пам'яток архітектури 13
СУХАНОВ В.Г., ВИРОВИЙ В.М., СУХАНОВА С.В.

Аспекти енергоефективності при формуванні середовища історичного міста 16
ТОПАЛ С.С., ДОМБРОВАН В.В.

«Розумне» освітлення міст 19
ШИШКІН Е.А., ДОРОГА Є.А.

Заходи з підвищення енергоефективності 22
ШКРАБИК Й.В., ДОЛЖЕНКО М.І.

СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ

24

Сучасні ефективні технології у будівельному 3D друку 25
БАЧИНСЬКИЙ В.В., БОЧОРІШВІЛІ Г.Д., ХЛИЦОВ М.В.

Енергоефективні технології в міському будівництві 29
КОВАЛЬСЬКИЙ В.П., ОЛЕНЮК А.П., КЛЕПАЧ О.І.

Динамічний характер формування експлуатаційних властивостей енергозберігаючих матеріалів 34
КОЛЕСНИКОВ А.В., СЕМЕНОВА С.В., ЗАМУЛА М.А.

Енергозберігаючі технології при проектуванні виконання реконструкції міської забудови 39
КСЬОНШКЕВИЧ Л.М., СТРЕЛЬЦОВ К.О., ЦЮРА В.В.

Еко-ефективні бетони з використанням заповнювачів рециклінгу будівельних відходів 42
РИХЛІЦЬКА О.В.

Принципи проектування будинків з нульовим споживанням енергії 45
САНИЦЬКИЙ М.А., КОТУР Д.Р.

Сучасні екологічні будівельні матеріали для житлових будинків 49
ТКАЧЕНКО О.О., ОЛІЙНИК Т.П.

Особливості вогнезахисту виробів з очерету при зовнішній дії полум'я бензину 52
ЦАПКО Ю.В., БОНДАРЕНКО О.П., ЦАПКО О.Ю., ЖЕРЕБЧУК Д.С.

Ефективність захисту елемента намету гідрофобним покриттям 55
ЦАПКО Ю.В., БОНДАРЕНКО О.П., ЦАПКО О.Ю., НЕРОДА В.П.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ МІСТ	58
Альтернативні джерела енергії систем електро і тепло постачання	59
АРСИРИЙ А.Н., КРАВЧЕНКО О.В., ФЮТАК О.В.	
Теплові насоси – альтернативне джерело енергії	62
АРСИРІЙ В.А., РЯБОКОНЬ П.М., ГОЛУБОВА Д.О., СЕРБОВА Ю.М.	
Умови підвищення ефективності утилізації теплоти в роботі роторного рекуператора	65
ГЕРАСКИНА Е.А., ПЕТРАШ В.Д., ХОМЕНКО О.І.	
Енергоефективна експлуатація водопровідних мереж в умовах воєнного стану	68
ДОБРОВОЛЬСЬКА О.Г., ЧУДНОВСЬКИЙ П.Б.	
Системи опалення будівель у США	71
КЕРШ В.Я., ШВЕЦЬ Я.В.	
Переведення теплопостачання районів міст на електроенергію з використанням існуючих теплових мереж	74
КЛИМЧУК О.А., АНДРЮЩЕНКО А.М., БАБАЄВ Є.С., СЕРГЕЄВ М.І.	
Аналіз ефективності використання різних видів акумуляторів теплоти в комбінованих системах теплопостачання	77
ЛУЖАНСЬКА Г.В., ГРИЩЕНКО С.І., СЕРГЕЄВ І.В., ПАЛАМАРЧУК О.О., КЛИМЧУК І.О.	
Енергозберігаючі технології біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод	81
НЕДАШКОВСЬКИЙ І.П., ХОРУЖИЙ В.П.	
Раціональні шляхи енергоефективної модернізації систем теплопостачання в м. Одеса	84
ПЕТРАШ В.Д., БАРИШЕВ В.П., ШЕВЧЕНКО Л.Ф., ГЕРАСКИНА Е.А.	
Аналіз шляхів розвитку парокompресійного теплопостачання південного регіону України	89
ПЕТРАШ В.Д., МАКАРОВ В.О., ХОМЕНКО О.І.	
Енергозберігаючі матеріали фільтрувальних споруд	92
ПРОГУЛЬНИЙ В.Й.	
Підвищення ефективності регулювання дощового стоку на міських територіях	96
ТКАЧУК О.А., ШЕВЧУК О.В.	
Ефективна реконструкція систем теплопостачання багатоквартирних житлових будинків	100
ФОЩ А.В., ФОЩ М.В.	
Аналіз заходів з підвищення енергетичної ефективності громадянських будівель	103
ШЕВЧЕНКО Л.Ф., ПЕТРАШ В.Д.	
Каскадний термоакумулятор для системи гарячого водопостачання на базі сонячних колекторів	106
ШЕСТОПАЛОВ К.О., ХЛІЄВА О.Я.	
	109

МІСЬКА ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА. МІСЬКА ЕКОЛОГІЯ

Інноваційні аспекти еколого-містобудівної реновації виробничих територій сучасних міст 110
ГАЙКО Ю.І., ШИШКІН Е.А.

Американський досвід енергозбереження у транспортній галузі 113
ДАНИЛЕНКО А.В., ХІЛІНСЬКА Є.О.

Енергетичний потенціал ТПВ для Одеського регіону 115
МАКОВЕЦЬКА О.О.

Транспортні енерговитрати як критерій ефективності транспортних систем міст 120
ТАРАСЮК В.П., ОСЕТРІН М.М.

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ 124

Про підготовку фахівців з енергозбереження 125
ЕЛЬКІН Ю.Г., ВОІНОВ О.П., КРЮКОВСЬКА-ТЕЛЕЖКО С.А.

Створення сімейств припливної рештки за допомогою ВІМ-технологій 128
ПЕТРЕНКО В.В., ПЕТРЕНКО А.О., ГОЛЯКОВА І.В., ПЕТРЕНКО В.В.,
ПЕТРЕНКО Б.А.