

УДК 69.05

DOI: 10.30838/J.PMNTM.2413.230321.21.731

СУЧАСНІ ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ У м. ЗАПОРІЖЖЯ

ІВАНЕНКО Д. С.¹, *магістрант*,
ЩЕНКО О. С.², *ст. викл.*,
НАЗАРЕНКО О. М.^{3*}, *канд. техн. наук, доц.*

¹ Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (068) 528-67-86, e-mail: d.sergeyevich108@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1635-1214

² Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (095) 203-62-63, e-mail: a.s.ischenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0548-6081

^{3*} Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (066) 783-98-55, e-mail: alexnazar75.an@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5116-3171

Анотація. Постановка проблеми. Проблема підвищення енергоефективності промисловості нині одна з найбільш актуальних і розробляється в рамках декількох сучасних напрямків. Один із провідних напрямків у цій галузі – це розроблення принципів стійкої архітектури. Інший – теорія, орієнтована на життєві цикли проектування та будівництва. **Мета статті** – визначити основні заходи з раціонального використання енергетичних ресурсів, скорочення енергоспоживання на промислових підприємствах, що матиме істотне значення для розвитку країни у європейському напрямі. Використання зарубіжних підходів для формування цілісної методики щодо оцінки енергоефективності. **Аналіз публікацій.** Вивчення не лише закордонних, але й вітчизняних сучасних теоретичних розробок й практичного досвіду дозволить досягти поставленої мети – збільшення енергоефективності промислових будівель в Запорізькому регіоні. Серед європейських країн є приклади, які значною мірою задовольняють сучасним вимогам, в тому числі й щодо енергетичної ефективності в промисловості. **Результати дослідження.** Ефективність заходів з підвищення енергетичної ефективності визначається як різниця у вартості енергії, що споживається після їх введення. Першим кроком в отриманні результатів енергетичної ефективності є енергетичне обстеження або енергетичний аудит. Після закінчення вищезазначених операцій замовнику повинен бути наданий звіт з обстеження об'єкта, до складу якого входять рекомендації (заходи) щодо зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів та їх техніко-економічне обґрунтування, а також енергетичний паспорт об'єкта. **Висновки.** В роботі визначені основні аспекти, які необхідно врахувати під час складання програми енергозбереження на промисловому підприємстві, що включає заходи щодо підвищення енергетичної ефективності. А також визначені основні засоби підвищення енергетичної ефективності промисловості у м. Запоріжжя.

Ключові слова: енергоефективність будівель; підвищення енергоефективності; раціональне використання енергетичних ресурсів; промислове будівництво; реконструкція промислових підприємств; теплозбереження

MODERN THEORETICAL AND PRACTICAL MEASURES TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF INDUSTRIAL BUILDINGS IN ZAPORIZHZHIA

IVANENKO D.S.¹, *Undergraduate*,
ISHCHENKO O.S.², *Assist. Prof.*,
NAZARENKO O.M.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (068) 528-67-86, e-mail: d.sergeyevich108@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1635-1214

² Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (095) 203-62-63, e-mail: a.s.ischenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0548-6081

^{3*} Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (066) 783-98-55, e-mail: alexnazar75.an@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5116-3171

Abstract. Problem statement. The problem of improving the energy efficiency of industry is today one of the most pressing and is being developed in several modern areas. One of the leading directions in this field is the development of the principles of sustainable architecture. **The purpose of the article** is to identify the main measures for the rational use of thermal resources, reducing energy consumption at industrial enterprises, which leads to a significant impact on the development of the country in the European direction. The use of foreign approaches to form a holistic methodology for assessing energy efficiency. **Analysis of publications.** The study of not only foreign, but also domestic modern theoretical developments and practical experience will allow to achieve the goal – to increase an energy efficiency of industrial buildings in Zaporizhzhia region. There are examples among European countries, which largely meet modern requirements, including energy efficiency in industry. **Results of the study.** The effectiveness of measures to improve energy efficiency is defined as the difference in the cost of energy consumed after their implementation. The first step in obtaining the results of energy efficiency is an energy survey or energy audit. Upon completion of the above operations, the customer must be provided with a report on the inspection of the facility, which includes recommendations (measures) to reduce the consumption of fuel and energy resources and their feasibility study, as well as the energy passport of the facility. **Conclusions.** The paper identifies the main aspects that need to be considered when drawing up an energy saving program at an industrial enterprise, which includes measures to improve energy efficiency. Also identified the main means of improving the energy efficiency of industry in Zaporizhzhia.

Keywords: *energy efficiency of buildings; energy efficiency improvement; rational use of energy resources; industrial construction; reconstruction of industrial enterprises; heat saving*

Постановка проблеми. Проблема підвищення в промисловості енергетичної ефективності наразі одна з найбільш актуальних і розробляється в рамках декількох сучасних напрямків. Один із провідних напрямків у цій галузі – розроблення принципів стійкої архітектури. Інший – це теорія, орієнтована на життєві цикли проектування та будівництва.

Усі передові напрямки мають загальні риси. В першу чергу, це зниження негативного впливу на екосистеми, комплексне проектування з урахуванням усіх факторів життєдіяльності з метою створення стійких систем. Аналіз основних тенденцій розвитку будівництва дозволяє виявити основні напрямки та заходи, спрямовані на підвищення енерго-ефективності архітектури.

Аналіз публікацій. Вітчизняний досвід дослідження питань підвищення енергоефективності об'єктів промислової галузі зустрічається в роботах В. І. Доненка та Л. В. Щербини на прикладі ревіталізації промислових об'єктів [1]. Методики розрахунку індикаторів енергоефективності опалення і гарячого водопостачання в житловому секторі на регіональному рівні для оцінки потенціалу енергозбереження в теплозабезпеченні, що описані в дослідженні Б. Додонова, їх можна

використовувати для розрахунків на промислових об'єктах [2].

В статті О. Л. Іщенка підкреслюється важливість використання енергозберігаючих технологій при відновленні промислових підприємств, наведені технології, які дають значний енергозберігаючий ефект, що, одночасно із економічним розвитком окремого підприємства, розвиватиме економіку країни в цілому [3]. Грунтуючись на цьому, можна відмітити, що такі заходи допомагають збільшити продуктивність підприємства без внесення значних інвестицій вже під час ремонту або модернізації діючих інженерних мереж. Це призведе до заощадження коштів підприємства та збільшить його енергетичну ефективність. Крім цього, відновлення інженерних систем знижує собівартість продукції, скорочує забруднення навколишнього середовища підприємством.

В. В. Білодід у своїй роботі [4] ставить питання щодо неможливості досягнення оптимальних результатів при використанні теплової енергії на підприємствах, що свідчить про необхідність аналізу існуючих систем та їх модернізації. В роботі він виконав статистичний аналіз системи теплозабезпечення України, її вироблення та споживання, а це дає змогу спиратися на певні показники, за допомогою яких

встановлюються пріоритетні галузі, що мають розвиватися для досягнення поставленої мети.

У своїй роботі А. А. Долінський та Б. І. Басок [5] акцентують увагу на тому, що стратегія теплозабезпечення населених пунктів, яку диктує державна політика з розвитку теплового постачання, матиме значні результати лише при взаємодії професійних та державних структур. Вирішальною є регулярна підтримка нововведень та інноваційних рішень.

Фактично деякі проблеми, пов'язані з нераціональним споживанням ресурсів, виникають вже після вводу в експлуатацію підприємства. М. В. Кулік та І. В. Доненко у своїй роботі [6] запропонували стратегії та методики, що здійснюються на стадії проектування та допомагають під час експлуатації зберегти енергетичні ресурси і, як наслідок, підвищити енергоефективність підприємства.

Зарубіжна практика будівництва енергоефективних будівель в останнє десятиліття характеризується стрімким розвитком і масовим поширенням нових технологій в будівництві [7]. Цьому сприяє не тільки стрімкий розвиток техніки і технологій, а й більш усвідомлена екологічно орієнтована позиція урядів і громадян найбільш економічно розвинених країн. Найбільшого поширення сучасні енергоефективні технології отримали в житловому будівництві, особливо в країнах північної Європи [8].

У недавньому минулому основними вимогами при проектуванні промислових підприємств були гнучкість будівель (різні умови виробництва) і придатність до розширення виробництв. Сьогодні на перший план виходять енергоефективність і оптимізація циклічних витрат (собівартість життєвих циклів виробничих одиниць, обладнання, конструктивних елементів, будівельних матеріалів).

Одним із центрів вивчення даної проблематики є Технічний Університет у Відні, Австрія. В університеті розроблена подібна система моделювання і оцінки, що враховує три групи основних вихідних

даних: будівля, енергія і виробничий процес.

Проаналізувавши зарубіжний досвід промислового будівництва, можна виділити декілька яскравих прикладів вдалого застосування сучасних енергоефективних технологій.

1. *Завод SEAT (концерн Фольксваген) в Мартурель, Іспанія.* Найбільша в світі енергетична установка, яка працює на сонячній енергії, споруджена на автомобільному заводі в м. Мартурель, Іспанія. Сумарна потужність установки становить 4 МВт. Особливо слід відзначити розміщення установки. Автори проекту змогли поєднати одразу дві функції: крім джерела енергії ця установка створює додаткове затінення на території стоянки автомобілів, що є вдалим прикладом поєднання технічних і будівельних засобів підвищення енергоефективності виробництва.

2. *Green House завод компанії Herman Miller, Холланд, Мічиган, США.* «Зелений дім» – виробнича будівля з офісом всесвітньо відомої меблевої фабрики Херман Міллер, побудована в 2005 році. «Зелений дім» є яскравою ілюстрацією того, як стійка архітектура сприяє не тільки поліпшенню фізичного і психічного здоров'я своїх мешканців, а й служить підвищенню корпоративного духу і продуктивності праці при застосуванні її в промисловому будівництві.

Нова будівля адміністративно-виробничого комплексу фабрики Херман Міллер візуально вписана і «вбудована» в ділянку. У всіх адміністративних та виробничих приміщеннях забезпечений максимальний доступ природного денного світла і свіжого повітря, що позитивно позначається на здоров'ї і настрої людей, що перебувають в приміщеннях.

Мета статті – визначити основні заходи з раціонального використання енергетичних ресурсів, зі скорочення енергоспоживання на промислових підприємствах, що матиме істотне значення для розвитку країни в європейському напрямі.

Результати дослідження. Економічний потенціал характеризує нереалізовані

можливості підприємства із заміни наявного обладнання на більш ефективне, а також можливості виробництва енергозберігаючого обладнання і застосування споживачами енергозберігаючого обладнання і технологій [4].

Процес підвищення енергетичної ефективності заснований на двох основних поняттях: енергетичного менеджменту і енергетичного аудиту.

Енергетичний менеджмент являє собою управління енергоресурсами, як будь-яким іншим виробничим ресурсом, з метою зниження витрат шляхом поліпшення ефективності. До теперішнього часу питання управління споживанням ресурсів та підвищення енергоефективності розглядалися переважно як технічні.

Енергетичний аудит – це комплекс заходів щодо виявлення резервів енергоспоживання, а також вироблення ефективних пропозицій щодо збереження енергетичних ресурсів. Існує чотири принципи підвищення енергетичної ефективності на промисловому підприємстві:

- зниження енергоспоживання за рахунок самообмеження або примусово (регулювання або економічні методи);
- використання більш ефективних альтернативних методів, процесів або обладнання; даний шлях вимагає нових технологій, обладнання;
- заміна одного виду палива або джерела енергії іншим, що може вести до чистої економії дорогого палива або джерела енергії із заміною його на більш дешевий енергетичний ресурс;
- оптимальне налаштування трьох попередніх принципів.

Ефективність заходів з підвищення енергетичної ефективності визначається як різниця у вартості енергії, що споживається після їх введення. Саме цей показник виступатиме функцією для оптимізації підприємства. Рішучим аргументом для розвитку енергоефективності має стати посилення адміністративного впливу на енергетичний сектор економіки. Це можливо після введення системи

регіональних заходів щодо вирішення зазначеного питання.

Важливим є факт відсутності перспективи загального характеру. Тобто необхідно створювати комфортне середовище для споживача (власників підприємств), а не вчити його економити. В країнах ЄС це зрозуміли давно, бо якщо і споживач, і сам бізнес побачить конкретну вигоду, тоді можливий і локальний розвиток галузі.

Перспективи збереження енергії залежать не стільки від субсидій або інвестицій, скільки від вміння держави на законодавчому рівні встановити та підтримувати інтереси споживача і виробника енергії [1].

Як видно з аналізу публікацій та досвіду розвинених країн, саме державне регулювання в рамках енергозбереження дозволяє досягти найбільших результатів у зниженні енергетичної ємності економіки в цілому. Потрібно зауважити, що ця політика має бути комплексною та включати в себе як адміністративні, так і економічні стимули до підвищення енергоефективності промислових будівель.

Крім економічного ефекту енергетична ефективність дає соціальний ефект виробнику продукції, а саме поліпшення бюджетного балансу, що дозволяє стимулювати технічне переозброєння виробництва. При цьому підвищується і культура виробництва, що особливо важливо для Запорізького регіону [7].

Першим кроком в отриманні результатів енергетичної ефективності є енергетичне обстеження або енергетичний аудит. Енергетичне обстеження – це захід, що безпосередньо проводиться співробітниками підприємства, а енергетичний аудит – це захід, що проводиться співробітниками сторонньої організації.

Метою енергетичного обстеження є можливість, на основі аналізу матеріальних і енергетичних потоків, визначити джерела збереження енергетики, оцінити їх потенціал, розробити конструкцію програми з енергозбереження, підтвердивши за допомогою техніко-економічного

обґрунтування їх ефективність та інвестиційну спроможність.

Після закінчення вищезазначених операцій замовнику повинен бути наданий звіт з обстеження об'єкта, до складу якого входять рекомендації (заходи) щодо зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів та їх техніко-економічне обґрунтування, а також енергетичний паспорт об'єкта. Дуже важливою величиною в даних документах є ефект енергозбереження, який є різницею затрат, в фізичних і економічних одиницях, до впровадження заходів з підвищення ефективності використання енергії та енергетичних ресурсів після їх впровадження, тобто окупність зазначених заходів.

Основні заходи, спрямовані на підвищення ефективності промислового будівництва можна умовно поділити на дві групи - архітектурні та технічні.

Архітектурні засоби підвищення енергоефективності будівель:

- Економія штучного світла (застосування природного освітлення, світло-аераційні ліхтарі);

- Повторне використання тепла системами вентиляції та кондиціонування (композиційними засобами);

- Застосування природної вентиляції.

Технічні заходи підвищення енергоефективності будівель:

- Використання альтернативних джерел енергії.

- Застосування теплових насосів.

- Зниження температури опалювальних систем.

- Покращена теплоізоляція фасадів і покрівель.

- Застосування ґрунтових вод для систем охолодження і технічних потреб.

- Екологічні будівельні матеріали.

- Централізоване управління вентиляційними системами;

- Використання надлишкового технологічного тепла.

Суцільне скління огорожувальних конструкцій це ще один приклад конструктивних рішень, тимчасова відмова

від яких довів їх незамінність і практичність. На сучасному етапі надається особливе значення також візуальному контакту з навколишнім середовищем, що досягається за допомогою застосування не тільки світлопрозорих огорожень, а й ландшафтному рішенням прилеглих територій.

Завдяки розвитку будівельної промисловості сьогодні архітектори володіють великим арсеналом конструктивних рішень, що дозволяє більш вільно розміщувати адміністративно-побутові приміщення в структурі виробничих будівель.

Розміщення адміністративно-побутових приміщень всередині структури виробничих будівель дозволяє не тільки підвищити доступність і комфорт робочих місць, а й оптимізувати витрати на обігрів приміщень, системи вентиляції та кондиціонування.

Перехід до використання та вибору найбільш підходящих будівельних матеріалів для покращення стану енергоефективності підприємства слід починати з вивчення їх переваг та недоліків, що ґрунтується також на досвіді інших спеціалістів. Сучасним та найбільш використовуваним будівельним матеріалом для швидко монттованих будівель і споруд є сендвіч панелі. Залежно від того, з якого матеріалу створено каркас будинків, кріплення сендвіч панелі до нього здійснюється за допомогою болтів по дереву або по металу, або за допомогою спеціальних дюбелів, якщо необхідно прикріпити сендвіч панелі до каркаса з бетону. Одна з важливих позитивних сторін використання в будівництві сендвіч панелей полягає в тому, що будівля, яка зведена з їх допомогою, не потребує додаткової обробки.

Переваги сендвіч-панелей:

- високі шумо- і теплоізоляційні властивості;
- зниження навантаження на фундамент;
- тривалий термін експлуатації;
- швидкий монтаж.

Основу панелі складає ізоляція. Для її виготовлення використовуються сучасні види утеплювачів:

- мінеральна вата (МВУ);
- пінополіуретан (ППУ);
- пінополістирол (ППС);
- скловолокно.

Кожна стінова панель має свої переваги та недоліки, разом з цим вони залишаються дуже зручним та сучасним варіантом при будівництві не тільки промислових будівель.

Сендвіч-панелі з утеплювачем із мінерального волокна здатні повністю задовольнити найжорсткіші вимоги, що пред'являються в рамках забезпечення пожежної безпеки, оскільки вони негорючі. Матеріали, що йдуть на створення цих сендвіч-панелей, повністю відповідають усім можливим нормам санітарних та екологічних вимог. Вони дозволені для використання, в тому числі і в житловому будівництві. Товщина облицювального оцинкованого листа – 0,5 мм. Панелі, як правило, фарбуються з обох боків і можуть використовуватися в створенні будівель, призначених для харчової промисловості.

На прикладі сендвіч-панелей фірми «Стілма Груп» можна дослідити зв'язок теплопровідності матеріалу з його ціною. За побудованим графіком порівняння типу утеплення стінових панелей залежно від їх ціни, товщини та теплотехнічних характеристик, можна підібрати найбільш оптимальне рішення під проект зведення промислової будівлі залежно від її призначення (рис. 1). Як видно з даних таблиці 1, серед порівнювальних утеплювачів за показниками теплопровідності лідує наповнювач PIR. Високі теплотехнічні властивості, екологічність, підвищена несуча здатність, стійкість до температурних коливань та, головне – довговічність та зручність в монтажі, – все це переваги, які відповідно характеризуються високою вартістю (рис. 1). Отже кожен фахівець має змогу обрати підходящий варіант в залежності від необхідних характеристик та умов

виробництва.

Таблиця 1

Підбір стінових панелей залежно від теплотехнічних вимог та вартості

Тип панелі	Товщина, мм	Теплопровідність	Гри/м ²
Пінополістирол	100	0,037 Вт/мК	595
Пінополіуретан	80	0,032 Вт/мК	692
Мінеральна вата	120	0,039 Вт/мК	730
Наповнювач PIR	80	0,024 Вт/мК	752

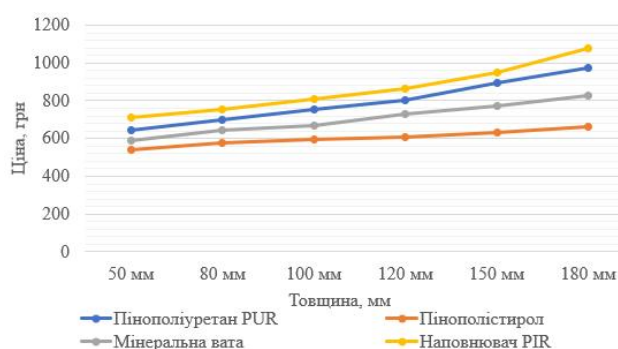


Рис. 1. Залежність ціни від товщини сендвіч-панелі та матеріалу утеплювача

Теплопровідність матеріалу, з якого виготовлено панель, напряму пов'язана із втратами тепла будівлею. Адже раціональний підхід до планування, вибору утеплювача, правильного монтажу дає змогу не тільки створити більш комфортні умови перебування на підприємстві, але й заощаджувати чималі кошти на оплату опалення, завдяки економії теплової енергії, що є безумовною перевагою при використанні стінових панелей з оптимально підібраних матеріалів. При збільшенні товщини утеплювача підвищується і опір теплопередачі, що дає, в залежності від тепловтрат промислової будівлі, можливість підібрати необхідну стінову панель. Питомий термічний опір чисельно дорівнює температурному напору, необхідному для передавання теплового потоку одиничної густини. Достовірні дані про теплові характеристики панелей дають змогу правильно виконати теплотехнічний розрахунок та прийняти оптимальне рішення щодо підвищення енерго-

ефективності промислової будівлі.

Отримавши графік порівняння термічного опору вказаних утеплювачів, можна дослідити як компенсуються теплові втрати будівлі завдяки використанню більш стійких до теплопередачі матеріалів (рис. 2). Пінополіуретан можна використовувати при будівництві різного типу адміністративних та виробничих будівель, торгових комплексів, супермаркетів, медичних установ. Звісно, все залежить від умов виробництва та тепловтрат будівлі. До кожного об'єкту необхідний індивідуальних підхід, проект та обґрунтовані технічні рішення.

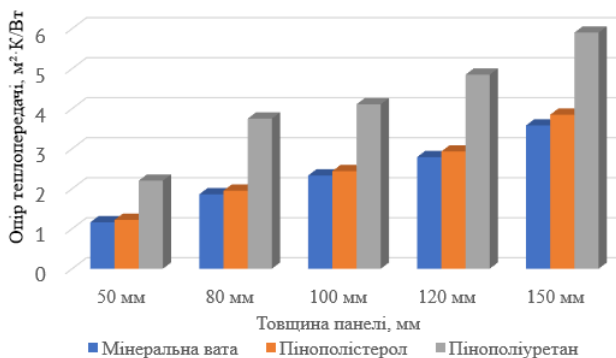


Рис. 2. Графік порівняння опору теплопередачі зазначених матеріалів для підвищення енергоефективності

Сендвіч-панелі з утеплювачем із пінополістиролу володіють малою вагою, що є безсумнівною перевагою. Завдяки цьому відбувається зменшення навантаження, що лягає на несучі конструкції будівлі. Всі матеріали, що йдуть на виготовлення панелей в обов'язковому порядку проходять гігієнічний контроль. Сфера застосування сендвіч-панелей на основі утеплювача з пінополістиролу – будівництво будівель та споруд, призначених для виробничих цілей [9]. Вони чудово показали себе при зведенні спеціальних об'єктів для холодної промисловості. Товщина оцинкованого листа, що є одночасно і каркасом і захистом конструкції. – 0,5 мм. Всі сендвіч-панелі на основі даного утеплювача виконуються забарвленими з обох боків.

За теплоізоляційними характеристиками сендвіч-панелі з прошарком

пінополіуретану перевершують більшість інших будівельних матеріалів. Тому їх використання дозволяє дійти до високих показників енергоефективності при використанні будівель з металокаркасними конструкціями. Будинки, що утеплені сендвіч-панелями ППУ, або побудовані з їх застосуванням, забезпечують комфорт за будь-яких погодних умов і вимагають в рази менших витрат на улаштування та експлуатацію системи опалення. Величина і відповідно вартість системи опалення, а також кошти на паливо зменшуються автоматично в 3...6 разів порівняно з приміщенням із цегли чи бетону або інших будівельних матеріалів. Для порівняння, сендвіч-панель з товщиною ППУ 10 см має аналогічні показники теплоізоляції, що і цегляна стіна товщиною 80 см.

Підвищення енергетичної ефективності промислових будівель можна забезпечити, в тому числі і за допомогою використання альтернативних джерел енергії. Найбільш привабливою серед альтернативних джерел енергії можна виділити сонячну енергію, адже рівень інсоляції Запорізької області досить високий, оскільки цей регіон України знаходиться на південному сході [10].

Технологічний потенціал збереження енергії характеризується можливостями зниження питомої витрати і втрат ресурсів шляхом заміни існуючого обладнання більш сучасним. Тому до витрат з реалізації програми енергоефективності підприємств слід також віднести витрати на придбання обладнання, його доставку, монтаж, наладку, проектування, а також експлуатаційні витрати, куди можуть входити оплата праці, матеріалів, орендна плата, плата за втрати енергоресурсів, оплата комунальних та інших послуг, податки, а також технічне обслуговування і ремонт.

Висновки. Енергетична ефективність в промисловості на сьогодні є однією з актуальних задач для подальшого розвитку країни в європейському напрямі.

При складанні на промисловому підприємстві програми енергозбереження, що включає заходи щодо підвищення

енергетичної ефективності, слід розглянути і дати оцінку таким аспектам для вибору пріоритетних інвестиційних вкладень. До даних аспектів відносяться:

- відношення загального до питомого споживання ресурсів з метою вибору оптимальних умов для зниження собівартості продукції;
- поточний стан обладнання, машин, механізмів і режимів їх роботи, енергетичні параметри, термін служби (моральний і фізичний знос), а також стан виробничих приміщень з метою поліпшення продуктивності обладнання та розширення лінійки продукції;
- умови роботи персоналу з метою поліпшення умов праці;
- екологічний вплив з метою зниження викидів в навколишнє середовище; саме це й повинне вирішити актуальні проблеми щодо шкідливих викидів та забруднення повітря в Запоріжжі.

Основні засоби підвищення енергетичної ефективності промисловості в м. Запоріжжя такі:

- максимальне використання природної вентиляції (аераційні ліхтарі);

- повторне використання води задля технічних потреб (очисні резервуари, резервуари для дощових та ґрунтових вод);

- рекуперація, вторинне використання технологічних надлишків тепла (об'ємно-планувальні рішення та взаємне компонування різних виробництв);

- максимальне використання природного освітлення (зенітні ліхтарі, суцільне скління вертикальних конструкцій);

- використання альтернативних джерел енергії.

Таким чином, при правильному підході до підвищення енергоефективності промислових будівель, за результатами розрахунків програми енергозбереження підприємства виконується прогноз стосовно можливості зниження споживання енергетичних ресурсів. Всі ці технічні й економічні моменти повинні бути подані в зведеному докладі після проведення необхідних операцій. Саме це є запорукою стабільного й соціального розвитку і способом збереження оточуючого середовища для Запорізького регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Доненко В. І., Щербина Л. В. Ревіталізація промислових і техногенно-навантажених територій міської забудови. *Містобудування та територіальне планування* : наук.-техн. зб. наук. пр. № 46. Київ : КНУБА, 2011. С. 195–199.
2. Додонов Б. Рейтинг енергоефективності теплозабезпечення-2015. Київ : НоСЕП, 2015. 22 с.
3. Іщенко О. Л., Жван В. Д., Долгов В. В. Відновлення інженерних мереж діючих промислових підприємств із застосуванням енергозберігаючих технологій. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Вип. 39, ч. 1. Київ : КНУБА, 2019. С. 203–208.
4. Білодід В. Д. Вироблення та споживання теплової енергії в Україні у 2005–2013 роках. *Проблеми загальної енергетики*. 2015. Вип. 1 (40). С. 39–46.
5. Долінський А. А., Баскок Б. І., Базєєв Є. Т. Стратегія теплозабезпечення населених пунктів України. *Вісник НАН України*. 2015. № 4. С. 98–105.
6. Ярова Л. В., Доненко І. В., Кулік М. В. Сучасне організаційно-технологічне енергоресурсозберігаюче проектування. *Нові технології в будівництві*. 2016. № 31. С. 112–115.
7. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Баштовий А. І. Аналіз тарифоутворення у секторі централізованого тепlopостачання країн Європейського союзу. *Аналітична записка БАУ*. 2016. № 14. 45 с.
8. Fouquet D. Policy instruments for renewable energy – From a European perspective. *Review. Energy*. 2013. Vol. 49. Pp. 15–18.
9. Коробко Б. П., Лінник О. М., Кануннікова Р. Е. Ефективні заходи з модернізації ОЕС України для запобігання її колапсу та підвищення рівня децентралізації генерації електрики. *Промислова електроенергетика та електротехніка*. 2016. № 2, 3. С. 16–22.
10. Сікора К. Ю., Назаренко О. М. Сонячна архітектура – як альтернатива запобігання викидів парникових газів. *Комунальне господарство міст* : зб. наук. пр. Харків : ХДАМГ, 2018. С. 101–105.
11. Міністерство енергетики України, статична інформація, діяльність. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/>

REFERENCES

1. Donenko V.I. and Scherbina L.V. *Revitalizaciya promyslovyh i tekhnogenno-navantazhenykh terytorij mis'koyi zabudovy* [Revitalization of industrial and technogenic-loaded urban areas]. *Mistobuduvannia ta terytorial'ne planuvannia : naukovo-tekhnichniy zbirnyk naukovykh prac'* [Urban planning and territorial planning : scientific and technical collection of scientific works]. No. 46, Kyiv : KNUBA Publ., 2016, pp. 195–199. (in Ukrainian)
2. Dodonov B. *Rejtyng energoefektyvnosti teplozabezpechennia`2015* [Energy efficiency rating of heat supply` 2015]. Kyiv : NoSEP, 2015, 22 p. (in Ukrainian)
3. Ishchenko O.L., Zhvan V.D. and Dolgov V.V. *Vidnovlennya inzhenernykh merezh diyuchykh promislovykh pidpriemstv iz zastosuvanniam energozberigayuchykh tekhnologii* [Restoration of engineering networks of operating industrial enterprises with the use of energy-saving technologies]. *Shliahy pidvyshchennya efektyvnosti budivnytva v umovah formuvannya rynkovykh vidnosyn* [Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations]. Kyiv : KNUBA Publ., 2019, vol. 39, p. 1, pp. 203–208. (in Ukrainian)
4. Bilodid V. *Vyroblennia ta spozhivannia teplovoi energii v Ukrainy u 2005–2013 rokah* [Production and consumption of thermal energy in Ukraine in 2005–2013] *Problemy zagal'noi energetyky* [Problems of general energy]. 2015, iss. 1 (40), pp. 39–46. (in Ukrainian)
5. Dolins'kyi A.A., Baskok B.K. and Bazeev Yev.T. *Strategiya teplozabezpechennia naselenykh punktiv Ukrainy* [Heat supply strategy of settlements of Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy* [Bulletin of NAS of Ukraine]. 2015, no. 4, pp. 98–105. (in Ukrainian)
6. Yarova L.V., Donenko I.V. and Kulik M.V. *Suchasne organizacijno-tekhnologichne energoresurozberigayuche proektuvannya* [Modern organizational and technological energy-saving project]. *Novi tekhnologii v budivnytvi* [New technologies in construction]. 2016, no. 31, pp. 112–115. (in Ukrainian)
7. Geletuha G.G., Zhelezna T.A. and Bashtovyi A.I. *Analiz taryfotvorennia u sektori centralizovanogo teplopostachannia krain Evropejs'kogo soyuzu* [Analysis of tariff formation in the district heating sector of the European Union]. *Analitichna zapyska BAU* [Analytical Note of BAU]. 2016, no. 14, 45 p. (in Ukrainian)
8. Fouquet D. Policy instruments for renewable energy – From a European perspective. Review. Energy. 2013, vol. 49, pp. 15–18.
9. Korobko B.P., Linnyk O.M. and Kanunnikova R.E. *Efektyvni zahody z modernizacii OES Ukrainy dlia zapobigannia yii kolapsu ta pidvyshchennia rivnia decentralizacii generacii elektryky* [Effective measures to modernize the UES of Ukraine to prevent its collapse and increase the level of decentralization of electricity generation]. *Promyslova elektroenergetyka ta elektrotekhnika* [Industrial power engineering and electrical engineering]. 2016, no. 2, 3, pp. 16–22.
10. Sikora K. and Nazarenko O. *Soniachna arhitektura – yak alternativa zapobiganny vikidiv parnikovih daziv* [Solar architecture as an alternative to greenhouse gas pollution control]. *Komunal'ne gospodarstvo mist* [Communal Services of the City]. Kharkiv : KhDAMG Publ., 2018, pp. 101–105.
11. *Ministerstvo energetiki Ukrainy, statychna informaciya, diyal'nist'* [Ministry of Energy of Ukraine, static information, activities]. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/>

Надійшла до редакції: 26.02.2021.