

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра електротехніки та електроенергетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 маг. курсу, групи ДЕА-Е23мг-1
Спеціальності: 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

_____/Вікторія ПІЛПЄНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____/Юлія ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____/Олег ЛИТВИН
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____/Артем ЧЕРНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____/Юлія ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____/Ігор КИРИСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Навчально – науковий інститут Українська інженерно-педагогічна академія
Кафедра електротехніки та електроенергетики
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійна програма Електричні станції, мережі та системи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

К.Т.Н., доцент Артем ЧЕРНЮК

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу дипломну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти

здобувачу вищої освіти Вікторії ПІЛІПЕНКО

1. Тема «Аналіз енергоефективності роботи промислового підприємства металургійної галузі»

затверджена наказом по університету № 4801-5/3345 від «12» жовтня 2024 р.

2. Термін здачі закінченої роботи «10» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи/проєкту: Структура енергоспоживання; основні показники енергоефективності, дані про розрахунків заходів енергоефективності.

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, які належить розробити):
ВСТУП; РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ; РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ З ПРИКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА; РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ГРОШОВИХ ЗАОЩАДЖЕНЬ ПРИ ВТІЛЕННІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ; ВИСНОВКИ

5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):

Слайди презентації

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	

7. Дата видачі завдання «12» жовтня 2024 р.

Керівник

(підпис)

Юлія ОЛІЙНИК

(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Вікторія ПІЛПЄНКО

(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної дипломної роботи

№ з/ п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Визначення актуальності теми дослідження	12.10.24 – 15.10.24	
2	Проведення аналізу наукової літератури	16.10.24 – 23.10.24	
3	Виконання першого розділу дипломної роботи	24.10.24 – 01.11.24	
4	Виконання другого та третього розділу дипломної роботи	02.11.24 – 26.11.24	
5	Оформлення пояснювальної записки	27.11.24 – 07.12.24	

Студент (ка)

(підпис)

Вікторія ПІЛПЄНКО

(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Юлія ОЛІЙНИК

(ім'я, прізвище)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

1.1. Поняття та показники енергоефективності

1.2. Міжнародний досвід та стандарти з енергоефективності для металургійних підприємств

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ З ПРИКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Характеристика промислового підприємства металургійної галузі: виробничі процеси, структура енергоспоживання

2.2. Виявлення чинників, які впливають на енергоефективність підприємства

2.3. Основні методи та підходи до оцінки енергоефективності

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ГРОШОВИХ ЗАОЩАДЖЕНЬ ПРИ ВТІЛЕННІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

3.1. Аналіз енергозбереження

3.2. Встановлення штор із ПВХ-плівки

3.3. Автоматизація освітлення у місцях загального користування

3.4. Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи

3.5 Методика розрахунку ефективності заходу

3.6 Застосування автоматичних доводчиків дверей на
вхідних дверях

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

ВИСНОВКИ Й РЕКОМЕНДАЦІЇ

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ККД - коефіцієнт корисної дії

ЕЕ - електроенергія

ВВП - валового внутрішнього продукту

ISO - Міжнародна організація по стандартизації. Розробник і видавець міжнародних стандартів

США – сполучені штати америки

ЄС - Європейський Союз

EER - Energy Efficiency Ratio

SFC - Specific Fuel Consumption

RES - Renewable Energy Share

РЕФЕРАТ

до магістерської роботи на тему

«Аналіз енергоефективності роботи промислового підприємства металургійної галузі»

ПІЛПІЄНКО ВІКТОРІЇ

Магістерська робота виконана на 74 сторінок, містить 3 таблиць, 5 рисунків, що характеризують результати дослідження, використано 40 літературних джерел.

Магістерську роботу присвячено аналізу енергоефективності роботи промислового підприємства металургійної галузі. В умовах зростаючих вимог до екологічної стійкості та ресурсозбереження, підвищення енергоефективності стає важливим завданням для підприємств, які прагнуть забезпечити конкурентоспроможність та відповідність сучасним екологічним стандартам.

У роботі розглянуто теоретичні аспекти енергоефективності, включаючи її визначення, ключові показники та методи оцінки. Проведено аналіз нормативно-правової бази, що регулює питання енергозбереження та підвищення енергоефективності у металургійній галузі.

Дослідження ґрунтується на вивченні виробничої діяльності підприємства, де виконано оцінку поточного рівня енергоефективності, виявлено основні фактори, що впливають на енергоспоживання, та запропоновано шляхи їх оптимізації. Як методологію використані методи системного аналізу, економіко-математичного моделювання та порівняльного аналізу.

Результатом роботи є розробка рекомендацій щодо впровадження енергозберігаючих технологій, модернізації обладнання та покращення організаційних процесів, спрямованих на зниження енерговитрат та зменшення вуглецевого сліду. Наведено розрахунок економічного ефекту від

запропонованих заходів, а також оцінка їхнього впливу на екологічні показники підприємства.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ЗАХОДИ, ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

ABSTRACT

to the master's thesis on the topic

«Analysis of energy efficiency of the operation of an industrial enterprise of the metallurgical industry»

PILIPIENKO VIKTORIA

The master's thesis is completed on 74 pages, contains 3 tables, 5 figures characterizing the results of the study, 40 literary sources were used.

The master's thesis is devoted to the analysis of energy efficiency of the operation of an industrial enterprise of the metallurgical industry. In the conditions of growing requirements for environmental sustainability and resource conservation, increasing energy efficiency is becoming an important task for enterprises that seek to ensure competitiveness and compliance with modern environmental standards.

The paper considers theoretical aspects of energy efficiency, including its definition, key indicators and assessment methods. An analysis of the regulatory framework regulating the issues of energy conservation and increasing energy efficiency in the metallurgical industry is conducted.

The research is based on the study of the production activities of the enterprise, where the current level of energy efficiency was assessed, the main factors affecting energy consumption were identified, and ways of their optimization were proposed. The methodology used was the methods of system analysis, economic and mathematical modeling and comparative analysis.

The result of the work is the development of recommendations for the implementation of energy-saving technologies, modernization of equipment and improvement of organizational processes aimed at reducing energy consumption and reducing the carbon footprint. The calculation of the economic effect of the proposed measures is presented, as well as an assessment of their impact on the environmental performance of the enterprise.

ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING MEASURES,
ENERGY EFFICIENCY INDICATORS

ВСТУП

Актуальність. Енергоефективність одна із ключових чинників сталого розвитку промислового виробництва. У сучасних умовах зростання вартості енергоресурсів, посилення конкуренції та підвищення екологічних стандартів підприємства металургійної галузі стикаються із необхідністю оптимізації процесів споживання енергії. Металургійне виробництво, що традиційно відноситься до найбільш енергоємних галузей, вимагає впровадження інноваційних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності та зниження питомих витрат енергоресурсів.

Аналіз енергоефективності роботи підприємства металургійної галузі дозволяє виявити потенційні резерви економії енергоресурсів, знизити витрати та зменшити вплив на довкілля. Впровадження енергозберігаючих технологій та оптимізація виробничих процесів стають не тільки економічно виправданими, а й стратегічно важливими для зміцнення конкурентних позицій компаній.

Різні аспекти проблеми енергоефективності на підприємстві знайшли своє відображення у працях вітчизняних та зарубіжних науковців: В. Жовтянський, О. Суходоля, М. Гінзбург, Ю. Ханик.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо підвищення енергоефективності, які можуть бути адаптовані та застосовані на практиці для покращення економічних та екологічних показників підприємства.

Завдання дослідження:

- узагальнити сутність та зміст енергоефективності;
- проаналізувати нормативні засади енергоефективності для металургійних підприємств;
- охарактеризувати промислового підприємства металургійної галузі;
- обґрунтувати чинників, які впливають енергоефективність підприємства;
- запропонувати заходи щодо покращення енергоефективності;

— розробити розрахунки енергоефективності заходів.

Об'єктом дослідження є промислове підприємство металургійної галузі.

Предметом дослідження виступають процеси енергоспоживання та заходи щодо їх оптимізації.

Методи дослідження. Під час дослідження енергоефективності в промислового підприємства металургійної галузі ми використовували різноманітні методи дослідження, зокрема:

— метод узагальнення, абстрактно-логічний метод — під час вивчення теоретичних аспектів проблематики дослідження, а також під час формування висновків;

— системно-аналітичний — використовуємо у ході дослідження комунікацій в проєкті як цілісної системи;

— статистичний — під час характеристики енергоефективності на металургійному підприємстві;

— метод класифікації — використовуємо під час класифікування енергоефективності на підприємстві;

— метод моделювання — використовуємо під час розробки практичних рекомендації щодо заходів які, покращуть енергоефективність.

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Аналіз енергоефективності роботи промислового підприємства металургійної галузі» складається з таких частин: перелік умовних позначень, вступ, три розділи, висновки, список посилань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В МЕТАЛУРГІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

1.1. Поняття та показники енергоефективності

Історично склалося так, що світова енергетика завжди була пов'язана з потребою людства використовувати енергію в найкращий та найефективніший спосіб, тобто зберігати та використовувати її належним чином. Рівень технологічного розвитку людства дозволив йому вирішувати енергетичні проблеми більш точно, але з точки зору географічного та економічного розвитку, суспільної свідомості тощо він залишається таким же нерівномірним, як і раніше, а ефективність - різною.

Тому в сучасних умовах поняття енергоефективності та енергозбереження майже завжди використовуються разом з поняттям енергії. Як наслідок, коли ми говоримо про енергетичні ресурси, ми неминуче починаємо з розмови про необхідність їх ефективного та економного використання.

Поняття «енергоефективність» вперше з'явилося при вивченні термодинамічних циклів. Воно описувало ефективність, з якою термодинамічний цикл виробляв найбільш корисну роботу. Зараз енергоефективність розуміється як галузь знань, де перетинаються інженерія, економіка, право і соціологія. Це раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно ефективного використання наявних паливно-енергетичних ресурсів та дотримання екологічних вимог при сучасному рівні розвитку техніки і технологій.

Енергоефективність стає одним із найважливіших завдань в умовах прийняття економічних та екологічних викликів. Розуміння та підвищення енергоефективності є важливим для розвитку, оскільки це сприяє зниженню витрат на електроенергію, зменшенню залежності від невідновлюваних джерел енергії та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Існує багато визначень терміну «енергоефективність». Наприклад, В. Жовтянський вважає, що це галузь знань на перетині техніки, економіки, права та соціології, яка означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання наявних паливно-енергетичних ресурсів на сучасному рівні розвитку техніки і технології, дотримання екологічних вимог. Енергоефективність - це корисне та ефективне споживання енергії [1], але не враховується кореляція з кінцевим результатом функції.

Суходоля О. вважає, що термін «енергоефективність» має відображати діяльність держави (підприємств, фізичних осіб), спрямовану на забезпечення певного (гарантованого) рівня виробництва(надання послуг) при мінімізації використання енергії і пропонує наступне визначення: «Енергоефективність - це стан системи, що забезпечує досягнення цілей і виконання функцій з мінімальними витратами енергії» [2].

Однак, складно комплексно оцінити стан системи та врахувати його вплив на випуск продукції окремими підприємствами.

Енергоефективність у виробничому секторі - це характеристика обладнання, технології, виробництва або системи в цілому, яка вказує на кількість енергії, використаної на одиницю кінцевого продукту. Енергоефективність оцінюється як кількісними(кількість енергії на одиницю кінцевого продукту), так і якісними показниками (висока чи низька).

Гінзбург М. розглядає енергоефективність як сукупність показників, що дозволяють порівнювати різні продукти однакового призначення з точки зору споживання енергії [3].

Ханик Ю. зводить поняття енергоефективності у виробничому секторі до єдиного показника використання меншої кількості енергії за рахунок впровадження більш досконалих технологій та процесів [4].

Тема енергоефективності не є новою, але в останні роки набула значної популярності. Численні міжнародні проекти, підтримані Європейською Комісією, Tacis, Thermie, USAID та іншими, зробили енергоефективність

широко визнаним терміном у енергетиці та доступності з 1990-х років. Багато людей в економічно розвинених країнах визнають і вважають, що енергоефективність, енергозбереження та скорочення викидів є чіткою умовою конкурентоспроможності компаній і доступності дешевих і чистих джерел енергії в майбутньому.

Термін «енергоефективність» передбачає як невеликі зміни, наприклад, використання енергозберігаючих пристроїв, так і масштабніші вдосконалення, включаючи впровадження вискоелективних електростанцій та зниження енерговитрат на рівні підприємств та виробництв. Енергоефективність включає у собі різні підходи, створені задля створення енергоефективних умов життя й роботи.

Наприклад, для забезпечення комфорту в будинку витрачається електроенергія насамперед на опалення та вентиляцію. Будівля, яка використовує менше енергії для підтримки комфортного середовища, є більш енергоефективною. Цього можна досягти шляхом розвитку технологій, запровадження стандартів, інвестицій, а також шляхом змін у поведінці людей.

Практичними прикладами є енергоефективні системи опалення, вентиляції та електропостачання, які включаються при приміщенні людини до приміщення та відключаються, коли вона виходить. Ще одним з них є використання енергозберігаючої лампи: вона споживає в п'ять разів менше енергії, ніж звичайна лампа розжарювання, забезпечується аналогічний рівень освітленості.

Терміни «енергоефективність» та «енергозбереження» часто називають синонімами, хоча насправді енергоефективність - це лише частина енергозбереження. На відміну від енергозбереження, спрямованого зниження споживання енергії, енергоефективність передбачає більш розумне і раціональне використання енергії. Говорячи про енергоефективність, ми маємо на увазі не тільки економію енергії у повсякденному житті, але й

свідоме використання наявних ресурсів, що важливо для захисту довкілля та збереження ресурсів для майбутніх поколінь.

Отже, проаналізувавши вищенаведені трактування, пропонуємо визначити енергоефективність вважається здатністю використовувати енергію з максимальною користю та мінімальними втратами. Це означає, що на виконання тієї ж роботи або виробництво тих самих товарів потрібно менше енергії. Підвищення енергоефективності дозволяє знизити витрати на енергоресурси та зменшити навантаження на навколишнє середовище, оскільки скорочується споживання палива та викиди шкідливих речовин.

Енергоефективність є ключовим показником в сучасних умовах, коли ресурси планети стають все більш обмеженими, а потреби суспільства в енергії продовжують зростати. Основна мета підвищення енергоефективності є скорочення енерговитрат, а й зменшення негативного на довкілля.

Важливість енергоефективності вимірюється через кілька ключових показників, які дозволяють оцінити, наскільки раціонально використовуються енергетичні ресурси. Показники енергоефективності включають кількісні та якісні параметри, що відображають ефективність використання енергії в різних процесах та системах. Вони показують, скільки енергії потрібно досягнення певного результату (наприклад, обігріву приміщення, виробництва товарів чи освітлення), і допомагають зрозуміти, наскільки раціонально використовуються енергоресурси.

Оцінка рівня енергоефективності є найважливішим елементом в управлінні енергією як на рівні окремих підприємств, так і на цілих країнах. В умовах глобальних викликів, пов'язаних із стійким розвитком та зміною клімату, ефективне використання енергетичних ресурсів стає пріоритетним завданням для економік різних країн. Енергоефективність дозволяє не лише знизити витрати на енергоресурси, а й зменшити вплив на довкілля, скорочуючи викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин. У зв'язку з цим важливим аспектом є розробка та впровадження індикаторів, які

можуть точно та об'єктивно оцінювати ступінь енергоефективності у різних секторах економіки.

Основними індикаторами енергоефективності є показники, що відображають відносини між кількістю енергії, що витрачається на виробництво товарів та послуг, та їх обсягом чи вартістю. Ці індикатори допомагають виявити найбільш енергоємні процеси та спрямувати зусилля на їхню оптимізацію. Важливо також враховувати динаміку цих показників, оскільки аналіз змін у рівні енергоефективності протягом часу дозволяє виявляти тенденції, оцінювати успішність заходів, що реалізуються, та коригувати стратегії у сфері енергетики та промисловості.

Для розкриття опису та аналізу основних показників, які застосовуються для оцінки енергоефективності можемо віднести: коефіцієнт енергоефективності, питома витрата палива, коефіцієнт корисної дії (ККД) енергетичних установок, втрати енергії при передачі та розподілі, питома енергоспоживання продукції, індекс енергоємності валового внутрішнього продукту (ВВП), рівень споживання відновлюваних джерел енергії (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика основних показників енергоефективності

Показник	Характеристика
Коефіцієнт енергоефективності (Energy Efficiency Ratio, EER) [5]	Коефіцієнт енергоефективності відображає співвідношення корисної енергії, виробленої або доставленої споживачеві, до сумарної енергії, витраченої на її виробництво і передачу. Високий коефіцієнт EER вказує на мінімальні втрати при виробництві та транспортуванні енергії, що свідчить про високий рівень енергоефективності підприємства чи системи.
Питома витрата палива (Specific Fuel	Питома витрата палива показує кількість палива, що витрачається для отримання одиниці енергії

Consumption, SFC) [6]	(наприклад, кВт·год) або одиниці продукції. Цей показник застосовується в тепловій енергетиці та інших галузях, які використовують паливо для генерації енергії. Низька питома витрата палива свідчить про оптимізацію виробничого процесу та покращення енергоефективності.
ККД енергетичних установок [7]	Коефіцієнт корисної дії (ККД) енергетичних установок, таких як електростанції або котельні є одним з головних показників енергоефективності. Він відображає частку енергії, яка була корисно використана по відношенню до витраченої енергії. Високий ККД говорить про те, що більше енергії переробляється на корисну роботу чи тепло.
Втрати енергії при передачі та розподілі [9]	Цей показник характеризує втрати енергії, що виникають під час передачі від джерела генерації до кінцевого споживача. Зниження втрат енергії при передачі та розподілі вказує на покращення інфраструктури та техніки передачі, що позитивно впливає на загальну енергоефективність енергосистеми.
Питоме енергоспоживання продукції [10]	Питоме енергоспоживання – це показник, який оцінює кількість енергії, що витрачається виробництва одиниці виробленої продукції. Він широко використовується на промислових підприємствах для моніторингу та покращення енергоефективності. Зниження цього показника дозволяє економити енергоресурси та зменшувати собівартість продукції.
Індекс енергоємності ВВП [8]	Індекс енергоємності валового внутрішнього продукту (ВВП) є макроекономічним показником,

	що демонструє кількість енергії, що витрачається на виробництво одиниці ВВП. Цей показник відбиває ефективність використання енергії лише на рівні економіки загалом. Зниження енергоємності ВВП вказує на перехід до більш стійких та енергоефективних технологій.
Рівень споживання відновлюваних джерел енергії (Renewable Energy Share, RES) [6]	Частка відновлюваних джерел енергії у загальному енергоспоживанні є важливим показником стійкості та енергоефективності. Чим вища частка відновлюваних джерел, тим менша залежність від викопного палива та вища енергоефективність системи.

Аналіз зміни індикаторів у часі дозволяє виявляти тенденції використання енергії. Наприклад:

- Збільшення енергоємності може сигналізувати про недоліки в технологіях або зростання частки енергоємних виробництв.
- Зниження споживання енергії на душу населення при зростанні якості життя може свідчити про ефективні заходи енергозбереження.
- Зростання частки поновлюваної енергії зазвичай супроводжується зменшенням викидів парникових газів.

Показники енергоефективності в енергетиці є основою для розробки стратегій зниження енерговитрат і переходу до сталого енергоспоживання. Удосконалення цих показників сприяє зниженню експлуатаційних витрат, зменшенню негативного впливу на довкілля та раціональнішому використанню природних ресурсів.

Енергоефективність є ключовим показником раціонального використання енергетичних ресурсів і її підвищення сприяє зниженню витрат на енергію, поліпшенню екологічної обстановки та сталому розвитку економіки. Показники енергоефективності дозволяють кількісно оцінювати

рівень ефективності використання енергоресурсів як на рівні окремих підприємств, так і в масштабах економіки в цілому. Основні параметри енергоефективності включають енергоємність, коефіцієнт корисної дії (ККД), індекси енергоспоживання, а також різні коефіцієнти ефективності для конкретних процесів і установок. Розробка та застосування методів вимірювання та контролю цих показників дозволяє виявити основні джерела енерговитрат та потенційні шляхи для їх скорочення.

1.2. Міжнародний досвід та стандарти з енергоефективності для металургійних підприємств

В умовах глобалізації та зростаючих вимог до сталого розвитку, питання енергоефективності набувають ключового значення для підприємств металургійної галузі. Металургійні виробництва, що характеризуються високим рівнем споживання енергії та значними викидами вуглекислого газу, мають значний вплив на навколишнє середовище. Тому провідні країни світу розробляють та впроваджують суворі стандарти енергоефективності, спрямовані на скорочення енергоспоживання та мінімізацію екологічного сліду галузі.

Міжнародні стандарти в галузі енергоефективності відіграють ключову роль у глобальному прагненні до сталого розвитку та зниження впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Ефективне використання енергії є найважливішим фактором для забезпечення економічної стабільності, зниження рівня викидів парникових газів та мінімізації впливу на клімат. В умовах глобалізації та посилення уваги до питань зміни клімату, міжнародні стандарти та норми стають важливим інструментом для координації зусиль різних країн, організацій та секторів економіки. Ці стандарти спрямовані на підвищення енергетичної ефективності, впровадження інноваційних технологій та покращення процесів управління

енергоспоживанням, що сприяє не тільки охороні навколишнього середовища, а й зміцненню енергетичної безпеки.

Впровадження стандартів відіграє ключову роль в оптимізації бізнес-процесів, покращенні якості продукції та зниженні екологічного навантаження. Ці переваги виявляються у кількох аспектах тобто економічні та екологічні.

До переваг економічних можемо відзначити: зниження витрат, підвищення конкурентоспроможності, зниження ризиків, збільшення експортного потенціалу.

Стандарти допомагають підвищити ефективність виробництва, знижуючи зайві витрати, пов'язані з неефективним використанням ресурсів та енергоресурсів. Застосування стандартів, таких як ISO 9001, сприяє покращенню процесів та зменшенню втрат.

Застосування міжнародних стандартів дозволяє компаніям покращувати якість продукції та послуг, що, у свою чергу, сприяє зміцненню позицій на ринку та збільшенню частки ринку.

Стандарти допомагають виявляти та мінімізувати потенційні ризики, пов'язані з безпекою продукції та послуг, що знижує ймовірність виникнення правових та фінансових наслідків.

Сертифікація продукції за міжнародними стандартами відкриває нові ринки та допомагає компаніям успішно конкурувати на глобальній арені.

Щодо екологічних переваг є: зниження впливу на навколишнє середовище, стійке використання ресурсів, зниження вуглецевого сліду, поліпшення репутації компанії,

Впровадження екологічних стандартів, таких як ISO 14001, сприяє зниженню викидів забруднюючих речовин, зменшенню відходів та раціональному використанню природних ресурсів. Це допомагає компаніям працювати в рамках екологічної відповідальності та дотримуватись вимог законодавства.

Стандарти допомагають організаціям більш ефективно управляти природними ресурсами, що веде до їх раціонального використання та зниження зайвих витрат.

Застосування стандартів енергоефективності та екодизайну сприяє зниженню споживання енергії та зменшенню вуглецевих викидів, що є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату.

Екологічна відповідальність стає важливим фактором для споживачів, інвесторів та партнерів. Впровадження екологічних стандартів дозволяє компаніям продемонструвати свою прихильність до сталого розвитку та привернути увагу тих, хто орієнтується на екологічні критерії при виборі товарів та послуг.

Таким чином, впровадження стандартів не тільки сприяє покращенню внутрішньої ефективності компаній, але й допомагає брати активну участь у вирішенні глобальних екологічних проблем, що приносить вигоду як бізнесу, так і суспільству в цілому.

На даний момент в Україні діє понад 250 нормативних правових актів, а також низка стандартів, норм та інших регулюючих документів у сфері енергоефективності. В таблиці 1.2 представлені основні міжнародні стандарти та ініціативи.

Таблиця 1.2 - Основні міжнародні стандарти та ініціативи

Вид документації	Характеристика/ Опис стандартів
Міжнародна організація стандартизації (ISO) [12]	ISO розробляє та публікує стандарти, що стосуються різних аспектів енергоефективності. Одним із таких стандартів є ISO 50001 – стандарт системи менеджменту енергетичної ефективності. Цей стандарт надає організаціям методику для покращення енергоефективності, моніторингу енергоспоживання та реалізації заходів щодо скорочення енергетичних витрат. Він дозволяє

	підприємствам встановити чіткі цілі щодо енергоефективності та здійснювати регулярні перевірки для їх досягнення.
Міжнародне енергетичне агентство (IEA) [11]	IEA, своєю чергою, активно сприяє впровадженню практик енергоефективності через свої рекомендації та звіти. IEA розробляє стратегії щодо покращення енергоефективності в різних секторах, включаючи транспорт, будівництво та промисловість. Вони публікують щорічні звіти про стан світових ринків енергії та аналізують успішні практики країн, які впровадили енергоефективні технології.
Протокол Кіото та Паризька угода [13]	Ці міжнародні угоди стосуються глобальних цілей скорочення викидів парникових газів, що неможливо без впровадження енергоефективних технологій. Паризька угода, зокрема, заохочує країни до розробки національних планів щодо енергоефективності та декарбонізації енергетичних систем, що має сприяти зниженню вуглецевого сліду та ефективному використанню ресурсів.
Енергетичні ярлики та маркування [14]	Для підвищення обізнаності споживачів та просування енергоефективних товарів на ринку існують міжнародні стандарти маркування енергоефективності. Наприклад, EU Energy Label у Європейському Союзі (ЄС) та Energy Star у Сполучені Штати Америки (США). Ці маркування допомагають покупцям вибрати продукцію, яка має кращі енергетичні характеристики, що сприяє зниженню загального споживання енергії.

Міжнародні стандарти дозволяють не лише створити єдині правила для країн та підприємств, а й сприяє обміну знаннями, технологіями та найкращими практиками. Введення таких стандартів дає можливість:

- Зменшити витрати на енергію через підвищення ефективності процесів.
- Підвищити конкуренцію серед виробників та постачальників, оскільки ті, хто дотримуються міжнародних стандартів, отримують переваги на міжнародному ринку.
- Підвищити обізнаність споживачів та бізнесів щодо важливості раціонального використання енергії.

Міжнародний досвід у галузі енергоефективності демонструє широкий спектр підходів та практик, спрямованих на підвищення ефективності використання енергії та зниження екологічного навантаження. В умовах глобальної зміни клімату та обмеженості природних ресурсів багато країн розробляють та впроваджують інноваційні стратегії, програми та технології для мінімізації споживання енергії. Розглянемо досвід таких країн а, саме Європейський Союз, США, Китай та Японія.

У ЄС діє директива з енергоефективності, яка визначає стандарти для скорочення енергоспоживання та впровадження енергоефективних технологій. Наприклад, у країнах ЄС запроваджено обов'язкові норми для будівель із майже нульовим споживанням енергії (NZEB). Також прийнято регламенти з маркування енергоефективності побутової техніки та автомобілів [18].

У США діє програма ENERGY STAR, яка сертифікує енергоефективні продукти від побутових приладів до промислових установок. Закони на рівні штатів, такі як Каліфорнійські стандарти Title 24, регулюють енергоспоживання у будинках, заохочуючи будівництво з мінімальним впливом на довкілля [15].

Китай активно впроваджує стандарти енергоефективності, щоб зменшити енергоємність економіки. Система трирівневої класифікації

енергоефективності охоплює промислові, будівельні та транспортні сектори. Вжиті заходи включають субсидії для енергоефективного обладнання та обов'язкове тестування ефективності продукції [16].

Програма Top Runner, запроваджена в Японії, встановлює цільові показники енергоефективності для різних категорій продукції. Виробники зобов'язані дотримуватись цих показників, щоб знижувати енерговитрати та зменшувати викиди CO₂. Крім того, Японія активно впроваджує стандарти зеленого будівництва та ефективного освітлення [17].

В умовах глобального енергокризи та зростання потреб у ресурсах питання енергоефективності стає ключовим для сталого розвитку країн у всьому світі. Держави все частіше звертають увагу на стратегію раціонального використання енергії, що не лише дозволяє знизити витрати, а й мінімізувати негативний вплив на довкілля. Міжнародний досвід демонструє безліч успішних прикладів впровадження енергоефективних рішень у різних секторах економіки, включаючи будівництво, промисловість та транспорт. Ці приклади не лише служать орієнтиром для створення власної політики енергозбереження, а й показують, як такі заходи можуть позитивно впливати на економіку та покращувати якість життя населення.

В результаті аналізу міжнародного досвіду та існуючих стандартів енергоефективності міжнародного досвіду та існуючих стандартів енергоефективності для металургійних підприємств можна виділити кілька ключових висновків. По-перше, провідні світові практики в галузі енергоефективності показують, що впровадження комплексних підходів до управління енергоспоживанням, таких як оптимізація технологічних процесів, використання високоефективного обладнання та застосування альтернативних джерел енергії сприяє значному зниженню витрат на енергію та зменшенню вуглецевого сліду.

По-друге, стандарти, такі як ISO 50001, стають важливим інструментом для систематизації та управління енергетичною ефективністю, забезпечуючи підприємствам чіткі рамки для досягнення поставленої мети. Реалізація таких

стандартів на металургійних підприємствах дозволяє досягати значних покращень у показниках енергоефективності, а також підвищувати конкурентоспроможність на міжнародних ринках.

Крім того, важливо відзначити, що міжнародні ініціативи та програми, спрямовані на підтримку сталого розвитку, таких як Паризька угода, мають все більш помітний вплив на металургійну галузь, спонукаючи підприємства адаптуватися до екологічних стандартів та переходити до більш «зелених» технологій.

Таким чином, міжнародний досвід та стандарти з енергоефективності є важливим орієнтиром для металургійних підприємств, які прагнуть не лише покращити свою енергетичну ефективність, а й відповідати світовим екологічним та економічним вимогам.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1:

Енергоефективність є ключовим показником сталого розвитку металургійної промисловості, що сприяє зниженню енерговитрат та підвищенню конкурентоспроможності підприємств. У першому підрозділі було розглянуто поняття енергоефективності, її основні показники та принципи розрахунку, які дозволяють кількісно оцінювати енергетичні витрати та ідентифікувати резерви для їхньої оптимізації. Визначення точних показників енергоефективності особливо важливе для металургійної галузі, оскільки вона є однією з найбільш енергоємних галузей, і тут скорочення енергоспоживання впливає на зниження собівартості продукції.

У другому підрозділі було проаналізовано міжнародний досвід та стандарти з енергоефективності для металургійних підприємств, який показав, що у багатьох країнах прийнято спеціальні програми та нормативні акти, що стимулюють перехід до енергозберігаючих технологій. Досвід країн з розвиненою металургійною промисловістю, таких як Китай, Японія та США, продемонстрував, що дотримання міжнародних стандартів (наприклад, ISO 50001) та впровадження інноваційних технологій дозволяє значно знизити енерговитрати та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Це наголошує на значущості використання міжнародних стандартів для підвищення енергоефективності та адаптації кращих світових практик на російських металургійних підприємствах.

Таким чином, реалізація заходів щодо підвищення енергоефективності у металургійній галузі потребує комплексного підходу, що включає як впровадження передових технологій, так і врахування міжнародного досвіду та стандартів.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ З ПРИКЛАДУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ

2.1. Характеристика промислового підприємства металургійної галузі: виробничі процеси, структура енергоспоживання

Підприємство являє собою складну систему, що включає різні виробничі процеси, спрямовані на випуск готової продукції. Виробнича діяльність охоплює етапи від підготовки сировини до випуску кінцевого продукту, включаючи механічну, термічну, хімічну та інші види обробки. Організація виробництва будується на основі технологічних ланцюжків, які забезпечують максимальну ефективність та високу якість продукції.

Одним із ключових аспектів функціонування підприємства є структура енергоспоживання, яка формується залежно від технологічних потреб та особливостей обладнання. Енергоспоживання може бути поділено на основні групи: електрична енергія, теплова енергія, паливо та допоміжні енергетичні ресурси. Оптимізація енерговитрат відіграє важливу роль у зниженні собівартості продукції, підвищенні конкурентоспроможності та забезпеченні екологічної стійкості підприємства.

Металургійна промисловість називають сукупність підприємств і підприємств гірничо-металургійного комплексу, що об'єднують підприємства гірничо-добувної та кольорової металургії, гірничо-збагачувальні комбінати, феросплавні заводи, переробні підприємства, коксохімічні заводи і підприємства з виробництва металопродукції [25].

Металургійна промисловість виробляє чорні та кольорові метали, які є складними технологічними процесами. Чорна металургія включає видобуток і збагачення залізної руди, амортизацію з утворенням агрегатів, виробництво коксу і вогнетривів, виплавку чавуну і сталі, виробництво прокату і виробів з

нього. Для України чорна металургія відіграє важливу роль у галузі. Ця країна є одним зі світових лідерів з виробництва сталі.

Також, існує структура технологічних етапів металургійного підприємства, яка наведена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Структура технологічних етапів металургійного підприємства [26]

Етап	Характеристика
Підготовка сировини	
Видобуток	Включає видобуток залізняку, вугілля, вапняку та інших матеріалів.
Збагачення	Процес видалення домішок із руди, щоб підвищити вміст корисних компонентів.
Підготовка агломерату	Виробництво агломерату або котунів, що забезпечують оптимальні умови для доменної плавки.
Виплавлення металу	
Доменний процес	Плавка залізняку в доменних печах з використанням коксу та флюсів для отримання чавуну.
Конвертерний процес	Переробка чавуну в сталь шляхом продування киснем (киснево-конвертерний метод) або додавання інших легуючих елементів.
Електродугова плавка	Використовується для переробки металобрухту або високоякісних легованих сталей у електродугових печах.
Розливання та обробка	
Безперервне лиття	Одержання заготовок (слябів, блюмів, заготовок круглого перерізу) для подальшої переробки.
Прокат	Процес пластичної деформації заготовок для одержання листового, сортового або профільованого прокату.
Додаткові процеси	
Термообробка	Загартування, відпустка, нормалізація, анулювання залишкових напруг.
Покриття	Нанесення захисних або декоративних покриттів (наприклад, цинкування, фарбування).
Гальванізація:	Покриття металів шарами інших матеріалів для захисту від корозії.

Металургійне підприємство є складною промисловою системою, у якій здійснюється переробка сировини на готову металопродукцію. Основою роботи такого підприємства є виробничі процеси, що охоплюють повний технологічний цикл: від підготовки сировини та виплавки металів до їх обробки та випуску кінцевої продукції, що зумовлює необхідність аналізу структури енергоспоживання.

Структура енергоспоживання металургійного підприємства включає різні види енергії, необхідні забезпечення виробничого процесу, допоміжних операцій та інфраструктури. Вона залежить від типу виробництва (чорна чи кольорова металургія) та використовуваних технологій. Основні компоненти енергоспоживання включають: електроенергія, теплова енергія, паливо, вторинні енергоресурси і вода [27].

Електроенергія відіграє ключову роль у металургійній промисловості, забезпечуючи функціонування різних процесів та обладнання. До плавильних процесів можна віднести електродугові печі та індукційні печі. Електродугові печі використовуються для переплавлення металобрухту, виробництва сталі та інших сплавів. Електроенергія перетворюється на теплову за рахунок електричної дуги між електродами. Індукційні печі забезпечують точне та рівномірне нагрівання металевої сировини за допомогою електромагнітного поля. Це особливо важливе для виробництва високоякісних сплавів [32].

Електроліз, який застосовується у виробництві алюмінію, міді, нікелю та інших металів. Електричний струм сприяє розкладанню солей чи оксидів металів, що дозволяє виділяти чистий метал [30].

На підприємстві також використовують механічне обладнання а, саме:

- Прокатні стани для деформації металу та надання йому потрібної форми. Електроенергія використовується для приводу потужних електродвигунів.

- Підйомні механізми тобто крани, лебідки та підйомники, необхідні для транспортування металу та обладнання.

- Насоси та компресори забезпечують циркуляцію рідин та газів, охолодження та інші допоміжні процеси.

Не маленьку роль відіграє освітлення приміщення підприємства, яке забезпечують комфортну та безпечну роботу персоналу, підтримують експлуатацію виробничих майданчиків, лабораторій та офісних приміщень. Електроенергія також використовується для вентиляції, систем кондиціонування та керування обладнанням.

Теплова енергія грає ключову роль різних виробничих процесах. Печі, сушка та випал, пар та гаряча вода – це типи обладнання для металургічного підприємства. Печі використовуються для нагрівання, плавлення та термічної обробки матеріалів. Також існують різноманіття основних видів печей відносяться: доменні печі, мартенівські печі, конвертери, нагрівальні печі, термічні печі. Сушка та випалення вважається процесом широко застосовуються в металургії, будівництві, кераміці та інших галузях. Теплова енергія застосовується також для виробництва пари та гарячої води, що використовуються: для технологічних потреб і для обігріву приміщень [31].

В світі існують безліч види палива які використовуються на підприємстві, але найчастіше газ. Газ застосовується для роботи промислового обладнання, опалення приміщень та інших технологічних потреб тощо.

Окрім, газу також використовують інші вид паливо кокс. Кокс - це висококалорійне паливо, яке виробляється з кам'яного вугілля шляхом його коксування (нагрівання без доступу повітря). Він відіграє ключову роль у металургійній промисловості, особливо в доменному процесі. Кокс забезпечує високу температуру в доменній печі (понад 2000 °C), необхідну для плавлення залізняку. Він бере участь у хімічних реакціях, відновлюючи залізну руду до металевого заліза за рахунок вуглецю та чадного газу, що утворюється за його згоряння. Кокс створює пористу структуру всередині печі, сприяючи рівномірній циркуляції газу та запобігаючи спостереженню шихти (руди, флюсу та коксу) [28].

Якісні характеристики коксу, такі як механічна міцність, низький вміст сірки та висока калорійність, є критично важливими для ефективності доменного процесу.

Мазут, вугілля та дизельне паливо - це традиційні види вуглеводневого палива, що широко використовуються для допоміжних потреб (наприклад, у котельнях для пари або для живлення резервних енергогенераторів).

Іноді є резервним або альтернативним джерелом енергії.

Вторинні енергоресурси є побічні продукти промислових процесів або тепло, що утворюється в процесі виробництва, яке може бути використане повторно. Їх використання дозволяє підвищувати енергоефективність виробництва та знижувати витрати на енергопостачання.

Доменні гази є побічним продуктом, що утворюється в процесі домену чавуну в металургії. Вони є сумішшю газів, що містить в основному чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), азот (N₂) і невеликі кількості водню (H₂). Ефективне використання доменних газів дозволяє знизити витрати на енергію та зменшити викиди вуглекислого газу, що робить їх цінним ресурсом для металургійних заводів.

Конвертерний та коксовий гази використовуються як паливо для генерації теплової та електричної енергії. Конвертерний газ утворюється під час продування рідкого чавуну в кисневих конвертерах, а коксовий газ — побічний продукт коксування вугілля. Обидва гази мають значну теплоту згоряння, що робить їх ефективним джерелом енергії для промислових та енергетичних потреб.

Тепло від систем охолодження можна використовувати для обігріву води або повітря за допомогою технологій рекуперації. Під час роботи охолоджуючого обладнання виділяється надлишкове тепло, яке можна перенаправити на нагрівання води в бойлерах або системи вентиляції для підвищення енергоефективності [29].

Ці ресурси є важливим елементом переходу до ресурсозберігаючої економіки, оскільки їхнє повторне використання знижує вплив

промисловості на навколишнє середовище та підвищує енергетичну незалежність підприємств.

Вода не є джерелом енергії, але відіграє ключову роль в охолодженні та теплообміні, забезпечуючи стабільність температури та ефективне функціонування систем.

Енергозбереження у металургії відіграє ключову роль, оскільки ця галузь традиційно характеризується високим рівнем енергоспоживання. Для підвищення ефективності використовуються такі підходи [1]:

- Впровадження енергоефективних технологій, таких як пряме відновлення заліза, що дозволяє знизити споживання енергії у виробничих процесах.

- Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, для скорочення залежності від традиційних вуглеводневих джерел.

- Переробка вторинних енергоресурсів, наприклад використання тепла, що виникає в процесі виробництва, для повторного використання в інших стадіях.

- Автоматизація та цифровізація процесів, що дозволяє ефективно керувати енергоспоживанням та мінімізувати втрати за рахунок оптимізації роботи обладнання та контролю у реальному часі.

Металургійне підприємство є складною промисловою структурою, де виробничі процеси взаємопов'язані і спрямовані на отримання кінцевої продукції з сировини. Основними технологічними етапами є підготовка сировини, плавка, розливання металу та його подальша обробка. Ефективність виробничих процесів безпосередньо залежить від технологій і рівня автоматизації.

Енергоспоживання підприємства характеризується високим рівнем, зумовленим енергоемністю металургійних процесів. Основними споживаними видами енергії є електроенергія, природний газ, коксовий газ, мазут та теплова енергія. Структура енергоспоживання залежить від

специфіки виробничого циклу, ступеня модернізації обладнання та рівня впровадження енергозберігаючих технологій.

Оптимізація виробничих процесів та раціональне використання енергоресурсів є ключовими напрямками підвищення конкурентоспроможності металургійних підприємств, а також їхнього внеску у сталий розвиток промисловості та зниження екологічного впливу.

2.2. Виявлення чинників, які впливають енергоефективність підприємства

Енергоефективність підприємств одна із ключових чинників економічного розвитку. У сучасних умовах зростання цін на енергоресурси та посилення уваги до питань екології підвищення енергоефективності стає не лише зниженням витрат на виробництво, а й найважливішим фактором корпоративної соціальної відповідальності.

Досягнення високих показників енергоефективності підприємств необхідно враховувати безліч додаткових чинників, які впливають рівень споживання енергії. Серед них – технічний стан обладнання, організація виробничих процесів, кваліфікація персоналу, використання сучасних технологій та системи управління енергоресурсами.

Фактори, що впливають на енергоефективність підприємства приведена на рисунку 2.1.

До факторів що, впливають на енергоефективність підприємства можемо віднести: технічні фактори, організаційні фактори, екологічні фактори, економічні фактори, внутрішні фактори, зовнішні та внутрішні фактори.

Технічний фактор передбачає характеристика, явище або умова, пов'язана з технічними аспектами будь-якої діяльності, системи чи процесу. Технічні фактори можуть впливати на роботу обладнання, реалізацію проектів, виробництво, розробку технологій та інші галузі.



Рисунок 2.1. - Фактори, що впливають на енергоефективність підприємства [23]

Технічний фактор складається з: рівень зношеності обладнання, ефективність використання технологій, наявність дорожніх систем керування енергоресурсами [19].

Рівень зношеності обладнання визначає стан та термін експлуатації обладнання, впливаючи на виробничі процеси та ймовірність поломок. Високий рівень зношеності може призвести до збільшення витрат на обслуговування та ремонти, а також до зниження продуктивності.

Ефективність використання технологій оцінюють, наскільки застосовувані технології відповідають сучасним стандартам та забезпечують оптимізацію виробничих процесів. Включає впровадження автоматизації, цифрових рішень та інноваційних підходів підвищення продуктивності і скорочення витрат.

Наявність дорожніх систем керування енергоресурсами охоплюють використання систем моніторингу та управління споживанням енергоресурсів. Сучасні системи дозволяють скоротити втрати, підвищити енергоефективність та покращити екологічні показники підприємства.

Організаційні фактори відіграють роль синтетичну та скоординовану роль, координації в комплексному використанні всіх факторів продуктивності праці. Вданому випадку мова йде про створення і функціонування системи: взаємодії людини з предметами і засобами праці;

взаємодії людей в процесі спільної роботи; всієї діяльності; формуванні ефективного використання трудових і матеріальних ресурсів [20].

Компетенція працівників відіграє ключову роль у ефективному енергозбереженні. Висококваліфікований персонал здатний як правильно експлуатувати енергообладнання, а й виявляти приховані резерви економії енергії. Регулярне навчання та підвищення кваліфікації працівників забезпечують їхню готовність впроваджувати сучасні технології та підходи до енергоефективності.

Енергооблік та контроль є основою для аналізу та оптимізації енергоспоживання. Ефективна організація цих процесів дозволяє виявляти нераціональні втрати енергії, оцінювати ефективність заходів, що впроваджуються, і коригувати стратегію енергозбереження. Автоматизація обліку та використання сучасних систем моніторингу підвищує точність та оперативність управління енергоспоживанням.

Політика в галузі енергозбереження визначає стратегічний напрямок підприємства у питаннях енергоспоживання. Чіткі цілі, нормативні документи та ініціативи стимулюють раціональне використання ресурсів. Впровадження енергоефективних технологій, заохочення співробітників за економію енергії та інтеграція енергоефективності в корпоративну культуру сприяють зниженню витрат та екологічного навантаження.

Економічні фактори є факторами економічного середовища і включають стан економіки завжди слід оцінювати, оскільки це впливає на цілі бізнесу та спосіб їх досягнення. Цей фактор може становити загрозу або нову можливість для компаній. Так, коливання обмінного курсу долара порівнянню до валют інших країн можуть призвести до великих покупок або збитків гроші [21].

Одним із ключових факторів, що впливають на впровадження енергозберігаючих технологій, є рівень цін на енергоресурси. Висока вартість енергії стимулює підприємства до пошуку ефективніших рішень,

щоб скоротити витрати споживання ресурсів. Навпаки, низькі ціни можуть знижувати зацікавленість у подібних ініціативах.

Успішне впровадження енергозберігаючих технологій потребує значних фінансових вливань. Доступність кредитів, державних субсидій або приватних інвестицій є критично важливою для оновлення обладнання та технологій. Без належної фінансової підтримки багато підприємств можуть зіткнутися з труднощами під час переходу на енергоефективні рішення.

Перед впровадженням енергозберігаючих заходів проводиться аналіз їхньої економічної ефективності. Очікуване зниження експлуатаційних витрат має виправдовувати початкові вкладення. Чим вища рентабельність інвестицій та швидше окупність, тим вища мотивація до використання таких технологій.

До екологічних факторів можна віднести відповідність екологічним стандартам та нормативам та вимоги до зниження викидів парникових газів. Тобто, організація зобов'язується дотримуватися чинних екологічних стандартів і нормативів, що регулюють вплив на навколишнє середовище. Це включає контроль за якістю викидів, використання екологічно безпечних матеріалів та впровадження технологій, що мінімізують шкідливий вплив на природу.

З метою протидії зміні клімату вживаються заходи щодо зниження викидів парникових газів. Це може включати підвищення енергоефективності процесів, перехід на відновлювані джерела енергії, оптимізацію транспортних маршрутів та використання технологій уловлювання та зберігання вуглекислого газу.

Сучасна промисловість та виробництво функціонують в умовах впливу багатьох факторів, що визначають стратегію енергозбереження. Ці фактори поділяються на зовнішні та внутрішні, надаючи різний вплив на вибір технологій, оптимізацію процесів та впровадження нових підходів.

Зовнішні чинники включають регіональні кліматичні особливості, які впливають на потреби в електроенергії і теплової енергії. Важливу роль

відіграють державні програми та субсидії, спрямовані на підтримку енергозберігаючих ініціатив, а також конкурентний тиск та вимоги ринку, що стимулюють підприємства до оптимізації своїх витрат [22].

Кліматичні особливості регіону значно впливають на потреби в енергозбереженні та ефективність використання ресурсів. У холодних регіонах необхідно приділяти особливу увагу утепленню будівель та системам опалення, тоді як у гарячих регіонах пріоритетом стають технології охолодження та кондиціонування повітря. Сезонні коливання температури також диктують зміни споживання енергії.

Урядова підтримка, що включає субсидії, пільги та програми стимулювання, відіграє важливу роль у розвитку енергозберігаючих технологій. Ці заходи сприяють зниженню витрат на впровадження інноваційних рішень та підвищенню їхньої доступності для бізнесу та населення. Крім того, законодавчі ініціативи створюють нормативну базу, стимулюючи перехід до екологічних та енергоефективних систем.

Зростаюча конкуренція над ринком змушує компанії адаптуватися до змінним вимогам, зокрема впроваджувати енергозберігаючі технології зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності. Споживачі та партнери все частіше обирають екологічно відповідальні компанії, що стимулює бізнес до розвитку «зелених» ініціатив та креативних підходів в управлінні енергоресурсами.

Внутрішні чинники пов'язані з особливостями самої компанії: структура енергоспоживання, що включає використання електроенергії, тепла та інших ресурсів, обсяги виробничого навантаження та специфіка робочого графіка, які формують базу планування енергозберігаючих заходів.

Енергетична структура підприємства визначається часткою різних видів споживаних ресурсів, таких як електроенергія, тепло та інші енергоресурси. Важливим аспектом є співвідношення між цими видами енергії, що впливає на ефективність виробничих процесів та загальну енергоемність підприємства. Аналіз поточної структури дозволяє виявити вузькі місця,

визначити можливості для оптимізації та впровадження енергозберігаючих технологій.

Характеристика обсягів виробничого навантаження включає рівень інтенсивності використання обладнання та виконання завдань відповідно до встановлених планів. Графік роботи підприємства (наприклад, змінний, цілодобовий чи стандартний) визначає навантаження на системи енергопостачання та ресурсозабезпечення, а також формує вимоги до їх надійності та ефективності. Постійні чи пікові навантаження впливають на загальне споживання ресурсів, що необхідно враховувати під час планування та модернізації виробничих процесів.

Для аналізу та підвищення енергоефективності підприємства використовуються такі методи, які наведені на рисунку 2.2



Рисунок 2.2. - Методи аналізу та підвищення енергоефективності підприємства [24]

Енергоаудит вважається першим кроком до виявлення чинників, що впливають на енергоефективність. Включає комплексне дослідження поточного енергоспоживання, виявлення ділянок з надмірними витратами та оцінку можливих втрат. Енергоаудит дає змогу визначити ключові зони для впровадження енергоефективних технологій.

Використання ключових показників ефективності застосовуються для моніторингу та оцінки енергетичних процесів на підприємстві. Ключові

показники ефективності допомагають визначити вузькі місця, своєчасно реагувати на відхилення та оптимізувати енергоспоживання.

Моделювання сценаріїв передбачає використання аналітичних інструментів прогнозування різних варіантів енергоефективних рішень. Такий підхід дозволяє оцінити економічну та технологічну доцільність запровадження певних заходів.

Порівняння з галузевими еталонами та передовим досвідом є аналіз кращих практик та стандартів галузі дає можливість визначити, наскільки підприємство відповідає сучасним вимогам енергоефективності, та адаптувати успішні рішення для власних потреб.

Ці методи дозволяють системно підходити до питань енергозбереження та оптимізації витрат, що зрештою сприяє покращенню виробничих та фінансових показників підприємства.

У ході аналізу факторів, що впливають на енергоефективність підприємства, виявлено ключові аспекти, що визначають рівень споживання та раціонального використання енергоресурсів. Основними з них є: технічний стан обладнання, рівень автоматизації та цифровізації процесів, якість управління енергетичними ресурсами, а також рівень впровадження енергозберігаючих технологій.

Крім того, значний вплив мають зовнішні умови, такі як доступність енергетичних ресурсів, регуляторна політика та економічна ситуація. Для підвищення енергоефективності підприємства необхідне комплексне застосування технічних, організаційних та економічних заходів, включаючи модернізацію обладнання, оптимізацію виробничих процесів та навчання персоналу.

Таким чином, розробка та реалізація стратегії управління енергоефективністю, що ґрунтується на виявлених факторах, дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання, підвищити продуктивність та стійкість підприємства в умовах конкуренції.

2.3 Основні методи та підходи до оцінки енергоефективності

Оцінка енергоефективності є важливою складовою сучасного управління енергетичними ресурсами як у промисловості, так і у сфері житлового будівництва та інших галузях. З підвищенням уваги до екологічних питань та сталого розвитку, ефективне використання енергії стає не тільки економічною необхідністю, а й обов'язковою частиною стратегії зниження негативного впливу на довкілля. Методи та підходи, що застосовуються для оцінки енергоефективності, включають різноманітні інструменти, такі як енергетичні аудитори, нормативні розрахунки, а також сучасні інформаційні технології для моніторингу та аналізу споживання енергії. Основні методи оцінки охоплюють як кількісні, і якісні параметри, дозволяючи як аналізувати поточний стан, а й виявляти резерви для оптимізації споживання енергетичних ресурсів.

Існує кілька підходів до вимірювання та підвищення енергоефективності, серед яких можна виділити метод оцінки з використанням коефіцієнта енергоефективності, розрахунок економічної доцільності заходів щодо покращення енергозбереження, а також запровадження систем енергоменеджменту. Ці підходи дозволяють провести комплексну оцінку, визначити зони для оптимізації та вжити заходів, спрямованих на скорочення витрат на енергію та підвищення стійкості до зовнішніх економічних та екологічних викликів. Розробка та впровадження методів та стандартів, спрямованих на підвищення енергоефективності, стають важливим кроком у переході до більш екологічно чистого та економічно ефективного суспільства [34].

Оцінка енергоефективності включає кілька методів та підходів для вимірювання та аналізу того, наскільки ефективно використовуються енергетичні ресурси.

Перший метод має назву аналіз енергетичної інтенсивності. Енергетична інтенсивність - це кількість енергії, необхідна для виробництва одиниці

продукції або виконання роботи (наприклад, kWh на одиницю продукції). Це один із найпоширеніших способів оцінки енергоефективності в промисловості.

Для оцінки можна використовувати дані про споживання енергії та виробничі показники (наприклад, кількість вироблених товарів або виконаних послуг).

Метод порівняльного аналізу (Benchmarking), тобто порівняння енергоефективності різних підприємств чи підрозділів з урахуванням їх енергоємності. Цей метод допомагає виявити найкращі практики та встановити стандартні показники для покращення енергоефективності.

Метод економії енергії має оцінку економії енергії після запровадження енергоефективних заходів. Цей метод використовується для розрахунку економії в результаті поліпшень, таких як заміна обладнання більш ефективне або зміна виробничих процесів [33].

Індикатори енергоефективності використання ключових показників ефективності (KPI) для вимірювання енергоефективності, таких як коефіцієнт енергоефективності (ставлення виробленої продукції до споживаної енергії), енергетичне навантаження та питома споживання енергії.

Метод життєвого циклу (LCA) - це оцінка впливу на енергоефективність всього життєвого циклу продукту, починаючи від видобутку сировини, виробництва, використання та закінчуючи утилізацією. Цей підхід дозволяє враховувати не тільки енерговитрати на виробничі процеси, а й транспортування, обслуговування та утилізацію.

Метод інтегрованої оцінки використовується для комплексного аналізу енергоефективності з урахуванням всіх факторів: від технологічних процесів та стану обладнання до організаційних заходів. Це підхід, який включає кілька методик, таких як фінансові аналізи, екологічні та соціальні аспекти [35].

Моніторинг та управління енергоспоживанням включає впровадження систем моніторингу та автоматизованого керування енергією для контролю за споживанням у реальному часі та оптимізації роботи енергосистем на підприємствах або в будинках.

Оцінка енергоефективності є важливим інструментом для керування енергоспоживанням та підвищення стійкості енергетичних систем. Сучасні методи та підходи до оцінки енергоефективності дозволяють комплексно аналізувати енергоспоживання на рівні окремих об'єктів, підприємств чи регіонів. Вони ґрунтуються на кількісному аналізі енерговитрат та якісному дослідженні факторів, що впливають на їх ефективність.

Одним із ключових підходів є використання енергетичних балансів, які дозволяють виявляти диспропорції у витраті енергії та визначати потенціал для економії. Для оцінки енергоефективності широко застосовуються індикаторні методи, такі як розрахунок питомого енергоспоживання, коефіцієнтів корисної дії (ККД) та енергетичних інтенсивностей. Ці методи дозволяють зіставити енергоефективність різних об'єктів чи процесів.

Математичне моделювання та використання спеціалізованих програмних засобів відкривають можливості для аналізу складних систем та прогнозування ефективності заходів з енергозбереження. Також активно використовуються методи енергоаудиту, які включають повне обстеження об'єкта та розробку рекомендацій щодо зниження енерговитрат.

Сучасні підходи враховують не лише технічні, а й організаційні аспекти, такі як запровадження стандартів енергоефективності, сертифікація та моніторинг. Інтеграція цифрових технологій та концепції «розумних» енергосистем дозволяє автоматизувати процес оцінки та управління енергоресурсами.

Таким чином, комплексний підхід до оцінки енергоефективності, що ґрунтується на використанні різних методів і технологій, дозволяє не тільки економити ресурси, а й мінімізувати вплив на навколишнє середовище, що відповідає цілям сталого розвитку.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2:

В результаті проведеного аналізу було вивчено ключові аспекти поточного стану енергоефективності металургійного підприємства. Металургійне підприємство характеризується високоенергоємними виробничими процесами, що включають видобуток, переробку сировини, плавлення металу та прокат. Основними споживачами енергії є печі, прокатні стани та допоміжне обладнання. Структура енергоспоживання показує, що найбільшу частку займають теплова та електрична енергія, що зумовлено специфікою технологічних операцій. При цьому спостерігаються значні втрати енергії у вигляді теплових викидів та недостатня утилізація вторинних енергетичних ресурсів.

Виявлено, що на енергоефективність підприємства впливають як внутрішні, і зовнішні чинники. Серед внутрішніх чинників виділяються: зношеність обладнання, недостатня автоматизація процесів, низький рівень обліку та контролю енергоресурсів. Зовнішні фактори включають зростання тарифів на енергоресурси, жорсткість екологічних норм та вимоги до зниження вуглецевого сліду. Особливу увагу слід приділити впровадженню сучасних енергоефективних технологій та оптимізації роботи систем енергопостачання.

Вивчені методи та підходи до оцінки енергоефективності, такі як енергоаудит, метод економії енергії та моніторинг та управління енергоспоживанням, застосування індикаторів енергоефективності дозволили визначити базові параметри поточного стану енергосистеми підприємства. Ці підходи забезпечують основу розробки заходів, вкладених у скорочення енерговитрат і підвищення загальної ефективності виробничих процесів.

В результаті аналізу встановлено, що підприємство має значний потенціал для підвищення енергоефективності. Рекомендовано розробити програму заходів, спрямованих на модернізацію обладнання, використання вторинних енергоресурсів та покращення систем управління

енергоспоживанням. Це дозволить скоротити витрати на енергію, підвищити продуктивність та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ГРОШОВИХ ЗАОЩАДЖЕНЬ ПРИ ВТІЛЕННІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

3.1. Аналіз енергозбереження

Останнім часом термін «енергозбереження» набуває підвищеної актуальності, а енергоресурсозбереження є одним із найсерйозніших завдань XXI століття. Від вирішення цієї проблеми залежить місце країни серед розвинених в економічному відношенні країн і рівень життя її громадян.

Економічна сутність енергозбереження полягає у формуванні зовнішньої та внутрішньої систем відносин на підприємстві, за допомогою яких здійснюється раціональне використання енергетичних ресурсів та їх економія. Практичним результатом енергозбереження на підприємствах є зниження норм споживання паливно-енергетичних ресурсів, а також зменшення витрат на енергетичні ресурси. Таким чином, за допомогою реалізації енергозберігаючих заходів підприємства мають можливість збільшити обсяги виробництва та знизити собівартість виробленої продукції [37].

Соціальна значущість енергозбереження також дуже висока та тісно пов'язана з екологічною. Насправді скорочення викидів парникових газів нерідко дає додатковий ефект як зменшення викидів інших шкідливих речовин, як-от оксиди азоту, діоксиди сірки, тверді частинки і важкі метали. Скорочення викидів, наприклад, внаслідок зниження споживання бензину, електроенергії та тепла, а також зменшення частки використовуваних у виробництві електроенергії, вугілля та газу, сприятиме, крім іншого, збереженню навколишнього середовища та здоров'я населення Росії. Розвиток енергетики на базі відновлюваних джерел енергії дозволить створити додаткові робочі місця, скоротити рівень безробіття та покращити рівень життя населення країни.

В даний час існує безліч способів організації енергозбереження на промислових підприємствах, а також методик оцінки енергоефективності, проте більшість з них відносяться до технологічних систем.

Останні кілька років у зв'язку з популяризацією ідей енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності економісти почали робити спроби провести комплексну оцінку енергоефективності підприємств.

Після вивчення чинників, які впливають енергоємність виробництва промислових підприємств, було виділено п'ять основних критеріїв, об'єднаних у групи. Критерії першої групи характеризують технічний стан та оснащеність відповідним обладнанням енергогосподарства підприємства;

3.2. Встановлення штор із ПВХ-плівки

Енергозберігаюча світлопрозора плівка призначена для зниження втрат радіаційної частини теплової енергії через вікна. Товщина плівки 80 мікронів. Плівку встановлюють у міжрамний простір або з внутрішньої сторони вікна (рис. 3.1). Створюється ефект додаткового скла. За даними виробників плівка економить від 15 до 30% тепла, що можна порівняти із застосуванням склопакетів, але при набагато менших витратах.

Економічний ефект від впровадження цього заходу можливий лише за наявності системи регулювання та обліку теплового навантаження [36].

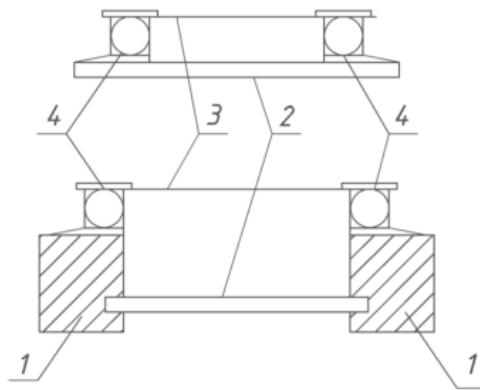


Рисунок 3.1. - Встановлення плівки із використанням пластикового замку:

1 – рама; 2 – скло; 3 – плівка; 4 – замок.

Галузь застосування: житловий фонд, офіси, адміністративні приміщення.

Методика розрахунку ефективності заходу

Крок 1. У загальному випадку тепловтрати приміщення через світлопрозорі огороження Q_1 визначаються за формулою 3.1:

$$Q_1 = \frac{1}{R_1} \cdot F \cdot (t_B - t_{\text{нар}}^{\text{cp}}) \cdot 10^{-3}, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

де F – площа скління, м^2 ;

R_1 – опір теплопередачі світлопрозорих огорож до встановлення плівки, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря, °C ;

$t_{\text{нар}}^{\text{cp}}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C .

Термічний опір вікон з подвійним склінням у спарених палітурках становить $R = 0,4 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Установка в міжрамний простір плівки дозволяє збільшити опір теплопередачі віконного блоку до $R = 0,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Тим самим досягається скорочення втрат теплової енергії через вікна на 26%.

Крок 2. Тепловтрати приміщень після встановлення ПВХ-плівки міжрамний простір вікон розраховуються за формулою 3.2:

$$Q_1 = \frac{1}{R_2} \cdot F \cdot (t_B - t_{\text{нар}}^{\text{cp}}) \cdot 10^{-3}, \text{ Вт} \quad (3.2.)$$

де R_2 – опір теплопередачі світлопрозорих огорож після встановлення плівки, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

Крок 3. Обсяг теплової енергії, заощадженої за опалювальний період, становитиме:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot z \cdot K \quad (3.3.)$$

де z – тривалість опалювального періоду, год;

K – коефіцієнт переведення кВт·год у Гкал, рівний $1,163 \cdot 10^{-3}$.

Крок 4. Річна економія в грошах, грн.:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T_{TE} \quad (3.4.)$$

де T_{TE} - тариф на теплову енергію, грн./Гкал.

Приклад розрахунку:

Кількість та розмір вікон у будівлі (для кожного типорозміру):

- Тип вікон – скління подвійне в окремих дерев'яних палітурках
- Кількість – 159 шт.,
- Висота – 1,77 м,
- Ширина – 2,389 м-коду.

Температура повітря у приміщенні $t_B = 21$ °С.

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період складає $t_{нар}^{cp} = -4$ °С.

Тривалість опалювального періоду $n = 221$ год.

Тариф на теплову енергію $T = 1212$ грн.

Термічний опір вікон з подвійним склінням в окремих палітурках $R = 0,44$ м²·°С/Вт;

Розрахунок:

Втрати теплової енергії через світлопрозорі огороження:

$$Q_1 = \frac{1}{R_2} \cdot F \cdot (t_B - t_{нар}^{cp}) \cdot 10^{-3} = \frac{1}{0,4} \cdot 672 \cdot (21 - (-4)) \cdot 10^{-3} = 42 \text{ (кВт)}$$

Втрати теплової енергії через світлопрозорі огороження після установки ПВХ-плівки:

$$Q_1 = \frac{1}{R_2} \cdot F \cdot (t_B - t_{нар}^{cp}) \cdot 10^{-3} = \frac{1}{0,54} \cdot 672 \cdot (21 - (-4)) \cdot 10^{-3} = 31 \text{ (кВт)}$$

Економія теплової енергії після реалізації заходу:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot z \cdot K = (42 - 31) \cdot 221 \cdot 24 \cdot 0,8598 \cdot 10^{-3} = 50,16 \text{ (Гкал)}$$

Річна економія у грошовому вираженні (економія за опалювальний період):

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T_{TE} = 50,16 \cdot 1212 = 60794 \text{ (грн)}$$

При реалізації заходу «Встановлення штор із ПВХ-плівки» за опалювальний період досягається економія у вигляді 60794 грн.

Витрати	Ціна	Кількість	Вартість
Матеріал	8,5	672	5712
Монтаж ПВХ-плівки	4,25	672	2856
Всього:			8568

Обсяг інвестицій у цей захід становить 8568 грн. Таким чином, використовуючи формулу 3.1, знаходимо термін окупності заходу:

$$DP = \frac{I_{nv}}{E_t} = \frac{8568}{60794} = 0,14 \text{ (року)}$$

Термін окупності рекомендується округлювати до цілих чисел, тобто даному випадку термін окупності становить 1 рік.

Термін служби ПВХ-плівки складає 1 рік.

Таким чином, захід повністю окупає себе.

Термін окупності рекомендується округлювати до цілих чисел, тобто. у разі термін окупності становить 1 рік.

Термін служби ПВХ-плівки складає 1 рік. Таким чином, захід повністю окупає себе.

3.3. Автоматизація освітлення у місцях загального користування

Освітлення в туалетних кімнатах, гардеробі та підсобних приміщеннях керується звичайними механічними вимикачами. Людський фактор (забудькуватість персоналу) – причина постійної роботи освітлювальних приладів у цих приміщеннях протягом робочого дня, незважаючи на потребу у висвітленні протягом короткочасного періоду часу.

Пропонується оснастити освітлювальні прилади пристроями з урахуванням датчиків присутності. Це удосконалення дозволить включати освітлення лише у разі присутності людини до приміщень.

В даний час на ринку електротехнічних пристроїв існує низка недорогих виробів, що дозволяють автоматизувати керування освітленням.

Пристрій призначений для монтажу на стіні або стелі для використання разом із раніше встановленими світильниками.

Вбудоване реле дозволить поступово знижувати електричне навантаження на люмінесцентні лампи, що дозволить збільшити термін їхньої служби [40].

3.4. Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи

Використання ламп розжарювання для освітлення приміщень наводить до значного перевитрати електричної енергії, оскільки люмінесцентні або світлодіодні лампи, що генерують аналогічній потужності світловий потік споживають у 4-9 разів менше електроенергії.

Відповідність потужностей ламп розжарювання та компактних люмінесцентних ламп наведено на рис. 3.2.

Термін служби люмінесцентних ламп у 2-3 рази більший, ніж у ламп розжарювання. Оскільки встановлюються компактні люмінесцентні лампи в ті ж цоколі, що і лампи розжарювання, переобладнання системи освітлення – процес нетрудомісткий.



Рисунок 3.2. – Відповідність потужностей ламп накалювання і компактних люмінесцентних ламп

Область застосування Освітлення приміщень з періодичним перебуванням людей у житлових та громадських будівлях

Методика розрахунку ефективності заходу

Крок 1. Розрахункове споживання електроенергії на освітлення приміщень з тимчасовим перебуванням людей складає:

$$W_{\text{лн}} = N \cdot P_{\text{лн}} \cdot \tau \cdot z \cdot 10^{-3} \text{ (кВт}\cdot\text{год)} \quad (3.5.)$$

де N - кількість ламп розжарювання в місцях з тимчасовим перебуванням людей, шт;

$P_{\text{лн}}$ – потужність лампи розжарювання, Вт;

τ - час роботи системи освітлення, годин;

z – кількість робочих днів у році.

Встановлення датчиків руху та присутності дозволить скоротити кількість годин роботи системи освітлення до 1-2 годин. Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи дозволить знизити використання електроенергії на роботу освітлювальних установок.

Крок 2. Витрата електроенергії на освітлення місць з тимчасовим перебуванням людей після впровадження системи автоматичного регулювання та заміни ламп складе:

$$W_{\text{ккл}} = N \cdot P_{\text{ккл}} \cdot \tau_{\text{а}} \cdot z \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (3.6.)$$

де $P_{\text{ккл}}$ – потужність компактної люмінесцентної лампи, Вт;

$\tau_{\text{а}}$ – час роботи системи освітлення після встановлення датчиків руху та присутності, годин;

Крок 3. Економія електроенергії при впровадженні заходів дорівнюватиме:

$$\Delta W = W_{\text{лн}} - W_{\text{ккл}}, \text{ кВт}\cdot\text{год} \quad (3.7.)$$

Крок 4. Річна економія в грошах складе, тис. грн.:

$$\Delta E = \Delta W \cdot T_{EE} \cdot 10^{-3} \quad (3.8.)$$

де T_{EE} – тариф на електричну енергію, грн/кВт·год.

Приклад розрахунку:

У школі тимчасове перебування людей характерне для восьми приміщень.

Загалом у зазначених приміщеннях встановлено 20 ламп розжарювання, одиничною потужністю 70 Вт.

Система освітлення у приміщеннях працює протягом усього робітника дня, що становить 9 годин. Тариф на електричну енергію $T = 5,39$ грн/кВт·год.

Число робочих днів установи на рік – 247 днів.

Розрахунок:

Витрата електроенергії на освітлення приміщень із тимчасовим перебуванням людей до заміни ламп та встановлення датчиків руху:

$$W_{\text{ккл}} = N \cdot P_{\text{ккл}} \cdot \tau_a \cdot z \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 70 \cdot 9 \cdot 247 \cdot 10^{-3} = 3112,2 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}$$

При впровадженні системи автоматичного керування освітленням у приміщеннях з тимчасовим перебуванням людей час використання світильників, згідно з досвідченими даними, зменшиться до 2,5 години.

Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи дозволить отримати витрату електроенергії:

$$W_{\text{ккл}} = N \cdot P_{\text{ккл}} \cdot \tau_a \cdot z \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 16 \cdot 2,5 \cdot 247 \cdot 10^{-3} = 197,6, \text{ (кВт} \cdot \text{год)}$$

Економія електроенергії при впровадженні заходів дорівнюватиме:

$$\Delta W = W_{\text{лн}} - W_{\text{ккл}} = 3112,2 - 197,6 = 2914,6 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}$$

Річна економія в грошах складе:

$$\Delta E = \Delta W \cdot T_{EE} \cdot 10^{-3} = 2914,6 \cdot 5,39 \cdot 10^{-3} = 15,71 \text{ (тис. грн.)}$$

При реалізації заходів «Автоматизація освітлення у місцях загального користування» та «Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи» досягається економія у розмірі 15710 грн. Обсяг інвестицій у дані заходи, виходячи із сукупних витрат на купівлю та встановлення датчиків руху та присутності. а також компактних люмінесцентних ламп, складе:

$$I_{nv} = N_{\text{ккл}} \cdot C_{\text{ккл}} + (1 + k) \cdot N_a \cdot C_A \text{ (тис. грн.)}$$

де $N_{\text{ккл}}$ - необхідна кількість ламп, шт.;

$C_{\text{ккл}}$ - вартість однієї компактної люмінесцентної лампи, грн;

k – частка витрат на монтаж датчиків руху вартості обладнання, грн;

N_a – необхідне кількість регуляторів системи освітлення (кількість приміщень), прим.;

C_A - вартість одного регулятора системи освітлення, грн.

За умови, що вартість монтажних робіт становитиме 50% від вартості обладнання, інвестиції у проект:

$$I_{nv} = N_{\text{ккл}} \cdot C_{\text{ккл}} + (1 + k) \cdot N_a \cdot C_A = 20 \cdot 185 + (1 + 0,5) \cdot 8 \cdot 650 = 11500 \text{ (грн)}$$

Таким чином, використовуючи формулу (1), знаходимо термін окупності заходу:

$$DP = \frac{I_{nv}}{\Delta E} = \frac{11500}{15710} = 0,73 \text{ (роки)}$$

Термін окупності рекомендується округлювати до цілих чисел, тобто. у разі термін окупності становить 1 рік.

Термін служби компактних люмінесцентних ламп складає 2 роки.

Термін служби датчиків руху – 5 років.

Опис заходу «Організація автоматизованого теплового пункту»

Індивідуальний облік теплової енергії ефективний тоді, коли споживач має можливість регулювати витрати тепла в залежності від своїх потреб.

Для підтримки необхідного температурного графіка у системі опалення планується встановити регулятори на опалення з датчиками зовнішнього та внутрішнього повітря. За відповідною програмою регулятор може здійснювати зниження температури повітря в приміщеннях у нічний

годинник та вихідні дні, що найбільш актуально для будівель бюджетної сфери. Автоматизоване керування опалювальною навантаженням дозволяє отримати економію в осінньо-весняний період, коли поширеною проблемою є наявність перетопів, пов'язана з особливостями центрального якісного регулювання теплової навантаження на джерела тепlopостачання [39]. Загальний вигляд автоматизованого теплового пункту наведено на рис. 3.4.

Галузь застосування: житловий фонд, адміністративні та громадські будівлі.

3.5. Методика розрахунку ефективності заходу

Крок 1. Фактичне годинне теплове навантаження будівлі на опалення складає:

$$q_{\text{ч}} = \frac{Q}{z \cdot 24}, (\text{Гкал/год}) \quad (3.9)$$

де Q - річне споживання теплової енергії на опалення будівлі, Гкал;
 z - тривалість опалювального періоду, доба.

Крок 2. Організація чергового передбачає зниження температури повітря в приміщеннях будівлі до $t_{\text{в}}^{\text{д}} = 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Годинникове навантаження на опалення даному випадку складе:

$$q_{\text{ч}}^{\text{д}} = q_{\text{ч}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{д}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})}, (\text{Гкал/год}) \quad (3.10)$$

де $t_{\text{н}}^{\text{сп}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{в}}$ - розрахункова температура повітря у приміщеннях, $^{\circ}\text{C}$.

Крок 3. Річна витрата теплової енергії на опалення будівлі при організації чергового опалення та 9-годинному робочому дні організації:

$$Q_{\text{д}} = (q_{\text{ч}} \cdot 9 + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot 15) \cdot z_{\text{р}} + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot z_{\text{в}}, (\text{Гкал}) \quad (3.11)$$

де $z_{\text{р}}$ - кількість робочих днів у опалювальному періоді;

z_B – кількість вихідних та святкових днів у опалювальному періоді.

Крок 4. Економія теплової енергії від застосування чергового опалення за опалювальний період:

$$\Delta Q_d = Q - Q_d, (\text{Гкал}) \quad (3.12)$$

Крок 5. Загальна економія теплової енергії за рахунок організації автоматизованого теплового пункту:

$$\Delta Q = \Delta Q_d + k \cdot Q, (\text{Гкал}) \quad (3.13)$$

де k – коефіцієнт ефективності регулювання теплового навантаження осінньо-весняний період.

Крок 6. Річна економія в грошах:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T \cdot 10^{-3}, (\text{тис. грн}) \quad (3.14)$$

де T - тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

Розрахунок:

Річний тепловий навантаження на систему опалення будівлі – 459,5 Гкал.

Температура повітря в приміщенні $t_p^B = 20^\circ\text{C}$.

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період складає $t_{\text{ср.нар}} = -4,0^\circ\text{C}$.

Тривалість опалювального періоду $z = 221$ день.

Тариф на теплову енергію $T = 1028,13$ грн.

Тривалість робочого дня – 9 год.

Кількість днів за опалювальний період:

- робочі дні – 150;
- неробочі – 71.

Необхідно провести розрахунок ефективності заходу в натуральному та грошовому вираженні для будівлі з річним споживанням теплової енергії на цілі опалення $Q = 459,5$ Гкал. Вузол обліку теплової енергії організований, що дозволяє отримувати фактичні дані про споживання теплової енергії.

Фактичне годинникове теплове навантаження будівлі складає:

$$q_{\text{ч}} = \frac{Q}{z \cdot 24} = \frac{459,5}{221 \cdot 24} = 0,087 \text{ (Гкал/год)}$$

При організації чергового опалення та зниження температури повітря у приміщеннях у неробочий час до 14°C годинне навантаження складе:

$$q_{\text{ч}}^{\text{д}} = q_{\text{ч}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{д}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})} = 0,087 \cdot \frac{(14 - (-4))}{(20 - (-4))} = 0,065, \text{ (Гкал/год)}$$

В опалювальному періоді 2013 р. було 150 робочих днів та 71 неробочих. Витрата теплової енергії на опалення будівлі при 9-ти годинному робочому дні:

$$Q_{\text{д}} = (q_{\text{ч}} \cdot 9 + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot 15) \cdot z_{\text{р}} + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot z_{\text{в}} = (0,087 \cdot 9 + 0,065 \cdot 15) \cdot 150 + 0,065 \cdot 71 = 334,77 \text{ (Гкал)}$$

Економія теплової енергії від впровадження чергового опалення опалювальний період:

$$\Delta Q_{\text{д}} = Q - Q_{\text{д}} = 459,5 - 334,77 = 124,73 \text{ (Гкал)}$$

Загальна економія теплової енергії при врахуванні зниження теплоспоживання на 7% за рахунок усунення перетопів в осінньо-весняний період:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{д}} + k \cdot Q = 124,73 + 0,07 \cdot 459,5 = 156,9 \text{ (Гкал)}$$

Річна економія в грошах:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T \cdot 10^{-3} = 159,6 \cdot 1028,13 \cdot 10^{-3} = 161,31 \text{ (тис. грн)}$$

При реалізації заходу «Організація автоматизованого теплового пункту» у будівлі за опалювальний період досягається економія у розмірі 161,31 тис. грн. Обсяг інвестицій у цей захід, виходячи із сукупних витрат на розробку проекту тепловузла, обладнання та монтаж, складе, 120 тис. грн.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), знаходимо термін окупності заходу:

$$DP = \frac{I_{nv}}{\Delta E} = \frac{120}{161,31} = 0,74 \text{ (роки)}$$

Термін окупності рекомендується округлювати до цілих чисел, тобто. у разі термін окупності становить 1 рік.

3.6. Застосування автоматичних доводчиків дверей на входних дверях

Доводчики зовнішніх дверей призначені (рис. 3.3.) для автоматичного їх закривання, що унеможлиблює необмежену інфільтрацію через дверний отвір.

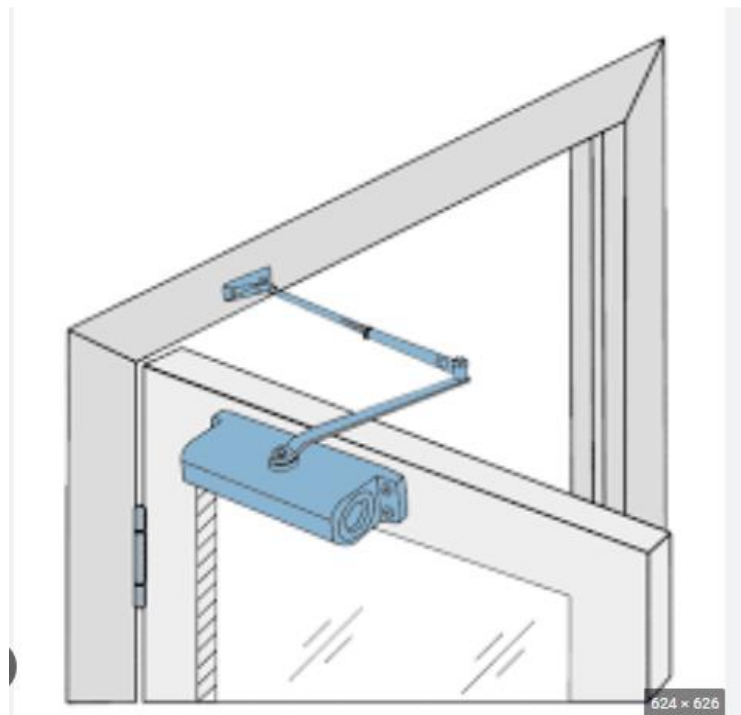


Рисунок 3.3. – Доводчик дверей

Установка доводчика дверей проводиться з метою скорочення часу надходження холодного повітря під час відкриття входних дверей або воріт і, як наслідок, скорочення падіння температури на робочих місцях.

Дверний доводчик істотно зменшує кількість проникаючого в приміщення холодного зовнішнього повітря, що призводить до значної економії енергії на опалення. Підбір автоматичного доводчика дверей

здійснюється, виходячи з даних про масу дверей, про необхідне зусилля для її закривання, та про її матеріал.

Галузь застосування: житловий фонд, офіси, адміністративні приміщення

Розрахунок ефективності заходу

Крок 1. Річне скорочення втрат тепла через дверний отвір з встановленим доводчиком дверей визначається за формулою:

$$\Delta E = k_{eff} \cdot E_{\Pi}, (\text{Гкал}) \quad (3.15)$$

де k_{eff} – коефіцієнт ефективності доводчика (згідно з експериментальними даними доводчики дають приблизно 1 % економії від втрат через входні та міжкімнатні двері, при цьому через двері втрачається близько 10% тепла, таким чином, $k_{eff} = 0,01 \cdot 0,10 = 0,001$;

E_{Π} – обсяг теплової енергії, спожитої в опалювальний період у базовому році, Гкал.

Крок 2. Річна економія в грошах визначається за формулою, грн.:

$$\Delta \text{€} = \Delta E \cdot T_{\text{Т.Е.}}, \text{грн} \quad (3.16)$$

де $T_{\text{Т.Е.}}$ - тариф на теплову енергію, грн./Гкал.

Вихідні дані:

Обсяг теплової енергії спожитої за базовий період E_{Π} складає 1000 Гкал.

Тариф на теплову енергію $T_{\text{Т.Е.}} = 1818,70$ грн.

Розрахунок:

Річне скорочення втрат тепла через дверний отвір із встановленим дверним доводчиком:

$$\Delta E = k_{eff} \cdot E_{\Pi} = 0,001 \cdot 1000 = 1 (\text{Гкал})$$

Тоді річна економія в грошах складе:

$$\Delta \text{€} = \Delta E \cdot T_{\text{Т.Е.}} = 1 \cdot 1818,70 = 1818,70 (\text{грн})$$

При реалізації заходу «Застосування автоматичних дверних доводчиків на входних дверях» за опалювальний період досягається економія в розмірі 5456,10 грн. Вартість установки дверних доводчиків з урахуванням матеріалів та вартості робіт становить 4500 грн, Що визначає загальний обсяг інвестицій у цей захід. Таким чином, використовуючи формулу (3.1), знаходимо термін окупності заходу:

$$P = \frac{I_{nv}}{\Delta E} = \frac{4500}{5456,1} = 0,82 \text{ (роки)}$$

Як видно з наведеного розрахунку, захід «Застосування автоматичних доводчиків дверей на входних дверях» окупається менше ніж за рік.

Покращення теплозахисних властивостей конструкцій будівлі

Інтерес представляє енергозберігаючий ефект від заміни зношеної та несучасної теплової ізоляції з низьким коефіцієнтом опору теплопередачі на новий, що має більш високі показники теплозахисту. Крім цього, за рахунок заміни ізоляції значно знижуються тепловтрати за рахунок нагрівання інфільтраційного повітря, які є наслідком нещільностей. Ці втрати часто становлять понад 25% від загальних тепловтрат приміщення.

Цей захід може бути використаний для зниження теплових втрат через зовнішні огорожі та для усунення випадання конденсату на внутрішній поверхні зовнішніх огорож. Може спричинити зміну класу енергетичної ефективності будівлі. Наведений опір теплопередачі окремих елементів огорожувальних конструкцій будівлі є одним із показників теплового захисту будівлі, що нормуються.

Нормативні значення встановлюються залежно від градусо-добі опалювального періоду та представлені в довідникових даних. Для дотримання нормативних значень опору теплопередачі застосовуються багатошарові конструкції з утеплювачем. Як утеплювач можуть застосовуватися мінераловатні плити, пінополістирол, ековата та інші матеріали, що мають низьку теплопровідність.

Існують два основні типи покрівель: плоскі (рис. 3.4) та скатні (рис. 3.5). Структура покрівлі обох типів включає несучі конструкції і покрівельний

пиріг. У ході утеплення покрівлі зазвичай весь покрівельний пиріг підлягає заміні. Стяжка поверх шару утеплювача на плоских покрівлях виконується в тому випадку, якщо передбачається, що покрівля буде експлуатованою. В інших випадках виправдане застосування теплоізоляційних матеріалів, здатних пружно деформуватися під вагою людини з мінімальними залишковими деформаціями. Допускається укладання утеплювача у два шари: нижній – м'який, верхній – жорсткий. За наявності внутрішніх водостоків необхідно створювати ухил за допомогою сипучих матеріалів (як правило, керамзитовий гравій) [38].

У похилій покрівлі утеплювач повинен бути закріплений на несучих конструкціях, щоб уникнути його переміщень під власною вагою. Для кріплення застосовуються тарілчасті дюбелі чи клей. Енергетичний та економічний ефект від утеплення покрівель залежить від кліматичних умов розміщення об'єкта.

Галузь застосування: будинки та приміщення, що мають покрівлю з низькими теплозахисними властивостями.

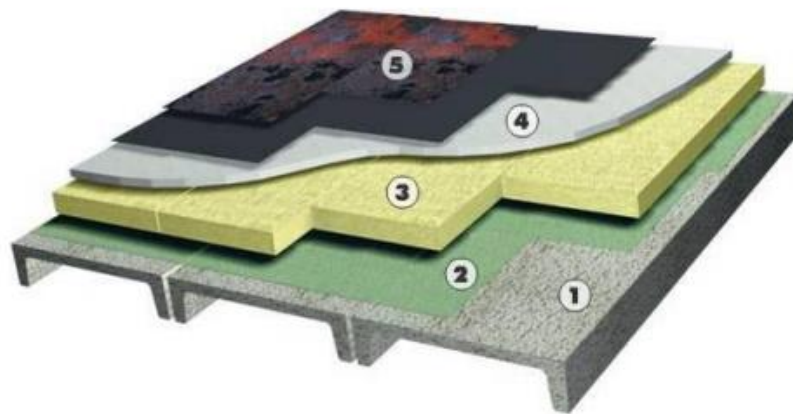


Рисунок 3.4. - Структура плоскої покрівлі: 1 – плити покриття; 2 – шар пароізоляції; 3 – шар утеплювача; 4 – залізобетонна стяжка; 5 – шар гідроізоляції (рулонної або наплавлюваної)

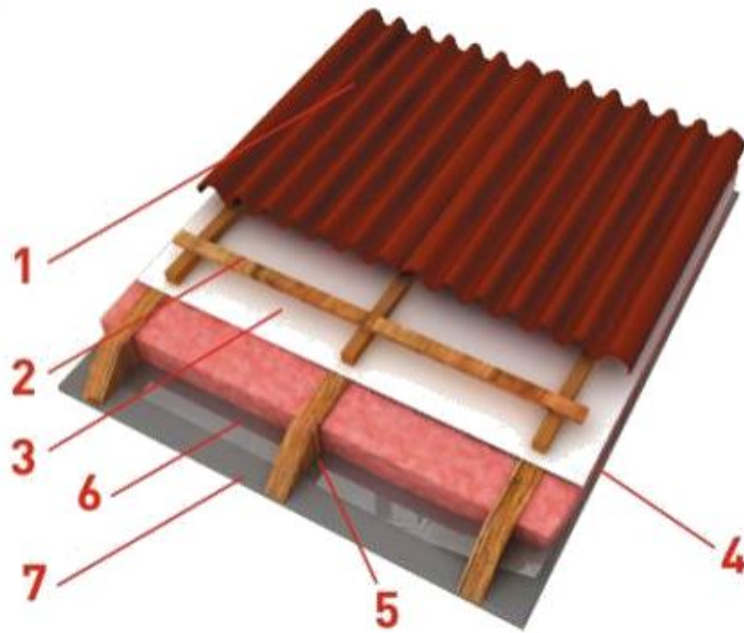


Рисунок 3.5. - Структура скатної покрівлі: 1 – черепиця або інший покрівельний матеріал; 2 - крокова (поперечна) решетування; 3 – вітро- та вологозахисна мембрана; 4 – шар утеплювача; 5 – крокви; 6 – шар пароізоляції; 7 – шар внутрішньої обробки

Методика розрахунку ефективності заходу

Крок 1. Середня за опалювальний період теплова потужність, що передається через покрівлю, визначається за формулою:

$$Q = (t_{\text{в}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}}) \cdot \frac{F}{R}, (\text{Вт}) \quad (3.17)$$

де $t_{\text{в}}$ - середня температура повітря у приміщенні, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{нар}}^{\text{ср}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$;

F - площа покрівлі, м^2 ;

R - термічний опір, що визначається за формулою (3.2)

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}, \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}} \right) \quad (3.18)$$

де $\alpha_{\text{внутр}}$ - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до покрівлі, $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}} \right)$;

α – товщина теплоізоляційного шару, м;

λ - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару ($\frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}^0}{\text{Вт}}$);

$\alpha_{\text{нар}}$ - коефіцієнт тепловіддачі від покрівлі у навколишньому середовищі, [$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}^0}{\text{Вт}}$].

Крок 2. Середня за опалювальний період тепла потужність що передається через покрівлю, визначається двічі – до впровадження заходи та після впровадження заходу.

Після чого розраховується економія тепла за опалювальний період ΔQ як різниця між тепловою потужністю, що передається через огорожувальну конструкцію будівлі (покрівлю) до впровадження та після впровадження заходу.

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n \cdot C, \text{ (кВт}\cdot\text{год, Гкал)} \quad (3.19)$$

де ΔQ – економія теплової енергії за рік від впровадження заходи, кВт·год, Гкал;

n – тривалість опалювального періоду, години;

C – коефіцієнт переведення кВт·год в Гкал рівний $0,86 \cdot 10^{-3}$.

Крок 3. Річна економія в грошах:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T_{\text{ТЕ.}}, \text{ грн} \quad (3.20)$$

де $T_{\text{ТЕ.}}$ - тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

Розрахунок:

Площа покрівлі $F = 580 \text{ м}^2$.

Матеріал покрівлі до впровадження заходу – плити тверді, мінераловатні на органофосфатному сполучному.

Товщина – 50 мм, коефіцієнт теплопровідності $0,09 (\frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}^0}{\text{Вт}})$.

Нормативний термічний опір покрівлі $R_0 = 4,83 (\frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}^0}{\text{Вт}})$

Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$.

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{\text{нар}}^{\text{ср}} = -3,1^{\circ}\text{C}$

Середня тривалість опалювального періоду, $n = 214$ діб.

Тариф на теплову енергію $T_{\text{ТЕ}} = 1818,70$ грн/ Гкал.

Розрахунок:

Розрахуємо за формулою (3.2) термічний опір теплоізоляційного шару покрівлі до впровадження заходу:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{12} + \frac{0,05}{0,09} + \frac{1}{8,7} = 0,75 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{C}^0}{\text{Вт}} \right)$$

Середня за опалювальний період теплова потужність, що передається через покрівлю, до впровадження заходу:

$$Q = (t_{\text{в}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}}) \cdot \frac{F}{R} = \frac{1}{0,75} \cdot 580 \cdot (20 - (-3,1)) = 17864 \text{ Вт} = 17,9 \text{ кВт}$$

Середня за опалювальний період теплова потужність, що передається через покрівлю, після впровадження заходу:

$$Q = (t_{\text{в}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}}) \cdot \frac{F}{R_0} = \frac{1}{4,83} \cdot 580 \cdot (20 - (-3,1)) = 2773 \text{ Вт} = 2,8 \text{ кВт}$$

Економія тепла за опалювальний період:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n \cdot C = (17,9 - 2,8) \cdot 214 \cdot 24 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} = 67 \text{ (Гкал)}$$

Річна економія у грошовому вираженні за тарифу $T_{\text{ТЕ}} = 1818,70$ грн/Гкал:

$$\Delta E = \Delta Q \cdot T_{\text{ТЕ}} = 67 \cdot 1818,70 = 121853 \text{ (грн)}$$

При реалізації заходу «Поліпшення теплозахисних властивостей конструкцій будівлі (покрівля), що захищають» за опалювальний період досягається економія у вигляді 121 853 грн.

Визначимо витрати на реалізацію заходу:

Найбільш поширеним з матеріалів, що використовуються для утеплення покрівлі, є пінополістирол. Цей матеріал має низькою теплопровідністю, відповідно для досягнення термічного опору R_0 знадобляться плити з невеликою товщиною, що загалом здешевлює вартість заходу. Коефіцієнт

теплопровідності пінополістиролу дорівнює $\lambda_{\text{пінополістирол}} = 0,028 \text{ Вт м}^\circ\text{С}$.
Визначимо із цього умови товщину плит δ м , необхідні досягнення термічного опору R_0 .

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} \rightarrow \delta = \left(R_0 - \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} \right) \cdot \lambda = \left(4,83 - \frac{1}{12} - \frac{1}{8,7} \right) \\ = 0,028 = 4,64 \cdot 0,028 = 0,13 \text{ (м)}$$

Необхідна товщина плити пінополістиролу складає 0,13 м.

Ціна пінополістиролу – 440 грн/м².

Вартість матеріалу складає - 259 600 грн за 580 м². Дана вартість включає також вартість робіт з демонтажу старого утеплювача та по монтажу нового. Витрати на утеплення з урахуванням матеріалів та вартості робіт становлять 259 600 руб., Що визначає загальний обсяг інвестицій у це захід. Таким чином, використовуючи формулу (3.1), знаходимо термін окупності заходу:

$$DP = \frac{I_{nv}}{E_t} = \frac{259600}{121853} = 2,13 \text{ (років)}$$

Як видно з наведеного розрахунку, захід «Покращення теплозахисних властивостей конструкцій будівлі (покрівля), що захищають» окупиться приблизно за 3 роки.

Опис заходу «Утеплення внутрішніх перегородок» Цікавим є енергозберігаючий ефект від заміни зношеної та несучасної теплової ізоляції з низьким коефіцієнтом.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3:

Аналіз енергозбереження підтвердив значний потенціал зниження енерговитрат під час застосування сучасних енергозберігаючих технологій. Ефективність заходів оцінювалася з урахуванням особливостей споживання та експлуатаційних умов.

Встановлення штор із ПВХ-плівки дозволило скоротити тепловтрати через віконні отвори, що знизило витрати на опалення приміщень. Цей захід продемонстрував високий рівень рентабельності завдяки невисокій вартості матеріалу та швидкої окупності.

Автоматизація освітлення у місцях загального користування зробила значний внесок у зниження витрат на електроенергію. Встановлення датчиків руху та реле часу дозволило мінімізувати нераціональне використання освітлення.

Заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні лампи продемонструвала найбільший ефект з погляду співвідношення витрат на впровадження та отриманих заощаджень. Зменшення енергоспоживання у кілька разів дозволило знизити як експлуатаційні, і екологічні витрати.

Методика розрахунку ефективності заходу включала облік капітальних витрат, щорічної економії та терміну окупності. Застосування системного підходу дозволило об'єктивно оцінити економічну доцільність кожного заходу.

Застосування автоматичних доводчиків дверей на входні двері знизило витік тепла через дверні отвори, особливо в холодний сезон. Цей захід виявився важливим елементом підвищення енергоефективності будівель.

Загалом втілення перерахованих заходів дозволило не лише знизити витрати на енергоресурси, а й підвищити рівень комфорту, надійності та стійкості експлуатації об'єктів. Методологічний підхід до розрахунків підтвердив економічну виправданість запропонованих рішень та їх позитивний вплив на екологічну ситуацію.

ВИСНОВКИ Й РЕКОМЕНДАЦІЇ:

В результаті проведеного аналізу енергоефективності роботи металургійного підприємства можна зробити кілька важливих висновків, які стосуються як теоретичних засад, так і практичних аспектів, пов'язаних із енергоефективністю.

Вивчення особливостей енергоємності процесів у металургії показало, що металургійне виробництво характеризується високими енергетичними витратами, особливо в таких процесах, як плавка та обробка металів. Підприємствам не лише знижувати витрати на енергію, а й покращувати екологічні показники, що є невід'ємною частиною сталого розвитку.

Характеристика підприємства показала, що його виробничі процеси є енергоємними, проте структура енергоспоживання також відображає можливості для оптимізації. Як аналіз споживання енергії та розрахунок коефіцієнта ефективності, дозволяють точніше визначити області для поліпшень.

При розгляді енергозберігаючих заходів, таких як встановлення штор із ПВХ-плівки, автоматизація освітлення, заміна ламп розжарювання на компактні люмінесцентні, а також застосування автоматичних доводчиків дверей виявлено, що їхнє впровадження може призвести до значного скорочення витрат на енергопостачання. Демонструє хороші результати, що наголошує на необхідності подальших інвестицій у модернізацію обладнання та технологій. Зекономлені кошти можуть бути спрямовані на розвиток підприємства та покращення його конкурентоспроможності.

Таким чином, досягнута мета дослідження – визначення напрямів підвищення енергоефективності роботи металургійного підприємства – реалізовано. Результати роботи можуть бути використані для розробки комплексної програми підвищення енергоефективності, спрямованої на скорочення енерговитрат, зниження впливу на довкілля та збільшення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Для подальших досліджень рекомендується провести детальну оцінку впровадження інноваційних технологій на практиці, а також розглянути можливості інтеграції поновлюваних джерел енергії до енергетичного балансу підприємства.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ:

1. Жовтянський В. А. Стратегія енергозбереження в Україні [Текст]: Аналітично-довідкові матеріали: У 2-х т. / ред. В. А. Жовтянський. Т. 2: Механізми реалізації політики енергозбереження / М. І. Данилов [і ін.], 2008. – 560 с.
2. Суходоля О. В. Види та цілі управлінських впливів у сфері енергоефективності / О. Суходоля // Вісник Нац. академії держ. управління при Президенті України. – 2009. – № 2. – С. 252-26.
3. Гінзбург М. Д. Нотатки термінолога. Що таке енергоефективність? // Ринок інсталяцій, 2008. – № 5. – С 54-56.
4. Ханик Я. М. Енергозбереження [Текст]: Навчальний посібник для студентів вузів, 2009. – 206 с.
5. Що означають показники EER, COP і Клас енергоефективності? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://comfortsellers.com.ua/what-mean-indicators-eer-cop-and-class-energy-efficiency/#:~:text=%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D1%83%2C%20%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%8C%2D%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96,%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%B4%D0%BE%20%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%97>.
6. Коефіцієнти енергоефективності: що таке EER, COP і SEER, SCOP. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dbuy.ua/stati/koeffitsient-energoeffektivnosti/>.

7. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл. ISBN 978-966-2918-54-0.

8. Енергоемність ВВП. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%94%D0%BC%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%92%D0%92%D0%9F.html.

9. Втрати електроенергії. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97.

10. ДСТУ 4110-2002 Енергоощадність. Методика аналізу та розрахування питомих витрат енергоресурсів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_4110-2002.pdf.

11. Міжнародна енергетична агенція. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.

12. Міжнародні стандарти у сфері енергетичного менеджменту та енергоаудиту. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/553640781.pdf>.

13. Основи енергоефективності. Кіотський протокол. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://energivpu7.wixsite.com/osvita/kopiya-svitova-bezpeka>.

14. Енергетичне маркування – що має знати споживач? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aw-therm.com.ua/energetichne-markuvannya-virobiv-ta-ekodizajn/>.

15. Енергозбереження в американській повсякденності. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://alternative-energy.com.ua/american-energy-2/>.
16. Енергоефективність та енергозбереження у Китаї. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://syenergy.com.ua/ru/content/42-energoeffektivnost-v-kitae>.
17. Японський досвід енергозбереження. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7352503/page:48/>.
18. Перше засідання міжміністерської робочої групи з розробки довготермінової енергетичної стратегії республіки азербайджан. . [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/EU4Energy/EU4E_Az_e_EnStrat_IMWG_short_all_050718_ru_0407_fin_1.pdf.
19. Шацьких Є.А. Чинники, що впливають якість продукції промислового виробництва // Альманах сучасної науки та освіти. Т.: Грамота, 2014. № 12. 140-142. [Електронний ресурс]. режим доступу: <http://www.gramota.net/materials/1/2014/12/41.html>.
20. Фактори ефективності праці. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://buklib.net/books/28267/>.
21. Ямпільська Д. О. Менеджмент/Д. О. Ямпільська, М. М. Зоніс - СПб: Вид-во «Нева», 2005.
22. Маценко О. М. Економічні засади організації менеджменту з енергозбереження підприємств / О. М. Маценко, Д. М. Овчаренко // Економічний простір: збірник наукових праць. – 2014. – № 85. – С. 246–255.
23. Співак, Я. О. Енергозбереження як фактор економічного зростання України / Я. О. Співак // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. – 2015. – № 10. – С. 208-210.
24. 10 кроків на шляху до енергоефективності в промисловості. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ukraine-oss.com/10-kroktiv-na-shlyahu-do-energoefektyvnosti-v-promyslovosti/>.

25. Металургійна промисловість України. [Електронний ресурс] – Режим доступу:

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.

26. Металургійне виробництво. За підручником «Географія» 9 клас, автори С. Кобернік, Р. Коваленко. Значення та структура металургійного виробництва.

27. Енергозбереження на металургійному виробництві. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tic-ua.com/articles/energoberezhenie-na-metallurgicheskomo-proizvodstve/>.

28. Назюта Л.Ю., Рибко А.С., Губанова А.В. Аналіз структури споживання паливно-енергетичних ресурсів на металургійних підприємствах України/Екотехнології та ресурсозбереження. -С.14-22.

29. Макаров Л.П., Макарова Л.І. Проблеми збалансованого розвитку чорної металургії/Металург. - 2004. - №9. - С.6-7.

30. Електроліз, додатковий матеріал. [Електронний ресурс] – Режим доступу:

http://www.zhu.edu.ua/mk_school/pluginfile.php/10046/mod_resource/content/2/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7%2C%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BBpdf.

31. Курбат Ю.Л. До 93 Теплотехніка металургійного виробництва: Навчальний посібник / Ю.Л.Курбатов, В.В.Кравцов, Н.С.Масс, Ю.С.Василенко. – Донецьк: «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2011. – 218с.

32. Енергетика України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ua.wikipedia.org/wiki/Енергетика_України.

33. Самборський В. О. Оцінка енергетичної безпеки підприємства як складова його стратегії енергетичної безпеки / В. О. Самборський // Вісник НТУ «ХП». - 2014. - № 34. – С. 166 - 171.

34. Оцінка ефективності енергоощадних заходів підприємства: методологічний підхід. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://economyandsociety.in.ua/journals/14_ukr/72.pdf.

35. Джеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія / В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 346 с.

36. Smith K. M. Barriers and drivers for industrial energy management: The frontline perspective / K.M. Smith, S. Wilson, M.E. Hassall // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Т. 335. – № 7. – С. 130320. \ Graa A., Benhamida F. A review on optimization methods applied to energy management system / A. Graa, F. Benhamida // Serbian Journal of Management. – 2020. – Т. 15. – № 2. – С. 371–382.

37. Lawrence A. Drivers, barriers and success factors for energy management in the Swedish pulp and paper industry / A. Lawrence, T. Nehler, E. Andersson, M. Karlsson, P. Thollander // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Т. 223. – № 1. – С. 67–82.

38. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 163 с.

39. Навчальний посібник до вивчення курсу «Виклики енергоефективності: співпраця України з ЄС» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 101 «Екологія», 192 «Будівництво та цивільна інженерія» другого рівня вищої освіти. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», 2020. – 257 с.

40. Волков О.І. Інноваційний розвиток промисловості України [Текст]: Навчальний посібник для студентів вузів / ред. О.І. Волков. – К.: КНТ, 2010. – 646 с.