

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Аналіз енергоефективності адміністративно-виробничої будівлі
"Howell ventures ltd" (Канада) та розроблення заходів з енергозбереження.»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Гребеник Ю. С.

(прізвище і ініціали)

(підпис студента)

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи

(підпис)

Сапожніков С. В.

(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

Секретар комісії

(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної гідроаеромеханіки

_____ Сотник М.І.
“ ___ ” _____ 20__р.

ЗАВДАННЯ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Гребеник Юлія Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи - «Аналіз енергоефективності адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" (Канада) та розроблення заходів з енергозбереження.» затверджена наказом по університету № 0337-VI від “04” квітня 2023 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 12 червня 2023 р.

3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження (опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозбережних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки) | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------------|----------|
| 1 | Формування вихідних даних | до 30.04.2023 | |
| 2 | Характеристика об'єкту енергетичного обстеження | до 10.05.2023 | |
| 3 | Інструментальне обстеження | до 14.05.2023 | |
| 4 | Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання | до 25.05.2023 | |
| 5 | Розробка можливих енергозбережних заходів | до 04.06.2023 | |
| 6 | Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. | до 07.06.2023 | |
| 7 | Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів | до 11.06.2023 | |
| 8 | Здача роботи на перевірку | до 12.06.2023 | |
| 9 | Доопрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування | до 18.06.2023 | |
| 10 | Захист роботи (період) | з 19.06.23 до 25.06.23 | |

Дата видачі завдання “ 17 “ квітня 2023 р.

Студент


_____ (підпис)

Гребеник Ю. С.
_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сапожніков С. В.
_____ (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКВЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

РЕФЕРАТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 9 |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ | 12 |
| 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження | 12 |
| 1.2 Опис дійсного стану будівлі | 14 |
| 1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта.. | 15 |
| 1.3.1 Система опалення..... | 15 |
| 1.3.2 Система електропостачання..... | 15 |
| 1.3.3 Система водопостачання | 15 |
| 1.3.4 Система вентиляції | 16 |
| 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв і води..... | 16 |
| 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду | 16 |
| 1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води..... | 16 |
| 1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії | 17 |
| 1.4.2 Аналіз обсягів споживання води | 18 |
| 1.4.3 Аналіз обсягів споживання тепла | 19 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------|-------------|--|---------------------------|--------------|----------------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | <i>Гребеник</i> | | | | «Аналіз енергоефективності адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" (Канада) та розроблення заходів з енергозбереження.» | <i>Літ.</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | <i>Сапожніков</i> | | | | | | 4 | 59 |
| <i>Н. контр.</i> | | | | | | СумДУ, гр. ЕМ-91-1 | | |
| <i>Затв.</i> | | | | | | | | |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 1.5 | Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв | 19 |
| 1.5.1 | Техніко-економічний аналіз споживання води..... | 19 |
| 1.5.2 | Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії..... | 20 |
| 1.5.3 | Висновки проведення аналізу | 20 |
| 2 | РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ | 22 |
| 2.1 | Методика проведення розрахунків | 22 |
| 2.2 | Розрахунок заданої адміністративно-виробничої будівлі | 26 |
| 2.2.1 | Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Стіни)..... | 26 |
| 2.2.2 | Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Вікна)..... | 27 |
| 2.2.3 | Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Підлога)..... | 27 |
| 2.2.4 | Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Двері)..... | 28 |
| 2.2.5 | Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Дах)..... | 28 |
| 2.2.6 | Розрахунок тепловтрат | 29 |
| 3 | ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ | 32 |
| 3.1 | Малозатратні | 33 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1.1 | Заходи з теплозбереження..... | 33 |
| 3.1.2 | Заходи з електрозбереження | 34 |
| 3.1.3 | Заходи з економії енергії при водопостачанні | 34 |
| 3.2 | Середньозатратні | 34 |
| 3.2.1 | Заходи з теплозбереження..... | 34 |
| 3.2.2 | Заходи з електрозбереження | 35 |
| 3.2.3 | Заходи з економії енергії при водопостачанні | 36 |
| 3.3 | Ті що потребують інвестицій..... | 36 |
| 3.3.1 | Заходи з теплозбереження..... | 36 |
| 3.3.2 | Заходи з електрозбереження | 36 |
| 3.3.3 | Заходи з економії енергії при водопостачанні | 37 |
| 4 | РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ..... | 38 |
| 4.1 | Утеплення огорожувальної конструкції (дах, зовнішні фасади) | 38 |
| 4.1.1 | Стіни | 38 |
| 4.1.2 | Дах | 40 |
| 4.2 | Закупівля та встановлення нових котельних агрегатів для системи опалення та гарячого водопостачання | 41 |
| 4.2.1 | Для гарячого водопостачання | 42 |
| 4.2.2 | Котел на опалення..... | 44 |
| 4.3 | Встановлення вітрогенератору на територію підприємства..... | 45 |

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 6 |
| <i>Зм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

ВИСНОВОК..... 47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 49

Додаток А

Додаток Б

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 7 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 59 с., 4 таблиці, 7 рисунків, 2 додатки, 9 літературних джерел.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкта, аналіз обсягів енергоспоживання, результати розрахункового аналізу, розробка енергозберіжних заходів

Мета роботи: оцінка поточного стану енергоефективності будівлі та ідентифікації можливостей для зменшення споживання енергії, зниження енергетичних витрат та покращення сталих показників.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв; розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання; розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів.

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" (Канада).

Методи дослідження: інструментальне вимірювання освітленості та температури по приміщеннях, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

Тема роботи – «Аналіз енергоефективності адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" (Канада) та розроблення заходів з енергозбереження.»

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 8 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

Підприємство Howell ventures ltd було засновано в 1986 році та отримала свою назву від Кейса Ховела - засновника. Перший час підприємство займалося виготовлення деталей для автомобілів на базі СТО. Після нещасного випадку та набутої інвалідності господар почав займатися розробкою механічних візків для активного відпочинку. Сам Ховел був фанатом полювання та походів до лісу по кам'янистим схилам. Так почалася історія співпраці Ховела з Американською фірмою з виготовлення візків з електроприводом. [2]

Зараз фірма займається виготовленням складальних одиниць різного типу та спів розробленням нових моделей інвалідних візків для активного відпочинку та задоволення потреб людей з обмеженими можливостями.

Будівля підприємства використовується з моменту заснування, але добудовувалась з часом блоками. Енергозберігаючі заходи не були запровадженні в повній мірі. Основні фінансові витрати були направлені на періодичну модернізацію верстатів та запровадження новітніх технологій, що значною мірою впливає лише на економію електроенергії. Найбільший фінансовий удар на себе приймає опалювальна система, що не модернізувалася з 2011 року. В додатку до морально та фізично застарілої системи опалення будівля не утеплювалася тобто велика кількість тепла втрачається, а система працює не ефективно.

Заданий об'єкт спостереження використовує велику кількість не тільки електроенергії, хоча це й основне джерело витрат, але й теплової енергії. Саме по собі воно підключено до центрального електро- та водопостачання, опалення йде за рахунок спалення дерев'яної щепки. Підприємство використовує близько 50 одиниць енерговитратного обладнання - металообробні станки, піскоструминні апарати, лазерні різакі і тд. Також є 3 промислових 3D-принтери, що використовують близько 11 кВт/год на годину енергії кожен і працюють 8 годин на добу.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 9 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

Проблема енергоефективного використання енергії стоїть ребром. Для більшого розуміння підприємство працює на ринок Канади та Америки, виготовляє більше 1000 деталей для інвалідних візків на місяць, при цьому розробляючи власні конструкції новітніх моделей для подорожей в ліс, гори та проведення полювань.

На самому ж підприємстві поки не існує жодних зрушень в сторону вагомих змін. Не ефективне використання енергії на підприємстві вже призведе до:

- Високих витрат на енергоносії - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, витрати на енергоносії захмарні. Це призводить до підвищення вартості продукції, що знижує її конкурентоспроможність на ринку.

- Забруднення довкілля - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, тим самим збільшуючи викиди відпрацьованих газів, що може призвести до вагомих штрафів та погіршення загального стану довкілля в регіоні.

- Пошкодження обладнання - підприємство використовує енергію нерационально, це призводить до перевантаження обладнання та його погіршення. В свою чергу це призводить до збільшення витрат на обслуговування та ремонт, що знову ж таки знижує конкурентоспроможність підприємства.

- Зниження ефективності виробництва - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, це призводить до зниження ефективності виробництва. Це може бути пов'язано зі збільшенням відхилень виробів, збільшенням кількості браку, скороченням терміну експлуатації обладнання тощо.

Виготовлення даних апаратів, задля повнішого життя людей з інвалідністю, стає не вигідним через низьку ефективність використання енергії. Як показує практика, навіть найдобріші справи, не зможуть існувати

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 10 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

якщо вони не отримують з неї достатньої вигоди. В наш час гроші керують усім.

Підсумовуючи вище вказане існує потреба запровадження вагомих заходів.

Також не останнє місце займає вибір коректного джерела енергії. Вибір ефективних джерел енергії для підприємств залежить від багатьох факторів, таких як вартість, доступність та рівень технологій. Для регіону розташування об'єкту спостереження характерна гідроенергетика.

На території провінції розташована Гідростанція Мактакуак (Mactaquac Generating Station). Вона була побудована в 1968 році і забезпечує електроенергією більше 400 тисяч мешканців провінції. Гідростанція Мактакуак може виробляти 1800 МВт електроенергії. Зважаючи на екологічність та ефективність станції внаслідок проблем з великими бетонними дамбами, які стали руйнівними після 50 років експлуатації, вона становить велику небезпеку для всіх прилеглих поселень, в тому ж числі столицю провінції Фредеріктон. Станцію планують закрити. Для заданого підприємства втрата енергопостачання, навіть тимчасового, критична. Ще більш гостро стоїть питання використання альтернативних, локальних джерел енергії. Також існує можливість для економії на опаленні, що відбувається за рахунок спалення деревини. [1]

Виходячи з розташування підприємства та кліматичної зони найефективнішим способом видобутку енергії є вітрогенератори.

Головною перевагою вітрогенераторів є те, що підприємство розташоване на гірському масиві де середня швидкість вітру перевищує за 7 м/с та велика прилегла територія, що придатна для встановлення досить масивного обладнання. Також варто відзначити, що встановлення вітрогенератора може покращити імідж підприємства як екологічно відповідальної організації та допомогти залучити нових клієнтів та партнерів, які цінують екологічну компоненту в діяльності підприємства.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 11 |

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження даної бакалаврської роботи є адміністративно-виробнича будівля "Howell ventures ltd" (Канада) (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - "Howell ventures ltd"

Метою роботи є проведення енергетичного обстеження системи теплозабезпечення будівлі, визначення дійсного технічного стану, визначення обсягів споживання енергії, запровадження енергозберігаючих заходів для раціонального використання теплової, електричної енергій і води.

Основним продуктом що виробляється на підприємстві є:

- Розробка та виготовлення деталей конструкції, збірні одиниці, цілістний виріб;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 12 |

- Тестування виготовленої продукції;
- Тестування прототипів інноваційних технологій розроблених на базі підприємства;

- Модифікація існуючого схем та конструкцій.

Будівля Howell ventures ltd - розташована за адресою 4850 NB-102, Upper Kingsclear, NB E3E 1P8, Canada

У будівлі працює 74 працівника, з яких 41 працює в цехах різного застосування.

Загальна площа будівлі становить 668 м². Об'єм приміщення складає 6680,4 м³, при цьому опалювальний об'єм становить 5297,76 м³.

Будівля має 4 поверхи з яких використовується 2. Вона була обшита декоративними панелями. Всі вікна металопластикові. Вентиляція природна. В будівлі розміщуються відділи розробки різноманітної продукції, маркетингу, бухгалтерія, кабінети керівників та їх заступників, кабінет прийому делегацій, конференс зала. На першому поверсі розташовані різносортні цехи. На кожному поверсі є санітарний вузол, на 2-му два, а на першому 6 душових . Котел, що відповідає за опалення та гаряче водопостачання розміщені зовні.

Режим роботи будівлі п'ятиденний 8.00 -16.00, але наявна друга робоча зміна з 12.00–20.00 та нерегульовані переробітки в залежності від завантаженості підприємства.

Основним видом енергії, що споживається, є електрична енергія, яка використовується у великому обсязі і в цехах, і в офісних приміщеннях.

Основною проблемою енергоощадності на підприємстві є відсутність відділу енергетичного менеджменту й енергоощадної політики як серед керівництва так і серед працівників. Вартість витраченої енергії на розробку обладнання в конструкторських відділах і подальше тестування входить до вартості замовлення на розробку даного обладнання, що робить продукцію досить дорогою, так як на всіх етапах потребується колосальна кількість електроенергії.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 13 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

Також для забезпечення гідних умов праці використовується велика кількість теплової енергії, що виробляється котлом з застарілою конструкцією. Тобто для виконання вимог по опаленню використовується і електроенергія, і вода, і пальне у вигляді деревени.

Впровадження енергоощадної політики й заходів на підприємстві допоможе знизити собівартість виготовленої продукції, що дозволить виділитися серед конкурентів і стати привабливішим для потенційних клієнтів.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент закладу залізобетонний. Стіни підвалу – збірні бетонні блоки, стіни будівлі внутрішні і зовнішні із піноблоків на цементно-пісчаному розчині, зовні будівля обшита вагонкою. Плити перекриттів – залізобетонні. Перегородки також виготовлені з піноблоків. Підлога залізобетонна вкрита керамогранітною плиткою. Стеля – залізобетон, каркасна конструкція утеплена екструдованим піностиролом зовні вкрита металочерепицею. Сходи – збірні одноступінчасті одномаршеві з набірними сходами. Вхідні двері – металопластикові зі склінням.

Всі джерела світла являють собою лампи накаливання. Водопровідні системи та трубопроводи, що є складовою частиною системи теплопостачання, потребують поновлення ізоляційних матеріалів та косметичний ремонт трубопроводу. Сантехніка в туалетах та ванних кімнат потребує або заміни або незначного ремонту для запобігання протікання.

Котельне обладнання для гарячого водопостачання потребує заміни через застарілість конструкції та зниження ККД на 20% з моменту встановлення.

Опалювальне обладнання також потребує заміни через моральне та фізичне зношення. Обладнання застаріле і вже не виконує свої функції повною

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 14 |

мірою, особливо якщо врахувати відсутність утеплення зовнішніх фасадів, стелі та підлоги, що означає збільшену потребу в тепловій енергії.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Будівля використовує котел Bosch Logano S161 2011 року для забезпечення нормального опалення. Основним джерелом енергії виступає деревина. Заміна повністю системи була проведена в останнє в 2011 році. За цей час ефективність системи впала на 20%. Станом на сьогодні котел потребує заміни складові системи – капітального ремонту. На багатьох відрізках трубопроводу присутні протікання та сліди зношування.

Опалювальний період, в середньому, триває 190 діб.

1.3.2 Система електропостачання

Електропостачання відбувається централізовано за тарифами від провінції на основі договору. Джерелом видобутку енергії є Гідростанція Мактакуак (Mactaquac Generating Station), яка була побудована в 1968 році і виробляє 1,800 мегават електроенергії. [1]

Проводка була замінена в 2019 році, на цей день стан задовільний. Найбільшою проблемою в системі є лампи розжарювання, що використовуються на підприємстві.

1.3.3 Система водопостачання

Постачання холодної води до будівлі відбувається на основі договору з місцевим органом водопостачання. Оскільки гарячого водопостачання в будівлі немає, то холодна вода накопичується в ємності, попередньо нагріта

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 15 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

бойлером, для уникнення перебоїв у водопостачанні під час годин, коли працівники підприємства йдуть в душ після роботи.

1.3.4 Система вентиляції

Будинок обладнано системою природної вентиляції. Видалення вентильованого повітря здійснюється через вентиляційні канали, що знаходяться в будівельних конструкціях.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв і води

На підприємстві використовуються електронні системи обліку використаної води та електроенергії. Показання автоматично передаються в компанію постачальника.

Для обліку використання води використовують лічильники води з радіочастотною ідентифікацією (RFID), модель Kamstrup MULTICAL® 21. Ці лічильники використовують радіочастоту для бездротової передачі даних до приймача, який збирає інформацію про споживання води. [6]

Для обліку використаної електроенергії використовують електронний лічильник, модель Landis+Gyr E350, що оснащений функціями моніторингу, аналізу та виявлення аномалій споживання електроенергії. [7]

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи станом на 2022 рік: [3]

- електрична енергії – 0,12 CAD/кВт·год;
- вода – 2,8 CAD/м³;
- каналізація – 3,1 CAD/м³.
- паливо (деревина) – 67,2 CAD/м³.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 16 |

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання електроенергії

В таблиці 1.1 представлені обсяги споживання електроенергії за 3 роки.

Таблиця 1.1 – Обсяги споживання електричної енергії за 2020-2022 роки

| Місяць | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------|---------------|---------------|---------------|
| Січень | 38540 кВт·год | 37128 кВт·год | 36553 кВт·год |
| Лютий | 37815 кВт·год | 35727 кВт·год | 34815 кВт·год |
| Березень | 31780 кВт·год | 33389 кВт·год | 32156 кВт·год |
| Квітень | 36275 кВт·год | 38220 кВт·год | 36293 кВт·год |
| Травень | 22820 кВт·год | 31778 кВт·год | 28860 кВт·год |
| Червень | 24590 кВт·год | 24653 кВт·год | 22022 кВт·год |
| Липень | 24585 кВт·год | 24795 кВт·год | 21626 кВт·год |
| Серпень | 37550 кВт·год | 26553 кВт·год | 26214 кВт·год |

| | | | |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Вересень | 33910 кВт·год | 21914 кВт·год | 22420 кВт·год |
| Жовтень | 37495 кВт·год | 33035 кВт·год | 34427 кВт·год |
| Листопад | 39924 кВт·год | 38844 кВт·год | 40234 кВт·год |
| Грудень | 35817 кВт·год | 34100 кВт·год | 35237 кВт·год |
| Разом | 401101 кВт·год | 380136 кВт·год | 370857 кВт·год |

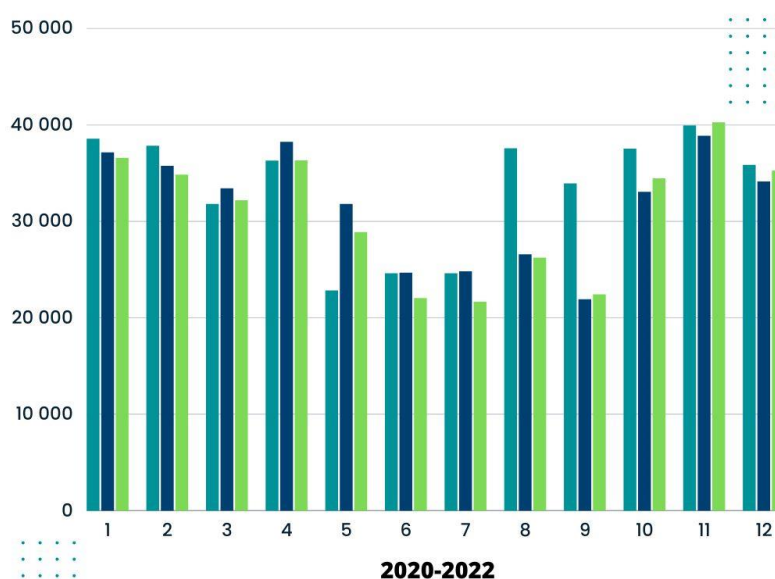


Рисунок 1.2 – Обсяги споживання електроенергії за 2020-2022

Значні обсяги споживання електричної енергії пов'язані не лише з особливістю продукції що розробляється в будівлі, а і з встановленими бойлером, що забезпечує будівлю душові гарячою водою.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання води

Обсяги споживання води за 2020-2022 рік наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Обсяги споживання води по місяцям за 2022 рік

| Місяць | 2020, м ³ | 2021, м ³ | 2022, м ³ |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Січень | 85 | 92 | 89 |
| Лютий | 84 | 74 | 82 |
| Березень | 77 | 73 | 76 |
| Квітень | 56 | 51 | 63 |
| Травень | 66 | 66 | 52 |
| Червень | 61 | 73 | 74 |
| Липень | 64 | 91 | 62 |
| Серпень | 56 | 65 | 57 |
| Вересень | 50 | 55 | 61 |
| Жовтень | 65 | 81 | 77 |
| Листопад | 71 | 87 | 96 |
| Грудень | 85 | 103 | 109 |
| Разом | 824 | 911 | 895 |

Значні обсяги споживання холодної води пов'язані з тим, що холодна вода підігрівається бойлером для душових кімнат та холодна вода використовуються в охолоджуючих системах токарних верстатів різного типу.

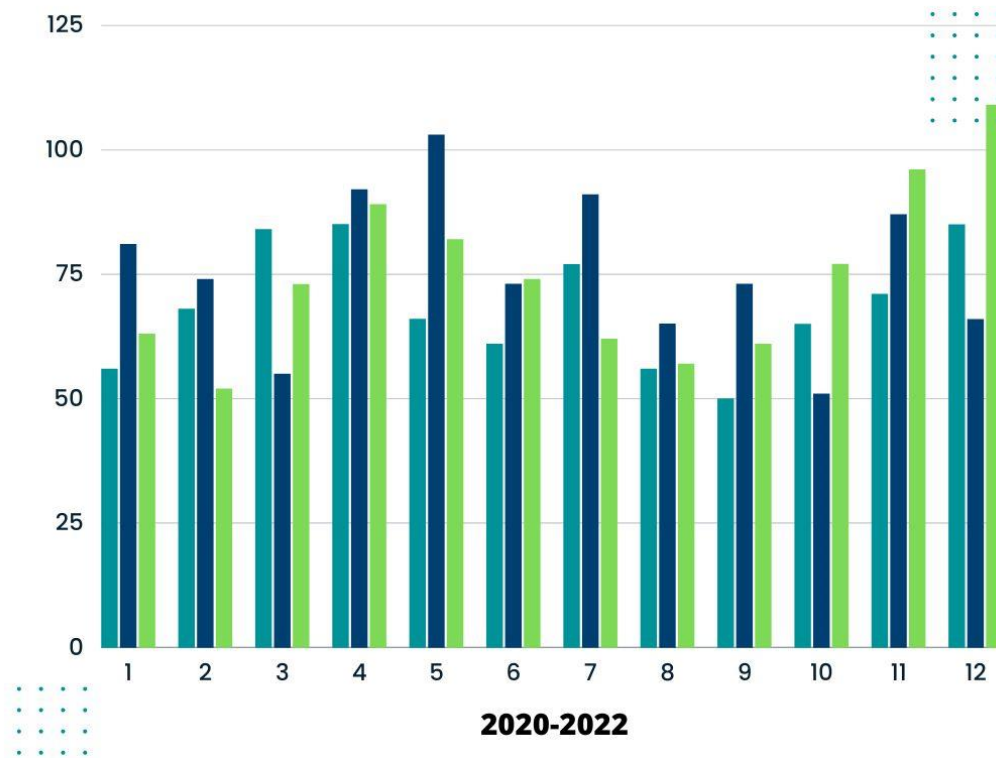


Рисунок 1.3 – Обсяги споживання води за 2020-2022

1.4.3 Аналіз обсягів споживання тепла

Облік використаного тепла за допомогою лічильника не відбувається. Енерговитрати на опалення розподіляться між лічильниками на водопостачання та електропостачання, що окремо встановлюються на обладнання. Але виходячи з кількості використаного палива за 2022 рік будівля використовує приблизно 731 Гкал теплової енергії.

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання води

Витрати води у будівлі залежить від кількості працівників, з урахуванням того, що окрім людських потреб вода використовується при

роботі токарного та слюсарного обладнання. Облік використання води ведеться окремо для побутового та промислового використання.

Норми використання енергоресурсами регулюється сертифікаційною системою LEED. За встановленими стандартами, норма використання води на санітарні потреби становить 10 л/особу. Норма на використання води в промислових цілях не регламентується. Нижче будуть зазначені значення на санітарні потреби будівлі. [8]

Значення фактичних питомих витрат води, л/особу за добу становить:

- 2020 рік – 10,6 л/особу
- 2021 рік – 11,4 л/особу
- 2022 рік – 13,8 л/особу

Виходячи з наданих результатів можна зробити висновок, що протікання та фізичний знос сантехніки призводить до понаднормових витрат холодної води.

1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна провести шляхом порівняння фактичних витрат з нормативними. Норми споживання для адміністративно-виробничої будівлі (в даному випадку) регламентується регуляторним органом National Energy Board. Враховуючи велику кількість енергоємного обладнання, органом було встановлено індивідуальну норму, що становить 5 500 кВт·год/особу. [9]

Фактичне споживання електричної енергії на особу за три роки складає:

- 2020 рік – 5420 кВт·год/особу;
- 2021 рік – 5136 кВт·год/особу;
- 2022 – 5011 кВт·год/особу.

Виходячи з результатів порівняння, можна спостерігати позитивну тенденцію на зменшення споживання в рамках нормативних значень. Проте значення близькі до граничного, що дає поштовх до пошуку нових шляхів до зменшення споживання.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 20 |

1.5.3 Висновки проведення аналізу

Виходячи з проведеного техніко-економічного аналізу основним джерелом економії витрат на енергоресурси є запровадження енергозберігаючих заходів у системах водопостачання, як мінімум для виходу на нормативні значення використання, та для систем електропостачання, за для збереження позитивної тенденції на економічне використання.

Якщо говорити про систему опалення, то єдиним фактором, що не враховується при аналізі споживання води та електроенергії є використання деревини як пального. Щороку на дрова витрачається близько 36000 CAD\$. Такі великі витрати на паливний ресурс обумовлені відсутності утеплення будівлі та застарілості котельного обладнання. На ці дві проблеми і буде сконцентрована велика кількість уваги.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 21 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Методика проведення розрахунків

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій $R_{\Sigma \text{пр}}$, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$ повинний бути не менше за нормативне значення $R_{q_{\min}}$, які визначається виходячи із санітарно-гігієнічних та вимог по енергозбереженню.

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків споруд та внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q_{\min}} \quad (2.1)$$

Де $R_{\Sigma \text{пр}}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q_{\min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$.

Мінімально допустиме значення $R_{q_{\min}}$, опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

Термічний опір 1-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (2.2)$$

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 22 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

Де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К).

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma ПР}$, м²·К/Вт, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (3.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma ПР} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.3)$$

Де α_3 , α_B - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К).

n - кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i - термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (3.2), м² К/Вт.

Якщо $R_{\Sigma ПР} < R_{q_{\min}}$ теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі на сьогодні визначається за формулою:

$$Q_0 = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{\Sigma ПР}} (t_B - t_3) \cdot n \quad (2.4)$$

Де $F_{\text{огр}}$ - розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

$R_{\Sigma ПР}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м²·К/Вт.

t_B , t_3 - відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 23 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

n - коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції при нормованих $R_{q\min}$:

$$Q_o = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{q\min}} (t_B - t_3) \cdot n \quad (2.5)$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будівлі:

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

Де $Q_{\text{ст}}$ - тепловтрати зовнішніх стін приміщень, Вт;

$\beta_{\text{ор}}$ - коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати $\beta_{\text{ор}} = 0,13$ - при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами:

$$Q_{\text{пдл}}^{\text{д}} = Q_{\text{пдл}} \cdot 0,05, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н.вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (2.8)$$

Де c - питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг °С;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 24 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

t_B, t_3 - відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{H.VKH}$ - кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг / (м² · год);

F_{VKH} - площа віконних прорізів, м².

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію:

$$Q_B = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_B - t_3) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

Де c - питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг °С;

t_B, t_3 - відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

V_{Π} - внутрішній об'єм приміщення, м³;

ρ - густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho = 1,3$ кг/м³;

n_k - кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹.

k_V - коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання, приймаємо $k_V = 0,85$.

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho c} \right) \right]}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ год}^{-1} \quad (2.10)$$

Де L_V - кількість припливного повітря в будинок у разі припливної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м³/год;

v_V - коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. Для розрахунків приймається $v_V = 0,85$;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 25 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

n_V - кількість годин роботи вентиляції протягом однієї доби, год;

$n_{\text{інф}}$ - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом однієї доби, год. Для будинків із збалансованою, припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 24 год;

$G_{\text{інф}}$ - кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot n_V \cdot V_{\text{П}}$;

η - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, приймається 0,8.

2.2 Розрахунок заданої адміністративно-виробничої будівлі

Розрахунок виконується для адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" (Канада), у місті Фредеріктон з відносно нормальним рівнем вологості, що відноситься до III – ї температурної зони.

2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Стіни).

Стіни виготовлені із піноблоків D600, теплопровідність яких становить 0,158 Вт/(м·К), а товщина стін 0,37 м.

Зверху нанесено шар штукатурки з цементно-піщаного розчину завтовшки ~ 0,02 м с теплопровідністю 0,81 Вт/(м·К).

За допомогою формули 3.2 визначаємо термічний опір кожного з шарів стін.

$$R_{\text{ст1}} = \frac{0,37}{0,158} = 2,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{\text{ст2}} = \frac{0,02}{0,81} = 0,024 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 26 |

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стін дорівнює 8,7 Вт/м²·К, 23 Вт/м²·К – зовнішньої.

Приведений опір теплопередачі для стін визначається за формулою 3.3.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + 2,3 + 0,024 + \frac{1}{23} = 2,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Для III – ї температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції для адміністративно-виробничих будівель у місті Фредеріктон, Канада становить 2,5 м² · К/Вт.

Розраховане значення відповідає нормам.

2.2.2 Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Вікна).

Вікна метало-пластикові зі значенням опору теплопередачі 0,95 м² · К/Вт.

Мінімальне значення опору теплопередачі становить 0,8-1,2 м² · К/Вт.

Відповідно до результатів порівняння значення опору теплопередачі вікон знаходиться в межах норми.

2.2.3 Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Підлога).

Підлога в будівлі представляє собою залізобетону основу з коефіцієнтом теплопровідності 2,04 Вт/(м·К), та товщиною 0,27 м. Поверх нанесено піщано-цементний розчин коефіцієнт теплопровідності якого становить 0,81 Вт/(м·К) з товщиною 0,03 м. Декоративним покриттям виступає керамо-гранітна плитка товщина якої становить 0,008 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,75 Вт/(м·К).

За формулою 2.2 визначаємо опір теплопередачі кожного з шарів підлоги.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 27 |

$$R_1 = \frac{0,27}{2,04} = 0,13 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_2 = \frac{0,03}{0,81} = 0,04 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_3 = \frac{0,008}{0,75} = 0,01 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі для підлоги над холодними підвалами дорівнює 8,7 Вт/м²·К, а зовнішньої 12 Вт/м²·К.

Приведений опір теплопередачі підлоги визначається за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}}^{\text{пдл}} = \frac{1}{8,7} + 0,13 + 0,04 + 0,01 + \frac{1}{12} = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Мінімальне значення опору теплопередачі становить 0,21 м² · К/Вт.

Все знаходиться в межах норми.

2.2.4 Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Двері).

В будівлі встановлені металопластикові двері ($\delta_{\text{д}}=0,04$ м; $\lambda_{\text{д}} = 0,43$ Вт/(м · К)).

$$R_{\text{д}} = \frac{0,04}{0,43} = 0,093 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Приведений опір становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}}^{\text{д}} = \frac{1}{8,7} + 0,093 + \frac{1}{23} = 0,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

2.2.5 Розрахунок термічного опору огорожувальної конструкції (Дах).

Дах будівлі зовні покритий металочерепицею с коефіцієнтом теплопровідності 0,6 Вт/(м · К)) с товщиною 0,012 м. Сам дах являє собою каркасну конструкцію на основі залізобетону ($\delta_{\text{д}}=0,27$ м; $\lambda_{\text{д}} = 2,04$ Вт/(м ·

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 28 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

К)). Дах утеплений екструдованим полістиролом ($\delta_d=0,03$ м; $\lambda_d = 0,035$ Вт/(м · К)).

$$R_{\text{дах1}} = \frac{0,012}{0,6} = 0,02 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{\text{дах2}} = \frac{0,27}{2,04} = 0,13 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$$R_{\text{дах3}} = \frac{0,035}{0,03} = 1,2 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Приведений опір становить:

$$R_{\Sigma \text{пр}}^{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + 0,02 + 0,13 + 1,2 + \frac{1}{23} = 1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі становить $3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Отже дах потребує утеплення.

2.2.6 Розрахунок тепловтрат

Для коректних розрахунків розділяємо будівлю на два сектори – цехи на першому поверсі, офісні приміщення на другому поверсі.

Згідно з нормативними рекомендацією температурний показник офісних приміщень відповідає значенню $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$, в цей же час температурні показники в виробничих приміщеннях має відповідати значенню в $t_b = 14 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура зовнішнього повітря, що відповідає заданій температурній зоні для розрахунків відповідає значенню $t_3 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Розрахунок для першого сектору.

1) Розрахунок тепловтрат через стіни в їх дійсному стані виконуємо за формулою 2.4

$$Q_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{\Sigma \text{пр}}} (t_b - t_3) \cdot n, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{700}{2,48} (18 + 30) \cdot 1 = 13548 \text{ Вт}$$

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 29 |

2) Розрахунок тепловтрат через вікна в їх дійсному стані виконуємо за формулою 2.4

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{125}{0,95} (18 + 30) \cdot 1 = 6315,8 \text{ Вт}$$

3) Розрахунок тепловтрат через підлогу в її дійсному стані виконуємо за формулою 2.4

$$Q_{\text{пдл}} = \frac{668}{0,38} (18 - 7) \cdot 1 = 11602,1 \text{ Вт}$$

4) Розрахунок тепловтрат через дах в її дійсному стані виконуємо за формулою 2.4

$$Q_{\text{дах}} = \frac{668}{1,5} (18 + 30) \cdot 1 = 21376 \text{ Вт}$$

5) Розрахунок тепловтрат через металопластикові двері в їх дійсному стані виконуємо за формулою 2.4

$$Q_{\text{дв}} = \frac{3,15}{0,093} (18 + 30) \cdot 1 = 1625,8 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, що обумовлені орієнтацією будівлі, визначаємо за формулою 2.6:

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = 13548 \cdot 0,13 = 1761 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи визначаються за формулою 2.8:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 327,5 \cdot 2,85 \cdot 1,005 \cdot (18 + 30) = 9980,8 \text{ Вт}$$

Аналогічно було проведено розрахунок для другого сектору результати якого представлені в додатку Б.

Для аналізу отриманих результатів знаходимо сумарні тепловтрати через кожний вид огорожувальних конструкцій і наводимо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

| Складова теплових втрат | Втрати теплоти, кВт | % |
|-------------------------|---------------------|----|
| Стіни | 25,2 | 23 |
| Вікна | 13,2 | 12 |

| | | |
|------------------|-------|-----|
| Підлога | 22,2 | 20 |
| Дах | 21,4 | 19 |
| Двері | 4,99 | 5 |
| Інфільтрація | 21,3 | 19 |
| Додаткові втрати | 2,3 | 2 |
| Разом | 110,6 | 100 |

На малюнку 2.1 зображено результати аналізу тепловтрат у графічному вигляді.

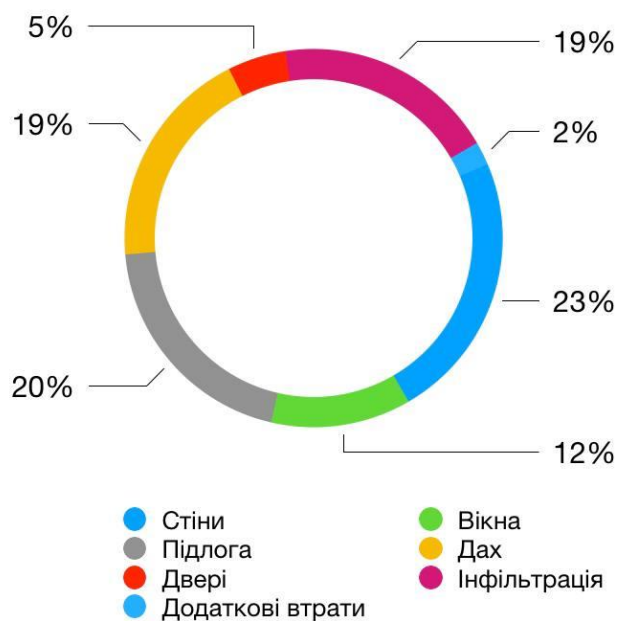


Рисунок 2.1 – Розподіл тепловтрат

З урахуванням отриманих результатів, ми можемо зробити висновки, що основна втрата тепла припадає на підлогу - 24%, дах – 19%, інфільтрацію – 19% та стіни – 15%. Тобто, в першу чергу треба зайнятися утепленням підлоги, стін та даху, що зможе значно скоротити втрати і покласти фундамент до економного використання теплової енергії та економії не маленьких коштів.

3 ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ

Заданий об'єкт спостереження використовує велику кількість не тільки електроенергії, хоча це й основне джерело витрат, але й теплової енергії. Саме по собі воно підключено до центрального електро- та водопостачання, опалення йде за рахунок спалення дерев'яної щепки. Підприємство використовує близько 50 одиниць енерговитратного обладнання - металообробні станки, піскоструминні апарати, лазерні різакі і тд. Також є 3 промислових 3D-принтери, що використовують близько 11 кВт/год енергії кожен і працюють 8 годин на добу.

Проблема енергоефективного використання енергії стоїть ребром. Для більшого розуміння підприємство працює на ринок Канади та Америки, виготовляє більше 1000 деталей для інвалідних візків на місяць, при цьому розробляючи власні конструкції новітніх моделей для подорожей в ліс, гори та проведення полювань.

На самому ж підприємстві поки не існує жодних зрушень в сторону вагомих змін. Не ефективно використання енергії на підприємстві вже призводить до:

- Високих витрат на енергоносії - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, витрати на енергоносії захмарні. Це призводить до підвищення вартості продукції, що знижує її конкурентоспроможність на ринку.
- Забруднення довкілля - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, тим самим збільшуючи викиди відпрацьованих газів, що може призвести до вагомих штрафів та погіршення загального стану довкілля в регіоні.
- Пошкодження обладнання - підприємство використовує енергію нераціонально, це призводить до перевантаження обладнання та його

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 32 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

погіршення. В свою чергу це призводить до збільшення витрат на обслуговування та ремонт, що знову ж таки знижує конкурентоспроможність підприємства.

- Зниження ефективності виробництва - підприємство використовує більше енергії, ніж потрібно, це призводить до зниження ефективності виробництва. Це може бути пов'язано зі збільшенням відхилень виробів, збільшенням кількості браку, скороченням терміну експлуатації обладнання тощо.

Виготовлення даних апаратів, задля повнішого життя людей з інвалідністю, стає не вигідним через низьку ефективність використання енергії. Як показує практика, навіть найдобріші справи, не зможуть існувати якщо вони не отримують з неї достатньої вигоди. В наш час гроші керують усім.

Підсумовуючи вище вказане існує потреба запровадження вагомих заходів. Відсортувавши заходи по їх вартості ми отримуємо наступні результати.

3.1 Малозатратні

3.1.1 Заходи з теплозбереження

- зменшення витрат тепла на власні потреби котелень;
- обов'язкове виконання заходів із забезпечення технічної готовності об'єктів до опалювального періоду.
- встановлення приладів обліку та контролю теплоспоживання;
- використання тепла викидних газів котлів (встановлення економайзерів)

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 33 |

3.1.2 Заходи з електрозбереження

- не допускати роботу електричного обладнання в холостому режимі;
- оптимізація роботи електрообладнання широкого споживання (освітлення, електроплити, насоси, вентилятори та інше);
- скорочення втрат електроенергії в мережах;
- вибір оптимального режиму освітлення;
- встановлення лічильників електроенергії для всіх електроємних споживачів;
- встановлення автоматичних систем освітлення;
- заміна ламп розжарювання на більш економічні;

3.1.3 Заходи з економії енергії при водопостачанні

- оптимізація роботи систем водопостачання, каналізації з точки зору втрат енергії;
- ліквідація місць споживання води не за призначенням;
- регулювання витрати води і напору насосних агрегатів;
- ремонт і очищення колодязів водопостачання, каналізації, артезіанських свердловин;

3.2 Середньозатратні

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 34 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

3.2.1 Заходи з теплозбереження

- автоматизація систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції
- ремонт футерівок та ізоляції котлів;
- скорочення витрат тепла виробничими будинками, спорудами за рахунок встановлення регулюючих пристроїв для фіксації температурних показників за встановленими нормами;
- ремонт та налагодження системи опалення приміщень на розрахункову температуру;
- підвищення коефіцієнта корисної дії котлоагрегатів за рахунок встановлення нових, більш сучасних моделей;
- переведення системи опалення з пари на гарячу воду
- повне утеплення підлоги та даху.

3.2.2 Заходи з електрозбереження

- застосування електродвигунів з високим коефіцієнтом корисної дії, тобто заміна старих на нові;
- застосування регулюючого електропривода;
- впровадження систем приладного контролю використання електроенергії;
- ремонт електричних машин з метою підвищення їх ефективності;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 35 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

- ремонт обладнання електропідстанцій, розподільного обладнання.

3.2.3 Заходи з економії енергії при водопостачанні

- усунення витікання води в мережах та місцях використання з частковою заміною не придатного обладнання та ділянок системи;
- ремонт систем водопостачання і каналізації, пожежних гідрантів;
- впровадження систем приладного контролю і обліку використання води.
- Покращення ізоляції систем гарячого водопостачання.

3.3 Ті що потребують інвестицій

3.3.1 Заходи з теплозбереження

- підвищення теплозахисних властивостей конструкцій будівель шляхом повного утеплення всіх частин конструкції;
- підвищення коефіцієнта корисної дії котлоагрегатів за рахунок встановлення нових, більш сучасних моделей;
- впровадження теплозберігаючих технологій, нової техніки;
- впровадження більш ефективного тепловикористовуючого обладнання.

| | | | | | | |
|------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 36 |
| <i>Зм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ документа</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

3.3.2 Заходи з електрозбереження

- встановлення вітрогенератора;
- заміна старого енергоємного обладнання на нове, при цьому підвищити виробничі потужності.

3.3.3 Заходи з економії енергії при водопостачанні

- реконструкція систем водопостачання, каналізації з метою підвищення їх енергоефективності;
- закупівля високоефективного насосного обладнання і електродвигунів;
- закупівля нового котельного обладнання для систем гарячого водопостачання.

Запровадження заходів щодо підвищення ефективності використання енергії на підприємстві може призвести до ряду позитивних зрушень на заданому підприємстві. Окрім зменшення витрат на енергоспоживання та викидів парникових газів, також буде підвищена продуктивність та привернення уваги інвесторів за рахунок запровадження напрямку на шлях еко-підприємства.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 37 |

4 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

Розрахунковий аналіз буде проводитися по трьом заходам:

- Утеплення огорожувальної конструкції (дах, зовнішні фасади);
- Закупівля та встановлення нових котельних агрегатів для системи опалення та гарячого водопостачання;
- Встановлення вітрогенератору на територію підприємства.

Всі ці заходи направлені не лише на грошову економію, але й на підвищення конкурентоспроможності фірми на ринку збуту.

В Канаді престиж підприємства на пряму залежить від рівня ефективності не тільки виробництва але й рівня зростання темпів запровадження енергоощадної подітики.

4.1 Утеплення огорожувальної конструкції (дах, зовнішні фасади)

Утеплення стін та даху рекомендується проводити одночасно.

4.1.1 Стіни

Поточний стан.

На сьогодні, фізичний стан огорожувальної конструкції є нормальним і відповідає будівельним нормам. З аналізу витрат стало видно, що відносно значна частина тепла втрачається через не утеплені стіни. Таким чином найвдалішим рішенням на довгострокову перспективу буде утеплення зовнішніх фасадів споруди.

Зовнішнє утеплення не завадить роботі закладу дивлячись на приблизну тривалість процесу.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 38 |

Метою даного заходу є скорочення використання деревини, що використовується як горючий матеріал, тим самим скоротити витрати на закупівлю пального.

За для реалізації проекту потрібно демонтувати обшивку, провести ряд підготовчих процесів та саму процедуру встановлення утеплювача - екструдованого пінополістиролу ($\lambda_{ут} = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$).

Основними перевагами даного матеріалу над іншими є висока стійкість до вікових змін, легкість монтажу та висока теплоізоляція.

Спершу визначаємо потрібну товщину теплоізоляційного шару. Для цього використовуємо формулу:

$$\delta_{ут} = (R_{q\text{min}} - R_{\Sigma\text{пр}}) \cdot \lambda_{ут}, \text{ м} \quad (4.1)$$

$$\delta_{ут} = (2,5 - 2,48) \cdot 0,035 = 0,007 \text{ м}$$

За каталогом матеріалів обираємо листи потрібної товщини (0,015 м)

Тоді опір шару утеплення буде становити:

$$R_1 = \frac{0,015}{0,035} = 0,42 \text{ м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$$

Тоді $R_{\Sigma\text{пр}} = 2,9 \text{ м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$, що відповідає всім заданим вимогам. Та тепловтрати будуть становити :

$$Q_{ст} = \frac{700}{2,9} (18 + 30) + \frac{700}{2,9} (14 + 30) = 22\,206,9 \text{ Вт}$$

По закінченню робіт втрата теплової енергії через не утеплений фасад зменшиться на 12%. На даний момент втрата теплової енергії складають близько 151 ГКал за опалювальний період. Тобто економія складає 18,2 Гкал. Враховуючи, що для вироблення 1 Гкал тепла потрібно спалити близько 1,5 м³ деревини, що в грошовому еквіваленті становить 115 канадських доларів, то економія буде становити близько 3057,6 канадських доларів.

Виходячи з загальної площі стін, що становить 1400 м², то робота по підготовці фасадів та самого утеплення (враховуючи вартість всіх матеріалів)

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 39 |

будуть становити 37000 CAD з потенціалом на опалювальний період в 3057,6 CAD. Таким чином простий термін окупності буде становити 12,1 рік.

4.1.2 Дах

Поточний стан.

Станом на сьогодні, фізичний стан даху є нормальним і відповідає будівельним нормам. З аналізу витрат стало видно, що 19% втрат тепла припадає на не якісно утеплений дах. Товщина утеплення не співпадає з потребами будівлі. Таким чином, наступним кроком в поліпшенні енергетичного стану будівлі буде утеплення даху.

Метою даного заходу є скорочення використання деревини, що використовується як горючий матеріал, тим самим скоротити витрати на закупівлю пального.

За для реалізації проекту потрібно демонтувати старе утеплення, провести ряд підготовчих процесів та саму процедуру встановлення утеплювача - екструдованого пінополістиролу ($\lambda_{ут} = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$), замінити стару крівлю на нову із металочерепиці з інтегрованою піною ($\lambda_{к} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$).

Спершу визначаємо потрібну товщину теплоізоляційного шару. Для цього використовуємо формулу:

$$\delta_{ут} = (2,5 - 1,5) \cdot 0,035 = 0,048 \text{ м}$$

Тобто не вистачало ще 48 мм утеплювача, через які і існує така різниця між нормативним значенням і фактичним.

З каталогу матеріалів обираємо товщину листа утеплювача 75 мм.

Тоді опір шару утеплення буде становити:

$$R_1 = \frac{0,075}{0,035} = 2,34 \text{ м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$$

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 40 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

В свою чергу опір нового шару металочерепиці буде становити:

$$R_2 = \frac{0,001}{0,04} = 0,025 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Приведений опір становить:

$$R_{\Sigma \text{пр}}^{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + 0,025 + 2,34 + 0,13 + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тоді втрати через дах будуть становити:

$$Q_{\text{дах}} = \frac{668}{2,65} (18 + 30) \cdot 1 = 12099,6 \text{ Вт}$$

Після закінчення робіт втрати через дах скоротяться на 44%.

На даний момент втрата теплової енергії складають близько 151 ГКал за опалювальний період. З закінченням будівельних робіт втрати скоротяться на 44%, що становить 66,4 Гкал. Враховуючи, що для вироблення 1 Гкал тепла потрібно спалити близько 1,5 м³ деревини, що в грошовому еквіваленті становить 115 канадських доларів, то економія буде становити близько 7636 канадських доларів.

Виходячи з загальної площі даху, що становить 668 м², то робота по підготовці фасадів та самого утеплення (враховуючи вартість всіх матеріалів) будуть становити 18000 CAD з потенціалом на опалювальний період в 7636 CAD. Таким чином простий термін окупності буде становити 3,6 років.

Тобто загальна економія від утеплення буде становити 14219,5 CAD на рік.

Тривалість часу проектування, закупівлі та монтаж становитиме близько 150 діб. Визначення терміну проводилося з урахуванням приблизного прогнозу погоди в регіоні.

Для початку проведення робіт найкращим періодом буде початок травня 2023 року.

4.2 Закупівля та встановлення нових котельних агрегатів для системи опалення та гарячого водопостачання

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 41 |

Бажано одночасно с встановленням нового обладнання провести ремонт трубопроводних систем та поновити застарілу ізоляцію.

4.2.1 Для гарячого водопостачання.

Метою встановлення нового обладнання є забезпечення надійної та ефективної роботи системи гарячого водопостачання та енергозбереження. Також це може вплинути на покращення якості гарячої води.

За для реалізації проекту потрібно демонтувати попереднє обладнання, встановити нове та налаштувати. Перевірити коректність роботи нового обладнання.

На даний момент підприємство використовує котел Bosch Condens 5000W 2012 року.



Рисунок 4.1 - котел Bosch Condens 5000W

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 42 |

За 11 років ефективність котла впала з 98% до 80%, тобто втрачається 18% енергії. В рік новий такий котел на 500 л витрачає 160 204 кВт*год енергії, але зараз енерговитрата становить 189 040,7 кВт*год. В цей же час новий котел Bosch Tronic 5000, що з самого початку споживає майже в два рази менше енергії, на рік споживає 87 600 кВт*год, тобто економія становить 12 172,8 канадських доларів на рік.

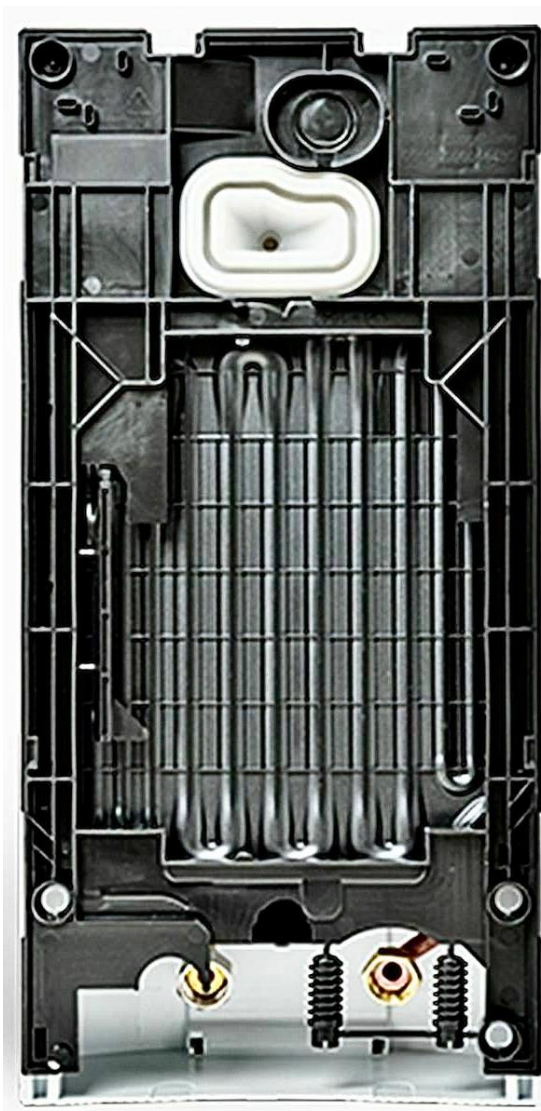


Рисунок 4.2 - котел Bosch Tronic 5000

Капітало вкладення буде в розмірі 11000 CAD, з урахуванням річного потенціалу простий термін окупності буде становити 0,9 року.

Тривалість часу проектування, закупівлі та монтаж становитиме близько двох тижнів з урахуванням доставки нового та демонтажу старого обладнання.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 43 |

Для початку проведення робіт найкращим періодом буде червень 2023 року.

4.2.2 Котел на опалення

Метою встановлення нового обладнання є забезпечення надійної та ефективної роботи системи опалення та енергозбереження. Також це зекономить паливний ресурс та задіяну електроенергію.

За для реалізації проекту потрібно демонтувати попереднє обладнання, встановити нове та налаштувати. Перевірити коректність роботи нового обладнання.

Будівля використовує котел Bosch Logano S161 2011 року для забезпечення нормального опалення.



Рисунок 4.3 - Bosch Logano S161

Основним джерелом енергії виступає деревина. Заміна повністю системи була проведена в останнє в 2011 році. За цей час ефективність системи впала на 20%. Станом на сьогодні котел потребує заміни складові системи – капітального ремонту.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 44 |

При покупці, на рік котел використовував 96510 кВт·год електроенергії на рік. З моменту встановлення використання енергії виросло до 111802 кВт·год. Тобто вартість теплової енергії виросла ще на 20%.

Пропонується замінити старий котел на нову модель Bosch Logan S261. Потужність даного котла становить 30 кВт. Порівняно за рік цей котел буде використовувати приблизно 86400 кВт·год електроенергії. Економія на рік буде складати 25402 кВт·год, що в грошовому еквіваленті становить 3048 CAD на рік.

Капіталовкладення в цей проект, з урахуванням проведення ремонтних робіт в системі, становить 13000 CAD. Так як річний потенціал становить 3048 CAD, отримуємо простий термін окупності в розмірі 4,2 роки.

Тривалість часу проектування, закупівлі та монтаж становитиме близько двох-трьох тижнів з урахуванням доставки нового та демонтажу старого обладнання.

Для початку проведення робіт найкращим періодом буде червень 2023 року.

4.3 Встановлення вітрогенератору на територію підприємства.

Метою заходу є зменшення витрат на електроенергію, зокрема за рахунок виробництва власної електроенергії вітрогенератором.

На даний момент підприємство використовує близько 370723 кВт·годин електроенергії на рік. В свою чергу вітрогенератор Bergey XL.1 має номінальну потужність 10 кВт і виробляє приблизно 30 000 кВт·годин електроенергії на рік. Це 8% від загальної кількості спожитої енергії, але вітрогенератори встановлюються на довгу перспективу. Вартість 1 кВт енергії становить 12 центів канадського долара. Тобто економія на рік становить 3600 канадських доларів на рік.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 45 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

З урахуванням розміру капіталовкладень – 60000 CAD та річного економічного ефекту був розрахований простий термін окупності в розмірі 16,6 років.

За для реалізації проекту потрібно запросити дозвіл у уряду провінції, дослідити та розробити проект правильного розташування вітрогенератору, саме встановлення та налаштування конструкції та системи, найняти фахівців для обслуговування апарату.

Тривалість часу проектування, закупівлі та монтаж становитиме близько місяця.

Для початку проведення робіт найкращим періодом буде жовтень 2023 року.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 46 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

ВИСНОВОК

Підчас виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження адміністративно-виробничої будівлі "Howell ventures ltd" в місті Фредеріктон, Канада.

Обстеження споруди проходило в декілька послідовних етапів. Першим кроком було візуальне обстеження конструктивних елементів споруди на предмет наявності очевидних деформацій чи руйнацій споруди, вивчення будівельних креслень та обстеження енергетичних систем на предмет відповідності систем нормам. Також першим етапом було зібрання інформації стосовно використання енергетичних ресурсів за останні три роки, що в результаті дало уявлення про очевидні дірки в енергозберігаючій політиці фірми.

Другим етапом вже проводився розрахунковий аналіз будівлі на предмет тепловтрат через кожний з елементів огорожувальної конструкції, в результаті якого були виявлені проблеми з утепленням даху та стін будівлі через які втрачалася основна маса теплової енергії. Також були проведені роботи на рахунок розроблення заходів з енергозбереження.

Після проведення обстеження та висунення висновків було вирішено про запровадження трьох основних заходів з енергозбереження:

- Утеплення огорожувальної конструкції (дах, зовнішні фасади);
- Закупівля та встановлення нових котельних агрегатів для системи опалення та гарячого водопостачання;
- Встановлення вітрогенератору на територію підприємства.

Всі вони, так чи інакше допомагають заощадити велику кількість енергії шляхом підвищення ефективності її використання.

Ці заходи запропоновані не лише для економії, але й для зміцнення позицій в рейтингу зелених підприємств, що в подальшому впливає на престиж фірми. Також після задіяння підприємством запропонованих заходів будуть нараховуватися тарифи зі знижками від міста через вищий бал екологічності, що є дуже привабливим аспектом з фінансової сторони питання енергозбереження.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 47 |

В додачу до цього збільшиться конкурентоспроможність на ринку та збільшиться ймовірності отримання державних замовлень, що виведе фірму на інший рівень не тільки прибутковості але й соціальної популярності.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 48 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [Електронний інтернет-ресурс]:
[Maataquac Dam | Department of Physical & Environmental Sciences \(utoronto.ca\)](#)
2. [Електронний інтернет-ресурс]:
[Driving With Disabilities | Sure Grip Hand Controls | New Brunswick \(suregrip-handcontrols.com\)](#)
3. [Електронний інтернет-ресурс]:
[New Brunswick Utility Bills: How Much Does It Cost for Electricity, Water, Gas, Internet, Cable & Home Phones in 2023? - MovingWaldo](#)
4. [Електронний інтернет-ресурс]:
[4. Організація пожежної охорони промислових підприємств. \(studfile.net\)](#)
5. [Електронний інтернет-ресурс]:
[Протипожежні вимоги щодо забезпечення вимушеної евакуації людей з будівель - Організація охорони праці \(vuzlit.com\)](#)
6. [Електронний інтернет-ресурс]:
<https://www.kamstrup.com/de-de/wasserzaehlerloesungen/intelligente-wasserzaehler/meters/multical-21>
7. [Електронний інтернет-ресурс]:
<https://www.landisgyr.de/product/landisgyr-e35c-communication-module-for-e350-meter/>
8. [Електронний інтернет-ресурс]:
https://cxplanner.com/commissioning-101/leed-v4?gclid=CjwKCAjwhJukBhBPEiwAniIcNVWfjzHG_z9gn3p9ZArnoANeEwOVmIcM_GS_WT9efGiwebSxCq6wpBoCitAQAvD_BwE
9. [Електронний інтернет-ресурс]:
<https://www.cer-rec.gc.ca/en/>

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 49 |

Додаток А

Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

1. Організація пожежної охорони промислових підприємств.

Враховуючи, що однією з найважливіших складових загальної безпеки будь-якого сучасного об'єкта є його надійний захист від пожеж, то і система управління пожежною безпекою має посісти відповідне місце у сфері загального управління. [4]

На жаль, у діючих нормативних актах з питань пожежної безпеки майже зовсім відсутні конкретні вимоги і практичні рекомендації щодо створення, впровадження та забезпечення функціонування систем управління пожежною безпекою для окремих галузей і різноманітних категорій об'єктів. Тому пропонується розглянути загальні питання стосовно системи управління пожежною безпекою (надалі - СУПБ) на прикладі підприємства. [4]

Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах здійснюється наступними основними компонентами виробництва: [4]

- технічною системою, яка передбачає надійність обладнання, використання безпечних технологій, визначає обсяг вибухопожежонебезпечних речовин, проектні рішення, впровадження систем виявлення та гасіння пожеж тощо;

- персоналом, його підготовкою, забезпеченням регламентами і правилами роботи;

- системою управління.

Передбачається, що результатом впровадження СУПБ буде поліпшення стану пожежної безпеки. Організація діяльності підприємств щодо забезпечення пожежної безпеки повинна стати невід'ємною складовою частиною і пріоритетним завданням функціонування управлінь, структурних підрозділів, служб пожежної безпеки, посадових осіб і забезпечити контроль за показниками пожежної небезпеки, виконання протипожежних вимог,

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 50 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

дотримання протипожежного режиму, аналіз пожежної небезпеки і протипожежного стану об'єктів, спеціальну підготовку персоналу, розробку, прийняття і реалізацію рішень щодо запобігання, обмеження розповсюдження та ліквідації пожеж, забезпечення безпеки людей і навколишнього середовища. [4]

Рівень деталізації та складності СУПБ, обсяг необхідної документації та ресурсів визначаються в залежності від рівня пожежної небезпеки, масштабу та характеру діяльності підприємства. [4]

Державне управління системою пожежної безпеки здійснюється Державною пожежною охороною та іншими органами державної виконавчої влади. [4]

Підприємство повинно гарантувати забезпечення функціонування СУПБ і надати людські, матеріальні та фінансові ресурси, необхідні для реалізації завдань щодо забезпечення пожежної безпеки. [4]

Управління пожежною безпекою досягається зміною стану підприємства (об'єкта) шляхом переведу його у менш небезпечний стан. [4]

До основних функцій СУПБ відносяться: [4]

1. Кількісна оцінка ризику (ймовірності виникнення пожежі).

Математичний розрахунок ризику, урахування його значення у планах локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, пожежогасіння, сертифікатах підприємств, деклараціях безпеки небезпечних промислових об'єктів, оцінках впливу на довкілля. [4]

2. Регламентування пожежної безпеки.

Розробка, впровадження, нагляд за виконанням загальнодержавних, відомчих нормативних актів, інструкцій, положень, інших документів з питань пожежної безпеки, визначення та встановлення протипожежного режиму. [4]

3. Забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, виробничого обладнання, будівель і споруд.

Систематичне проведення аналізу пожежної небезпеки, розробка і впровадження відповідних протипожежних заходів. Повне і своєчасне

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 51 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

виконання приписів Держпожнагляду, служб пожежної безпеки, актів пожежно-технічних комісій. [4]

4. Розробка і реалізація програм запобігання пожежам і зниження втрат від них.

Збалансоване покращення протипожежного стану та технічної системи підприємства, включаючи системи протипожежного захисту, підвищення кваліфікації і підготовки персоналу, вдосконалення правил і систем пожежної безпеки. Підготовка плану протипожежних заходів на основі передового досвіду споріднених підприємств, досліджень і розробок, вимог Державного пожежного нагляду, їхнє фінансування та контроль за виконанням. [4]

5. Створення пожежної охорони, служби пожежної безпеки, забезпечення та організація їх діяльності.

Розробка та затвердження відповідних положень, планувальної та робочої документації. Визначення функцій, створення і впровадження механізму їх реалізації. Фінансове, матеріально-технічне та кадрове забезпечення. [4]

6. Створення та організація роботи добровільних пожежних дружин і пожежно-технічних комісій.

Підготовка та прийняття рішення щодо створення ДПД і ПТК. Визначення та затвердження їх складу. Розробка, реалізація і контроль за виконанням обов'язків членів і планів роботи. [4]

7. Організація вивчення правил пожежної безпеки, протипожежна пропаганда.

Визначення рівнів вивчення правил пожежної безпеки (хто має проходити протипожежні інструктажі, а хто і пожежно-технічний мінімум) для кожної посадової особи та працівника. Розробка і затвердження програм. Планування, організація і проведення навчання з питань пожежної безпеки і заходів протипожежної пропаганди. [4]

8. Дії при пожежах і надзвичайних ситуаціях.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 52 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

Використання попередньо сформованих і підготовлених сил та засобів щодо захисту людей, локалізації і ліквідації пожеж і надзвичайних ситуацій, яке засноване на заздалегідь розроблених планах. [4]

9. Вдосконалення.

Розробка і чітке виконання планів, створення системи мотивації дій щодо забезпечення пожежної безпеки на усіх ділянках роботи, забезпечення контролю за прийняттям рішень і поточних дій усіх учасників процесу. [4]

Органами управління СУПБ є: [4]

- керівники підприємств;
- керівники структурних підрозділів та служб;
- фахівці служби пожежної безпеки;
- особи, призначені відповідальними за пожежну безпеку;
- пожежно-технічні комісії;
- добровільні пожежні дружини (команди);
- диспетчерські служби;
- охорона.

Об'єктами управління СУПБ є: [4]

- керівники, посадові особи, персонал апаратів управління;
- власники, керівники, посадові особи та персонал підприємств;
- виробнича діяльність підприємств;
- пожежна безпека технологічних процесів, виробничого обладнання, будівель, споруд, речовин і матеріалів;
- виробниче та прилегле середовище.

Для введення в дію СУПБ підприємства:

- створюють служби пожежної безпеки або вводять посади для фахівців служби пожежної безпеки;
- визначають обов'язки керівників і посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки;
- встановлюють порядок взаємодії апаратів управління, окремих служб і структурних підрозділів щодо запобігання пожежам і їх гасінням.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 53 |

Основні напрями і заходи щодо впровадження і забезпечення ефективного функціонування СУПБ: [4]

1. Організація та координація робіт в галузі пожежної безпеки.

Формування органів управління пожежною безпекою, визначення та встановлення прав і обов'язків посадових осіб, служб, підрозділів, відповідальних за пожежну безпеку. [4]

2. Планування роботи.

Розробка і формування комплексних, перспективних і поточних планів. Вибір оптимальних і пріоритетних напрямів здійснення протипожежних заходів, вкладення відповідних інвестицій. [4]

3. Кадрове і професійне забезпечення.

Відбір спеціалістів і працівників, якісне комплектування служби пожежної безпеки, спеціальна підготовка, постановка завдань щодо забезпечення пожежної безпеки. Забезпечення потреби підприємства у кваліфікованих кадрах, спроможних забезпечити ефективне функціонування СУПБ. [4]

4. Проектно-конструкторське забезпечення.

Розробка проектно-технічної документації на об'єкти та технологічні процеси, які створюються, будуються або реконструюються. Врахування у проектній технічній документації усіх вимог діючих нормативних актів з питань пожежної безпеки. [4]

5. Технологічне забезпечення.

Приведення діючих технологічних процесів у відповідність до діючих стандартів з метою забезпечення необхідного рівня протипожежного захисту виробничих об'єктів нормативним, зниження пожежної небезпеки. [4]

6. Технічне забезпечення.

Підтримання справності, безвідмовності, пожежної безпеки технологічного, інженерного, виробничого та допоміжного устаткування і обладнання. Зниження пожежної небезпеки за рахунок своєчасного та

| | | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|--|-------------------|-------|
| | | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | | 54 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | | |

якісного обслуговування, проведення регламентів і планово-попереджувальних ремонтів устаткування та обладнання. [4]

7. Енергетичне забезпечення.

Безперебійне забезпечення підприємства та відповідних систем протипожежного захисту потрібними енергетичними ресурсами. Звести до мінімуму, унеможливити виникнення аварійних ситуацій, перебоїв у роботі технічних систем протипожежного захисту. [4]

8. Метрологічне забезпечення.

Підтримання у працездатному стані засобів вимірювань з метою одержання точної інформації. Отримання точної та оперативної інформації, визначення необхідних контрольних параметрів технологічних процесів, середовища тощо. [4]

9. Матеріально-технічне забезпечення підприємств.

Придбання пожежної техніки, обладнання, первинних засобів пожежогасіння, фінансування монтажу та експлуатації систем протипожежного захисту, спеціального навчання та підготовки персоналу, програм управління та забезпечення пожежної безпеки, інших протипожежних заходів. Повне задоволення потреб підприємства у впровадженні необхідних заходів пожежної безпеки, виконанні приписів Держпожнагляду. [4]

10. Правове забезпечення.

Створення умов для ефективного функціонування СУПБ на основі правового регулювання. Неприпустимість прийняття управлінських рішень і введення в дію документів, що не відповідають правовим нормам. [4]

11. Інформаційне забезпечення.

Формування інформаційного поля, в якому функціонує СУПБ. Накопичення необхідної маси інформації для прийняття вірних рішень щодо забезпечення пожежної безпеки. [4]

12. Контроль за станом пожежної безпеки.

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 55 |

Організація контрольно-інспекційної діяльності щодо виконання всього комплексу протипожежних заходів. Запобігання діям персоналу, проектним, інженерним, технологічним, виробничим рішенням, що суперечать вимогам нормативних актів з питань пожежної безпеки. [4]

13. Облік, аналіз та оцінка показників стану пожежної безпеки та функціонування СУПБ.

Одержання відповідної інформації для прийняття управлінських рішень на всіх рівнях СУПБ. Розробка прогнозів, перспективних планів, поліпшення загальних характеристик пожежної безпеки. [4]

СУПБ має бути організаційною структурою, яка шляхом постійного моніторингу і періодичного аналізу повинна підтримувати ефективність функціонування з урахуванням змін внутрішніх і зовнішніх чинників. [4]

Впровадження СУПБ повинно забезпечити сумісне виконання планових завдань у галузі пожежної безпеки всіма функціональними ланками підприємства. До участі у впровадженні СУПБ повинні залучатись всі працівники, починаючи з найвищих рівнів управління. [4]

2. Протипожежні вимоги щодо забезпечення вимушеної евакуації людей з будівель.

Евакуація - це вимушене переміщення людей із зони можливого небезпечного впливу чинників пожежі. [5]

Безпечна евакуація має забезпечуватись комплексом об'ємно-планувальних, конструктивних, інженерно-технічних рішень, які слід приймати з урахуванням призначення категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості поверховості будівлі та кількості людей, що підлягають евакуації. [5]

Небезпечними чинниками під час пожежі є: [5]

- наявність критичної для людини температури;
- критичний вміст кисню в атмосфері (менше 14%);

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 56 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

- збільшення концентрації вуглекислого та чадного газу до критичного рівня;
- досягнення межі вогнестійкості будівельних конструкцій;
- незначна видимість через надмірне задимлення.

Вказані чинники зумовлюють здійснення евакуації людей, що знаходяться в зоні пожежі до моменту досягнення критичних величин. [5]

Найменший час досягнення небезпечними чинниками критичних величин являє собою допустимий час евакуації. Виведення людей з небезпечної зони у таких випадках називається вимушеною евакуацією. [5]

Для забезпечення безпечної евакуації людей повинні передбачатися заходи спрямовані на створення умов для безпечного виходу людей на випадок пожежі. [5]

У будівлях і спорудах на випадок пожежі необхідно передбачити: [5]

- відповідну довжину і ширину евакуаційних виходів;
- відповідну пропускну здатність дверних отворів, які легко відкриваються;
- необхідну кількість сходових кліток і зовнішніх пожежних драбин;
- відсутність захаращення у переходах та на шляхах пожежних драбин.

Евакуаційні входи мають бути розосередженими, а максимальна відстань між найбільш віддаленими виходами визначається за формулою: [5]

$$l = 1.5\sqrt{P},$$

де P - периметр приміщення, м.

Безпечна евакуація людей забезпечується завдяки функціонуванню щонайменше двох евакуаційних виходів, а потоки людей, що рухаються ними мають бути прямими й не перетинатися. [5]

Двері евакуаційних виходів і двері на шляхах евакуації повинні відчинятись в напрямку виходу людей з будівлі. Не нормується напрямок відкривання дверей для: [5]

- квартир у житлових будинках;

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 57 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

- приміщень де одночасно перебуває не більше 15 осіб.

Довжина шляхів евакуації залежить від призначення будівель, які поділяються на: [5]

- виробничі;
- цивільні;
- сільськогосподарські.

У виробничих будівлях шляхи евакуації залежать від їх поверховості та відстані від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого виходу, ступеня вогнестійкості будівлі та категорії приміщень за вибухопожежною небезпекою. [5]

У житлових і громадських будівлях нормується відстань від дверей найбільш віддаленого приміщення до евакуаційних виходів. [5]

Евакуаційних виходів має бути не менше двох. Таке положення приймається на випадок, якщо під час пожежі один вихід стане непридатним для евакуації. [5]

Один евакуаційний вихід допускається у житлових будинках і в приміщеннях з одночасним перебуванням до 50 осіб, якщо відстань від найвіддаленішої точки підлоги до зазначеного виходу не перевищує 25 м. [5]

Розрахунок починається з визначення часу евакуації, який надалі буде нормою. [5]

Розрахунок часу евакуації поділяється на два етапи: [5]

- розрахунок T_r - розрахункового часу евакуації;
- розрахунок $T_{нб}$ - необхідного часу евакуації.

Розрахунковий час евакуації має бути меншим або таким, що дорівнює часу евакуації T_r $T_{нб}$, якщо ця умова витримується, то евакуаційні шляхи і виходи запроектовані правильно. [5]

Визначений розрахунковий час евакуації з будівлі порівнюють з необхідним часом евакуації. [5]

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| | | | | | | 58 |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | |

Необхідний час евакуації визначають за таблицями, беручи до уваги ступінь вогнестійкості будівель, їх об'єм, категорію приміщень за вибухопожежною безпекою. [5]

| | | | | | | |
|-----|------|-------------|--------|------|-------------------|-------|
| | | | | | 6.144.01 ВР 00 ПЗ | Аркуш |
| Зм. | Лист | № документа | Підпис | Дата | | 59 |

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Тепловтрати через другий сектор адміністративно-виробничої будівлі.

| Вид тепловтрат | Чисельні значення, Вт |
|------------------------------|-----------------------|
| Основні тепловтрати | |
| Через стіни | 11631,1 |
| Через вікна | 6847,41 |
| Через підлогу | 10640,8 |
| Через двері | 3367,1 |
| Додаткові тепловтрати | |
| Через зовнішні стіни | 986,32 |
| Через не утеплені підлоги | 532,4 |
| Через інфільтрацію | 11352,58 |