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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: « Аналіз ефективності енергозабезпечення виробничої будівлі ТОВ «Сумська насосна техніка» та розроблення заходів з енергозбереження»

144 «Теплоенергетика»

освітня програма «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Борисов С.С.
(прізвище та ініціали)

_____
(підпис студента)

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)

Випускна робота захищена на засіданні ЕК з оцінкою

_____

"____"_____20__ р.

Секретар комісії _____
(підпис)

Суми 2019

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складає 50 с., 9 таблиці, 10 рисунків, 14 літературних джерел.

Графічні матеріали: розрахунковий аналіз енергозберігаючих заходів, енерготехнологічна схема об’єкту обстеження, результати розрахункового аналізу, аналіз обсягів споживання енергоносіїв – чотири плакати формату А3.

***Мета роботи*:** розробка організаційних і технічних заходів щодо енергозбереження в системах енергоспоживання виробничої будівлі ТОВ «Сумська насосна техніка» та їх фінансова оцінка.

***Об'єкт дослідження*:** виробнича будівля ТОВ «Сумська насосна техніка».

Ключові слова: ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОНАДХОДЖЕННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВА ЗАВІСА, РЕКУПЕРАТОР ТЕПЛОТИ.

Тема роботи: «Аналіз ефективності енергозабезпечення виробничої будівлі ТОВ «Сумська насосна техніка» та розроблення заходів з енергозбереження.

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
РЕФЕРАТ
ВСТУП…… 6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ…… 8
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження……. 8
1.2 Опис дійсного стану будівлі…….. 9
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта…. 10
1.3.1 Система опалення ……... 10
1.3.2 Система електропостачання……... 11
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення…… 11
1.3.4. Система вентиляції……. 12
1.3.5 Система обліку ресурсів……. 12
1.3.4 Існуючі тарифи на енергоносії та воду……. 13
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води…… 13
1.4.1 Аналіз споживання електричної енергії……..…… 13
1.4.2 Аналіз обсягів споживання холодної води…… ……. 15
1.5 Опис методів та приладів вимірювання…….. 16
1.6 Аналіз результатів вимірювання…… 19
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ…… 20
2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі…….. 20
2.1.1 Визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій 20
2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі:……. 25
2.1.3 Визначення видів тепло надходження будівлі…… 34
3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ……... 34
3.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів…… 34
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів ……. 34
3.2.1 Утеплення зовнішніх стін …… 34
3.2.2 Встановлення повітряної завіси на вхідних воротах…….. 36
3.2.3 Встановлення світильників за світлодіодними лампами…… 39
3.2.4 Встановлення рекуператора теплоти…… 40

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 42
4.1 Відповідальність власника за невиконання нормативних вимог охорони праці…… 44
ВИСНОВКИ…… 47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…… 48
ДОДАТОК А…… 50

ВСТУП

Ефективний розвиток держави неможливий без збалансованого і мінімалізованого споживання енергетичних ресурсів. Це обумовлено вичерпанням невідновлювальних природних ресурсів, ризиками при їх транспортуванні, відсутністю реальних альтернатив їх заміни. Світ у XXI столітті зіткнувся з новими проблемами, що є результатом діяльності людей. Скорочення природних запасів нафти і газу, постійне зростання їх у ціні призводить до порушення надійності функціонування промисловості, транспорту та інших галузей світового господарства. Одночасно поглиблюється проблема погіршення екологічної ситуації, що пов'язано зі збільшенням вмісту парникових газів [1].

У контексті проведення економічних реформ в Україні, посилення уваги до основних сфер, які є основою забезпечення національної безпеки країни, особливого значення набувають питання удосконалення механізмів формування державної політики у сфері енергоефективності та її впровадження на рівні кожного регіону. Така політика має гармонійно поєднувати інтереси держави та кожної територіальної громади щодо забезпечення енергетичними ресурсами для задоволення їх життєдіяльнісних потреб [2].

Проблеми забезпечення енергоефективності та енергозбереження є актуальними особливо в Україні, яка володіє матеріально-технічною базою, проте має недостатній рівень первинних енергоресурсів, які необхідно імпортувати. Тому все більшої актуальності набуває потреба швидшого впровадження політики ощадного використання енергетичних ресурсів на всіх рівнях управління, що передбачає узгодженість дій органів державної влади та місцевого самоврядування щодо формування політики енергоефективності в усіх галузях національної економіки. Системні реформи економіки України будуть результативними за умови залучення до процесу їх упровадження усіх

територіальних рівнів від загальнодержавного до місцевого (область, район, місто, село, селище) [2].

У сучасних умовах в Україні виникають проблеми, пов’язані насамперед із фінансуванням енергозберігаючих заходів, вибором найоптимальніших напрямів вкладення коштів в інвестиційні проекти із підвищення енергоефективності, недостатньою кількістю фахівців із означених проблем, відсутністю інформаційних систем та недосконалістю організаційно-економічного механізму забезпечення енергозбереження на промислових підприємствах. Важливість і масштабність для вітчизняної економіки зазначених проблем, їх теоретична і практична значимість доводять необхідність наукових досліджень у сфері формування та удосконалення організаційноекономічного механізму забезпечення енергозбереження промислових підприємств, визначають головну мету і завдання досліджень [1].

Мета та призначення поданого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води у виробничій будівлі ТОВ «Сумська насосна техніка», що знаходиться за адресою: м Суми, вул. Ковпака, 4/1, та розроблення енергозберігаючих заходів для скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження: розроблення енергозберігаючих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів у виробничій будівлі, за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об’єкті.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є виробнича будівля підприємства ТОВ «Сумська насосна техніка» (рис.1.1).

Адреса будівлі: м Суми, вул. Ковпака, 4/1.

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд виробничої будівлі

ТОВ «Сумська насосна техніка» є розробником і виробником цілої гамми насосних агрегатів,які застосовуються у гірничій,металургійній та інших сферах легкої та важко промисловості.

Будинок складається із однієї будівлі. Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює ТОВ «Сумська насосна техніка». Головний фасад будівлі зорієнтовано на північний-схід.

Технічні характеристики будинку такі:

- призначення будівлі виробнича будівля;
- рік побудови 2005 р.;
- кількість поверхів 1 поверх;
- площа забудови 1140 $м^2$;
- опалювальний об´єм за зовнішніми обмірами 3840 $м^3$;
- опалювальний об’єм 3790 $м^3$

Склад людей: в будівлі знаходиться 10 працівників підприємства

Графік роботи будівлі: робочі дні – пн-нд.

Робочий день у будівлі: 08^{00}-17^{00}

Обідня перерва: 12^{00}-12^{45}.

На території підприємства цілодобово чергує охоронець.

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від автономної системи опалення.

Водопостачання та водовідведення підприємства здійснюється централізовано.

Забезпечення будинку гарячою водою не здійснюється.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Технічний стан будівельних конструкцій адміністративної будівлі наведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічний стан будівельних конструкцій виробничої будівлі

№ п/п	Найменування частин будинку	Коротка технічна характеристика	Товщина, мм	Загальний стан та зауваження
1.	Фундамент	Збірні залізнобетонні та бетонні блоки	200	Відповідає вимогам проектної документації. Тріщин виявлено не було

Продовження табл. 1.1

2.	Зовнішня частина стін	Глиняна цегла	550	Цементний розчин вимився під дією зовнішніх погодних умов
3	Внутрішня частина стін	Цегляна кладка, оштукатурена	300	Відповідає вимогам проектної документації.
4	Перекриття	Збірні залізнобетонні плити розмірами 1,5×10м, піщано-цементна	220	Відповідає вимогам проектної документації.
5	Покриття	Шиферне перекриття з захисним шаром керамзиту	50	Відповідає вимогам проектної документації
6	Перегородки	Цегляні, оштукатурені, побілені	150	Відповідає вимогам проектної документації.
7	Підлога	Цемент, лінолеум, залізобетон	232	Відповідає вимогам проектної документації
8	Вікна	Металопластикові	70	Відповідає вимогам проектної документації
9	Двері	Дерев’яні	90	Відповідає вимогам проектної документації

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта

1.3.1 Система опалення

Система опалення виробничої будівлі – автономна. Дане приміщення обігрівається за допомогою твердопаливного котла типу EK3G (рис 1.2). Даний котел встановлений в окремому приміщенні, яке знаходиться в підвалі.

Паливом для котла слугують дерев’яні брикети. В якості теплоносія використовується підготовлена вода. В будівлі встановлені чугунні радіатори, по 8 секцій кожний. Рух теплоносія по трубам та опалювальним приладам відбувається завдяки використанню циркуляційного насосу.

Рисунок 1.2 – Твердопаливний котел типу EK3G [3]

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ПАТ «Сумиобленерго» на підставі Договору №8741/47 про постачання електричної енергії від 22.05.2009.

Подача електроенергії відбувається від трансформаторної підстанції, що знаходиться за територією будівлі. Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 380 кВ.

До основних споживачів електроенергії можна віднести систему освітлення, станки, електродвигуни, прилади опалення (обігрівачі), зварювальні пристрої.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання та водовідведення виробничої будівлі здійснюється централізовано комунальним підприємством «Міськводоканал» СМР на

підставі Договору №852/7. Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 100 мм. Тиск води на вході в будинок $P \approx 0,4 МПа$.

Водовідведення відбувається по металевій трубі Ø80 мм до каналізаційної мережі.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є працівники та відвідувачі будівлі.

1.3.4 Система вентиляції

Вентиляція призначена для створення та підтримання допустимих параметрів повітря у будівлі.

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

Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нещільності світлопрозорих конструкцій огороджень і зовнішні двері.

1.3.5 Система обліку ресурсів

Облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього і зовнішнього освітлення, роботу електроспоживаючого обладнання здійснюється одним лічильником типу «Меридіан» СОЭ-1.02/2Т. Встановлений в електрощитовій, яка знаходиться на вводі до будівлі. Термін повірки – 12.06.2018 р.

Зняття показників лічильника виконується з періодичністю не частіше одного разу на місяць.

Облік холодної води здійснюється лічильником холодної води SENSUS типу WP-Dynamic 50/50. Встановлений в підвальному приміщенні на вводі до будівлі. Термін повірки – 16.03.2017 р.

Зняття показників лічильника виконується з періодичністю не частіше одного разу на місяць.

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

На момент обстеження тарифи на енергоносії та воду становлять:
дерев'яні брикети – 3900грн/т;
електрична енергія: 2,72 грн/ кВт·год;
водопостачання – 8,880 грн/м^3;
водовідведення –7,656 грн/м^3.

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії по місяцям за 2016, 2017 і 2018 роки наведені в таблиці 1.2 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2 – Споживання електроенергії за 2016 – 2018 роки. , кВт·год /міс

Місяць	Рік		
	2016	2017	2018
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	7680	5970	5490
Лютий	8070	10020	8126
Березень	7020	6930	8430
Квітень	5890	7110	5490
Травень	3860	3100	3373
Червень	3890	3070	3425
Липень	3230	3010	3270

Продовження таблиці 1.2

Серпень	2681	2100	3450
Вересень	2590	2200	2896
Жовтень	4080	2880	2105
Листопад	4770	5220	3662
Грудень	7080	8640	7394
Всього	**60841**	**60250**	**57111**

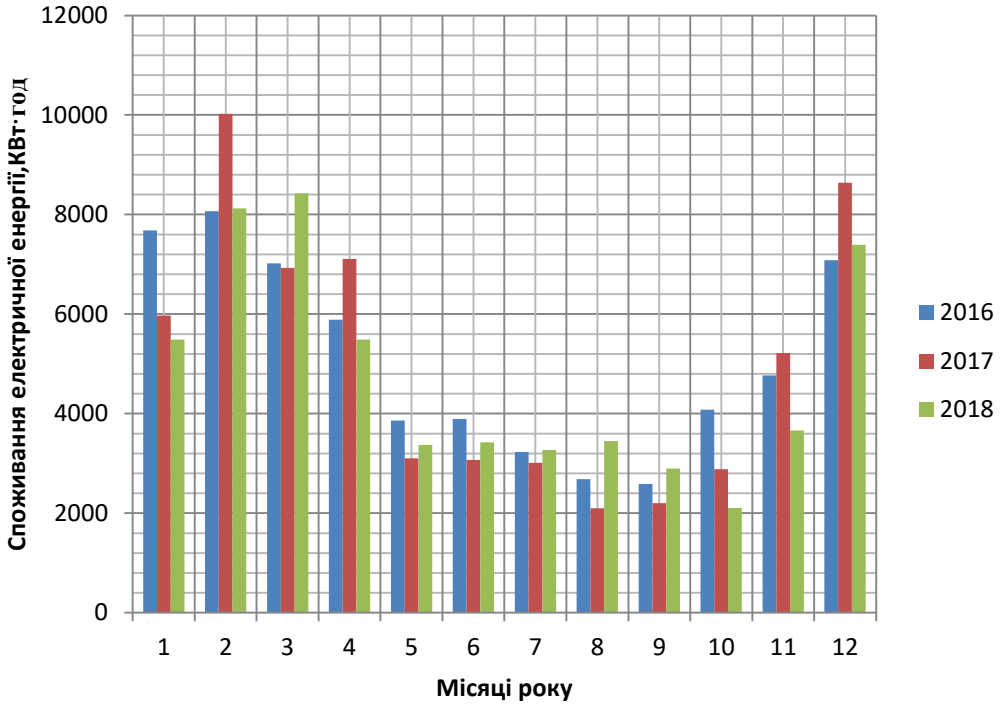

Рисунок 1.3 – Споживання електричної енергії в 2016 – 2018 рр.

Згідно графіка ми бачимо, що споживання електроенергії за роками майже не змінюється, оскільки основне енергоспоживаюче обладнання працює в більш-менш сталому режимі, що проілюстровано на графіку.

В літні місяці рівень споживання електричної енергії зменшується. Це можна пояснити тим, що в теплу пору року збільшується світловий день, а, отже, зменшується рівень споживання електроенергії на освітлення приміщень.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання холодної води по місяцям за 2016, 2017 і 2018 роки наведені в таблиці 1.3 та на рисунку 1.4.

Таблиця 1.3 – Обсяги споживання холодної води за 2016-2018 роки, $м^3$

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік
	$м^3$	$м^3$	$м^3$
Січень	23	24	24
Лютий	24	22	24
Березень	22	23	23
Квітень	21	22	22
Травень	25	21	25
Червень	24	22	25
Липень	23	24	23
Серпень	24	23	25
Вересень	29	28	28
Жовтень	32	27	28
Листопад	31	32	27
Грудень	30	31	30
Всього	308	299	304

Споживання води нерівномірне протягом року. Перепади у споживанні води пов’язані з тим, що у літній період значна кількість працівників йде у відпустку.

З початком настання осені рівень споживання води збільшується.

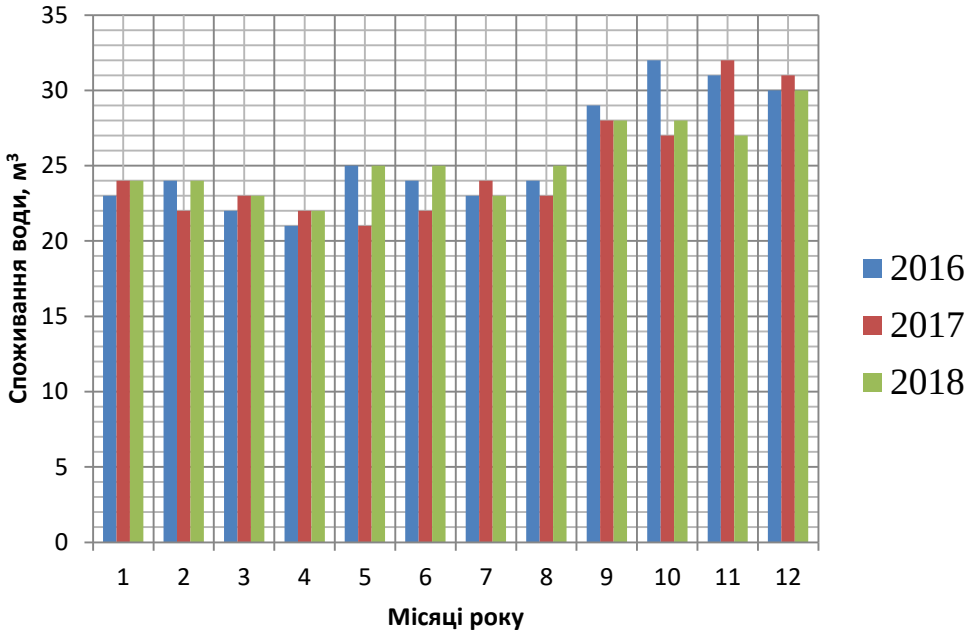

Рисунок 1.4 – Графік споживання води за 2016-2018 роки

1.5 Опис методів та приладів вимірювання

Для проведення енергетичного обстеження візуального огляду приміщень недостатньо, тому потрібно зробити виміри деяких параметрів.

Для замірів необхідних параметрів будівлі використовуємо наступні вимірювальні прилади:

- неконтактний інфрачервоний пірометр мт-4 фірми Raytek;
- рулетка;
- універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси testo 605-h1.

Портативний неконтактний пірометр МТ – невеликих розмірів і дуже простий у використанні. Для виміру температури необхідно просто направити його на об'єкт, температуру якого потрібно виміряти й нажати на тригер. На дисплеї відобразиться значення температури поверхні об'єкта. Це найшвидший, легкий і безпечний спосіб виміру температури (рис. 1.3) [4].

Рисунок 1.5 - Неконтактний інфрачервоний пірометр МТ-4 фірми Raytek [4]

Технічні характеристики наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики пірометра МТ-4 [4]

Технічні характеристики	
Коефіцієнт випромінювання	Фіксований: 0,95
Температура	˚C або ˚F
D:S (відстань: розмір об'єкта)	6:1
Діапазон вимірів	-18...+260˚C
Відтворюваність	±2% джерела хвиль, але не менш ±2˚C
Час відгуку	500мсек
Робоча температура	0…50˚C
Живлення	9В батарейки або акумулятор
Розміри	152×101×38 мм
Вага	0,227 кг

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 10 м, похибка ±0,5 мм.

Для визначення температури повітря в приміщенні та ззовні використовували універсального вимірювача температури, вологості та точки роси Testo 605-H1 (рис. 1.6) [5]. Його технічні характеристики представлені в таблиці 1.4.

Рисунок 1.6 – Універсальний вимірювач Testo 605-H1

Таблиця 1.4–Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-H1 [5]

Технічні характеристики	
Діапазон вимірювань	Від -20 до +70 °С
Похибка вимірювань	±0,5
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда: - в основі - біля чутливого елемента	 16 мм 12 мм

Прилад володіє точністю і стабільністю свідчень завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається лише в процесі виміру. Дисплей розташований на поворотній

голівці і завжди видний. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи.

1.6 Аналіз результатів вимірювання

За нормативними документами в холодний період року в виробничих приміщеннях оптимальні параметри мікроклімату повинні бути такими: температура повітря – 20-22 °С; відносна вологість 45-60%, мінімальна температура не повинна бути меншою 18°С [6].

На момент обстеження зовнішня температура становила t= +1°С.

Згідно вимірів всі приміщення відповідають нормам по температурі (Додаток А), але деякі приміщення мають відхилення від норм по відносній вологості повітря. Це пов’язано з поганою вентиляцією повітря.

На рисунку 1.6 показано місця в яких робилися вимірювання температури та вологості.

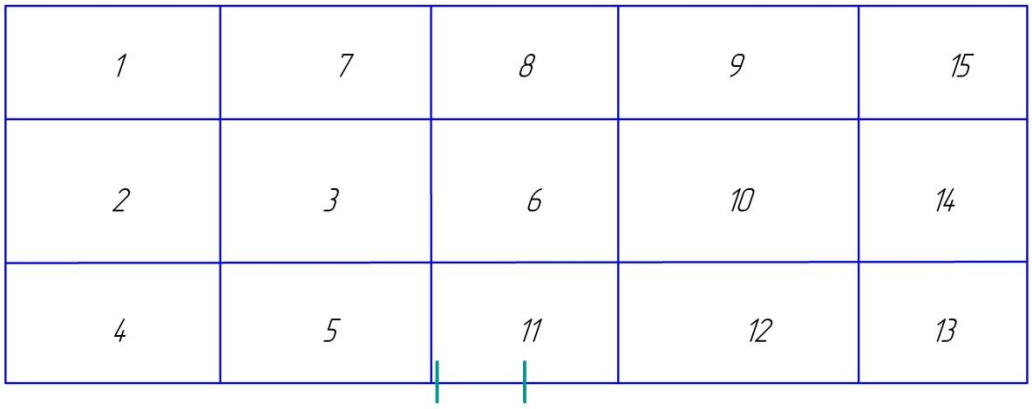

Рисунок 1.7 – Місця вимірів температури та вологості

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

2.1.1 Визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, м^2·К/Вт повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q\ min}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження.

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma\ пр} \geq R_{q\ min}, \tag{2.1}$$

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, м^2·К/Вт;

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

Мінімально допустиме значення, $R_{q\ min,}$ опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, дверей та воріт житлових та громадських будинків встановлюється згідно з [7] залежно від температурної зони експлуатації будинку.

R_i – термічний опір i-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

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

де δ_i – товщина *i*-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу *i*-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К), що приймають згідно [7];

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м^2·К/Вт, непрозорої огороджувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.1) [8] розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,p}} + \frac{1}{\alpha_з} \qquad (2.3)$$

де α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджуючої конструкції, приймаємо α_B = 8,7 $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ - для стін, підлоги, гладких стель, (для вікон α_B = 8 $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$) [8].

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції, для зовнішніх стін та вікон $\alpha_з = 23 \frac{Вт}{М^2 \cdot К}$ [8].

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу *i*-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації що приймають згідно [8];

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

δ – товщина огороджуючої конструкції, м;

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір і-го шару конструкції, (м^2·К)/Вт;

Опір теплопередачі заповнень світлових прорізів (вікон) приймається згідно [8];

При розрахунках термічного опору, розрахункові дані такі як, $\lambda_р$, підбираємо як для сухого режиму.

Необхідний опір теплопередачі перекриття теплого горища та цокольних перекриттів над теплими техпідпіллям $R_{q\,min}^{ТП}$визначається за формулою:

$$R_{q\,min}^{ТП} = n \cdot R_{q\,min} \qquad (2.4)$$

де $R_{q\,min}^{ТП}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі покриття та перекриття над підвалами (м^2 ·К)/Вт, що приймається згідно табл. 6 та табл. 7 залежно від температурної зони експлуатації будинку [7];

n – поправочний коефіцієнт.

$$n=\frac{t_в - t_x}{t_p - t_з}$$

де $t_з$ – розрахункове значення температури зовнішнього повітря,°С, що визначається залежно від температурної зони експлуатації будинку з табл. 5 [8];

$t_в$ – розрахункова температура внутрішнього повітря основної частини приміщень будинків, які контактують з перекриттям,°С, що визначається залежно від призначення будинку згідно з табл. 5 [8].

t_p – температура точки роси у приміщенні , для оціночних розрахунків можна прийняти, 8°С ;

t_x – температура внутрішнього повітря техпідпілля.

Розрахунку термічного опору зовнішніх огороджувальних конструкцій по адміністративній будівлі:

Вихідні дані занесені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Значення вихідних даних

№ п/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал	Товщина шару, $\delta, м$	Теплопровід-ність λ, $\frac{Вт}{м \cdot К}$
1	Зовнішні стіни	Глиняна цегла на цементно-піщаному розчині	0,55	0,7
		Штукатурка	0,02	0,7
2	Стеля	Залізобетон	0,2	1,92
		Цементно-піщаний розчин	0,1	0,7
		Керамзит	0,15	0,12
3	Підлога	Цементно-піщаний розчин	0,03	0,7
		Залізобетонна плита	0,2	1,92
		Лінолеум	0,002	0,38

Зовнішні стіни:

Значення $R_{q\ min}$ для зовнішніх огороджуючих конструкцій приймемо згідно [7].

Згідно формули (2.3) знайдемо R_i:

$$R_1 = \frac{0,55}{0,7} = 0,79 \, м^2 \cdot К/Вт;$$

$$R_2 = \frac{0,02}{0,7} = 0,029 \, м^2 \cdot К/Вт.$$

Згідно даної температурної зони $R_{q\ min}$,=3,3 $м^2 \cdot К/Вт$ [7]

Згідно формули (2.3) знайдемо:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + 0,79 + 0,029 + \frac{1}{23} = 0,98 \, м^2 \cdot К/Вт.$$

$$R_{\Sigma\, пр} \le R_{q\, min}$$

Стеля:

$$R_1 = \frac{0,2}{1,92} = 0,1 \, м^2 \cdot К/Вт;$$

$$R_2 = \frac{0,1}{0,7} = 0,14 \, м^2 \cdot К/Вт;$$

$$R_3 = \frac{0,15}{0,12} = 1,25 \, м^2 \cdot К/Вт.$$

Згідно даної температурної зони, $R_{q\, min}$,=4,95 $м^2 \cdot К/Вт$

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + 0,1 + 0,14 + 1,25 + \frac{1}{23} = 2 \, м^2 \cdot К/Вт$$

$$R_{\Sigma\, пр} \le R_{q\, min}$$

Підлога :

$$R_1 = \frac{0,03}{0,7} = 0,04 \, м^2 \cdot К/Вт$$

$$R_2 = \frac{0,2}{1,92} = 0,1 \, м^2 \cdot К/Вт$$

$$R_3 = \frac{0,002}{0,38} = 0,005 \, м^2 \cdot К/Вт$$

Згідно формули (2.4) знайдемо:

$R_{q\, min}^{ТП}$=0,2·1,6=0,32 м^2·К/Вт

$$n = \frac{18-15}{8-(-25)} = 0,1$$

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + 0,04 + 0,1 + 0,005 + \frac{1}{23} = 0,3 \, м^2 \cdot К/Вт$$

$$R_{\Sigma\, пр} \le R_{q\, min}^{ТП}$$

Результати розрахунку опору теплопередачі огороджувальних конструкцій представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Значення опору теплопередачі огороджуючих конструкцій

Вид огороджувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q\,min}$, м^2·К/Вт	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}$, м^2·К/Вт
Зовнішня стіна	3,3	0,98
Стеля:	4,95	2
Вікна	0,75	0,52
Двері	0,65	0,29
Підлога	3,75	0,4

Отримані результати свідчать про невідповідність вимогам до опору теплопередачі.

2.1.2. Визначення видів тепловтрат будівлі

При дотриманні оптимальних умов теплового балансу приміщень будинків необхідно щоб виконувалася в них умова рівності між тепловтратами і теплонадходженнями.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_0 + \sum Q_{інф}\text{, Вт} \qquad (2.5)$$

де: ΣQ_0 – сумарні втрати теплоти через огороджувальні конструкції будівлі, Вт;

$\Sigma Q_{інф}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

Тепловтрати через огороджувальні конструкції будівлі за нормативними показниками

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_0} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \qquad (2.6)$$

де: $F_{огр}$ – розрахункова площа поверхні огороджувальної конструкції, м^2;

R_0 – опір теплопередачі огороджувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків і зіставлення $R_{\Sigma пр}$ та R_{qmin}), м$^2\cdot$°С/Вт;

$t_в$, $t_з$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, ^{0}С;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції відносно зовнішнього повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{інф} = 0{,}28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_в - t_з) \cdot n_в, \text{ Вт} \qquad (2.7)$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг$\cdot^0$С;

$t_в$, $t_з$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, ^{0}С;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження, кг/(м$^2\cdot$год);

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м^2.

$n_в$ – кількість однотипових вікон.

Основні тепловтрати крізь підлоги $Q_{пдл}$ розраховуються як:

$$Q_{пдл} = \left(\frac{F}{R}\right) \cdot (t_в - t_п), \text{ Вт} \qquad (2.8)$$

де: R - термічний опір теплопередачі підлоги на ґрунті, (м$^{2\cdot0}$С)/Вт;

F– площі підлоги, м^2;

$t_в$, $t_п$ - відповідно внутрішня температура приміщень над підлогами ;

Сумарні втрати теплоти через огороджувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\sum Q_0 = \sum Q_{ст} + \sum Q_{стл} + \sum Q_{вкн} + Q_{вкн}^{інф} + Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де: $\Sigma Q_{ст}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огородження (вертикальної конструкції), обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\Sigma Q_{стл}$ – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\Sigma Q_{вкн}$ – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$Q_{пдл}$ – втрати через підлогу;

Втрати на вентиляцію.

У випадку тільки витяжної вентиляції (природної) з припливом зовнішнього повітря крізь нещільності огороджувальних конструкцій або крізь спеціальні вентиляційні отвори, розрахунок втрат теплоти на вентиляцію проводиться по наступній залежності

$$Q_в = 0{,}28 \cdot V_П \cdot c \cdot \rho \cdot (t_в - t_з) \cdot n_к \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

де: с –питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

$t_в$ і $t_з$- температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря °С;

$V_П$ - внутрішній об´єм приміщення (будівлі), м^3;

ρ- густина повітря, яке видається з приміщення, $\rho = 1{,}3$ кг/м^3;

$n_к$- кратність повітрообміну приміщення, год$^{-1}$;

k_v- коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об´єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається k_v=0,85 – 1,0).

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за сумарними повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24}\right)+\left(\frac{G_{інф} \cdot \eta \cdot n_{інф}}{24 \cdot \rho_c}\right)\right]}{v_V \cdot V_П}, \text{ год}^{-1} \qquad (2.11)$$

де: L_v – кількість припливного повітря в будинку у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м^3/год, і дорівнює:

v_v – коефіцієнт зниження об´єму повітря у приміщення, яким враховується наявність внутрішніх огороджувальних конструкцій. За відсутності точних даних приймається v_v=0,85;

$F_р$ – розрахункова площа громадських будинків, м^2;

n_v – кількість годин роботи механічної вентиляції або природної вентиляції протягом однієї доби, год;

$n_{інф}$ – кількість годин інфляції повітря всередину будинку протягом однієї доби, год:

- для будинків, у приміщеннях яких підтримується нагрівання повітря під час дії припливної механічної вентиляції – (24 - n_v) ;

$G_{інф}$ – кількість повітря, що інфільтрується через огороджувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається $G_{інф} = 0{,}5 \cdot v_v \cdot V_П$;

ρ_c – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, кг/м^3;

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огороджувальних конструкціях, що приймається 0,8 – 1,0;

24 – кількість годин за добу.

Значення температури внутрішнього повітря – згідно проведеного енергетичного обстеження (додаток А).

Таблиця 2.3- Площі огороджувальних конструкцій

	Площа стіни (без урахування вікон та дверей), м^2	Площа стелі, м^2	Площа воріт, м^2	Площа вікон, м^2
Виробнича будівля	585,2	1140	9,5	217,84

Розрахунок тепловтрат по виробничій будівлі

Зовнішні стіни, згідно з (2.6):

$$Q_{ст} = \frac{582,5}{0,98} \cdot (18 - (-25)) = 25558,7 Вт.$$

Стеля згідно з (2.6):

$$Q_{стл} = \frac{1140}{2} \cdot (18 - (-25)) = 24510 Вт.$$

Вікна згідно з (2.6):

- пластикові: $$Q_{вкн} = \frac{217,84}{0,51} \cdot (18 - (-25)) = 18366,9 Вт.$$

Втрати через підлогу будуть складати згідно (2.8):

$$Q_{пдл} = \frac{1140}{0,4} \cdot (18 - 12) = 17100 Вт.$$

Втрати через ворота будуть складати згідно

$$Q_{врт} = \frac{9,5}{0,29} \cdot (18 - (-25)) = 1408,6 Вт.$$

Втрати через вентиляцію згідно (2.10):

$$Q_{вен}=0,028 \cdot 6840 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1,3 \cdot 0,9=12588,6 \text{ Вт.}$$

Таблиця 2.4 Дані розрахунку тепловтрат по виробничій будівлі

	$Q_{ст}$, Вт	$Q_{вікна}$, Вт	$Q_{стелі}$, Вт	$Q_{подл}$, Вт	$Q_{врт}$, Вт	$Q_{в}$, Вт	$\Sigma Q_{втр}$, Вт
1	2	3	4	6		7	8
Виробнича будівля	25558,7	18366,9	24510	17100	1408,6	12588,6	99532,8

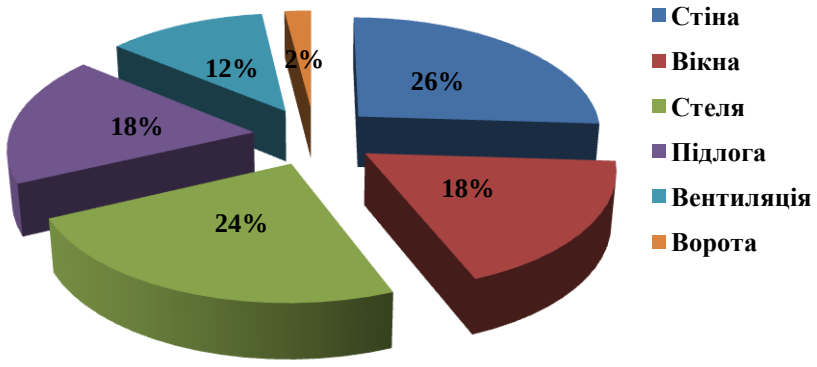

Рисунок 2.1 – Основні тепловтрати будівлі

2.1.3 Визначення видів теплонадходження будівлі

Теплонадходження від людей

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

де: $q_л$ – явні теплонадходження від людей

$n_л$ – кількість людей.

$$Q_л = 132 \cdot 10 = 1320 Вт$$

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{О.П}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

де: q_c, q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м^2 скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м^2 (q_c=250 Вт/м^2; q_T=100 Вт/м^2);

F_c, F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2;

$k_{О.П}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу приймемо $k_{О.П}$=0,6.

F_c=116,7 м^2;

F_T=101,14 м^2

$$Q_{рад} = (250 \cdot 116,7 + 100 \cdot 101,14) \cdot 0,6 = 23573 Вт$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування:

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_П \cdot \eta + k_T \cdot k_П \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

$$Q_{ел} = 22 \cdot 10^3 (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 20218 Вт$$

Визначимо сумарні тепло надходження:

$$\Sigma Q_{тн} = Q_{л} + Q_{рад} + Q_{елек} = 1320 + 23573 + 20281 = 45111 Вт$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ В} \qquad (2.13)$$

де: $\Sigma Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

$\Sigma Q_{тн}$ - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Звідси,

$$\Delta Q = 99532,8 - 45111 = 54421,8 Вт.$$

Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ будуть становити:

$$Q_{ОП} = \Delta Q \cdot \frac{(t_в^{ср} - t_{ср.оп})}{(t_в^{ср} - t_з)} \cdot 24 \cdot n_{ОП} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт·год} \qquad (2.14)$$

де ΔQ – розрахункова величина теплової потужності будівлі , Вт;

$t^{ср}_{в}$ – внутрішня температура приміщень будівлі (осереднена за приміщеннями), ^{0}C;

$t_{ср.оп}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, ^{0}C; $t_{ср.оп}$=*-1,4*^{0}C [9];

$t_з$ – розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період, ^{0}C;

$n_{ОП}$ – тривалість опалювального періоду (діб).

$$Q_{ОП} = 54421,8 \cdot \frac{(18-(-1,4))}{(18-(-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 110194,3 кВт \cdot год / рік.$$

3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

3.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Для виробничої будівлі пропонуються наступні заходи щодо економії енергетичних ресурсів:

- утеплення огороджуючи конструкцій (стін будівлі);
- встановлення повітряної завіси на вхідних воротах;
- заміна ламп розжарювання на сучасні світлодіодні;
- встановлення рекуператора теплоти.

3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів

3.2.1 Утеплення зовнішніх стін

З метою зменшення теплових втрат пропонується провести утеплення стін будівлі шляхом нанесення теплоізоляційного матеріалу.

Вибираємо теплоізоляційний матеріал фірми «ВІК БУД ЛТД» – плити піно полістирольні [10]. Теплопровідність плити пінополістирольної складає $\lambda_{ут} = 0{,}035\frac{Вт}{м \cdot К}$. Такі плити використовуються для утеплення стін, дахів, підлог. Ці плити ідеально витримують всі явища навколишнього середовища, легкі в обробці й дозволяють одержати чудовий теплоізоляційний ефект [10].

Визначимо необхідну товщину теплоізолюючого матеріалу згідно формули [8]:

$$\delta_{ут} = \left\lfloor R_{q\min} - R_{q\,пр} \right\rfloor \cdot \lambda_{ут}, \text{ м}, \qquad (3.1)$$

де: $R_{q\min} = 3,3\dfrac{м^2 \cdot К}{Вт}$ –мінімальний термічний опір стін [7].

Підставивши значення, отримуємо:

$$\delta_{ут} = (3,3 - 0,98) \cdot 0,035 = 0,08\ м.$$

Вибираємо для встановлення плити піно полістирольні фірми «ВІК БУД ЛТД», розміром 1200х600×100мм. Ціна за 1 шт плити складає 120 грн.[10]

Величина площі стін, яку необхідно утеплювати, складає – 582,5 м^2.

Кількість необхідного матеріалу для утеплення:

$$582,5 / 0,72 = 809 шт$$

Вартість матеріалу для утеплення:

$$809 \cdot 120 = 97083 грн$$

Вартість монтажу плит складає 35% від вартості матеріалу:

$$97083 \cdot 0,35 = 33980 грн$$

Затрати на пінополістирольні плити та монтаж складуть:

$$К = 97083 + 33980 = 131063 грн$$

Визначимо економічний ефект від впровадження заходу. Визначимо тепловтрати через стелю при нормованому опорі теплопередачі:

$$Q_{стелі}^{норм} = \frac{582,5}{3,3}(20-(-22) = 7413,6 Вт$$

Різниця тепловтрат до і після утеплення складе:

$$\Delta Q = 23776 - 7413,6 = 16362,4 Вт$$

Економія теплової енергії за опалювальний період складе:

$$Q_{в.в}^{рік} = 16,3 \cdot \frac{(18-(-1,4))}{(18-(-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 33004,5 кВт \cdot год / рік.$$

Запропонований захід дасть близько 30% економії коштів, які витрачаються на придбання брикетів для опалення приміщення (для 2018 року становить 219695 грн.).

Знайдемо економію коштів від впровадження даного заходу:

$$E = 219695 \cdot 0,3 = 65908,5 грн.$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{131063}{65908,5} = 2 роки.$$

3.2.2 Встановлення повітряної завіси на вхідних воротах

На підприємстві за технологією потребується часте відкривання дверей. Тому пропонується поставити повітряну завісу горизонтального типу SILVER W, фірми Juwent (Польща) (рис.3.1) для дверей висотою до 3,5 м [11].

Рисунок 3.1 - Повітряні теплові завіси SILVER W

Ціна з урахуванням доставки, встановлення і налаштування складає $К_{тов}$= 40000 грн.

Розрахунок економії від встановлення повітряної завіси.

Середня густина повітряних мас, кг/м^3:

$$\rho_{\text{с}} = \frac{353}{[273 + 0{,}5 \cdot (t\text{в} - t\text{ср.оп})]} = \frac{353}{[273 + 0{,}5 \cdot (18 - (-1{,}4))]} = 1{,}25\text{кг/м}^3$$

Середня густина повітряних мас: $\Delta\rho = 1{,}3 - \rho_c = 1{,}3\text{-}1{,}25 = 0{,}05$ кг/м^3

Масова витрата повітря, що уривається через відкриті ворота без повітряної завіси:

$$G_{\text{вр}} = B \cdot H \cdot [0{,}33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0{,}5 + 0{,}125 \cdot v] \cdot \rho_c \text{, кг/с} \qquad (3.2)$$

$$G_{\text{вр}} = 3 \cdot 3{,}5 \cdot [0{,}33 \cdot 0{,}8 \cdot (9{,}81 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}05 / 1{,}25) \cdot 0{,}5 + 0{,}125 \cdot 1{,}4] \cdot 1{,}25 = 6{,}1 \text{ кг/с}$$

Теплова потужність, необхідна для нагрівання повітря, що вривається у ворота без повітряної завіси, кВт

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = G_{\text{вр}} \cdot \text{с} \cdot \left(t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}\right) \cdot k_{\text{в}} = 6{,}2 \cdot 1{,}005 \cdot \left(18 - (-25)\right) \cdot 0{,}16 = 42{,}8 \text{ кВт}$$

Масова витрата повітря, що вривається у приміщення при діючій завісі, кг/с:

$$G_{\text{вр}}^{\text{з}} = k_q^{\text{з}} \cdot G_{\text{вр}} = 0{,}4 \cdot 6{,}1 = 2{,}44 \text{ кг/с}$$

Масова витрата повітря, що створюється завісою, кг/с:

$$G_{\text{з}} = q \cdot G_{\text{вр}} = 0{,}35 \cdot 6{,}1 = 2{,}14 \text{кг/с}$$

Середня температура повітря, що проникає у приміщення при встановленій повітряній завісі

$$t_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{вр}}^{\text{з}} \cdot t_{\text{ср.оп}} + G_{\text{з}} \cdot t_{\text{звс}}}{G_{\text{вр}}^{\text{з}} + G_{\text{з}}} = \frac{2{,}44 \cdot (-1{,}4) + 2{,}14 \cdot 18}{2{,}44 + 2{,}14} = 14\ ^{0}\text{C}$$

Теплова потужність, що необхідна для нагрівання повітря, яке вривається у ворота з працюючою повітряною завісою, кВт:

$$Q_{\text{вр}}^{\text{з}} = G_{\text{вр}}^{\text{з}} \cdot \text{с} \cdot \left(t_{\text{в}} - t_{\text{ср}}\right) \cdot k_{\text{в}} = \ 2{,}44 \cdot 1{,}005 \cdot (18 - 14) \cdot 0{,}16 = 1{,}5 \text{кВт}$$

Економія витрат теплоти на нагрівання повітря, що вривається усередину приміщення під час застосування повітряної завіси, становитиме, кВт:

$$\Delta Q_{\text{вр}}^{\text{з}} = Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} - Q_{\text{вр}}^{\text{з}} = 42{,}8 - 1{,}5 = 41{,}3 \text{ кВт}$$

Економія теплової енергії за опалювальний період складе:

$$Q_{в.в}^{рік} = 41,3 \cdot \frac{(18-(-1,4))}{(18-(-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 83625 кВт \cdot год / рік.$$

Запропонований захід дасть близько 40% економії коштів, які витрачаються на придбання брикетів для опалення приміщення (для 2018 року становить 219695 грн.)

Знайдемо економію коштів від впровадження даного заходу:

$$E = 219695 \cdot 0,4 = 87878 грн.$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{40000}{87878} = 0,5 року.$$

3.2.3 Встановлення світильників за світлодіодними лампами

В цеху на даний час встановлені світильники з лампами розжарення. Даний тип лам споживає значну кількість електричної енергії.

Пропонується замінити старі свтильники з лампами розжарення на нові світлодіодні.

Кількість ламп які необхідно замінити складає 120 штук. Ціна однієї світлодіодної лампи складає 85 грн [12].

Капітальні затрати на встановлення ламп складуть:

$$K = 120 \cdot 85 = 10200 грн.$$

Для початку обчислимо споживання електроенергії за рік для обох типів ламп за умови, що лампи горять 8 годин на добу:

Лампи розжарювання:75 Вт:

C_1 = 0,075 кВт·год·8 годин х 140 днів ·120 штук= 10080 кВт·год за рік;

Світлодіодна лампа 20 Вт:

C_2 = 0,02 кВт·год х 8 годин х 140 днів·120 штук = 2688 кВт·год за рік.

Економія в споживанні електричної енергії після встановлення світлодіодних ламп складає

$$C=C_1-C_2=10080-2688 = 7392 \text{ кВт·год за рік.}$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 2,72 \cdot 7392 = 20106,2 грн.$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{10200}{20106,2} = 0,5 року.$$

3.2.4 Встановлення рекуператора теплоти

Для зменшення втрат тепла через вентиляцію пропонується встановити механічну припливно-витяжну вентиляціїю з рекуперацією тепла. Цей захід не тільки зекономить кошти на оплату теплової енергї, але й за використану електричну енергію, так як зменштеся використання кондиціонерів.

Пропонується встановити рекуператор Prana — це приточно-витяжна прямоточна система вентиляція (приток і витяжка відбуваються одночасно без

змішування повітряних потоків) (рис 3.3). Корпус вентиляційної системи виконано з харчового АВС пластику. В якості рекуператора повітря використовується високоефективний мідний теплообмінник. Система видаляє з приміщення повітря, яке забруднено мікрочасточками пилу та диму і забезпечує приток свіжого і чистого повітря ззовні. При цьому припливне та витяжне повітря проходить різними каналами і не змішується. Під час вентиляції відбувається міжканальна передача тепла, що, власне, й забезпечує енергоефективність системи у будь-яку пору року. Можливість регулювання обсяг повітря, що надходить і видаляється, забезпечує комфорт в приміщенні [13].

Рисунок 3.3 – Рекуператор Prana

Нагріте повітря, що видаляється зсередини приміщення, передає тепло холодному повітрю ззовні через стінки теплообмінника. Завдяки рекуператору ПРАНА коефіцієнт утилізації тепла системою сягає 83%. Те, що система ПРАНА не містить фільтрів, дає змогу отримувати свіже живе повітря, коефіцієнт енергетичної якості якого складає 95-97% [13].

Характеристика побутової моделі рекуператора Прана-150:

Природній повітрообмін – 7-8 м^3;

Максимальний приток – 115 м^3;

Максимальна витяжка – 105 м^3;

ККД – 83%;

Споживання електричної енергії – 6-32 Вт/год.

Рекомендована площа приміщення, що обслуговуватиметься однією системою - до 60 м^2.

Виробником рекомендується встановити 20 рекуператорів Прана-150.

Визначимо економію теплової енергії при використанні рекуператора Прана-150

$$\Delta Q_{в.в} = \eta \cdot Q_{в.в} = 0,83 \cdot 12588,6 = 10448,5 Вт \cdot год / рік = 10,4 кВт \cdot год / рік.$$

Економія теплової енергії за опалювальний період складе:

$$Q_{в.в}^{рік} = 10,4 \cdot \frac{(18-(-1,4))}{(18-(-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 23324,8 кВт \cdot год / рік.$$

Запропонований захід дасть близько 20% економії коштів, які витрачаються на придбання брикетів для опалення приміщення (для 2018 року становить 219695 грн.)

$$E = 219695 \cdot 0,2 = 43939 грн.$$

Згідно інформації виробника вартість однієї установки становить 8550 грн [13], доставка безкоштовна. Вартість робіт по встановленню рекуператора складає 20% від вартості установки. Вартість впровадження заходу знаходимо по формулі :

$$C_{впров}^{в.в} = n \cdot (C_{тов} + C_{роб}) = 20 \cdot (8550 + 0,1 \cdot 8550) = 188100 грн.$$

Визначаємо термін окупності:

$$T = \frac{188100}{43939} = 4,3 роки.$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Відповідальність власника за невиконання нормативних вимог охорони праці

За порушення нормативно-правових актів з охорони праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб і органів державного нагляду, громадського та регіонального контролю передбачена дисциплінарна, адміністративна, кримінальна та матеріальна відповідальність (стаття 43).

Дисциплінарна відповідальність передбачає такі дисциплінарні стягнення: догана та звільнення з роботи (стаття 147 КЗпП України). Дисциплінарну відповідальність накладають вищі посадові керівники, коли з вини посадової особи, адміністративно-технічних працівників допускається порушення вимог охорони праці, що призвели чи можуть призвести до тяжких наслідків.

Дисциплінарне стягнення застосовується безпосередньо за виявленням провини, але не пізніше одного місяця від дня його виявлення, не враховуючи часу звільнення працівника від роботи в зв’язку з тимчасовою непрацездатністю або перебуванням його у відпустці. Дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців від дня здійснення провини. Перед тим, як накласти дисциплінарне стягнення, роботодавець зобов’язаний зажадати від працівника, що провинився письмове пояснення. У випадку, коли працівник не подав пояснення в установлений термін, дисциплінарне стягнення може бути накладене на основі матеріалів, що є у роботодавця.

За кожне порушення може бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. Стягнення оголошується в наказі та повідомляється працівнику під розпис.

Адміністративна відповідальність настає за будь-які посягання на загальні умови праці.

Відповідно до стаття 41 Кодексу України про адміністративні правопорушення порушення вимог законів та нормативно-правових актів з охорони праці тягне за собою адміністративну відповідальність у вигляді накладання штрафу на працівників і, зокрема, службових осіб підприємств, а також громадян – власників підприємств. Штрафи накладають органи державного нагляду за охороною праці згідно з Кодексом України про адміністративні правопорушення. Закон України про охорону праці (стаття 43).

Верховна Рада України ухвалила Закон "Про внесення змін до статей 19 та 43 Закону України "Про охорону праці" (щодо штрафних санкцій)

Законодавчим актом передбачається посилення адміністративної відповідальності за порушення законодавства про охорону праці та приведення цих норм у відповідність до чинного законодавства України.

У статті 43 частини першу та другу викладено в редакції, що передбачає "За порушення законодавства про охорону праці та невиконання приписів (розпоряджень) посадових осіб центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці юридичні та фізичні особи, які відповідно до законодавства використовують найману працю, притягаються центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці до сплати штрафу в порядку, встановленому законом. Сплата штрафу не звільняє юридичну або фізичну особу, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, від усунення виявлених порушень у визначені строки.

Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків середньомісячного фонду заробітної плати за попередній рік юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю".

Документом також статтю 43 після частини другої доповнено новою частиною такого змісту:

"За порушення вимог, передбачених частиною третьою і четвертою статті 19 цього Закону, юридична чи фізична особа, яка відповідно до законодавства

використовує найману працю, сплачує штраф із розрахунку 25 відсотків від різниці між розрахунковою мінімальною сумою витрат на охорону праці у звітному періоді та фактичною сумою цих витрат за такий період".

Частину четверту статті 43 викладено в редакції, згідно з якою "Несплата або неповна сплата штрафу юридичними чи фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю, тягне за собою нарахування пені на несплачену суму штрафу (його частини) із розрахунку 120 відсотків річних облікової ставки Національного банку України, яка діє в період такої несплати, за кожний день прострочення".

Документом також викладено частину шосту статті 43 у редакції, яка передбачає, що "Рішення про стягнення штрафу може бути оскаржено до вищого у порядку підлеглості органу або посадової особи центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці у місячний строк, або у судовому порядку згідно з законодавством України".

Матеріальна відповідальність робітників і службовців регламентується статтями 130 – 138 КЗпП України і статтею 450 Цивільного кодексу України і передбачає відшкодування матеріальних збитків державі, підприємствам, організаціям та потерпілим особам.

Загальними підставами накладення матеріальної відповідальності на працівника є:

– наявність прямої дійсної шкоди;

– провина працівника (у формі наміру чи необережності);

– протиправні дії або бездіяльність працівника;

– наявність причинного зв’язку між винуватим та протиправними діями (бездіяльністю) працівника та заподіяною шкодою.

На працівника може бути накладена відповідальність лише за наявності всіх перелічених умов; відсутність хоча б однієї з них виключає матеріальну відповідальність працівника.

За наявності в діях працівника, яким порушені правила охорони праці, ознак кримінального злочину, на нього може бути покладена повна матеріальна відповідальність, а за відсутності таких ознак на нього покладається відповідальність в межах його середньомісячного заробітку.

Неповнолітні особи є повноправною стороною трудового угоди і повинні нести майнову відповідальність за шкоду, що заподіяна з їх вини, нарівні з усіма робітниками і службовцями, без притягнення до процесу відшкодування шкоди їх батьків (опікунів) чи осіб, що їх заміняють.

Кримінальна відповідальність за порушення правил охорони праці передбачена статтями Кримінального кодексу України, що об'єднані в розділ X "Злочини проти безпеки праці". Суб'єктом злочину з питань охорони праці є будь-яка службова особа підприємства, установи, а також громадянин-власник підприємства чи уповноважена ним особа. Кримінальна відповідальність настає не за будь-яке порушення, а за порушення вимог законодавства чи нормативно-правових актів про охорону праці, якщо це порушення створювало небезпеку для життя або здоров'я громадян.

Порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів, передбачених вищезазначеними статтями КК України, карається штрафом до п'ятидесяти неоподаткованих мінімумів доходів громадян або виправними роботами на строк до двох років, або обмеженням волі на строк до дванадцяти років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю на строк до трьох років або без такого [14].

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергозабезпечення виробничої будівлі підприємства ТОВ «Сумська насосна техніка».

Енергетичне обстеження проводилось у декілька етапів. На першому було проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи опалення,водо-та електропостачання. На другому етапі було зібрано необхідні дані і проведено інструментальне обстеження. Проаналізувавши дані було виявлено невідповідність параметрам з нормативною документацією.

Були розраховані всі види тепловтрат по будівлі. Розрахунки показали,що значна частина теплової енергії втрачається через огороджуючі конструкції будівлі та вентиляцію. Були запропоновані відповідні енергозберігаючі заходи:

- утеплення огороджуючи конструкцій (стін будівлі);
- встановлення повітряної завіси на вхідних воротах;
- заміна ламп розжарювання на сучасні світлодіодні;
- встановлення рекуператора теплоти.

Втілення в життя цих заходів дозволить значно скоротити споживання енергоносіїв.

У розділі з охорони праці розглядалося питання: «Відповідальність власника за невиконання нормативних вимог охорони праці».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Джеджула, В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія / В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 346 с [електронний ресурс].Режим посилання : http://publish.vntu.edu.ua/txt/Dzedzyla_594-6.pdf

2. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ У НАУКОВИХ ПРАЦЯХ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ УЧЕНИХ [електронний ресурс] Режим посилання: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=401

3. Твердопаливні котли [електронний ресурс] Режим посилання: https://energyservice.com.ua/ua/produktsiya/tverdotoplivnye-kotly/unit-ek3g-prom-ua

4. Техпаспорт пірометру MiniTemp MT2 фірми Raytek.

5. Техпаспорт універсального вимірювача Testo 605-H1.

6. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.-042-99.

7. Конструкції будинків і споруд «Теплова ізоляція будівель» ДБН В.2.6-31:2016.

5. Конспект лекцій з курсу «Контроль та вимірювання параметрів рідин та газів» для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» денної форми навчання / Укладач С.С.Антоненко. – Суми:Вид-во СумДУ, 2009. – 199с.

6. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2013. – 140с.

7. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.

8. Методичні вказівки для виконання курсової роботи на тему «Розрахунок теплової потужності будинку», для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» денної форми навчання / Укладач С.С.Антоненко.

9. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2011. – 119 с.

10. Теплоізолюючий матеріал [електронний ресурс] Режим посилання: http://kievzavod.ibud.ua/ua/company-prais/

11. Повітряна завіса [електронний ресурс] Режим посилання: https://ventportal.com/ua/node/514

12. Світлодіодні лампи [електронний ресурс] Режим посилання: edstore.com.ua/p664107375-svetodiodnaya-vysokomoschnaya-led.html?gclid=CjwKCAjw5pPnBRBJEiwAULZKvnUbhSkalH_bD2ba0LUZvg1RK9BE1G25qrYQVDpnQfr2x6NqWtqY0xoC4CcQAvD_BwE

13 Рекуператор теплоти [електронний ресурс] Режим посилання: http://prana-vent.com.ua/?gclid=CPy79Kq16NMCFY-Hsgod4G8BQw

14. Основи охорони праці [електронний ресурс] Режим посилання: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/160.html

Додаток А

Таблиця А1 – Виміряні температура, вологість та швидкість руху повітря у середині приміщення

Місце вимірювання	Температура, ^{0}C	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1	19,9	62,3	0,35
2	19,7	65,5	0,44
3	20,2	57,2	0,39
4	19,6	66,6	0,2
5	19,3	54,6	0,36
6	20,1	46	0,41
7	20,1	46,3	0,33
8	15,2	47,7	0,45
9	20,2	48,4	0,41
10	20	60,5	0,39
11	20	40,3	0,38
12	20,1	49,8	0,27
13	19,8	48,6	0,35
14	20,2	65,2	0,33
15	20	46,3	0,32