

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

**Кваліфікаційна робота**

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів ПАТ  
«Запорізька кондитерська фабрика»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1449з  
спеціальності 144 Теплоенергетика  
(код і назва спеціальності)  
освітньої програми «Теплоенергетика»  
(код і назва освітньої програми)  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціалізації)

Цигвінцева Олеся Олександрівна  
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Ю.М. Каюков  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент завідувач кафедри ТГЕ,  
д.т.н., проф. А.О. Чейлитко  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики  
Рівень вищої освіти другий магістерський  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(код та назва)  
Освітня програма Теплоенергетика  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
«30» листопада 2020 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Цигвінцевій Олесі Олександрівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів ПАТ «Запорізька кондитерська фабрика»

керівник роботи Каюков Юрій Миколайович, к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року № 601-с



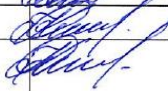


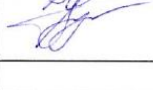
2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до роботи Річні відомості про споживання природного газу, води, електроенергії.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Загальна характеристика об'єкту дослідження. 2. Енергетичний та матеріальний баланси цеху вироблення помадних цукерок. 3. Розробка заходів з підвищення енергетичної ефективності ділянки варіння сиропу. 4. Розробка заходів з охорони праці і техніка безпеки.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Споживання енергетичних ресурсів підприємством. 2. Витрати на енергетичні ресурси. 3. Споживання природного газу. 4. Споживання води підприємством. 5. Питомі витрати енергії. 6. Технологічний процес вироблення помадних цукерок. 7. Результати тепловізного обстеження теплоенергетичного обладнання. 8. Результати економічної оцінки енергозберігаючих заходів.

6 Консультанти розділів роботи

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |   |
|---------------|---|--|---|
|               |   | завдання видав   | завдання прийняв  |
| 1 розділ      | Каюков Ю.М. доцент ТГЕ                    |  |  |
| 1 розділ      | Каюков Ю.М. доцент ТГЕ                    |  |  |
| Охорона праці | Каюков Ю.М. доцент ТГЕ                    |  |  |
|               |   |  |   |
|               |   |  |   |
|               |   |  |   |

7 Дата видачі завдання 1.06. 2020 р.

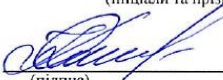
**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                    | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1     | Загальна характеристика об'єкту дослідження.                           | 1.06.2020-1.08.2020           |          |
| 2     | Енергетичний та матеріальний баланси цеху вироблення помадних цукерок. | 1.08.2020-1.09.2020           |          |
| 3     | Розробка заходів з підвищення енергетичної ефективності ділянки        | 1.09.2020-1.10.2020           |          |
| 4     | Розробка заходів з охорони праці і техніка безпеки варіння сиропу      | 1.10.2020-1.11.2020           |          |
| 5     | Розробка графічного матеріалу  | 1.11.2020-1.12.2020           |          |
|       |  |                               |          |
|       |  |                               |          |

Студент  (підпис)

Цигвінцева О.О.  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

 (підпис)

Каюков Ю.М.  
(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

 (підпис)

Ю.М. Каюков  
(ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Цигвінцева О.О. Підвищення енергетичної ефективності використання енергетичних ресурсів ПАТ «Запорізька кондитерська фабрика».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник Ю.М. Каюков. Запорізький національний університет. Інженерний навчально – науковий інститут. Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

Виконано енергетичний аудит ділянки вироблення помадних цукерок. Складено теплові баланси. Визначено найбільш проблемні ділянки. Розроблено заходи для підвищення ефективності використання паливно енергетичних ресурсів.

Ключові слова: більш чисте виробництво, котельня, мережевий насос, енергоефективність, енергоспоживання, енергетичні ресурси, тепlopостачання.

## ABSTRACT

Tsygvintseva O. Improving energy efficiency of energy resources of PJSC "Zaporizhzhya Confectionery Factory". Qualification graduation work for the degree of higher education of master's degree in specialty 144 - Thermal power engineering, supervisor Y. Kayukov. Zaporizhzhya National University. Engineering educational and scientific institute. Department of Heat Power Engineering and Hydropower Engineering, 2020.

An energy audit of the fondant candy production area has been performed. Heat balances are made. The most problematic areas have been identified. Measures have been developed to increase the efficiency of fuel and energy resources use.

Key words: cleaner production, boiler house, mains pump, energy efficiency, energy consumption, energy resources, heat supply.

## АННОТАЦИЯ

Цигвинцева О.А. Повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов ОАО «Запорожская кондитерская фабрика».

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель Ю.Н. Каюков. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно – научный институт. Кафедра теплоэнергетики и гидроэнергетики, 2020.

Выполнен энергетический аудит участка производства помадных конфет. Составлены тепловые балансы. Определены наиболее проблемные участки. Разработаны меры по повышению эффективности использования топливно - энергетических ресурсов.

Ключевые слова: более чистое производство, котельная, сетевой насос, энергоэффективность, энергопотребление, энергетические ресурсы, теплоснабжение.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 8  |
| 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ .....   | 10 |
| 1.1 Інформація про ПАТ «Запорізька кондитерська фабрика» .....  | 10 |
| 1.2 Основні показники роботи.....   | 11 |
| 1.3 Результати попереднього аналізу.....  | 17 |
| 1.4 Технологічний процес вироблення помадних цукерок.....   | 18 |
| 1.5 Система конденсатовідводу.....  | 23 |
| 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВПАТ<br>«ЗАПОРІЗЬКА КОНДИТЕРСЬКА ФАБРИКА».....                          | 41 |
| 2.1 Енергетичний та матеріальний баланси цеху вироблення помадних<br>цукерок .....                                    | 41 |
| 2.2 Оцінка ефективності використання теплових ресурсів при варці<br>сиропу .....                                      | 45 |
| 2.4 Чергове опалення адміністративного корпусу .....  | 51 |
| 2.5 Заміна існуючих газових парових котлів .....  | 53 |
| 2.6 Утеплення зарядіаторних ділянок пенофолом .....   | 57 |
| 2.7 Заміна лампочок розжарювання на енергозберігаючі.....   | 59 |
| 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....  | 63 |
| 3.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих факторів в цеху<br>вироблення помадних цукерок ПАТ «ЗКФ» ..... | 63 |
| 3.2 Заходи, щодо поліпшення умов праці .....  | 64 |
| 3.2.1 Вимоги по обмеженню виробничого шуму та вібрації.....   | 64 |
| 3.3 Виробнича санітарія.....  | 67 |
| 3.4 Електробезпека .....  | 69 |

|  |    |
|--|----|
| 3.5 Пожежна безпека.....   | 69 |
| 3.6 Розрахунок штучного освітлення для ділянки приготування цукрового сиропу ..... | 71 |
| ВИСНОВКИ .....   | 75 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....   | 76 |

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Сучасний стан навколишнього середовища більшість вчених-екологів відносять до кризового. Людство, по споживанню природних ресурсів, досягло в даний час такого рівня зростання, який може призвести до повного виснаження потенціалу планети Земля в найближчому осяжному майбутньому. Тому необхідно прийняття невідкладних заходів, що дозволяють стабілізувати, а в подальшому і поліпшити екологічну ситуацію.

Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО) запропонувала методику «Більш чисте виробництво», яка може бути використана для розробки заходів у різних галузях промисловості. «Більш Чисте Виробництво» - це концепція оптимізації виробничих процесів без скорочення обсягів виробництва. Підхід ЮНІДО до «Більш чистого виробництва» являє собою превентивну, інтегральну стратегію, яка застосовується до всього виробничого циклу з метою:

- підвищення продуктивності за рахунок більш ефективного використання сировини, енергії та води;
- просування ідеї зниження негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення кількості вироблених відходів та викидів в місцях їх утворення;
- зниження впливу продукції на навколишнє середовище протягом всього її життєвого циклу шляхом розробки економічно більш вигідних товарів, що не завдають шкоди навколишньому середовищу.

У 2007 р в Україні було розпочато виконання Проекту ООН з промислового розвитку "Введення і функціонування Національної програми з більш чистого виробництва в Україні". Метою проекту є підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств шляхом зниження на виробництві втрат матеріальних та енергетичних ресурсів і зменшення навантаження на навколишнє середовище. В основу роботи Центру з підприємствами покладено методику ЮНІДО за оцінкою технологічного



стану і процесів підприємств, яка може бути покладена в розробку пропозицій щодо зниження споживання матеріальних та енергетичних ресурсів виробництва в цілому. Суть методики полягає в інтегральному підході до комплексного вирішення проблем ресурсо- та енергозбереження на підприємствах. Одним з підприємств м Запоріжжя для практичного апробування методики «Більш чисте виробництво» вибрано ПАТ «Запорізька кондитерська фабрика» (ПАТ «ЗКФ»).

*Об'єкт дослідження* – теплові втрати в системі тепло- та паропостачання.

*Предмет дослідження* – енергетичний аудит системи тепло - та паропостачання.

*Мета роботи* – розробка пропозицій щодо зниження споживання матеріальних та енергетичних ресурсів виробництва в.

*Задачі дослідження.* Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- збір технічної інформації та аналіз існуючих систем тепло та паропостачання.
- розробка енергоефективних технічних рішень для скорочення споживання енергетичних ресурсів.

*Методи та засоби дослідження.* Поставлені задачі вирішувались шляхом проведення фізичних вимірювань на підприємстві.

*Практична цінність* роботи полягає в розробці енергоефективних заходів направлених на підвищення енергетичної ефективності системи тепло та паропостачання «ЗКФ».

*Апробація роботи.* Результати роботи представлені на загальноуніверситетській конференції «Молода наука» 2020.

*Структура та обсяг роботи.* Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з 57 позицій. Загальний обсяг складає 80 сторінок, у тому числі 22 ілюстрації та 11 таблиць.

## 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Інформація про ПАТ «Запорізька кондитерська фабрика»

У 1945 році на базі житлового приміщення по вулиці Артема було організовано виробництво карамелі. Виробничі потужності становили 300 тон карамелі на рік. На базі цього виробництва 13 листопада 1945 була утворена Запорізька кондитерська фабрика. У 1947 році був введений в експлуатацію цукерковий цех, а в 1949 році була закінчена друга черга будівництва основного корпусу фабрики.

Загальні відомості про фабрику наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Загальні відомості про ПАТ «ЗКФ»

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Назва компанії                 | Публічне акціонерне товариство "Запорізька кондитерська фабрика" |
| Юридична адреса                | Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Святого Миколая, 7            |
| Адреса потужностей виробництва | Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Святого Миколая, 7            |
| Телефон/факс                   | +38 (061) 213-77-62  |
| e-mail                         | info@zkf.com.ua.   |
| Сайт                           | www.zkf.zp.ua  |
| Рік заснування                 | 1971   |
| Керівник                       | Козакевич Ю.М.   |
| Технологічний процес           | Виробництво цукерок, халви та печива                             |
| Режим роботи підприємства      | 8 годин на добу, 365 днів на рік                                 |
| Потужність виробництва         | 2981 т/рік   |

У 1957 «Запорізька кондитерська фабрика по вулиці Артема» перейменована в «Запорізьку кондитерську фабрику». Надалі продуктивність збільшувалася, розширювався асортимент. Були побудовані нові цехи - бісквітний, пастило-мармеладний і халвового-вафельний. З часом цех був перейменований в «Бісквітну фабрику». А в 1971 році це виробництво було об'єднано з «Запорізької кондитерською фабрикою».

Свою продукцію фабрика поставляє як на внутрішній, так і на зовнішній ринок - в Таджикистан, Грузію, Туркменістан, Вірменію, Молдову, Естонію, Киргизію, Монголію, Узбекистан. Неодноразово фабрика нагороджувалася дипломами, сертифікатами та почесними грамотами, була переможцем різних конкурсів, учасником численних профільних виставок.

В даний час по вул. Артема, 7 розташований офіс і головний виробничий корпус, в якому встановлені лінії для виробництва різних сортів карамелі - з начинкою і без начинки, а також лінії для виробництва помадних сортів цукерок, цукерок на вафельній основі, пралінових і грильяхних сортів цукерок. На другій території фабрики по вул. Чапаєва, 14 випускається зтяжне і цукрове печиво, халва соняшникова - ваговий і у вигляді брикетів.

Виробнича діяльність фабрики базується на традиційних класичних технологіях. Весь асортимент продукції сертифікований. Для виробництва продукції використовується тільки натуральна сировина високої якості без ГМО та консервантів.

## 1.2 Основні показники роботи

На рисунку 1.1 наведено усі види продукції, що випускається ПАТ «ЗКФ».

Для виробництва усіх видів продукції використовується сировина, обсяг споживання якої наведено на рисунку 1.2. Всі компоненти є абсолютно

екологічно чисті та безпечні. Зберігаються у мішках або закритій тарі на складах.

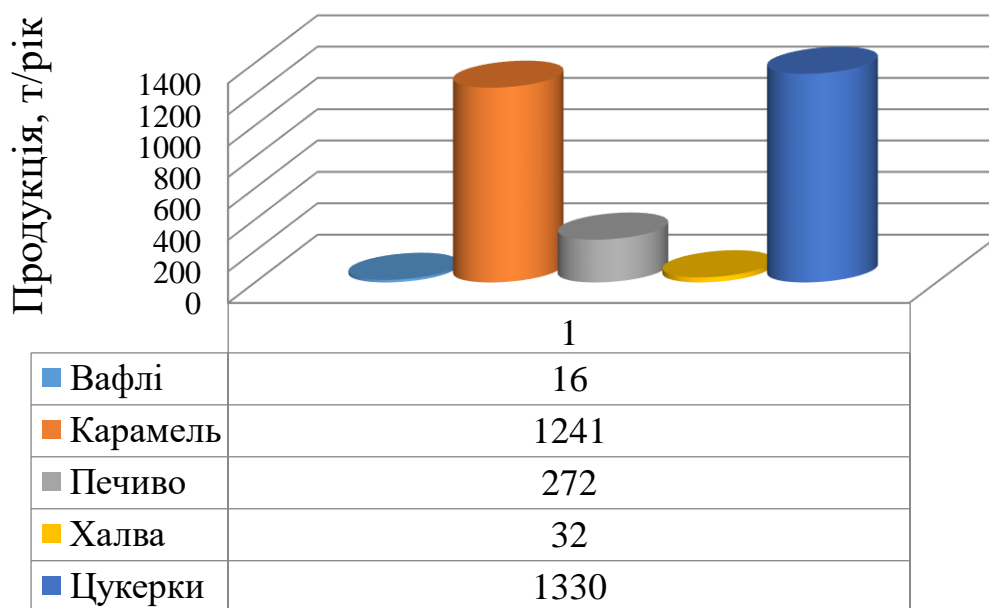


Рисунок 1.1 – Виробництво основної продукції

Очевидно, що найбільший випуск продукції припадає на виробництво карамелі та помадних цукерок.

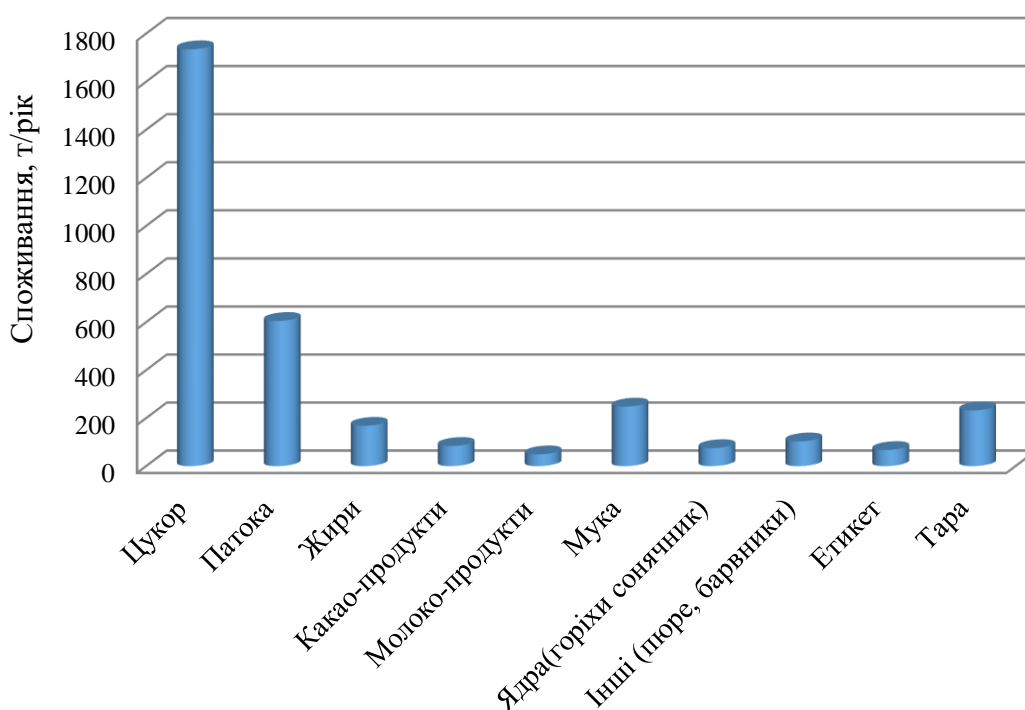


Рисунок 1.2 – Споживання сировини ПАТ «ЗКФ»

На ПАТ «ЗКФ» використовуються наступні види енергії та теплоносії:

- природний газ;
- електроенергія;
- насичена пара.

Дані, щодо витрат на енергетичні ресурси наведено на рисунку 1.3.

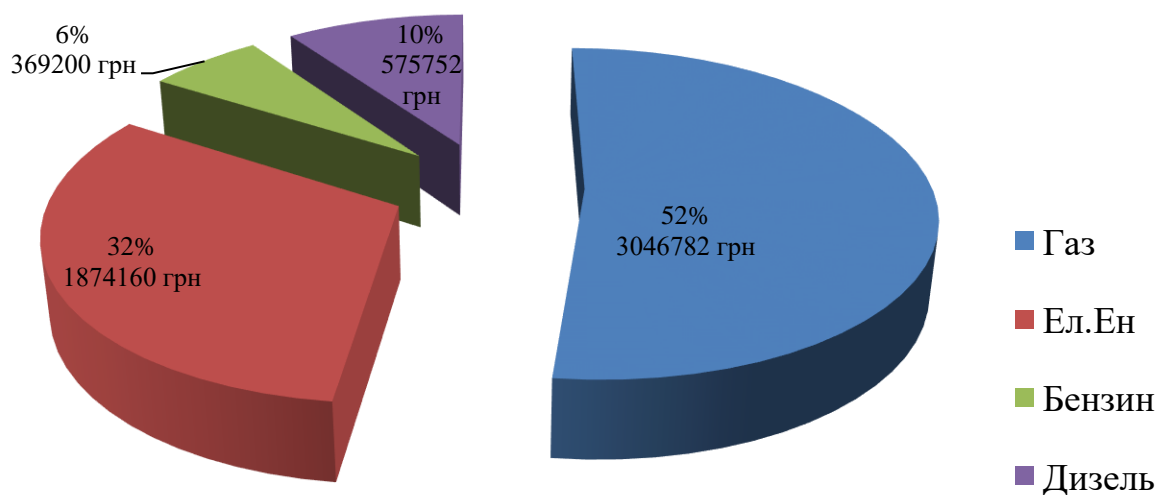


Рисунок 1.3 – Витрати на енергетичні ресурси

Бачимо, що найбільші витрати припадають на газ та електроенергію.

Попередня оцінка показує, що використання енергоносіїв має низьку ефективність.

Використання електроенергії для виробничих потреб пов'язано з застосуванням морально застарілого електроустаткування з високим електроспоживанням.

Споживачами газу є:

- котельня, де газ спалюється у котлах, для виробництва пари. Пара з параметрами  $P = 0,35$  МПа та  $t = 165$  °С використовується в технологічному процесі (для приготування сиропів, помадки та т.і.), також пара використовується в якості теплоносія в тепловому пункті для опалення виробничих приміщень.

- печі для випікання вафельного листа;
- бісквітний цех;
- сушарки ядра соняшника (на даний час не використовуються);
- котли 2-го відділення.

Інформація, щодо споживання природного газу за рік вищезазначеними об'єктами наведена на в таблиці 1.2 та в відсотковому співвідношенні на рисунку 1.4.

Таблиця 1.2 - Інформація, щодо споживання природного газу за рік «ЗКФ»

| Споживання газу, тис. м <sup>3</sup> |                                   |                |                              |                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------|
| Котельня                             | Печі для випічки вафельного листа | Бісквітний цех | Піч для сушки ядра соняшника | Газ котли 2-го відділення |
| 59,152                               | 1,724                             | 0,354          | 0,288                        | 4,015                     |
| 56,436                               | 1,403                             | 1,086          | 0,226                        | 2,776                     |
| 27,605                               | 1,115                             | 2,342          | 0,192                        | 0,277                     |
| 31,198                               | 1,438                             | 1,636          |                              |                           |
| 27,049                               | 1,38                              | 1,298          | 0,134                        |                           |
| 31,564                               | 1,012                             | 1,149          |                              |                           |
| 29,55                                | 0,513                             | 1,222          | 0,135                        |                           |
| 35,051                               | 0,442                             |                | 0,134                        |                           |
| 33,771                               | 2,253                             | 2,481          | 0,08                         |                           |
| 28,273                               | 2,309                             | 1,901          | 0,269                        | 0,453                     |
| 359,649                              | 13,589                            | 13,469         | 1,458                        | 7,521                     |

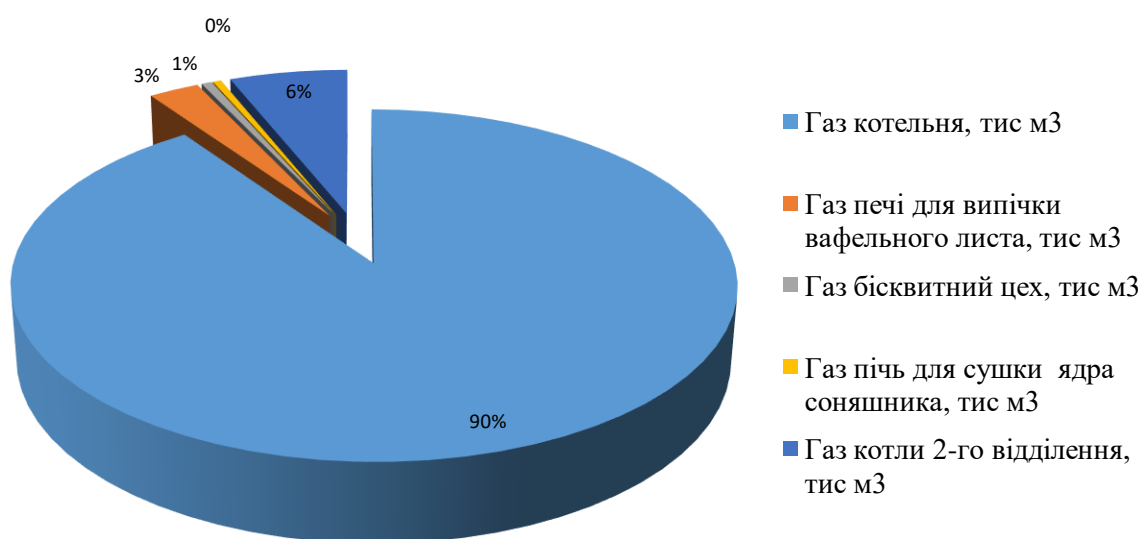
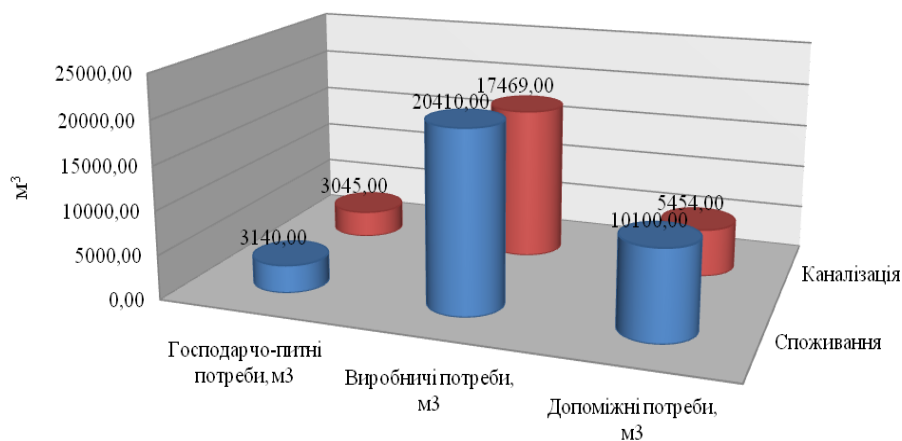


Рисунок 1.4 – Споживання природного газу на ПАТ «ЗКФ»

Причинами неефективного використання газу може бути низький ККД газових котлів (на котельні) та обладнання, що його споживає (печі для випікання). Все це призводить до перевитрати даного виду енергоносія.

На ПАТ «ЗКФ» постачальником води є міське комунальне господарство «Водоканал». Інформація про споживання води на різні потреби наведено на рисунку 1.5.

У більшості вода йде на виробничі потреби. Використовувана вода скидається без попереднього очищення в каналізацію, згідно умов прийому стічних вод МКП «Водоканал». На ПАТ «ЗКФ» є лівнева каналізація.



|             | Господарчо-питні потреби, м3 | Виробничі потреби, м3 | Допоміжні потреби, м3 |
|-------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Споживання  | 3140,00                      | 20410,00              | 10100,00              |
| Каналізація | 3045,00                      | 17469,00              | 5454,00               |

Рисунок 1.5 – Споживання води на ПАТ «ЗКФ»

Попередження засмічення має несистемний характер, при накопиченні відходів або сміття підприємством організовано дії для його вивозу з території підприємства.

Розділення відходів на підприємстві використовується частково. Відходи, що не підлягають утилізації вивозяться без розділення. Дані про відходи наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Відходи ПАТ «ЗКФ»

| Відходи (рідкі або газоподібні викиди) | Кількість на рік | Одиниці вимірювання | Ціна утилізації (+), або реалізації (-), грн/шт | Вартість утилізації(+), або реалізації (-), грн | Вартість матеріалу відходів, грн | Загальна вартість, грн |
|--|------------------|---------------------|---|---|----------------------------------|------------------------|
| Відходи                                |                  |                     |   |   |                                  |                        |
| Макулатура                             | 8,71             | т                   |   | -8220   |                                  | 8220                   |
| Мішки пластикові                       | 15180            | шт                  | -1,2  | -18216  |                                  | 18216                  |
| Відпрацьовані люмінесцентні лампи      | 500              | шт                  | +6  | +3000   |                                  | 3000                   |



Викиди у атмосферу, являють собою продукти згоряння газоподібного палива на котельні та місять діоксид вуглецю, діоксид сірки, оксид азоту.

На території фабрики не відчуваються запахи.

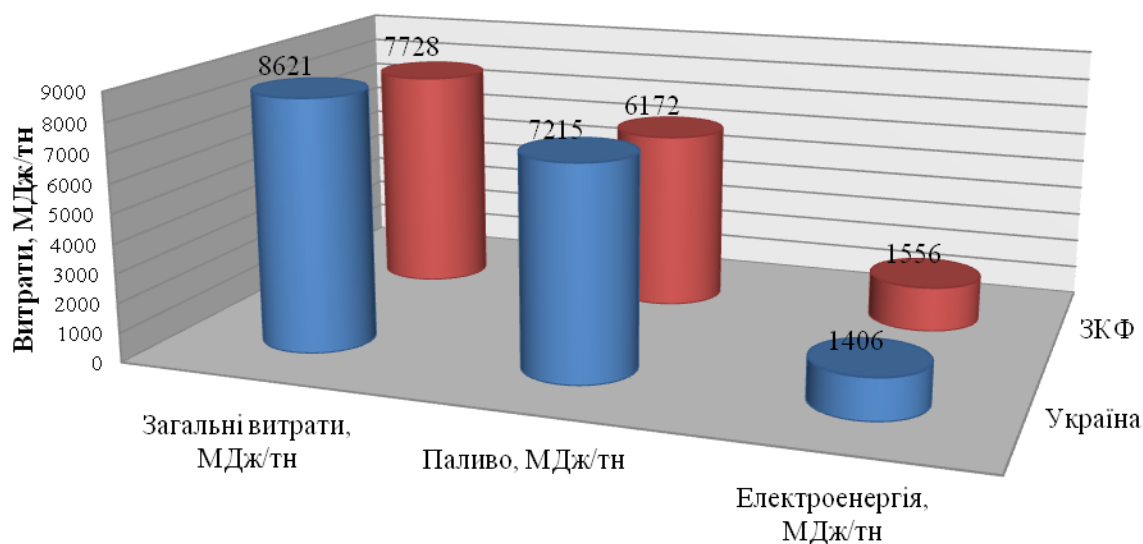
Умови праці на підприємстві середньої важкості та характеризуються наступними чинниками: підвищений рівень шуму та вібрації та високі температури на виробничих ділянках.

Екологічна політика підприємства знаходиться на стадії розробки.

### 1.3 Результати попереднього аналізу

1.3.1 Порівняння даних підприємства з даними аналогічних передових підприємств України та (або) Європи

Результати порівняльного аналізу загальних витрат, електроспоживання та витрат палива на тону виробленої продукції «ЗКФ» з аналогічними підприємствами по Україні представлені на рисунку 1.6.



|         | Загальні витрати, МДж/тн | Паливо, МДж/тн | Електроенергія, МДж/тн |
|---------|--------------------------|----------------|------------------------|
| Україна | 8621                     | 7215           | 1406                   |
| ЗКФ     | 7728                     | 6172           | 1556                   |

Рисунок 1.6 – Порівняння даних підприємства з даними аналогічних передових підприємств України

Порівняльний аналіз показав, що загальні витрати на тону продукції у ЗКФ мають нижчий рівень ніж середній по Україні показник, але все ж таки потребують подальшого зменшення. Також спостерігається зависокий рівень споживання електричної енергії.

#### 1.4 Технологічний процес вироблення помадних цукерок

Цукор, патоку та воду завантажують в ємність для варки сиропу (дисутор), в якій проходить процес варки сиропу. В якості теплоносія використовується насичена пара з температурою 170 °С.

Далі сироп перекачується в проміжну ємність, звідки плунжерним насосом, крізь фільтр, перекачується в ємність (варочна колона) для уварювання сиропу. Де парою уварюється при температурі 110 °С.

Потім взбивається та йде процес темперування помади при температурі близько 85 °С. Наступними етапами є: відливка корпусів цукерок, їх охолодження, глазурування, охолодження та загортання цукерок.

Ілюстрація технологічного процесу вироблення помадних цукерок наведено на рисунку 1.7.

У цеху вироблення помадних цукерок було проведено інструментальне обстеження за допомогою тепловізору по виявленню теплових втрат обладнання. Результати обстеження технологічного обладнання цеху помадних цукерок наведено на рисунках 1.8 – 1.11.

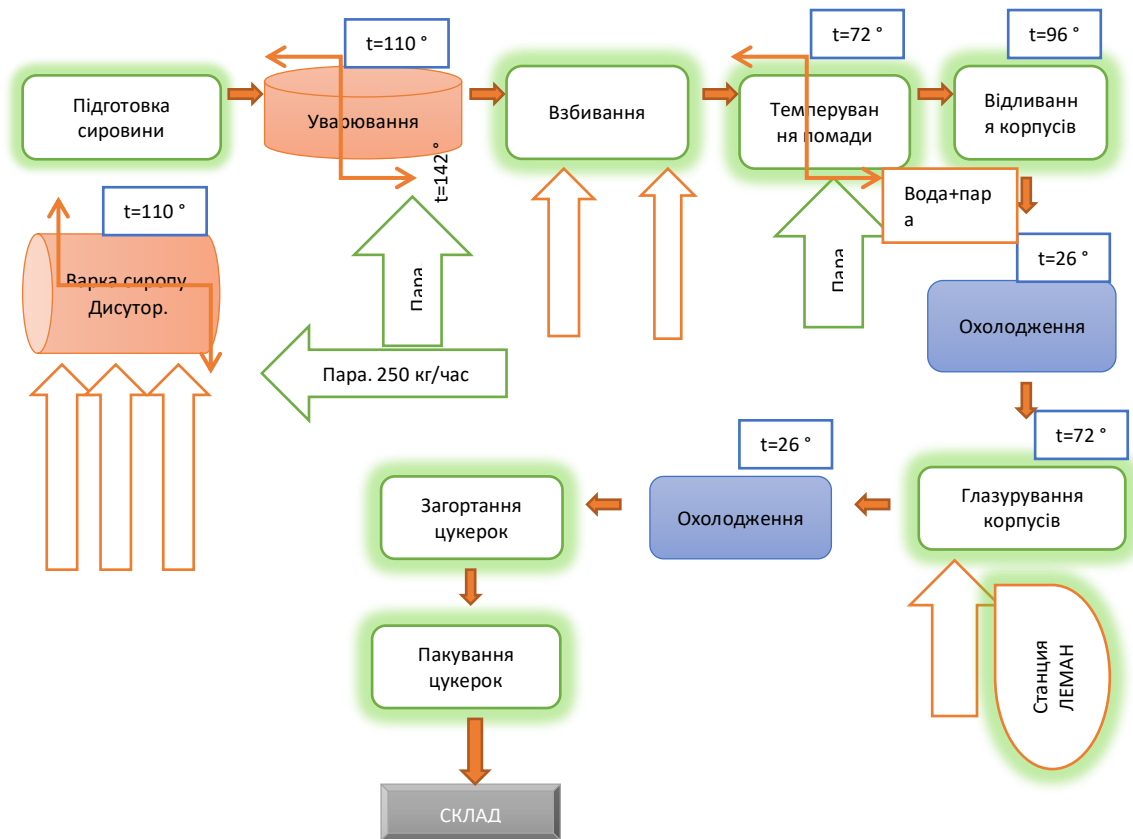
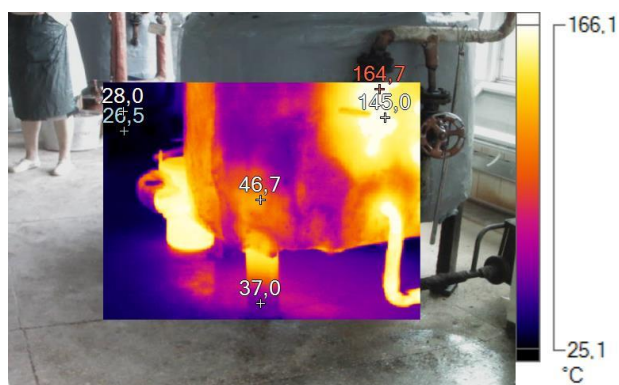


Рисунок 1.7 – Структурна схема технологічного процесу



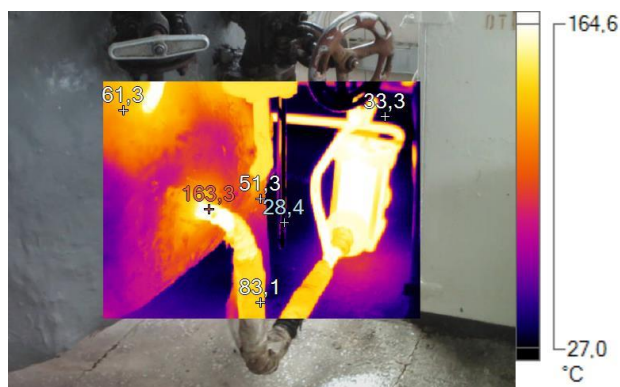
IR\_03617.IS2



Маркери основного зображення

| Ім'я             | Температура, °C | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 46,7            | 0,92                    |
| Гарячий          | 164,7           | 0,92                    |
| Холодний         | 26,5            | 0,92                    |
| P0               | 145,0           | 0,92                    |
| P1               | 28,0            | 0,92                    |
| P2               | 37,0            | 0,92                    |

Рисунок 1.8 - Результати обстеження дисутора



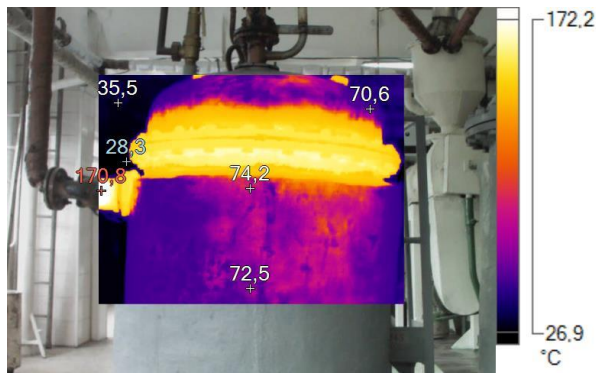
IR\_03623.IS2



Маркери основного зображення

| Ім'я             | Температура, °C | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 51,3            | 0,92                    |
| Гарячий          | 163,3           | 0,92                    |
| Холодний         | 28,4            | 0,92                    |
| P0               | 33,3            | 0,92                    |
| P1               | 61,3            | 0,92                    |
| P2               | 83,1            | 0,92                    |

Рисунок 1.9 – Інфрачервоне зображення зливу конденсату з дисутора

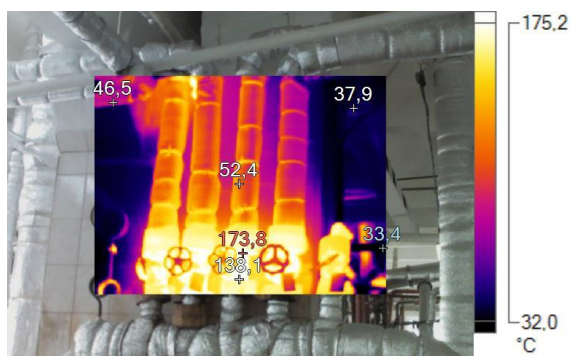


IR\_03614.IS2

## Маркери основного зображення

| Ім'я             | Температура, °C | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 74,2            | 0,92                    |
| Гарячий          | 170,8           | 0,92                    |
| Холодний         | 28,3            | 0,92                    |
| P0               | 70,6            | 0,92                    |
| P1               | 35,5            | 0,92                    |
| P2               | 72,5            | 0,92                    |

Рисунок 1.10 - Результати обстеження варочної колони



IR\_03609.IS2

## Маркери основного зображення

| Ім'я             | Температура, °C | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 52,4            | 0,92                    |
| Гарячий          | 173,8           | 0,92                    |
| Холодний         | 33,4            | 0,92                    |
| P0               | 37,9            | 0,92                    |
| P1               | 46,5            | 0,92                    |
| P2               | 138,1           | 0,92                    |

Рисунок 1.11 - Результати обстеження паророзподільчої гребінки

Результати обстеження показали, що проблемними об'єктами у цеху є ємність для варки сиропу та система повернення конденсату. Для подальшого аналізу складемо матеріальний та тепловий баланс для ємності для варки сиропу.

Дані, щодо теплогенеруючого обладнання, яке встановлено на кондитерській фабриці наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3- Генеруюче обладнання та споживачі тепла підприємства

| Назва   | Джерело енергії | Потужність, (кВт) | Споживання палива, м <sup>3</sup> /год | Показники (тиск, температура) |
|---|-----------------|-------------------|--|-------------------------------|
| 1   | 2               | 3                 | 4                                      | 5                             |
| Парогенератор (2 відділення) АПГ-Е 320/240                                | Електро-енергія | 240               |  | -                             |
| Водогрійний модуль (2 відділення) Veretta/ Novella 45 RAI                 | Газ             | 45                | 5,1                                    | -                             |
| Водогрійний модуль (2 відділення) Veretta/ City 24 RSI                    | Газ             | 24                | 2,8                                    | -                             |
| Паровий котел ДКВР-6,5/13 (2шт)   | Газ             |                   |  | 1,3 МПа<br>170 °С             |
| Паровий котел ДЕ-1,0-1,4  | Газ             |                   |  | 1,4МПа                        |
| Мінікотельня адміністративно-побутового корпусу. Veretta/ Novella 61E RAI | Газ             | 122               | 6,86                                   |                               |

Дані, щодо встановлених приборів обліку наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Лічильники та вимірювальні пристрої

| Назва енергетичного потоку      | Тип вимірювання та місце     | Номер лічильника         | Період зчитування | Хто виконує        | Новий період зчитування |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| Електроенергія 1 відділення     | Електролічильник             | Елвін ET3A5E7ULR T       | Щомісячно         | Головний енергетик | Щоденно                 |
| Електроенергія 2 відділення     | Електролічильник             | Елвін ET3B5E8KLZ T       | Щомісячно         | Головний енергетик | Щоденно                 |
| Облік води 1 відділення         | Витротомір на вводі          | 420PC (Ду40) «Sensus»    | Щомісячно         | Головний енергетик | Щотижня                 |
| Облік води 1 відділення         | Витротомір на котельні       | 420PC (Ду20) «Sensus»    | Щомісячно         | Головний енергетик | Під час роботи          |
| Облік води 2 відділення         | Витротомір на вводі (1 та 2) | 420PC (Ду20) «Sensus»    | Щомісячно         | Головний енергетик | Щозміни                 |
| Облік газу 1 відділення         | Газовий лічильник            | «Курс-01» G250A1 (Ду100) | Щомісячно         | Головний енергетик | Щозміни                 |
| Облік газу 2 відділення         | Газовий лічильник            | «Зонд-1» G40-1 (Ду50)    | Щомісячно         | Головний енергетик | Щомісяця                |
| Облік пари на котельні          | Тепловий лічильник           | «Ірга-2.3С» (Ду100)      | Щомісячно         | Головний енергетик | Щоденно                 |
| Облік пари на виробничий корпус | Тепловий лічильник           | «Ірвіс-К300-ПП-16-80»    | Щомісячно         | Головний енергетик |                         |

Дані, які були отримані в результаті попереднього обстеження Запорізької кондитерської фабрики, буде положено в основу розробки енергозберігаючих заходів.

### 1.5 Система конденсатовідводу

Відсутність або неправильний вибір конденсатовідвідника призводять до величезних втрат в пароконденсатній системі. Разом з тим правильно підібраний, розрахований і встановлений конденсатовідвідник - це енергозберігаючий пристрій, здатний заощадити значні кошти і надзвичайно швидко окупитися.

Дуже часто нехтують тим фактом, що ефективність будь-якого теплового обладнання в кінцевому рахунку залежить від організації конденсатовідводу. Тільки досвідчений інженер може виявити помилки, які призводять до зниження продуктивності теплового обладнання і до підвищення експлуатаційних витрат.

Вибір конденсатовідвідника залежить від типу обладнання і заданих умов експлуатації. Цими умовами можуть бути коливання робочого тиску, навантаження. Крім цього, можуть бути поставлені умови корозійної стійкості, стійкість до гідроудару і замерзання, а також випуску повітря під час пуску системи. Термін «конденсатовідвідник» не зовсім правильно відображає призначення цього пристрою. Набагато зрозуміліше прямий переклад з англійської мови: steam trap означає «парова пастка». Значить, головне завдання конденсатовідвідника - замикати пар в теплообміннику до повної конденсації, а потім відводити конденсат. Причому робити це конденсатовідвідник повинен автоматично, при будь-яких коливаннях навантаження і параметрів пари.

Найголовніше, що треба запам'ятати - в природі не існує універсального конденсатовідвідника, але в той же час для конкретної системи завжди є оптимальне рішення. І щоб знайти його, перш за все, варто розглянути наявні варіанти і їх особливості.

Існує три принципово різних типу конденсатовідвідників.

1. Термостатичні конденсатовідвідники (див. рис. 1.12). Цей тип конденсатовідвідників визначає різницю температур пари і конденсату. Чутливим елементом і виконавчим механізмом є термостат. Перш, ніж конденсат буде відведено, він повинен бути охолоджений до температури нижче температури сухого насиченої пари.



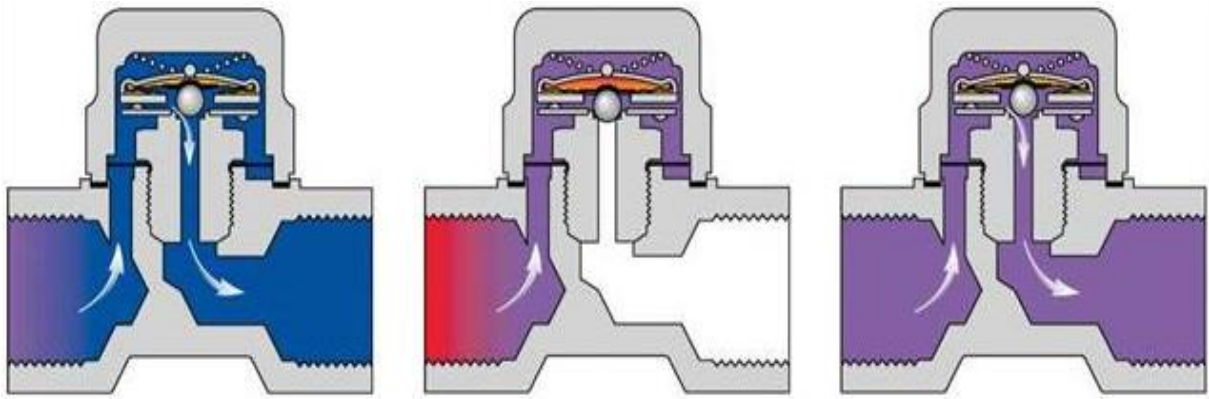


Рисунок 1.12 - Принцип роботи термостатичного конденсатовідвідника збалансованого за тиском

При пуску, коли капсула холодна та клапан конденсатовідвідника відкрито, холодне повітря та конденсат повільно виходять через клапан.

При приближенні гарячого конденсату капсула нагрівається, при температурі близької до температури пари рідина всередині капсули вскипає. Куля капсули закриває седло, перешкоджаючи проходженню пари.

По мірі охолодження пари рідини всередині капсули конденсуються, куля займає попереднє положення відриваючи прохід конденсату.

Головна особливість всіх термостатичних конденсатовідвідників - це необхідність до-охолодження конденсату на кілька градусів щодо температури конденсації перед тим, як клапан відкриється. Тобто всі вони більшою чи меншою мірою інерційні.

Особливості термостатичних конденсатовідвідників:

- висока продуктивність при відносно малому розмірі та вазі;
- вільний випуск повітря під час пуску;
- цей тип конденсатовідвідників не замерзає;
- прості в обслуговуванні.

2. Механічні конденсатовідвідники ( див. рис. 1.13). Принцип дії цих конденсатовідвідників заснований на різниці щільності пара і конденсату. Клапан приводиться в дію кульовим поплавком або поплавком у вигляді

перевернутого склянки. Такі конденсатовідвідники забезпечують безперервне відведення конденсату при температурі пара, тому цей тип найбільш підходить для теплообмінних апаратів з великими поверхнями теплообміну і інтенсивним утворенням великих обсягів конденсату.



Рисунок 1.13 - Принцип роботи конденсатовідвідника з термостатичним повітряником

При пуску термостатичний повітряник дозволяє повітрю вільно виходити в обвод головного клапану. Конденсат досягає конденсатовідвідника, виходить через головний клапан і через термостатичний повітряник, гарячий конденсат закриває повітряник. Коли до конденсатовідвіднику підходить пара, поплавковий клапан опускається та закриває головний клапан.

Переваги цього типу:

- добре працює на малих навантаженнях і на нього не впливають раптові коливання навантаження і тиску;
- висока продуктивність (до (100...150) т конденсату в годину);
- стійкі до гідроударів і надійні в експлуатації.

При установці механічних конденсатовідвідників треба мати на увазі ряд його особливостей. По-перше, в корпусі конденсатоотводчика з перевернутим склянкою завжди повинна бути вода (гідрозатвор). Якщо

конденсатовідвідник втратить це водяне ущільнення, то пара буде безперешкодно виходити через відкритий клапан. Це може статися там, де можливе різке падіння тиску пари, яке призведе до закипання конденсату в корпусі. Якщо конденсатовідвідник з перевернутою склянкою використовується на тих технологічних установках, де можливі коливання тиску, то на вході в конденсатовідвідник необхідно встановити зворотний клапан. Це допоможе запобігти втраті гідрозатвору. По-друге, поплавковий конденсатовідвідник може бути пошкоджений при замерзанні, тому корпус конденсатоотводчика повинен бути добре теплоізований в разі його установки на відкритому повітрі.

3. Термодинамічні конденсатовідвідники (див. рис. 1.14). Основним елементом конденсатовідвідників цього типу є диск. Їх робота заснована на різниці швидкостей конденсату і пари при протіканні в зазорі між сідлом і диском.

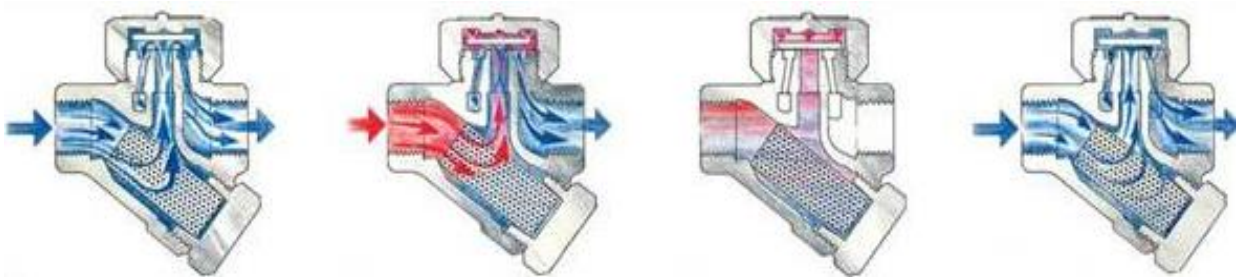


Рисунок 1.14 - Принцип роботи конденсатовідвідника з термостатичним повітряником

При пуску диск піднімається за рахунок вхідного тиску. При проходженні конденсату в зазорі створюється вторинна пара. Високі швидкості призводять до втрати тиску під диском та прижимають його до седла, одночасно вторинна пара створює тиск у камері над диском та діє проти тиску конденсату. Диск притуляється к седлу та закриває вихід конденсату. Вторинна пара в камері конденсується, тиск падає та диск відходить від седла.

Переваги цього типу:

- працюють без налаштування або зміни розмірів клапана;
- компактні, прості, мають малу вагу і досить велику продуктивність для своїх розмірів;
- цей тип конденсатовідвідників може використовуватися при високому тиску і на перегрітому парі; стійкий до гідроударів і вібрацій; стійкий до корозії, тому що всі частини виконані з нержавіючої сталі;
- не руйнуються при замерзанні і не обмерзають при установці в вертикальній площині і випуску в атмосферу; правда, робота в такому положенні може призвести до зносу країв диска;
- просте обслуговування і ремонт.

Однак, термодинамічні конденсатовідвідники недостатньо стійко працюють при дуже низькому вхідному тиску і високому протиподавленні.

Слід особливо відзначити, що в жодного з типів конденсатовідвідників немає абсолютних переваг або недоліків в порівнянні з іншими. Є перераховані вище особливості, які, в сукупності зі специфікою роботи теплообмінного обладнання, і визначають вибір типу і розміру конденсатоотводчика.

Очевидно, що конденсатовідвідник є суттєвою частиною будь-якої пароконденсатної системи і робить досить істотний вплив на її функціонування. Його не можна розглядати ізольовано, у відриві від усієї системи. Вибір конденсатовідвідника диктується багатьма факторами, найважливіші з яких ми розглянемо нижче. Однак, ставлячи перед собою завдання оснащення (або переоснащення) технологічних установок конденсатовідвідників, ми повинні відповісти на наступні питання:

- чи вдається підтримувати параметри і заданий тепловий режим (температуру) установки і її продуктивність?
- чи відрізняється реальне паро споживання від паспортного для даного технологічного режиму?

– чи спостерігаються гідроудари?

Якщо ви стикаєтеся з цими проблемами - значить, конденсатовідвідники не працюють або обрані неправильно. Дуже часто буває так, що при установці неправильно обраного конденсатоотводчика зовні не спостерігається ніяких проблем. Іноді конденсатовідвідник навіть може бути повністю закритий без видимих наслідків, як наприклад, на паропроводах, де неповний дренаж в одній точці означає, що залишився конденсат переноситься в наступну точку дренажу. Проблема може виникнути, якщо і в наступній точці конденсатовідвідник не виконуватиме поставлене завдання. Якщо ж ми визначили, що нам необхідно встановити нові конденсатовідвідники, їх вибір визначається наступними вимогами:

1. Випуск повітря. При пуску, тобто на початку процесу, парове простір теплообмінників і паропровід заповнені повітрям, який, якщо його не видалити, погіршує процес передачі тепла і збільшує час розігріву. Час запуску збільшується, і знижується ефективність роботи установки. Бажано випустити повітря до того, як він змішається з паром. Якщо повітря і пар змішаються, то розділити їх можна буде тільки після конденсації пари. Повітряники можуть знадобитися окремо для паропроводів, але в більшості випадків повітря випускається через конденсатовідвідники. В цьому випадку термостатичні конденсатовідвідники мають переваги перед іншими типами, тому що вони повністю відкриті під час пуску. Поплавкові конденсатовідвідники з кульовим поплавком не володіють такими можливостями, якщо їх не оснастити вбудованими термостатичними воздушником. Такий повітряник дозволяє випускати значну кількість повітря і, крім того, забезпечує додаткову пропускну здатність по холодному конденсату, що дуже важливо при холодних пусках. Термодинамічні конденсатовідвідники можуть випускати відносно невеликі кількості повітря, чого, однак, цілком достатньо при дренажі магістральних і супутникових паропроводів, тобто там, де цей тип найчастіше застосовується. Конденсатовідвідник з перевернутим склянкою має вельми обмежену

вентиляційну здатність в силу принципу дії і конструкції. Проте, встановлений в паралель з таким конденсатовідвідників термостатичний повітряник дозволяє звести до мінімуму цей недолік.

2. Відведення конденсату. Випустивши повітря, конденсатовідвідник потім повинен відвести конденсат і не пропустити пар. Витік пара веде до неефективності і неекономічній процесу. Якщо швидкість передачі тепла в технологічному процесі дуже важлива, то конденсат повинен бути відведений негайно після його утворення при температурі пара. Однією з основних причин зниження ефективності теплового обладнання є затоплення парового простору, викликане неправильним вибором типу конденсатовідвідника. Ті ж явища спостерігатимуться, якщо конденсатовідвідник має недостатню пропускну здатність, особливо на пускових режимах.

3. Теплова ефективність. Після розгляду основних вимог випуску повітря і відведення конденсату, необхідно звернути увагу на теплову ефективність, тобто на те, як цей тип конденсатовідвідника може впливати на кількість корисно використаного тепла даної маси пара. На перший погляд термостатичний конденсатовідвідник в цьому випадку повинен бути найкращим. Ці конденсатовідвідники не випустять конденсат, поки він не охолоне на кілька градусів нижче температури насиченої пари, забезпечуючи тим самим додаткову віддачу тепла, що веде до реальному зниженню паропотреблення. Завжди є бажання відводити конденсат при максимально низькій температурі, але в ряді технологічних процесів це неприйнятне (наприклад, при необхідності температурного регулювання), тому конденсат повинен відводитися в міру його утворення, тобто при температурі насиченої пари. В цьому випадку слід застосовувати конденсатовідвідники іншого типу - механічного або термодинамічної.

4. Параметри системи. При виборі конденсатовідвідника, в першу чергу необхідно врахувати вимоги технологічного процесу. Вони зазвичай визначають вибір типу конденсатовідвідника. Конфігурація і трасування паропроводу і конденсатопроводу допоможе визначити конкретний вид

конденсатовідвідника, який виконає свою задачу в даних умовах найкраще. Після цього необхідно вибрати розмір.

Розміри визначаються наступними параметрами системи:

- максимальним тиском пари і конденсату;
- робочим тиском пари і конденсату;
- витратою;
- температурою;
- наявністю температурного регулювання процесу;
- величиною гідравлічного опору конденсатопроводу.

Крім конструктивних особливостей факторами, що впливають на надійність роботи конденсатовідвідника, найчастіше є:

- корозійний знос;
- гідроудари у пароконденсатної системі;
- забруднення, що блокують клапан конденсатовідвідника.

Щоб уникнути швидкого корозійного зносу всі внутрішні деталі сучасних конденсатовідвідників виготовляються з нержавіючої сталі.

Гідроудар - часто зустрічається явище, яке свідчить про неправильну роботу пароконденсатної системи. Він може бути викликаний неправильно спроектованої системою, використанням конденсатовідвідників непотрібної типу, або непрацюючим конденсатовідвідників, або комбінацією зазначених факторів. Гідроудар часто буває пов'язаний з виходом з ладу конденсатовідвідника. Дуже часто конденсатовідвідник не виконує своїх функцій через неправильно спроектованої системи і навпаки. Сучасні конструкції і технології виробництва конденсатовідвідників дозволяють випускати міцні моделі, термін служби яких значно вище і які можуть протистояти і гідроударів.

Забруднення - основна причина виходу конденсатовідвідників з ладу. Різні типи конденсатовідвідників мають різну чутливість до забруднень, але установка фільтрів перед ними є абсолютно необхідною умовою довгого і

надійної роботи. Безсумнівна перевага мають конденсаторівідвідник з вбудованими фільтрами.

## 1.6 Енергетичний аудит підприємств

Для забезпечення життєдіяльності людини необхідна енергія. До основних видів енергії можна віднести теплову та електричну енергію. Важливим пріоритетним напрямом енергетичної політики України є раціональне використання і економія енергії.

В основі енергозбереження лежать наступні причини:

- енергозабезпечення пов'язане з величезними фінансовими, матеріальними і трудовими затратами;
- видобуток, виробництво, транспортування і споживання паливно-енергетичних послуг чинять негативний вплив на навколишнє середовище;
- збільшення об'єму споживання енергоресурсів підприємством викликає збільшення вартості продукції, що випускається, а, отже, зниження її конкурентоспроможності на ринку.

Енергетичний аудит – є інструментом державної політики України в напрямку енергозбереження.

Вибір основних напрямів діяльності в області енергозбереження, а також розробка і впровадження енергозберігаючих заходів (програми енергозбереження) для будь-якого промислового підприємства можливі тільки на основі аналізу фактичного стану ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), визначення потенціалу енергозбереження з урахуванням умов функціонування технологічних об'єктів. Такі дані можна отримати різними способами, проте найбільш повними і об'єктивними є результати, отримані в ході проведення енергетичних обстежень (енергоаудиту) підприємств.

Енергетичний аудит (ЕА) – є роботою з дослідження реальної енерготехнологічної системи промислового підприємства (або окремої



енерготехнологічної установки), що споживає ПЕР – паливо, теплову, електричну енергії та штучний б холод для вироблення продукції з метою зменшення рівня енергоспоживання та одержання економічного ефекту. За рівнем енергоспоживання виділяють три групи підприємств: - енергоощадні, на яких питомий рівень витрат ПЕР відповідає європейському рівню; - енергозатратні, на яких питомий рівень витрат ПЕР перевищує європейський рівень з питомими витратами теплової енергії; - надмірно енергозатратні, на яких питомий рівень витрат ПЕР суттєво (на 70...100 %) перевищує європейський. Правовою основою енергоаудиту є Закони України та інші нормативні акти даного спрямування [33].

Метою проведення енергетичного аудиту є сприяння керівництву об'єкта у визначенні стану споживання ПЕР, потенціалу енергозбереження, джерел втрат та обсягу нераціонального використання ПЕР виробничими і допоміжними підрозділами, технологічними процесами та окремими споживачами, у розробленні енергоощадних заходів, їх техніко-економічному оцінюванню та впливу на навколишнє середовище.

Завданнями проведення енергетичного аудиту є:

- визначення загального стану об'єкта, його основних підрозділів та технологічних процесів як споживачів ПЕР;
- отримання об'єктивних даних про обсяг використаних енергетичних ресурсів; - аналізування балансів споживання ПЕР окремо по кожному виду;
- аналізування втрат ПЕР на об'єктах ЕА; - аналізування витрат коштів на ПЕР у собівартості продукції;
- оцінка потенціалу енергозбереження об'єктів ЕА;
- оцінка рівня ефективності використання ПЕР;
- аналізування енергоємності продукції;
- аналізування питомого споживання ПЕР і порівняння з чинними нормами та нормативами, підготовлення пропозицій щодо його зменшення;
- оцінка ефективності функціонування СЕМ;

- експертиза енергетичної ефективності інновацій, що проводяться або плануються на підприємстві;

- розроблення рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів з їх техніко-економічним уціненням.

Методологія проведення енергоаудиту безпосередньо впливає на його якість, визначає порядок і прийоми, які використовує енергоаудитор. З урахуванням складності підприємства, різноманітності технологічного устаткування і енергопотоків, енергоаудит виконується групою спеціалістів. У зв'язку з широким діапазоном спеціальних знань, які використовуються при енергоаудиті, рекомендується спеціалізація за конкретними областями, наприклад, в області теплотехніки, енергетики, економіки.

Основними принципами енергетичного аудиту є:

- компетентність і об'єктивність виконавців ЕА під час проведення ними енергоаудиторської діяльності;

- наукова обґрунтованість і легітимність енергоаудиторського висновку;

- достовірність, повнота і конфіденційність енергоаудиторської інформації;

- врахування досягнень науково-технічного прогресу, норм і правил технічної та екологічної безпеки, вимог регламентів, стандартів, міжнародних вимог;

- незалежність енергоаудиторів під час виконання ними енергоаудиторської діяльності;

- відповідальність виконавців за організацію, проведення та якість енергетичного аудиту.

Енергетичне обстеження - взаємопов'язаний комплекс технічних, організаційних, економічних і інших заходів, спрямований на виявлення можливостей оптимізації споживання енергетичних ресурсів. Результатом його є звіт з енергетичного аудиту або енергетичний паспорт.

Енергетичне обстеження включає:

- енергомоніторинг - відстежування встановлених і фактичних параметрів енергоспоживання;
- вимірювання (виміри) - визначення за допомогою спеціальних приладів (засобів вимірювання, засобів обліку) параметрів в контрольних точках;
- опитування і анкетування учасників процесу виробництва або споживання енергоресурсу;
- вивчення супутньої нормативної бази, керівних документів і інструкцій на підприємстві;
- розрахунки економічної ефективності впровадження тих або інших організаційних пропозицій або інвестицій в енергозберігаючі технології (пристрої);
- складання звіту, що містить результати проведеного енергоаудиту і рекомендації. Результатом енергоаудиту можуть бути: • висновки про якість отриманих енергоресурсів;
- рекомендації з впровадження заходів і технологій енергозбереження;
- рекомендації з проведення заходів (у тому числі змін в технології), спрямованих на підвищення енергоефективності продукції, що випускається;
- рекомендації з заміни енергоресурсів, які споживаються підприємством іншими видами ресурсів (наприклад, електроенергії на обігрів - теплою або парою).

При розробці енергозберігаючих заходів необхідно:

- визначити технічну суть можливого удосконалення і принципи отримання економії;
- розрахувати потенційну річну економію у фізичному і грошовому вираженні;
- визначити склад устаткування, необхідного для реалізації рекомендацій, його приблизну вартість, вартість доставки, встановлення і введення в експлуатацію;

- розглянути всі можливості зниження витрат, наприклад, виготовлення і монтаж устаткування силами самого підприємства (організації);

- визначити можливі побічні ефекти впровадження рекомендацій, що впливають на економічну ефективність проекту;

- оцінити загальний економічний ефект можливих рекомендацій з урахуванням вище перелічених пунктів.

На основі отриманої інформації розраховуються необхідні капітальні та можливі експлуатаційні витрати, прибутковість заходів, окупність заходів та ін.

Після оцінки економічної ефективності всі рекомендації класифікуються за трьома критеріями:

- безвитратні і низьковитратні - здійснюються у порядку поточної діяльності підприємства або організації;

- середньовитратні - здійснюються, як правило, за рахунок власних засобів підприємства або організації;

- високовитратні - які вимагають додаткових інвестицій, здійснюються, як правило, із залученням позикових коштів.

У висновках, всі рекомендації з енергозбереження зводяться в одну таблицю, в якій проекти розташовуються за трьома категоріями, переліченими вище. У кожній з категорій рекомендації вносяться у порядку зниження їх економічної ефективності. Якщо проведення одразу усіх заходів по збереженню енергії занадто дорого, то необхідно розпочати роботу з найвигідніших з точки зору прибутковості заходів. За термінами проведення енергетичні обстеження споживачів ПЕР підрозділяються на первинний, періодичний, позачерговий, локальний та інші. Залежно від цілей робіт, що проводяться, допускаються будь-які комбінації цих видів енергетичних обстежень. Строк проведення ЕА залежить від виду об'єкта, його розмірів, величини споживання ПЕР та інше.

Енергетичне обстеження, що проводиться на об'єкті, повинно включати наступні рівні:

- енергетичне обстеження першого рівня - розрахунок енергоспоживання і витрат;
- енергетичне обстеження другого рівня - поглиблене обстеження енерготехнологічних систем і об'єкта в цілому, розрахунок енергетичних потоків

За результатами виконання першого рівня енергетичного обстеження мають бути реалізовані:

- збір первинної інформації:
  - 1) загальні відомості про підприємство;
  - 2) фактичні звітні дані з енергокористування і випуску продукції в поточному і базовому році (за місяцями);
  - 3) перелік основного енерготехнологічного устаткування; • технічні і енергетичні характеристики установок;
  - 4) техніко-економічні характеристики енергоносіїв, які використовуються на об'єкті;
  - 5) відомості про підстанції, джерела тепло-, водопостачання, стисненого повітря, паливопостачання;
- аналіз енергоекономічних показників об'єкта;
- вибір структурних об'єктів енергетичного обстеження;
- підготовка висновків про основні підсумки первинного енергетичного обстеження.
- Аналіз енергоекономічних показників об'єкта виконується за наступними позиціями:
  - кількісні характеристики виробництва продукції за останні 2-3 роки за місяцями;
  - собівартість продукції/послуг, у тому числі витрати на паливо, електричну і теплову енергію, воду на момент проведення обстеження; • енергоємність продукції;

- питома енергоємність продукції за місяцями;
- питомі витрати енергоресурсів на основні види продукції за місяцями;
- середньорічна чисельність працівників на об'єкті, у тому числі персонал: виробничий, управлінський та енергослужби.

Також визначається, частка яких енергоресурсів в загальному споживанні найбільш значна. Інформація про енергоспоживання повинна показувати частку споживання різних енергоресурсів на об'єкті і витрати на них. Інформація за цінами повинна включати ціну одиниці палива і тариф (якщо він використовується). При розгляді структур тарифів на енергоресурси мають бути враховані всі чинники, які зрештою визначають, скільки об'єкт платить за енергоресурси: зміна ціни впродовж року; структура тарифу; диференційовані тарифні ставки; штрафні санкції; інші виплати.

Для оцінки потенціалу економії в споживанні електроенергії необхідно провести аналіз наступних даних:

- потужності кожного введення електроенергії; • повної потужності приєднаного навантаження;
- профілів навантаження - добового і річного;
- середньої величини коефіцієнта потужності;
- режиму роботи облаштувань компенсації реактивної потужності;
- загальної структури електроспоживання (двигуни, освітлення, технологічні процеси і т. п.).

Ця інформація дозволяє отримати чітку картину поточної ситуації з енерговикористання на об'єкті і можливість виявити пріоритетні напрями для подальшої роботи.

Цілями енергетичного обстеження другого рівня є:

- визначення для кожного енергоресурсу найбільш значних споживачів за витратами і об'ємами споживання;
- розподіл споживання кожного енергоресурсу основними споживачами (розробка енергетичних балансів);

- розробка заходів зі зниження споживання енергоресурсів;
- розробка комплексної програми реалізації енергозберігаючих проектів;
- розробка енергетичного паспорта об'єкта обстеження.

Для досягнення поставлених цілей необхідно:

1. Провести глибоке обстеження об'єкта.
2. Скласти схеми технологічних процесів (схеми систем тепло-, водо-, газо-, електро- і повітропостачання підприємства і окремих підрозділів).
3. Скласти список основних споживачів енергії.
4. Провести розрахунок споживання енергії кожного з основних споживачів енергії.
5. Провести аналіз роботи основних споживачів. Баланси споживання енергії розробляються відповідно до структури об'єкта.

На підставі аналізу балансу споживання енергії роблять:

- оцінку фактичного стану енерговикористання;
- виявлення причин і значень втрат енергоресурсів;
- визначення раціональних розмірів споживання енергоресурсів у виробничих процесах і установках;
- визначення вимог до вдосконалення системи обліку і контролю за споживанням різних видів енергоресурсів.

За підсумками обстеження формується звіт з ЕА або енергетичний паспорт підприємства. Паспорт призначений для відображення фактичного складу енергогенерувального, енергоспоживального та енергопостачального обладнання, їх характеристик та стану використання паливно-енергетичних ресурсів у виробництві; залучення до енергетичного балансу вторинних енергетичних ресурсів, поновлюваних і альтернативних джерел енергії та інших відомостей, які забезпечують можливість аналізу стану енергоспоживання підприємства і ефективності використання паливо – енергетичних ресурсів та розроблення заходів щодо поступового їх впровадження. При розробленні цього питання необхідно ознайомитися з

методичною та нормативною документацією, яка регламентує розроблення енергетичного паспорта підприємства.



## 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПАТ «ЗАПОРІЗЬКА КОНДИТЕРСЬКА ФАБРІКА»

### 2.1 Енергетичний та матеріальний баланси цеху вироблення помадних цукерок

В першій частині дипломної роботи було виявлено, що цех вироблення помадних цукерок є енерговитратним, тому доцільно скласти матеріальні та теплові баланси для виявлення слабких місць. Початком технологічного процесу по виробленню цукерок є варка цукрового сиропу в дисуторі.

#### 2.1.1 Тепловий баланс лінії помадних цукерок

Тепло, що надходить до сириповарочного котла із цукром, кДж

$$Q_{цук} = G \cdot c \cdot t,$$

де  $G$  - кількість цукру, що витрачається на 1 варку, кг;

$c$  - питома теплоємність цукру, кДж/(кг·°C);

$t$  - температура цукру, °C.

Питома теплоємність цукру, кДж/(кг·°C)

$$c = 1,1618 + 0,00356 \cdot t,$$

$$c = 1,1618 + 0,00356 \cdot 20 = 1,233.$$

Тоді тепло, що надходить до сириповарочного котла із цукром, кДж

$$Q_{цук} = 400 \cdot 1,233 \cdot 20 = 9864.$$

Тепло, що надходить до котла із холодною водою, кДж

$$Q_{г} = B \cdot c_{г} \cdot t_{г},$$

де  $B$  - кількість води, що заливається в котел, кг;

$c_g$  - питома теплоємність води,  $c_g = 4,19$  кДж/(кг·°C);

$t_g$  - температура холодної води,  $t_g = 10$  °C .

$$Q_g = 100 \cdot 4,19 \cdot 10 = 4190.$$

Тепло, що вноситься від нагріву апарату, кДж

$$Q_{an} = G_{an} \cdot c_{an} \cdot t_{an},$$

де  $c_{an}$  - питома теплоємність матеріалу апарату при 10 °C , кДж/(кг·°C);

$t_{an}$  - температура апарату, °C .

$$Q_{an} = 100 \cdot 0,522 \cdot 20 = 1044.$$

Тепло, що надходить разом із парою, кДж

$$Q_n = D \cdot i_2'' \cdot \tau,$$

де  $D$  – витрата пари, кг/с;

$i_2''$  - ентальпія пари, кДж/(кг·°C);

$\tau$  – час роботи апарату, год.

Витрата теплоти із сиропом, кДж

$$Q_{cup} = (G_c + G_b) \cdot c_{cup} \cdot t_{cup},$$

де  $G_c$ ,  $G_b$  – вага цукру та води відповідно, кг;

$c_{cup}$  - питома теплоємність сиропу, кДж/(кг·°C);

$t_{cup}$  - температура сиропу, °C .

Питома теплоємність сиропу, кДж/(кг·°C)

$$c_{сир} = C_{\sigma} - [(2,512 - 0,0075 \cdot t_{сир}) \cdot B_{\kappa}]$$

$$c_{сир} = 4,19 - \left[ (2,512 - 0,0075 \cdot 110) \cdot \frac{70}{100} \right] = 3,0091.$$

Тоді втрата теплоти з сиропом

$$Q_{сир} = (100 + 400) \cdot 3,0091 \cdot 110 = 161150.$$

Тепло, що втрачається разом із конденсатом, кДж

$$Q_{конд} = D_n \cdot c_{\sigma} \cdot t_{конд} \cdot \tau,$$

де  $D_n$  - витрата пари, кг/с;

$c_{\sigma}$  - питома теплоємність води, кДж/(кг·°C);

$t_{конд}$  - температура конденсату, °C.

Тепло, що втрачається через стінки котла, кДж

$$Q_{втр} = 0,05 \cdot G_a \cdot c_a \cdot (t_{\kappa}^a - t_n^a),$$

де  $G_a$  - вага апарату, кг;

$c_a$  - питома теплоємність матеріалу апарату, кДж/(кг·°C);

$t_{\kappa}^a, t_n^a$  - кінцева та початкова температура апарату, відповідно, °C.

$$Q_{втр} = 0,05 \cdot 100 \cdot 0,552 \cdot (100 - 20) = 220,8.$$

Теплота, що втрачається із випаром, кДж

$$Q_{\text{вип}} = W \cdot i_{\text{вип}},$$

де  $W$  – вага випару, приймається рівною 5% від маси води у сиропі, кг;  
 $i_{\text{вип}}$  - ентальпія випару, кДж/кг.

$$Q_{\text{вип}} = 0,05 \cdot 2687 = 134,35.$$

Тепловий баланс

$$Q_{\text{цук}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{ан}} + Q_{\text{н}} = Q_{\text{сир}} + Q_{\text{конд}} + Q_{\text{втр}} + Q_{\text{вип}},$$

$$Q_{\text{цук}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{ан}} = 9864 + 4190 + 1044 = 15098,$$

$$Q_{\text{сир}} + Q_{\text{втр}} + Q_{\text{вип}} = 161150 + 220,8 + 134,35 = 161150,6.$$

Теоретична кількість пари, яка необхідна для приготування сиропу, кг

$$D = (G_c \cdot (c_{\text{сир}} t_{\text{сир}} - c_c t_c) + G_s (c_{\text{сир}} t_{\text{сир}} - c_s t_s) + W (i_{\text{в.п.н}} - c_{\text{сир}} t_{\text{сир}}) + G_a c_a (t_k - t_n) + Q_n) / (i_{\text{зр.п}} - c_s t_{\text{конд}}),$$

$$D = \frac{161150,6 - 15098}{2049,5} = 71,2.$$

Теоретично необхідна витрата пари, кг/с

$$D_{\text{теор}} = \frac{D}{1,7 \cdot 3600},$$

де 1,7 – час подачі пари, год.

$$D_{\text{теор}} = \frac{71,2}{1,7 \cdot 3600} = 0,012.$$

Графічну ілюстрацію матеріального та теплового балансів наведено на рисунках 2.1 та 2.2.

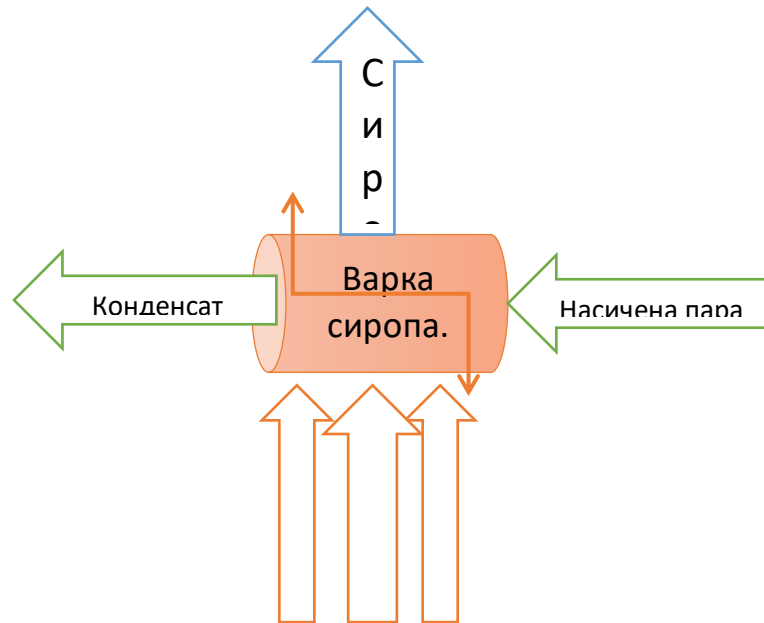


Рисунок 2.1 – Матеріальний баланс сироповарочного апарату

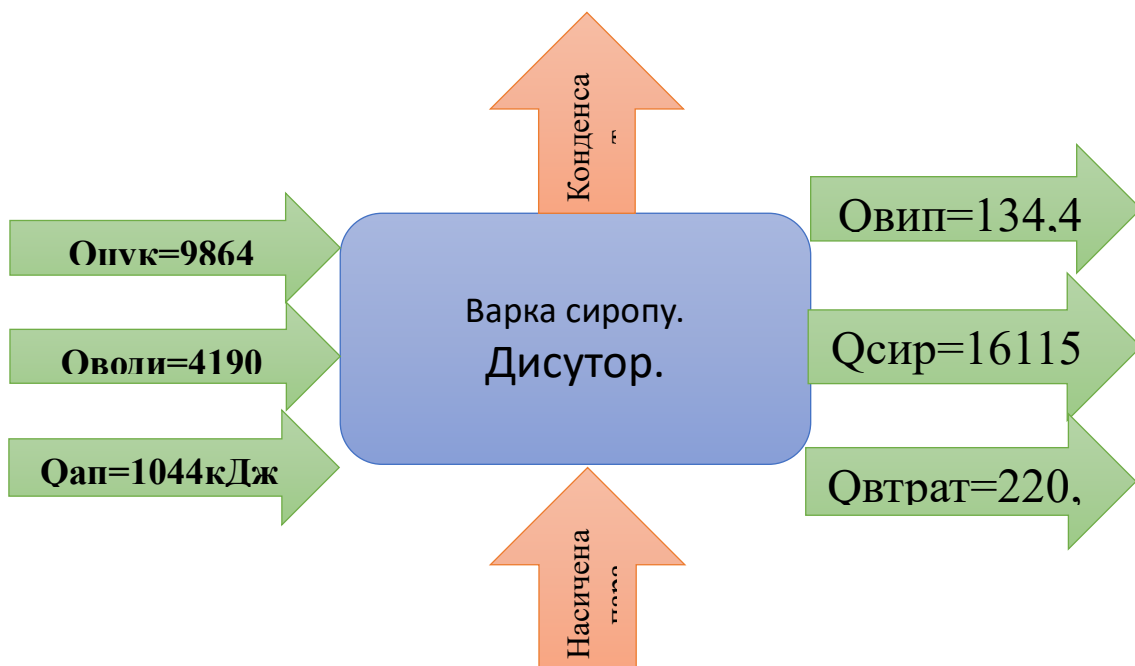


Рисунок 2.2 – Тепловий баланс сироповарочного апарату за один цикл варки

2.2 Оцінка ефективності використання теплових ресурсів при варці сиропу

Експериментальні дослідження, що проводилися на ПАТ «ЗКФ» показали, що реальна витрата пари на сироповарочний апарат становить 0,12 кг/с, що у 10 разів більше теоретично необхідного.

Тобто, для дисутору витрата газу становила 19 тис. м<sup>3</sup> на рік якщо скороти витрату пари на апарат для варки сиропу у десять разів, то економія складе 17 тис. м<sup>3</sup> на рік.

Згідно розрахунків теоретично необхідна потужність агрегату становить 24,5 кВт. Пропонується заміна старого дисутора на сучасний електричний сироповарочний апарат ВКУ-300 (ЧП «ТКФ «Кондитерский Альянс») з робочим об'ємом 300 л та потужністю 32 кВт.

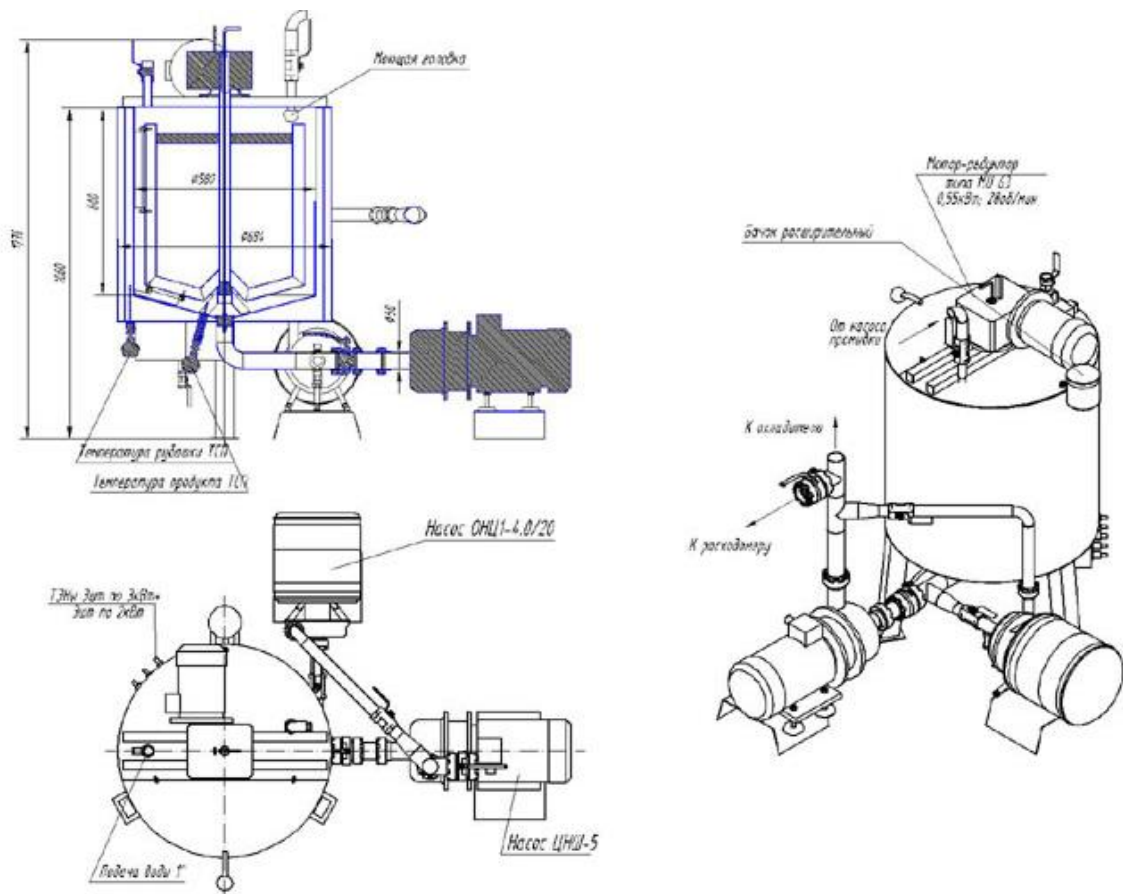


Рисунок 2.3 - Ескіз сироповарочного котла

Орієнтовна вартість такого апарату  $KB_1 = 210$  тис грн.

Економія газу  $\Delta B = 17$  тис. м<sup>3</sup>/рік.

Економія коштів з урахуванням нового тарифу складає, грн/рік

$$E_1 = \Delta B \cdot Z_r,$$

де  $Z_r$  – ціна 1 тис. м<sup>3</sup> палива грн/м<sup>3</sup>,  $Z_r = 6879$  грн/тис. м<sup>3</sup>.

$$E_1 = \Delta B \cdot Z_r = 17 \cdot 6879 = 116943.$$

Термін окупності, роки

$$T = \frac{KB_1}{E_1} = \frac{210000}{116943} = 1,8.$$

### 2.3 Впровадження системи конденсатовідводчиків

#### 2.3.1 Тепловізійне обстеження роботи системи конденсатовідводу

Злив конденсату з дисутору наведено на рисунку 2.3.

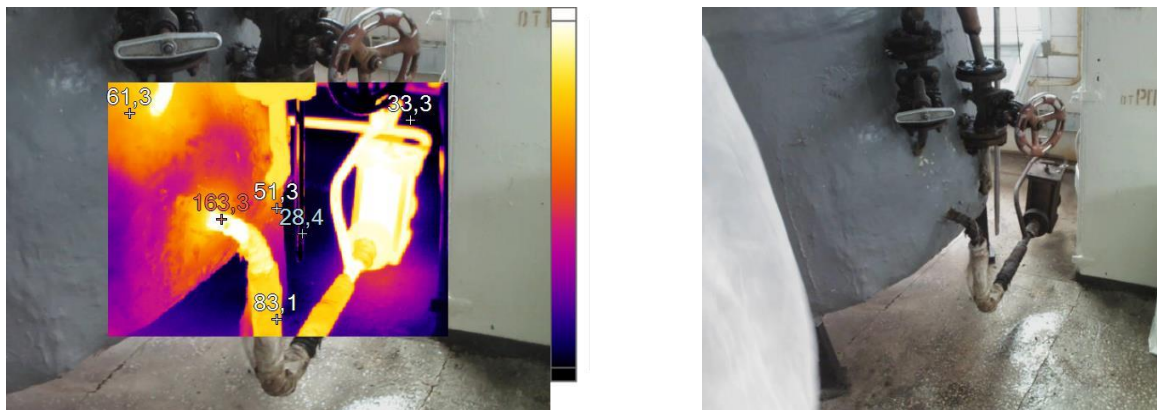


Рисунок 2.3 – Тепловізійна зйомка зливу конденсату з дисутору

Значення температур, що показав тепловізор наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники температури на поверхні дисутору

| Ім'я             | Температура, °С | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 51,3            | 0,92                    |
| Гарячий          | 163,3           | 0,92                    |
| Холодний         | 28,4            | 0,92                    |
| P0               | 33,3            | 0,92                    |
| P1               | 61,3            | 0,92                    |
| P2               | 83,1            | 0,92                    |

Показники температури на поверхні конденсатовідводчику показані на рисунку 2.4 та занесені в таблицю 2.2.

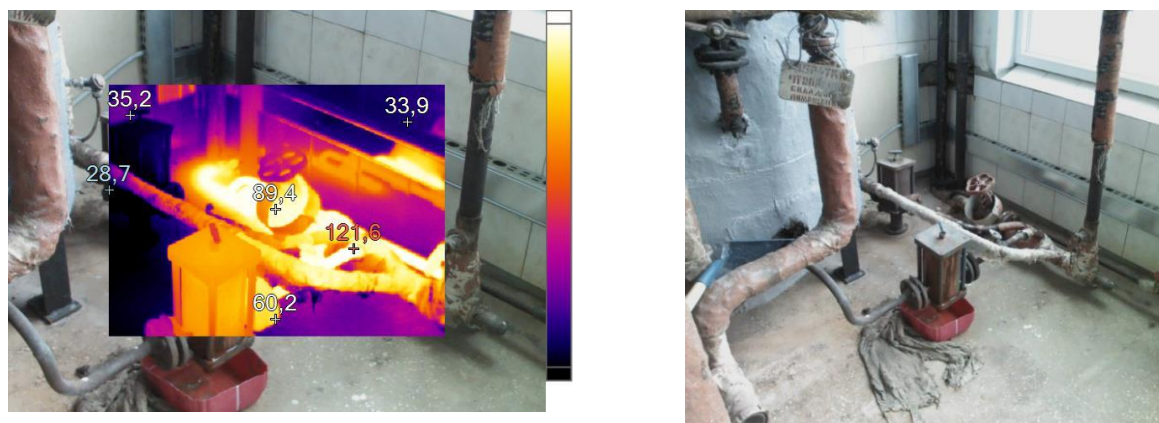


Рисунок 2.4 – Тепловізійна зйомка зливу конденсату з дисуртору

Таблиця 2.2 – Показники температури на поверхні конденсатовідводчику

| Ім'я             | Температура, °С | Міра чорноти $\epsilon$ |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Центральна точка | 89,4            | 0,92                    |
| Гарячий          | 121,6           | 0,92                    |
| Холодний         | 28,7            | 0,92                    |
| P0               | 33,9            | 0,92                    |
| P1               | 35,2            | 0,92                    |
| P2               | 60,2            | 0,92                    |



З попереднього обстеження цеху вироблення помадних цукерок за допомогою тепловізору було виявлено, що встановлені на підприємстві конденсатовідводчики не виконують свої задачі. Конденсат на підприємстві повторно не використовується і скидається на «свічку».

Температура конденсату на виході з дисуртору  $164\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на виході з конденсатовідводчику становить  $(140\dots 120)\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Встановлення сучасних термостатичних конденсатовідводчиків дозволить скоротити витрати пари та зменшити теплоспоживання.

Пропонується також використовувати конденсат для нагріву гарячої води для потреб теплопостачання, гарячого водопостачання або технології.

### 2.3.2 Розрахунок конденсатовідводчиків

Зниження кількості споживаного пара і, відповідно, енергії. Досвід показує, що значні втрати пара від прольоту відбуваються там, де утворюється відносно мало конденсату. Результатом багаторічних досліджень в цьому напрямку стала серія конденсатовідвідників, що випускаються для роботи в широких діапазонах тиску, аж до 196 бар і призначених в першу чергу для дренажу центральних паропроводів і пароспутників.

На сьогодні, на «ЗКФ» не передбачено повернення конденсату на котельню, у зв'язку з істотним забрудненням конденсату цукром та іншими речовинами. Але і система конденсатовідводу майже не працює, що підтверджують тепловізійні дослідження.

Пропонуємо до встановлення термостатичні конденсатовідвідники.

Тиск пари - 3,5 бар. Температура відведення конденсату близька до температури насичення, тобто  $147,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Термостатичний конденсатовідвідник налаштуємо на випуск конденсату з температурою  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Таким чином, при витраті  $G_{\text{п}} = 154,8\text{ кг/год}$  і роботі сироповарочної машини  $\tau = 8000\text{ год/рік}$  додаткова економія теплової енергії при установці термостатичного конденсатовідводчика складе, ГДж/рік

$$Q = (h_n - h_k) \cdot G_n \cdot \tau,$$

$$Q = (2758 - 419,1) \cdot 154,8 \cdot 8000 = 2896.$$

Річна економія газу, м<sup>3</sup>/рік

$$B_{\text{газ}} = \frac{Q}{Q_n^p \cdot \eta},$$

де Q – річна економія ГДж/рік;

$Q_n^p$  – теплотворна здатність природного газу,  $Q_n^p = 33,5$  МДж/м<sup>3</sup>;

$\eta$  - ККД газового котла, %,  $\eta = 85$  %.

Тоді

$$B_{\text{газ}} = \frac{2896 \cdot 10^9}{33,5 \cdot 10^6 \cdot 0,85} = 101720.$$

Річна економія коштів, грн/рік

$$E_2 = B_{\text{газ}} \cdot Z_{\text{газ}},$$

де  $Z_{\text{газ}} = 7,188$  грн/м<sup>3</sup>;

$$Z_{\text{газ}} = 101720 \cdot 7,188 = 731168.$$

Капітальні вкладення складаються:

- вартість обладнання – 70000 грн;
- монтажні – налагоджені роботи – 12500 грн;

Загальна сума витрат  $KB_2 = 82500$  грн.

Термін окупності, років

$$T = \frac{KB_2}{E_2} = \frac{82500}{731168} = 0,1.$$

Даний захід є пріоритетним, так як при невеликих капітальних вкладеннях є істотний економічний ефект.

#### 2.4 Чергове опалення адміністративного корпусу

Загальний об'єм опалюваних приміщень становить 1376 м<sup>3</sup>. Фактичне теплове споживання становить 342 Гкал/рік. На сплату цієї теплоти затрачено 355 тис.грн .

Пропонується встановити у адміністративному корпусі систему автоматизації, яка буде регулювати подачу теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря и температури всередині приміщень, в яких будуть встановлені відповідні датчики. Оскільки підприємство працює в одну зміну, то зниження подачі в ночні часи буде здійснюватися автоматично з використанням тижневого таймкєру.

Тривалість опалювального періоду для м. Запоріжжя становить 166 діб, що становить 23 тижня та 3 святкових дня. Опалення здійснюється постійно з підтримкою температури 16 °С.

Визначемо економію при зниженні температури у нерабочій час до 12 °С. Вимикати опалення рекомендовано за 1 годину до закінчення зміни, а включати за 6 годин до її початку у понеділок. З вівторка по п'ятницю за 3 години. Це необхідно для того, щоб прогріти приміщення до початку робочого дня. В результаті тижневий режим роботи системи опалення адміністративного корпусу виглядає наступним чином:

- понеділок з 1:00 до 17:00  $\tau = 16$  год;
- вівторок – п'ятниця з 4:00 до 17:00  $\tau = 13 \cdot 4 = 52$  год;
- субота та неділя - вихідні дні;
- тривалість звичайного опалення за тиждень – 168 годин;

- тривалість чергового опалення за тиждень – 68 годин;
- тривалість звичайного опалення за опалюваний сезон (з урахуванням 3-х святкових днів) – 3984 години;
- тривалість чергового опалення за сезон – 1564 години;
- тривалість опалюваного сезону – 3984 години.

Економія теплоти у результаті впровадження чергового опалення (%)

$$Економія = \frac{Q_{об.} - \left[ Q_{деж.} \cdot \frac{\tau_{деж.}}{\tau_{отоп.с.}} + Q_{об.} \cdot \left( 1 - \frac{\tau_{деж.}}{\tau_{отоп.с.}} \right) \right]}{Q_{об.}} \cdot 100 \quad ,$$

де  $Q_{об}$  – кількість теплоти, що витрачається на опалення за опалюваний період без впровадження чергового опалення, кВт;

$Q_{черг}$  – розраховується аналогічно  $Q_{об.}$ , тільки  $t_{в} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

$\tau_{отоп.с.}$  – тривалість опалюваного сезону, год;

$\tau_{деж.}$  – тривалість чергового опалення за сезон, год;

Кількість теплоти, що витрачається на опалення за опалюваний період без впровадження чергового опалення, кВт

$$Q_{об} = q \cdot (t_{в} - t_{о.с.}),$$

$t_{в}$  – температура в приміщеннях,  $t_{в} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{о.с.}$  – температура зовнішнього повітря (приймається рівною  $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  – середня за опалюваний період м. Запоріжжя.);

$q$  – питомі теплові втрати будівлі на 1К, кВт/К.

Спростува формулу запишемо, %

$$Економія = \frac{\tau_{деж.}}{\tau_{отоп.с.}} \cdot \left( 1 - \frac{Q_{деж.}}{Q_{об.}} \right) \cdot 100,$$

$$Економія = \frac{1564}{3984} \cdot \left( 1 - \frac{12 - (0,6)}{21 - (0,6)} \right) \cdot 100 = 17,2.$$

Економічну оцінку проведено на основі даних, які отримано від фірми «Спецторг» Запоріжжя.

Приблизно вартість виконаних робіт та налагодження обладнання складає 50 % від вартості обладнання:

- вартість обладнання – 15000 грн;
- вартість робіт – 7000 грн;
- загальні витрати (З) – 22000 грн;
- річна економія тепла – 213 ГДж;
- річна економія коштів (Е) – 18403 грн/рік.

Термін окупності, років

$$T = \frac{KB_3}{E_3} = \frac{22000}{18403} = 1,19.$$

## 2.5 Заміна існуючих газових парових котлів

2.5.1 Встановлення сучасних парових котлів, що працюють на природному газі

Раніше було показано, що апарат для варки сиропу працює вкрай не ефективно. На виході з апарату температура пари близько (150...160) °С. даний факт підтверджує, що пара проходить по теплообмінним трубкам, не віддаючи необхідної кількості теплоти. Пропонується знизити температуру пари та встановити нові сучасні парові котли безпосередньо у виробничому корпусі.

Додатковою економією при впровадженні даного технічного рішення є економія теплоти на транспортування пари від котельні до виробничого корпусу.

Знайдемо параметри пари при базовому варіанті (насичена пара з параметрами  $p = 1,3$  МПа та  $t = 190$  °С виробляється котлами ДКВР-6,5 або ДЕ-1,0). Для цього скористаємося пакетом parvo 95.

Результати розрахунків представлені на рисунках 2.5 - 2.6.

| Фазовое состояние              | Насыщенный пар        |                      |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Относительная энтальпия        | 1                     |                      |
| Давление                       | 13                    | бар                  |
| Температура                    | 191.6048105916028     | °С                   |
| Энтальпия                      | 2786.456837399456     | кДж / кг             |
| Плотность                      | 6.61438272497648      | кг / м <sup>3</sup>  |
| Удельный объем                 | 0.1511856875508449    | м <sup>3</sup> / кг  |
| Внутренняя энергия             | 2589.915443583358     | кДж / кг             |
| Энтропия                       | 6.493616737144696     | кДж / (кг·°С)        |
| Изобарная теплоемкость         | 2.866607481503447     | кДж / (кг·°С)        |
| Изохорная теплоемкость         | 2.006783129422442     | кДж / (кг·°С)        |
| Коэффициент изэнтропии         | 1.287049227876973     |                      |
| Теплопроводность               | 0.03853073478357623   | Вт / (м·°С)          |
| Кинематическая вязкость        | 2.332053112004458e-06 | м <sup>2</sup> / сек |
| Динамическая вязкость          | 1.542509181776993e-05 | Па·сек               |
| Критерий Прандтля              | 1.147595130382635     |                      |
| Скорость звука                 | 502.9497481427674     | м / с                |
| К-т поверхностного натяжения   |                       | н / м                |
| Темп. к-т объемного расширения | 0.003232229747872529  | 1 / °С               |
| Теплота парообразования        | 1971.861557684618     | кДж / кг             |

Рисунок 2.5 - Параметры пари перед сироповарочним апаратом

| Фазовое состояние              | Насыщенный пар        |                      |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Относительная энтальпия        | 1                     |                      |
| Давление                       | 7.921870069818158     | бар                  |
| Температура                    | 170                   | °С                   |
| Энтальпия                      | 2767.901762251023     | кДж / кг             |
| Плотность                      | 4.122192534336135     | кг / м <sup>3</sup>  |
| Удельный объем                 | 0.2425893481855637    | м <sup>3</sup> / кг  |
| Внутренняя энергия             | 2575.725632586232     | кДж / кг             |
| Энтропия                       | 6.664961999019919     | кДж / (кг·°С)        |
| Изобарная теплоемкость         | 2.594441002982584     | кДж / (кг·°С)        |
| Изохорная теплоемкость         | 1.864033176729894     | кДж / (кг·°С)        |
| Коэффициент изэнтропии         | 1.295126111812301     |                      |
| Теплопроводность               | 0.03474796955784207   | Вт / (м·°С)          |
| Кинематическая вязкость        | 3.561523841520474e-06 | м <sup>2</sup> / сек |
| Динамическая вязкость          | 1.468128699037585e-05 | Па·сек               |
| Критерий Прандтля              | 1.096171472148353     |                      |
| Скорость звука                 | 498.8910939232106     | м / с                |
| К-т поверхностного натяжения   |                       | н / м                |
| Темп. к-т объемного расширения | 0.003035964310393186  | 1 / °С               |
| Теплота парообразования        | 2048.8180712986       | кДж / кг             |

| Фазовое состояние              | Насыщенный пар        |                      |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Относительная энтальпия        | 1                     |                      |
| Давление                       | 3.615390993998906     | бар                  |
| Температура                    | 140                   | °C                   |
| Энтальпия                      | 2733.442973163314     | кДж / кг             |
| Плотность                      | 1.966745004512594     | кг / м <sup>3</sup>  |
| Удельный объем                 | 0.5084543231102925    | м <sup>3</sup> / кг  |
| Внутренняя энергия             | 2549.616855100038     | кДж / кг             |
| Энтропия                       | 6.929298582781158     | кДж / (кг·°C)        |
| Изобарная теплоемкость         | 2.310938675311903     | кДж / (кг·°C)        |
| Изохорная теплоемкость         | 1.7002214322796       | кДж / (кг·°C)        |
| Кoeffициент изэнтропии         | 1.305149778085768     |                      |
| Теплопроводность               | 0.03014044103997558   | Вт / (м·°C)          |
| Кинематическая вязкость        | 6.938688151463474e-06 | м <sup>2</sup> / сек |
| Динамическая вязкость          | 1.364663025976151e-05 | Па·сек               |
| Критерий Прандтля              | 1.046319316068977     |                      |
| Скорость звука                 | 489.816922121575      | м / с                |
| К-т поверхностного натяжения   |                       | н / м                |
| Темп. к-т объемного расширения | 0.002893835864566004  | 1 / °C               |
| Теплота парообразования        | 2144.281282685622     | кДж / кг             |

Рисунок 2.6- Температура пари після сироповарочного апарату

Тоді реально корисно використане тепло становить, Вт

$$Q = D \cdot (i_1 - i_2) = 0,012 \cdot (2766 - 2733) = 396.$$

Якщо б пара з температурою  $t=170\text{ }^{\circ}\text{C}$  повністю віддала своє тепло та перейшла в рідкий стан (конденсат), то корисне тепло становило б 24576 Вт, що у біль ніж 60 разів більше.

Для варіння сиропу необхідно 147096 кДж теплоти, що з урахуванням тривалості варіння 1,7 години становить 24 кВт.

Пропонуємо знизити температуру пари. Зміну температури будемо проводити в межах (160...120)  $^{\circ}\text{C}$ . Параметри пари при змінних параметрах та економія пари наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Параметри пари при змінних параметрах та економія пари

|    | Скрита теплота пароутворення, г, т | Ентальпія пари, іп, кДж/кг | Ентальпія конденсау, ік, кДж/кг | Витрата пари, Дп, кг/с | Ентальпія води, ів, кДж/кг | Кількість теплоти, Q Вт | Витрата газу, Vгаза, м <sup>3</sup> /с | Вгаза базовий варіант, м <sup>3</sup> /с |
|----|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|--|
| 1  | 2                                  | 3                          | 4                               | 5                      | 6                          | 7                       | 8                                      | 9  |
| 16 | 2082                               | 2758                       | 335                             | 0,0099                 | 251,1                      | 24,89                   | 2,82                                   | 3,05                                     |
| 15 | 2113                               | 2746,7                     | 335                             | 0,0099                 | 251,1                      | 24,89                   | 2,82                                   | 3,05                                     |

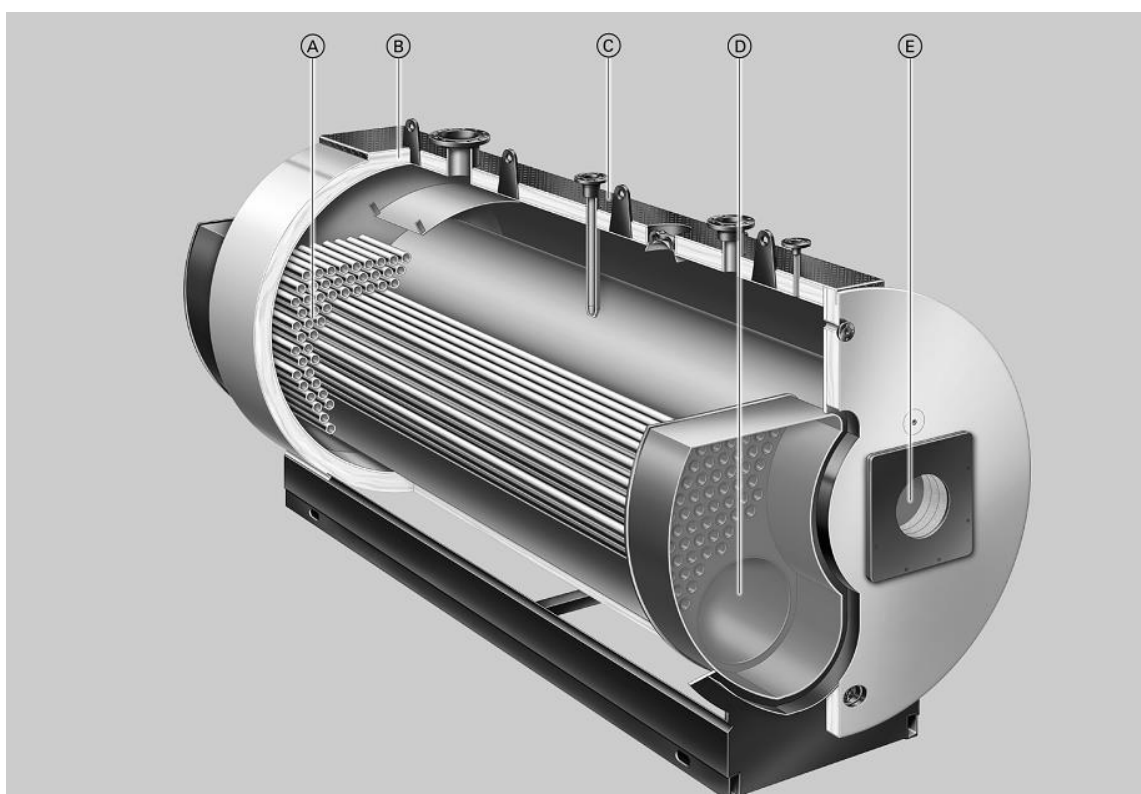
Продовження таблиці 2.7

| 1  | 2    | 3      | 4   | 5      | 6     | 7     | 8    | 9    |
|----|------|--------|-----|--------|-------|-------|------|------|
| 14 | 2144 | 2734,1 | 335 | 0,0100 | 251,1 | 24,88 | 2,82 | 3,05 |
| 13 | 2173 | 2720,7 | 335 | 0,0100 | 251,1 | 24,88 | 2,82 | 3,05 |
| 12 | 2202 | 2706,5 | 335 | 0,0101 | 251,1 | 24,87 | 2,81 | 3,05 |

Необхідно встановити сучасні парові котли з високим ККД, які підвищать енергетичну ефективність процесу вироблення помадних цукерок.

Оскільки адміністративна будівля перешла на автономне опалення, а виробництво цукерок скоротилося, то немає необхідності в такій же паровій теплопродуктивності. Тому пропонуємо встановити котли Vitomax 200LS фірми Viessmann.

Котел представлено на рисунку 2.8.



А - третій газохід; В - вискоефективна ізоляція 100 мм; С - верхня площадка; D - другий газохід; Е - камера спалювання.

Рисунок 2.8 – Котел Vitomax 200LS



Технічні характеристики представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики Vitomax 200LS

| Параметр                          | Одиниці вимірювання | Значення |
|-----------------------------------|---------------------|----------|
| Кількість пари                    | т/год               | 5        |
| Номінальна теплова потужність     | кВт                 | 3300     |
| Номінальна теплова продуктивність | кВт                 | 3600     |
| Ширина                            | м                   | 4,6      |
| Довжина                           | м                   | 2,4      |
| Висота                            | м                   | 3,6      |
| Об'єм парового простору           | м <sup>3</sup>      | 2,4      |
| Температура відхідних газів       | °С                  | 170      |
| Витрата палива                    | кг/год              | 5520     |
| ККД котла                         | %                   | 92       |

Орієнтовна вартість котла Vitomax 200LS та допоміжного обладнання  $KB_4 = 350$  тис грн. Економія газу  $\Delta B = 28$  тис. м<sup>3</sup>/рік.

Економія коштів з урахуванням нового тарифу складає, грн/рік

$$E_4 = \Delta B \cdot Z_r,$$

де  $Z_r$  – ціна 1 тис. м<sup>3</sup> палива грн/ м<sup>3</sup>,  $Z_r = 6879$  грн/тис. м<sup>3</sup>.

$$E_4 = \Delta B \cdot Z_r = 28 \cdot 6879 = 190400.$$

Термін окупності, роки

$$T = \frac{KB_4}{E_4} = \frac{350000}{190400} = 1,84.$$

## 2.6 Утеплення радіаторних ділянок пенофолом

В адміністративній будівлі «ЗКФ» в якості опалювальних приладів використовуються сталеві радіатори. Опалювальні прилади встановлені або в

ніші стіни, або близько стіни. Теплота, що віддається приладом в приміщення, передається випромінюванням. Ділянки стін знаходяться за опалювальними приладами нагріваються сильніше. Через них відбуваються підвищені теплові втрати. Рекомендується на радіаторні ділянки наклеїти пінофол. Пінофол - це шар теплоізоляції (4...5) мм з фольгованим покриттям. Фольговане покриття повинне бути орієнтоване в сторону опалювального приладу. Застосування пінофола для ізоляції радіаторних ділянок дозволяє скоротити витрату теплоти на опалення на 2 %. За 2015 рік споживання тепла склало 1750 ГДж.

Таким чином можна досягти економії теплової енергії, ГДж / рік

$$\Delta Q = Q_o \cdot 0,02 = 1750 \cdot 0,02 = 35.$$

Річна економія газу, м<sup>3</sup>/рік

$$\Delta B_{газ} = \frac{\Delta Q}{Q_n^p \cdot \eta},$$

де  $Q_n^p$  – теплотворна здатність природного газу,  $Q_n^p = 33,5$  Мдж/м<sup>3</sup>;  
 $\eta$  - ККД газового котла, %,  $\eta=92$  %.

Тоді

$$B_{газ} = \frac{35 \cdot 10^9}{33,5 \cdot 10^6 \cdot 0,92} = 1136.$$

Економія коштів з урахуванням нового тарифу при цьому складає, грн/рік

$$E = \Delta B \cdot Z_r,$$

де  $Z_r$  – ціна 1 тис. м<sup>3</sup> палива грн/ м<sup>3</sup>,  $Z_r = 6879$  грн/тис. м<sup>3</sup>.

$$E = \Delta B \cdot Z_c = 1136 \cdot 6,879 = 7815.$$

Загальна кількість радіаторів в будівлі 52 шт. Площа одного радіатора 0,5 м<sup>2</sup>. Пінофол повинен трохи виступати за межі приладу. Для сталевих радіаторів 15 %, для регістрів з гладких труб (з огляду на проміжки між трубами) 200 %. Запас на розкрій пінофолу 20 %.

Необхідна площа пенофола, м<sup>2</sup>

$$F_{\text{пенофолу}} = 1,2 \cdot (1,15 \cdot 52 \cdot 0,5) = 35,9.$$

Рулон 0,55 м завширшки і довжиною 5м (2,75м<sup>2</sup>) коштує 300 грн.

Витрати на придбання пінофолу, грн.

$$Z_{\text{пенофола}} = F_{\text{пенофола}} \cdot z_{\text{пенофола}} = 35,9 \cdot 109 = 3916.$$

Термін окупності, роки

$$T = \frac{Z_{\text{пенофолу}}}{E_6} = \frac{3916}{7815} = 0,5.$$

## 2.7 Заміна лампочок розжарювання на енергозберігаючі

У будівлях Запорізької кондитерської фабрики встановлені як лампи денного світла, переважно в коридорах і цехах, і лампи розжарювання потужністю 40 Вт, 60 Вт і 100 Вт в кабінетах. Освітлення в будівлях використовується круглий рік в середньому по 5 годин на день. З огляду на те, що порахувати точну кількість лампочок у всіх корпусах даної установи не представляється можливим, через особливості режиму роботи установи, наведемо розрахунок економії електроенергії при заміні 1 лампочки з різною потужністю.

Пропонується замінити лампи розжарювання енергозберігаючими лампами 32W 4100K E27 Full Spiral потужністю 32Вт. Альтернативою лампам розжарювання потужністю 60 Вт можуть бути 12W 4100K E27 Full Spiral потужністю 12 Вт, а 40 Вт - 8W 4100K E27 Full Spiral потужністю 8Вт.

Вартість електроенергії 1,56 грн/кВт·год.

Економія електроенергії при заміні лампочок, кВт·год

$$N = (N_{\text{накал}} - N_{\text{енергосбер}}) \cdot \frac{n \cdot \tau \cdot t}{1000},$$

де  $N_{\text{накал}}$  - потужність лампи накалювання, Вт;

$N_{\text{енергосбер}}$  - потужність енергозберігаючої лампи, Вт;

$n$  - кількість ламп, шт.;

$\tau$  - тривалість роботи ламп, год;

$t$  - тривалість освітлення за рік, діб.

Економія електроенергії, кВт·год

- при заміні лампочок 100 кВт, кВт·год

$$N = (100 - 32) \cdot \frac{1 \cdot 5 \cdot 365}{1000} = 124,1;$$

- при заміні лампочок 60 Вт, кВт·год

$$N = (60 - 12) \cdot \frac{1 \cdot 5 \cdot 365}{1000} = 87,6;$$

- при заміні лампочок 40 Вт, кВт, кВт·год

$$N = (40 - 8) \cdot \frac{1 \cdot 5 \cdot 365}{1000} = 58,4.$$

Економія коштів при заміні лампочок, грн

$$E = \Delta N \cdot z_{el},$$

– при заміні лампочок 100 кВт

$$E = 124,1 \cdot 1,56 = 193,6;$$

– при заміні лампочок 60 кВт

$$E = 87,6 \cdot 1,56 = 136,66;$$

– при заміні лампочок 40 кВт

$$E = 58,4 \cdot 1,56 = 91,11.$$

Вартість енергозберігаючої лампочки 20 Вт - 60 грн; 12 Вт - 54 грн; 8 Вт - 52 грн.

Термін окупності, роки

$$P = \frac{Z_{ламп}}{E},$$

– для лампочок 20 Вт

$$P = \frac{60}{193,6} = 0,31;$$

– для лампочок 12 Вт

$$P = \frac{54}{136,66} = 0,4;$$

– для лампочок 8 Вт

$$P = \frac{52}{91,11} = 0,57.$$

Результати розрахунків усіх енергозберігаючих заходів наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Економічна оцінка енергозберігаючих заходів

| Заходи   | Витрати | Економія | Термін окупності |
|--|---------|----------|------------------|
|  | грн     | грн/рік  | років            |
| Заміна сироповарочного апарату                         | 210000  | 116943   | 1,8              |
| Встановлення конденсатовідводчиків                     | 82500   | 731168   | 0,1              |
| Чергове опалення                                       | 22000   | 18403    | 1,2              |
| Автономна модульна котельня                            | 350000  | 190400   | 1,84             |
| Утеплення ділянок за опалювальними приладами пенофолом | 10057   | 20498    | 0,5              |
| Заміна лампочок на енергозберігаючі 20В; 12В; 8В.      | 60      | 193,6    | 0,31             |
|  | 54      | 136,66   | 0,4              |
|  | 52      | 91,11    | 0,57             |

Головним заходом є заміна сироповарочного апарату та встановлення конденсатовідводчиків. Організація чергового опалення адміністративного корпусу дозволить при невеликих капітальних вкладеннях домогтися суттєвої економії коштів. Утеплення ділянок за опалювальними приладами пенофолом дозволить скоротити теплові втрати.

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 3.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих факторів в цеху вироблення помадних цукерок ПАТ «ЗКФ»

Основними шкідливими факторами в приміщеннях харчової промисловості є: тепло та волого виділення від людей, харчів, освітлюючих приладів. Запроектовані системи вентиляції створюють комфортний режим для перебування працівників.

Окрім мікроклімату в приміщенні регламентуються: *чистота повітря* - у зоні перебування людей, згідно ДСН 3.3.6.042-99, мають бути відсутніми місцеві шкідливі і неприємні струми повітря і застійні місця, а вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК); *рівень шуму* повинен бути мінімальний; витрата свіжого (зовнішнього) повітря на одну людину приймається згідно ДБН В.2.5.-67:2013. Самопочуття людини в приміщенні залежить від багатьох об'єктивних і суб'єктивних чинників, основними з яких є умови тепло- і вологообміну. Такі умови, у свою чергу, залежать від індивідуальних особливостей організму, стану здоров'я, нервової напруги, категорії виконуваної роботи, типа і матеріалу одягу; температури, вологості і швидкості руху довколишнього повітря; відстані від тіла людини до поверхонь, випромінюючих або поглинаючих тепло, їх розмірів і температури. Дуже важливою для самопочуття людини є наявність в приміщенні свіжого (зовнішнього) повітря.

До несприятливих факторів робочого середовища слід віднести:

- протяги,
- підвищену вологість повітря,
- водяні пари, що утворюються в процесі варки сиропу та його уварювання,
- крохмальний пил.

## 3.2 Заходи, щодо поліпшення умов праці

### 3.2.1 Вимоги по обмеженню виробничого шуму та вібрації

Допустимі рівні шуму в приміщеннях харчових підприємств встановлюються згідно з діючими санітарними нормами рівней шуму на робочих місцях.

Оптимальні еквівалентні рівні непостійного шуму на підприємствах суспільного харчування не повинні перевищувати 70дБА.

Шум не тільки впливає на слуховий апарат, але може привести до розладу серцево – судинної та нервової системи та сприяє виникненню гіпертонічної хвороби. Крім цього він є причиною швидкого стомлення працівника, та здатен привести до несчасного випадку.

За ДБН В.1.2-10.2008 "Шум. Загальні вимоги безпеки" припустимий рівень шуму - 60 дБА, у виробничих приміщеннях - 85 дБА.

Серед основних чинників виникнення шуму на підприємствах харчової промисловості можуть бути названі такі:

- у холодильному блоці основні джерела шуму – це компресор і вентилятори конденсатора. Із загального об'єму шуму на компресор доводиться 22 %, на вентилятор – 40 %, а на холодильний контур і трубопроводи – що залишаються 38 %;

- у вентиляційних установках і вентиляційних секціях центральних кондиціонерів шум і вібрація виникають від вентилятора і від трансмісії мотор-вентилятор. Елементи, що обертаються, недостатньо відрегульовані і погано відцентровані, а також зношені підшипники і так далі, можуть помітно підвищити рівень вироблюваного шуму;

- у насосах шум чиниться двигуном, валом в підшипниках і трансмісією (якщо така є). У випадках дефектів функціонування або проектування можуть виникати ефекти створення порожнин в насосах, що наводять до появи характерних додаткових шумів;

- різні компоненти (насоси, перегородки і так далі).



Шум чиниться не безпосередньо самими цими компонентами, а при переміщенні в них рідини (води) або повітря.

Холодильна машина для охолодження готових помадних цукерок має незначні параметри рівня шуму. Рівень тиску шуму  $L_p$  може варіюватися від 25 дБ (А) до 50 дБ холодильного блоку (на відстані 10 м від джерела).

Заходи по зниженню шуму в системах вентиляції ґрунтуються на двох видах операцій, застосованих одночасно або послідовно:

- заходи, що відносяться до самого джерела шуму;
- заходи, що відносяться до каналів передачі шуму.

Ці заходи завжди передбачаються на стадії проектування і застосовуються при монтажі систем (установок). В такому разі вдається отримати найкращі результати при менших витратах. Заходи, що приймаються після завершення монтажу, ніколи не можуть дати такого ж результату, і в будь-якому разі витрати на такі роботи значно вищі. Після закінчення робіт деякі заходи можуть виявитися просто матеріально нездійсненними.

Низький рівень шумових характеристик установки, перш за все, залежить від правильного вибору холодильної установки, блоку переробки повітря, вентиляторів і так далі, що мають по можливості найменші показники рівня шуму, виходячи з технічних потреб проекту. Аналогічні заходи можуть бути прийняті відносно вентиляторів систем обробки повітря. Завжди рекомендується використовувати вентилятори, що мають низький рівень шуму, аби уникнути необхідності установки ізоляторів. Слід зазначити, що, якщо установка має в своєму розпорядженні систему забору повітря, шумопоглинаючі прокладки повинні встановлюватися як на вхідних, так і на випускних повітроводах.

В деяких випадках можна понизити швидкість обертання вентилятора. Це здійснимо до тих пір, поки потужність і тиск повітря зберігаються в межах допустимого. Зазвичай при зниженні швидкості (частоти обертання) вентилятора скорочується і рівень шуму. Наприклад, при зменшенні

швидкості на 20 % рівень шуму знижується на 5 дБ, зниження швидкості на 30 % скорочує його на 8 дБ і так далі

Нижче наводяться деякі рекомендації по вибору місця розташування установок:

- вмонтовувати установки якнайдалі від дверей або вікон. Навіть несильний шум, який міг би гаситися стіною, при його проникненні через відкриті двері або вікно може наводити до небажаних наслідків;

- повітряохолоджувальні установки мають особливість по-різному поширювати шум залежно від напрямку. Зазвичай гучною є сторона виходу повітря, а менш гучною – сторона забору повітря (наприклад, сторона теплообмінника холодильника). Це також необхідно враховувати при монтажі установки;

- інколи може потрібно створення довкола установки захисного акустичного бар'єру. З цією метою використовують готові панелі, що складаються із сталевих аркушів і звукопоглинальних прокладок. Поверхня таких панелей, направлена на установку, має перфорацію, що дозволяє забезпечити поглинання шуму, а зворотна сторона суцільна, що дозволяє запобігти його подальшому поширенню. Висота панелей має бути достатньою і не допускати прямого оптичного перегляду установки.

Зниження рівня шуму установки, що досягається при використанні цих панелей, і може складати до (12...15) дБ.

Розташування шумоглушника має велике значення для контролю рівня шуму. Це, зокрема, має значення при установці холодильного агрегату в приміщеннях, до яких пред'являються підвищені вимоги до показників шуму. При установці шумоглушника необхідно виключити розташування, при якому шум, що утворюється в приміщенні, міг би проникати у повітровод на виході з шумоглушника, зводячи нанівець роботу останнього. Як можна бачити, кращий ефект при установці шумоглушника досягається при розміщенні його в місці проходження повітроводу через стіну. І дійсно, вироблюваний в приміщенні шум частково гаситься стіною і потім через

шумоглушник потрапляє у повітровод. Необхідно уникати також установки шумоглушника повністю поза приміщенням, оскільки шум може чинитися і стінками повітроводу до шумоглушника в самому приміщенні.

На підприємствах харчової промисловості вібрація спостерігається при роботі холодильного та вентиляційного обладнання, а також спеціального приладдя. З метою зниження вібрації вентиляторів їх встановлюють на вібропоглинаючу підставу або раму (пружинні ізолятори), сполучають з електродвигуном через ремінну передачу, між вентилятором і повітроводами встановлюють гнучкі вставки. Все це дозволяє понизити вібрацію на високих і на низьких частотах, а також протистоїть дії сили вологи і температур.

### 3.3 Виробнича санітарія

Нормативну температуру, вологість та чистоту повітря в приміщеннях підтримують за допомогою вентиляції та водяного опалення від власної котельні.

Чинним нормативним документом, що регламентує метеорологічні умови виробничого середовища, є ДСН 3.3.6.042-99 «санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Температура в середині приміщення від 18 до 27 °С, відносна вологість повітря від 40 % до 60 %, швидкість руху повітря від 0,2 до 0,4 м/с, з інтенсивністю теплового випромінювання до 100 Вт/м<sup>2</sup>. У приміщеннях з надлишками явного тепла температура повітря допускається не більше ніж на 3 °С вище за середню зовнішню температуру найжаркішого місяця, але не більше 28 °С.

Забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщенні залежить від кратності повітрообміну, потужності вентиляційних систем та вибору їх типу.

Розрахункова температура повітря та кратність повітрообміну в приміщеннях підприємств харчової промисловості наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахункова температура повітря та кратність повітрообміну в приміщеннях підприємств суспільного харчування

| Приміщення     | Розрахункова температура повітря, °С | Кратність повітрообміну, м <sup>3</sup> /год |         |
|----------------|--------------------------------------|--|---------|
|                |                                      | приплив                                      | витяжка |
| Виробничі цеха | 18                                   | за розрахунками,                             |         |
| Душові         | 18                                   | 4  | 6       |
| Кладові        | 12                                   | -  | 1       |

Цех обладнано припливно – витяжною вентиляцією з механічним спонуканням. Природня вентиляція здійснюється в приміщеннях без шкідливих виділень крізь відкриті вікна. На даному об’єкті виробничі цехи, склади та санвузли обладнанні відокремленими системами вентиляції.

Системи вентиляції здійснюють подачу припливного повітря в виробничі, складські та побутові приміщення вище робочої зони.

Для захисту працівників від перегріву поблизу джерел променевого та конвективного тепла (50 Вт/м<sup>2</sup> та більше) застосовується душування та екранування повітряним потоком.

Підприємства харчової промисловості бути обладнанні системами центрального водяного опалення, які забезпечать рівномірний нагрів повітря в приміщеннях. Температура теплоносія не повинна привищувати 150 °С.

Трубопроводи та радіатори опалення з температурою поверхні нагріву більш 45 °С повинні бути ізольованими або закрити решітками.

У всіх виробничих та господарсько – адміністративних приміщеннях виробництв продуктів харчування освітлення повинно бути запроектовано згідно до ДБН В.2.5-28-2006.

На даному об’єкті використовується комбіноване освітлення, тобто за допомогою природного освітлення (вікон ) та штучного освітлення (лампи розжарювання Г220-500)

Для загального освітлення цехів використовують світильники, які мають захисну арматуру.

### 3.4 Електробезпека

На безпеку істотним чином впливають вологість, температура повітря, наявність в ньому хімічних елементів та електропровідного пилу тощо. Враховуючи ці ознаки, у відповідності приміщення діляться на три категорії щодо ступеня ураження струмом. До 1 категорії - без підвищеної небезпеки відносяться такі приміщення: підсобки та приміщення, де встановлено вентиляційне устаткування. До 2 категорії – з підвищеною небезпекою: г цех, де встановлені котли, варочні колони, що є приміщенням з підвищеною вологістю.

Для вентиляційного устаткування використовується змінний струм 380 В з частотою 50 Гц. Безпечним для людини є змінний струм 0,0001 А, смертельний – 0,1 А. Проходячи через тканини людини, електричний струм піддає його термічним омегам. Розрізняють так само механічні поразки від дії електричного струму. Це наводить до різних руйнувань в організмі, викликавши як місцеве ураження тканин, так і загальну поразку організму (електричний удар). Для запобігання поразці електричним струмом передбачається трьохфазний струм, мережа з глухозаземленою нейтраллю та занулення електроустановок.

Освітлення та живлення ручного електрообладнання здійснюється напругою 12 В. Аварійне освітлення здійснюється напругою 12 В постійного струму (від акумуляторів).

### 3.5 Пожежна безпека

Велике значення при здійсненні заходів пожежної безпеки має оцінка пожежної небезпеки об'єкту. Відповідно до будівельних норм і правил ДБН 2-90-81 [10] встановлено, що дане приміщення відноситься до категорії

Д. Умови розвитку пожежі в будівлях багато в чому визначаються ступенем їх вогнестійкості, а ступінь вогнестійкості, у свою чергу, залежить від займистості і вогнестійкості основних будівельних конструкцій і від меж поширення вогню по цих конструкціях. Даний об'єкт має 2 ступень вогнестійкості відповідно до ДБН 2.01.02-85 [11]. Другий ступень вогнестійкості має такі конструктивні характеристики: будівлі з несучими конструкціями, з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів. У покритті будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції [12].

Після вибору необхідного ступеня вогнестійкості і меж вогнестійкості будівельних конструкцій необхідно визначити межі вогнестійкості протипожежних перешкод. В даному випадку мінімальна межа вогнестійкості для протипожежних перекриттів, елементів перекриття і зовнішніх стенів - 0,75 год.

У комплекс протипожежних заходів входять попередження виникнення пожеж, обмеження поширення вогню при виникненні пожежі, створення умов для успішної евакуації людей з будівлі, що горить, і забезпечення умов для швидкої локалізації і гасіння пожеж.

Для того, щоб запобігти дії на людей небезпечних чинників пожежі, необхідно при проектуванні будівель забезпечити людям можливість швидко покинути будівлю. У початковій стадії розвитку пожежі небезпеку для людини створюють високі температури, зниження концентрації кисню і поява токсичних речовин в повітрі приміщення, а також погана видимість унаслідок задимленості. Пристрій доріг евакуації повинен забезпечувати можливість всім людям покинути будівлю через евакуаційні виходи.

Відповідно до умов, необхідних для виникнення і поширення горіння, припинення горіння може бути досягнуте наступними методами:

- припиненням доступу в зону горіння окислювача (кисню повітря) або горючої речовини, а також зниженням їх вступу до величин, при яких горіння не можливе;

- охолодженням зони горіння нижче температури самозаймання або пониженням температури речовини нижче температури займання, що горить;

- розбавленням горючих речовин негорючими;

- інтенсивним гальмуванням швидкості хімічних реакцій в полум'ї (інгібіруванням горіння), механічним зривом полум'я сильним струменем газу або води.

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на пожежному стенді:

- вогнегасники - повітряно – пінні ОВП-10 (3 шт.);

- ящик з піском 0,5 м<sup>3</sup> (1шт.);

- лопати (2 шт.);

- ломи (2 шт.);

- сокири (2 шт.).

На цих принципових методах і засновані відомі способи і прийоми припинення горіння в умовах пожежі.

### 3.6 Розрахунок штучного освітлення для ділянки приготування цукрового сиропу

Основним завданням розрахунку штучного освітлення є визначення числа світильників або потужності ламп для забезпечення нормованого значення освітленості.

Для розрахунку штучного освітлення використовують один з трьох методів: за коефіцієнтом використання світлового потоку, точковий і метод питомої потужності.

При розрахунку загального рівномірного освітлення основним є метод використання світлового потоку, створюваного джерелом світла, і з урахуванням відбиття від стін, стелі, підлоги.

Розрахунок освітлення починаємо з вибору типу світильника, який приймається в залежності від умов середовища. Світильник світлодіодний промисловий ДСП 120 призначений для освітлення виробничих приміщень, складів, логістичних центрів, підземних паркінгів.

Основні технічні характеристики:

- колірна температура - 4000-5300 К;
- номінальне значення світлового потоку – 9800 лм;
- світлова віддача - не менше 90 лм/Вт;
- застосовувані світлодіоди - фірми Cree, XT-E, XMLB;
- тип кривої сили світла (КСС) по ГОСТ 17677 – Д;
- застосовувана оптика фірми Ledil з ефективним тілесним кутом світлового потоку без сліпучого ефекту - 90 °, 54 °, 25 °;
- індекс передачі кольору - 70-75;
- коефіцієнт пульсацій світлового потоку <2 %;
- напруга харчування - 220 ± 30 В; 50 Гц;
- номінальна споживана потужність - 120 Вт;
- коефіцієнт потужності (cos φ) - не менше 0,95;
- діапазон температур навколишнього середовища – від – 40 °С до + 40 °С;
- ступінь захисту від впливу навколишнього середовища - IP 55;
- клас захисту від ураження електричним струмом –1;
- кріплення світильника - підвіс на трос Ø 6-8 мм, підвіс до стелі, кріплення на стелі;
- габаритні розміри - не більше 810x120x220 мм;
- маса - не більше 6 кг.

Дано:



- довжина приміщення  $A = 10$  м;
- ширина приміщення  $B = 4,5$  м;
- висота приміщення  $D = 3,8$  м.

Розрахунок кількості світильників, шт

$$N = \frac{E_H \cdot S \cdot k \cdot 100}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta \cdot n},$$

де  $N$  - кількість світильників;

$E_H$  - нормована освітленість, лк;

$S$  - освітлювана поверхня;

$k$  - коефіцієнт запасу - 1,5;

$\Phi_{\text{л}}$  - світловий потік лампи, 9800 лм;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку;

$n$  - число ламп в світильнику.

Нормовану освітленість ( $E_H$ ) приймаємо по СНиП 23-05-95, відповідно до прийнятої системи освітлення та умовами зорової роботи. Для даного приміщення  $E_H$  становить 300 лк.

Освітлювана поверхня,  $\text{м}^2$

$$S = A \cdot B,$$

$$S = 10 \cdot 4,5 = 45.$$

Коефіцієнти використання світлового потоку для прийнятого типу світильника визначаємо за індексом приміщення  $i$  та коефіцієнтом відбиття стелі ( $\rho_{\text{п}}$ ), стін ( $\rho_{\text{с}}$ ), і підлоги ( $\rho_{\text{р}}$ ) по таблиці «Коефіцієнт використання світлового потоку. Світильники з люмінесцентними лампами».

Індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)},$$

де  $H_p$  - висота підвісу світильників, 3,8 м.

$$i = \frac{10 \cdot 4,5}{3,8 \cdot (10 + 4,5)} = 0,82.$$

Кількість світильників, яка необхідна для освітлення у найбільшому приміщенні, шт.

$$N = \frac{300 \cdot 45 \cdot 1,5 \cdot 100}{9800 \cdot 95 \cdot 1} = 2,2.$$

Приймаємо до встановлення на ділянці приготування цукрового сиропу 2 світильники ДСП 120.

## ВИСНОВКИ

Природний газ, електроенергія, насичена пара, вода - основні енергоносії, необхідні для роботи «Запорізької кондитерської фабрики». Аналізуючи дані розрахунків можна зробити висновки, що найбільше на підприємстві споживають газ - 52 % та електроенергію - 32 %.

Результати тепловійної зйомки, а також складання теплових та матеріальних балансів показали нераціональне використання насиченої пари при варці сиропу та уварочної колони. У зв'язку з цим особливу увагу було приділено системі пароспоживання, а саме ефективності використання пари та природного газу. Запропоновано модернізацію системи конденсатовідводчиків. На підставі аналізу порівняння споживання енергоресурсів іншими кондитерськими фабриками України, був встановлений той факт, що на Запорізькій кондитерській фабриці має місце не економічне використання палива.

Котли ДЕ-01-1,4, який встановлені в котельні, є морально застарілими. Ефективність роботи котлів не більше 70 %, що є дуже низьким показником. Заміна котла стає пріоритетним енергозберігаючим заходом. Також енергозберігаючим заходом може бути впровадження чергового опалення.

Кондитерська фабрика працює на застарілому енергетичному обладнанні, яке малоефективне. Високі строки окупності запропонованих заходів обумовлені високою вартістю палива і енергоефективного обладнання. У найближчій перспективі простежується тенденція підвищення вартості усіх енергетичних ресурсів - це зменшить термін повернення інвестицій в енергозбереження. Після реалізації енергозберігаючих заходів економія палива може бути не настільки відчутною, але поліпшення рівня теплової комфортності буде досягнуто в проблемних приміщеннях.

Постійний контроль, облік і планування енергоспоживання шлях до енергозбереження.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Прокопенко В.В., Закладний О.М. Енергетичний аудит. –Київ: Освіта України, 2008. – 354с.
2. ДСТУ 4713:2007 Енергетичний аудит промислових підприємств. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007.
3. Краткий физико-технический справочник т.3, под общей редакцией К.П. Яковлева. - Москва: Государственное издательство физико-технической литературы, 1962.
4. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько побутові потреби в Україні КТМ 204 Україна 244-94.
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будинків»
6. СНиП 2.04.05 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
7. Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Изд. КиевЗНИИЭП, 2001 г.
8. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»
9. СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника».
10. Національне агентство екологічних інвестицій України. Методика оцінки скорочення викидів парникових газів при санації будівлі, 2010р.
11. Внутренние санитарно – технические устройства. Справочник проектировщика под. Ред. Староверова И .Г. – 4-е изд. перераб. – М.: Стройизад, 1990. – 344с.
12. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. М.: Стройиздат. 1985.
13. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процесами: Учебник для вузов. –М.: Энергоатомиздат. 1985. -296 с., ил.

14. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок. Учебник для техникумов. – 3-е издание перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 344 с., ил.
15. . Купчик М.П., Гадзюк М.П., Степанец І.Ф., Вендичанський В.Н. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. - 416 с.
16. СНіП 23-05. -95 «Природне і штучне освітлення»
17. ПУЭ «Правила устройства электроустановок»
18. НПАОП 0.00-1.29-97 «Правила захисту від статичної електрики»
19. ДБН 1.1.7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва"
20. СНіП 2.04.02-84 «Водопостачання зовнішні мережі і споруди»
21. ДБН В.2.5.-13-98\* "Пожежна автоматика будинків і споруджень"
22. НАПБ Б.01.001-2004 "Правила пожежної безпеки в Україні".
23. Правила технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей и правила техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей. М., «Энергия», 1973. 143 с.
24. Правила пожежної безпеки в Україні. МВС України. Управління державної пожежної охорони МВС України. – Київ. Укрархбудінформ, 1995. – 195 с.
25. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. – Сімферополь, «Таврія Плюс» .: 2001. – 124 с., іл.
26. Сердюк Л.С. Методичні вказівки до виконання техніко-економічного обґрунтування проектних рішень дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090510 «Теплоенергетика». Запоріжжя, 2012.
27. Энергоаудит. Лекции. Прокопенко В.В., доц., к.т.н. Институт энергосбережения и энергоменеджмента Энергоаудит.
28. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. Варнавский Б.П. Колесников А.И. Учебное пособие.- Ассоциация энергоменеджеров, М., 1999 г.

29. Повышение энергетической эффективности вентиляционно-отопительных систем (принципы энергоаудита). И.Р. Щекин. Харьков., «Форт», 2003.

30. Учебное пособие по энергетическому обследованию коммунального хозяйства и промышленных предприятий Колесников А.И. Федоров М.Н. Московский институт коммунального хозяйства и строительства (МИКХиС). М. 1997г.

31. Энергоаудит. Пособие для слушателей образовательных курсов по энергетическому менеджменту. Государственный комитет Украины по энергосбережению.

32. Энергоаудит предприятий бюджетной сферы. Курс лекций

33. "Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций" (утверждена начальником Главгосэнергонадзора РФ Б.П. Варнавским 23.12.98 г.) Авторский состав: А.Афонин, Н.Коваль, А.Сторожков, В.Шароухова

34. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения. Н.Н. Чистяков, М.М. Грудзинский, В.И. Ливчак, И.Б. Покровская, Е.И. Прохоров. Москва. 1988г.

35. Энергосбережение в жилищном фонде: проблемы, практика и перспективы. М.: depa, Фонд «Институт экономики города», 2004 — 108 стр.

36. Экономия энергии в промышленности: Учеб. пособие / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов; Нижегородский государственный технический университет. Н. Новгород, 1998. 220 с

37. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности / Степанов В.С, Степанова Т.Б.— Новосибирск: Наука. Сиб. отдел.,1990.- 248 с.

38. Лабораторные работы (практикум) по курсу «Основы энергосбережения» для студентов технических специальностей. Составители: В.Г. Баштовой, Д.Л. Жив, Е.В. Кравченко, А.Г. Рекс, Н.Г. Хутская, И.В. Янцевич

39. Основы энергосбережения. Самойлов М.В., Паневчик В.В., Ковалев А.Н. 2002.
40. Повышение эффективности использования энергии в жилищном секторе Дании. Под ред. д.э.н. А.М. Мастепанова и д.э.н. Ю.М. Когана. Москва, 1999. 236 с.
41. Энергосбережение в учреждениях РАН. Научно-практические и методические материалы по энергоаудиту
42. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. В. С. Беляев, И. П. Хохлова. Москва, издательство "Высшая школа", 1991. 255 с.
43. Купчик М.П., Гадзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендичанський В.Н. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. - 416 с.
44. Кнорринг Г.М. Справочная книга по проектированию электрического оборудования. – Л.: Энергия, 1976. – 391с.
45. Князевский Б.А., Долин П.А., Марусова Т.П. и др. Охрана труда / под ред. Б.А. Князевского . 2-е изд. М.: «Высшая школа», 1982. 311 с.
46. Безпека технологічних процесів та обладнання. Навчальний посібник / Укл. В.К. Тарасов. – Запоріжжя, 2005. – 117с.
47. Гогіташвілі Г.Г. Охрана праці на підприємствах : Навчальний посібник. Київ : ІСДО, 1993. 252 с.
48. Правила технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей и правила техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей. Москва : «Энергия», 1973. 143 с.
49. Правила пожежної безпеки в Україні. МВС України. Управління державної пожежної охорони МВС України. – Київ. Укрархбудінформ, 1995. 195 с.
50. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. Сімферополь : «Таврія Плюс», 2001. 124 с.

51. Г.Б.Кожемякін,В.Г.Рижков,К.В.Белоконь. Охорона праці і техногенна безпека. Методичні вказівки до виконання розділу магістерських робіт для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форми навчання.-Запоріжжя:ЗДІА,2012.- 48с.

52. Охорона праці та промислова безпека: Навч.посіб./ К.Н.Ткачук та ін. К.: Основа ,2009-350с.

53. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность.- М.: Экзамен,2006.-510с.

54. Белов С.В., Козьяков А.Ф.,Партолин О.Ф. и др./ Под ред..Белова С.В. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование. Справочник .- М.: Машиностроение ,1989.- 368 с.

55. ДБН В.2.5-67:2013.Опалення, вентиляція та кондиціонування.

56. ДБН В.2.5-28-2006 Природне та штучне освітлення.

57. . НПАОП 0.00-4.33-99 Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій.