

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТОВ «ВІННИЦЬКИЙ
АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД» ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-18м
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Буженко В.О

(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Савуляк В.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 року

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Електроенергетики та електромеханіки
 Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
 Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
 Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри ЕСЕМ
проф. М. Й. Бурбело
 “ ___ ” _____ 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Буженку Владиславу Олеговичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення енергоефективності ТОВ «Вінницький агрегатний завод» за рахунок оптимізації технологічних процесів

керівник роботи Савуляк Валерій Іванович д. т. н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” 10 2019 року №254

2. Термін подання студентом роботи “03” 12 2019 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Короткі відомості про підприємство. Характеристики технологічних процесів підприємства. Удосконалення існуючої схеми котла. Керування термічними полями та напруженостями при наплавлюванні. Економічна частина. Охорона праці та цивільний захист. Висновки. Список використаних джерел.

Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Спеціальна частина | Савуляк В.І. д. т. н., проф. | | |
| Теплотехнічна частина | Головченко О. М. к.т.н., доцент | | |
| Економічна частина | Шулле Ю. А., к.т.н., доцент | | |
| Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | Кобилянський О. В., д.пед.н., професор | | |
| Норми контролю | Войтюк Ю. П. | | |

Дата видачі завдання «__» _____ 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1 | Загальна інформація про підприємство | | |
| 2 | Проведення енергетичного аудиту на ТОВ "Вінницький Агрегатний завод" | | |
| 3 | Підвищення ефективності котельні підприємства перетворенням її в міні тец | | |
| 4 | Вирівнювання полів температур та напружень шляхом динамічного керування потужністю наплавлення за допомогою тиристора | | |
| 5 | Економічна частина | | |
| 6 | Охорона праці та цивільний захист | | |

Студент

_____ (підпис)

Буженко В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Савуляк В.І.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1 ЕНЕРГОАУДИТ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ТОВ “ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД”..... | 9 |
| 1.1 Попереднє отримання інформації про об’єкт енерго аудиту..... | 9 |
| 1.1.1 Коротка відомості про підприємство | 9 |
| 1.1.2 Попередній звіт..... | 13 |
| 1.1.3 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР...17 | |
| 1.2 Оброблення інформації про використання пер..... | 15 |
| 1.2.1 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР..... | 17 |
| 1.2.2 Визначення питомих норм споживання ПЕР | 19 |
| 1.3 Визначення питомих норм споживання ПЕР | 21 |
| 1.3.1 Підвищення ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства | 32 |
| 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНІ ПІДПРИЄМСТВА ПЕРЕТВОРЕННЯМ ЇЇ В МІНІ ТЕЦ..... | 35 |
| 2.1 Котельня підприємства..... | 36 |
| 2.1.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні..... | 36 |
| 2.2 Розрахунок парового котла ДКВР 10/13 на природному газу..... | 42 |
| 2.2.1 Розрахунок викидів котла ДКВР 10 при його роботі на газі..... | 44 |
| 2.3 Розрахунок котла ДКВР-10 на кам’яному вугіллі..... | 45 |
| 2.3.1 Розрахунок викидів від котла дквр 10, що працює на кам’яному вугіллі..... | 46 |
| 2.4 Розрахунок котла дквр-10 на бурому вугіллі..... | 55 |
| 2.4.1 Розрахунок викидів від котла ДКВР 10, що працює на бурому вугіллі..... | 56 |
| 2.5 Встановлення парової турбіни..... | 66 |
| 3 ВИРІВНЮВАННЯ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУР ТА НАПРУЖЕНЬ ШЛЯХОМ ДИНАМІЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ НАПЛАВЛЕННЯ..... | 72 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.1 | Обладнання для керування потужністю дуги в процесі наплавлення... | 76 |
| 3.2 | Керування випрямлячем за допомогою тиристора..... | 83 |
| 4 | ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... | 85 |
| 4.1 | Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання..... | 85 |
| 4.1.2 | Розрахунок потреби в робочій силі..... | 87 |
| 4.1.3 | Планування вартості матеріалів, що витрачаються..... | 94 |
| 4.2 | Розрахунок собівартості електроенергії..... | 99 |
| 4.2.1 | Розрахунок собівартості електроенергії..... | 103 |
| 4.3 | Прийняття інноваційних рішень та розрахунок їх ефективності..... | 104 |
| 5 | ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 107 |
| 5.1 | Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта..... | 108 |
| 5.1.1 | Електробезпека..... | 109 |
| 5.2 | Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії..... | 112 |
| 5.2.1 | Мікроклімат..... | 112 |
| 5.2.2 | Склад повітря робочої зони..... | 114 |
| 5.3 | Виробниче освітлення..... | 115 |
| 5.4 | Виробничий шум..... | 117 |
| 5.5 | Виробничі вібрації..... | 119 |
| 5.6 | Психофізіологічні фактори..... | 120 |
| 5.7 | Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій..... | 123 |
| 5.7.1 | Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань..... | 124 |
| 5.7.2 | Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу..... | 126 |
| 5.7.3 | Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах надзвичайних ситуацій..... | 129 |
| | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ..... | 132 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 134 |

| | |
|--------------|-----|
| Додатки..... | 135 |
|--------------|-----|

АНОТАЦІЯ

Буженко В.О. Підвищення енергоефективності тов «Вінницький агрегатний завод» за рахунок оптимізації технологічних процесів. МКР. Спеціальність 141 – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2019 – 135 с.

В даній кваліфікаційній роботі обґрунтована необхідність і доцільність аудиторського обстеження підприємства.

Проведені основні етапи дослідження ефективності енерговикористання на підприємстві. Розглянуті характеристики інформаційного та програмного забезпечення, що застосовувалось при вирішенні задач енергоаудиту.

Виконана автоматизація проектних рішень за допомогою електронного процесору EXCEL. Запропоновано заходи з енергозбереження. Зроблено рекомендації для зростання енергоефективності підприємства, що досліджувалось.

Спроектовано парова турбіна, що дозволяє підвищити ефективність використання теплової енергії. Проведено порівняння роботи котла при використанні різних видів палива (кам'яного вугілля, бурого вугілля, газу).

В роботі було здійснено розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві і було прийнято рішення встановити вітряну електро станцію для зменшення собівартості енергії.

Розглянуто проблема динамічного керування термічними полями та напруженнями при наплавленні за допомогою використання додаткових тиристорів.

Ключові слова: енергоаудит, електропостачання, енергетичний менеджмент, наплавлення, котел, вугілля, газ.

АННОТАЦИЯ

Буженко В.А. Повышение энергоэффективности ООО «Винницкий агрегатный завод» за счет оптимизации технологических процессов. МКР. Специальность 141 - Винница: ВНТУ, Феєм, кафедра ЕСЕЕМ, 2019 - 135 с.

обоснована необходимость и целесообразность аудиторского обследования предприятия.

Проведены основные этапы исследования эффективности энергопотребления на предприятии. Рассмотрены характеристики информационного и программного обеспечения, применялось при решении задач энергоаудита.

Выполнена автоматизация оптимальных проектных решений с помощью электронного процессору EXCEL. Предложены мероприятия по энергосбережению. Сделаны рекомендации для дальнейшего роста энергоэффективности предприятия, исследовалось.

Спроектировано газопоршневой двигатель и паровая турбина, которые позволяют повысить эффективность использования тепловой энергии. Выполнено сравнение работы котла при использовании различных видов топлива (каменного угля, бурого угля, газа).

В работе был выполнен расчет себестоимости электроэнергии на промышленном предприятии и было принято решение установить ветряную электро станцию для уменьшения себестоимости энергии.

Затронута проблема динамического управления термичными полями при наплавлении при помощи использования дополнительных тиристоров.

Ключевые слова: энергоаудит, электроснабжение, энергетический менеджмент, наплавление, котел, уголь, газ.

Рисунков – 16

Таблиц – 54

Библиографов – 37

ВСТУП

Актуальність роботи. В магістерській кваліфікаційній роботі проводився енергоаудит заводу ТОВ “Вінницький агрегатний завод” для аналізу споживання палива й енергії підприємством і сформовано рекомендації з енергозбереження.

Також був наведений порівняльний розрахунок котельні на різних видах палива. Так як зараз ціна на газ стає все більше перевірялась актуальність переходу на Олександрійське буре вугілля, родовища якого наявні на території Вінницької області. На підприємстві була встановлена вітряна електростанція, для зменшення собівартості електроенергії за рахунок споживання згенерованої енергії.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення енергоефективності на підприємстві за рахунок за рахунок оптимізації технологічних процесів.

Відповідно до вказаної мети в роботі розв’язуються такі основні задачі:

- Встановлення засобів компенсації реактивної потужності
- Заміна ламп на світлодіодні
- Заміна системи опалення на використання інфрачервоних обігрівачів
- Встановлення парової турбіни для котельні
- Встановлення вітряної електростанції

Об’єктом дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є процес дослідження системи енергопостачання ТОВ “Вінницький агрегатний завод”, обґрунтування використання обраного обладнання та шляхів енергозбереження.

Предметом дослідження є системні, вартісні та конструкторські фактори які мають вплив на ефективність енерговикористання.

Методи дослідження. Для аналізу системи енергопостачання використовуються сучасні методики, прийняті в практиці, загальні закони електро та теплотехніки.

Наукова новизна отриманих результатів. Запропоновано методику регулювання термічних полів та напружень шляхом динамічного керування наплавленням за допомогою тиристора.

Публікації. Тези доповідей опубліковано на сайті ВНТУ.[36][37]

РОЗДІЛ 1 ЕНЕРГОАУДИТ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ТОВ “ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД”

1.1 Попереднє отримання інформації про об’єкт енерго аудиту

1.1.1 Коротка відомості про підприємство

ТОВ «Вінницький агрегатний завод» спеціалізується на виробництві шестерінчастих насосів, гідроциліндрів і рукавів високого тиску. Уся продукція сертифікована відповідно до державних стандартів.

На підприємстві діють такі системи: система електропостачання, система теплопостачання, система водопостачання та каналізації, система освітлення.

План розташування споруд підприємства зображено на рис. 1.1, а значення встановлених потужностей об’єктів електроспоживання підприємства наведено в табл. 1.1

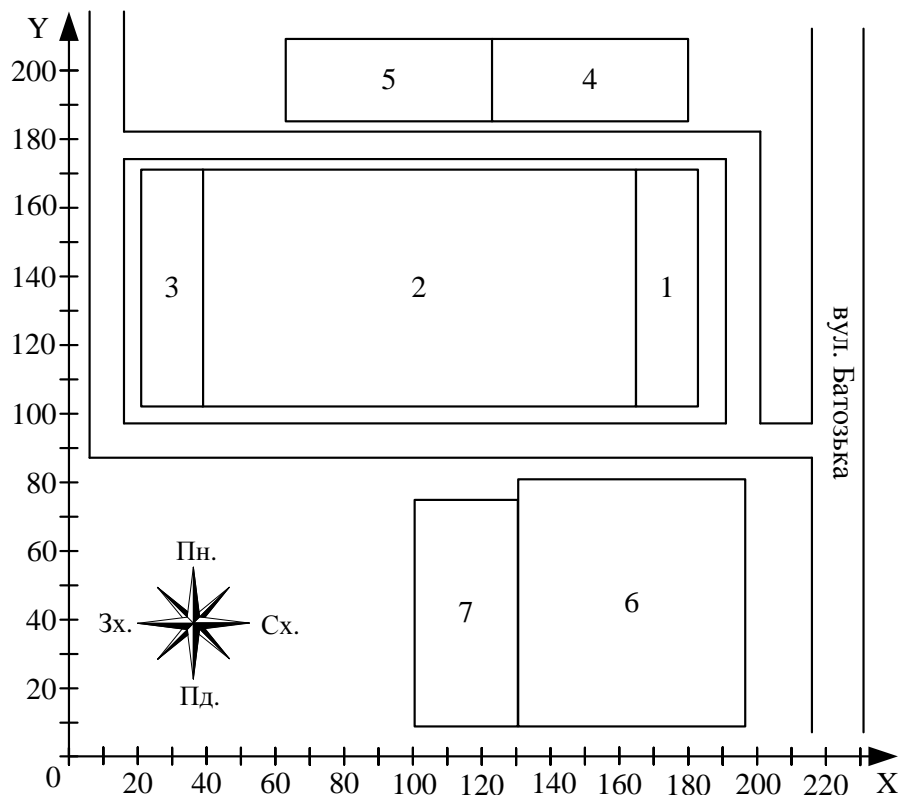


Рисунок 1.1 – Генеральний план підприємства

Таблиця 1.1 – Встановлені потужності об’єктів електроспоживання підприємства

| № | Найменування | Рн, кВт |
|---|-------------------------|---------|
| 1 | Адміністративна будівля | 300 |
| 2 | Виробничий корпус №1 | 2200 |
| 3 | Лабораторія | 400 |
| 4 | Котельня | 400 |
| 5 | Виробничий корпус №2 | 600 |
| 6 | Виробничий корпус №3 | 1200 |
| 7 | Виробничий корпус №4 | 800 |

В табл. 1.2 наведено опис основних електричних навантажень цеху

Таблиця 1.2 – Електроприймачі навчального закладу

| № | Найменування об'єкта | Найменування електроприймачів |
|---|----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Адмінкорпус | Побутова техніка, офісна техніка, освітлення, вентилятори, система автоматизації освітлення. |
| 2 | Лабораторія | Освітлення, вентилятори, побутова техніка. |
| 3 | Виробничий корпус | Компресор, вентилятори, розсіви, норії, сепаратори, гідравлічний прес, освітлення, побутові електроприймачі, фрезерувальні верстати, токарні верстати, свердлильні верстати, зварювальні установки, освітлення, вентилятори. |
| 4 | Котельня | Освітлення, насоси. |

Система теплопостачання являє собою котельню для виробництва теплової енергії.

Система освітлення приміщень характеризується значною кількістю люмінесцентних ламп.

Вода подається на підприємство від міської водопровідної мережі.

Режим роботи підприємства

3 зміни по 8 годин

Неділя: вихідний

Кількість робочих днів в рік – 300.

Щорічне споживання ПЕР об'єктом та його структурними одиницями

У ТОВ «Вінницький Агрегатний завод» використовуються вода, електроенергія та природний газ. Дані про використання вказаних ПЕР подано в табл. 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Загальне споживання енергоносіїв та їх вартість за даними на 2017 р.

| Енергоносіїв | Річне споживання | Річні витрати, грн. |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Активна електроенергія | 3646 тис. кВт·год. | 10208800 |
| Реактивна електроенергія | 2957,7. квар·год. | 156758,1 |
| Природний газ | 200 тис. м ³ | 1320000 |
| Вода | 150464 м ³ | 1247196,1 |

Таблиця 1.4 – Дані про щомісячне споживання електроенергії та природного газу підприємством за 2017 р.

| Місяць | Споживання активної електроенергії, кВт·год. | Споживання реактивної електроенергії, квар·год. | Споживання газу, тис. м ³ |
|--------|--|---|--------------------------------------|
| Січень | 331201 | 276720,6 | 47 |
| Лютий | 455358 | 333759,4 | 35 |

Продовження таблиці 1.4

| | | | |
|----------|---------|-----------|-----|
| Березень | 341701 | 283020,6 | 20 |
| Квітень | 338416 | 281049,6 | 8 |
| Травень | 284397 | 258638,2 | 7 |
| Червень | 284100 | 252460 | 5 |
| Липень | 206072 | 95643,2 | 9 |
| Серпень | 201663 | 80997,8 | 6 |
| Вересень | 252990 | 123794 | 8 |
| Жовтень | 380896 | 294537,6 | 6 |
| Листопад | 280420 | 294252 | 19 |
| Грудень | 288786 | 282827,6 | 30 |
| Разом | 3646000 | 2957700,6 | 200 |

ТОВ «Вінницький Агрегатний завод» сплачує на водопостачання – 8,29 грн.за 1 куб.м, на водовідведення – 3,90 грн.за 1 куб.м.

За активну електроенергію проводиться розрахунок за тризонним тарифом, Розрахунок за реактивну електроенергію встановлюється відповідно до методики розрахунків плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та її споживачами [12].

Таблиця 1.5 – Показники диференційованого тарифу

| Період часу | нічний | денний | напівпіковий | піковий |
|---|--------------|--------------|--------------|---------|
| Двостонні тарифи, диференційовані за періодами часу | | | | |
| Тарифні коефіцієнти | 0,5 | 1 | | |
| Межі тарифних зон, год | 23.00 – 7.00 | 7.00 – 23.00 | | |
| Тризонні тарифи, диференційовані за періодами часу | | | | |

Продовження таблиці 1.5

| | | | | |
|------------------------|--------------|--|--|----------------------------|
| Тарифні коефіцієнти | 0,4 | | 1 | 1.5 |
| Межі тарифних зон, год | 23.00 – 7.00 | | 7.00-8.00; 11.00-20.00; 22- 23.00; | 8.00-11.00; 20.00-22.00 |

Компенсація реактивної потужності на підприємстві є актуальною і проведення її більш точного техніко-економічного обґрунтування є доцільним.

- Результат опитування експертів і багато техніко-економічних розрахунків показують ефективність використання люмінесцентних ламп замість ламп світлодіодних.
- В приміщеннях з великими площами і невеликою кількістю виробничого персоналу значна площа обігривається неефективно системою водяного опалення. Поради експертів вказують на доцільність в таких випадках встановлювати системи локального обігріву, наприклад інфрачервоні обігрівачі.
- Статистика показує, що використання частотних перетворювачів для регулювання швидкості електроприводів насосів систем опалення порівняно з використанням засувки веде до значної економії електроенергії (10-30%).

1.1.2 Попередній звіт

Виробничі потужності споживають електричну енергію, газ, воду. Потужними споживачами є виробничі механізми з асинхронними двигунами, котельня, освітлювальні установки.

Асинхронні двигуни є споживачами значної кількості активної та реактивної потужності. Оскільки вартість 1 кВт·год. активної енергії становить 2,5 грн., а підприємство споживає близько 3646000 кВт·год. активної та 2957700,6 квар·год. реактивної електроенергії за рік, витрачаючи на це декілька мільйонів гривень. Досить немалої питомої потужності на підприємстві має система освітлення.

Оскільки в багатьох виробничих приміщеннях використовуються лампи розжарювання та лампи люмінесцентні, то сучасні тенденції енергозбереження у світі вказують на значну вигоду для підприємства у випадку заміни цих ламп на світлодіодні.

Важливою енергоощадною рекомендацією є також і модернізація водяної системи опалення корпусів. Система тепlopостачання також містить електроприводи насосів, регулювання продуктивності яких відбувається за допомогою засувки. Сучасний світовий досвід показує ефективність використання в такому випадку частотних перетворювачів.

Статистика розрахунків показує, що при цьому забезпечується економія електроенергії до 30%.

Таким чином, на підприємстві є доцільною енергоаудиторська перевірка з метою визначення міри ефективності вказаних заходів з енергозбереження.

Методика проведення дослідження

1. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності компенсації реактивної потужності.
2. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності встановлення інфрачервоних обігрівачів.
3. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності заміни люмінесцентних ламп на більш енергоощадні.
4. Вимірювання споживання ПЕР кожним з корпусів для побудови балансів і визначення норм споживання ПЕР.
5. Вирішення задачі вибору оптимальних потужностей конденсаторних установок.
6. Вирішення задачі перевірки ефективності функціонування модернізованої системи опалення.
7. Вирішення задачі перевірки ефективності функціонування модернізованої системи освітлення.

1.2 Оброблення інформації про використання пер

Таблиця 1.6 – Середні потужності та річний обсяг спожитих активної та реактивної енергій цехами підприємства

| Найменування об'єкта | P_c , кВт | W_a , кВт·год. | Q_c , квар | W_p , квар·год. |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------|----------------------|
| Адміністративна будівля | 300 | 1800000 | 150 | 900000 |
| Виробничий корпус №1 | 2200 | 13200000 | 1860 | 11160000 |
| Лабораторія | 400 | 2400000 | 190 | 1140000 |
| Котельня | 400 | 2400000 | 150 | 900000 |
| Виробничий корпус №2 | 600 | 3600000 | 230 | 1380000 |
| Виробничий корпус №3 | 1200 | 7200000 | 900 | 5400000 |
| Виробничий корпус №4 | 800 | 4800000 | 180 | 1080000 |
| Всього | 5900 | 35400000 | 3660 | 21960000 |

W_a , W_p – обсяг спожитих за рік відповідно активної та реактивної електроенергії (для кожного об'єкта енерговикористання), визначений за даними системи технічного обліку, яка представлена аналоговими лічильниками об'єктів підприємства;

P_c , Q_c – середні, відповідно, активна та реактивна потужності об'єктів підприємства за рік, що визначаються за виразами:

$$P_c = \frac{W_a}{T_p}, \text{ кВт}; \quad (1.2)$$

$$Q_c = \frac{W_p}{T_p}, \text{ квар}, \quad (1.3)$$

де T_p – час роботи підприємства за рік (6000 год.).

Середній тариф за електроенергію – 2,5 грн./(кВт·год.);

На даний момент на підприємстві встановлено 2 двотрансформаторні підстанції потужністю 2×1600 кВА, що живляться кабельними лініями від ЦРП 10 кВ;

Параметри існуючих ліній електропередачі (табл. 1.7);

Таблиця 1.7 – Існуючі лінії електропередачі на підприємстві

| Лінія | Провідник | Довжина, м |
|-----------|---------------|------------|
| ДЖ-ЦРП | АПвПу-10 3х50 | 1000 |
| ЦРП - ТП1 | АПвЭБВ-10 | 460 |
| ЦРП – ТП2 | АПвЭБВ-10 | 420 |

Дані про обсяги річного споживання теплової енергії та води структурними підрозділами підприємства, що отримані на основі показів відповідних лічильників на кожному об'єкті підприємства, наведено в табл. 1.8.

З таблиці 1.8 випливає, що сума показів лічильників води не дорівнює показу лічильника води на вході підприємства. Тому необхідним є здійснити перевірку точності роботи лічильників води підприємства.

Таблиця 1.8 – Відомості про річне споживання теплової енергії та води підприємством

| | Найменування об'єкта | Теплова енергія, Гкал | Вода, м ³ |
|--|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Адміністративна будівля | 430 | 9012 |
| | Виробничий корпус №1 | 180 | 10022 |
| | Лабораторія | 175 | 1033 |
| | Котельня | 595 | 8760 |

Продовження таблиці 1.8

| | | | |
|--|----------------------|------|-------|
| | Виробничий корпус №2 | 129 | 11068 |
| | Виробничий корпус №3 | 379 | 12345 |
| | Виробничий корпус №4 | 160 | 10092 |
| | Всього | 2048 | 62332 |

1.2.1 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР

Споживання газу на у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод» вказує на необхідність дослідження характеристик споживання цього ПЕР. На рис. 1.2 показано діаграму споживання газу протягом року. Аналіз показує, що споживання газу в зимовий період в десять разів перевищує літнє споживання. Тому, з огляду на характеристичну діаграму річного споживання газу на підприємстві, виникає необхідність в перевірці ефективності системи опалення, в якій використовується газ.

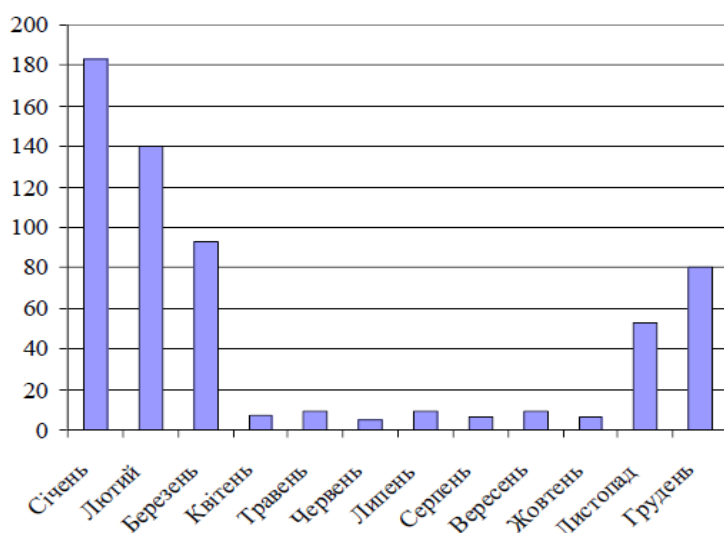


Рисунок 1.2 – Річне споживання газу підприємством за 2017 рік

Складання та аналіз паливно-енергетичних балансів

На основі даних про споживання ПЕР на підприємстві за 2017 рік (див. табл. 1.7, 1.8) побудовано паливно-енергетичні баланси, що демонструють розподіл ПЕР по цехах і показують величину втрат.

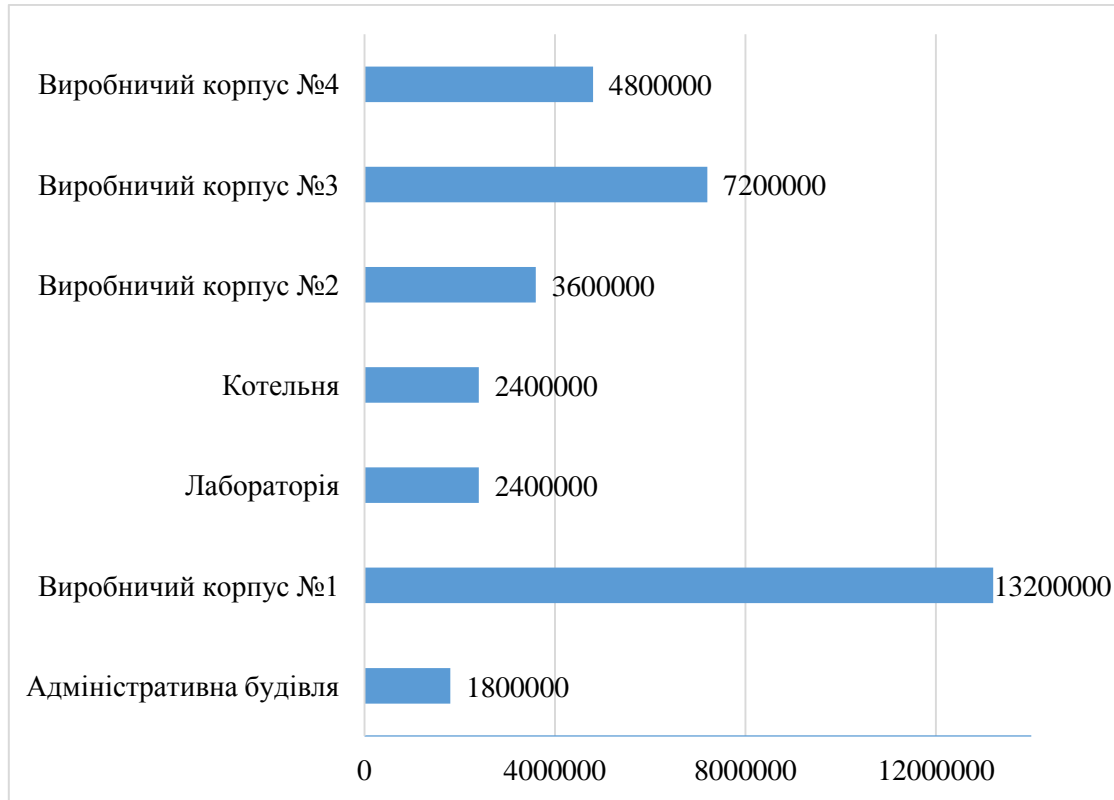


Рисунок 1.3 – Баланс використання електроенергії у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод»

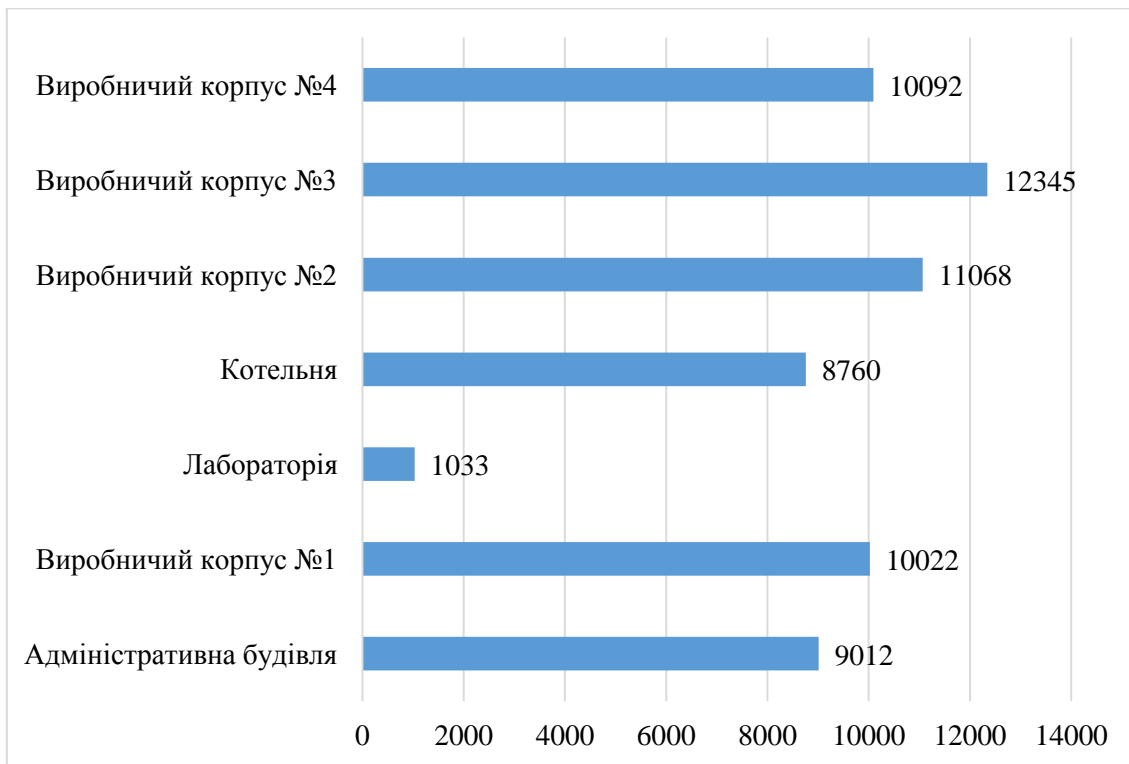


Рисунок 1.4 – Баланс використання води у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод»

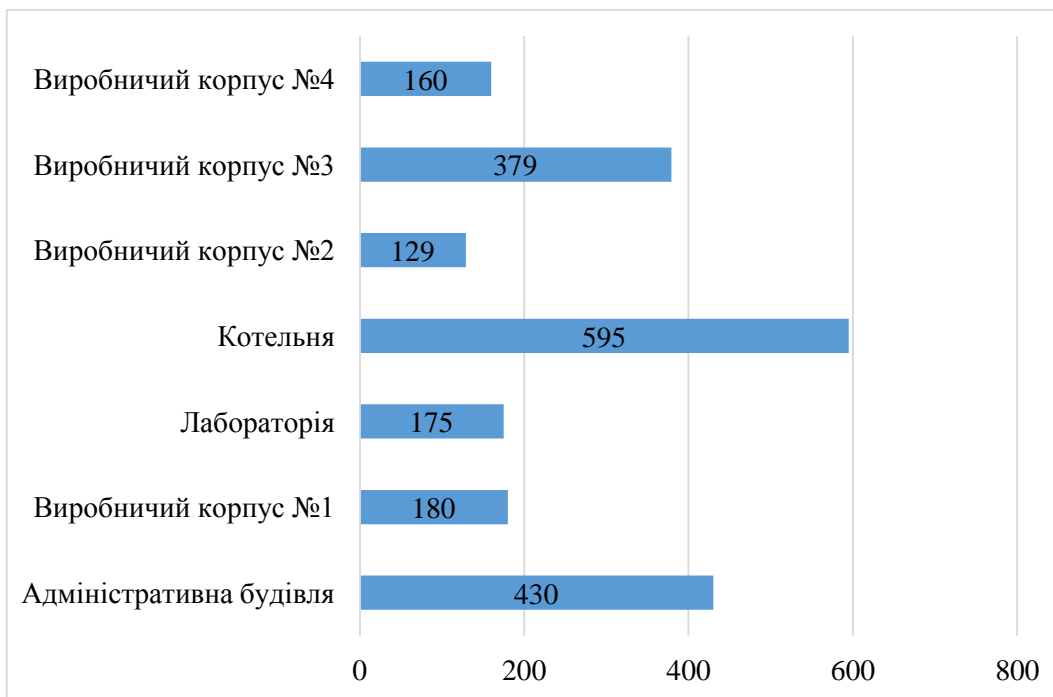


Рисунок 1.5 – Баланс використання теплової енергії на підприємстві

1.2.2 Визначення питомих норм споживання ПЕР

Енергоаудитором отримано інформацію про обсяги та використання ПЕР у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод». Сумарна вартість за 2017 р. випущеної продукції склала $B_{\Sigma} = 80,3$ млн. грн. Обсяги річного використання ПЕР:

електроенергія: $W = 35400000$ кВт·год.;

газ: $V = 200000$ м³;

вода: $V = 62332$ м³;

Загальновиробничі норми використання ПЕР розраховуються за формулою:

$$H = \frac{\text{ПЕР}}{B_{\Sigma}}, \text{ од. ПЕР/грн. прод.} \quad (1.4)$$

Загальновиробнича заводська норма використання електроенергії за 2017р.:

$$H = \frac{35400000}{80300000} = 0,44 \text{ (м}^3\text{/грн. прод.)}$$

Загальновиробнича заводська норма використання газу за 2017 р.:

$$H = \frac{200000}{20300000} = 0,002 \text{ (м}^3\text{/грн. прод.)}$$

Загальновиробнича заводська норма використання води за 2017 р.:

$$H = \frac{62332}{80300000} = 0,001 \text{ (м}^3\text{/грн. прод.)}$$

1.3 Техніко-економічний аналіз заходів з підвищення економії пер на об'єкті

Перевірка ефективності встановлення засобів компенсації реактивної потужності (КРП) є доволі розповсюдженою задачею.

Для виконання перевірки необхідно за однолінійною схемою системи електропостачання скласти електричну схему заміщення.

На рис. 1.3.1 показано однолінійну схему системи електропостачання підприємства.

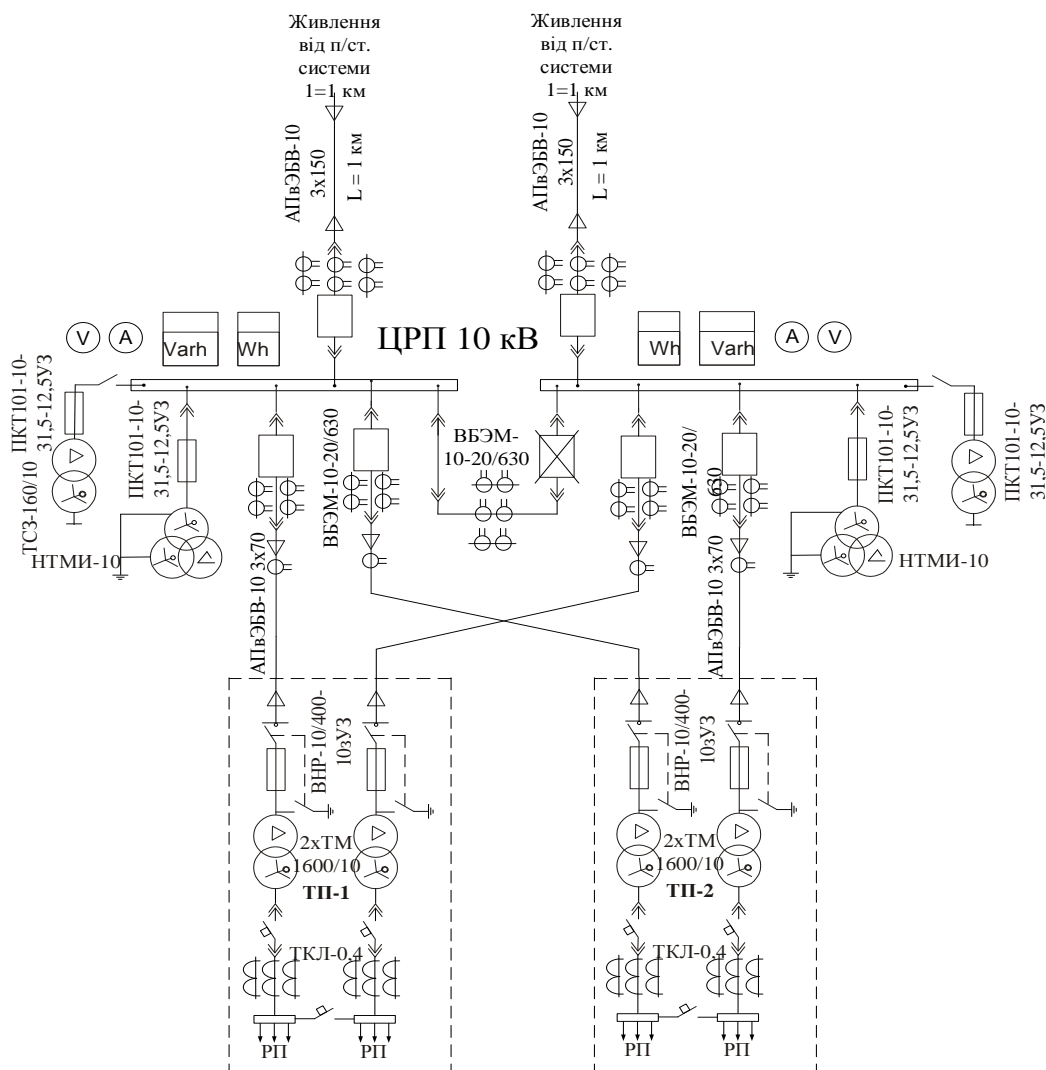


Рисунок 1.6 – Однолінійна схема системи електропостачання підприємства

Алгоритм аудиторської перевірки наведений нижче.

1. Критерій ефективності використання компенсації реактивної потужності на підприємстві:

$$T = \frac{K}{E}, \quad (1.5)$$

де T – термін окупності системи КРП, років;

K – капіталовкладення в систему КРП, грн.;

E – економія коштів внаслідок встановлення системи КРП, грн.

2. Визначення економії коштів внаслідок встановлення системи КРП.

Економія коштів є різницею між витратами, що пов'язані з протіканням реактивної потужності по мережах підприємства до встановлення установок КРП ($V^{\text{до}}$) і після їх встановлення ($V^{\text{після}}$):

$$E = V^{\text{до}} - V^{\text{після}}. \quad (1.6)$$

Витрати до та після застосування конденсаторних установок містять такі складові

$$V^{\text{до}} = V_{\text{втр}}^{\text{до}} + V_{\text{Wp}}^{\text{до}}, \text{ грн.} \quad (1.7)$$

$$V^{\text{після}} = V_{\text{втр}}^{\text{після}} + V_{\text{Wp}}^{\text{після}} + V_{\text{втр}}^{\text{БК}}, \text{ грн.} \quad (1.8)$$

де $V_{\text{втр}}^{\text{до}} = \sum_{i=1}^n \Delta W_i^{\text{до}} \cdot C_{\text{Wa}}$, $V_{\text{втр}}^{\text{після}} = \sum_{i=1}^n \Delta W_i^{\text{після}} \cdot C_{\text{Wa}}$ – вартість втрат активної енергії в n елементах системи електропостачання (СЕР) (лініях і трансформаторах), тут $\Delta W_i^{\text{до}}$, $\Delta W_i^{\text{після}}$ – втрати активної енергії в i -му елементі СЕР, C_{Wa} – тариф на електроенергію, грн./(кВт·год.);

$V_{\text{втр}}^{\text{БК}} = \sum_{j=1}^m \Delta W_j^{\text{БК}} \cdot C_{\text{Wa}}$ – вартість втрат активної енергії в батареях статичних конденсаторів компенсаційних установок;

$B_{Wp}^{до}$, $B_{Wp}^{після}$ – вартість перетоків реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та споживачем, що, згідно з [12], визначається за виразом

$$B_{Wp} = B_1 + B_2 - B_3, \text{ грн.} \quad (1.9)$$

В свою чергу складові виразу (5) визначаються таким чином:

$$B_1 = (W_p^{сп} + K \cdot W_p^{ген}) \cdot D \cdot C_{Wa}, \text{ грн.} \quad (1.10)$$

де $W_p^{сп}$ – споживана реактивна енергія в точці обліку, квар·год.;

$W_p^{ген}$ – генерована реактивна енергія в точці обліку, квар·год.;

$K = 3$ – нормативний коефіцієнт врахування збитків енергопостачальної організації від генерації реактивної електроенергії;

D – економічний еквівалент реактивної потужності, що характеризує вплив реактивного перетоку в точці обліку на втрати активної потужності в розрахунковому режимі, кВт/квар;

$$B_2 = B_1 \cdot C_{БАЗ} \cdot (K_\phi - 1), \text{ грн.} \quad (1.11)$$

де B_2 – надбавка за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності, яка нараховується, якщо коефіцієнт реактивної потужності споживача в середньому за розрахунковий період $\text{tg}\phi > 0,25$ – для промислових споживачів і $\text{tg}\phi > 0,75$ – для непромислових споживачів;

$C_{БАЗ} = 1,3$ – нормативне базове значення коефіцієнта стимулювання капітальних вкладень в засоби КРП в електричних мережах споживача;

K_ϕ – коефіцієнт, що визначається за виразами

$$K_{\varphi} = (\operatorname{tg} \varphi - 0,25)^2 + 1 \text{ – для промислових споживачів;} \quad (1.12)$$

$$K_{\varphi} = (\operatorname{tg} \varphi - 0,75)^2 + 1 \text{ – для непромислових споживачів.} \quad (1.13)$$

Значення коефіцієнта реактивної потужності споживача в середньому за розрахунковий період визначається як відношення споживаних, відповідно, активної та реактивної електроенергії:

$$\operatorname{tg} \varphi = W_p^{\text{сп}} / W_a^{\text{сп}} \quad (1.14)$$

Складова B_3 є зниженням плати за споживання та генерування реактивної електроенергії за умови достатнього оснащення електричної мережі споживача засобами КРП і узгодженням з енергопостачальною організацією.

Відповідно до [9], втрати електроенергії в електричній мережі визначаються з використанням коефіцієнта форми графіка навантаження за струмом, що, значною мірою, враховує нерівномірність графіка навантаження

$$\Delta W = 3 \cdot k_{\phi I}^2 \cdot I_c^2 \cdot R \cdot T \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год.} \quad (1.15)$$

$$k_{\phi I} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot t_i} / \sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n I_i \cdot t_i / \sum_{i=1}^n t_i}$$

де $k_{\phi I}$ – коефіцієнт форми графіка навантаження за струмом, тут I_i – середній струм навантаження в i -му періоді вимірювання, який може вимірюватись або розраховується за виразом

$$I_c = \frac{\sqrt{P_c^2 + Q_c^2}}{\sqrt{3} \cdot U}, \text{ А} \quad (1.16)$$

тут P_c , Q_c – відповідно, середні активна та реактивна потужності навантаження, що живиться через елемент системи електропередачі (лінію чи трансформатор) за розрахунковий період T ;

U – напруга елемента лінії електропередачі, кВ.

I_c – середній струм, який може визначатись за виразом (12) або

$$I_c = \frac{\sqrt{W_a^2 + W_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot T}, \text{ А.} \quad (1.17)$$

Річні втрати електроенергії в трансформаторах визначаються за виразом [8–10]

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{хх}} T_{\text{тр}} + \beta^2 \Delta P_{\text{кз}} T_{\text{н}}, \quad (1.18)$$

де $\Delta P_{\text{хх}}$ – втрати холостого ходу трансформатора, кВт;

$\Delta P_{\text{кз}}$ – втрати короткого замикання трансформатора, кВт;

$T_{\text{тр}}$ – час, протягом якого трансформатор приєднано до мережі, год.;

$T_{\text{н}}$ – час, протягом якого трансформатор працює під навантаженням, год.;

β – коефіцієнт завантаження трансформатора, квадрат якого за умов змінного навантаження визначається за виразом:

$$\beta^2 = \frac{k_{\text{фа}}^2 P_c^2 + k_{\text{фр}}^2 Q_c^2}{S_{\text{н}}^2}, \quad (1.19)$$

тут $k_{\text{фа}}$ – коефіцієнт форми графіка активної потужності;

$k_{\text{фр}}$ – коефіцієнт форми графіка реактивної потужності;

P_c – середнє значення активної потужності за розрахунковий період;

Q_c – середнє значення реактивної потужності.

Величини P_c та Q_c визначаються для кожної лінії як суми середніх потужностей цехів, що живляться від конкретного трансформатора.

Розрахунок реалізовано з використанням електронних таблиць Excel (рис. 1.3 – 1.5).

Під час розрахунку прийняті коефіцієнти форми графіків струму, активної та реактивної потужності, розраховані на основі зібраних статистичних даних за формулами:

$$k_{\text{фл}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}}{\frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}; \quad k_{\text{фа}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_{ci}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}}{\frac{\sum_{i=1}^n P_{ci} \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}; \quad k_{\text{фр}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_{ci}^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}}{\frac{\sum_{i=1}^n Q_{ci} \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}, \quad (1.20)$$

де P_c , Q_c – значення середніх потужностей на i -му інтервалі вимірювання.

Під час інтервалу вимірювання в 1 год. ці потужності дорівнюють значенню спожитої електроенергії. Тому їх можна легко отримати з використанням лічильників активної та реактивної енергії.

Значення I_i , як було вказано раніше, може визначатись на основі відомостей про значення величин P_c , Q_c на i -му інтервалі за формулами (12) або (13).

На рисунку 1.3.1 наведено розрахунок зниження вартості втрат електроенергії в трансформаторах за умови повної компенсації реактивної потужності ($Q_c = 0$) за допомогою електронних таблиць Excel, а також формули, що використовувались.

В таблиці 1.9 наведено розрахунок зниження вартості втрат електроенергії в кабельних лініях за умови повної компенсації реактивної потужності ($Q_c = 0$), а також формули, що використовувались.

При розрахунку зниження втрат електроенергії в кабельних лініях слід звернути увагу, що коефіцієнт $k_{\phi I}$, який визначається на основі даних про P_c , Q_c , може дещо відрізнятись до і після компенсації. Це пояснюється тим, що після компенсації реактивної потужності величини Q_c будуть меншими, ніж до компенсації.

Таблиця 1.11 – Визначення величини зниження оплати за електроенергію підприємством внаслідок КРП

| W _{асп} , кВт*год | W _{рсп} , кВт*год | tgφ | D, кВт/квар | C, грн/кВт*год | C _{баз} | B ₁ , грн | B ₂ , грн | B _{Wp} , грн |
|-------------------------------|-------------------------------|------|----------------|-------------------|------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 35400000 | 21960000 | 0,75 | 0,05 | 2,5 | 1,3 | 1098000 | 356850 | 1454850 |

Підсумовуючи результати розрахунків, що наведені в табл. 1.9 – 1.11, отримуємо прогнозоване значення повної економії підприємства внаслідок КРП 1529805 грн.

Враховуючи результати попереднього аналізу заходів з енергозбереження, термін окупності компенсувальних пристроїв очікується таким, що дорівнює

$$T = \frac{B_{\text{кв}}}{C} = \frac{400000}{1529805} = 0,61 \text{ року.} \quad (1.20)$$

Перевірка ефективності системи освітлення

Актуальність проведення аудиту зумовлена великою часткою освітлювального навантаження на підприємстві, що досліджується.

Хід побудови математичної моделі перевірки ефективності заходу з енергозбереження наводиться нижче.

Пропонується показник ефективності – значення приведеної річної економії коштів, що визначається за виразом:

$$E_p = \frac{B^{Л1} - B^{Л2}}{T_{роз}} \rightarrow \max, \quad (1.21)$$

де $B^{Л1}$, $B^{Л2}$ – витрати, що пов'язані з використанням відповідно працюючої і альтернативної ламп за розрахунковий період, грн.;

$T_{роз}$ – розрахунковий період, за який розраховуються витрати в системі освітлення, років.

$$T_{роз} = \frac{T_{макс}}{T_p}, \quad (1.22)$$

де $T_{макс}$ – найбільший термін служби порівнюваних ламп, год.;

T_p – річний час роботи системи освітлення, год./рік.

Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період:

$$B^{Л1} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{T_{макс} - T_{зал}}{T_{л}} \right\} K_{л} + P_{Лн} \cdot T_{макс} \cdot B_w \right) \cdot n, \quad (1.23)$$

де $\text{Окр} >$ – символ, що означає округлення результату у фігурних дужках до більшого цілого;

$T_{л}$ – номінальний термін служби ламп, система освітлення з використанням яких аналізується, год.;

$T_{зал}$ – залишковий термін роботи діючої лампи до її заміни, год.;

$K_{л}$ – вартість лампи, грн.;

$P_{Лн}$ – номінальна потужність лампи, кВт.;

B_w – тариф на електроенергію, грн./кВт·год.;

n – кількість ламп даного типу в системі освітлення.

Витрати на альтернативну систему освітлення за розрахунковий період:

$$B^{Л2} = \left(\frac{T_{\max}}{T_{Л}} K_{Л} + P_{Лн} \cdot T_{\max} \cdot B_{W} \right) \cdot n - K_{ЛКВ}, \quad (1.24)$$

де $K_{ЛКВ}$ – ліквідна вартість ламп діючої системи освітлення.

Пропонується замінити люмінесцентні лампи на світлодіодну лампу.

Таблиця 1.12 – Порівняльні характеристики люмінесцентних ламп і світлодіодних ламп

| Лампа | Потужність, Вт | Світловий потік, лм | Термін служби, год. | Цоколь | Ціна, грн. |
|---------------|----------------|---------------------|---------------------|--------|------------|
| Люмінесцентна | 36 | 2500 | 6000 | G13 | 20 |
| Світлодіодна | 18 | 1368 | 50000 | T8 | 135 |

Серед двох типів ламп, які досліджуються, найбільший строк служби є у світлодіодної лампи. Тому $T_{\max} = 50000$ год.

Лампи люмінесцентні вже працювали 2 000 год., тому залишковий термін роботи до їх заміни приймаємо $T_{\text{зал}} = 6000 - 2000 = 4000$ (год).

Витрати на систему освітлення з люмінесцентними лампами за розрахунковий період:

$$B_{\text{ДРЛ}} = \left(O_{\text{кр}} > \left\{ \frac{50000 - 4000}{6000} \right\} \cdot 20 + 36 \cdot 10^{-3} \cdot 50000 \cdot 1 \right) \cdot 18 = 35160 \quad (\text{грн.}), (1.25)$$

а з світлодіодними лампами:

$$B_{\text{НЛ}} = \left(\frac{50000}{50000} \cdot 135 + 18 \cdot 10^{-3} \cdot 50000 \cdot 1 \right) \cdot 18 = 18630 \quad (\text{грн.}) \quad (1.26)$$

Розрахунковий період визначення витрат в системі освітлення:

$$T_{\text{роз}} = \frac{50000}{6000} = 8,3 \quad (\text{року}). \quad (1.27)$$

Отже, витрати, розраховані за виразами (1.25), (1.26), визначені за період в 8,3 року.

За виразом (3.16) визначимо приведену до одного року економію коштів внаслідок заміни в системі ламп люмінесцентними на світлодіодні.

$$E_p = \frac{35160 - 18630}{8,3} = 1991,5 \quad (\text{грн.}) \quad (1.28)$$

Простий термін окупності модернізованої системи освітлення

$$T = \frac{K_{\text{НЛ}} \cdot n}{E_p} = \frac{135 \cdot 18}{1991,5} = 1,2 \quad (\text{року}). \quad (1.29)$$

Таким чином, оскільки річна економія коштів внаслідок модернізації системи освітлення дорівнює близько 1,9 тис. грн., а термін окупності капіталовкладень не перевищує 1,2 року, модернізація системи освітлення шляхом заміни ламп люмінесцентними на світлодіодні є ефективною.

1.3.1 Підвищення ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства

На підприємстві в цехах організоване водяне опалення. Пропонується в цехах, замість існуючої системи опалення встановити над робочими місцями системи інфрачервоного опалення, які повинні відповідати вимогам, викладеним у []. Запропоновані системи мають ряд переваг у порівнянні з традиційними системами:

- обігрівають в першу чергу людей і предмети;
- забезпечують корисний, екологічно чистий та економічний обігрів;
- ідеально підходять для використання в місцях, де необхідний тимчасовий обігрів;
- обігрівають важкодоступні ділянки; забезпечують швидку передачу тепла
- вітер і протяги не впливають на обігрів;
- прості в експлуатації;
- не сушать повітря;
- не знижують рівень кисню в приміщенні;
- перешкоджають появі мікроорганізмів і бактерій;
- забезпечують економію паливно-енергетичних ресурсів;
- дозволяють організацію чергового опалення в неробочий час і вихідні дні;

За даними підприємства на потреби опалення та вентиляції в цехах протягом 2017 р. було витрачено $V_2 = 2078$ тис. м³ природного газу.

Пропонується над робочою зоною цеху встановити 20 промислових інфрачервоних обігрівачів IR 3000 компанії Friso потужністю 3 кВт і вартістю $B_n = 11000$ грн. кожний. В черговому режимі такий обігрівач може мати мінімальну потужність 1 кВт.

З урахуванням чергового режиму, що потребує 30% витрат електроенергії основного режиму, споживання електроенергії в опалювальний період складе:

$$W = n \cdot (P_1 \cdot t_1 \cdot 100 + P_2 \cdot t_2 \cdot 100 + P_2 \cdot 24 \cdot 50), \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (1.30)$$

де n – кількість обігрівачів;

P_1, P_2 – потужності нагрівача в основному та черговому режимах;

$t_1, t_2, 24$ – час роботи опалювальної системи відповідно в основному, черговому режимі в робочі дні і черговому режимі у вихідні дні, годин;

100, 50 – кількість робочих і вихідних днів в опалювальному періоді;

$$W = 20 \cdot (3 \cdot 18 \cdot 100 + 2 \cdot 9 \cdot 100 + 1 \cdot 24 \cdot 50) = 168000, \text{ (кВт}\cdot\text{год.)}$$

Річна економія витрат, грн.

$$E = V_r \cdot \Pi_r - W \cdot \Pi_w, \quad (1.31)$$

де Π_r, Π_w – тарифи на газ та електроенергію, відповідно грн./тис. м³ та грн./кВт·год.

$$E = 200 \cdot 6600 - 168000 \cdot 2,5 = 1740000 \text{ (грн.)}$$

Вартість устаткування: $V_y = n \cdot V_n = 20 \cdot 11000 = 220000$ (грн.). Витрати на введення в експлуатацію (вартість проекту, транспортування, монтажу) приймаємо в розмірі $V_{\text{пр.м.}} = 100000$ грн. Загальні витрати:

$$K = V_y + V_{\text{пр.м.}} = 220000 + 100000 = 320000 \text{ (грн.)} \quad (1.32)$$

Оцінка простої окупності:

$$T = \frac{K}{E_{\text{витр}}} = \frac{320000}{1740000} = 0,18 \text{ (року)} \quad (1.33)$$

Таким чином, оскільки термін окупності невеликий, використання інфрачервоних обігрівачів може бути ефективним і давати економію коштів підприємства більшу, ніж 100 тис. гривень щороку.

Висновки до розділу:

Під час перевірки на ТОВ "Вінницький Агрегатний завод" було встановлено, що підприємство спеціалізується на виготовленні. Виробничі потужності споживають електричну енергію, газ і воду. Потужними споживачами є виробничі механізми з асинхронними двигунами, котельня, освітлювальні установки.

В результаті аналізу були сформовані деякі рекомендації з енергозбереження:

- закупівля засобів, що будуть компенсувати реактивну потужність
- Заміна ламп на більш економні

РОЗДІЛ 2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ ПІДПРИЄМСТВА ПЕРЕТВОРЕННЯМ ЇЇ В МІНІ ТЕЦ

На території Вінницької області виявлено декілька родовищ бурого вугілля, загальні запаси яких становлять близько 50 млн тонн. [10]

Бруслинівське буровугільне родовище розташоване між селами Бруслинів Літинського, Кам'яногірка і Гущенці Калинівського району. Пласти бурого вугілля залягають на глибині від 20 до 76 м. Вугілля перекрите піщано-глинистими породами. Середня глибина залягання — 41 м. На північний захід від Бруслинівського родовища, на території Хмельницького розташовані Філіопольське і Краснопільське родовища. Також були знайдені вугільні запаси в Балабанівських Краснопільківських родовищах, що знаходяться в Оратівському та Гайсинському районах.

У зв'язку зі скороченням запасів нафти і газу, зростанням цін на енергоносії, стає доцільним добування бурого вугілля, для забезпечення пром. Підприємств. В даний час виникли труднощі в забезпеченні України нафтою і газом. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є розширення сфери використання бурого вугілля, що сприятиме у певній мірі стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створенню резерву часу для розвитку вугільної промисловості. Традиційні методи використання бурого вугілля(спалювання) призводить до викидів в атмосферу оксидів азоту і сірки, а також інших шкідливих речовин. Збільшення споживання вугілля буде супроводжуватися більшими екологічними забрудненнями. Один з варіантів по вирішенню цієї проблеми є газифікація бурого вугілля, що сприяє стабілізації паливно – нергетичного балансу країни та створює резерв часу для розвитку вугільної промисловості.

2.1 Котельня підприємства

Споживачами тепла від котельні є заводські приміщення, будинки ЖЕКУ 23 і 11, дитячі садки та інші. У котельні встановлені нагрівачі технологічної і мережної води потужністю відповідно 0,5 МВт і 4 МВт пара на які подається через РУ з котла. Пара виробляється котлом ДКВР 10/13 (1 робочий і 1 резервний), який працює на газу. Після РУ пара відбирається на власні потреби котельні та на потреби заводу.

Водопідготовка

Хімоводоочистка виконана за схемою “натрій – катіонування”, двоступенева, видатністю $Q = 100$ т/год.

Для видалення із води корозійно-активних газів CO_2 і O_2 служить деаераційна установка.

2.1.1 Розрахунок існуючої теплової схеми котельні

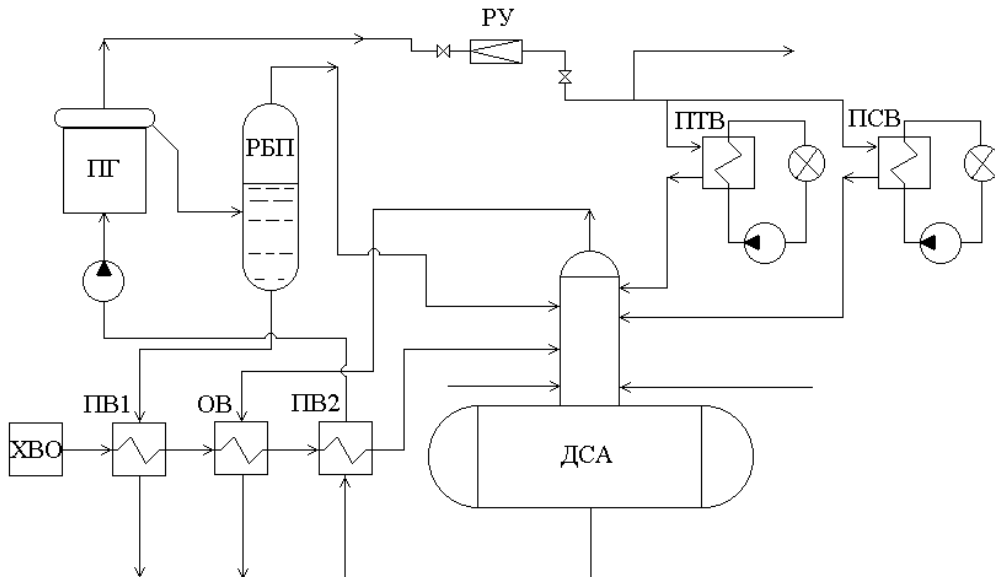


Рисунок 2.1 – Теплова схема котельні

ПГ – парогенератор

РБП – розширник безперервної продувки

РУ – редукційна установка РУ13/2

ДСА – деаератор атмосферного типу ДСА 100

ХВО – Хімводоочистка

ПТВ- підігрівач технологічної води

ПСВ- підігрівач мережевої води

ПВ – теплообмінник

ОВ – охолоджувач випару з деаератора

Конденсат з нагрівачів та зворотній конденсат з заводу зливається в деаератор ДСА з якого насосом живильна вода подається у барабан парогенератора котла ПГ. Продувочна пара з котла надходить в РБП (розширник безперервної продувки) звідти пара іде в деаератор, а вода на підігрівник хімоочищеної води і на злив.

Добавочна хімоочищена вода підігрівається в теплообмінниках спершу у ПВ1 (підігрів водою з РБП), потім в ОВ (охолоджувач випару з деаератора) і ПВ2 (підігрів живильною водою).

Режим максимальний опалювальний.

Потужність мереж теплофікації:

технологічна $Q_{ТВ}=0,5$ МВт

мережна міста $Q_{СМ}=2,2$ МВт

мережна заводу $Q_{СЗ}=4$ МВт

Величина безперервної продувки $\alpha_{пр}=0,03$

Частка повернення зворотного конденсату $\alpha_{зв}=0,02$

Температура води в системі:

технології $t_c=75^{\circ}\text{C}$, $t_{зв}=50^{\circ}\text{C}$

мережі $t_c=90^{\circ}\text{C}$, $t_{зв}=60^{\circ}\text{C}$

Витрати системи теплофікації

Загальна потужність мережевих нагрівачів міста і заводу,

$$Q_c = Q_{cm} + Q_{cz} = 2,2 + 4 = 6,2 \text{ (МВт)} \quad (2.1)$$

Витрата пари на мережеві нагрівачі,

$$D_c = Q_c / ((h' - h'') \eta_r) = 6,2 \cdot 10^3 / ((2707 - 504) \cdot 0,98) = 2,87 \text{ (кг/с)} \quad (2.2)$$

де h' – ентальпія пари на вході в нагрівач;

h'' – ентальпія конденсату на виході з нагрівача;

η_r – к.п.д. нагрівачів.

Витрата пари на технологічні нагрівачі,

$$D_r = Q_{rv} / ((h' - h'') \eta_r) = 0,5 \cdot 10^3 / ((2707 - 504) \cdot 0,98) = 0,23 \text{ (кг/с)} \quad (2.3)$$

Витрата пари на деаератор за даними $D_d = 0,1565 \text{ кг/с}$.

Кількість конденсату, що повертається в деаератор після нагрівачів,

$$G_r = (1 - \alpha_{vtr}) \cdot D_r = (1 - 0,02) \cdot 0,23 = 0,227 \text{ (кг/с)} \quad (2.4)$$

$$G_c = (1 - \alpha_{vtr}) \cdot D_c = (1 - 0,02) \cdot 2,87 = 2,81 \text{ (кг/с)} \quad (2.5)$$

$$G_{nc} = (1 - \alpha_{vtr}) \cdot D_{nc} = (1 - 0,02) \cdot 0,93 = 0,913 \text{ (кг/с)} \quad (2.6)$$

Втрати конденсату в підігрівачах,

$$\Delta G_{\Pi} = \alpha_{vtr} \cdot (D_r + D_c + D_{nc}) = 0,02 \cdot (0,23 + 2,87 + 0,93) = 0,0279 \text{ (кг/с)} \quad (2.7)$$

Кількість води яка циркулює в системі теплофікації

$$W_T = Q_T / (c_p (t_c - t_{зв})) = 0,5 \cdot 10^3 / (4,2(75 - 50)) = 4,7 \text{ (кг/с)} \quad (2.8)$$

$$W_c = Q_c / (c_p (t_c - t_{зв})) = 6,2 \cdot 10^3 / (4,2(90 - 60)) = 49,2 \text{ (кг/с)} \quad (2.9)$$

Втрати води в системі теплофікації,

$$\Delta W_c = \alpha_{втр} (W_T + W_c) = 0,02(4,7 + 49,2) = 1,08 \text{ (кг/с)} \quad (2.10)$$

Розрахунок РБП

Кількість продувочної води з барабана котла,

$$G_{пр} = 0,03 \cdot D_{шт} = 0,03 \cdot 2,8 = 0,084 \text{ (кг/с)} \quad (2.11)$$

Запишемо рівняння теплового балансу РБП

$$G_{пр} h_{пр} \eta_p = D''_p \cdot h''_p + (G_{пр} - D''_p) \cdot h'_p \quad (2.12)$$

де h'_p – ентальпія води, яка виходить з РБП;

h''_p – ентальпія пари, яка виходить з РБП;

$h_{пр}$ – ентальпія води, яка входить в РБП;

η_p – к.к.д. РБП.

Звідси парова видатність РБП складає,

$$D''_p = G_{пр} (h_{пр} \eta_p - h'_p) / (h''_p - h'_p) \quad (2.13)$$

$$D''_p = 0,084 \cdot (814,8 \cdot 0,98 - 441) / (2690 - 441) = 0,013 \text{ (кг/с)}$$

Кількість води що зливається з РБП,

$$G_{зл} = G_{пр} - D''_p = 0,084 - 0,013 = 0,071 \text{ (кг/с)} \quad (2.14)$$

Теплова втрата з продувкою, яка використовується в схемі котельної,

$$Q_{вт} = G_{зл} \cdot c_p \cdot t_{зл} = (G_{пр} - D''_p) \cdot h_{зл} = (0,084 - 0,013) \cdot 294 = 41,54 \text{ (кВт)} \quad (2.15)$$

де $h_{зл}$ – ентальпія води, що виходить з ПВ1 при $t_{зл} = 70^\circ\text{C}$.

Теплота безперервної продувки, яка використовується в схемі котельної, кВт

$$Q_{пр} = (D''_p \cdot h''_p + G_{зл} \cdot (h'_p - h_{зл})) \cdot \eta_p$$

$$Q_{пр} = (0,013 \cdot 2690 + 0,15 \cdot (441 - 294)) \cdot 0,98 = 90,7 \text{ (кВт)} \quad (2.16)$$

Витрата живильної води з урахуванням безперервної продувки,

$$G_{жв} = (1 + \alpha_{пр}) \cdot D_{пт} = (1 + 0,03) \cdot 2,87 = 2,95 \text{ (кг/с)} \quad (2.17)$$

Таблиця 2.1 Матеріальний баланс деаератора.

| № | Назва | Кількість | Ентальпія |
|---|--------------------|-----------|-----------|
| 1 | Пара з РБП | 0,013 | 2690 |
| 2 | Добавка води з ХВО | 0,112 | 273 |
| 3 | Конденсат з ПТВ | 0,2254 | 504 |
| 4 | Конденсат з ПСВ | 2,812 | 504 |
| 6 | Пара на деаератор | 0,1565 | 504 |
| 7 | Випар з деаератора | 0,021 | 2690 |
| 8 | Живильна вода | 2,95 | 437 |

Складаємо матеріальний баланс деаератора

$$G_{\text{жв}} = D''_{\text{р}} + G_{\text{хво}} + G_{\text{т}} + G_{\text{с}} + G_{\text{пс}} + D_{\text{д}} - D_{\text{в}} \quad (2.18)$$

$$G_{\text{жв}} = 0,013 + 0,117 + 0,227 + 2,81 + 0,91 + 0,1565 - 0,021 = 2,795$$

Отже, розбіжність становить $\Delta G_{\text{жв}} = 0,155$

Розрахунок нагрівачів ХВО

Теплова потужність нагрівачів,

$Q_{\text{пв1}} = 90,7$ (з розрахунку РБП)

$$Q_{\text{пв2}} = G_{\text{жв}} \cdot (h_{\text{дв}} - h_{\text{жв}}) = 2,95 \cdot (436,8 - 420) / 3,6 = 13,76 \text{ (кВт)} \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{ов}} = D_{\text{вип}} \cdot (h_{\text{вип}} - h_{\text{зл}}) = 0,021(2682 - 294) / 3,6 = 13,93 \text{ (кВт)} \quad (2.20)$$

Витрата ХВО,

$$G_{\text{хво}} = Q_{\text{хво}} / (h_{\text{хво}} - h_{\text{води}}) \quad (2.21)$$

$$G_{\text{хво}} = (90,7 + 13,76 + 13,93) \cdot 10^3 / (273 - 42) \cdot 3600 = 0,14 \text{ (кг/с)}$$

Техніко-економічні показники

Потужність вентиляторів і димососів беремо із існуючої схеми котельної

$Ne_{\text{в}} = 20$ кВт, $Ne_{\text{д}} = 40$ кВт

Загальна електрична потужність вентиляторів і димососів,

$$Ne_{\text{тд}} = Ne_{\text{в}} + Ne_{\text{д}} = 20 + 40 = 60 \text{ (кВт)} \quad (2.22)$$

Інші електричні потужності устаткування зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. Електричні потужності робочого обладнання

| № | Назва | Потужність, кВт |
|---|--------------------------------|-----------------|
| 1 | Тягодуттєве устаткування | 60 |
| 2 | Живильні насоси | 75 |
| 3 | Технологічні насоси | 18,5 |
| 4 | Сітьові насоси | 90 |
| 5 | Насоси гарячого водопостачання | 37 |
| 6 | Насоси вихідної води | 22 |
| | Всього | 302,5 |

Отже, сумарна електрична потужність устаткування котельної становить $\Sigma Ne = 0,3025$ МВт

Теплова потужність парогенератора

$$Q_{\text{пр}} = D'' \cdot (h_0 - h_{\text{жв}}) + D_{\text{пр}} \cdot (h_{\text{б}} - h_{\text{жв}}), (\text{кВт}) \quad (2.23)$$

$$Q_{\text{пр}} = 2,87 \cdot (2787 - 420) + 0,167 \cdot (814,8 - 420) = 6859,22$$

Витрата умовного палива V_y на парогенератор

$$V_y = \left(D_{\text{пр}} (h_0 - h_{\text{жв}}') + D_{\text{пр}} (h_{\text{б}} - h_{\text{жв}}') \right) / (Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta), (\text{кг/с}) \quad (2.24)$$

$$V_y = \left(2,87 \cdot (2787 - 420) + 0,167 \cdot (814,8 - 420) \right) / (29,3 \cdot 1000 \cdot 0,91) = 0,366$$

2.2 Розрахунок парового котла ДКВР 10/13 на природному газі

Таблиця 2.3 Номінальні техніческие характеристики парового котла ДКВР-10 на газі

| № п/п | Показник | Значення |
|-------|------------|----------|
| 1 | Вид палива | Газ |

Продовження таблиці 2.3

| | | |
|---|--|--------------|
| 2 | Паровидатність, т/год | 10 |
| 3 | Робочій тиск теплоносія на виході, МПа (кгс/см ²) | 1,3 (13,0) |
| 4 | Температура пари на виході, °С | Насичена 194 |
| 5 | Температура живильної води, °С | 100 |
| 6 | Розрахунковий ККД, % | 91 |
| 7 | Витрати газу , м ³ / год | 1332 |

Номинальна паровидатність становить 10 т/год, при цьому спалюється 1332 м³/ год газу з $Q^P_H=24,93$ МДж/м³ і ККД =91%. На номінальній паровидатності котел працює під час максимального опалювального періоду. Парові навантаження котла під час міжопалювального та неопалювального періодів візьмемо з розрахунку теплової схеми котельні. Витрати вугілля приймемо пропорційними паровим навантаженням.

Таблиця 2.4 Річна витрата газу котлоагрегатом ДКВР 10

| | Опалювальний період Максимальний | Опалювальний період Середній | Опалювальний період неопалювальний |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Витрата пари | 10 т/год | 9 т/год | 7 т/год |
| Коефіцієнт завантаження | 1 | 0,9 | 0,7 |
| витрата газу, м ³ / год | 1332 | 1198,8 | 932,4 |
| витрата газу за рік, м ³ | 745920 | 4435560 | 4195800 |
| Всього, м ³ | 9377280 | | |

Визначимо річні затрати на газ котельні $Z_{газ}$ згідно із завданням $\tau_{оп}=560$ год (для максимально-опалювального періоду), $\tau_{оп}=3700$ год (для середньо-опалювального періоду), $\tau_{оп}=4500$ год (для неопалювального періоду). Ціна газу- 7,7грн/м³.

Таблиця 2.5 – Річні затрати на газ

| Опалювальний період | Річна витрата газу $V_{\text{газ}}, \text{ м}^3$ | Затрати на газ Згаз, млн.грн. |
|---------------------|---|-------------------------------------|
| Максимальний | 745920 | 5,7 |
| Середній | 3435560 | 26,4 |
| Неопалювальний | 3195800 | 24,6 |
| Сума | 7377280 | 56,7 |

2.2.1 Розрахунок викидів котла ДКВР 10 при його роботі на газі

Підприємство використало за рік 7377280 м³ природного газу, то його масова витрата становить, т:

$$B = 7377280 \cdot 0,723 = 6779773,44 \quad (2.25)$$

ρ – густина природного газу при нормальних умовах, кг/м³,

$$\rho = 0,723 \text{ кг/м}^3;$$

Нижча робоча теплота згорання палива – $Q'_i = 45,75 \text{ МДж/кг}$

Показники емісії забруднюючих речовин:

$$k_{\text{NO}_x} = 64,311 \text{ г/ГДж};$$

$$k_{\text{CO}} = 248,75 \text{ г/ГДж};$$

$$k_{\text{CO}_2} = 58748,13 \text{ г/ГДж};$$

$$k_{\text{N}_2\text{O}} = 0,1 \text{ г/ГДж};$$

$$k_{\text{CH}_4} = 1,0 \text{ г/ГДж}.$$

Валовий викид оксидів азоту, т:

$$E_{\text{NO}_x} = 10^{-6} k_{\text{NO}_x} \cdot Q'_i \cdot B \quad (2.26)$$

$$E_{\text{NO}_x} = 10^{-6} \cdot 64,311 \cdot 45,75 \cdot 6779773,44 = 24,8$$

Валовий викид оксиду вуглецю, т:

$$E_{CO} = 10^{-6} k_{CO} \cdot Q_r \cdot B \quad (2.27)$$

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot 248,75 \cdot 45,75 \cdot 6779773,44 = 96,1$$

Валовий викид діоксиду вуглецю, т:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} k_{CO_2} \cdot Q_r \cdot B \quad (2.28)$$

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \cdot 58748,13 \cdot 45,75 \cdot 6779773,44 = 2269,68$$

Валовий викид оксиду азоту, т:

$$E_{N_2O} = 10^{-6} k_{N_2O} \cdot Q_r \cdot B \quad (2.29)$$

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 45,75 \cdot 6779773,44 = 0,038$$

Валовий викид метану, т:

$$E_{CH_4} = 10^{-6} k_{CH_4} \cdot Q_r \cdot B \quad (2.30)$$

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 45,75 \cdot 6779773,44 = 0,18$$

Експлуатаційні затрати.

Знайдемо експлуатаційні затрати як суму затрат на електроенергію, газ, амортизаційні відрахування, поточний ремонт, інші затрати

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{газ}} + Z_{\text{ел}} + Z_{\text{аморт}} + Z_{\text{пот.рем.}} + Z_{\text{ін}} \quad (2.31)$$

Результати розрахунку експлуатаційних затрат на котел ДКВР 10 на газі представлені в таблиці

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку експлуатаційних затрат на котел ДКВР 10 на газі

| №, п/п | Найменування | Витрата | Ціна | Витрата за рік, млн. грн |
|--------|----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1 | Газ | 7377280 м ³ | 7,7 грн/м ³ | 72,1 |
| 3 | Електроенергія | 1788700 кВт*год | 2,8 грн/кВт*год | 4,07 |
| 4 | Амортизаційні відрахування | | | 0,74 |
| 6 | Поточний ремонт | | | 0,210 |
| 7 | Інші витрати | | | 0,32 |
| 8 | Всього | | | 77,44 |

2.3 Розрахунок котла ДКВР-10 на кам'яному вугіллі

Замінемо котел ДКВР 10 на газі на котел ДКВР-10 на кам'яному вугіллі.

Таблиця 2.8 Номінальні технічні характеристики парового котла ДКВр-10-13С (ДКВр-10-13-250С)

| № п/п | Показник | Значення |
|-------|---|-------------------------|
| 1 | Вид палива | Кам'яне та буре вугілля |
| 2 | Паровидатність, т/год | 10 |
| 3 | Робочій тиск теплоносія на виході, МПа (кгс/см ²) | 1,3 (13,0) |
| 4 | Температура пари на виході, °С | перегріта, 250 |
| 5 | Температура живильної води, °С | 100 |
| 6 | Розрахунковий ККД, % | 86 |
| 7 | Розрахунковий ККД (2), % | 83 |
| 8 | Витрата палива, кг/год-кам вугілля | 1180 |
| 9 | Витрата палива (2), кг/год-буре вугілля | 2330 |

Номінальна паровидатність становить 10 т/год, при цьому спалюється 1,18 т/год вугілля з $Q^P_H = 20,47$ МДж/кг і ККД =86%.

Таблиця 2.9 Річна витрата кам'яного вугілля котлоагрегатом ДКВР 10

| | | | |
|--|---------------------|--------------|--------------|
| | Опалювальний період | Опалювальний | Опалювальний |
| | Максимальний | період | період |

| | | Середній | неопалювальний |
|------------------------------|---------|----------|----------------|
| Витрата пари, т/год | 10 | 9 | 7 |
| Коефіцієнт завантаження | 1 | 0,9 | 0,7 |
| витрата вугілля, т/год | 1,83 | 1,64 | 1,28 |
| витрата вугілля за рік т/год | 1024,8 | 6068 | 5760 |
| Всього, т/год | 12852,8 | | |

Визначимо річні затрати котельні на вугілля $Z_{\text{вуг}}$ згідно із завданням $\tau_{\text{оп}}=560$ год (для максимально-опалювального періоду), $\tau_{\text{оп}}=3700$ год (для середньо-опалювального періоду), $\tau_{\text{оп}}=4500$ год (для між опалювального періоду). Ціна вугілля – 4100 грн/т і транспортні витрати 1000 грн [3,4] разом 5100 грн/т.

Таблиця 2.10 – Річні затрати на вугілля

| Опалювальний період | Річна витрата вугілля $V_{\text{р}}^{\text{оп}}$, (тон) | Затрати на вугілля $Z_{\text{вуг}}$, млн.грн. |
|---------------------|--|--|
| Максимальний | 1024,8 | 5,2 |
| Середній | 6068 | 30,9 |
| Неопалювальний | 5760 | 29,3 |
| Сума | 12852,8 | 65,4 |

2.3.1 Розрахунок викидів від котла ДКВР 10, що працює на кам'яному вугіллі

Вибираємо вугілля марки «АШ», витрата вугілля котельні 12852,8 т / рік.-

Додаткові дані:

Коефіцієнт надлишку повітря – 1,36;

Зольність $A^r = 19,9\%$;

Сірчистість $S^r = 1,54\%$;

Нижча теплота згоряння палива на робочу масу $Q = 20,47$ (МДж / кг);

Показники емісії забруднюючих речовин:

$k_{NOx} = 100,90$ г/ГДж;

$k_{CO} = 1900$ г/ГДж;

$k_{CO2} = 25160$ г/ГДж;

$k_{N2O} = 160$ г/ГДж;

$k_{CH4} = 1,0$ г/ГДж;

Валовий викид оксидів азоту:

$$E_{NOx} = 10^{-6} \cdot k_{NOx} \cdot Q_r \cdot B, m \quad (2.34)$$

$$E_{NOx} = 10^{-6} \cdot 100,9 \cdot 20,47 \cdot 12852,8 = 26,54$$

Валовий викид діоксиду сірки:

$$E_{CO2} = 10^{-6} \cdot k_{SO2} \cdot Q_r \cdot B, m \quad (2.35)$$

$$E_{CO2} = 10^{-6} \cdot 25160 \cdot 20,47 \cdot 12852,8 = 6619,5$$

Валовий викид оксиду вуглецю:

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot k_{CO} \cdot Q_r \cdot B, m \quad (2.36)$$

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot 1900 \cdot 20,47 \cdot 12852,8 = 499,8$$

Валовий викид оксиду азоту:

$$EN_{2O} = 10^{-6} \cdot k_{N2O} \cdot Q_r \cdot B, m \quad (2.37)$$

$$EN_{O2} = 10^{-6} \cdot 160 \cdot 20,47 \cdot 12852,8 = 42,09$$

Валовий викид метану:

$$E_{CH4} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 20,47 \cdot 12852,8 = 0,26$$

Викиди твердих частинок:

$$K_{ТВ} = \frac{10^6}{Q} \cdot \alpha \cdot \frac{A^r}{100 - \Gamma} \cdot (1 - \eta) + K_{ТВ}^0 \quad (2.38)$$

де $K_{ТВ}$ – показник емісії суспендованих твердих частинок;

Q – теплота згоряння палива;

α – частина золи, яка виходить з котла у вигляді легкої золи;

A – масовий вміст золи в паливі на робочу масу (зольність вугілля);

Γ – масовий вміст горючих речовин у викидах суспендованих твердих частинок;

η – ефективність очищення димових газів від суспендованих твердих частинок;

$K_{ТВ}^0$ – показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і суспендованих твердих частинок сорбенту, приймаємо $K_{ТВ}^0 = 0$.

$$K_{ТВ} = \frac{10^6}{20,47} \cdot 0,95 \cdot \frac{19,9}{100 - 0,05} \cdot (1 - 0) + 0 = 8817 \text{ (г/ГДж)}.$$

Викиди діоксиду сірки:

$$K_{SO_2} = \frac{10^6}{Q} \cdot \frac{S}{100} \cdot (1 - \eta), \quad (2.39)$$

де K_{SO_2} – показник емісії викидів діоксиду сірки, г / ГДж;

S – зміст летючої сірки в паливі (сірчистість);

η – ефективність зв'язування сірки золю або сорбентом в установці спалювання, приймаємо $\eta = 0$.

$$K_{\text{SO}_2} = \frac{10^6}{20,47} \cdot \frac{1,54}{100} \cdot 1 = 752 \text{ (г/ГДж)}.$$

Щоб врахувати викид важких металів домножимо концентрації шкідливих речовин на витрату палива:

а) Cr_2O_3 $90 \cdot 12852,8 = 865512 \text{ (г / рік)}$;

б) миш'як $20 \cdot 12852,8 = 192336 \text{ (г/ рік)}$;

в) мідь $29 \cdot 12852,8 = 278887,2 \text{ (г / рік)}$;

г) ртуть $0,28 \cdot 12852,8 = 2692,704 \text{ (г / рік)}$;

д) нікель $26 \cdot 12852,8 = 250036,8 \text{ (г / рік)}$;

е) свинець $20 \cdot 12852,8 = 192336 \text{ (г / рік)}$;

ж) цинк $40 \cdot 12852,8 = 384672 \text{ (г / рік)}$.

Розраховуємо максимальну концентрацію речовини при її розсіюванні по формулі :

$$C_{\text{тв}} = \frac{200 \cdot 54,93 \cdot 1 \cdot 3}{30^2 \cdot \sqrt[3]{10,37 \cdot 124}} = 3,33 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.40)$$

Для оксиду вуглецю:

$$C_{\text{CO}} = \frac{200 \cdot 11,83 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{10,37 \cdot 124}} = 0,002 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.41)$$

Для діоксиду азоту:

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{200 \cdot 0,99 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{10,37 \cdot 124}} = 0,003 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.42)$$

Для діоксиду сірки:

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{200 \cdot 4,68 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{10,37 \cdot 124}} = 0,09 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.43)$$

Необхідний ступінь очищення:

$$\eta_{\text{оч}} = \frac{E - \Gamma \text{ДВ}}{E}, \quad (2.44)$$

$$\eta_{\text{очТВ}} = \frac{73,59 - 8,16}{73,59} \cdot 100\% = 89 \text{ \%} \quad (2.45)$$

Затрати на фільтри для очистки викидів від котельні, що працює на вугіллі:

$$C_{\phi} = Q_k \cdot \Pi_{\phi} \quad (2.46)$$

де Q_k – потужність котельні ($Q_k = 6,9611$ МВт);

де Π_{ϕ} – вартість фільтру на один кіловат потужності котельні ($\Pi_{\phi} = 1500$ грн/кВт.)[12]

$$C_{\phi} = 6,9611 \cdot 10^3 \cdot 1500 = 12,7 \text{ (млн.грн)}.$$

Таблиця 2.11 Капітальні затрати К на ДКВР 10 що працює на камяному вугіллі.

| №, п/п | Найменування затрат | Затрати, млн. грн |
|--------|-----------------------|-------------------|
| 1 | Затрати на котел[13] | 2,059 |
| 2 | Монтажні роботи[14] | 1,555 |
| 3 | Будівельні роботи[15] | 0,68 |
| 4 | Затрати на фільтр | 12,7 |

Продовження таблиці 2.11

| | | |
|---|-----------|-------|
| 5 | ПДВ (20%) | 1,334 |
|---|-----------|-------|

| | | |
|---|--------|-------|
| 6 | Всього | 18,32 |
|---|--------|-------|

Таблиця 2.112 – Додаткове електрообладнання

| № п/п | Найменування | Встановлена потужність, кВт |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Кран-балка | 8,6 |
| 2 | Дробилка вугілля | 11 |
| 3 | Конвеєр вугілля | 7,5 |
| 4 | Живильник двохгвинтовий ПВ-2 | 7,5 |
| 5 | Гопка (решітка) ВЦКС | 0,55 |
| 6 | Дробилка шлаку | 7,5 |
| 7 | Конвеєр шлаку | 7,5 |
| 8 | Електрообладнання циклофільтра | 3,0 |
| 9 | Вентилятор первинного дуття ВДН-8у | 15,0 |
| 10 | Вентилятор вторинного повітря ВДН-8у | 11,0 |
| 11 | Вентилятор повернення 19ЦС-63 | 11,0 |
| 12 | Димосос ДН-11,2 | 45,0 |
| 13 | Компресор стисненого повітря | 11,0 |
| 14 | МЕО, живильники | 3,0 |
| 15 | Аспірація | 3,0 |
| 16 | Освітлення | 2,4 |
| 17 | Всього | 155,0 |
| 18 | Збільшення встановленої потужності | 110,0 |
| 19 | Збільшення споживаної електроенергії | кВт·год |
| | за годину | 75,0 |
| | за рік | 657x10 ³ |
| 20 | Вартість, грн | 1 971 000 |

Експлуатаційні затрати.

Знайдемо експлуатаційні затрати як суму затрат на електроенергію, камене вугілля, амортизаційні відрахування ,поточний ремонт, інші затрати

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{кам.вуг}} + Z_{\text{ел}} + Z_{\text{аморт}} + Z_{\text{пот.рем.}} + Z_{\text{ін}} \quad (2.47)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.13

Таблиця 2.13 – Результати розрахунку експлуатаційних затрат на котел ДКВР 10 на кам'яному вугіллі

| №, п/п | Найменування | Витрата | Ціна | Витрата за рік, млн. грн |
|--------|----------------------------|--|-----------------|--------------------------|
| 1 | Вугілля | 12852,8 т | 5100 грн/т | 65,4 |
| 3 | Електроенергія | 1788700 кВт*год | 2,8 грн/кВт*год | 6,041 |
| 4 | Амортизаційні відрахування | 8% від величини капітальних витрат без ПДВ | | 1,35 |
| 6 | Поточний ремонт | | | 0,210 |
| 7 | Інші витрати | | | 0,32 |
| 8 | Всього | | | 73,35 |

Визначимо техніко-економічні показники варіанту парогенератора на кам'яному вугіллі за методикою[11].

Таблиця 2.14. Початкові данні для розрахунку техніко – економічних показників

| Показники | Позначення | Значення показника |
|--|------------|--------------------|
| 1.Капіталовкладення, млн грн | К | 18,32 |
| 2.Вартість економії енергії , млн грн | ΔE | 6,09 |
| 3.Річна норма амортизації основних засобів, % | H_A | 12,5 |
| 4.Норма відрахувань на тепло обслуговування і ремонт | H_P | 7,0 |
| 5.Ставка податку на прибуток, % | $C_{НП}$ | 30,0 |
| 6.Ставка податку на майно, % | $C_{НИ}$ | 2,0 |
| 7.Норма дисконту, % | Е | 10,0 |

Ліквідаційна вартість об'єкта та податок на майно незначні і в розрахунках не використовуються.

Амортизація основних засобів:

$$A = 0,01 \cdot H_A \cdot K = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 18,32 = 2,29 \text{ млн.грн} \quad (2.48)$$

Витрати на техобслуговування та ремонт:

$$P = 0,01 \cdot N_p \cdot K = 0,01 \cdot 7 \cdot 18,32 = 1,28 \text{ млн.грн} \quad (2.49)$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку):

$$\Delta C = \Delta E - (A + P) = 6,09 - (2,29 + 1,28) = 2,52 \text{ млн.грн} \quad (2.50)$$

Приріст чистого прибутку підприємства:

$$\text{ЧП} = \Delta C \cdot (1 - 0,01 \cdot C_{\text{НП}}) = 2,52 \cdot (1 - 0,01 \cdot 30) = 1,76 \text{ млн.грн} \quad (2.51)$$

Річний дохід інвестиційного проекту:

$$D_t = \text{ЧП} + A = 1,76 + 2,29 = 4,05 \text{ млн.грн} \quad (2.52)$$

Аналіз ефективності капіталовкладень в проект.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання:

$$T = \frac{100}{H_A} = \frac{100}{12,5} = 8 \text{ років.} \quad (2.53)$$

Знаходимо значення дисконтуючого множника з Додатку за відомими значеннями E та T:

$$\alpha_{(8;0,1)} = 5,3349 \text{ років.} \quad (2.54)$$

Чистий дисконтований дохід проекту визначається за формулою:

$$\text{ЧДД} = D_t \cdot \alpha_T - K_H = 4,05 \cdot 5,3349 - 18,32 = 3,3 \text{ млн. грн} \quad (2.55)$$

Індекс прибутковості проекту визначаємо за формулою:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_H} + 1 = \frac{3,3}{18,32} + 1 = 1,18. \quad (2.56)$$

Розрахунок внутрішньої норми доходу здійснюємо в два етапи.

На першому етапі знаходимо граничне (мінімальне) значення дисконтуючого множника, за якого проект не збитковий:

$$\alpha_{T(\text{ПР})} = \frac{K}{D} = \frac{18,32}{4,05} = 4,52 \text{ року.} \quad (2.57)$$

Із Додатку 7.2 при $T=8$ років і граничне значення дисконтуючого множника 4,52 знаходимо, що шукане значення ставки ВНД приблизно 14,7% (0.14)

Розрахунок терміну окупності.

Статичний термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{\text{о(ст)}} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{18,32}{4,05} = 4,52 \text{ року.} \quad (2.58)$$

Динамічний термін окупності T_0 знаходимо за $\alpha_{T(\text{ПР})} = 4,52$ року і нормі дисконту

$E=0,1$ з Додатку 7.1. Шукане значення потрапляє в інтервал 6-7 роки і складає 6,6 року.

Граничні капіталовкладення в проект:

$$K_{\text{гр}} = K + \text{ЧДД} = 18,32 + 3,3 = 21,62 \text{ млн грн.} \quad (2.59)$$

2.4 Розрахунок котла ДКВР-10 на бурому вугіллі

Номінальні технічні характеристики парового котла ДКВр-10-13С (ДКВр-10-13-250С)(Таблиця 2.8).

Номінальна паровидатність становить 10 т/год, при цьому спалюється 2,33 т/год вугілля з $Q^P_H = 14,7$ МДж/кг і ККД =83%.

Таблиця 2.16 Річна витрата бурого вугілля котлоагрегатом ДКВР 10

| | Опалювальний період Максимальний | Опалювальний період Середній | Опалювальний період Не опалювальний |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| Витрата пари, т/год | 10 | 9 | 7 |
| Коефіцієнт завантаження | 1 | 0,9 | 0,7 |
| витрата вугілля, т/год | 2,33 | 2,097 | 1,63 |
| витрата вугілля за рік т/год | 1304,8 | 7758,9 | 7335 |
| Всього, т/год | 16398,7 | | |

Таблиця 2.17 – Річні затрати на вугілля

| Опалювальний період | Річна витрата вугілля V_p^{op} , (тон) | Затрати на вугілля $Z_{вуг}$, млн.грн. |
|---------------------|---|---|
| Максимальний | 1304,8 | 0,91 |
| Середній | 7758,9 | 5,4 |
| Неопалювальний | 7335 | 5,1 |
| Сума | 16398,7 | 11,41 |

2.4.1 Розрахунок викидів від котла ДКВР 10, що працює на бурому вугіллі

Вибираємо вугілля марки «БШ», витрата вугілля котельні 16398,7 т / рік.

Додаткові дані:

Коефіцієнт надлишку повітря – 1,36;

Зольність $A^r = 24,6\%$;

Сірчистість $S^r = 0,76\%$;

Нижча теплота згоряння палива на робочу масу $Q = 14,7$ (МДж / кг);

$A_s = 20$ (мг / кг);

$C_r = 90$ (мг / кг);

$C_u = 29$ (мг / кг);

$N_i = 26$ (мг / кг);

$Z_n = 40$ (мг / кг);

$H_g = 0,28$ (мг / кг);

$P_b = 20$ (мг / кг);

Показники емісії забруднюючих речовин:

$k_{NO_x} = 113,49$ г/ГДж;

$k_{CO} = 1871,5$ г/ГДж;

$k_{CO_2} = 48740$ г/ГДж;

$k_{N_2O} = 167$ г/ГДж;

$k_{CH_4} = 1$ г/ГДж;

Валовий викид оксидів азоту:

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \cdot k_{NO_x} \cdot Q_r \cdot B_r \quad (2.60)$$

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \cdot 113,49 \cdot 14,7 \cdot 16398,7 = 27,3$$

Валовий викид діоксиду вуглецю:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \cdot k_{SO_2} \cdot Q_r \cdot B_r \quad (2.61)$$

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \cdot 48740 \cdot 14,7 \cdot 16398,7 = 11749,30$$

Валовий викид оксиду вуглецю:

$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot k_{CO} \cdot Q_r \cdot B_{r,T} \quad (2.62)$$
$$E_{CO} = 10^{-6} \cdot 1871,5 \cdot 14,7 \cdot 16398,7 = 551,14$$

Валовий викид оксиду азоту:

$$E_{N_2O} = 10^{-6} \cdot k_{N_2O} \cdot Q_r \cdot B_{r,T} \quad (2.63)$$
$$E_{NO_2} = 10^{-6} \cdot 167 \cdot 14,7 \cdot 16398,7 = 47,2$$

Валовий викид метану:

$$E_{CH_4} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 14,7 \cdot 16398,7 = 0,28 \quad (2.64)$$

Викиди твердих частинок:

$$K_{ТВ} = \frac{10^6}{Q} \cdot \alpha \cdot \frac{A^r}{100 - \Gamma} \cdot (1 - \eta) + K_{ТВ}^0, \quad (2.65)$$
$$K_{ТВ} = \frac{10^6}{14,7} \cdot 0,95 \cdot \frac{24,6}{100 - 0,05} \cdot (1 - 0) + 0 = 9784,3 \text{ (г/ГДж)}.$$

де $K_{ТВ}$ – показник емісії суспендованих твердих частинок;

Q – теплота згоряння палива;

α – частина золи, яка виходить з котла у вигляді легкої золи;

A – масовий вміст золи в паливі на робочу масу (зольність вугілля);

Γ – масовий вміст горючих речовин у викидах суспендованих твердих частинок;

η – ефективність очищення димових газів від суспендованих твердих частинок;

$K_{ТВ}^0$ – показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і суспендованих твердих частинок сорбенту, приймаємо $K_{ТВ}^0 = 0$.

Викиди діоксиду сірки:

$$K_{SO_2} = \frac{10^6}{Q} \cdot \frac{S}{100} \cdot (1 - \eta), \quad (2.66)$$

де K_{SO_2} – показник емісії викидів діоксиду сірки, г / ГДж;

S – зміст летючої сірки в паливі (сірчистість);

η – ефективність зв'язування сірки золою або сорбентом в установці спалювання, приймаємо $\eta = 0$.

$$K_{SO_2} = \frac{10^6}{14,7} \cdot \frac{0,76}{100} \cdot 1 = 371,28 \text{ (г/ГДж)}$$

Щоб врахувати викид важких металів домножимо концентрації шкідливих речовин на витрату палива:

а) миш'як $23 \cdot 16398,7 = 354922,2$ (г / рік);

б) мідь $26 \cdot 16398,7 = 401216,4$ (г / рік);

в) ртуть $0,29 \cdot 16398,7 = 4475,106$ (г / рік);

г) нікель $17 \cdot 16398,7 = 262333,8$ (г / рік);

д) свинець $20 \cdot 16398,7 = 308628$ (г / рік);

Об'єм відхідних газів:

$$V = 5,58 \cdot 1,36 \cdot 1,1 \cdot \frac{273 + 128}{273} \cdot 10886400 = 11,33 \text{ (нм}^3\text{/с)}. \quad (2.67)$$

$$V_{TB} = V_{CO} = V_{NO_2} = V_{SO_2} = 11,33 \text{ (нм}^3\text{/с)}. \quad (2.68)$$

Розраховуємо максимальну концентрацію речовини при її розсіюванні по формулі :

$$C_{TB} = \frac{200 \cdot 8,61 \cdot 1 \cdot 3}{30^2 \cdot \sqrt[3]{11,33 \cdot 124}} = 1,51 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.69)$$

Для оксиду вуглецю:

$$C_{\text{CO}} = \frac{200 \cdot 1,65 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{11,33 \cdot 124}} = 4,14 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.70)$$

Для діоксиду азоту:

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{200 \cdot 0,147 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{11,33 \cdot 124}} = 0,009 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.71)$$

Для діоксиду сірки:

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{200 \cdot 0,43 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{11,33 \cdot 124}} = 0,11 \text{ (мг/м}^3\text{)}. \quad (2.72)$$

Необхідний ступінь очищення:

$$\eta_{\text{оч}} = \frac{E - \text{ГДВ}}{E}, \quad (2.73)$$

$$\eta_{\text{очтв}} = \frac{73,59 - 7,23}{73,59} \cdot 100\% = 91 \%$$

Затрати на фільтри для очистки викидів від котельні, що працює на вугіллі:

$$C_{\phi} = Q_k \cdot C_{\phi} \quad (2.74)$$

де Q_k – потужність котельні ($Q_k = 6,9611 \text{ МВт}$);

де C_{ϕ} – вартість фільтру на один кіловат потужності котельні ($C_{\phi} = 1500 \text{ грн/кВт.}$)[12].

$$C_{\phi} = 6,9611 \cdot 10^3 \cdot 1500 = 12,7 \text{ (млн.грн).}$$

Таблиця 2.18 Капітальні затрати К на котел ДКВР 10 що працює на бурому вугіллі.

| №, п/п | Найменування затрат | Затрати, млн. грн |
|--------|------------------------|-------------------|
| 1 | Затрати на котел [13] | 2,059 |
| 2 | Монтажні роботи [14] | 1,555 |
| 3 | Будівельні роботи [15] | 0,68 |
| 4 | Затрати на фільтр | 12,7 |
| 5 | ПДВ (20%) | 1,334 |
| 6 | Всього | 18,32 |

Експлуатаційні затрати

Знайдемо експлуатаційні затрати як суму затрат на електроенергію, буре вугілля, амортизаційні відрахування ,поточний ремонт, інші затрати

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{кам.вуг}} + Z_{\text{ел}} + Z_{\text{аморт}} + Z_{\text{пот.рем.}} + Z_{\text{ін}} \quad (2.75)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.19

Таблиця 2.19 – Результати розрахунку експлуатаційних затрат на котел ДКВР 10 на бурому вугіллі

| №, п/п | Найменування | Витрата | Ціна | Витрата за рік, млн. грн |
|--------|----------------------------|--|-----------------|--------------------------|
| 1 | Вугілля | 16398,7 т | 700 грн/т | 11,41 |
| 2 | Електроенергія | 1788700 кВт*год | 2,8 грн/кВт*год | 6,041 |
| 3 | Амортизаційні відрахування | 8% від величини капітальних витрат без ПДВ | | 1,35 |
| 4 | Поточний ремонт | | | 0,210 |

Продовження таблиці 2.19

| | | | | |
|---|--------------|--|--|-------|
| 5 | Інші витрати | | | 0,32 |
| 6 | Всього | | | 19,36 |

Визначимо техніко-економічні показники варіанту парогенератора на бурому вугіллі за методикою[11].

Таблиця 2.20 Початкові данні для розрахунку техніко – економічних показників

| Показники | Позначення | Значення |
|-----------|------------|----------|
|-----------|------------|----------|

| | | показника |
|--|-----------------|-----------|
| 1.Капіталовкладення, млн грн | К | 18,32 |
| 2.Вартість економії енергії | ΔЕ | 60,08 |
| 3.Річна норма амортизації основних засобів, % | Н _А | 12,5 |
| 4.Норма відрахувань на тепло обслуговування і ремонт | Н _Р | 7,0 |
| 5.Ставка податку на прибуток, % | С _{НП} | 30,0 |
| 6.Ставка податку на майно, % | С _{НИ} | 2,0 |
| 7.Норма дисконту, % | Е | 10,0 |

Ліквідаційна вартість об'єкта та податок на майно незначні і в розрахунках не використовуються.

Амортизація основних засобів:

$$A = 0,01 \cdot N_A \cdot K = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 18,32 = 2,29 \text{ млн.грн} \quad (2.76)$$

Витрати на техобслуговування та ремонт:

$$P = 0,01 \cdot N_P \cdot K = 0,01 \cdot 7 \cdot 18,32 = 1,28 \text{ млн.грн} \quad (2.77)$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку):

$$\Delta C = \Delta E - (A + P) = 60,08 - (2,29 + 1,28) = 56,51 \text{ млн.грн} \quad (2.78)$$

Приріст чистого прибутку підприємства:

$$\text{ЧП} = \Delta C \cdot (1 - 0,01 \cdot C_{\text{НП}}) = 56,51 \cdot (1 - 0,01 \cdot 30) = 39,55 \text{ млн.грн} \quad (2.79)$$

Річний дохід інвестиційного проекту:

$$D_t = \text{ЧП} + A = 39,55 + 2,29 = 41,84 \text{ млн.грн} \quad (2.80)$$

Аналіз ефективності капіталовкладень в проект.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання:

$$T = \frac{100}{H_A} = \frac{100}{12,5} = 8 \text{ років.} \quad (2.81)$$

Знаходимо значення дисконтуючого множника з Додатку за відомими значеннями E та T:

$$\alpha_{(8;0,1)} = 5,3349 \text{ років.} \quad (2.82)$$

Чистий дисконтований дохід проекту визначається за формулою:

$$\text{ЧДД} = D_t \cdot \alpha_T - K_H = 41,84 \cdot 5,3349 - 18,32 = 204,93 \text{ млн. грн} \quad (2.83)$$

Індекс прибутковості проекту визначаємо за формулою:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_H} + 1 = \frac{204,93}{18,32} + 1 = 12,18. \quad (2.84)$$

Розрахунок внутрішньої норми доходу здійснюємо в два етапи.

На першому етапі знаходимо граничне (мінімальне) значення дисконтуючого множника, за якого проект не збитковий:

$$\alpha_{T(\text{ПР})} = \frac{K}{D} = \frac{18,32}{41,84} = 0,43 \text{ року.} \quad (2.85)$$

Розрахунок терміну окупності.

Статичний термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{o(ст)} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{18,32}{60,08} = 0,3 \text{ року.} \quad (2.86)$$

Динамічний термін окупності T_o знаходимо за $a_{т(ПР)} = 0,43$ року і нормі дисконту $E=0,1$ з Додатку 7.1. Шукане значення менше одного року і складає приблизно 0,6 року.

Граничні капіталовкладення в проект:

$$K_{гр} = K + ЧДД = 18,32 + 204,93 = 223.25 \text{ млн грн.} \quad (2.87)$$

Висновок по проекту. Всі розраховані критерії ефективності задовольняють умови доцільності інвестиційного проекту:

ЧДД=204693 млн грн більше 0;

ІД=12.18 больше 1;

$T_o = 0,6$ року менше 8 років

Отже, проект доцільний та може бути рекомендований до впровадження.

Таблиця 2.21 – Початкові дані та порівняльні характеристики варіантів постачання підприємства тепловою та електричною енергією

| Найменування | Газ | Кам'яне вугілля | Буре вугілля |
|---|------|-----------------|--------------|
| Теплові навантаження, Мвт : | | | |
| Загальне $Q_{ЗАГ}$ | 6,96 | 6,96 | 6,96 |
| Річні затрати на паливо, млн.грн | 72,1 | 65,4 | 11,41 |
| Річні затрати на електроенергію, млн.грн. | 4,07 | 6,041 | 6,041 |

| | | | |
|---|-------|-------|--------|
| Річні затрати на паливо та електроенергію , млн грн | 76,17 | 69,47 | 17,48 |
| Витрата на фільтри, млн грн | - | 12,7 | 12,7 |
| Економія річних затрат на паливо та електроенергію ΔЕ, млн.грн. | - | 6,09 | 60,08 |
| Капіталовкладення, млн.грн. | - | 18,32 | 18,32 |
| Приріст чистого прибутку ЧП, млн.грн. | - | 1,76 | 39,55 |
| Річний дохід Д _г , млн.грн. | - | 4,05 | 41,84 |
| Чистий дисконтований дохід ЧДД, млн.грн. | - | 3,3 | 204,93 |
| Індекс прибутковості ІП | - | 1,18 | 12,18 |
| Внутрішня норма доходу, % | - | 14,7 | - |
| Статичний термін окупності T _{ост} , років | - | 4,52 | 0,3 |
| Динамічний термін окупності, T, років | - | 6,6 | 0,6 |
| Граничні капіталовкладення в проект K _{гран} , млн.грн | - | 5,23 | 223,25 |

Проаналізувавши таблицю 2.21 можна зробити висновок, що буре вугілля, а саме Олександрійське[1], родовища якого є і Вінницькій області, через невелику вартість 700 грн/т. потребує менших експлуатаційних затрат. Через економію річних затрат на паливо, такий проект дуже швидко окупить навіть не дивлячись на необхідність фільтрів.

В таблиці 2.22 наведені річні викиди парогенераторів ДКВр-10 на газі, кам'яному та бурому вугіллях.

Таблиця 2.22. Річні викиди парогенераторів ДКВр-10 на газі, кам'яному та бурому вугіллях.

| Паливо Викиди | Газ | Кам'яне вугілля | Буре вугілля |
|-----------------------------------|----------|-----------------|--------------|
| Валовий викид оксидів азоту, т | 24,8 | 26,54 | 27,3 |
| Валовий викид діоксиду вуглецю, т | 2269,68 | 6619,5 | 11749,3 |
| Валовий викид оксиду вуглецю, т | 96,1 | 499,8 | 551,14 |
| Валовий викид оксиду азоту, т | 0,038 | 42,09 | 47,2 |
| Валовий викид метану, т | 0,18 | 0,26 | 0,28 |
| Вартість газоочистки, млн грн | - | 12,7 | 12,7 |
| Всього, т | 2390,798 | 7200,89 | 12387,92 |

З таблиці 2.22 можна зробити висновок, що найменше викидів від газу і з екологічної точки зору, серед обраних варіантів він найкращий. Проте беручи до уваги річні витрати газу і його вартість гостро постає питання переходу на інше паливо. Якщо обирати серед вугілля, то менше викидів від кам'яного вугілля, але в нього також велика вартість. Не дивлячись на те, що у бурого вугілля значно більші викиди і потрібно встановлювати фільтри воно економічно більш вигідне ніж газ або кам'яне вугілля.

2.5 Встановлення парової турбіни

Теоретичний теплоперепад в турбіні, кДж/кг

$$H_0 = h_0 - h_1, \quad (2.106)$$

$$H_0 = 2927,9 - 2700 = 228.$$

Зобразимо процес розширення пари в турбіні.

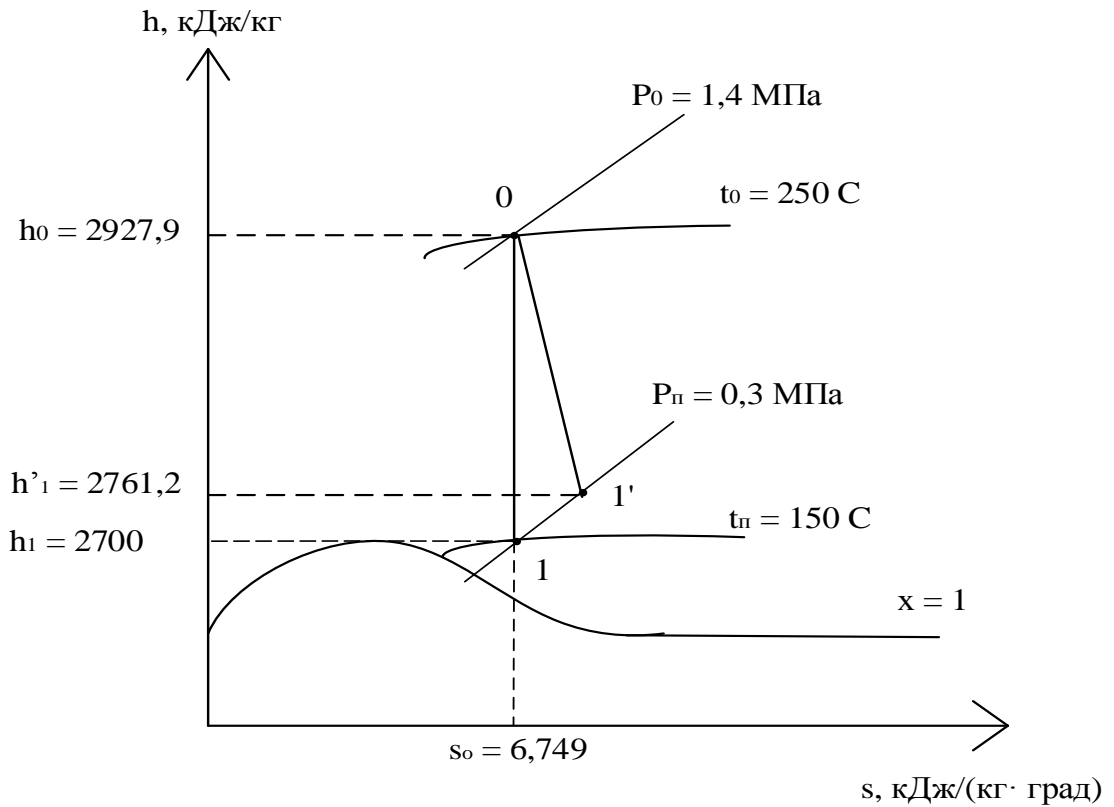


Рисунок 2.2 – Процес розширення пари в турбіні, кДж/кг

Розрахунковий теплоперепад в турбіні, кДж/кг

$$H_p = h_0 - h'_1, \quad (2.107)$$

$$H_p = 2927,9 - 2761,2 = 166,7.$$

Потужність турбіни, кВт

$$N_T = G_{\text{роу}} \cdot H_0 \cdot \eta_T \cdot \eta_{\text{ем}}, \quad (2.108)$$

$$N_T = 2,73 \cdot 228 \cdot 0,89 \cdot 0,98 = 542.$$

Вибираємо турбогенератор потужністю 500 кВт ПВМ – 500. [4]

Річна економія електроенергії, кВтгод/рік

$$EE_{\text{річн}} = N_{\text{тур}} \cdot 560, \quad (2.109)$$

Таблиця 2.23 Річна економія електроенергії, кВт год/рік

| | | |
|------------------|-------------------------------------|---------|
| Максимальний: | $EE_{\text{річн}} = 500 \cdot 560$ | 280000 |
| Міжопалювальний: | $EE_{\text{річн}} = 500 \cdot 3700$ | 1850000 |
| Не опалювальний: | $EE_{\text{річн}} = 500 \cdot 4500$ | 2250000 |
| Всього | 4380000 | |

Річна економія коштів за електроенергію, млн. грн

$$E_{\phi} = EE_{\text{річн}} \cdot \text{Ц}_{\text{еє}} \cdot 10^{-6}, \quad (2.110)$$

де $\text{Ц}_{\text{еє}} = 2,8$ – середнє значення тарифу на електричну енергію, грн/кВт · год

$$E_{\phi} = 4380000 \cdot 2,8 \cdot 10^{-6} = 12,2,$$

тобто річний прибуток 12,2 млн.грн.

Витрати на турбіну та турбогенератор (турбоагрегат)

Капіталовкладення на парову турбіну та турбогенератор, грн

$$K_T = 9800000.$$

Капітальні витрати на транспортування турбіни, грн

$$K_T^{Tp} = K_{Tp} \cdot K_T, \quad (2.111)$$

де K_{Tp} - коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування,

$$K_T^{Tp} = 0,12 \cdot 9800000 = 1176000.$$

Капітальні витрати на монтаж, грн

$$K_T^M = K_M \cdot K_T, \quad (2.112)$$

$$K_T^M = 0,1 \cdot 9800000 = 980000.$$

Загальні капіталовкладення, грн

$$K_T^{3ar} = K_T \cdot K_T^{Tp} \cdot K_T^M, \quad (2.113)$$

$$K_T^{3ar} = 9800000 + 1176000 + 980000 = 11956000.$$

Загальні капіталовкладення на встановлення турбіни, грн

$$K_T^{3ar1} = K_T^{3ar} + K_T^{Доп}, \quad (2.114)$$

$K_T^{Доп} = 50000$ - капіталовкладення на допоміжне устаткування, грн

$$K_T^{3ar1} = 11956000 + 50000 = 12006000.$$

Норма амортизаційних відрахувань для третьої групи основних фондів складає

$$K_{CA} = 0,15.$$

Тоді річна сума амортизаційних відрахувань, грн

$$S_A = K_{CA} \cdot K_T^{3ar1}, \quad (2.115)$$

$$S_A = 0,15 \cdot 12006000 = 1800900.$$

Річні витрати коштів на поточний ремонт устаткування, грн

$$S_{np} = 0,2 \cdot S_A, \quad (2.116)$$

$$S_{np} = 0,2 \cdot 1800900 = 360180.$$

Інші витрати, грн

$$S_{инш} = 0,4 \cdot (S_A + S_{np}), \quad (2.117)$$

$$S_{инш} = 0,4 \cdot (1800900 + 360180) = 864432.$$

Сумарні капіталовкладення в турбіну з урахуванням амортизаційних відрахувань, коштів на поточний ремонт та інших витрат, грн

$$K_{Cym} = K_T^{3ar} + S_A + S_{np} + S_{инш}; \quad (2.117)$$

$$K_{Cym} = 12006000 + 1800900 + 360180 + 864432 = 15031512.$$

Термін окупності капіталовкладень, років

$$T_{ок} = \frac{K_{Cym}}{E_{\phi}}, \quad (2.118)$$

$$T_{ок} = \frac{15031512}{12200000} = 1,23$$

Висновок до розділу: в розділі була порахована котельня на різних видах палива, викиди кожного з них, а також техніко-економічні показники. Беручи до уваги, що через найбільшу кількість викидів необхідно встановити очищуючі фільтри сума яких 12,7 млн.грн і річні затрати на електроенергію збільшились з 4,07 до 6,041 млн. грн. То через значно менші затрати на паливо 11,41 млн. грн в той час як затрати на кам'яне вугілля і газ 65,4 та 72,1 млн.грн відповідно. Також була порахована парова турбіна, яка дозволяє в рік зекономити 12,2 млн. грн і при сумарних капіталовкладеннях 15,03 млн. грн її термін окупності 1,23 роки.

РОЗДІЛ 3

ВИРІВНЮВАННЯ ПОЛІВ ТЕМПЕРАТУР ТА НАПРУЖЕНЬ ШЛЯХОМ ДИНАМІЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ НАПЛАВЛЕННЯ

З метою вирівнювання в матеріалі температурного поля, яке виникає під час нанесення покриттів шляхом наплавлення, запропоновано та досліджено можливість та ефективність динамічного керування тепловим потоком в деталь через зміну потужності зварювальної дуги. З цією метою здійснено моделювання теплових процесів в деталі при наплавленні покриттів з використанням методу кінцевих елементів [11]. Зокрема досліджувався процес наплавлення покриття на поверхню отворів групи деталей з метою компенсації зношеного в процесі експлуатації шару металу. Характерною особливістю групи деталей, що моделюються, є наявність циліндричної частини із отвором та елемента тепловідведення, що несиметрично розташований по відношенню до циліндричної частини. Для цього, в якості прикладу, було використано створену твердотільну об'ємну модель кулака поворотного (рис. 3.1, а), та її кінцево-елементний аналог (рис. 3.1, б). Нагрівання отвору відбувається тепловим потоком від зварювальної дуги, яка переміщається і по чергово діє на його ділянки (рис. 3.2, а), які виділені в моделі. Від ділянки, що нагрівається, тепло розповсюджується в матеріал деталі.

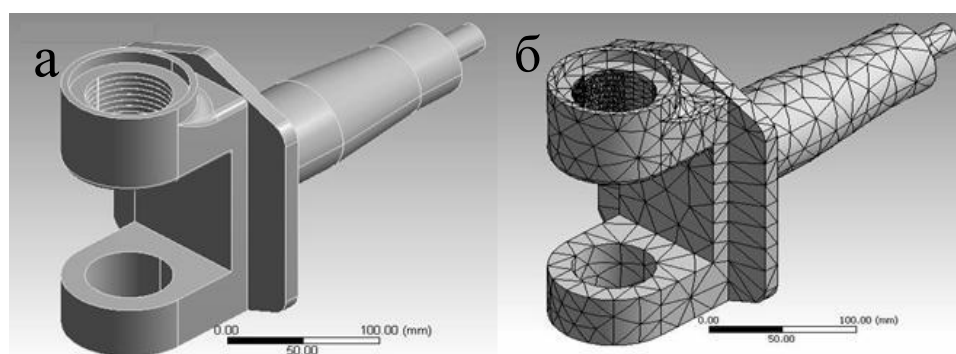


Рисунок 3.1 Твердотільна модель кулака поворотного (а) та її кінцево-елементний аналог (б)

Досліджувалась доцільність впливу на температурне поле та похідні температурні напруження в матеріалі навколо отвору з метою вирівнювання їх нерівномірності шляхом зміни потужності дуги під час наплавлення. Для цього в першому наближенні отвір деталі поділено на дві половини: одна примикає до масивної частини (1), що є тепловим акумулятором, а інша (2) - протилежна їй (рис. 3.1.2, а).

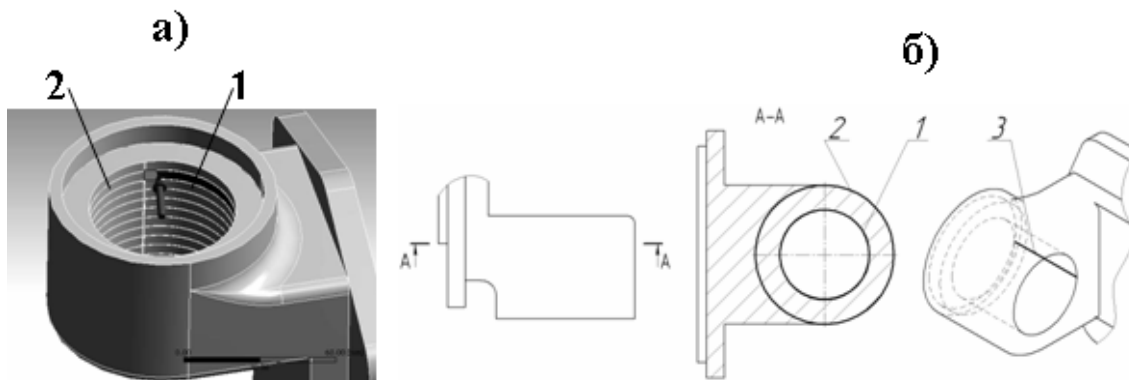


Рисунок 3.2. Схема почергового нагрівання ділянок деталі (а) та схема визначення температури та напружень в небезпечних перетинах (б)

Модельні дослідження проведено для трьох випадків. У першому випадку наплавлення проводилось із сталою потужністю. У другому на половині 2 тепловий потік, що визначається потужністю на дузі, збільшувався на 10%, а на половині 1 відповідно зменшувався на 10% від початкового значення. У третьому випадку на половині 2 потужність на дузі зменшувалась на 10%, а на половині 1 відповідно збільшувалась на 10% від початкового значення.

В результаті розрахунків було отримано температурні поля в об'ємі кулака поворотного (рис. 3.3,а) та поля напружень в області навколо отворів, що наплавляються (рис. 3.3, б).

Розподілення температури та напружень у визначеному перетині А-А (рис. 3.3, б) показано на графіках (рис. 3.4). Температура (рис. 3.4, а, в) та напруження (рис. 3.5, б, г) визначалися в перетині А-А по колах 1 та 2 відповідно (рис. 3.2, б), де має місце найбільша їх нерівномірність. Початок координат для

кутового положення розташований на осі симетрії деталі по лінії 3 (рис. 3.2, б). Також по лінії 3 було визначено розподілення температур (рис. 3.4, д) та напружень (рис. 3.4, е) при різних схемах проведення процесу наплавлення.

Результати моделювання (рис. 3.3, 3.4) процесу наплавлення із потужністю, що змінювалася в залежності від координати розташування дуги по відношенню до деталі, показали доцільність такого керування.

Як видно із рисунків 3.3, 3.4 динамічне керування потужністю за схемою «3» дозволяє зменшити на 15 – 20% напруження, що виникають, за рахунок більш рівномірного розподілення температурного поля по об'єму деталі.

Кращих успіхів можна досягти шляхом застосування безперервного керування тепловими потоками від зварювальної дуги в процесі наплавлення. Для цього необхідно для конкретної деталі виконати моделювання температурних полів та напружень та розрахувати раціональний закон зміни потужності зварювальної дуги з метою мінімізації перепадів температур та напружень в матеріалі деталі навколо отвору.

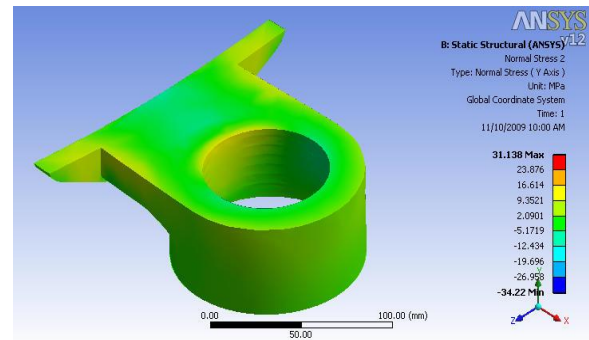
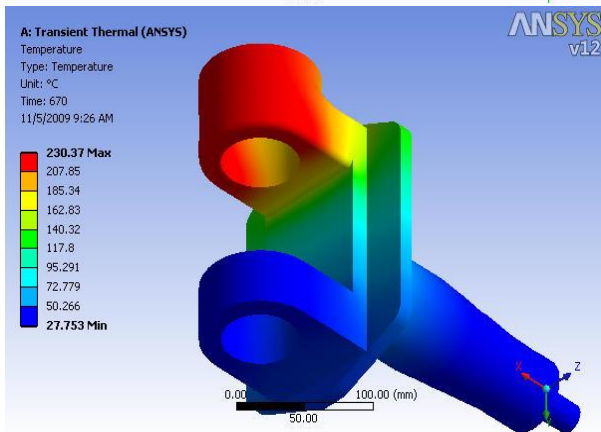
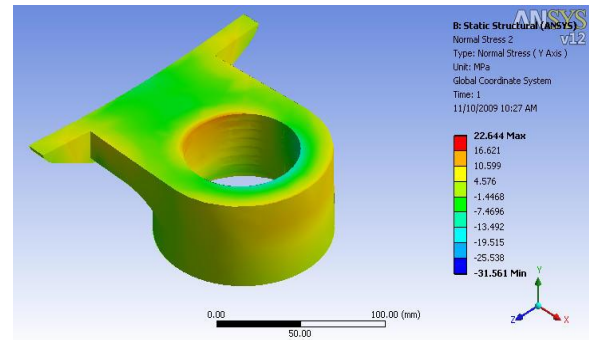
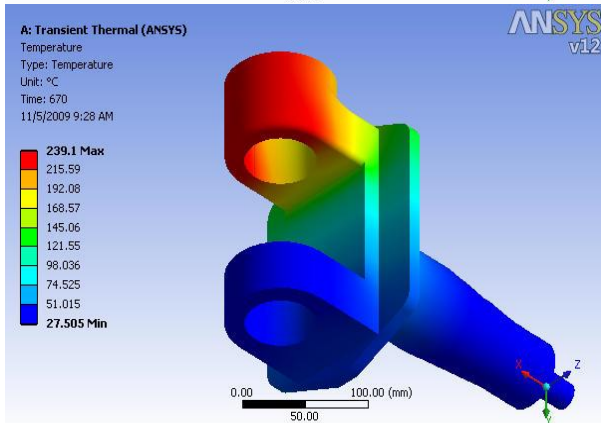
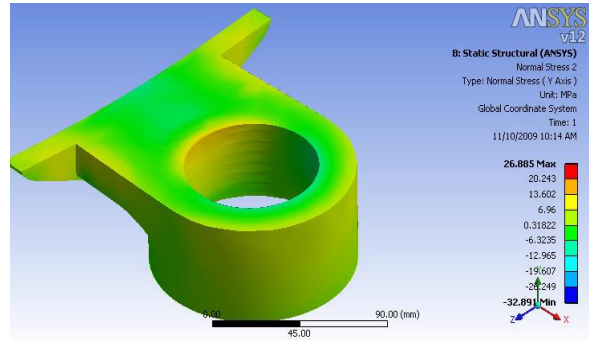
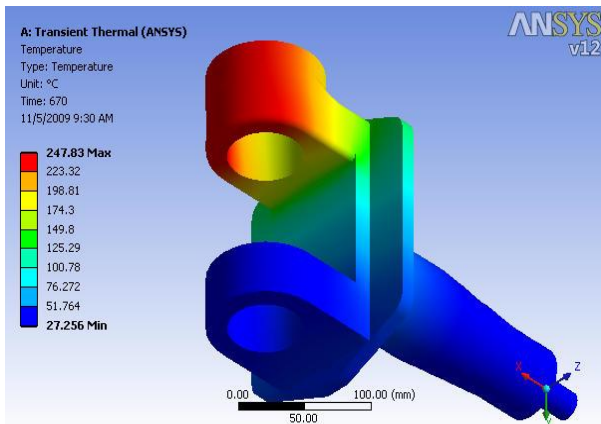


Рисунок 3.3. Поля температур (а, в, д) та напружень (б, г, е), що формуються в об'ємі кулака поворотного при наплавленні отворів під втулки шкворня

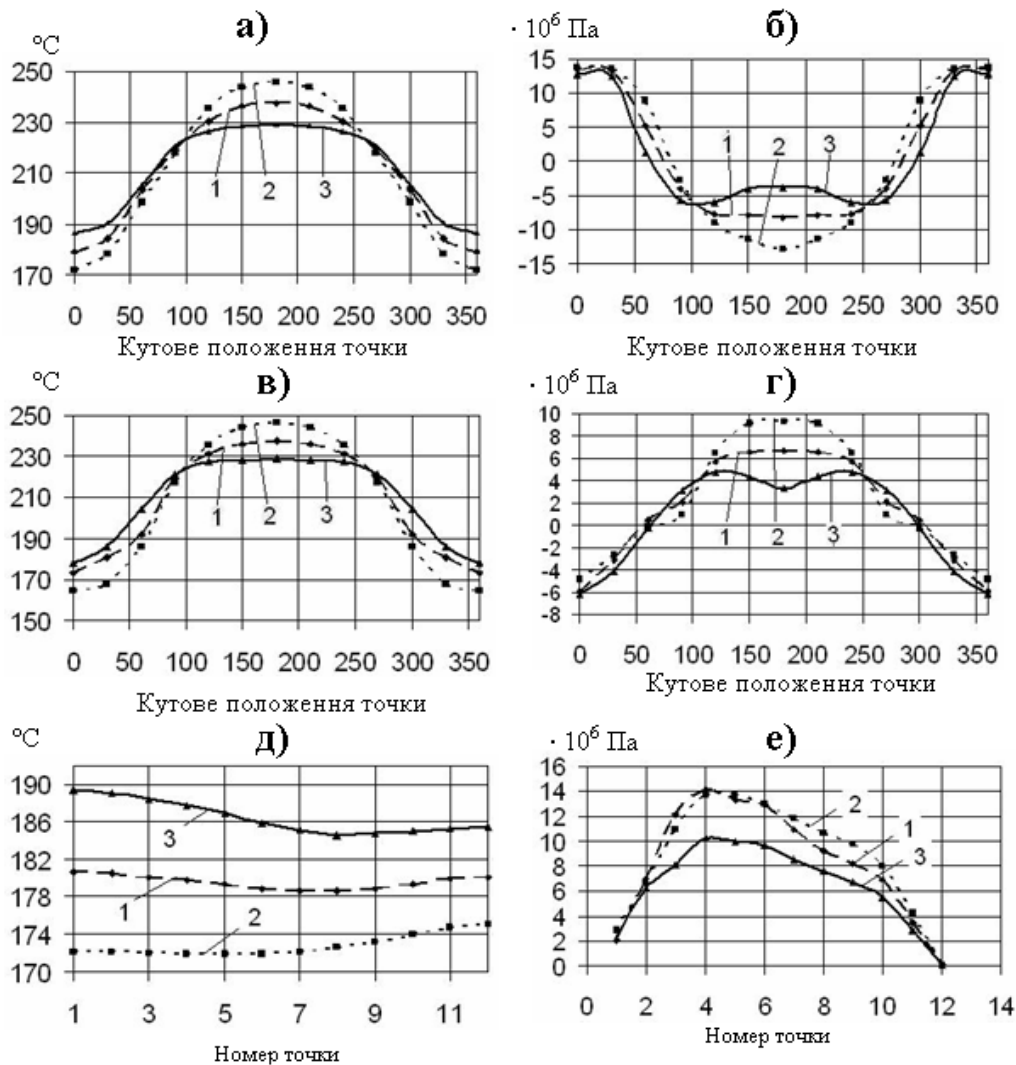


Рисунок 3.4. Розповсюдження температур (а, в, д) та напружень (б, г, е) по перетинах деталі

3.1 Обладнання для керування потужністю дуги в процесі наплавлення

З метою реалізації динамічного керування потужністю процесу наплавлення було спроектовано та виготовлено відповідне обладнання. Для цього було вдосконалено установку для автоматичного наплавлення в середовищі захисних газів УД - 209 М , зварювальний випрямляч ВДУ-506 УЗ; виготовлено інтерфейсний блок (ІБ), що з'єднує ПК та зварювальний випрямляч; написано відповідне програмне забезпечення.

На установці УД-209М між привідними двигунами та редукторами додатково були встановлені індуктивні датчики, що визначали кутове положення деталі під час обертання та місцезнаходження наплавної головки по глибині отвору.

Дані від індуктивних датчиків надходять через інтерфейсний блок до ПК, де проходять обробку. Програма, в залежності від кутового положення деталі та розташування наплавної головки, надсилає сигнали керування потужністю наплавлення через інтерфейсний блок до зварювального випрямляча. Для цього у зварювальному випрямлячі замість резистора керування потужністю встановлено силовий транзистор КТ829.

Інтерфейсний блок ІБ виготовлено на основі процесора АТТІNУ 2313, який з'єднується з персональним комп'ютером через стандартні роз'єми RS 232. Для запобігання впливу інтенсивних електромагнітних перешкод, що супроводжують процес наплавлення, з метою забезпечення стабільності роботи ПК та інтерфейсного блоку останній має гальванічну розв'язку по входу і по виходу, що реалізована за рахунок оптопар 4N35.

Введення необхідних даних для наплавлення, а саме потужність наплавлення, а також координати на які розповсюджується визначена потужність забезпечується програмою DYNNAPLAVKA V1.1.

Структурна схема ведення процесу наплавлення з динамічним керуванням потужністю показана на рисунку 3.5.

Експериментальна перевірка доцільності використання динамічного керування потужністю зварювальної дуги з метою зменшення перепадів температур теплових полів та викликаних ними внутрішніх напружень показало доцільність та ефективність такого заходу.

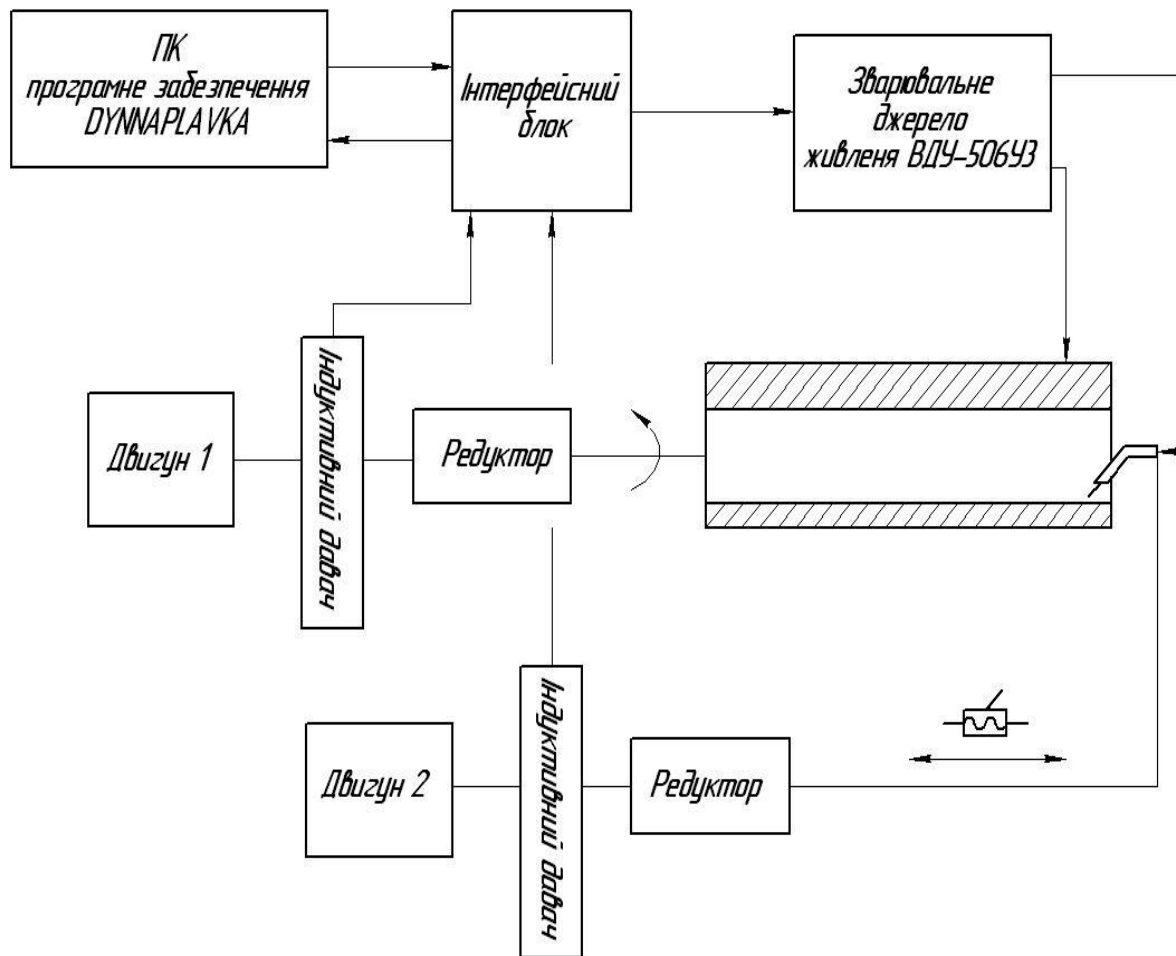


Рисунок 3.5 Схема динамічного керування потужністю дуги

Випрямляч зварювальний типу ВДУ-506 УЗ призначений для комплектації зварювальних автоматів і напіваавтоматів механізованого зварювання в середовищі вуглекислого газу і під флюсом, а також для зварювання порошковим дротом.

Випрямляч може бути використаний для роботи із зварювальними роботами і маніпуляторами, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами.

Кліматичне виконання випрямляча «У», категорія розміщення 3, тип атмосфери II по ГОСТ 15150-69 і ГОСТ 15543-70, але для роботи при нижньому значенні температури навколишнього середовища від 263 К (мінус 10 °С) до 313 К (+ 40 °С).

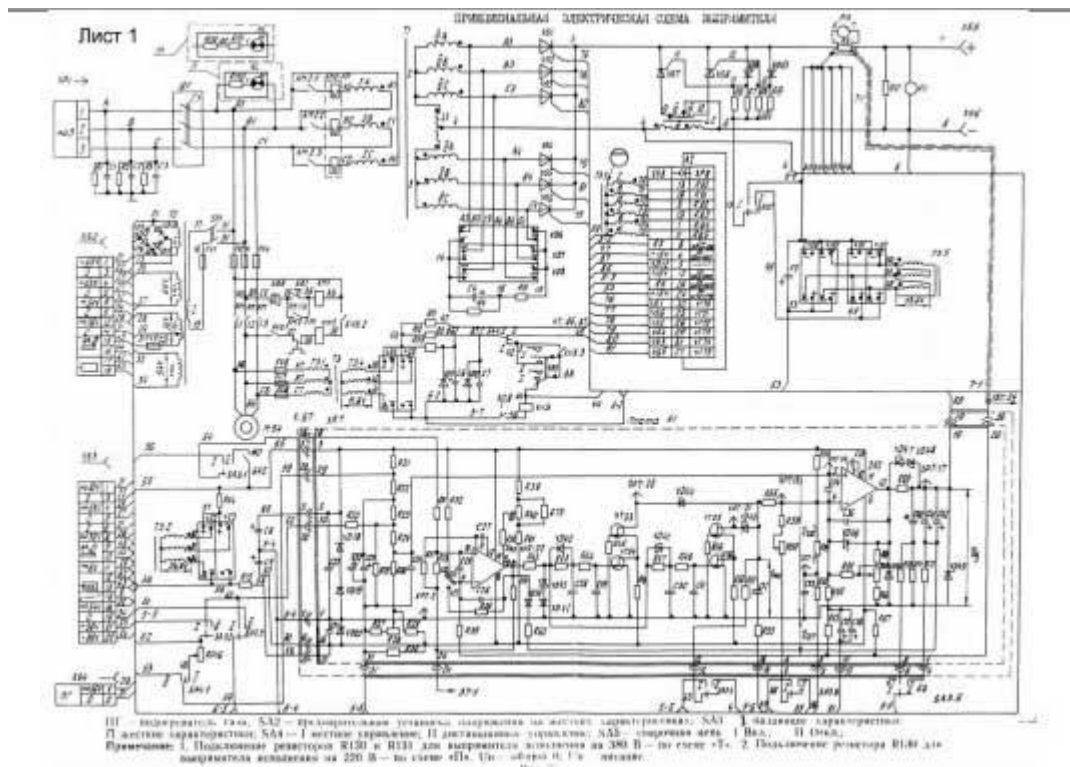


Рисунок 3.6 Принципова електрична схема

1. Випрямляч є універсальним

2. Плавне регулювання зварювального струму (при падаючих) і напруги (при жорстких зовнішніх характеристиках) здійснюється резистором на блоці управління (місцеве регулювання), а також з напівавтомата або автомата (дистанційне регулювання).

3. Заземлення корпусу випрямляча здійснюється за допомогою спеціального болта, позначеного символом «Заземлення», розташованого на задній стінці випрямляча.

4. Для підключення до мережі живлення з боку задньої стінки є роз'єм XP1 (3) з ємнісними фільтрами C1- C3 і резисторами R1 - R3 для захисту від створення перешкод радіоприйому, що виникають при зварюванні.

5. Підключення випрямляча до мережі живлення і захист його від коротких замикань здійснюються автоматичним вимикачем QF (4), розташованим на задній стінці.

6. Для під'єднання зварювальних кабелів на передній стінці є два роз'єми: один з них XS5 (15) позначений знаком «+», інший XS6 (30) знаком «-».

Заземлення одного з кабелів проводиться за допомогою шини (31), розташованої зі зворотного боку роз'єму.

7. На передній стінці розташовані: роз'єм XS3 (16) для підключення блоків управління автомата і роз'єм XS4 (17) для підключення підігрівача газу (36 В), що живиться від допоміжного трансформатора Т2.

8. У верхній частині передньої стінки зліва розташована ніша (18) для установки блоку управління напівавтомата, який вставляється в нішу і підключається до випрямляча через роз'єм XS2. Роз'єм розташований усередині ніші.

9. У правій верхній частині передньої стінки встановлений блок управління випрямлячем (10).

10. Під блоком управління випрямлячем розташовані: сигнальна лампа контролю напруги Н1 (29). вимикач SA1 (26) трансформатора Т2 (1 + 1) живлення ланцюгів управління напівавтомата, автомата і підігрівача газу, а також кнопки включення - відключення випрямляча - «пуск» SB7 (28) і «стоп» SB6 (27).

11. У верхній частині кожуха всередині випрямляча розташовані запобіжники FV1, FV5 -для захисту трансформатора Т2 (1 + 1), FV2, FV3, FV4 -для захисту двигуна вентилятора: FV6, FV7, FV8 - для захисту допоміжного трансформатора Т3 блоку управління випрямляча.

12. Силовий трансформатор Т1 (14) трьохфазний, Сердечник виготовлений з холоднокатаної електротехнічної сталі 3413. Обмотки виготовлені з алюмінієвого обмотувального дроту марки АПСД.

13. Дросель в зварювальному ланцюгу L2 (13). Сердечник з електротехнічної холоднокатаної сталі 3413. Немагнітний зазор - 2 мм. Дросель має робочі (I, II) і допоміжні (III, IV) обмотки. У ланцюг допоміжних обмоток включені тиристори VS7, VS8.

При роботі на падаючих зовнішніх характеристиках перемикач SA3.7 з'єднує керуючі електроди тиристорів з їх катодами. Тиристори постійно закриті, допоміжні обмотки дроселя відключені. При роботі на жорстких зовнішніх характеристиках на керуючі електроди тиристорів VS7 і VS8 постійно подано напругу від випрямлячів V31. V32. Тому тиристори відкриваються анодною напругою.

Наведена в обмотках дроселя змінна е. р. с. і струм управління, що протікає в них, забезпечують автоматичне зменшення індуктивності дроселя при роботі випрямляча на малих режимах і отримання додаткових піків струму, що дасть можливість проводити зварювання електродним дротом діаметром 1,2 mm на струмах з 60 А.

14. Вирівнювальний контур L1 (12). Сердечник з холоднокатаної електротехнічної сталі 3413 має дві однакові напівобмотки.

15. Силовий випрямний блок складається з шести тиристорів VS1-VS6 (7) типу T161-T160

16. Вентиляція випрямляча повітряна, примусова. Вентилятор випрямляча (8) обертається трифазним асинхронним двигуном М. Правильний напрямок обертання вентилятора - лівий (проти годинникової стрілки), дивлячись з боку лицьової панелі. При правильному охолодженні випрямляча повітря повинно засмоктуватися з боку вентилів. Нормальна робота системи вентиляцій контролюється вітровим реле (9), яке має контакт SQ8 в ланцюзі обмотки реле KV3. При порушенні вентиляції пускач KM2, в колі якого знаходяться контакти реле KV3, відключає трансформатор T1 від мережі.

17. Для захисту випрямляча від тривалих перевантажень невеликий пускач KM2 забезпечений тепловим реле KM2-FP.

18. Захист тиристорів від перенапруг здійснюється резисторно-ємнісним ланцюгом, що складається з R5 і C4. Підключення цього ланцюга до відповідної пари тиристорів проводиться доданим комутатором V26 * V28. Конденсатор C4 шунтований розрядним резистором R4.

19. Блок управління (10) випрямляча включає в себе: електронні плати A1 - формування напруги управління; A2 - формування імпульсів управління тиристорами; допоміжний трансформатор T3; випрямні блоки зі стабілітронами і ємнісними фільтрами.

20. На лицьовій панелі блоку управління випрямляча розташовані:
резистор-регулятор струму - напруги RP16 (23);

тумблер попередньої установки напруги на жорстких зовнішніх характеристиках SA2 (25);

перемикач виду зовнішніх характеристик SA3 (21);

перемикач місцезнаходження органу управління (місцеве - дистанційне) SA4 (22);

тумблер включення зварювального ланцюга SA5 (24); вольтметр PV (19) і амперметр PA (20) для контролю режиму зварювання.

21. Крайнє ліве положення ручки резистора RP16 блоку управління відповідає мінімальному значенню випрямленої напруги і струму зварювання. Поворот ручки за годинниковою стрілкою відповідає збільшенню зварювального струму і напруги.

22. Перемикач виду зовнішніх характеристик SA3 служить для включення випрямляча на роботу з падаючими або жорсткими зовнішніми характеристиками. Положення перемикача позначено на панелі відповідними символами.

23. Вимикач SA5 має фіксоване середнє положення і служить для місцевого включення і відключення зварювального ланцюга.

24. Перемикач SA4 служить для включення випрямляча на місцеве або дистанційне керування.

При дистанційному управлінні з пульта управління автомата або пальника напівавтомата резистор RP16 і вимикач SA5 вимкнені.

25. Вмикання тумблера SA2 дозволяє в поєднанні з RP16 попередньо встановити робочу напругу при роботі на жорстких зовнішніх характеристиках.

26. Вмиканням автомата QF подається напруга на допоміжні клеми, при цьому загоряється сигнальна лампа Н1. Натисканням кнопки SB7 «Пуск» подається напруга на котушку пускача KM1; вмикається двигун вентилятора М; підключається трансформатор Т3; спрацьовує вітрове реле SQ8 в ланцюзі котушки проміжного реле KV3. При натисканні вимикача SA5 замикається ланцюг котушки реле KV3, яке своїми контактами подає напругу на котушку магнітного пускача KM2. Силовий трансформатор Т1 підключається до мережі. На виході випрямляча з'являється напруга. Вимкнення випрямляча виконується натисканням кнопки SB6 «Стоп».

27. Для зручності повороту випрямляча при переміщенні бічні і торцеві пари коліс розташовані в різних площинах і випрямляч в стаціонарному положенні має незначний нахил.

3.2 Керування випрямлячем за допомогою тиристора

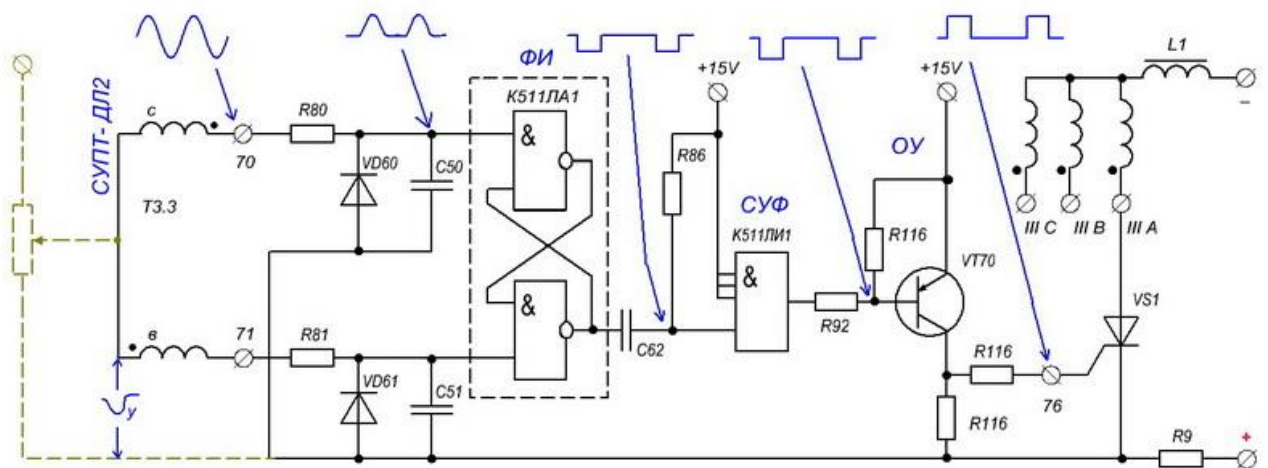


Рисунок 3.7 Структурна схема системи

Схема є системою автоматичного регулювання випрямленою напругою з зворотними зв'язками по струму і напрузі.

Управління тиристорами здійснюється за «вертикальним принципом».

Для управління шістьма тиристорами створена шестиканальна система. Кожен канал складається з:

НС - датчика синусоїдальних допоміжних напруг, синхронізованих з напругою мережі живлення. Датчиком є вторинні обмотки трансформатора блоку живлення, з'єднані в шестикутну зірку.

ФМ - формувачі імпульсів у вигляді тригера побудованого на двох логічних елементах І-НЕ.

СУФ - проміжного узгоджувального підсилювача-формувача імпульсів управління.

ОУ - кінцевого транзисторного каскаду посилення імпульсів управління тиристорами. Навантаженням транзисторів є керуючі електроди тиристорів.

Для управління тиристором, включеним в фазу «А», порівнюються напруги вторинних обмоток допоміжного трансформатора ТЗ.З. Напруга U_c , синхронізована з напругою фази «С», порівнюється з напругою U_b , синхронізованою з напругою, що знаходяться в протифазі з напругою фази «В» живильної мережі. Кожна з цих напруг подається в коло, що складається з діода VD60 (VD61), який зрізає негативну півхвилю синусоїдальної напруги і елементів R80, C50 (R81, C51), що утворюють високочастотні фільтри. Отримані напруги, що представляють собою позитивні напівхвилі синусоїд, зсунуті між собою на 60 град., є напруженнями запуску тригера ФМ, побудованого на двох елементах І-НЕ. Елементи мають граничну напругу спрацьовування $U_{пор} \approx 7 \text{ V}$, отже, будь-який сигнал запуску на вході елемента, менший цього значення, приймається за логічний 0, а вище - за логічну 1.

Висновок до розділу. На підставі проведених досліджень в розділі вирішено питання автоматизованого динамічного керування термічними полями та напруженостями при наплавленні за допомогою додаткових тиристорів та транзисторів. Дані від індуктивних датчиків надходять через інтерфейсний блок до ПК, де проходять обробку. Програма, в залежності від кутового положення деталі та розташування наплавної головки, надсилає сигнали керування потужністю наплавлення через інтерфейсний блок до зварювального випрямляча.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [1].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L, \quad (4.1)$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [1];

$K_{прок}$ - питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{л1} = (42,64 \cdot 1 + 2,22) \cdot 0,46 = 20,63 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

| Назва лінії | Марка лю | Кіл-ть | Довжина, км | $K_{пит}$, тис.грн | $K_{прок}$, грн | $K_{л}$, тис.грн |
|-------------|-------------|--------|-------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| ЦРП - ТП1 | АПВЭБВ-10 | 1 | 0,46 | 42,64 | 2,22 | 20,63 |
| ЦРП – ТП2 | АПВЭБВ-10 | 1 | 0,42 | 42,64 | 2,22 | 18,84 |

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.2)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість трансформаторної підстанції, тис.грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [1]);

$K_{\text{пост}}$ - Постійні витрати прийнято у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

З табл. 2.7–2.8 [1] визначаємо величину капіталовкладень для ТП–1:

$$K_{\text{псі}} = 760 + 152 = 912 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.2

Таблиця 4.2 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

| № | Тип тр-ра | Кількість т-рів | $K_{\text{од}}$, тис.грн | $K_{\text{пост}}$, тис.грн | $K_{\text{пс}}$, тис.грн |
|-------|-----------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| КТП-1 | ТМ-1600 | 2 | 760 | 152 | 912 |
| КТП-2 | ТМ-1600 | 2 | 760 | 152 | 912 |

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 5 \cdot 60 + 2 \cdot 110 = 520 \text{ тис. грн.} \quad (4.3)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 1824 + 520 = 2344 \text{ тис. грн.} \quad (4.4)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 20,63 + 2344 = 2364,63 \text{ тис. грн.} \quad (4.5)$$

4.1.2 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість, відповідно, визначається як, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.6)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. (табл.2.12 [1]);

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Для схеми, представленої на рис.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110 кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 20 \cdot 2 = 40.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.1.

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год./рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.7)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [1]);

K_{cp} – коефіцієнт складності ремонту, $K_{c.p} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Для вимикачів 110 кВ, люд-год/рік:

$$T_{то} = 12 \cdot 20 \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 2 = 144.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.2.

Таблиця 4.3 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

| Обладнання | К-сть | Поточний ремонт | | | Огляд | | |
|--|-------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | К-сть на одиницю облад. рем/рік | Норма а трудо-місткості люд.год. | Заг. труд-місткість люд.год. | К-сть на одиницю облад. огл/рік | Норма трудо-місткості люд.год. | Заг. трудо-місткість люд.год. |
| Вимикач 110кВ | 2 | 1 | 20 | 40 | 12 | 2 | 48 |
| Роз'єднувач 110кВ | 4 | 1 | 12 | 48 | 12 | 2 | 96 |
| Трансформатор 110/10кВ | 2 | 0,33 | 300 | 198 | 12 | 20 | 480 |
| Вимикач 10кВ | 5 | 1 | 16 | 80 | 12 | 1 | 60 |
| ТМ-1600 | 4 | 0,33 | 160 | 211,2 | 12 | 20 | 960 |
| Кабельна лінія 70 мм ² , км | 0,88 | 1 | 46 | 40,48 | 1 | 10,5 | 9,24 |
| Разом | | | | 617,68 | | | 1653,24 |

Таблиця 4.4 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

| Обладнання | К-ть | Технічне обслуговування | | | | Загальна |
|--|------|-------------------------|------------------|--------------|--------------------------------|--|
| | | Змінність роботи | Коеф. складності | К-ть місяців | Загал. трудомісткість люд.год. | трудомісткість обслуговування люд.год. |
| Вимикач 110кВ | 2 | 3 | 0,1 | 12 | 144 | 192 |
| Роз'єднувач 110кВ | 4 | 3 | 0,1 | 12 | 172,8 | 268,8 |
| Трансформатор 110/10кВ | 2 | 3 | 0,1 | 12 | 2160 | 2640 |
| Вимикач 10кВ | 5 | 3 | 0,1 | 12 | 288 | 348 |
| ТМ-1600 | 4 | 3 | 0,1 | 12 | 2304 | 3264 |
| Кабельна лінія 70 мм ² , км | 0,88 | 3 | 0,1 | 12 | 145,72 | 154,96 |
| Разом | | | | | 5214,52 | 6867,76 |

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$N_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \quad (4.8)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{T_{\text{обс}}}{\Phi_{\text{обс}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \quad (4.9)$$

де $T_{\text{пр}}$ – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд.год;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

K_{BH} – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників. При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу $K_{BH} = 1,10$, а для експлуатаційного - $K_{BH} = 1,05$;

$T_{обс}$ – річна планова трудомісткість технічного обслуговування з урахуванням витрат праці на огляди, люд·год.

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{6867,76}{1900 \cdot 1,05} = 3,44.$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{тр} = \frac{617,68}{1900 \cdot 1,1} = 0,29.$$

Приймаємо $H_{тр} = 2$ чол., $H_{обс} = 4$ чол.

Розрахунок витрат по заробітній платі

Величина премії (відповідно до категорій енергоперсоналу) може бути прийнята в розмірі 20 і 25%.

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_e = H_{обс} \cdot \beta_n \cdot t_{ге} \cdot \Phi_d. \quad (4.10)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{ге} = ((K3+K4)/2) \cdot C_1, \quad (4.11)$$

де $K3$, $K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [1];

C_1 – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_1 = \frac{Z_{\min} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.12)$$

де Z_{\min} – мінімальний розмір заробітної плати;

$k_{r,i}$ – тарифний коефіцієнт робітника і-го розряду;

Φ_H – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_H = 22 \cdot 8 = 176$ год).

$$C_1 = 3500 \cdot 1 / 176 = 19,88 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 19,88 = 24,353 \text{ грн./год.}; \quad (4.13)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 4 \cdot 0,9 \cdot 24,353 \cdot 1900 = 166574,52 \text{ грн./рік}; \quad (4.14)$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.15)$$

$$t_{гр} = ((K4 + K5) / 2) \cdot C_1, \quad (4.16)$$

де $K4, K5$ – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [1].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 19,88 = 26,14 \text{ грн./год.};$$

$$\Phi_p = 617,68 \cdot 26,14 = 16146,15 \text{ грн./рік.}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \quad (4.17)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн./рік;

0,01 – частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 – частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 166574,52 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 209883,8 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 16146,15 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 21151,46 \text{ грн./рік.}$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн./рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15; \quad (4.18)$$

$$\Phi_{оед} = 209883,8 \cdot 1,15 = 241366,47 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{орд} = 21151,46 \cdot 1,15 = 24324,18 \text{ грн./рік.}$$

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{ЗП}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (4.19)$$

де $\beta_{п}$ – нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 32\%$;

$\beta_{з}$ – нарахування у фонд зайнятості, $\beta_{з} = 1,5\%$;

$\beta_{с}$ – нарахування на соціальне страхування, $\beta_{с} = 1,5\%$.

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпе} = 241366,47 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 325844,7 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 24324,18 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 32837,64 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат по заробітній платі

| | Показник | Заробітна плата |
|---|---|--------------------|
| Ф | Заробітна плата експлуатаційного персоналу | 166574,52 Г |
| Ф | Заробітна плата ремонтного персоналу | 16146,15 Г Л. |
| Ф | Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу | 209883,8 Г Л. |
| Ф | Величина основної ЗП ремонтного персоналу | 21151,46 Г Л. |
| Ф | Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу | 241366,47 Г Л. |

| | | | |
|---|---------------------------------------|----------|---------|
| Ф | Основний фонд ЗП ремонтного персоналу | 24324,18 | Г Г. |
|---|---------------------------------------|----------|---------|

Продовження таблиці 4.5

| | | | |
|---|--|----------|---|
| С | Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу | 325844,7 | Г |
| С | Витрати по ЗП ремонтного персоналу | 32837,64 | Г |

4.1.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [1]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

Необхідні дані для розрахунку беремо з табл. 2.19 та 2.20 [1], результати розрахунків заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

| Матеріал | Ціна матеріалу, грн. | Норми витрат матер. на 100 люд.- год. | | Вартість матеріалу, грн. | |
|--------------------------|----------------------|--|------|--------------------------|-------|
| | | трудомісткості ремонту і тех. обслуговування | | | |
| Силові трансформатори | | 1600 | 3500 | 1600 | 3500 |
| Сталь сортова, кг | 13,38 | 7 | 7 | 93,66 | 93,66 |
| Провід установлюваний, м | 5,55 | 0,5 | 0,5 | 2,7 | 2,7 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-------|----|----|--------|--------|
| Мідь-алюміній (гола), кг | 124,6 | 73 | 73 | 9095,8 | 9095,8 |
|-----------------------------|-------|----|----|--------|--------|

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot T_i + L \cdot C_{лЮ} \right); \quad (4.20)$$

де C_{oi} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування i -го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{лЮ}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{мпр} = 0,01 \cdot (211,2 \cdot 45297,5 + 0,88 \cdot 40,48) = 95668,7 \text{ грн/рік};$$

i вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{мто} = 0,01 \cdot (2304 \cdot 45297,5 + 0,88 \cdot 145,7) = 1043656,3 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 2.5 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

| Назва об'єкта | Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год | Ремонт | | Обслуговування | |
|------------------|---|--|--|--|--|
| | | Загальна трудомісткість ремонтів | Вартість витрат матеріалів грн. | Загальна трудомісткість обслуговування | Вартість витрат матеріалів грн. |
| ТМ- 600 | 45297,5 | 211,2 | 9566832 | 2304 | 104365440 |

| | | | | | |
|----------------------------|------|-------|---------|-------|-----------|
| Кабелі | 0,88 | 40,48 | 35,62 | 145,7 | 127,6 |
| Всього витрат на матеріали | | | 95668,7 | | 1043656,3 |

Продовження таблиці 2.5

| | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|------|---------|---------|
| Картон електроізоляційний, кг | 60,08 | 1,6 | 1,6 | 96,12 | 96,12 |
| Лакотканина (ширина 700мм), м | 166,6 | 0,21 | 0,21 | 34,9 | 34,9 |
| Кабельний папір, кг | 49,1 | 0,6 | 0,6 | 29,4 | 29,4 |
| Стрічка кіперна, кг | 600,8 | 41 | 41 | 24632,8 | 24632,8 |
| Стрічка тафтяна, кг | 446,3 | 24 | 24 | 10711,2 | 10711,2 |
| Стрічка азбестова, м | 13,1 | 0,08 | 0,08 | 1,048 | 1,048 |
| Лаки ізоляційні, кг | 71,8 | 1,6 | 1,6 | 114,88 | 114,88 |
| Емалі ґрунтові, кг | 78,8 | 3,1 | 3,1 | 244,28 | 244,28 |
| Масло трансформаторне, кг | 24,3 | 1,2 | 1,22 | 29,16 | 29,16 |
| Бензин, кг | 12,3 | 0,9 | 0,9 | 11,1 | 11,1 |
| Розчиники кг | 34,8 | 1 | 1 | 34,8 | 34,8 |
| Маслостійка гума, кг | 89,3 | 0,5 | 0,5 | 44,65 | 44,65 |
| Гума профільна, кг | 89,3 | 0,09 | 0,09 | 8,03 | 8,03 |
| Припій олов'яно-свинцевий, кг | 850,6 | 0,02 | 0,02 | 17,01 | 17,01 |
| Припій мідно-фосфорний, кг | 158,1 | - | - | - | - |
| Електроди, кг | 29,3 | 0,2 | 0,2 | 5,86 | 5,86 |
| Засоби кріплення, кг | 37,4 | 2,5 | 2,5 | 93,5 | 93,5 |
| Дріт кручений, | 4,8 | 0,35 | 0,35 | 1,68 | 1,68 |

Продовження таблиці 2.5

| | | | | | |
|--------------------------|------|-----|-----|---------|---------|
| Матеріали обтиску, кг | 48,7 | 0,5 | 0,5 | 24,35 | 24,35 |
| Разом: | | | | 45297,5 | 45297,5 |
| Кабельні лінії | | | | | |
| Сталь сортова, кг | 13,3 | 2 | | 26,7 | |
| Електроди, кг | 29,3 | 0,1 | | 2,9 | |
| Разом: | | | | 29,7 | |

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.21)$$

$$C_{\text{обс}} = 325844,7 + 1043656,3 = 1369501,1 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.22)$$

$$C_{\text{пр}} = 32837,64 + 95668,7 = 128506,37 \text{ грн/рік}.$$

Визначення амортизаційних відрахувань і інші витрати

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.23)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 2364630 = 141877,8 \text{ грн/рік}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат виділяються інші витрати. Їх можна приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік:

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.24)$$

де β_{ip} – коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (1369501,1 + 128506,37 + 141877,8) = 409971,3 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 2.6.

Таблиця 4.7 – Кошторис річних поточних витрат

| Стаття витрат | Величина витрат, грн. | Структура, % до підсумку |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Витрати по експлуатації обладнання | 1369501,1 | 66,8 |
| Витрати на поточний ремонт | 128506,37 | 6,26 |
| Витрати на амортизацію | 141877,8 | 6,92 |
| Інші витрати | 409971,3 | 20,2 |
| Разом | 2049856,5 | 100 |

4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленої потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.25)$$

де P_p – розрахункова потужність і-го цеху, кВт;

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження і-ого цеху, год.;

$K_{п}$ – коефіцієнт попиту.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху:

$$E_{a1} = 201,46 \cdot 4500 = 906570 \text{ кВт}\cdot\text{год./ рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.8

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.8 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

| Назва цеху | К-сть змін | S_p , кВА | T_m , год. | $\cos \phi$ | P_p , кВт | E_a , кВт·год./р |
|-------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| Адміністративна будівля | 3 | 230,28 | 4500 | 0,8 | 201,46 | 906570 |
| Виробничий корпус №1 | 3 | 1698,11 | 4500 | 0,85 | 1426,41 | 6418845 |
| Лабораторія | 3 | 206,79 | 4500 | 0,85 | 181,46 | 816570 |
| Котельня | 3 | 294,93 | 4500 | 0,75 | 254,67 | 1146015 |
| Виробничий корпус 2 | 3 | 474,35 | 4500 | 0,8 | 319,35 | 1437075 |
| Виробничий корпус №3 | 3 | 926,34 | 4500 | 0,8 | 778,16 | 3501720 |
| Виробничий корпус №4 | 3 | 590,36 | 4500 | 0,85 | 426,61 | 191745 |
| Разом | | | | | 3422,14 | 16146540 |

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях і трансформаторах.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot n \cdot I_M^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.26)$$

де I_M – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

n – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L, \quad (4.27)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 2.25 [1]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження T_M :

$$\tau_M = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2886,2 \text{ год.} \quad (4.28)$$

Для лінії ЦРП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,46 \cdot 0,46 = 0,21 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot 1 \cdot 154^2 \cdot 0,21 \cdot 2886,2 \cdot 10^{-3} = 43122,94 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік.} \quad (4.29)$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.9

Таблиця 4.9 – Втрати електроенергії в лініях

| Лінія | Марка кабелю | К-сть ліній | Довжина, км | I _м , А | R, Ом | τ, год./рік | R _{пит} , Ом/км | ΔE _л , кВт·год. |
|-----------|-------------------|-------------|-------------|--------------------|-------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| ЦРП - ТП1 | АПВЭБВ-10 3x70 | 1 | 0,46 | 154 | 0,21 | 2886,2 | 0,46 | 43122,94 |
| ЦРП-ТП2 | АПВЭБВ-10 3x70 | 1 | 0,42 | 120 | 0,19 | 2886,2 | 0,46 | 26183,6 |
| Разом | | | | | | | | 69306,55 |

Втрати електроенергії в трансформаторах визначають за формулою, тис. кВт·год./рік:

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.30)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{кз}$ і ΔP_{xx} – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_ϕ - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 2,8 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 18 \cdot \left(\frac{2682,65}{1600} \right)^2 \cdot 2886,2 = 122078,55 \text{ Вт·год./рік.}$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати енергії в трансформаторах

| № | Тип т-ра | К-сть | ΔP_x , кВт | ΔP_k , кВт | S_p , кВА | S_H , кВА | ΔE_T , кВт·год./рік |
|-------|----------|-------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| КТП-1 | ТМ-1600 | 2 | 2,8 | 18 | 2682,6 | 1600 | 122078,55 |
| КТП-2 | ТМ-1600 | 2 | 2,8 | 18 | 1715,1 | 1600 | 78903,49 |
| Разом | | | | | | | 200982,1 |

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{\Delta} + \Delta E_T; \quad (4.31)$$

$$E = 16146540 + 69306,55 + 200982,1 = 16416828,6 \text{ кВт·год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.}, \quad (4.32)$$

де v – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

E – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$П_1 = 2,5 \cdot 16416282 = 41042071,5 \text{ грн.}$$

4.2.1 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.33)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

Загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}}, \quad (4.34)$$

де $П$ – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$ – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.35)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\text{п}} = 2049856,5 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 41042071,5 + 2049856,5 = 43091927,9 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{43091927,9 \cdot 100}{16146540} = 266,88 \text{ коп./кВт·год.} \quad (4.36)$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 –Результати розрахунків

| Показники | Позначення | Величина показників | Одиниця вимірювання |
|---|------------------|---------------------|---------------------|
| Кількість корисно спожитої електроенергії | E_a | 16146540 | кВт·год. |
| Річне споживання електроенергії із втратами | E | 16416828,6 | кВт·год. |
| Плата за електроенергію | Π_1 | 41042071,5 | грн. |
| Витрати на передачу і розподіл електроенергії | C_{Π} | 2049856,5 | грн. |
| Сумарні витрати підприємств | $C_{\text{сум}}$ | 43091927,9 | грн. |
| Собівартість електроенергії | S | 266,88 | коп/кВт·год. |

4.3 Прийняття інноваційних рішень та розрахунок їх ефективності

Вітроколесо установки закріплюється на горизонтальному валі, що обертається в двох підшипниках, змонтованих у головці вітродвигуна. Обертання вітроколеса передається електрогенераторові через механічний редуктор. Голівка вітродвигуна монтується на башті, висота якої визначається з розрахунком виносу вітроколеса вище від усіх оточуючих перешкод, що можуть впливати на потоки повітря. Потужність вітродвигуна без регулюючого пристрою збільшується або зменшується пропорційно до кубу швидкості вітру, наслідком чого є нерівномірність роботи електрогенератора. Щоб усунути цю ваду у вітродвигуні застосовано автоматичне регулювання швидкості обертання електрогенератора. Напруга, яка знімається з електрогенератора, стабілізується стабілізатором напруги.

Вартість вітроненераторів:

$$S_{\text{бат}} = 503718 \text{ грн.} \quad (4.37)$$

Вартість встановлення становить:

$$S_{\text{встан}} = 0,2 \cdot 8503718 = 1700743,6 \text{ грн.} \quad (4.38)$$

Відрахування на амортизацію на рік:

$$C_{\text{авс}} = 0,05 \cdot 8503718 = 510223,1 \text{ грн./рік.} \quad (4.39)$$

Капіталовкладення в вітрову електростанцію:

$$S_{\text{встан}} = 8503718 + 1700743,6 + 510223,1 = 10714684,68 \text{ грн.} \quad (4.40)$$

Кількість виробленої активної електроенергії за рік, при середньорічній швидкості вітру 6 м/с:

$$W = 276000 \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (4.41)$$

Отже, собівартість електроенергії з врахуванням виробництва власної електроенергії:

$$S = \frac{(62120903,96 - 417769,2) \cdot 100}{28290000} = 218 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.} \quad (4.42)$$

Після впровадження інновацій спостерігаємо, що собівартість електроенергії зменшиться на 1 коп./кВт·год. Отже встановлення вітрогенераторів є доцільним для нашого підприємства.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У даному розділі розглянуті питання охорони праці оперативно-ремонтного персоналу по обслуговуванню електрообладнання на ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Обслуговування електроустановок здійснюється адміністративно-технічним, черговим, ремонтним або оперативно-ремонтним електротехнічним персоналом. У процесі експлуатації електроустановок виробляються роботи, передбачені графіками планово-попереджувального ремонту діючого устаткування, профілактичні випробування ізоляції електромашин, трансформаторів, кабелів, релейного захисту й автоматики та ін.

Електромережа виконана таким чином, що в нормальному режимі доторкання людини до струмопровідних частин обладнання виключене, тобто виконані всі вимоги ПУЕ. Робота обладнання супроводжується великими шумами. Робота проводиться в 1 зміну.

На підприємстві на оперативно-ремонтний персонал відсіювального цеху впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори у відповідності з прийнятою класифікацією (ГОСТ 12.0.003-74).

а) фізичні:

- машини та механізми, що рухаються;
- незахищені елементи виробничого обладнання;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена і понижена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена і понижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена і понижена температура поверхонь;
- підвищена і понижена вологість повітря робочої зони;
- нестача природного освітлення.

- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може збутися через тіло людини.

б) психофізіологічні:

- перевантаження фізичні (динамічні)

- нервово-психічні (монотонність роботи, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Схема приміщення, де розміщується оперативно-ремонтний персонал, зображена на рис. 5.1. На плані вказано розташування обладнання на робочих місцях, проходи між виробничим обладнанням, улаштування перегородок та орієнтація робочих місць відносно світлових прорізів.

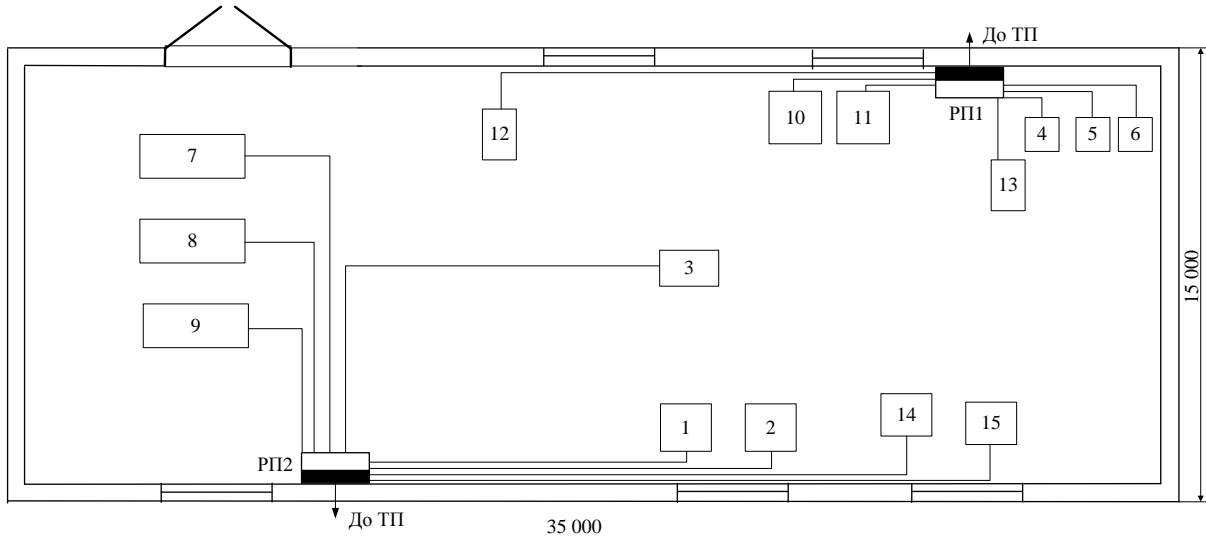


Рисунок 5.1 – План відсіювального цеху

В таблиці 5.1 наведено відомості про електричне навантаження відсіювального цеху ТОВ «Вінницький агрегатний завод» .

Таблиця 5.1 – Параметри робочого місця

| | Найменування | |
|--|-------------------------|---------------------|
| | Площа цеху | 550 м ² |
| | Висота стелі цеху | 6 м |
| | Кількість робочих місць | 45 |
| | Площа на 1 працівника | 12,2 м ² |
| | Об'єм на 1 працівника | 51,3 м ³ |

Рациональне просторове розміщення основного технологічного обладнання та допоміжних матеріалів забезпечує зручність їх обслуговування, вільний доступ до механізмів, зручну робочу позу робітників.

5.1.1 Електробезпека

Живлення системи освітлення здійснюється від чотирипровідної трифазної мережі 380 x 220 В (фазна напруга (фаза – "0") – 220 В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380 В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [23]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізолювані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Основними споживачами електроенергії у виробничому цеху є електричні двигуни та виробниче обладнання, яке працює на напрузі 380 В.

Обладнання має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.8 та ПВЕ.

До ремонтно-обслуговувальних робіт допускаються робітники, не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та перевірку теоретичних знань і практичних навичок, знань інструкції з охорони праці і мають кваліфікаційне свідоцтво з записом про допуск на виконання цих робіт, спеціальне навчання та щорічну перевірку знань з одержання спеціального посвідчення згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні. Оперативно-ремонтний персонал повинен мати II групу з електробезпеки [3].

Для установок, призначених для постійних робіт у будовах поза цехами та ділянками, мають бути передбачені спеціальні вентильовані приміщення зі стінами з негорючих матеріалів.

Електроустановки повинні бути захищені запобіжниками чи автоматичними вимикачами з боку живильної мережі.

Для запобігання займанню електропроводів та електрообладнання слід правильно добирати переріз кабелів за значенням струму, ізоляцію кабелів за робочою напругою та плавкі вставки запобіжників за гранично допустимим струмом.

Електроустановки на весь час роботи слід заземлити мідним проводом з перерізом не менше 6 мм² або сталевим прутом (смугою) перерізом не менше 12 мм². Заземлення здійснюється через спеціальний болт, який має бути на корпусів установки.

Перед початком робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити справність ізоляції зварювальних проводів та електро-приймачів, а також надійність з'єднання усіх контактів [24].

У разі пошкодження ізоляції проводів їх слід замінити або помістити в резиновий шланг.

Забороняється до повної зупинки двигуна машини відкривати люки шлюзових запорів, знімати захисні кожухи, проводити змащення, підтягувати різьбові з'єднання чи проводити технічне обслуговування.

В кінці робочої зміни при зупинці машин, слід змити борошняний пил. Періодично проводити прибирання приміщення, провітрювати його, зволожувати повітря, слідкувати за герметичністю повітропроводів.

Перед зупинкою машин спершу припинити подачу продукту (виключенням подаючого транспортера, перекриттям заслінки і т. д.) і коли зерно перестало поступати, виключити двигун.

Забороняється залазити в бункера під час роботи машин. Силосні люки повинні бути закриті кришками і заперті на замок. Завальні ями повинні бути обладнані захисними решітками.

Очищення забивання норій і шнеків проводять при виключеному двигуні з допомогою спеціальних чистиків.

Слід регулярно очищати магнітний сепаратор, каменеуловлювач, подаючі вальці. Операція очищення проводиться при повністю зупиненій машині.

Електрообладнання повинно бути захищено від пилу, дверки електрошафи повинні бути завжди замкнені на ключ.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

У відповідності до СН-245-71 "Санітарні норми проектування промислових підприємств" ТОВ «Вінницький Агрегатний завод» відноситься до III класу з санітарно-захисною зоною 300 м.

Інструменти, матеріали і органи управління повинні бути розташовані дугою навколо робочого місця і по можливості ближче до оператора, інструменти і матеріали повинні знаходитись на відповідних місцях, щоб виключити зайві рухи на їх пошук і вибір.

В процесі експлуатації енергетичного обладнання з'являється ряд небезпечних і шкідливих факторів. До них належать наявність поверхонь з високою температурою, конвенційних і променевих теплових потоків, велике виділення вологи, застосування пожежонебезпечних матеріалів, наявність шуму і вібрації від трансформатора; вплив електромагнітних полів, які наводяться високою напругою. Досить значний вплив на організм людини мають електромагнітні поля, які наводяться високою напругою і діють, як фізіологічно так і електрично. Фізіологічна дія сприймається людиною з такими симптомами: відчуття поколювання відкритих частин тіла, загальна недуга, головні болі.

Споруди, у відповідності з діючими нормами та правилами, можуть мати будь-яку форму і розміри, які повинні забезпечити сприятливі санітарно-гігієнічні і безпечні умови праці. Особливу увагу потрібно приділити розміщенню обладнання, організації потоків людей і вантажів. Велику роль в забезпеченні санітарно-гігієнічних умов праці відіграють вимоги до організації робочих місць.

5.2.1 Мікроклімат

Для підвищення працездатності та збереження здоров'я важливо створити для людини стабільні метеорологічні умови - мікроклімат повітряного середовища. Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні. Унітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ГОСТ 12.1.005-88 встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну швидкість та швидкість руху повітря у визначених діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт, та допустимої інтенсивності випромінювання [25].

До категорії Па відносяться роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 1 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням, витрата енергії складає від 175 - 232 ккал/год. Допустимі параметри мікроклімату приведені в табл. 6.2.

Таблиця 5.2. – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення

| Період року | Категорія робіт по важкості | Температура °С | Відносна вологість % | Швидкість повітря м/с |
|-------------|-----------------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| | | Допустима | Допустима | Допустима |
| Холодний | Середньої важкості Па | 17-23 | 75 | <0,3 |
| Теплий | Середньої важкості Па | 18-27 | 65 при 26° | 0,2-0,4 |

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачена штучна проточна загально обмінна вентиляція, яка забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я

лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі на протязі 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійних захворювань або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці.

В умовах виробничого процесу експлуатації верстату можливим забруднювачами повітря може бути промисловий пил, його ГДК відповідно до [25] наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні шокової дробарки

| Назва речовини | ГДК, мг/м ³ | | Клас |
|--------------------|------------------------|--------------------|------|
| | Максимально разова | Середньо добова | |
| Пил нетоксичний | 0,5 | 0,15 | 4 |

Пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій в легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Вражаюча дія пилу в основному визначається дисперсністю (розміром частинок пилу), їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею.

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця. Нагромадження пилу вказує на необхідність у вживанні заходів по очищенню від нього. Тому необхідно постійно очищувати пил та проводити вологе прибирання приміщень, за умови вимкнення устаткування.

5.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення поділяється на бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через

ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

На рівень освітленості приміщення при природному освітленні впливають наступні чинники: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; ступінь чистоти скла в світлових отворах; пофарбування стін та стелі приміщення; глибина приміщення; наявність предметів, що заступають вікно як зсередини так і з зовні приміщення. Нормування освітленості представлено в таблиці 5.4 [26].

Таблиця 5.4 – Нормування освітленості

| Характеристика зорової роботи | Найменший об'єкт розрізнення, мм | Розділ зорової роботи | Підрозділ роботи | Контраст об'єкту розрізнення з фоном |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Середньої точності | Більше 0,5 до 1 | IV | а | малий |
| Характеристика фону | Освітленість, лк | | КЕО E_H % | |
| | Штучне освітлення | | Природне освітлення | Сумісне освітлення |
| | Комбіноване | Загальне | | |
| темний | 750 | 300 | 2 | 1 |

Оскільки природне освітлення непостійне впродовж дня, кількісна оцінка цього виду освітлення проводиться за відносним показником – коефіцієнтом природнього освітлення (КПО).

Прийняте роздільне нормування КПО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КПО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормовані значення КПО визначаються за формулою:

$$e_n = e_H \cdot m_n, \quad (5.1)$$

де e_n - значення КПО для будинків;

m_n - коефіцієнт сонячності клімату - 0,85, вікна переважно зорієнтовані на південь.

Підставивши значення КПО, отримаємо:

а) Для природнього освітлення

$$e_n = 2 \cdot 0,85 = 1,7 \%$$

б) Для комбінованого освітлення

$$e_n = 1 \cdot 0,85 = 0,85 \%$$

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

На робочих місцях встановлюються світильники місцевого освітлення ($e=2\%$). В місцях де постійно працюють робітники застосовують люмінесцентні лампи ЛБ. Щоб зменшити ефект пульсації світлового потоку, сусідні світильники включають на різні фази мережі. Освітлення сучасних електромеханічних та ремонтно-механічних цехів реалізують за допомогою прожекторів із галогеновими лампами. Освітленість робочих місць при застосуванні ламп розжарювання повинна бути не менше 10 лк. Черговий та оперативний персонал повинен бути забезпечений додатковими акумуляторними ліхтарями.

5.4 Виробничий шум

Дія шуму на людину може викликати зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. На ділянці роботи шум по характеру спектра - широкосмуговий, з безперервним спектром шириною більше октави. За часовою характеристикою шум відноситься до категорії постійного.

Види шуму:

- механічний, що виникає в результаті руху окремих вузлів та деталей установок, машин;
- аеродинамічний, що виникає в результаті переміщення газоподібних речовин з великою швидкістю(вентиляторні, компресорні установки);
- гідродинамічний, що виникає внаслідок стаціонарних та нестаціонарних процесів в рідинах (насоси);
- електромагнітний, що виникає в електричних машинах, приладах, електричних апаратах.

Найбільш раціональний спосіб - пониження шуму в джерелі або зміна напрямку його випромінювання. Однак вони потребують конструкторської переробки джерела, яке випромінює шум або механізму в цілому, що є несприятливими. Можна рекомендувати застосування менш шумного обладнання, але іноді даний варіант не може бути використаний, так як деяке обладнання шумне саме по собі а не від того, що це неякісне обладнання.

Зменшення шуму, який проникає в приміщення через повітрявод, канали вентиляційних систем та прилади кондиціонування повітря, здійснюється глушниками. На більшості робочих місць присутній постійний шум, при роботі синхронного електродвигуна СТД-12500 - непостійний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях згідно СН 3223-85 приведені в таблиці 6.5 [27].

Таблиця 5.5 - Санітарні норми шуму

| | |
|--------------|--|
| Робоче місце | Рівні звукового тиску (дБ) в активних полосах з середньо-геометричними частотами (Гц) |
|--------------|--|

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 32 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Виробниче приміщення | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні передбачено:

- 1) усунення, коливань у джерелі виникнення, ретельне балансування обладнання, мас, які обертаються;
- 2) усунення коливань на шляху розповсюдження, звукоізоляція, звукопоглинання, багат шарові огорожі;
- 3) проектно-архітектурні методи передбачають розташування обладнання, вибір перекриття;
- 4) організаційно-технологічні рішення: своєчасне і якісне проведення планово-попереджувального ремонту; контроль за правильною експлуатацією, вибір малошумного обладнання та технологій.

На підприємствах повинно бути забезпечено контроль шуму на робочих місцях не менше одного разу в рік.

5.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації.

Джерелами вібрацій можуть бути дробарки, електродвигуни, вентилятори.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, які визначають вплив на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості чи її логарифми. Систематична дія вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини, стає причиною вібраційної

хвороби. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, порушується обмін речовин; виникає головний біль, порушується сон, знижується продуктивність праці.

З метою виключення можливості виникнення віброхвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту працюючих згідно. Допустимі значення нормованих вібрацій на постійних робочих місцях в даному виробничому приміщенні приведені в табл. 6.6 [28].

Таблиця 5.6 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

| Види вібрацій | Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц | | | | |
|--|--|---------|---------|--------|--------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 |
| На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях | 1,3/108 | 0,45/99 | 0,22/93 | 0,2/92 | 0,2/92 |

Заходи боротьби: динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів установки.

Боротьба з вібрацією досягається вибором таких кінематичних і технологічних схем, при яких динамічні процеси, які викликані поштовхами, різкими прискореннями, будуть виключені чи гранично знижені. Динамічне гасіння вібрації відбувається частіше всього шляхом розміщення установок на фундаменті, масу яких визначають з розрахунку, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 (мм).

5.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка важкості праці здійснюється на підставі обліку всіх наведених в таблиці 5.7 [23] показників. При цьому, спочатку встановлюється клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості.

Важкість праці оперативно-ремонтного персоналу характеризується фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, розміром статичного навантаження, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

Таблиця 5.7 – Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу

| № п/п | Клас умов праці | |
|-------|--|--|
| | Показники важкості трудового процесу | Допустимий (середнє фізичне навантаження) |
| 1. | Фізичне динамічне навантаження | |
| 1.1 | При регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового поясу) при переміщенні вантажу на відстань до 1 м: | |
| | - для чоловіків | До 5000 |
| 3. | Робоча поза | Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи до 60% часу зміни. |
| 4. | Нахили корпусу, кількість за зміну | 51-100 |

| | | |
|-----|----------------------------|------|
| 5. | Переміщення у просторі, км | |
| 5.1 | По горизонталі | До 8 |
| 5.2 | По вертикалі | До 4 |

Напруженість праці відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

Оцінка напруженості праці здійснюється на підставі обліку всіх наявних значущих показників, які можуть перевищувати нормативні рівні згідно з таблицею 5.8. Спочатку встановлюється клас кожного з показників, що визначались. Кінцева оцінка напруженості праці встановлюється за показником, який має найвищу напруженість.

Таблиця 5.8 – Класи умов праці за показниками напруженості трудового процесу

| № п/п | Клас умов праці | |
|-------|--|--|
| 1. | Показники напруженості трудового процесу | Допустимий (напруженість праці середнього ступеня) |
| 2. | Зміст роботи | |

Продовження таблиці 5.8

| | | |
|-----|--|---|
| 2.1 | Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка | Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій |
| 2.2 | Розподіл функцій за ступенем складності завдання | Обробка виконання завдання та його перевірка |
| 2.3 | Характер виконуваної роботи | Робота за встановленим графіком з можливим його коректуванням в ході діяльності |

| | | |
|-----|---|---|
| 3. | Сенсорні навантаження | 25-50 |
| 4.1 | Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки | Несе відповідальність за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра) |
| 4.2 | Монотонність навантаження | 9-6 |
| 4.3 | Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) | 100-25 19-10 |
| 4.4 | Час активних дій (в % до тривалості зміни). Решту часу – спостереження за технологічним процесом | 76-80 |
| 4.5 | Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) | 20-24 |

Продовження таблиці 5.8

| | | |
|-----|---|--|
| 5. | Режим праці | |
| 5.1 | Фактична тривалість робочого дня (год.) | 8-9 |
| 5.2 | Змінність роботи | Двозмінна робота (без нічної зміни) |
| 5.3 | Наявність регламентованих перерв та їх тривалість | Перерви регламентовані, недостатньої тривалості: від 3% до 7% часу зміни |

5.7 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Забезпечення стійкості роботи підприємства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій базується на комплексі організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на збереження працездатності в умовах дії загрозливих чинників. Для цього необхідно: прогнозувати та оцінити можливі наслідки, заздалегідь спланувати заходи із запобігання та зменшення вірогідності виникнення НС і скорочення масштабів прояву результатів НС, організація робіт в умовах НС та ліквідація її наслідків.

Ефективність роботи підприємства залежить від його здатності стійко працювати не тільки у звичайних умовах, а і в умовах НС.

Одним з загрозливих чинників для стійкості роботи підприємства є електромагнітний імпульс (ЕМІ). Вражаюча дія ЕМІ в приземній області і на землі пов'язана з акумулюванням його енергії довгими металевими предметами, рамними і каркасними конструкціями, антенами, лініями електропередачі та зв'язку. В них виникають сильні наведені струми, які руйнують підключене електронне та інше чутливе устаткування. У районі дії ЕМІ безпосередній контакт людини зі струмопровідними предметами також є небезпечним.

При великих дозах випромінювання втрачають працездатність комплектуючі елементи системи електропостачання. В результаті опромінення у конденсаторах знижуються напруги та опір стікання, змінюється провідність і внутрішній нагрів, руйнується електрична ізоляція провідників з полімерних матеріалів.

В органічних ізоляційних і діелектричних матеріалах змінюються такі параметри, як електрична провідність, діелектрична проникність і тангенс кута втрат.

Тому необхідно дослідити вплив загрозливих чинників на стійкість роботи підприємства та розробити заходи, які сприятимуть її підвищенню.

5.7.1 Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань

За критерій безпеки роботи технологічного обладнання в умовах дії іонізуючих випромінювань приймається таке граничне значення експозиційної дози, при якому можуть виникнути тимчасові зміни, але електроприлади будуть працювати.

Визначимо елементи, від яких залежить функціонування системи, а також граничні значення експозиційних доз, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни, але вони ще будуть працювати. Дані занесемо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.8

| № | Система | Блоки елементів системи | Елементи | Доза гама-випромінювання $D_i, \text{гр}, \text{P}$ | Д гр.і., P | Д гр.с. P |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--|---------------|--------------|
| 1 | Автоматизована лінія | Блок живлення | Діоди | 10^3 | 10^5 | 10^3 |
| | | | Конденсатори | 10^9 | | |
| | | | Транзистори | 10^4 | | |
| | | Блок управління | Транзистори | 10^5 | 10^5 | |
| | | | Мікросхеми | 10^4 | | |
| | | | Мікроконтролер | 10^5 | | |
| Виконавчий блок | Мікросхеми | 10^4 | 10^4 | | | |
| | Мікроконтролер | 10^5 | | | | |
| 2 | Центральна система управління | Блок живлення | Інтегральні схеми | 10^3 | 10^4 | |
| | | | Мікропроцесор | 10^5 | | |
| | | Блок управління | Інтегральні схеми | 10^4 | 10^7 | |

| | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|--------------|--------|--------|--|
| | | | Конденсатори | 10^9 | | |
| | | | Резистори | 10^9 | | |
| 3 | Система збору даних | Блок живлення | Діоди | 10^3 | 10^5 | |
| | | | Резистори | 10^9 | | |
| | | Блок управління | Діоди | 10^6 | 10^4 | |
| | | | Мікросхеми | 10^3 | | |

Проаналізувавши дані таблиці 5.8 визначили, що самим уразливим елементом блоків є система збору даних з мінімальною дозою $D_{гр.с}=10^4$ Р. Визначаємо можливу експозиційну дозу опромінення за формулою:

$$D_M = \frac{2 \cdot P_1 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{осл}}, \quad (5.2)$$

Де P_1 – максимальне значення рівня радіації (5,21 Р/год);

t_k – час кінця опромінення ($t_k = 40000$ год);

t_n – час початку опромінення ($t_n = 1$ год);

$K_{осл}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{осл} = 1$ год).

$$D_M = \frac{2 \cdot 5,21 \cdot (\sqrt{40000} - \sqrt{1})}{1} = 2073,58 \text{ Р},$$

Оскільки $D_{гр.і} > D_M$, то дана система стійка до дії радіації. Визначимо допустимий час роботи системи в заданих умовах за формулою:

$$t_d = \left(\frac{D_{гр.і} \cdot K_{осл} + 2 \cdot P_1 \cdot \sqrt{t_n}}{2 \cdot P_1} \right)^2 \quad (5.3)$$

$$t_d = \left(\frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 5,21 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,21} \right)^2 = 9,22 \cdot 10^5 \text{ год.}$$

Отже, можлива доза опромінення системи $D_M = 2073,58 \text{ Р}$, а допустима – 10^4 Р , тому система буде стійкою в умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи системи в заданих умовах становить $9,22 \cdot 10^5 \text{ год.}$, при рівні радіації $P_1 = 5,21 \text{ Р/год.}$

5.7.2 Дослідження стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початковими даними є:

- 1) Вертикальна складова напруженості електричного поля: $E_B = 11,39 \text{ кВ/м.}$
- 2) Напруга живлення $U_{ж1} = 5 \text{ В}$, $U_{ж2} = 12 \text{ В}$, $U_{ж3} = 380 \text{ В}$.

Визначимо горизонтальну складову напруженості електричного поля

$$E_{\Gamma} = E_B \cdot 10^{-3} = 11,39 \cdot 10^{-3} = 0,01139 \text{ кВ/м.} \quad (5.4)$$

Визначаємо напруги наведення в вертикальних та горизонтальних струмопровідних частинах

$$U_B = E_{\Gamma} \cdot l_B = 11,39 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95 = 0,01 \text{ кВ.} \quad (5.5)$$

$$U_{\Gamma} = E_B \cdot l_{\Gamma} = 11,39 \cdot 1,8 = 20,5 \text{ кВ.} \quad (5.6)$$

Визначаємо допустиму напругу живлення при $U_{ж1} = 5 \text{ В}$

$$U_{\text{доп}} = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot N, \quad (5.7)$$

$$U_{\text{доп}} = 5 + \frac{5}{100} \cdot 5 = 5,01 \text{ В.} \quad (5.8)$$

Визначимо коефіцієнт безпеки

$$K_{б.г} = 20 \cdot \lg \frac{U_{доп}}{U_{г}}, \quad (5.9)$$

$$K_{б.г} = 20 \cdot \lg \frac{0,005}{20,5} = -72,25 \text{ дБ}, \quad (5.10)$$

$$K_{б.в} = 20 \cdot \lg \frac{U_{доп}}{U_{в}}, \quad (5.11)$$

$$K_{б.в} = 20 \cdot \lg \frac{5,01}{10} = -6,02 \text{ дБ}. \quad (5.12)$$

Аналогічно проводимо розрахунок для напруг живлення $U_{ж2} = 12 \text{ В}$, $U_{ж3} = 380 \text{ В}$ і заносимо дані в таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 – Коефіцієнти безпеки системи енергопостачання при різних значеннях напруги живлення

| $U_{ж}, \text{ В}$ | $U_{в}, \text{ В}$ | $U_{г}, \text{ кВ}$ | $U_{доп}, \text{ В}$ | $K_{бв}, \text{ дБ}$ | $K_{бг}, \text{ дБ}$ | Результат дії |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 5 | 10 | 20,05 | 5,01 | -6,02 | -72,25 | Нестійка |
| 12 | 10 | 20,05 | 12,6 | 2 | -64,65 | Нестійка |
| 380 | 10 | 20,05 | 399 | 32,02 | -34,21 | Нестійка |

Отже, система буде нестійка в роботі, тому що $K_{бв}$ і $K_{бг}$ менше 40 дБ. Заходом по підвищенню стійкості системи є екранування апаратури сталевим, свинцевим або алюмінієвим екраном.

5.7.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах надзвичайних ситуацій

Проведемо розрахунок екрану для підвищення стійкості апаратури від дії електромагнітного імпульсу.

Перехідне гасіння енергії електричного поля екраном для сталі:

$$A = 40 + K_{бв}, \quad (5.13)$$

Для напруги живлення 5 В

$$A = 40 - 6,02 = 33,98 \text{ дБ.}$$

Для напруги живлення 12 В

$$A = 40 + 2 = 42 \text{ дБ.}$$

Для напруги живлення 380 В

$$A = 40 + 32,02 = 72,02 \text{ дБ.}$$

Розрахуємо товщину захисних екранів. Для цього виберемо найслабкішу апаратуру до дії ЕМП – апаратура з напругою живлення 380 В.

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}} \quad (5.14)$$

де f – найбільш характерна частота ($f = 15$ кГц).

$$t = \frac{72,02}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 \text{ см,}$$

Отже, при екрануванні всіх елементів системи з використанням екрану товщиною 0,12 см електропристрої будуть стійкими до дії електромагнітного імпульсу.

Підвищення стійкості роботи системи енергопостачання можна досягти шляхом посилення найбільш слабких елементів і ділянок системи, а також завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії вражаючих факторів.

Висновки до розділу:

Також в даному розділі було проведено дослідження безпеки роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» до дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

В умовах дії іонізуючого випромінювання пристрій буде працювати стійко, так як граничне значення експозиційної дози випромінювання $D_{гр} = 10^4$ Р, що значно більше, ніж можливе значення максимальної дози опромінення системи $D_m = 2073,58$ Р. Отже, підвищувати стійкість роботи системи енергопостачання до впливу іонізуючого випромінювання не потрібно.

Вплив електромагнітного імпульсу на електропристрої призводить до порушення стійкості роботи системи енергопостачання. Застосування екранування підвищило стійкість роботи системи в умовах дії електромагнітного імпульсу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано роботу на підприємстві.

Був проведений енергоаудит і за його результатами було прийнято ряд рекомендацій для покращення енергозбереження, а саме введення засобів для компенсації реактивної потужності, заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні, а ламп розжарювання на більш економні, модернізація системи опалення.

Також проведений розрахунок переходу котельні підприємства з газу на вугілля. Так як зараз дуже гостро постає питання екологічності було виконано порівняльний розрахунок викидів котла при роботі на різних видах палива, що показало про необхідність встановлення додаткових фільтрів для котельні, так як викиди від роботи на вугіллі значно більші в порівнянні з газом. Так як через перехід на вугілля зросли річні затрати на електроенергію для котельні була встановлена парова турбіна, розрахунок якої показав, що турбіна потужністю 500 кВт, буде економити в рік 12,2 мільйонів гривень і окупиться через 1,23 роки.

Для динамічного керування зварювальним автоматом ВДУ – 506 була спроектована схема контролю за допомогою додаткових тиристорів, що в свою чергу дає змогу програмного контролю процесу наплавлення для зменшення термічних полів і напружень, що дозволяє виконувати роботу якісно.

Розраховано собівартість енергії на підприємстві, яка складає 266,88 коп. Були пораховані поточні витрати підприємства в яких визначилась необхідна кількість робочого персоналу, витрати по заробітній платі, вартість витратних матеріалів та амортизаційних відрахувань. Внаслідок прийняття інноваційних рішень, а саме встановлення вітряної електростанції, що в свою чергу зменшить споживання згенерованої електроенергії.

Було проведено дослідження безпеки роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод» до дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

В умовах дії іонізуючого випромінювання пристрій буде працювати стійко, так як граничне значення експозиційної дози випромінювання $D_{гр} = 10^4$ Р, що значно більше, ніж можливе значення максимальної дози опромінення системи $D_{м} = 2073,58$ Р. Отже,

підвищувати стійкість роботи системи енергопостачання до впливу іонізуючого випромінювання не потрібно.

Вплив електромагнітного імпульсу на електропристрої призводить до порушення стійкості роботи системи енергопостачання. Застосування екранування підвищило стійкість роботи системи в умовах дії електромагнітного імпульсу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буженко В.О. Аналіз енергоефективності товариства з обмеженою відповідальністю “Вінницький агрегатний завод”: бакалаврська дипломна робота: “Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту” В.О. Буженко. – Вінниця, 2012. – 113 с.
2. Енергетичний аудит : Курсове проектування / [Бабенко О.В.]. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 69 с.
3. Енергетичний аудит : Навчальний посібник / [Соловей О. І., Розен В. П., Лега Ю. Г. та ін.]. – Черкаси : ЧДТУ, 2005. – 299 с.
4. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями : навчальний посібник / Прокопенко В. В., Закладний О. М., Кульбачний П. В. – К. : Освіта України, 2009. – 438 с.
5. Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах : навчальний посібник / О. Д. Демов. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 95 с.
6. Енергоаудит у житлово-комунальному господарстві / [Лебедєв М. М., Розен В. П., Соловей О. І., Третьяков І. М. та ін.] ; Під заг. ред. І. М. Третьякова. – К. : Автограф, 2006. – 60 с.
7. Лисенко Г. Л. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г. Л. Лисенко, А. Г. Буда, Р. Р. Обертах. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 60 с.
8. Програма курсу: блок ”Енергозбереження в промисловості” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.is.svitonline.com/sukhodolya/students/galyz1.htm> (дата звернення 12.12.2012). — Назва з екрана.
9. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. Й. Бурбело. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 148 с.
10. Корисні копалини Вінницької області[Електронний ресурс]. –Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Корисні_копалини_Вінницької_області.

11. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов [Электронный ресурс] / под общ. ред.: О. Л. Данилова, П. А. Костюченко. - М. : ЗАО "Технопромстрой", 2006. - 668 с.
12. Фильтры очистки газов[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://kms-market.com.ua/p107378913-filtry-ochistki-gazov.html>.
13. ДКВр 10-13 ГМ [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://enmh.ru/oborudovanie/kotly-parovye/gaz-zhidkoe-toplivo/163-dkvr-10-13gm-250-gm-350-gm.html>
14. Калькулятор электромонтажных работ[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.masterovoj66.ru/> калькулятор/калькулятор-электромонтажных-работ/.
15. Калькулятор строительных работ[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.rabotniki.ua/calculator/>.
16. Афанасьев Н.А., Юсипов М.А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий (Система ТОР ЕО).- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 528 с.
17. Таряник Н.А. – Методичні вказівки до виконання курсової роботи по організації, плануванню і керуванню енергогосподарством. –ВПИ, 1983.
18. Економіка підприємства: Навч. Посіб./ За ред. А.В. Шегди. – К.: Знання, 2005. – 431 с.
19. Плоткін Я.Д., Янушкевич О.К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: Навч. видання. – Львів: Світ, 1996. – 352 с.
20. Основні засоби як об'єкт обліку // Дебет-кредит. – 2005. - № 4. – С. 6-10.
21. Демов О.Д., Бурбело Л.М. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Менеджмент та маркетинг в системах електроспоживання”. – Вінниця, ВДТУ, 2002.
22. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Эффективная энергокомпания: Экономика. Менеджмент. Реформирование. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2002. – 544 с.
23. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах. Вінниця, ВНТУ, 2006. – 95с.

24. Осовська Г.В. Основи менеджменту: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: „Кондор”, 2003. – 556 с.
25. Шегда А.В. Менеджмент: Підручник. – К.: Знання, 2004. – 687 с.
26. Гаркавенко С.С. Маркетинг. Підручник. – Київ: Лібра, 2002. – 712 с.
27. Мороз Л.А., Чухрай Н.І. Маркетинг: Підручник / За редакцією Л.А. Мороз. – 2-е вид. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, 2002.–244с.
28. Мельник Л.Г., Карінцева О.І., Сотник І.М. Економіка енергетики: Навчальний посібник. – Суми: ВТД „Університетська книга”, 2006. – 238 с.
29. ГОСТ 12.0.003–74 – «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
30. ДНАОП 0.03–3.01–71 – «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».
31. ГОСТ 12.1.008–83 – «Шум. Общие требования безопасности».
32. ГОСТ 12.1.012.–90 – «Система стандартов безопасности труда».
33. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко – В.: ВНТУ, 2003.– 46 с.
34. ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
35. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
36. Буженко В.О., Лобатюк Ю.А., Використання альтернативних джерел енергії на промислових підприємствах/ XLVII Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2018). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua>
37. Буженко В.О., Лобатюк Ю.А. Підвищення ефективності генерації електроенергії сонячними відновлювальними джерелами енергії XLVIII Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua>

Додатки

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМ

_____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

«Підвищення енергоефективності ТОВ «Вінницький агрегатний завод» за
рахунок оптимізації технологічних процесів»

Керівник проекту

д. т. н., проф. Савуляк В.І.

Виконавець: ст. гр. Ем-18М

Буженко В. О.

Вінниця ВНТУ 2019

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МКР

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № _____ від _____ 2019 р.

Дата початку роботи _____ 2019 р.

Дата закінчення роботи _____ 2019 р.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Проведення енергетичного аудиту систем енергоспоживання ТОВ “Вінницький агрегатний завод”. Запропонувати найбільш ефективні енергозберігаючі заходи для даного промислового об’єкта.

Вихідні дані для проектування:

- а) Генплан підприємства;
- б) План цеху;
- в) Електричні навантаження підприємства;
- г) Теплові навантаження котельні підприємства;
- д) Відомості про джерела зовнішнього електропостачання.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків» Вінниця: ВНТУ, 2005р.
2. Федоров А.А. «Справочник по электроснабжению промышленных предприятий», М.: 1972г.
3. «Правила устройства электроустановок»М.: Энергоатомиздат, 1985г.
4. Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах: Навчальний посібник / О. Д. Демов. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 95 с.
5. Бабенко О.В. Енергетичний аудит. Курсове проектування: навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 63 с
6. Лебедев П.Д., Щукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1970. – 406с

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

| Зміст етапу | Термін виконання | |
|--|------------------|--------|
| | початок | кінець |
| 4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження | | |
| 4.2 Проведення дослідних розрахунків | | |
| 4.3 Розробка робочих креслень | | |
| 4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи | | |

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ЕК.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

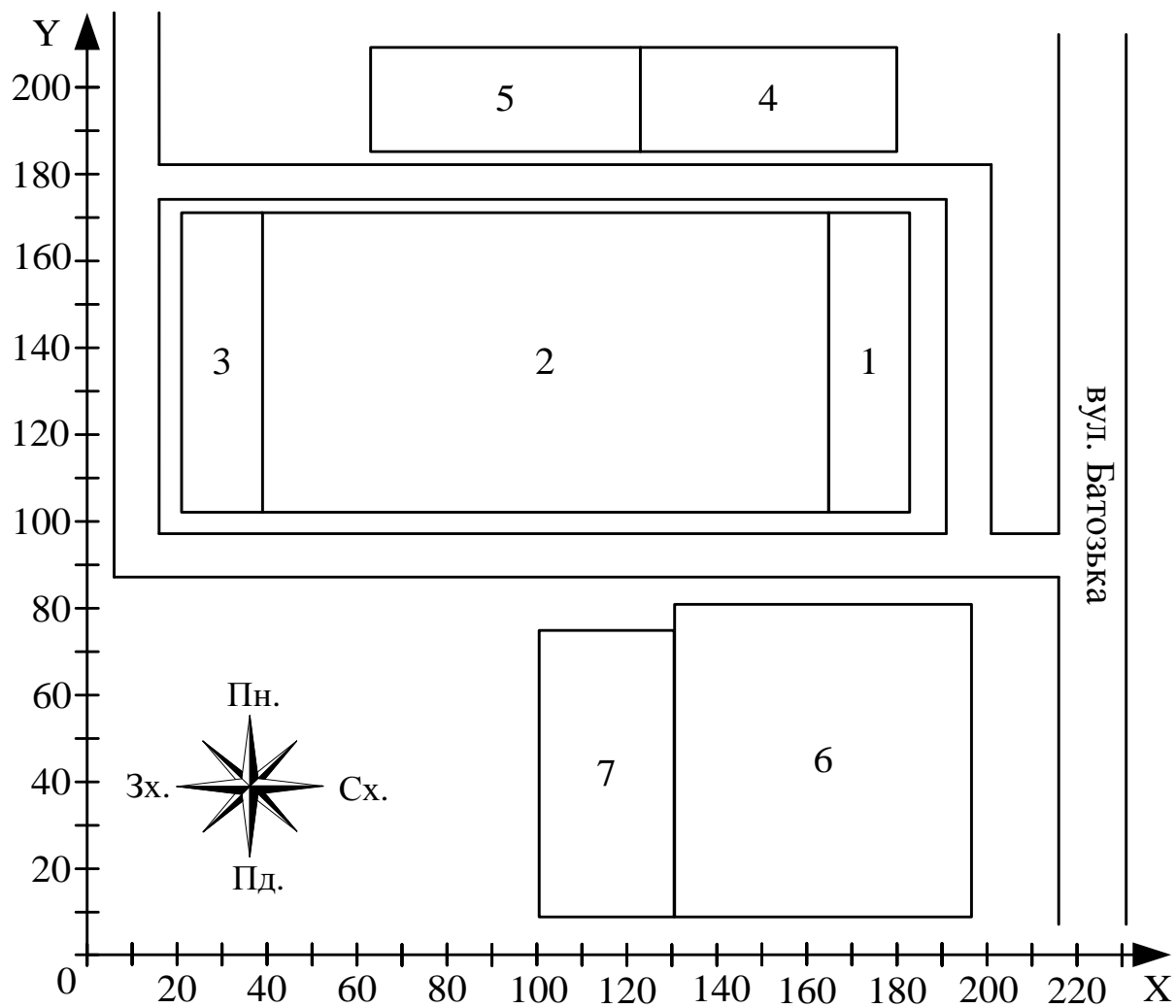
7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

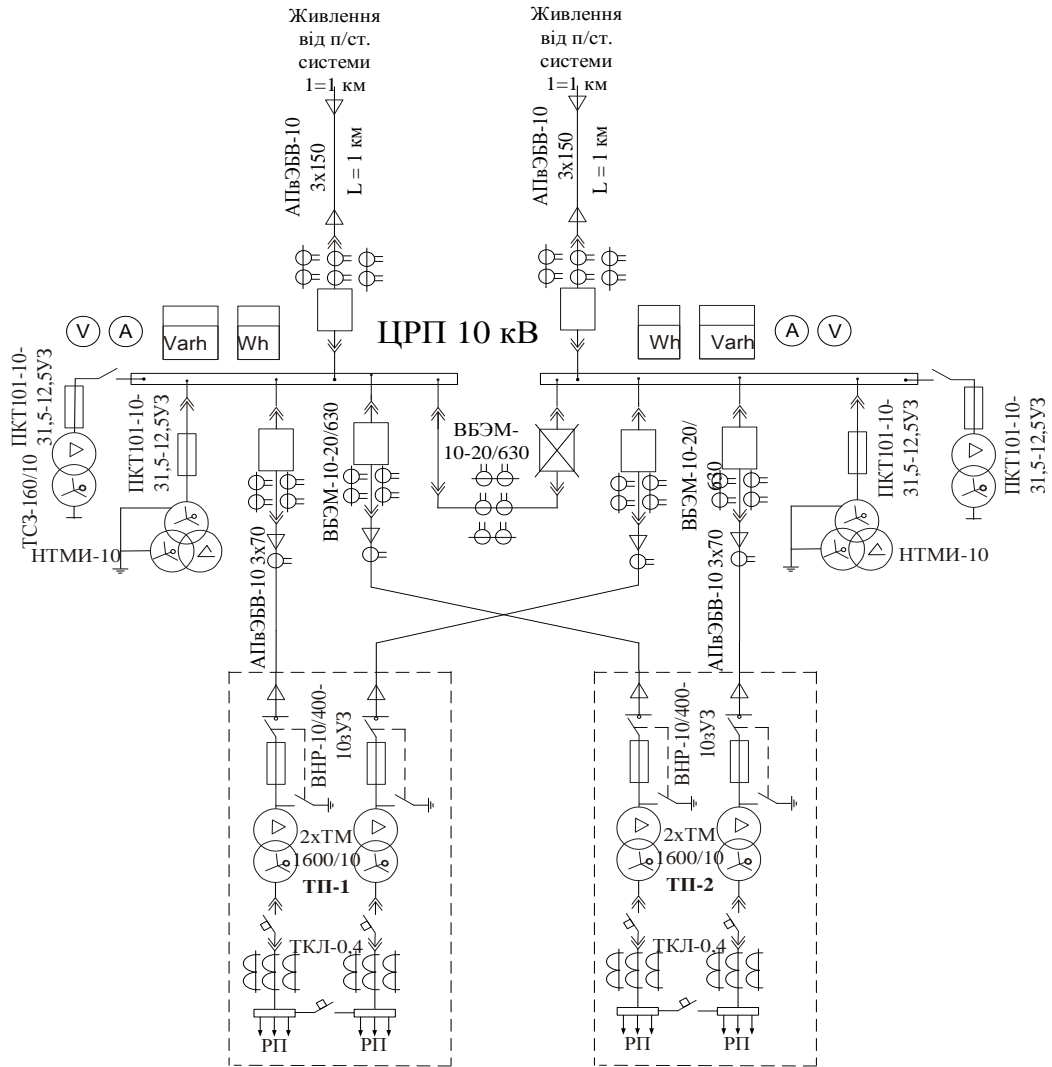
Не передбачається

Генплан підприємства



Додаток В

Однолінійна схема системи електропостачання підприємства



Додаток Г
Існуюча теплова схема котельні

ПГ – парогенератор

РБП – розширник безперервної продувки

РУ – редукційна установка РУ13/2

ДСА – деаератор атмосферного типу ДСА 100

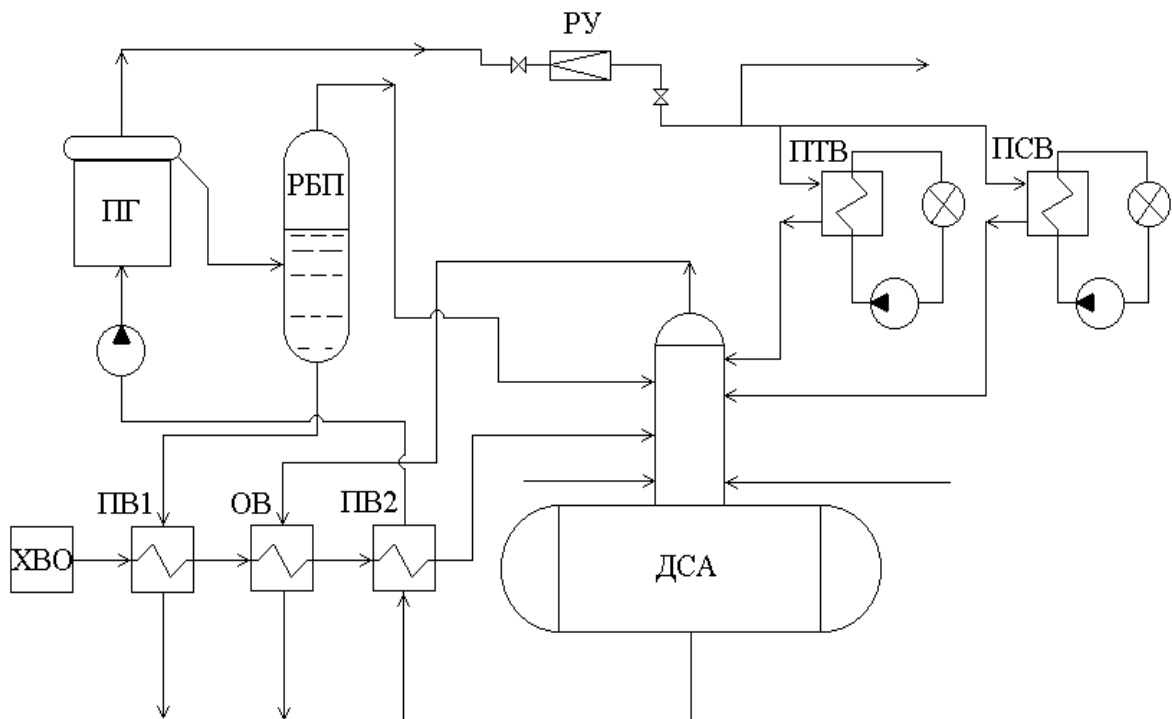
ХВО – Хімводоочистка

ПТВ- підігрівач технологічної води

ПСВ- підігрівач мережевої води

ПВ – теплообмінник

ОВ – охолоджувач випару з деаератора



Додаток Д
Порівняльні характеристики варіантів постачання підприємства тепловою та електричною енергією

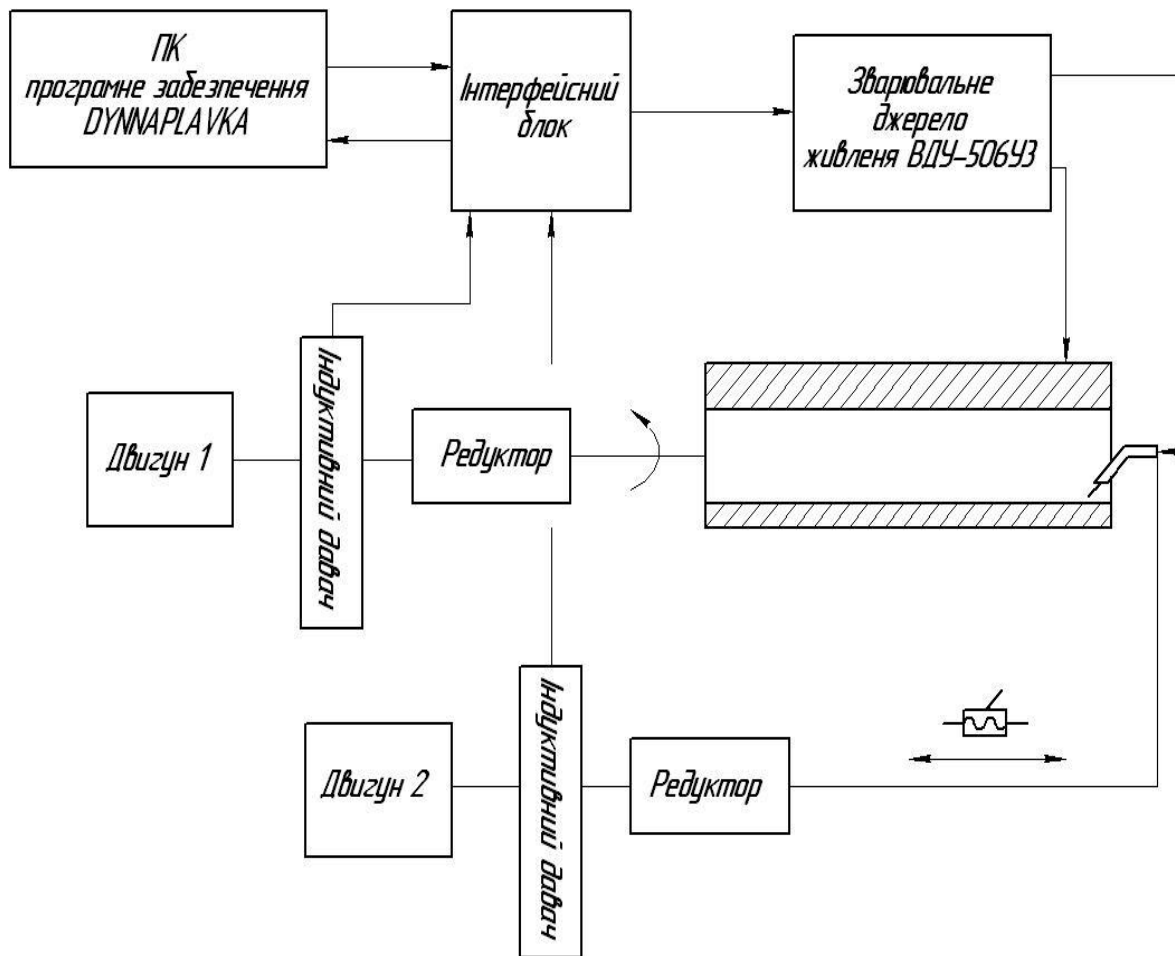
| Найменування | Газ | Кам'яне вугілля | Буре вугілля |
|--|-------|-----------------|--------------|
| Теплові навантаження, Мвт : | | | |
| Загальне $Q_{ЗАГ}$ | 6,96 | 6,96 | 6,96 |
| Річні затрати на паливо, млн.грн | 72,1 | 65,4 | 11,41 |
| Річні затрати на електроенергію, млн.грн. | 4,07 | 6,041 | 6,041 |
| Річні затрати на паливо та електроенергію , млн грн | 76,17 | 69,47 | 17,48 |
| Витрата на фільтри, млн грн | - | 12,7 | 12,7 |
| Економія річних затрат на паливо та електроенергію ΔE , млн.грн. | - | 6,09 | 60,08 |
| Капіталовкладення, млн.грн. | - | 18,32 | 18,32 |
| Приріст чистого прибутку ЧП, млн.грн. | - | 1,76 | 39,55 |
| Річний дохід D_t , млн.грн. | - | 4,05 | 41,84 |
| Чистий дисконтований дохід ЧДД, млн.грн. | - | 3,3 | 204,93 |
| Індекс прибутковості ІІ | - | 1,18 | 12,18 |
| Внутрішня норма доходу, % | - | 14,7 | - |
| Статичний термін окупності $T_{ост}$, років | - | 4,52 | 0,3 |
| Динамічний термін окупності, T , років | - | 6,6 | 0,6 |
| Граничні капіталовкладення в проект $K_{гран}$, млн.грн | - | 5,23 | 223,25 |

Додаток Е
Річні викиди парогенераторів ДКВр-10 на газі, кам'яному та бурому
вугіллях.

| Паливо Викиди | Газ | Кам'яне вугілля | Буре вугілля |
|-----------------------------------|----------|-----------------|--------------|
| Валовий викид оксидів азоту, т | 24,8 | 26,54 | 27,3 |
| Валовий викид діоксиду вуглецю, т | 2269,68 | 6619,5 | 11749,3 |
| Валовий викид оксиду вуглецю, т | 96,1 | 499,8 | 551,14 |
| Валовий викид оксиду азоту, т | 0,038 | 42,09 | 47,2 |
| Валовий викид метану, т | 0,18 | 0,26 | 0,28 |
| Вартість газоочистки, млн грн | - | 12,7 | 12,7 |
| Всього, т | 2390,798 | 7200,89 | 12387,92 |

Додаток Є

Схема динамічного керування потужністю дуги



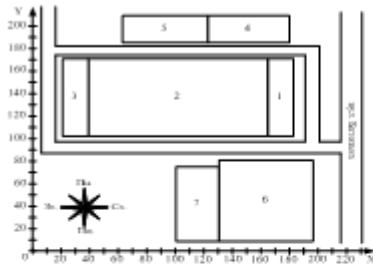
Додаток Ж

Підвищення енергоефективності тов «Вінницький агрегатний завод» за рахунок оптимізації технологічних процесів.

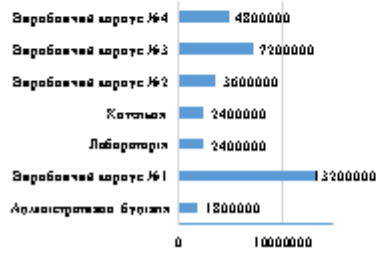


Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-18м
спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
Керівник: д.т.н. проф. Вуженко В.О.
Савуляк В.І.

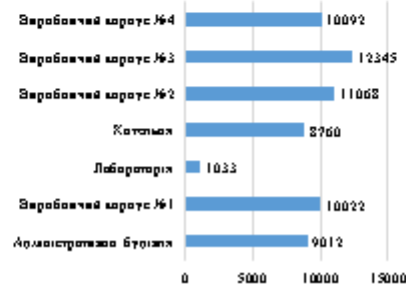
Генеральний план підприємства



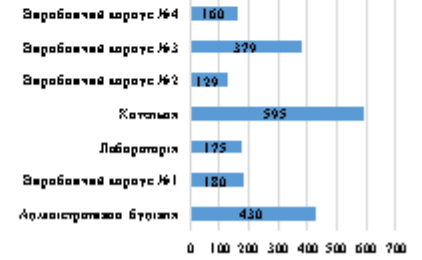
Баланс використання електроенергії у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод»



Баланс використання води у ТОВ «Вінницький Агрегатний завод»



Баланс використання теплової енергії на підприємстві



Теплова схема існуючої котельні

ПГ – парогенератор

РБП – розширник безперервної продукції

РУ – редуційна установка РУ13/2

ДСА – деаератор атмосферного типу ДСА 100

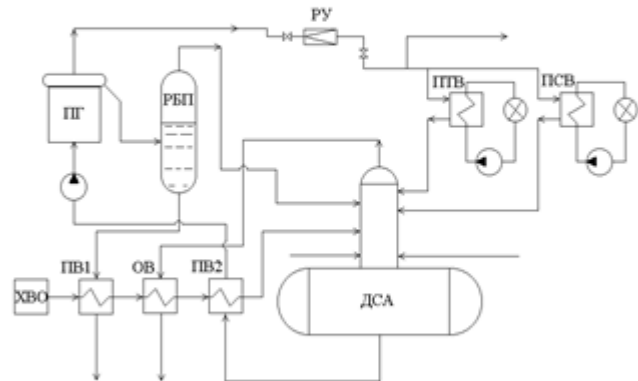
ХВО – Хіміводочистка

ПТВ- підігрівач технологічної води

ПСВ- підігрівач мережової води

ПВ – теплообмінник

ОВ – охолоджувач витягу з деаератора



порівняльні характеристики варіантів постачання підприємства тепловою та електричною енергією

| Назва показника | Газ | Кам'яний вугілля | Буре вугілля |
|---|-------|------------------|--------------|
| Теплова енергія, ГДж: | | | |
| Завантаження | 6,26 | 6,26 | 6,26 |
| Річні витрати на паливо, млн.грн. | 72,1 | 63,4 | 11,41 |
| Річні витрати на електроенергію, млн.грн. | 4,07 | 6,041 | 6,041 |
| Річні витрати на паливо та електроенергію, млн.грн. | 76,17 | 69,47 | 17,45 |
| Витрати на фактори, млн.грн. | - | 12,7 | 12,7 |
| Високий річний заряд на паливо в електроенергію, млн.грн. | - | 6,09 | 60,09 |
| Коефіцієнт використання | - | 18,52 | 18,52 |
| Продуктивність виробництва, млн.грн. | - | 1,76 | 59,33 |
| Річний дохід, млн.грн. | - | 4,03 | 41,34 |
| Чистий дисконтований дохід ЧДД, млн.грн. | - | 5,5 | 204,95 |
| Індекс прибутковості ІП | - | 1,18 | 12,18 |
| Внутрішня норма доходу, % | - | 14,7 | - |
| Статичний період окупності $T_{ст}$, років | - | 4,32 | 0,5 |
| Динамічний період окупності $T_{дін}$, років | - | 6,6 | 0,6 |
| Граничний коефіцієнт використання в проєкті $K_{гн}$, млн.грн. | - | 3,25 | 225,23 |

Річні викиди парогенераторів ДКВр-10 на газі, кам'яному та бурому вугілліях.

| Паливо | Газ | Кам'яне вугілля | Буре вугілля |
|-----------------------------------|----------|-----------------|--------------|
| Викиди | | | |
| Вологий викид оксиду вазоту, т | 24,8 | 26,34 | 27,3 |
| Вологий викид діоксиду вуглецю, т | 2269,68 | 6649,5 | 11749,3 |
| Вологий викид оксиду вуглецю, т | 96,1 | 499,8 | 551,14 |
| Вологий викид оксиду азоту, т | 0,082 | 42,08 | 47,2 |
| Вологий викид метану, т | 0,18 | 0,26 | 0,28 |
| Вартість палива, млн.грн | - | 12,7 | 12,7 |
| Всього, т | 2990,798 | 7200,89 | 12387,92 |

Поля температур та напружень, що формуються в об'ємі кулака поворотного при напівленні отворів під втулки шкворня

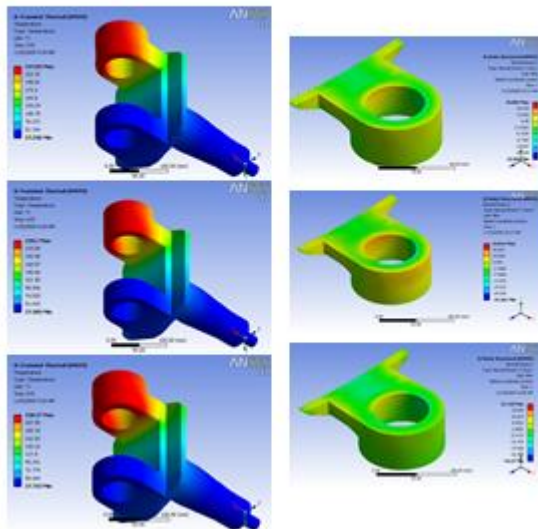
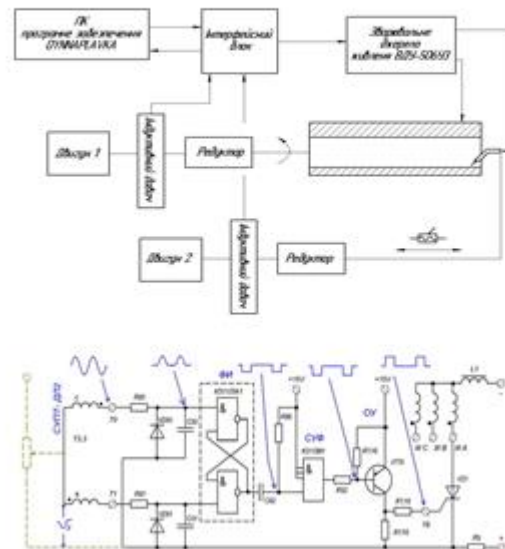


Схема динамічного керування потужністю дуги



Річні витрати активної електроенергії по цехах

| Назва цеху | Кість змін | S _p , кВА | T _п , год. | cos φ | P _p , кВт | W _p , кВт·год./рік |
|----------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|----------|-------------------------|----------------------------------|
| Адміністративна будівля | 3 | 230,28 | 4300 | 0,8 | 201,46 | 906370 |
| Виробничий корпус №1 | 3 | 1698,11 | 4300 | 0,83 | 1426,41 | 6412843 |
| Лабораторія | 3 | 206,79 | 4300 | 0,83 | 181,46 | 816370 |
| Котельня | 3 | 294,93 | 4300 | 0,73 | 234,67 | 1146013 |
| Виробничий корпус 2 | 3 | 474,33 | 4300 | 0,8 | 319,33 | 1487073 |
| Виробничий корпус №В | 3 | 926,34 | 4300 | 0,8 | 778,16 | 3301720 |
| Виробничий корпус №Б | 3 | 590,36 | 4300 | 0,83 | 426,61 | 191743 |
| Разом | | | | | 342 2,14 | 16146340 |

| Показники | Позначення | Величина показників | Одиниця вимірювання |
|---|------------------|------------------------|------------------------|
| Кількість нарисно спожитої електроенергії | Б _н | 16146340 | кВт·год. |
| Річне споживання електроенергії в агрегатах | Е | 16416828,6 | кВт·год. |
| Плата за електроенергію | П ₁ | 41042071,5 | грн. |
| Витрати на передачу і розподіл електроенергії | С _п | 2049856,5 | грн. |
| Сумарні витрати підприємства | С _{сум} | 43091927,9 | грн. |
| Собівартість електроенергії | S | 266,88 | коп/кВт·год. |

