

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вишого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра теплоенергетики
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

БАКАЛАВСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА

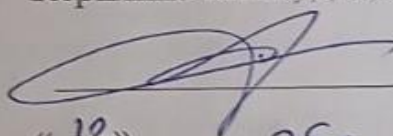
на тему: «Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат"»

Виконав: студент 4 курсу, групи ТЕ-206
спеціальності 144 – теплоенергетика
(шифр і назва спеціальності)



Лисюк Д.Я.
(прізвище та ініціали)

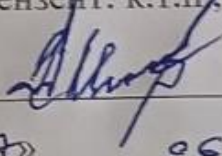
Керівник: к.т.н., доцент каф. ТЕ



Степанов Д. В.
(прізвище та ініціали)

« 12 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доцент каф. БМГА



Андрухов В.М.
(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Допущено до захисту
Зав. кафедри ТЕ

К. Т. Н., доц. Степанов Д. В.
(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет

Факультет

Кафедра

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Освітньо-професійна програма

будівництва, цивільної та екологічної інженерії
теплоенергетики

I (бакалаврський)

14 – електрична інженерія

144 - теплоенергетика

Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕ

Дмитро СТЕПАНОВ

03 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЛИСЮКУ ДЕНИСУ ЯРОСЛАВОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи «Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат"»

керівник роботи Степанов Д.В., к.т.н., доцент,

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 11.03.2024 р. № 80.

2. Строк подання студентом роботи 12 червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: Перша група промислових споживачів споживає пару 1,1 МПа, 200°C, теплова потужність МЕ31 12т/год, МЕ32 – 16 т/год, пари параметрами 0,6 МПа, 200°C. Третій споживач (ГГЗ) - пару 4 МПа, 360°C з витратою 2,5 т/год, система опалення 1,54 МВт – пару параметрами 0,6 МПа, 200°C. Деаератор заживлений парою 4 МПа, 360°C. Споживачі повертають конденсат з температурою насичення. Частка повернення конденсату від споживачів пари 1,1 МПа - 30%, від споживачів пари 0,6 МПа – 40 %, від споживачів пари 4 МПа – 75 %.

4. Зміст текстової частини: аналіз та розрахунок існуючої теплової схеми котельні; моделювання показників роботи парової протитискової турбіни; розробка пластинчастого підігрівника хімічноочищеної води; розробка технології монтажу підігрівника хімічноочищеної води живильної води; охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схема котельні теплова принципова; результати моделювання показників роботи протитискової турбіни; теплообмінник пластинчастий; схема монтажна аксонометрична.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В. д.пед.н, зав. каф. БЖДПБ		
Інші розділи	Степанов Д.В., к.т.н. зав.каф. ТЕ		
Нормоконтроль	Співак О.Ю. к.т.н., доц. каф. ТЕ		

7. Дата видачі завдання 12.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів БДР	Строк виконання етапів БДР	Примітка
1	аналіз та розрахунок існуючої теплової схеми котельні	12.03.2024 – 31.03.2024	
2	моделювання показників роботи парової протитискової турбіни	01.04.2024 – 30.04.2024	
3	розробка пластинчастого підігрівника хімічноочищеної води	01.05.2024 – 14.05.2024	
4	розробка технології монтажу підігрівник хімічноочищеної води	15.05.2024 – 21.05.2024	
5	Охорона праці	22.05.2024 – 28.05.2024	
6	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	29.05.2024 – 03.06.2024	
7	Перевірка на плагіат. Нормоконтроль	04.06.2024 – 08.06.2024	
8	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	09.06.2024 – 11.06.2024	
9	Захист БДР ЕК		

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Лисюк Д.Я.
(прізвище та ініціали)

Степанов Д.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.311

Лисюк Д.Я. Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат". Бакалаврська кваліфікаційна робота зі спеціальності 144 – Теплоенергетика, освітня програма - Теплоенергетика. Вінниця: ВНТУ, 2024. 69 с.

Бібліогр.: 49 назв; 17 табл. .

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглянуто підвищення ефективності виробництва енергії в паровій котельні ПрАТ «Вінницький ОЖК», яка працює на соняшниковому лушпинні, шляхом встановлення протитискової парової турбіни..

Розраховано теплову схему котельні, проведено перевірку основного та допоміжного обладнання котельні. Визначено техніко-економічні показники виробництва теплоти.

Проведено аналіз ефективності паротурбінної установки на котельні «Вінницький ОЖК». Виконано математичне моделювання показників роботи парових турбін різної потужності.

Спроектовано пластинчастий водоводяний теплообмінний апарат потужністю 621 кВт. Визначено площу теплообміну, вибрані температурні та витратні режими. Проведено розрахунки товщини теплової ізоляції.

Розроблено монтажну схему водоводяного теплообмінника для підігріву хімічно очищеної води на котельні ПрАТ «Вінницький ОЖК». Виконано вибір основних та допоміжних матеріалів для монтажу теплообмінника. Визначено склад і об'єми робіт, підібрано основні машини, механізми та інструменти для монтажу теплообмінника.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту, технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, причини виникнення, дії на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні; гігієнічна оцінка умов праці, оцінка технічного і організаційного рівня, рекомендації щодо покращення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: Котельня, соняшникове лушпиння, пластинчастий теплообмінник, тепlopостачання, промислові споживачі, системи опалення, гаряче водопостачання, тепла схема, паротурбінна установка.

ABSTRACT

UDC

Lysyuk D.Ya. Increasing the efficiency of energy production of the private joint-stock company "Vinnytsia oil and fat plant". Bachelor's qualification thesis on specialty 144 - Heat and power engineering, educational program - Heat and power engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 69 p.

Bibliography: 49 titles; 17 tables .

The bachelor's qualification work considered the improvement of the efficiency of energy production in the steam boiler plant of PJSC "Vinnytsia OJK", which operates on sunflower husks, by installing a back-pressure steam turbine.

The thermal scheme of the boiler room was calculated, the main and auxiliary equipment of the boiler room was checked. Technical and economic indicators of heat production are determined.

An analysis of the efficiency of the steam turbine installation at the "Vinnytsia OZHK" boiler house was carried out. Mathematical modeling of performance indicators of steam turbines of different capacities was performed.

A plate water-water heat exchanger with a capacity of 621 kW was designed. The heat exchange area is determined, the temperature and flow regimes are selected. Calculations of the thickness of the thermal insulation were carried out.

An assembly diagram of a water-water heat exchanger for heating chemically purified water at the boiler house of Vinnytsia OJK PJSC has been developed. The selection of the main and auxiliary materials for the installation of the heat exchanger has been made. The composition and scope of work have been determined, the main machines, mechanisms and tools for installing the heat exchanger have been selected.

In the labor protection section, such issues as technical solutions for the safe operation of the facility, technical solutions for occupational hygiene and industrial sanitation, causes of occurrence, effects on the human body, and regulation of harmful and dangerous production factors in the production premises are elaborated; hygienic assessment of working conditions, assessment of technical and organizational level, recommendations for improving working conditions, as well as fire safety regulations.

Key words: Boiler room, sunflower shelling, plate heat exchanger, heat supply, industrial consumers, heating systems, hot water supply, thermal scheme, steam turbine plant.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОЇ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНІ	6
1.1 Характеристика об'єкту проектування.....	6
1.2 Розрахунок теплової схеми котельні.....	7
1.3 Перевірка основного та допоміжного обладнання.....	15
1.4 Техніко-економічні показники виробництва теплоти.....	19
2 МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОВОЇ ПРОТИТИСКО- ВОЇ ТУРБИНИ.....	23
2.1 Загальна характеристика математичної моделі.....	23
2.2 Результати числових досліджень.....	27
3 РОЗРОБКА ПЛАСТИНЧАСТОГО ПІДГРІВНИКА ХІМІЧНООЧИЩЕНОЇ ВОДИ.....	30
3.1 Тепловий розрахунок пластинчастого теплообмінника.....	30
3.2 Конструктивний розрахунок теплообмінника.....	36
3.3 Гідравлічний розрахунок пластинчастого водонагрівача.....	38
3.4 Розрахунок товщини теплоізоляції теплообмінного апарату.....	40
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ ОХОЛОДНИКА ЖИВИЛЬНОЇ ВОДИ.....	43
4.1 Розрахунок діаметрів трбопроводів.....	43
4.2 Загальна характеристика об'єкту, що підлягає монтажу.....	43
4.3 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	45
4.4 Визначення складу та об'ємів робіт.....	47
4.5 Підбір машин, механізмів, пристосування для монтажних робіт.....	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	51
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	51
5.1.2 Електробезпека.....	54
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	55
5.2.1 Мікроклімат.....	55

5.2.2 Виробниче освітлення	56
5.2.3 Виробничий шум	57
5.2.4 Виробнича вібрація	58
5.3 Пожежна безпека	59
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ЖДЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТКИ.....	70
Додаток А (обов'язковий) Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	71
Додаток Б (обов'язковий) ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	72
Додаток В (обов'язковий) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	76

ВСТУП

Скрутний стан вітчизняної енергетики зумовлений, в основному, неналежним технічним рівнем. Складне становище спостерігається і з паливозабезпеченням. Сучасні промислові підприємства є споживачами різних видів енергії: електричної, теплової (з парою, гарячою водою і гарячим повітрям), стиснутого повітря та інших. Кожний з потрібних видів енергії підприємство може отримувати від самостійних джерел, наприклад, від енергосистеми, котельних, компресорних станцій.

У зв'язку з подорожчанням викопного палива, на сьогоднішній день різко постає питання модернізації парових та водогрійних котелень, а також впровадження нових технологій, які б дали змогу ефективно та економічно використовувати енергоносії, без негативного впливу на людей і навколишнє середовище.

Одним з основних шляхів скорочення споживання природного газу та підвищення енергоефективності теплопостачання в Україні може стати широке застосування енерготехнологій з місцевих видів палива та когенераційного обладнання.

Лушпиння соняшника та інші подібні відходи промисловості та сільського господарства мають на сьогодні великий потенціал вироблення теплової та електричної енергії.

ТЕЦ, що працюють на органічних відходах дозволяють не тільки організувати децентралізацію енергопостачання, забезпечити розпорошену генерацію, захистити енергосистему України від пікових перевантажень, але й зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, посилити сільське господарство та місцеві виробництва твердого палива [1].

Робота присвячена підвищенню енергоефективності парової промислової котельні шляхом встановлення парової протитискової турбіни. Тому тема роботи є актуальною.

Мета роботи — зменшення споживання викопних енергоресурсів та підвищення енергоефективності вироблення енергії ПАТ «Вінницький ОЖК» шляхом встановлення протитискової турбіни.

Для досягнення даної мети розв'язані такі **завдання**:

- аналіз показників роботи котельні за існуючою тепловою схемою;
- моделювання показників роботи парової протитискової турбіни;
- розробка пластинчастого охолодника живильної води;
- розробка технології монтажу охолодника живильної води
- розробка заходів з охорони праці.

1 АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОЇ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНІ

4.6 Характеристика об'єкту проектування

Виробничий комплекс ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» розташований на одній промисловій ділянці. Загальна площа земельної ділянки становить 20,8 га, в т.ч. станція очисних споруд, що розташована на окремій ділянці площею 0,8 га та 1,2 га, що зайняті під їзними шляхами та залізничними коліями

В 2000 році був запущений в режимно-налагоджувальні роботи паровий котел КЕ-10-1,4-285, запроектований проектною організацією ЦКТІ та “Леннігіпрохім”, виготовлений Бійським котельним заводом і змонтований ВСКП-26. В 2003 році, в зв'язку з тим, що котел КЕ-10-1,4-285 не мав можливості вийти на необхідну потужність і утилізував тільки 25% лушпиння було прийнято рішення про збільшення теплогенерувальних потужностей по спалюванню лушпиння.

Для цього проектантми ТОВ СПКТБ “Енергомашпроект” був спроектований паровий котел, який може працювати без підсвітки газом або мазутом. та паровидатністю 16 тонн пари за годину з тиском 39 бар та температурою 360 °С. Встановлений котлоагрегат Е-16-3,9-360Д є експериментальним та не має аналогів на теренах колишнього Радянського Союзу, а конструктивно – і в світі.

Для збільшення продуктивності теплоенергетичного цеху встановлено також паровий котел «Авогадро» паровидатністю 14 т/год і параметрами пари 39 бар, 360°С.

Особливістю підприємства є те, що для виробництва теплової енергії для підприємства не використовуються викопні енергоресурси. Всі парогенератори та водогрійні опалювальні котлоагрегати працюють на відходах виробництва –

соняшниковому лушпинні [2]. На котельні ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» встановлено парогенератори, які постачають пару промисловим споживачам та в систему опалення. Перша група промислових споживачів (МЕЗ1) споживає пару з параметрами 1,1 МПа, 200°C, причому теплова потужність МЕЗ1 12т/год, другий споживач (МЕЗ2) – 16 т/год, пари параметрами 0,6 МПа, 200°C. Третій споживач (ГГЗ) - пару параметрами 4 МПа, 360°C з витратою 2.5 т/год, система опалення потужністю 1,54 МВт – пару параметрами 0,6 МПа, 200°C. Деаератор заживлений парою 4 МПа, 360°C через редуційний клапан. Відпуск пари споживачам здійснюється з головної магістралі з допомогою РОУ. Споживачі повертають конденсат з температурою насичення. Частка повернення конденсату від споживачів пари 1,1 МПа становить 30%, від споживачів пари 0,6 МПа – 40 %, від споживачів пари 4 МПа – 75 %. Далі конденсат поступає в систему фільтрів та водовідстійників, де очищується від жирових домішок та охолоджується. Очищений конденсат подається на ХВО разом з сирою водою з температурою 5 °С. Від підігрівника системи опалення повертається весь конденсат одразу в деаератор.

Робочим паливом є лушпиння соняшника з теплотою згорання $Q_n^p = 15,4$ МДж/кг. ККД котла $\eta_k = 84,1$ %; частка безперервної продувки $\alpha_{пр} = 7,5\%$; Температура живильної води з деаератора 115°C [3], а на вході в котел 88°C. Теплота охолодженої живильної води використовується для підігріву хімочищеної води.

1.2 Розрахунок теплової схеми котельні

Ентальпії теплоносіїв [4]:

- пари 3,9 МПа, 360°C – $h_{3,9} = 3120$ кДж/кг;
- пари 1,1 МПа, 200°C – $h_{1,1} = 2820$ кДж/кг;
- пари 0,6 МПа, 200°C – $h_{0,6} = 2860$ кДж/кг;
- пари 0,12 МПа, 115°C $h_{0,12} = 2705$ кДж/кг

- конденсат 1,1 МПа, 180°С – $h_{к1,1} = 781$ кДж/кг;
- конденсат 0,6 МПа, 160°С – $h_{к0,6} = 675$ кДж/кг;
- конденсат 0,6 МПа після переохолодника 90°С $h_{к0,3ox} = 376$ кДж/кг;
- живильна вода після деаератора 115°С – $h_{жв1} = 440$ кДж/кг;
- живильна вода перед котлом 88°С – $h_{жв2} = 368,6$ кДж/кг;
- зконденсований випар з деаератора 0,12 МПа – $h_{вип} = 440$ кДж/кг;
- продувальна вода 4,4 МПа – $h_{кв} = 1116$ кДж/кг;
- охолоджений конденсат з РБП, 40°С $h_{к0,12ox} = 167$ кДж/кг;
- сира вода, 5°С $h_{св} = 21$ кДж/кг;
- сира вода перед хімводоочисткою, 20°С $h_{хво} = 84$ кДж/кг;
- хімочищена вода перед деаератором 75°С $h_{дв} = 317$ кДж/кг.

Потужність МЕ31 1,1 МПа [3]

$$Q_{ме31} = D_{1,1} \cdot (h_{1,1} - h_{к1,1}) \quad (1.1)$$

$$Q_{ме31} = 3,333 \cdot (2860 - 763) = 6989,301 \text{ (кВт)}.$$

Потужність МЕ32 з тиском 0,6 МПа

$$Q_{ме32} = D_{0,6} \cdot (h_{0,6} - h_{к0,6}) \quad (1.2)$$

$$Q_{ме32} = 4,444 \cdot (2860 - 670) = 9732,36 \text{ (кВт)}.$$

Потужність ГГЗ 3,9 МПа

$$Q_{ггз} = D_{ггз} \cdot (h_{3,9} - h_{к0,3})$$

$$Q_{ггз} = 0,694 \cdot (3120 - 376) = 1904,336 \text{ (кВт)}.$$

Витрата пари з тиском 0,6 МПа на підігрівник опалення

$$D_{0,6} = Q_{\text{опалення}} \cdot (h_{0,6} - h_{\text{пер}0,6}) \quad (1.3)$$

$$D_{\text{опалення}} = 1540 / (2860 - 670) = 0,703 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата охолодної води на 1 кг гострої пари на РОУ 1,1 МПа

$$g_{1,1} = \frac{h_{3,9} - h_{1,1}}{h_{\kappa 1,1} - h_{\text{жв}} + 0,8(h_{1,1} - h_{\kappa 1,1})} \quad (1.4)$$

$$g_{1,1} = \frac{3120 - 2820}{781 - 440 + 0,8(2820 - 781)} = 0,152 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата гострої пари на РОУ 1,1 МПа

$$D_{nz1,1} = \frac{D_{1,1}}{1 + 0,8 \cdot g_{1,1}}, \quad (1.5)$$

$$D_{nz1,1} = \frac{3,333}{1 + 0,8 \cdot 0,152} = 2,971 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата живильної води на РОУ 1,1 МПа

$$G_{\text{жв}1,1} = D_{nz1,1} \cdot g_{1,1}, \quad (1.6)$$

$$G_{\text{жв}1,1} = 2,971 \cdot 0,152 = 0,452 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата охолодної води на 1 кг гострої пари на РОУ 0,6 МПа

$$g_{0,6} = \frac{h_{3,9} - h_{0,6}}{h_{\kappa 0,6} - h_{\text{жв}} + 0,8(h_{0,6} - h_{\kappa 0,6})} \quad (1.7)$$

$$g_{0,6} = \frac{3120 - 2860}{675 - 440 + 0,8(2860 - 675)} = 0,131 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата гострої пари на РОУ 0,6 МПа

$$D_{\text{пг}0,6} = \frac{D_{0,6}}{1 + 0,8 \cdot g_{0,6}}, \quad (1.8)$$

$$D_{\text{нз}0,6} = \frac{4,444 + 0,703}{1 + 0,8 \cdot 0,131} = 4,658 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата живильної води на РОУ 0,6 МПа

$$G_{\text{жв}0,6} = D_{\text{пг}0,6} \cdot g_{0,6}, \quad (1.9)$$

$$G_{\text{жв}0,6} = 4,022 \cdot 0,131 = 0,526 \text{ (кг/с)}.$$

Паровидатність котельні визначаємо як суму витрат гострої пари на РОУ_{1,1}, РОУ_{0,6}, ГГЗ та на деаератор.

$$D_{\text{нз}} = D_{\text{нз}1,1} + D_{\text{нз}0,6} + D_{\delta} + D_{\text{ззз}}, \quad (1.10)$$

$$D_{\text{нз}} = 2,971 + 4,022 + 0,658 + D_{\delta} = 7,651 + D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата випару з РБП

$$D_{\text{рбп}} = D_{\text{пг}} \cdot p \frac{h_{\text{кв}} - h_{\text{к}0,12}}{h_{0,12} - h_{\text{к}0,12}}, \quad (1.14)$$

$$D_{p\delta n} = (7,651 + D_{\delta}) \cdot 0,075 \frac{1116 - 440}{2705 - 440} = 0,171 + 0,0224 D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата конденсату з РБП

$$G_{p\delta n} = D_{пг} \cdot p - D_{p\delta n}, \quad (1.15)$$

$$G_{p\delta n} = (7,651 + D_{\delta}) \cdot 0,075 - (0,171 + 0,0224 D_{\delta}) = 0,403 + 0,053 D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата живильної води на котел

$$G_{жв} = D_{пг} \cdot (1 + p + \alpha_{вп}), \quad (1.16)$$

$$G_{жв} = (7,651 + D_{\delta}) \cdot (1 + 0,075 + 0,025) = 8,416 + D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата живильної води з деаератора

$$G_{жв\delta} = G_{жв} + G_{жв1,1} + G_{жв0,6}, \quad (1.17)$$

$$G_{жв\delta} = (8,416 + D_{\delta}) + 0,452 + 0,526 = 9,4 + D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата випару з деаератора

$$D_{вип} = 0,002 \cdot G_{жв\delta}, \quad (1.18)$$

$$D_{вип} = 0,002 \cdot 9,4 = 0,019 + D_{\delta} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата додаткової води

$$G_{\delta\delta} = G_{жв\delta} - (D_{1,1} \cdot 0,3 + D_{0,6} \cdot 0,4 + D_{3,9} \cdot 0,75 + D_{p\delta n} + D_{\delta} - D_{вип} + D_{псв} + D_{п\delta\delta}), \quad (1.19)$$

$$G_{\partial\partial} = (9,4 + D_{\partial}) - (3,333 \cdot 0,3 + 4,444 \cdot 0,4 + 0,786 \cdot 0,75 + 0,171 + \\ + 0,0224D_{\partial} + D_{\partial} - 0,019 + D_{\partial} + 0,223 + 0,55) = 4,069D_{\partial}$$

Витрата сирії води

$$G_{\text{св}} = 1,05 \cdot G_{\text{дв}}, \quad (1.20)$$

$$G_{\text{св}} = 1,05 \cdot 4,069D_{\partial} = 4,27D_{\partial} \text{ (кг/с)}.$$

Ентальпія сирії води після охолодника води з РБП

$$h_{\text{св}2} = h_{\text{св}} + \frac{G_{\text{рбп}} \cdot (h_{\text{к}0,12} - h_{\text{к}0,12\text{ох}})}{G_{\text{св}}} \quad (1.21)$$

$$h_{\text{св}2} = 21 + \frac{0,403 + 0,053D_{\partial} \cdot (440 - 167)}{4,27D_{\partial}} = 24,5D_{\partial} \text{ (кДж/кг)}.$$

Витрата пари 0,6 МПа на підігрівник сирії води перед хімводоочисткою

$$D_{\text{псв}} = \frac{G_{\text{св}} \cdot (h_{\text{хво}} - h_{\text{св}2})}{h_{0,3} - h_{\partial\partial}} \quad (1.22)$$

$$D_{\text{псв}} = \frac{4,27D_{\partial} \cdot (84 - 24,5)}{2726 - 376} = 0,108 \text{ (кДж/кг)}.$$

Ентальпія додаткової води після охолодника живильної води

$$h_{\text{дв}2} = h_{\text{хво}} + \frac{G_{\text{жвд}} \cdot (h_{\text{жв}1} - h_{\text{жв}2})}{G_{\text{дв}}} \quad (1.23)$$

$$h_{\partial 62} = 84 + \frac{(9,4 + D_{\partial}) \cdot (440 - 368,6)}{4,069 D_{\partial}} = 165 D_{\partial} \text{ (кДж/кг)}.$$

Ентальпія додаткової води перед охолодником випару деаератора

$$h_{\partial 63} = h_{\partial 6} - \frac{D_{\text{вип}} \cdot (h_{0,12} - h_{\text{жс1}})}{G_{\partial 6}} \quad (1.24)$$

$$h_{\partial 63} = 317 + \frac{0,019 + D_{\partial} \cdot (2705 - 440)}{4,069 D_{\partial}} = 327 D_{\partial} \text{ (кДж/кг)}.$$

Витрата пари 0,6 МПа на підігрівник додаткової води

$$D_{\text{ПДВ}} = \frac{G_{\text{ДВ}} \cdot (h_{\text{ДВ3}} - h_{\text{ДВ2}})}{h_{0,3} - h_{\text{к0,3ох}}} \quad (1.25)$$

$$D_{\text{пдв}} = \frac{4,069 D_{\partial} \cdot (322,1 - 165)}{2860 - 376} = 0,26 D_{\partial} \text{ (кг/с)}.$$

Витрата пари на деаератор з врахуванням, що від підігрівника опалення, парових підігрівників сирії та додаткової води повертається весь конденсат

$$D_{\partial} = \frac{G_{\text{жв д}} \cdot h_{\text{жв1}} - (D_{\text{пдв}} \cdot h_{\text{к0,3ох}} + D'_{0,3} \cdot h_{\text{к0,3ох}} + D_{\text{рбп}} \cdot h_{0,12} + G_{\text{ДВ}} \cdot h_{\text{ДВ}})}{h_{0,6}} \quad (1.26)$$

$$D_{\partial} = \frac{9,4 + D_{\partial} \cdot 440 - ((0,26 D_{\partial}) \cdot 376 + 1,09 \cdot 376 + (0,171 + 0,0224 D_{\partial}) \cdot 2705) + 4,069 D_{\partial} \cdot 376}{2860} = 2,1 \text{ (кг/с)}.$$

Перевіримо суму витрат пари 3,9 МПа на підігрівник сирії води, підігрівник додаткової води та на деаератор

$$D'_{3,9} = D_{\text{нсв}} + D_{\text{пдв}} + D_{\partial}, \quad (1.27)$$

$$D'_{3,9} = 0,108 + 0,26D_{\delta} + 2,1 = 2,468 \text{ (кг/с)}.$$

Як можна побачити, похибка розрахунку $D'_{0,3}$ не перевищує 1%. Отже подальших уточнень проводити непотрібно.

Витрата сирій води, що йде на підживлення теплової схеми

$$G_{\text{підж}} = G_{\text{св}} - 0,3 \cdot D_{1,1} - 0,4 \cdot D_{0,6}, \quad (1.28)$$

$$D'_{0,6} = 4,069D_{\delta} - 0,3 \cdot 3,333 - 0,4 \cdot 4,444 = 1,29 \text{ (кг/с)}.$$

Теплова потужність котельні [3]

$$Q_{\text{кот}} = D_{\text{пг}} \cdot (h_{3,9} - h_{\text{жв2}}) \cdot (1 + \alpha_{\text{вп}}) + D_{\text{пг}} \cdot p \cdot (h_{\text{кв}} - h_{\text{жв2}}), \quad (1.29)$$

$$Q_{\text{кот}} = 7,651 + D_{\delta} \cdot (3120 - 368,6) \cdot (1 + 0,025) + 7,651 + D_{\delta} \cdot 0,075 \cdot (1116 - 368,6) = 22006 \text{ (кВт)}.$$

Витрата робочого та умовного палива на котел

$$B_p = \frac{Q_{\text{кот}}}{Q_{\text{н}}^p \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (1.30)$$

$$B_p = \frac{22006}{15400 \cdot 0,841} = 1,699 \text{ (кг/с) або } 6,1164 \text{ т/год або } 146,794 \text{ т/добу}.$$

$$B_y = \frac{Q_{\text{кот}}}{Q_{\text{нy}}^p \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (1.31)$$

$$B_y = \frac{22006}{29300 \cdot 0,841} = 0,893 \text{ (кг/с)}.$$

ККД бруто котельні [5]

$$\eta_{\text{котельні}} = \frac{\sum Q_{\text{спож}}}{Q_{\text{ну}}^p \cdot B_y}, \quad (1.32)$$

$$\eta_{\text{котельні}} = \frac{6989 + 9732 + 1904 + 1540}{29300 \cdot 0,893} = 0,77.$$

1.3 Перевірка основного та допоміжного обладнання

Вибір типу, кількості та одиничної продуктивності котлів і іншого устаткування проводиться за результатами розрахунку теплової схеми котельні.

Перевірка котлоагрегатів

Для парової котельні кількість котлоагрегатів визначається за загальною паровидатністю котельні.

$$D_{\text{пт}} = 7,7 \text{ кг/с} = 27,72 \text{ т/год.}$$

На котельні встановлено котел КЕ-10 номінальною паровидатністю 10 т/год, котел Е-16-3,9-360Д номінальною паровидатністю 16 т/год та котел «Авогадро» номінальною паровидатністю 14 т/год. Отже встановлене парогенераторне обладнання працює з перевантаженням.

Перевірка насосів

В тепловій схемі котельні встановлені живильні насоси (5 шт.), підживлювальні насоси (2 шт.), мережні насоси (2 шт.).

Живильні насоси призначені для парогенераторів деаерованою водою. Їх подача визначається за максимальною масовою витратою живильної води. Згідно з Правилами Держтехнагляду встановлюється резервування такого насосного обладнання

Подача насосу

$$V_{\text{жн}} = \frac{1,1 \cdot G_{\text{жн}} \cdot 3600}{\rho_{\text{жв}}}, \quad (1.33)$$

де $G_{\text{жв}}$ – масова витрата живильної води, кг/с;

$\rho_{\text{жв}}$ – густина живильної води на виході з деаератора, яка дорівнює 955 кг/м³ при температурі 115°C.

$$V_{\text{жн}} = \frac{1,1 \cdot 9,746 \cdot 3600}{955} = 40,41 \text{ (м}^3\text{/Год)}.$$

На котельні встановлено чотири насоси живильної води марки ПЭ 65-53, характеристики якого: подача 65 м³/год, напір 5,7 МПа, потужність електродвигуна $N_{\text{жн}} = 200$ кВт [6], причому два робочі та два резервні, крім того встановлено один резервний паровий живильний насос ПТ-15-60у. Таким чином, встановленого обладнання цілком достатньо.

Подача підживлювальних насосів визначається за витратою мережної води в системі опалення та частці втрат мережної води. Нехай температурний графік мережної води 95/70 °С, а частка втрат мережної води 0,5%, Тоді подача підживлювального насоса

$$V_{\text{пн}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot Q_{\text{опал}} \cdot \alpha_{\text{втр}} \cdot 3600}{\rho_{\text{св}} \cdot C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{под}})}, \quad (1.34)$$

де $\rho_{\text{св}}$ – густина сирої води на вході в насос, яка дорівнює 999,8 кг/м³ при температурі 5°C.

Подача підживлювального насоса

$$V_{\text{пн}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot 1540 \cdot 0,005 \cdot 3600}{999,8 \cdot 4,2 \cdot (95 - 70)} = 0,58 \text{ (м}^3\text{/Год)}.$$

На котельні встановлено два підживлювальних насоса 2КМ – 20/18 з подачею 20 м³/год, напором 0,185 МПа, ККД – 0,68, потужністю електродвигуна 2,2 кВт, причому один з них резервний [6]. Таким чином, встановленого обладнання цілком достатньо з врахуванням аварійних режимів роботи.

Подача циркуляційного насоса системи опалення

$$V_{\text{пш}} = \frac{1,1 \cdot 1540 \cdot 3600}{970 \cdot 4,2 \cdot (95 - 70)} = 59,9 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

На котельні встановлено два мережних насоси системи опалення IRL 65/130-3/2, характеристики якого: подача 70 м³/год, напір 10 м, потужність електродвигуна 3.0 кВт [6], причому один з них резервний. Таким чином, встановленого обладнання цілком достатньо.

Перевірка тягодуттєвого обладнання

Подача вентиляторів та димососів визначається для кожного з котлів за розрахунковою витратою палива на котел, виходячи з його номінальної паровидатності.

Розрахункові витрати палива на котли

$$B_{E-16} = \frac{D_{E-16}(h_{\text{пш}} - h_{\text{жв}}) + D_{E-16} \cdot p \cdot (h_{\text{кв}} - h_{\text{жв}})}{Q_{\text{H}}^p \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (1.35)$$

$$B_{E-16} = \frac{4,44(3120 - 300) + 4,44 \cdot 0,075 \cdot (1116 - 300)}{15400 \cdot 0,841} = 0,988 \text{ (кг/с)};$$

$$B_{\text{KE-10}} = \frac{2,77(2865 - 300) + 2,77 \cdot 0,075 \cdot (859 - 300)}{15400 \cdot 0,82} = 0,572 \text{ (кг/с)};$$

$$B_{\text{Авогадро}} = \frac{3,89(3120 - 300) + 3,89 \cdot 0,075 \cdot (1116 - 300)}{15400 \cdot 0,84} = 0,866 \text{ (кг/с)}.$$

Подачі вентиляторів котлів

$$V_{\text{в}} = 1,1 \cdot B_{\text{к}} \cdot V^0 \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot (t_{\text{п}} + 273) \cdot 3600 / 273, \quad (1.36)$$

$$V_{вЕ-16} = 1,1 \cdot 0,988 \cdot 5,08 \cdot 1,5 \cdot (20 + 273) \cdot 3600 / 273 = 31997 \text{ (м}^3\text{/Год)};$$

$$V_{вКЕ-10} = 1,1 \cdot 0,572 \cdot 5,08 \cdot 1,5 \cdot (20 + 273) \cdot 3600 / 273 = 18525 \text{ (м}^3\text{/Год)};$$

$$V_{вАвогадро} = 1,1 \cdot 0,866 \cdot 5,08 \cdot 1,5 \cdot (20 + 273) \cdot 3600 / 273 = 28046 \text{ (м}^3\text{/Год)}.$$

В котельні встановлені:

– для котла Е-16-3,9-360Д вентилятор ВДН – 12,5 з подачею 39,5 тис.м³/год, напором 527 Па, потужністю електродвигуна 90 кВт [7];

– для котла КЕ-10 вентилятор ВДН – 10 з подачею 20,2 тис.м³/год, напором 341 Па, потужністю електродвигуна 37 кВт;

– для котла Авогадро вентилятор ВДН – 11,2 з подачею 28,2 тис.м³/год, напором 430 Па, потужністю електродвигуна 55 кВт.

Подачі димососів котлів

$$V_d = 1,1 \cdot B_k \cdot (V_r + (\alpha_{вг} - 1) \cdot V^0) \cdot (t_{вг} + 273) \cdot 3600 / 273, \quad (1.37)$$

$$V_{дЕ-16} = 1,1 \cdot 0,988 \cdot (7,35 + (1,68 - 1) \cdot 5,08) \cdot (190 + 273) \cdot 3600 / 273 = 71692 \text{ (м}^3\text{/Год)};$$

$$V_{дКЕ-10} = 1,1 \cdot 0,572 \cdot (7,35 + (1,68 - 1) \cdot 5,08) \cdot (190 + 273) \cdot 3600 / 273 = 41506 \text{ (м}^3\text{/Год)};$$

$$V_{дАвогадро} = 1,1 \cdot 0,866 \cdot (7,35 + (1,68 - 1) \cdot 5,08) \cdot (190 + 273) \cdot 3600 / 273 = 62840 \text{ (м}^3\text{/Год)}.$$

В котельні встановлені:

– для котла Е-16-3,9-360Д димосос ДН – 15 з подачею 72 тис.м³/год, напором 264 Па, потужністю електродвигуна 75 кВт [7];

– для котла КЕ-10 вентилятор ДН – 12,5 з подачею 42 тис.м³/год, напором 185 Па, потужністю електродвигуна 37 кВт;

– для котла Авогадро вентилятор ДН – 12,5 з подачею 64 тис.м³/год, напором 300 Па, потужністю електродвигуна 75 кВт.

Таким чином, встановленого тягодуттєвого обладнання цілком достатньо для роботи котлів в номінальному режимі.

Потужність електричних власних потреб котельні

Сумарну потужність електроприводів пневмотранспорту палива, приводу колосникової решітки, золовидалення, водопідготовки приймаємо $N_{пт} = 25$ кВт.

Розрахункову електричну потужність котельні знаходимо як суму активних потужностей працюючого обладнання котельні, а саме насосів, тягодуттєвого обладнання, допоміжних систем, а також врахуємо додатково 4% на освітлення та інші витрати

$$\Sigma N_{вп} = (\Sigma N_{нас} + \Sigma N_{вент} + \Sigma N_{димос} + N_{пт}) \cdot 1,04, \quad (1.38)$$

$$\Sigma N_{вп} = (2 \cdot 200 + 2,2 + 3 + 90 + 37 + 55 + 75 + 37 + 75 + 25) \cdot 1,04 = 831 \text{ (кВт)}.$$

1.4 Техніко-економічні показники виробництва теплоти

Витрати палива за рік

$$B_{рік} = B_p \cdot \tau_{год} \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \quad (1.39)$$

$$B_{рік} = 1,699 \cdot 7920 \cdot 3600 = 48441 \text{ (т/рік)}.$$

Річне виробництво теплоти

$$Q_{рік} = \Sigma Q_{спож} \cdot \tau_{год} \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (1.40)$$

$$Q_{рік} = (6989 + 9732 + 1904 + 1540) \cdot 7920 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 574944 \text{ (ГДж/рік)}.$$

Розрахунок витрат на паливо [8]

$$S_{\text{пал}} = B_{\text{річ}} \cdot \Pi, \quad (1.41)$$

де Π – ціна соняшникового лушпиння при його альтернативній реалізації;

$$S_{\text{пал}} = 48441 \cdot 500 = 242205 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Витрата води

$$G_{\text{рік}} = G_{\text{підж}} \cdot \tau_{\text{год}} \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \quad (1.42)$$

$$G_{\text{рік}} = 1,29 \cdot 7920 \cdot 3600 \cdot 10^{-3} = 36780 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

Розрахунок витрат на воду [9]

$$S_{\text{в}} = G_{\text{в}} \cdot \Pi_{\text{в}}, \quad (1.43)$$

$$S_{\text{в}} = 36780 \cdot 12 = 441,365 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Розрахунок витрат на електроенергію

$$S_{\text{ее}} = \sum N_{\text{вп}} \cdot \tau_{\text{рік}} \cdot \Pi, \quad (1.44)$$

де Π – тариф за електроенергію, дорівнює 7 грн/кВт·год.

$$S_{\text{ее}} = 831 \cdot 7920 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 46070 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Розрахунок оплати праці [10]

$$S_{\text{зп}} = Q_{\text{кот}} \cdot k_{\text{шт}} \cdot \text{ЗП} \cdot 12, \quad (1.45)$$

де ЗП – середня заробітна плата

$$S_{\text{зп}} = 34,043 \cdot 0,8 \cdot 19000 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 6,209 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Відрахування на заробітну плату

$$S_{\text{відр.зп}} = 0,41 \cdot S_{\text{зп}}, \quad (1.46)$$

де 0,41 – відрахування в Пенсійний фонд, фонди соціального страхування.

$$S_{\text{відр.зп}} = 0,41 \cdot 6,209 = 2,545 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Загальна заробітна плата

$$S_{\text{заг.зп}} = S_{\text{зп}} + S_{\text{відр.зп}}, \quad (1.47)$$

$$S_{\text{заг.зп}} = 6,209 + 2,545 = 8,754 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Амортизаційні відрахування

$$S_A = 6 - 8\% \cdot B_{\text{оф}}, \quad (1.48)$$

де $B_{\text{оф}}$ – вартість основних виробничих фондів на підприємстві, приймаємо 200 млн грн.

$$S_A = 0,075 \cdot 200000 = 15000 \text{ (тис.грн/рік)}.$$

Витрати на ремонт

$$S_p = 0,2 \cdot S_A , \quad (1.49)$$

$$S_p = 0,2 \cdot 15000 = 3000 \text{ (тис.грн/рік).}$$

Інші витрати

$$S_i = 0,02 \cdot (S_{\Pi} + S_{\text{еє}} + S_{\text{в}} + S_{\text{зп}} + S_{\text{ам}} + S_p) , \quad (1.50)$$

$$S_i = 0,02 \cdot (242205 + 46070 + 441,365 + 6,209 + 15000 + 3000) = 6134,45 \\ \text{(тис.грн/рік).}$$

Загальні витрати

$$S = S_{\text{зп}} + S_{\text{ам}} + S_p + S_{\Pi} + S_{\text{еє}} + S_{\text{в}} + S_i \quad (1.51)$$

$$S = 6,209 + 15000 + 3000 + 242205 + 46070 + 2,545 + 6134,45 = 312418,204 \\ \text{(грн/рік).}$$

Собівартість виробництва теплоти

$$C_{\text{в}} = \frac{S}{Q_{\text{рік}}} , \quad (1.52)$$

$$C_{\text{в}} = \frac{312418,204 \cdot 10^3}{574944} = 543,39 \text{ (грн/ГДж)}$$

2 МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОВОЇ ПРОТИТИСКОВОЇ ТУРБИНИ

Для дослідження показників роботи протитискової турбіни в котельні ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», що працює на лущинні соняшнику.

2.1 Загальна характеристика математичної моделі

Математична модель включає в себе 19 лінійні і нелінійні рівняння. Дана модель є детермінованою, статичною, відносно розмірності простору – одновимірною, структурно- функціональною, відносно зміни параметрів – дискретною. Модель теплової схеми є дискретивною, розраховуються всі основні параметри теплової схеми при різних вихідних даних (витрати пари і води в потоках, зміна електричної потужності від навантаження, необхідні потужності теплообмінників. Модель включає в собі базові рівняння термодинаміки (рівняння нерозривності потоку, балансові рівняння). Розрахунок невідомих потоків маси і теплоти обчислено за допомогою середовища Microsoft Excel.

Модель розв'язується алгоритмічним методом за повністю визначеним процесом виконання обчислювальних операцій. Дана модель працює в діапазоні температур пари від +195 до +585 °С. Робочим паливом є лущиння соняшнику з теплотою згорання 15,4 МДж/кг.

Siemens пропонує широкий асортимент парових турбін для вихідної потужності в діапазоні до 12 МВт, які явно виділяються з продуктів, що надаються іншими постачальниками тим, що наші машини побудовані за модульним принципом. Із-за різних можливих комбінацій окремих модулів ці компактні парні турбіни можуть бути легко адаптовані під конкретні вимоги індивідуального оператора.

Таблиця 2.1 – Технічні дані паротурбінних установок

Технічні дані SST-040:
Потужність від 75 до 300 кВт
Тиск на вході пари від 2 до 40 бар
Температура на вході пара Суха насичена пара до 400°C
Тиск вихлопних газів макс. 7 бар до 0.1 бар конденсації
Розміри близько 1.5 x 2.5 x 2 м (Ш x Д x В)
Вага близько 4,500кг

Технічні дані SST-050
Потужність до 750 кВт
Тиск на вході пари до 101 бар
Температура на вході пара Суха насичена пара до 500°C
Швидкість Відповідно до робочої машини
Тиск вихлопних газів
Зворотний тиск: до 11 бар

Технічні дані SST-060
Потужність до 6 мВт
Швидкість Відповідно до робочої машини
Тиск на вході пари до 131 бар
Температура на вході пара Суха насичена пара до 530°C

Математичний опис моделі складається з таких рівнянь.

Теплота, яку віддає пара на споживачах

$$q_{n1} = h_1 - C_p \cdot t_{H1} \text{ [кДж/кг]}. \quad (2.1)$$

Теоретичний теплоперепад в турбіні

$$H_o = h_o - h_k \text{ [кДж/кг]}. \quad (2.2)$$

Дійсний теплоперепад в турбіні

$$H = H_o \cdot \eta_t . \quad (2.3)$$

Термічний ККД циклу ПТУ

$$\eta_t = \lambda_{\text{то}} / (h_o - h_{\text{ж.в}}') . \quad (2.4)$$

Питома витрата умовного палива

$$b_y = 0,123 / \eta_t \text{ [кг/кВт·год]}. \quad (2.5)$$

Загальна витрата умовного палива

$$B_y = b_y \cdot N / 3,6 \text{ [кг/с]}. \quad (2.6)$$

Витрата робочого палива на котельню

$$B_p = \frac{Q_k}{Q_p \times \eta} \quad (2.7)$$

Питома витрата пари на турбіну

$$d = \frac{D_o}{N_e} \text{ [кг/(кВт*год)]} \quad (2.8)$$

Питома витрата умовного палива:

$$b = \frac{B_y \times 10^3}{N_e + \sum Q_{\text{тс}}} \text{ [кг/ГДж]} \quad (2.9)$$

Коефіцієнт використання теплоти палива:

$$K_{\text{ВТП}} = \frac{N_e + \sum Q_{\text{ТС}}}{Q_H} \quad (2.10)$$

Наявна теплота палива:

$$Q_H = B_p \times Q_H \text{ [кВт]} \quad (2.11)$$

Коефіцієнт використання теплоти палива:

$$K_{\text{ВТП}} = \frac{34,13}{b_y} \quad (2.12)$$

Коефіцієнт завантаження турбіни:

$$F = \frac{N_i}{N_H} \quad (2.13)$$

де N_i – дійсна потужність турбіни, кВт,

N_H – номінальна потужність турбіни, кВт

Коефіцієнт виробництва теплової енергії:

$$K_{\text{ТЕ}} = \frac{\text{ТЕ}}{\text{ТЕ} + \text{ЕЕ}}, \quad (2.14)$$

де ТЕ – теплова енергія, ГДж,

ЕЕ – електрична енергія, ГДж

Частка виробленої електричної енергії:

$$K_{\text{ЕЕ}} = \frac{\text{ЕЕ}}{\text{ТЕ} + \text{ЕЕ}} \quad (2.15)$$

2.2 Результати числових досліджень

Числовий експеримент на основі розробленої математичної моделі виконаємо для варіантів протитискових турбоустановок представлених у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Варіанти виконання ПТУ

№ варіанту	Тип турбіни	Тиск пари на вході, бар	Температура пари, °C	Електрична потужність турбіни
1	2	3	4	5
1	SST-040	39	360	250
2	SST-050	39	360	700
3	SST-060	39	360	892

В якості ПТУ використаємо обладнання фірми Siemens. У таблиці 2.3 наведені результати моделювання впливу марки турбіни на показники ефективності її встановлення на котельні ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат».

Таблиця 2.3 – Результати моделювання впливу потужності турбіни

Показник	Од. вимір.	Номер варіанту		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Тиск на вході	МПа	3,9	3,9	3,9
ККД турбіни		0,75	0,75	0,75
Ентальпія пари перед турбіною	кДж/кг	3083	3083	3083
Теоретична ентальпія за турбіною	кДж/кг	2915	2915	2915
Теоретичний теплоперепад	кДж/кг	168	168	168
Робочий теплоперепад	кДж/кг	126	126	126

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
Витрата пари через турбіну	кг/с	1,98	5,55	7,07
Ентальпія пари після турбіни	кДж/кг	2747	2747	2747
Теплова потужність споживачів	кВт	20165	20165	20165
Теплова потужність парогенераторів	кВт	20415	20865	21057
Електрична потужність турбіни	кВт	250	700	892
Витрата робочого палива	кг/с	1,72	1,75	1,77
Перевитрата робочого палива	кг/с	0,021	0,051	0,071
Вироблена теплова потужність	кВт	1146,6	21903	28063
Коефіцієнт використання теплоти палива	-	0,98	0,96	0,95
Термічний ККД турбіни	-	0,044	0,047	0,05
Частка виробленої електричної енергії	-	0,012	0,033	0,042
Питома витрата пари на турбіну	$\frac{\text{кг}}{\text{кВт}\cdot\text{год}}$	28,512	28,54	28,53
Вартість перевитраченого палива на турбіну	$\frac{\text{тис. грн}}{\text{рік}}$	662,3	1608	2239
Економія на електроенергії	$\frac{\text{млн. грн}}{\text{рік}}$	15,33	42,9	54,7

Отже, не зважаючи на перевитрату палива варіанти з встановленням потужної протитискової парової турбіни є економічно доцільними, а крім того мають ряд переваг, що позитивно впливають на стан енергосистеми України.

3 РОЗРОБКА ПЛАСТИНЧАСТОГО ПІДІГРІВНИКА ХІМІЧНООЧИЩЕНОЇ ВОДИ

3.1 Тепловий розрахунок пластинчастого підігрівника хімічноочищеної води

Вихідні дані для розрахунку.

Теплообмінник – пластинчастий.

Гарячий та холодний теплоносій – вода.

Витрата води на ХВО $G_2=18$ т/год-5кг/с

Витрата води з деаератора $G_1=20$ т/год-5,5кг/с

Температура холодного теплоносія на вході в теплообмінник $t'_2 = 17$ °С.

Температура холодного теплоносія на виході з теплообмінника $t''_2 = 75$ °С.

Температура гарячого теплоносія на вході $t'_1 = 115$ °С.

Температура гарячого теплоносія на виході $t''_1 = 88$ °С.

Геометричні розміри пластин і типи каналів:

- площа теплообміну одної пластини $f_1 = 0,4$ м²;
- ширина пластини 0,37 м;
- довжина пластини 1,3 м;
- товщина міжпластинного каналу $e = 0,005$ м;
- площа поперечного перерізу одного каналу $f_{\text{каналу}} = 2 \cdot 10^{-3}$ м².

Середня температура холодного теплоносія

$$t_2 = \frac{t'_2 + t''_2}{2} \quad (3.1)$$

де, t'_2 t''_2 – температура води на вході та виході з підігрівника відповідно °С.

$$t_2 = \frac{17 + 75}{2} = 46 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Теплофізичні характеристики води для середньої температури в теплообміннику [3].

Густина води, $\rho_2 = 989,7 \text{ (кг/м}^3\text{)}$.

Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda_2 = 0,643 \text{ Вт/(мК)}$.

Критерій Прандтля для води, $Pr_2 = 3,85$.

Коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\nu_2 = 0,597 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{/с)}$.

Теплоємність води $C_{p2} = 4,174 \text{ (кДж / кг)}$.

Середня температура гарячого теплоносія

$$t_1 = \frac{t'_1 + t''_1}{2}, \quad (3.2)$$

$$t_1 = \frac{115 + 88}{2} = 101,5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Теплофізичні характеристики води для середньої температури [3].

Густина води, $\rho_B = 957,3 \text{ (кг/м}^3\text{)}$.

Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda_1 = 0,6833 \text{ Вт/(мК)}$.

Коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\nu_B = 0,292 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{ / с)}$.

Критерій Прандтля, $Pr_B = 1,73$.

Теплоємність води $C_{p_B} = 4,22 \text{ (кДж / кг)}$.

Більша різниця температур між теплоносіями

$$\Delta t_B = t'_1 - t''_2, \quad (3.3)$$

$$\Delta t_B = 88 - 17 = 71 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Менша різниця температур між теплоносіями

$$\Delta t_M = t'_1 - t''_2, \quad (3.4)$$

$$\Delta t_M = 115 - 75 = 40 (^{\circ}\text{C}).$$

Середньологарифмічний температурний напір

$$\Delta t_{cp} = (\Delta t_B - \Delta t_M) / \ln \left(\frac{\Delta t_B}{\Delta t_M} \right), \quad (3.5)$$

$$\Delta t_{cp} = (71 - 40) / \ln \left(\frac{71}{40} \right) = 54,03 (^{\circ}\text{C}).$$

Потужність підігрівника хімічноочищеної води

$$Q_T = G_1 \cdot (C_{p_1} \cdot (t'_1 - t''_1)), \quad (3.6)$$

$$Q_T = 5,5 \cdot (4,18 \cdot (115 - 88)) = 620,73 \text{ (кГ/с)}$$

Об'ємна витрата гарячого теплоносія

$$V_1 = \frac{G_1}{\rho_1}, \quad (3.7)$$

$$V_1 = \frac{5,5}{957,3} = 5,75 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right).$$

Витрата холодного теплоносія

$$G_2 = Q_T / (Cp_2 \cdot (t_2'' - t_2')), \quad (3.8)$$

$$G_2 = 620,73 / (4,174 \cdot (75 - 5)) = 2,564 \text{ (кг / с)}.$$

Об'ємна витрата холодного теплоносія

$$V_2 = \frac{G_2}{\rho_2}, \quad (3.9)$$

$$V_2 = \frac{2,564}{989,7} = 2,59 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Швидкість холодного теплоносія приймаємо 0,3 м/с.

Еквівалентний діаметр міжпластинного каналу приймається рівним подвоєній товщині зазору між пластинами, тобто $d_e = 2 \cdot 0,005 = 0,01$ (м).

Число Рейнольдса для холодного теплоносія

$$Re_2 = \frac{w_2 \cdot d_e}{\nu_2}, \quad (3.10)$$

$$Re_2 = \frac{0,3 \cdot 0,01}{0,597 \cdot 10^{-6}} = 5025 \text{ – режим турбулентний.}$$

Задамося температурою стінки $t_{ст} = 50^\circ\text{C}$. Тоді $Pr_{ст} = 3,54$ [3].

Критерій Нусельта для холодного теплоносія

$$Nu_2 = 0,135 \cdot Re_2^{0,73} \cdot Pr_2^{0,43} \cdot (Pr_2 / Pr_{ст})^{0,25}, \quad (3.11)$$

$$Nu_2 = 0,135 \cdot 5025^{0,73} \cdot 3,85^{0,43} \cdot (3,85 / 3,54)^{0,25} = 123,8.$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до холодного теплоносія

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_e}, \quad (3.12)$$

$$\alpha_2 = \frac{123,8 \cdot 0,643}{0,01} = 7960,3 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right).$$

Приймаємо, що холодний теплоносії рухається в одному пакеті каналів і гарячий в одному, тоді швидкість гарячого теплоносія в каналах пропорційна швидкості холодного з врахуванням об'ємних витрат потоків та кількості пакетів

$$w_1 = w_2 \frac{n_1}{n_2} \frac{V_1}{V_2}, \quad (3.13)$$

$$w_1 = 0,3 \frac{15,75 \cdot 10^{-4}}{12,59 \cdot 10^{-4}} = 0,66 \text{ (м/с)}.$$

Число Рейнольдса для гарячого теплоносія

$$Re_1 = \frac{w_1 \cdot d_e}{\nu_1}, \quad (3.14)$$

$$Re_1 = \frac{0,66 \cdot 0,01}{0,292 \cdot 10^{-6}} = 22603 \text{ – режим турбулентний [3].}$$

Задамося температурою стінки $t_{\text{ст}} = 95^\circ\text{C}$. Тоді $Pr_{\text{ст}} = 1,85$ [3].

Критерій Нусельта для гарячого теплоносія

$$Nu_1 = 0,135 \cdot Re_1^{0,73} \cdot Pr_1^{0,43} \cdot (Pr_1 / Pr_{ст})^{0,25}, \quad (3.15)$$

$$Nu = 0,135 \cdot 22603^{0,73} \cdot 1,73^{0,43} \cdot (1,73 / 1,85)^{0,25} = 200,25.$$

Коефіцієнт тепловіддачі від гарячого теплоносія до стінки

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_e}, \quad (3.16)$$

$$\alpha_1 = \frac{200,25 \cdot 0,6833}{0,01} = 13683 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right).$$

Коефіцієнт теплопередачі підігрівника хімічноочищеної води

$$K = \frac{0,9}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (3.17)$$

де $\delta_{ст}$ — товщина стінки пластини $\delta_{ст} = 0,0006$ м;

$\lambda_{ст}$ — теплопровідність сталі, $\lambda_{ст} = 16$ Вт / (м · К).

$$K = \frac{0,9}{\frac{1}{13683} + \frac{0,0006}{16} + \frac{1}{7960,3}} = 3810,2 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right).$$

Питомий тепловий потік

$$q = K \cdot \Delta t_{cp} \text{ [Вт/м}^2\text{]}, \quad (3.18)$$

$$q = 3810,2 \cdot 54,03 \cdot 10^{-3} = 205,9 \text{ (кВт/м}^2\text{)}.$$

Розрахункова температура холодної і гарячої сторін пластини

$$t_{cr2} = t_2 + \frac{q}{\alpha_2} \quad t_{cr1} = t_1 - \frac{q}{\alpha_1} \quad [^{\circ}\text{C}], \quad (3.19)$$

$$t_{cm2} = 46 + \frac{205,9}{7960,3} = 46,02 (^{\circ}\text{C}), \quad t_{cm1} = 101,5 - \frac{205,9}{13683} = 101,5 (^{\circ}\text{C}).$$

Оскільки різниця між раніше прийнятими та розрахунковими температурами стінки складає менше 5°C , то уточнювати розрахунки не потрібно.

Необхідна площа поверхні теплообміну

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (3.20)$$

$$F = \frac{620,73 \cdot 10^3}{3810,2 \cdot 54,03} = 3,015 \text{ (м}^2\text{)}.$$

3.2 Конструктивний розрахунок підігрівника хімічноочищеної води

Площа поперечного перерізу пакета:

-по стороні ходу “гарячого” теплоносія

$$f_{\text{пакета1}} = \frac{V_1}{W_1}, \quad (3.21)$$

$$f_{\text{пакета1}} = \frac{5,75 \cdot 10^{-3}}{0,66} = 0,0087 \text{ (м}^2\text{)}.$$

-по стороні ходу “холодного” теплоносія

$$f_{\text{пакета}2} = \frac{V_2}{W_2}, \quad (3.22)$$

$$f_{\text{пакета}2} = \frac{2,59 \cdot 10^{-3}}{0,3} = 0,0086 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Число паралельних каналів в одному пакеті:

-для “гарячого” теплоносія

$$n_{k1} = \frac{f_{\text{пакета}1}}{f_{\text{каналу}}}, \quad (3.23)$$

$$n_{k1} = \frac{0,0087}{2 \cdot 10^{-3}} = 4(\text{шт.}), \text{ приймаємо } n_{k1} = 4 \text{ шт.};$$

-для “холодного” теплоносія

$$n_{k2} = \frac{f_{\text{пакета}2}}{f_{\text{каналу}}}, \quad (3.24)$$

$$n_{k2} = \frac{0,0086}{2 \cdot 10^{-3}} = 4(\text{шт.}), \text{ приймаємо } n_{k2} = 4 \text{ шт.};$$

Число пластин в підігрівнику хімічноочищеної води

$$n = n_1 \cdot n_{k1} + n_2 \cdot n_{k2}, \quad (3.25)$$

$$n = 1 \cdot 4 + 1 \cdot 4 = 8(\text{шт.}).$$

Площа теплообміну пластин

$$F_{\text{пакета}} = n \cdot f_1, \quad (3.26)$$

$$F_{\text{пакета}} = 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Запас поверхні нагріву

$$\varepsilon = \frac{F_{\text{пакету}} - F}{F_{\text{пакету}}} 100\%, \quad (3.26)$$

$$\varepsilon = \frac{3,2 - 3,015}{3,2} 100\% = 5,78(\%).$$

3.3 Гідравлічний розрахунок пластинчастого водонагрівача

Коефіцієнти загального гідравлічного опору одиниці відносної довжини каналу

$$\xi_1 = \frac{5,8}{\text{Re}_1^{0,25}}, \quad (3.27)$$

$$\xi_1 = \frac{5,8}{22603^{0,25}} = 0,47.$$

$$\xi_2 = \frac{5,8}{\text{Re}_2^{0,25}}, \quad (3.28)$$

$$\xi_2 = \frac{5,8}{5025^{0,25}} = 0,69.$$

Гідравлічний опір пакетів пластин

$$\Delta P_1 = \frac{\xi_1 \cdot L_{\text{пр}} \cdot \rho_1 \cdot w_1^2 \cdot n_1}{d_e \cdot 2},$$

$$\Delta P_1 = \frac{0,47 \cdot 1,27 \cdot 957,3 \cdot 0,66^2 \cdot 1}{0,01 \cdot 2} = 12445(\text{Па}), \text{ або } 12,45(\text{кПа}). \quad (3.29)$$

$$\Delta P_2 = \frac{\xi_2 \cdot L_{\text{np}} \cdot \rho_2 \cdot w_2^2 \cdot n_2}{d_e \cdot 2}, \quad (3.30)$$

$$\Delta P_2 = \frac{0,69 \cdot 1,27 \cdot 989,7 \cdot 0,3^2 \cdot 1}{0,01 \cdot 2} = 3902 (\text{Па}) \text{ або } 3,902 (\text{кПа}).$$

Перевіримо швидкість руху теплоносіїв в штуцерах

$$w_{\text{шт1}} = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot d_{\text{шт}}^2}, \quad (3.31)$$

$$w_{\text{шт1}} = \frac{4 \cdot 5,75 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,1^2} = 0,73 (\text{м / с}).$$

$$w_{\text{шт2}} = \frac{4 \cdot V_2}{\pi \cdot d_{\text{шт}}^2}, \quad (3.32)$$

$$w_{\text{шт2}} = \frac{4 \cdot 2,59 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,1^2} = 0,33 (\text{м / с}).$$

Оскільки швидкість теплоносіїв в штуцері менша допустимих $0,73 < 2,5 (\text{м/с})$ та $0,33 < 2,5 (\text{м/с})$, то місцевий опір штуцерів враховано при розрахунку ξ_1 і ξ_2 .

Потужність, необхідна для подолання гідравлічних опорів при протіканні “гарячого” та “холодного” теплоносія

$$N_1 = \frac{V_1 \cdot \Delta P_1}{\eta_{\text{насоса}}}, \quad (3.33)$$

$$N_1 = \frac{5,75 \cdot 10^{-3} \cdot 71460}{0,65} = 632 (\text{Вт}).$$

$$N_2 = \frac{V_2 \cdot \Delta P_2}{\eta_{\text{насоса}}}, \quad (3.34)$$

$$N_2 = \frac{2,59 \cdot 10^{-3} \cdot 28322}{0,65} = 112,8 (Вт).$$

3.4 Розрахунок товщини теплоізоляції теплообмінного апарату

Початкові дані:

температура грієної води в теплообміннику $t_B = 101,5 \text{ } ^\circ\text{C}$;

теплообмінник має плоскі стінки;

нормативні питомі тепловтрати з поверхні теплоізоляції $q = 30 \text{ Вт/м}^2$ [3];

температура повітря в приміщенні $t_{\text{пов}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$.

конструкція ізоляція – пінополіуретан ($\lambda_{\text{п}} = 0,036 \text{ Вт/мК}$).

Теплофізичні характеристики повітря при температурі $t_{\text{пов}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ [3]:

коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{\text{п}} = 2,59 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;

коефіцієнт кінематичної в'язкості $\nu_{\text{п}} = 15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

критерій Прантля $Pr_{\text{п}} = 0,703$;

В першому наближенні приймаємо температуру стінки теплоізоляції $t_{\text{ст}} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$, тоді критерій Прантля для стінки $Pr_{\text{ст}} = 0,701$.

Коефіцієнт термічного розширення середовища, для повітря

$$\beta = \frac{1}{273 + t_{\text{пов}}}, \quad (3.35)$$

$$\beta = \frac{1}{273 + 20} = 0,00341(1/K) \cdot$$

Критерій Грасгофа

$$Gr = \frac{g \cdot \Delta t \cdot l^3 \cdot \beta}{\nu^2}, \quad (3.36)$$

$$Gr = \frac{9,8 \cdot (28 - 20) \cdot 1,3^3 \cdot 0,00341}{(15,06 \cdot 10^{-6})^2} = 2,59 \cdot 10^9 \cdot$$

де g – прискорення вільного падіння, m^2/c ;

Δt – перепад температур між стінкою і повітрям, $^{\circ}C$;

l^* – визначальний розмір, mm ;

ν – кінематична в'язкість, (m^2/c) .

Критерій Релея

$$Ra = Gr \cdot Pr, \quad (3.37)$$

$$Ra = 2,59 \cdot 10^9 \cdot 0,703 = 1,82 \cdot 10^9 \cdot$$

Критерій Нусельта

$$Nu = c \cdot Ra^n \cdot (Pr / Pr_{ct})^{0,25}, \quad (3.38)$$

де c і n – значення з таблиці [5];

$$Nu = 0,15 \cdot (1,82 \cdot 10^9)^{0,333} \cdot (0,701 / 0,703)^{0,25} = 182 \cdot$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda}{l}, \quad (3.39)$$

$$\alpha = \frac{182 \cdot 0,0259}{1,5} = 3,14 \text{ (Вт / м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Температура на стінці теплоізоляції теплообмінника

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{пов}} + \frac{q}{\alpha}, \quad (3.40)$$

$$t_{\text{cm}} = 20 + \frac{30}{3,14} = 29,6 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Оскільки різниця між раніше прийнятою та розрахованою температурами стінки не перевищує 1 °С, то уточнювати розрахунки не потрібно.

Товщина шару теплоізоляції

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \left(\frac{\Delta t}{q} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right), \quad (3.41)$$

$$\delta_{\text{із}} = \left(\frac{60 - 20}{30} - \frac{1}{18730} - \frac{1}{3,14} \right) \cdot 0,036 = 0,037 \text{ (м)}.$$

Отже, товщина стінки ізоляції 40 мм.

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ ПІДГРІВНИКА ХІМОЧИЩЕНОЇ ВОДИ

4.1 Розрахунок діаметрів трубопроводів

Як матеріал для трубопроводів в тепловій схемі використаємо сталеві труби виконані за ДСТУ 8943:2019 [1].

Діаметр трубопровода

$$d_{\text{TM}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{TM}}}{\pi \cdot w \cdot \rho_B}}, \quad (4.1)$$

пу

де w – швидкість теплоносія в трубопроводі, приймаємо $w_B = 1$ м/с.

ρ – густина теплоносія в трубопроводі, $\rho_B = 998$ кг/м³.

Розрахунок діаметрів усіх трубопроводів наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок діаметрів трубопроводів системи

Назва трубопроводу	Витрата води кг/с,	Розрахунковий діаметр м	Стандартний діаметр мм
Хімоочищеної води	3	0,096	108×4
Вода з деаератора	3,24	0,096	108×4

4.2 Загальна характеристика об'єкту, що підлягає монтажу

Розробляється варіант встановлення пластинчатого водоводяного теплообмінника Р Р026-4,42-16-156-1 для підігріву хімоочищеної води. Теплообмінник встановлюється на котельні ПрАТ «Вінницький ОЖК».

Підігрів води з ХВО здійснюється за рахунок проходження через теплообмінник води з атмосферного деаератора, що оснащений для спалення природного газу.

Теплообмінник паяним пластинчатим апаратом. Поверхня нагріву теплообмінника складає 4,42 м², 16 пластин і 156 отворів на пластину. Теплообмінник виготовлений з нержавіючої сталі марки AISI 304.

Для відведення конденсату від теплообмінників рекомендовано застосовувати конденсатовідвідники періодичної дії поплавцевого типу з механічним затвором. На даному об'єкті для відведення конденсату застосовується конденсатовідвідник поплавцевий Yoshitake TSF-11F-21Dy 25 [3]. Даний конденсатовідвідник має вбудований термостатичний повітрявідвідник для відведення повітря і неконденсованих газів. Конденсатовідвідник TSF-11F може встановитися як горизонтально так і вертикально. Напрямок потоку легко перемикається без розбирання, наприклад від'єднанням кришки і поворотом крану. Даний конденсатовідвідник має фланцеве приєднання до конденсатопроводу тамонтажну довжину 270 мм.

Необхідний напір для циркуляції гріючого теплоносія у каналах теплообмінника і у системі теплофікації забезпечується циркуляційним насосом, що знаходиться поза межею проектування.

Необхідний тиск пари у паропроводі підтримується за допомогою регулювального клапану Clorius G2F large Dy 100.

Температура та тиск теплоносіїв контролюється за допомогою біметалевих трубчатих термометрів і манометрів.

Для забезпечення можливості ремонту обладнання передбачені дискові поворотні затвори типу «Батерфляй» та запірні клапани Bvalve BV25061.

Всі трубопроводи після монтажу та приєднання підігрівників згідно з

"Правилами пристрою та безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води" повинні бути піддані гідравлічному випробуванню тиском, який дорівнює 1,25 робочого тиску.

4.3 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Відомість витрат матеріалів

№ п.п	Найменування матеріалу	Один. вимір.	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
Потреба в основних матеріалах					
1	Водоводяний пластинчастий теплообмінник Р Р026-4,42-16-156-1	шт	1	190	190
2	Затвор дисковий поворотний BV25061 фланцевий Ду 100	шт	1	7	14
3	Вентиль фланцевий Ду 100 PN16	шт	5	40,3	40,3
4	Труби сталеві електрозварні ДСТУ 8943:2019, 108×4 мм	м	40,5	10,2	417,15
5	Опорна конструкція з профільної труби 50x40	м	3	23,4	23,4
6	Теплоізоляційний циліндр марки ТехИзол , діаметром 108 мм товщиною 30 мм	м	40,5	0,4	16,2
Потреба у допоміжних матеріалах					
для монтажу теплообмінника $F_{то} = 4,42 \text{ м}^2$					
7	Азбестовий картон (КАОН-1) загального призначення, товщина 2 мм	т	1	0,003	3

Продовження табл. 4.2

1		2	3	4
8		Фарба земляна густотерта олійна, мумія, сурик залізний	т	
9		Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	
10		Оліфа натуральна	кг	1
11		Пластина гумова технічна пресована (прокладки гумові)	кг	1
12		Гайки, шайби та болти, діаметр 16 мм	т	1
13		Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 10 кгс/см ² , діаметр 100 мм	шт	1
14		Пароніт	т	1
15		Сурик залізний, мумія, фарба земляна густотерта олійна	т	1
		для монтажу трубопроводів		
16		Круги армовані абразивні зачисні Ø 180 х 6 мм	шт	0,41 0,5
17		Пароніт	т	0,41
18		Електроди, діаметр 4 мм, марка Е55	т	0,41
		для монтажу теплової ізоляції труб		
19		Стрічка сталева пакувальна, а, нормальної точності 0,7 мм хмм - 50 мм	т	4,0
20		Розчин азбоцементний	м ³	4,0
21		Пряжки	кг	4,0
		для гідравлічного випробування труб		
22		Фарба земляна густотерта	т	0,4

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
	олійна, мумія, сурик залізний				
23	Оліфа натуральна	кг	0,405	0,02	0,0081
24	Очіс льняний	т	0,405	0,00002	0,0000081
25	Вода	м ³	0,56	1	2971

Маса основного обладнання і матеріалів – 701,05 кг.

Маса допоміжних матеріалів (без води) – 81,25 кг.

Необхідна кількість води – 3,23 т.

4.7 Визначення складу та об'ємів робіт

1. Доставка основних, допоміжних матеріалів, виробів та допоміжного обладнання до місць монтажу та їх складування. Одиниці вимірювання – тони. Загальна вага усіх деталей 782,3 кг (0,7823 т). Приймаємо об'єм $V=0,7823$.
2. Розмічування місць прокладання трубопроводів та води. Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина паропроводів, конденсатопроводів та трубопроводів хімічещеної води складає $L=40,5$ м. Приймаємо $V=0,405$.
3. Монтаж пластинчастого водоводяного теплообмінника. Одиниці вимірювання – штуки. На котельні встановлюється один теплообмінник. Отже, приймаємо $V=1$.
4. Прокладання сталевих електрозварних трубопроводів діаметром 108×4 мм. Одиниці вимірювання – тони. Вага водопроводів з діаметром 108×4 мм складає 0,41715 т, отже, приймаємо $V=0,418$.
5. Встановлення дискових поворотних затворів типу «Баттерфляй» Ду 100. Одиниці вимірювання – 1 штука. На котельні встановлюється один

дисковий поворотний затвор. Отже, приймаємо $V=0,1$.

6. Ізоляція трубопроводів мінераловатними циліндрами діаметром 108 мм і товщиною 30 мм. Одиниці вимірювання – 10 м. Довжина трубопроводу 40,5 м. Отже, приймаємо $V=4,05$
7. Повернення допоміжного обладнання на склад. Одиниці вимірювання – тони . Загальна вага допоміжного обладнання 81,22 кг. Приймаємо об'єм $V= 0,08125$.

4.5 Підбір машин, механізмів, пристосування для монтажних робіт

Труби, деталі, конструкції та обладнання завозяться централізовано автомашиною Renault Master 2.3 MT L4H3. Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики Renault Master 2.3 MT L4H3.

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	2134
Корисний об'єм	м ³	17
Вантажна висота	мм	1798
Діаметр повороту	м	15,7
Колісна база	мм	4332
Витрата палива	л/100 км	8,5
Габарити: Довжина/Ширина/Висота		4383/ 1765/ 1798
Маса	кг	3500

Для зварювання використовується зварювальний інвертор Becker MMA 300G . Його технічні характеристики: потужність, кВт – 5,6; частота струму в мережі, Гц – 50; діаметр використовуваного електрода, мм – 1,5 – 4; коефіцієнт

корисної дії, % - 85; Маса – 4 кг.

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо ручний пресувальник Leister, його характеристики наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики ручний пресувальник Leister

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Обсяг бака	л	20
Максимальний тиск	бар	30
Розміри	мм	330x180x240
Діаметр	дюйми	3/4
Маса	кг	3,5

Для підйому вантажу використовуємо лебідку з електроприводом ЛЭЧ-0.4-80 м. Її характеристики вказані в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики лебідки ТЛ-80

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Тягове зусилля в канаті	кг	400
Швидкість намотування	м/с	0,12
Діаметр троса	мм	6,9
Довжина троса	м	80
Потужність двигуна	кВт	11
Габарити:		
Довжина	мм	696
Ширина	мм	515
Висота	мм	400
Маса	кг	3000

Для переміщення вантажу використовуємо візок гідравлічний ручний СВУ-АС25 з подовженими вилами. Його характеристики вказані в таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Візок гідравлічний ручний BISON 2500 з подовженими вилами

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	2500
Довжина вил	мм	1200
Ширина вил	мм	550
Маса	кг	120

Таблиця 4.7– Набір інструментів та пристосувань для монтажників

Найменування	ГОСТ, марка	Кільк., шт.	Заг. маса, кг
Ключ гайковий двохсторонній М17х19 мм М19х22 мм	ГОСТ2839-80	6 6	0,9 1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	6	1,6
Викрутки	ГОСТ 5423 - 79	6	0,31
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	6	1,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	6	2,1
Молоток гумовий		6	1,9
Стрічка вимірювальна, 20 м	ГОСТ 7502 - 61	6	0,12
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2	0,22
Ящик переносний для інструменту		12	3,2
Всього:			11,75

Загальна маса допоміжного обладнання складає 81,25 кг.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі розглянуті заходи та засоби з охорони праці під час монтажу та обслуговування системи виробництва енергії ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на електротехнічний персонал, що обслуговує технологічне обладнання підприємства [1, 2].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення системи електропостачання та системи освітлення здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Категорія умов по небезпеці електротравматизму, відповідно до ПБЕ [4, 5], залежить від наявності факторів підвищеної або

особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами в різних приміщеннях підприємства, їх можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії: зі зняттям напруги; без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них; без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах. Роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші – групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмопровідних частин на відстань, меншу від допустимих, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмопровідних частинах чи поблизу від них необхідно: обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмопровідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик; працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимі; застосовувати інструмент із ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізольований стрижень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмопровідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно: тримати ізолювальні

частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця; розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмопровідними частинами двох фаз чи замикання на землю; користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям. В разі виявленні порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту, користування ними забороняється.

В процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмопровідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів. Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

В електроустановках забороняється працювати у зігнутому стані, якщо в разі випрямлення відстань до струмопровідних частин буде меншою від допустимих. В процесі виконання робіт біля необгороджених струмопровідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків.

Заносити довгі предмети (труби, драбини тощо) та працювати з ними в РУ, в яких унеможливлено випадковий дотик до частин, що перебувають під напругою, потрібно вдвох під постійним наглядом керівника робіт. Риштування та драбини, що застосовуються для ремонтних робіт, мають бути виготовлені за ДСТУ чи ТУ на них. Опорна частина драбин, що встановлюються на гладких поверхнях, має бути оббита гумою, а на опорних частинах драбин, що встановлюються на землі, мають бути гострі металеві наконечники. Драбини повинні верхнім кінцем надійно спиратися на міцну опору. У разі необхідності обіперти драбину на провід, вона повинна бути обладнана гачками в верхній частині. Зв'язані драбини застосовувати забороняється. В разі встановлення приставних драбин на підкранових балках, елементах металевих конструкцій

тощо необхідно надійно закріпити верхівку і низ драбини на конструкціях. В процесі обслуговування та ремонту електроустановок застосування металевих драбин забороняється.

Роботу із застосуванням драбин виконують два працівники, один з яких перебуває знизу. Стоячи на ящиках та інших сторонніх предметах виконувати роботи забороняється.

Роботи на кінцевих опорах ПЛ, що перебувають на території відкритих розподільчих пристроїв (ВРП), слід виконувати за правилами роботи на ВРП. Ремонтні працівники ліній перед тим, як зайти у ВРП, повинні бути проінструктовані і заходити до місця робіт у супроводі оперативного працівника з групою III; виходити з ВРПУ після закінчення роботи чи під час перерви працівникам дозволяється під наглядом керівника робіт.

Категорія умов по небезпеці електротравматизму залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами, - приміщення можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні 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 споживачів струму від мережі три-провідної з глухо-заземленою нейтраллю, при напрузі до 1000 В, використовується занулення – навмисне електричне з'єднання нормально не струмопровідних елементів устаткування із заземленим нульовим проводом. При зануленні, пробій на

корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів до занулення, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового 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. Електрозахисні засоби поділяються на основні та допоміжні.

Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [6] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху

повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]: температури внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони та зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні параметрів мікроклімату не повинні значно відрізнятися (не більше ніж на 2°C за діапазон норм); якщо температура поверхонь вище або нижче температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1м; для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

5.2.2 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «б». Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 5.2.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Таблиця 5.2 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	б	малий	світлий	500	200	4	2,4

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.3 Виробничий шум

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум

Загальні вимоги безпеки» [9]. Нормовані значення виробничого шуму наведені в таблиці 5.3.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Таблиця 5.3 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.4 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За [10]. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються вентиляційне обладнання, зерносушарки, транспортери, транспорт тощо, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$	ДБ	$\text{м}\cdot\text{с}^{-2}\cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Z_0, Y_0, X_0	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

5.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Отже, приміщення ПАТ ВОЖК, де знаходиться насіння соняшника та відбувається екстракція олії, відносяться до категорії В з вибухонебезпечними зонами класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний зерновий пил у завислому стані може з'являтися нечасто та існувати недовго (у разі аварії).

Виробничі приміщення відносяться до категорії Б (пожежонебезпечна), якщо в них наявні горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, як здатні вибухати та горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини та матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, пере-робляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легко-займистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж•м⁻².

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості.

До II ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.5.

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.6.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 5.7 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні

відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 5.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за таблицею 5.7 (знаменник) [15].

Таблиця 5.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхові (у т.ч. горючі та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, настели, прогни	балки, ферми, арки, рами
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Таблиця 5.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуру-шлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекрытия	4	REI 15	3	2

Таблиця 5.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території ПАТ ВОЖК встановлено 25 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та 18 ВВП-9 [16].

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській роботі розглянута проблема підвищення енергоефективності та екологічності вироблення теплоти котельні ПАТ «Вінницький ОЖК».

Проаналізовано та розраховано теплову схему існуючої котельні. Визначено витрату соняшникового лушпиння, яка складає 1,54 кг/с або 133,4 т/добу, розрахунковий ККД брутто котельні склав 77%, що пояснюється низькою часткою повернення конденсатів з підприємства. Перевірено основне та допоміжне обладнання котельні, а саме парогенератори, живильні насоси, підживлювальні насоси системи опалення, мережні насоси системи опалення. Виявлено, що парогенератори працюють на понадномінальному навантаженні.

Розраховані техніко-економічні показники роботи котельні, з яких визначено, що річне виробництво теплоти котельні складає 574,9 тис.ГДж/рік, загальні експлуатаційні витрати 165,7 млн.грн/рік, собівартість відпуску теплоти 288,26 грн/ГДж. Це пояснюється низькою ціною палива – лушпиння соняшника.

В даній роботі проведено аналіз енергоефективності використання паротурбінної установки для забезпечення потреб ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». Розроблено математичну модель показників роботи ПТУ. Проведено розрахунки для варіантів зміни потужності протитискової турбіни.

В результаті розрахунків визначено, що перевитрата палива складає 0,021...0,071 кг/с, а економічний ефект від вироблення електроенергії 15,33...54,7 млн. грн. Теплова потужність котельні складає від 20415 до 21057 кВт, а електрична потужність турбіни різниться з 250 кВт до 892 кВт.

В роботі розроблено пластинчастий водоводяний охолодник живильної води. В тепловому розрахунку було визначено необхідно площу поверхні нагріву теплообмінника, яка склала 4,0 м². Для встановлення обрано пластини ПР-0,4 з площею поверхні 0,4 м², розміри пластин: висота 1,3 м, ширина 0,37 м.

За конструктивним розрахунком виявлено, що необхідно скомпонувати по

одному пакету пластин по гарячому і холодному теплоносію. Необхідна кількість пластин склала 10 шт.

В гідравлічному розрахунку визначено витрати тиску обох теплоносіїв в теплообміннику. Виявлено, що втрати тиску гарячого теплоносія склали 71 кПа, а втрати тиску холодного теплоносія склали 28 кПа. При розрахунку товщини теплоізоляції теплообмінника визначено, що необхідна товщина шару ізоляції складає 40 мм, при цьому тепловтрати через стінку теплообмінника не перевищують нормативні питомі тепловтрати 30 Вт/м².

Розроблено технологію монтажу пластинчастого водоводяного теплообмінника Р Р026-4,42-16-156-1.

Визначено діаметри трубопроводів для забезпечення транспортування теплоносіїв теплообмінника, а саме діаметр паропроводу обрано Ø108x4 мм.

Складено відомість основних та допоміжних матеріалів, необхідних для монтажу теплообмінника із комунікаціями. При цьому основного обладнання і матеріалів склала 701,05 кг, а допоміжного – 81,25кг.

Також визначено склад і об'єми робіт, потребу в машинах. Так для транспортування матеріалів використовується автомашина Renault Master 2.3 MT L4H3, для зварювання використовується зварювальний інвертор Becker MMA 300G, для випробування трубопроводів на міцність та щільність – прес гідравлічний Wezer, для підйому вантажу – лебідку з електроприводом Leister, для формування отворів під кріпінні елементи – електричний перфоратор бочковий TRH-1200 SDS-PLUS, для переміщення вантажу – візок гідравлічний ручний спеціальний Модель BISON 2500 з подовженими вилами.

Вибрано допоміжне обладнання для монтажу системи. Загальна маса обладнання – 81,25 кг.

Розроблено заходи з охорони праці, а саме проаналізовано показники мікроклімату в приміщеннях, вібрації, психофізіологічні фактори. Розроблені технічні рішення з пожежної безпеки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Перспективи впровадження котлів на біомасі. Режим доступу: <http://www.epravda.com.ua/columns/2013/06/14/379997/> (дата звернення 11.06.2024).
2. Інформація про ПрАТ «Вінницький олійножировий комбінат». Режим доступу: <http://vmzhk.vioil.com>. (дата звернення 11.06.2024).
3. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005-137с.
4. Тепловий розрахунок котельних агрегатів. Нормативний метод. ВТІ-ЦКТІ, 1998. 298 с.
5. Основи проектування промислових та опалювальних котелень. Курсове проектування / Под. ред. Боженко М. Ф. Київ: Вища школа, 1992. 280с.
6. Програма автоматичного підбору насосів Wilo. <https://wilo.com> (дата звернення 11.06.2024).
7. Характеристики відцентрових вентиляторів ВДН. Режим доступу: <http://ventilator.kiev.ua/production/vdn/tech/index.html> (дата звернення 11.06.2024).
8. Шилов Е.Й. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник / Шилов Е. Й., Гойко А.Ф., Ізмайлова Е. В. - К.: КНУБА, 2001. 127 с.
9. О. Г. Лялюк Економіка енергетики : практикум / О. Г. Лялюк. – Вінниця: ВНТУ, 2009. 118 с.
10. Сайт підприємства ПрАТ «Вінницький олійножировий комбінат». URL <http://vmzhk.vioil.com> (дата звернення 11.06.2024).
11. Основи проектування промислових та опалювальних котелень. Курсове проектування / Под. ред. Боженко М. Ф. Київ : Вища школа, 1992. 280с.

12. Гелету́ха, Г. Г., Желе́зна Т. А., Дроздова О. І. Аналіз механізмів стимулювання розвитку «зеленої» електроенергетики у Європейському Союзі. *Промислова теплотехніка*. 2011. Т. 33, № 5.

13. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д.В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137с.

14. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем ТЕЦ та їх ефективності при модернізації. Вінниця : ВДТУ, 1997. 61с

15. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф., Ізмайлова Е. В. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: навч. посібник. Київ: КНУБА, 2001. 127 с.

16. Лялюк О. Г. Економіка енергетики : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2009. 118 с.

17. Когенераційні установки в системах теплофікації. Підручник «Енергетика. Історія, сучасність і майбутнє». URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-4/4-2/4-2-1> (дата звернення 11.06.2024).

18. Блочно – модульні парові турбіни до 12 МВт <http://aes-int.com/ru/product/gas-and-steam-turbines/> (дата звернення 11.06.2024).

19. Тарасюк В.М. Експлуатація котлів. Настільна книга для операторів котелень.– К: Основа, 2001. 288 с.

20. Степанова Н.Д., Степанов Д. В. Теплові мережі. Навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2009. 135 с.

21. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Розрахунки тепломасообмінних апаратів. – Вінниця: ВНТУ, 2001. 130 с.

22. Типи пластинчастих теплообмінників. URL: http://b-ko.com/book333_glava_179_57.2 (дата звернення 11.06.2024).

Пішенін В. О., Пішеніна Н. В. Основи конструювання: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2010. 87 с.

23. ДСТУ 8943:2019. Труби сталеві електрозварні. Технічні умови. URL : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86389.(дата звернення 11.06.2024).

24. ДСТУ Б А.2.4-4: 2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації. URL:https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_2_4_4_2009/5-1-0-781 (дата звернення 11.06.2024).

25. Ресурсні елементарні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник <https://e-construction.gov.ua/files/upload/2022-11-05/471a6f20-68a8-41de-a118-abb6654bd31a.pdf> (дата звернення 11.06.2024).

26. Кошторисні норми України. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на пусконаладжувальні роботи. 83 с. URL:https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99505 (дата звернення 11.06.2024).

27. Renault Master 2.3 MT L4H3 URL:https://renault.autoua.net/commercial_vehicles/master/master/l4h3-rwd-4500/ (дата звернення 11.06.2024).

28. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на мон-таж устаткування. Збірник 12. Технологічні трубопроводи. Чинний від 2023-02-07. Київ: Мінрегіон України, 2021. 406 с. URL: <https://e-construction.gov.ua/files/upload/2022-12-28/503fe171-e113-488b-8d73-9fcce5e9de05.pdf> (дата звернення 11.06.2024).

29. Лебідка електрична ЛЕЧ-0.4-80 м. URL:<https://lebedka.ua/lebidka-trelyuvalna-tajfun-egv-2kh55-ank-2kh55-tonn-80-m-gu> (дата звернення 11.06.2024).

30. Гідравлічний візок BISON 2500 з подовженими вилами, NIULI, вила 1200 мм. URL: https://shtabeler.com.ua/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA5L2tBhBTEiwAdSxJX_mtoWXu6NZnn9nDbO_VkDwCM98ywmnfCokKVn_q4VRUgeyP4ibRahoCl90QAvD_BwE (дата звернення 11.06.2024).

31. Перфоратор бочковий TRH-1200 SDS-PLUS.URL:https://tekmanshop.cplus?gclid=CjwKCAiA2fmdBhBpEiwA4CcHzSpFrN_l2uSQwLPB6J58SCz3zD-cpe5oNkPB6n9NrWPdwxsADeXhShoCJ00QAvD_BwEom.ua/product/2166-perfora

[tor-bockovij-trh-1200-sds-](#) (дата звернення 11.06.2024).

32. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://powertools.co.nz>. (дата звернення 11.06.2024).

33. Гусев А.М. Охорона праці: навчальний посібник. Київ: Видавництво Європейського університету, 2006. 283 с.

34. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

35. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv-> (дата звернення 11.06.2024).

36. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644 (дата звернення 11.06.2024).

37. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

38. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>. (дата звернення 11.06.2024).

39. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення 11.06.2024)

40. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування: Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

41. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення 11.06.2024)

42. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>. (дата звернення 11.06.2024).

43. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>. (дата звернення 11.06.2024).

44. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

45. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

46. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>. (дата звернення 11.06.2024).

47. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dhn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759. (дата звернення 11.06.2024).

48. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf. (дата звернення 11.06.2024).

49. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>. (дата звернення 11.06.2024).

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат"

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра теплоенергетики, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

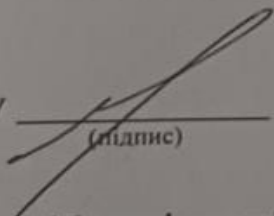
Оригінальність 65,8

Схожість 34,2

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на проби приховування недобросовісних запозичень.

Робота, відповідальна за перевірку

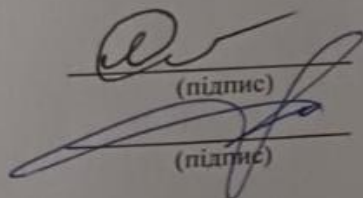

(підпис)

Співак О.Ю.

(прізвище, ініціали)

найомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Лисюк Д.Я.

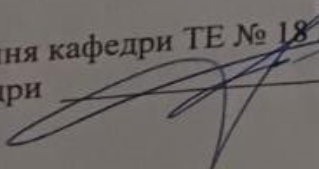
(прізвище, ініціали)

Рівник роботи

Степанов Д.В.

(прізвище, ініціали)

У відповідності до розпорядження 03/15 від 01.06.2022 р на засіданні кафедри теплоенергетики прийнято рішення виключити в кваліфікаційних роботах здобувачів кафедри з перевірки на наявність текстових запозичень розділ Охорони праці та анонімний розділ.

Протокол засідання кафедри ТЕ № 18 від 14.05.2024 р.
Зав. кафедри  Д.В. Степанов

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Натальки ТЕС ПрАТ "Вінницький"

Керівник підприємства

Назва підприємства або установи

Завідувач кафедри ТЕ

Д.В. Степанов

Ініціали та прізвище

03 2024 р.

"12" 03 2024 р.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на бакалаврську дипломну роботу на тему:

Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат"
08-15.БДР.004.00.000 ТЗ

Керівник роботи:

к.т.н., доц. кафедри ТЕ

Степанов Д. В.

Виконавець:

Студент гр. ТЕ-206

Лисюк Д.Я.

Вінниця 2024

1 Найменування та область застосування

Реконструкція парової промислової котельні ПрАТ «Вінницький ОЖК» стосується підвищення енергетичної та економічної ефективності вироблення теплоти на промисловому підприємстві. Робота спрямована на зменшення питомих енерговитрат та собівартості виробництва за рахунок багатоваріантного аналізу реконструкції котельні з використанням енергоефективного котельного та іншого теплоенергетичного обладнання та за рахунок впровадження когенерації.

2 Основа для проведення розробки

Наказ ректора ВНТУ №215 від “25” вересня 2020 року

Основою для розробки стали технічні дані з експлуатації промислової парової котельні ПрАТ «Вінницький ОЖК», технічна документація на основне та допоміжне обладнання, показники роботи котельні в різні періоди року (опалювальний, міжопалювальний), аналіз та розрахунки теплової схеми, літературні джерела.

3 Джерела розробки

Основним джерелом розробки є інформація про параметри теплоносія та потужності споживачів, на які відпускається теплоносіє, а також нормативні дані по необхідних параметрах, наведених в інших теплоенергетичних джерелах:

- 3.1 Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання: навч. посіб. / Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В.: Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с
- 3.2 Степанов Д. В., Котельні установки промислових підприємств./ Степанов Д. В., Корженко Є. С., Боднар Л. А. – навч. посіб. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 120с.
- 3.3 Основи проектування промислових та опалювальних котелень. Курсове проектування. навч. посіб./ Под. ред. Боженко М. Ф. - К.: – Вища шк., 1992. – 280с.
- 3.4 Баранов П. А. Эксплуатация и ремонт паровых и водогрейных котлов.- М.: Энергоиздат., 1986. – 143с.

- 3.5 Чепурний М. М. Розрахунки теплових схем ТЕЦ та їх ефективності при модернізації / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВДТУ, 1997. – 61с.

4 Мета та призначення розробки

Метою даної роботи є: підвищення енергетичної та економічної ефективності при роботі котельні приватного акціонерного товариства «Вінницький ОЖК» шляхом створення на її базі теплоелектроцентралі. В процесі розробки буде використане високоефективне котельне, насосне та інше обладнання.

5 Технічні вимоги

5.1 Забезпечення промислових споживачів теплотою з визначеними параметрами: потужністю, витратою, температурою, тиском та товарною електричною енергією.

5.2 Використання для когенерації існуючого теплоенергетичного та теплотехнологічного обладнання на основі проведеного техніко-економічного обґрунтування.

5.3 Розробити техніко-економічне обґрунтування реконструкції котельні використовуючи високоефективне обладнання та спроектувати пластинчастий теплообмінник для підігріву хімічноочищеної води.

6 Економічні показники

Проаналізувати роботу парової газової промислової котельні, запропонувати варіанти підвищення її економічної ефективності та диверсифікації її енергопостачання.

7 Заходи з енергозбереження

7.1 На трубопроводах мережної води та гарячого водопостачання та підживлення необхідно встановити лічильники води та теплової енергії.

7.2 Необхідно виконати теплоізоляцію трубопроводів згідно вимог нормативних документів.

7.3 Використовувати автоматичне регулювання головних параметрів роботи системи.

7.4 Організувати роботу системи з покриттям власних потреб в електроенергії та максимальним рівнем вироблення товарної електроенергії для потреб заводу.

7.5 Використовувати насосне та тягодуттєве обладнання з регулюванням кількості обертів.

8 Вимоги до стандартизації та уніфікації

Деталі та вузли обладнання котельні повинні бути по можливості стандартними та уніфікованими, щоб забезпечити можливість швидкого монтажу та можливість їх ремонту чи заміни.

9 Вимоги з надійності

На надійність роботи обладнання котельні впливають якість проекту та якість монтажу. Параметри показників надійності встановлюються у відповідних державних стандартах.

10 Стадії і етапи розробки

10.1 Аналіз та розрахунок теплової схеми котельні

10.2 Багатоваріантний аналіз та техніко-економічне обґрунтування реконструкції котельні

10.3 Розробка пластинчастого підігрівника мережної води.

10.4 Розробка монтажною схеми системи утилізації теплоти продувальної води

10.5 Охорона праці.

10.6 Розробка графічної частини.

11 Порядок контролю і прийому розробки

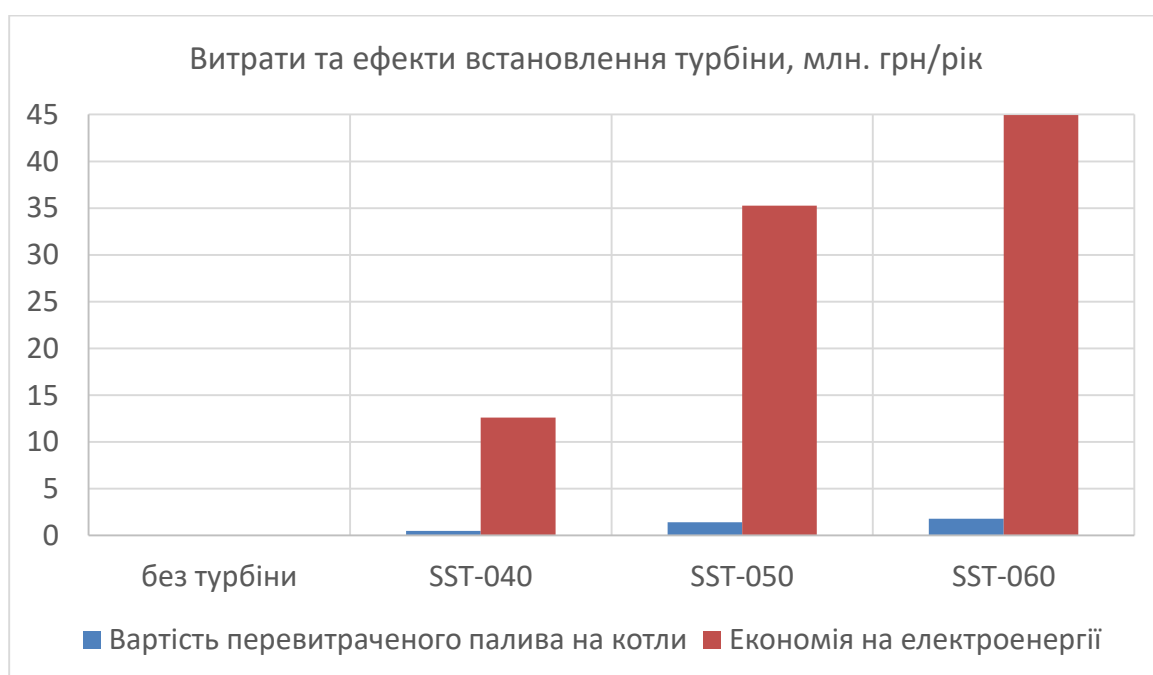
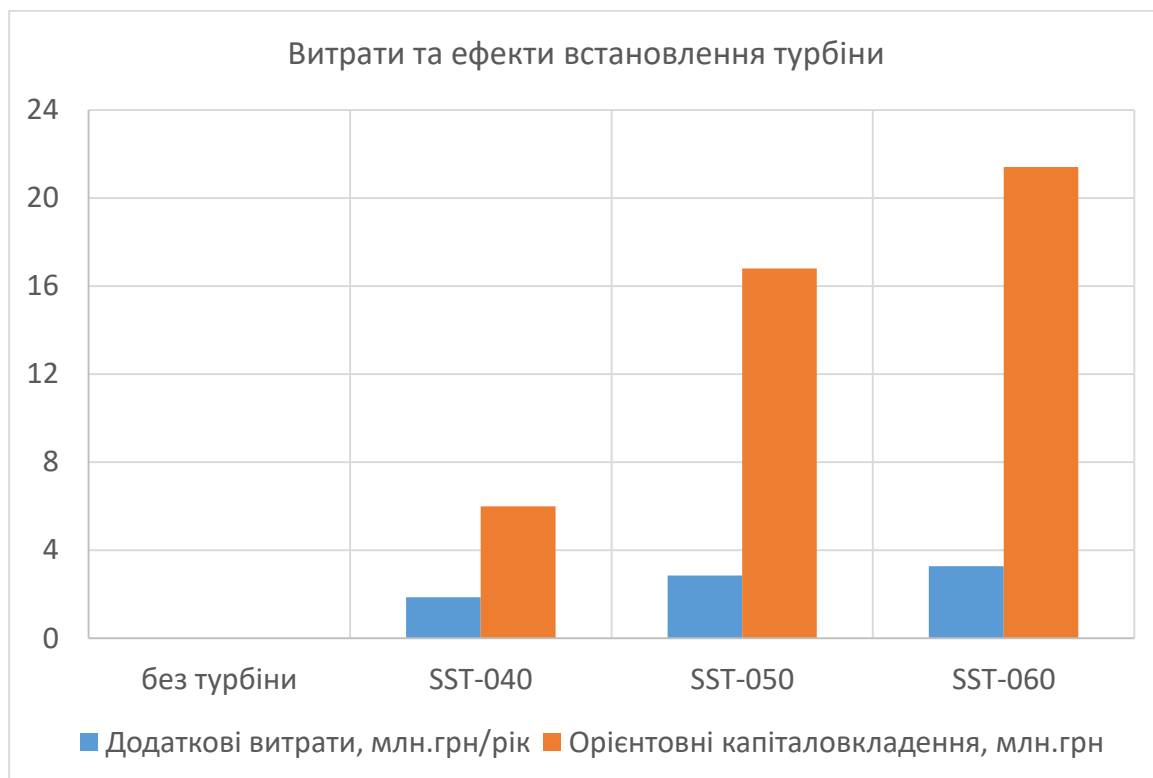
Порядок контролю за виконанням розробки здійснює дипломний керівник відповідно встановленим термінам. Прийом розробки відбувається на попередньому і заключному етапах захисту за участю екзаменаційної комісії.

Додаток В
(обов'язковий)

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

«Підвищення ефективності виробництва енергії приватного акціонерного товариства "Вінницький олійножировий комбінат"»

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОТИТИСКОВОЇ ТУРБІНИ



[illegible]

						08-15.БДР.004.01.00.000			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Виконав	Лисюк Д.Я.					Схема котельні теплова принципова	Лист	Лист	Листів
Перевірів	Степанов Д.В.								
Рецензент	Андрухов В.М.								
Н. Контроль	Співак О.Ю.								
Затверд.	Степанов Д.В.								
							ВНТУ, ТЕ-208		



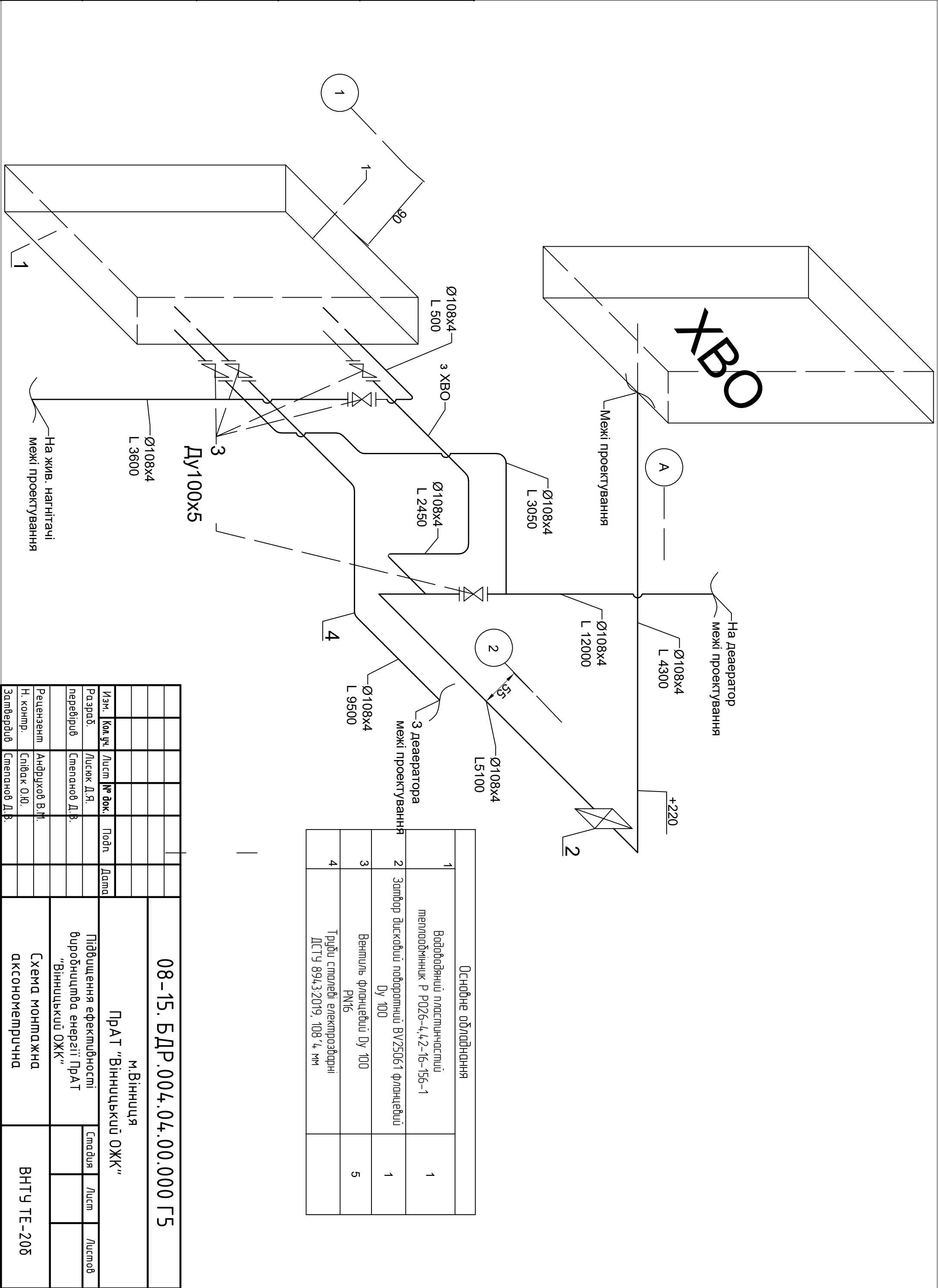
- | | |
|---|--------------------|
| 1. Початкова температура "гарячого" теплоносія | 115 °C |
| 2. Початкова температура "холодного" теплоносія | 17 °C |
| 3. Кінцева температура "гарячого" теплоносія | 88 °C |
| 4. Кінцева температура "холодного" теплоносія | 75 °C |
| 5. Площа теплообміну однієї пластини | 0,4 м ² |
| 6. Кількість пластин в теплообміннику | 10 шт. |
| 7. Товщина пластин теплообмінника | 0,6мм |
| 8. Теплова потужність теплообмінника | 621 кВт |

* Розміри для довідок

					08-15.БДР.004.03.00.000 СК			
ЗМ. Арк.	№ докум.	Лист.	Листа	Теплообмінник пластинчастий		Лист	Масса	Масштаб
Розроб.	Лисюк Т.Я.							
Перевірив	Степанов Д.В.							
Т. контр.						Лист	Листов	
Рецензент	Андрухов В.М.					ТЕ-208		
Н. контр.	Слівак О.Ю.							
Затвердив	Степанів П.В.							

[illegible]

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Основне обладнання			
1	Водоводяний пластинчастий теплообмінник Р Р026-4,42-16-156-1	1	
2	Забірник дисковий подпорний ВУ25061 фланцевий Ду 100	1	
3	Вентиль фланцевий Ду 100 РN16	5	
4	Труби сталеві електрозварні ДСТУ 894.3:2019, 108 4 мм		

08-15. БДР.004.04.00.000 Г5					
м.Вінниця					
ПраТ "Вінницький ОЖК"					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Лисняк Д.Я.			
перевірів		Степанов Д.В.			
Рецензент		Андрухов В.М.			
Н. контр.		Снібак О.Ю.			
Затвердив		Степанов Д.В.			
Підвищення ефективності виробництва енергії ПраТ "Вінницький ОЖК"				Смадия	Лист
Схема монтажна аксонометрична					Листов
				ВНТУ ТЕ-205	