

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теплоенергетики

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ” _____ 2022 р

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Квартальна котельня для теплопостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області»

Виконав: студент IV курсу, групи ТП – 81

Семенченко Всеволод Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

доцент, к.т.н. Наталя ПРИТУЛА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, прізвище)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, прізвище)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2022 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теплоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

_____ (підпис)

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

“ ____ ” _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Семенченко Всеволод Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Квартальна котельня для теплопостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області»

керівник проекту Притула Наталя Олександрівна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2022 р. № ____

2. Термін подання студентом проекту 17.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту 1) Кількість житлових будинків – 27.
2) Характеристика одного будинку: кількість поверхів – 25; розміри будинку – 28,7x23,2x75 м; опалюваний об'єм – 49938 м³. 3) Кількість споживачів гарячої води – 560 людини. 4) Максимальне гаряче водопостачання для житлового масиву $Q_{ГВП\ max}=5$ МВт. 5) Матеріал стін: пінобетон, облицьований цеглою. Матеріал перекриття: збірні залізобетонні плити. 6) Вікна: подвійний склопакет з металевою рамою. 7) Температурний графік системи теплопостачання – 95/55 °С.

4. Зміст пояснювальної записки

1) Розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення і гаряче водопостачання (розрахункові, середні, річні). 2) Теплова схема котельні (опис, вихідні дані до розрахунку, розрахунки для трьох характерних

режимів). 3) Вибір основного та допоміжного обладнання котельні (котли,насоси, система хімводоочистки, димова труба). 4) Водопровід та каналізація. 5) Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1) Схема трубопроводів – 1 арк. ф. А1. 2) Розташування обладнання. План на відмітці 0,000 – 1 арк. ф. А1. 3) Розташування трубопроводів (плани, розрізи) – 2 арк. ф.А1.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		

7. Дата видачі завдання 30.05.2022 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення і гаряче водопостачання (розрахункові, середні, річні)	01.06.22 р.	
2	Теплова схема котельні (опис, вихідні дані для розрахунку, розрахунки для трьох характерних режимів)	06.06.22 р.	
3	Вибір основного та допоміжного обладнання котельні (котли, хімводоочистка, димова труба)	08.06.22 р.	
4	Опалення та вентиляція котельні	09.06.22 р.	
5	Охорона праці	11.06.22 р.	
6	Оформлення графічної частини	12.06.22 р.	
7	Оформлення пояснювальної записки	13.06.22 р.	

Студент

_____ (підпис)

Всеволод СЕМЕНЧЕНКО

(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Наталія ПРИТУЛА

(ім'я, прізвище)

*Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Квартальна котельня для тепlopостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області»

Київ – 2022 року

АНОТАЦІЯ

Темою дипломного проекту першого (бакалаврського) рівню вищої освіти є: «Квартальна котельня для теплопостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області». Пояснювальна записка на: 73 с.; 10 рис.; 12 табл.; 20 бібліографічних найменувань; 1 дод.; 4 кресленики ф. А1.

Об'єкт розробки – квартальна опалювальна водогрійна котельня.

Мета проекту – розрахунок та проектування нової квартальної опалювальної водогрійної котельні для забезпечення опалення та гарячого водопостачання споживачів.

Виконано розрахунок теплових навантажень споживачів, а саме витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання (максимальні, середні, річні) групи житлових будинків. На основі отриманих теплових навантажень споживачів проведено розрахунок теплової схеми котельні для трьох режимів.

Вибрано основне та допоміжне обладнання для забезпечення цілорічної роботи котельні. Котельня працює в автоматичному режимі без постійного перебування обслуговуючого персоналу. Встановлено два газових водогрійних котли фірми «Viessmann» Vitomax HW потужністю 10 МВт. Для утилізації тепла відхідних газів водогрійного котла, теплоти конденсації водяної пари, що містяться в димових газах та зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище за рахунок економії витрати природного газу, на кожному з газоходів від котлів встановлюється конденсаційний двухконтурний теплоутилізатор типу FRG виробництва ТОВ «СОЕ». На основі гідравлічного розрахунку було підбрано насоси мережного теплоносія фірми Grundfos, пом'якшувальна установка AquaFlow TVS фірми ТОВ «АКВАХІМПОСТАЧ», а також дві димові труби Ду 1000/1060 висотою – 35м.

В розділі водопровід і каналізація виконано розрахунок необхідного тиску води на вводі в котельню. Визначено максимальні витрати води на потреби котельні та на внутрішнє пожежогасіння котельні. Передбачено внутрішню та зовнішню мережу господарської каналізації котельні Ду100 та Ду150. Каналізація котельні включає в себе відведення стоків за допомогою дренажних воронок від виробничого обладнання.

В пункті охорона праці представлені заходи по електробезпеки, пожежної безпеки та виробничому освітленню.

Ключові слова: котельня, насос, система опалення, система вентиляції, системи ГВП, теплова енергія.

SUMMARY

The theme of the diploma project of the first (bachelor) level of higher education is: "Quarterly boiler house for heat supply of a group of residential buildings in Kremenchuk, Poltava region". Explanatory note: 73 p.; 10 fig.; 12 Table.; 20 bibliographic titles; 1 add.; 4 drawings f. A1.

Object of development - quarterly heating water-heating boiler room.

The purpose of the project is to calculate and design a new quarterly heating boiler for heating and hot water supply.

The calculation of thermal loads of consumers, namely, the cost of heat for heating and hot water supply (maximum, medium, annual) groups of residential buildings. Based on the heat loads of consumers, a calculation of the thermal scheme of the boiler room for three modes was carried out.

The basic and auxiliary equipment for providing year-round operation of the boiler-house is selected. The boiler-house operates automatically without permanent staff. Two gas water-heating boilers of "Viessmann" Vitomax HW with a capacity of 10 MW are installed. For heat utilization of the waste gases of the water-heating boiler, heat condensing of the water vapor contained in the flue gases and reducing the emissions of pollutants into the environment by saving the consumption of natural gas, a two-circuit condensing heat recovery of the FRG type produced by TOV "SOE" is installed on each of the gas pipelines from the boilers. On the basis of hydraulic calculation, the network coolant pumps of Grundfos company, the softening installation AquaFlow TVS of LLC "AQUAHIMPOSTACH", as well as two smoke pipes D 1000/1060 height - 31m.

In the water supply and sewerage section, the necessary water pressure on the boiler is calculated. The maximum water consumption for the needs of the boiler room and the internal firefighting of the boiler room has been determined. The internal and external network of economic sewerage boiler house Du100 and Du150 is provided. Sewerage of the boiler house includes the removal of drains by means of drainage funnels from production equipment.

In the workplace occupational safety measures, fire safety and industrial lighting.

Keywords: boiler room, pump, heating system, ventilation system, hot water supply systems, heat energy.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	10
1 РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ	11
1.1 Витрати теплоти на опалення	11
1.2 Витрати теплоти на ГВП	18
1.3 Висновки до розділу 1	20
2 ТЕПЛОМЕХАНІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1 Теплова схема котельні	21
2.2 Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні.....	24
2.3 Розрахунок теплової схеми котельні (для I-го режиму).....	26
2.4 Висновки до розділу 2	30
3 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ	31
3.1 Вибір котлоагрегатів.....	31
3.2 Конденсаційний теплоутилізатор.....	33
3.3 Насоси мережного теплоносія	35
3.4 Вибір теплообмінника	38
3.5 Розрахунок установки хімоводоочистки	43
3.6 Аеродинамічний розрахунок димової труби.....	46
3.7 Паливне господарство	51
3.8 Техніко-економічні показники та енергозберігаючі заходи	52
3.9 Висновки до розділу 3	53
4 ВОДОПРОВІД ТА КАНАЛІЗАЦІЯ.....	55
4.1 Водопостачання.....	55
4.2 Розрахунок необхідного тиску води на ввіді в котельню	56
4.3 Каналізація.....	57
4.4 Висновок до розділу 4	60

ТП 8120 07 ПЗ				
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата
Студент	Семенченко			
Керівник	Притвѡла			
П. контр				
Н.контр	Боженко			
Зав. каф.	Чернуосенко			
Квартальна котельня для теплопостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області Пояснювальна записка.			Стадія ДПБ	Аркуш 6
			Аркушів 73	
			КПШ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, кафедра ТПТ	

5 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання.....	61
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії	65
5.3 Пожежна безпека та профілактика	69
5.4 Висновки до розділу 5	69
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71
ДОДАТОК А	73
Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа поверхні;

Δt – температурний перепад;

t – температура;

L – довжина;

V – об'єм;

n_o – тривалість опалювального періоду;

G – витрата;

Pr – критерій Прандтля;

m – кратність повітрообміну;

Re – Число Рейнольдса;

Nu – число Нуссельта;

ρ – густина;

c – теплоємність;

α – безрозмірна величина;

β – коефіцієнт місцевих теплових втрат;

ω – швидкість;

z – кількість каналів у теплообміннику з гріючої сторони;

f – площа поперечного перерізу каналу;

d – внутрішній діаметр трубопроводу;

ξ – коефіцієнт загального гідравлічного опору одиниці відносної довжині каналу;

ν – кінематична в'язкість;

R – гідравлічний опір пакетів пластин.

Індекси

Нижні:

о,макс – на опалення максимальні;

о,сер – на опалення середні;

вн – внутрішня;

п – приведений;

р.о – розрахункова на опалення;

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сер,о – середня опалювального періоду;

о,річн – на опалення річні;

п – повітря;

зовн – зовнішня;

сист – система;

у – умовний.

вит – витікання;

х.в.о – хімводоочистка;

г– гідравлічний, або еквівалентний;

м.п – мережевий підігрівник;

в.к – водогрійний котел;

о. – опалення;

пер – перепуск;

рец – рециркуляція;

м – мережа;

мн – мережний насос;

тр – трубопроводи.

Верхні:

тах – максимальний;

в.п – власні потреби;

в – відпуск;

ср.м– середньомісячні температури.

ном – номінальна;

Скорочення

ТОА – теплообмінний апарат;

ГВП – гаряче водопостачання.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Котельня – являє собою споруду, яка здійснює нагрів теплоносія для системи теплопостачання, які з'єднані зі споживачем за допомогою теплотраси.

Котельні поділяються на:

- районні – призначені для теплопостачання району міста або промислового вузла;
- квартальні – призначені для теплопостачання кварталу або окремої групи будинків, котельні підприємств.

Системи теплопостачання грають велику роль в економічному комплексі України. Рівень розвитку цієї галузі впливає на економічний стан, рівень комфорту життя та вирішення проблем соціальної сфери. В українській енергетиці було чимало проблем в цій сфері, котельні застаріли та потребують ремонту [1].

Також зважаючи на події 2022 року на сферу енергетики було нанесено колосальний удар, більшість котельні не підлягають ремонту. Але з іншого боку, відкривається чимало можливостей для будівництва нових та більш ефективних котельнь. Завдяки цьому зменшуються витрати на обслуговування обладнання, гнучка автоматизація процесів роботи потребує значно меншого нагляду, а також значно зростає точність та якість роботи приладів.

Таким чином необхідність сталого енергопостачання населення, зменшення рівня енергетичної залежності, зниження техногенного навантаження на природу, зменшення соціальної напруги у сфері енергетики, загальне підвищення рівня енергетичної безпеки України потребують розв'язання нагальних проблем, пов'язаних із низькою енергетичною ефективністю економіки країни та значними витратами. Тобто застосування заходів енергетичної ефективності за допомогою яких забезпечиться реалізація головних завдань енергетичної стратегії держави, є переважним фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та енергетичної незалежності України [2].

На основі вищеперерахованих передумов можна зробити висновок, що головним напрямком розвитку систем генерації, транспорту та розподілу теплоти з метою зменшення залежності України від імпорتنих енергоносіїв має стати зниження рівнів споживання природного газу за рахунок підвищення ефективності його використання на сучасних котельнях.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

Квартальна котельня постачає гарячу воду для тепlopостачання (опалення та гаряче водopостачання) групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області.

На основі викладеної нижче методики виконуються розрахунки витрат теплоти на опалення: максимальні, середні та річних, а також витрат теплоти на ГВП: середні за опалювальний період, середні в літній період, річні [3].

1.1 Витрати теплоти на опалення

Проектування квартальної опалювальної водогрійної котельні для централізованого тепlopостачання здійснюється для житлового масиву будинків, таким чином розрахункові витрати теплоти на опалення (Q_0 , кВт) визначають за точною методикою, яка полягає у обчисленні втрат теплоти через стіни, вікна будівлі ($Q_{\text{втр}}$, кВт) [4].

Перед початком розрахунку для м. Кременчук за [5] визначаємо температури повітря, які далі будуть використанні в розрахунках:

- а) середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{\text{ср.о.}} = -0,8^\circ\text{C}$;
- б) середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця $t_{\text{ср.х.м.}} = -5,9^\circ\text{C}$;
- в) розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювання в холодний період року $t_{\text{р.о.}} = -23^\circ\text{C}$;
- г) тривалість опалювального періоду $n_0 = 178$ діб.

1.1.1 Вихідні дані для розрахунку 1-го типового будинку, що побудовано в житловому кварталі м. Кременчук, Полтавської області:

- кількість житлових будинків – 27;

Характеристика одного будинку, що побудовано в житловому кварталі:

- кількість поверхів будівлі – 25;
- розміри будівлі – 28,7x23,2x75 м;
- опалюваний об'єм будівлі – 49938 м³;
- кількість людей, що споживають гарячу воду – 560 людини;
- кількість водорозбірних приладів у житловому будинку – 560 шт.
- вікна: подвійний склопакет з металевою рамою;
- матеріал стін: пінобетон, облицьований цеглою;
- матеріал перекриття: збірні залізобетонні плити.

План одного з житлових будинків, що побудовано в житловому кварталі м. Кременчук, Полтавської області представлено на рис.1.1.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Δt – “різниця температур між внутрішнім повітрям в приміщенні та зовнішнім, °С” [3];
 n_i – “поправка на розрахункову різницю температур, що залежить від геометричного положення огороження” [3];

β_i – “додаткові втрати теплоти в частках до основних” [3].

1.1.3.1 Коефіцієнти теплопередачі огорожень типового будинку визначаю на основі аналізу матеріалів та архітектурних рішень:

- для кращого аналізу теплопередачі виконано ескіз фрагменту зовнішньої стіни на рис. 1.2.

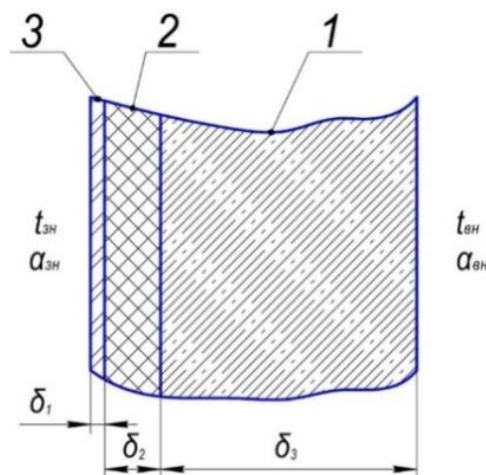
Таким чином коефіцієнт теплопередачі через стіну будівлі визначаються формулою теплопередачі багат шарової плоскої стінки з врахуванням термічних опорів кожного шару, Вт/(м²·К)

$$k_{\text{огр}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}}}; \quad (1.3)$$

де $\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнти тепловіддачі від внутрішніх поверхонь стіни будівлі до повітря всередині кімнат, Вт/(м²·К), (рекомендовані значення $\alpha_{\text{вн}} = 8,9$ Вт/(м²·К);

$\alpha_{\text{зн}}$ – коефіцієнти тепловіддачі від повітря на вулиці до зовнішніх поверхонь стіни будівлі, Вт/(м²·К), (рекомендовані значення $\alpha_{\text{зн}} = 26$ Вт/(м²·К)).

δ_i та λ_i – "товщина (м) та теплопровідність (Вт/(м·К)) матеріалів окремих шарів огорожень" [3].



1 – монолітна залізобетонна стіна : $\delta_1 = 0,45$ м, $\lambda_1 = 1,55$ Вт/(м·К),

2 – утеплювач: $\delta_2 = 0,1$ м, $\lambda_2 = 0,05$ Вт/(м·К) [6],

3 – навісна фасадна система: $\delta_3 = 0,07$ м, $\lambda_3 = 4,5$ Вт/(м·К) .

Рисунок 1.2 – Фрагмент зовнішньої стіни типового будинку, що розташовується

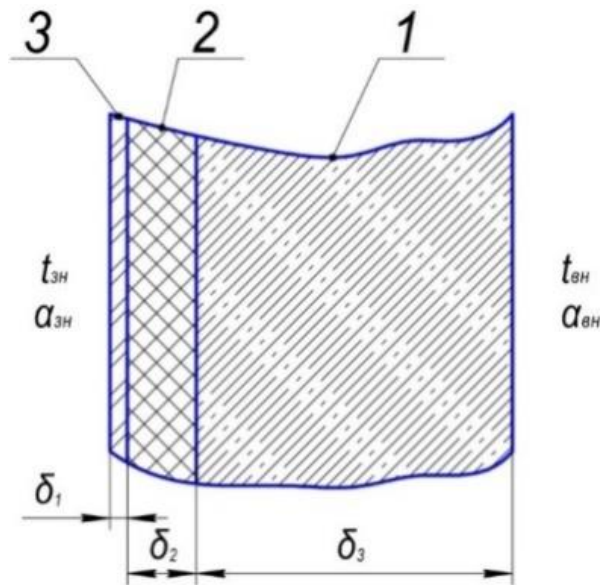
						ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
							13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

в м. Кременчук

Виконавши підстановку числових значень відповідних величин, отримаємо коефіцієнт теплопередачі

$$k_{\text{обр}} = \frac{1}{\frac{1}{8,9} + \frac{0,45}{1,55} + \frac{0,1}{0,07} + \frac{0,05}{4,5} + \frac{1}{26}} = 0,531 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

- аналогічні розрахунки необхідно виконати для перекриття будівлі (див. рис. 1.3)



1 – залізобетонна плита перекриття : $\delta_2 = 0,65 \text{ м}$, $\lambda_2 = 1,67 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$,

2 – єврорубероїд на бітумній мастиці : $\delta_3 = 0,25 \text{ м}$, $\lambda_3 = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$,

3 – атмосферостійка керамічна плитка : $\delta_1 = 0,055 \text{ м}$, $\lambda_1 = 1,6 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Рисунок 1.3 – Фрагмент перекриття

Отже, коефіцієнт теплопередачі через перекриття між поверхами типового будинку буде складати, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

$$k_{\text{пер}} = \frac{1}{\frac{1}{8,9} + \frac{0,055}{1,6} + \frac{0,25}{0,25} + \frac{0,65}{1,67} + \frac{1}{26}} = 0,635 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

1.1.3.2 Додаткові втрати теплоти в частках до основних $\Sigma\beta$

Додаткові втрати теплоти для території України повинні бути враховані тільки на швидкість вітру та її повторюваність згідно [5]. Це буде здійснено при умові, що швидкості вітру більше 4,5 м/с і повторюваності більше 15% .

										Арк.
										14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

“Термічні опори теплопередачі підлоги першого поверху будинку, (м² ·К)/Вт” [6]

$$r_{\text{у.п.}} = r_{\text{н.п.}} + \sum \frac{\delta_{\text{ш.у.}}}{\lambda_{\text{ш.у.}}}; \quad (1.5)$$

де “ $r_{\text{у.п.}}$ – термічний опір теплопередачі певної зони підлоги, що утеплена (м² ·К)/Вт,

$r_{\text{н.п.}}$ – термічний опір теплопередачі певної зони підлоги, що неутеплена (м² ·К)/Вт,

$\delta_{\text{ш.у.}}$ – товщина шару утеплення, м,

$\lambda_{\text{ш.у.}}$ – теплопровідність шару утеплення Вт/(м·К)” [6].

Значення прийнято згідно з конструктиву підлоги першого поверху будинку, товщину шару утеплення $\delta_{\text{ш.у.}} = 0,02\text{м}$; теплопровідність шару утеплення $\lambda_{\text{ш.у.}} = 0,29 \text{ Вт/(м·К)}$) [6].

Базуючись на прийнятих значеннях товщини шару утеплення та його теплопровідності термічні опори для зон 1-4 складають:

– для 1-ої зони підлоги будинку – $r_1 = 2,15 + \frac{0,02}{0,25} = 2,23 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$;

– для 2-ої зони підлоги будинку – $r_2 = 4,3 + \frac{0,02}{0,25} = 4,38 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$;

– для 3-ої зони підлоги будинку – $r_3 = 8,6 + \frac{0,02}{0,25} = 8,68 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$;

– для 4-ої зони підлоги будинку – $r_4 = 14,2 + \frac{0,02}{0,25} = 14,28 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$.

Визначивши термічні опори всіх 4 зон підлоги було визначено теплові втрати через них:

–для 1-ої зони підлоги типового будинку

$$Q_{\text{пI}} = \frac{1}{2,23} \cdot 191,6 \cdot (20 - (-23)) \cdot 10^{-3} = 3,69 \text{ кВт};$$

–для 2-ої зони підлоги типового будинку

$$Q_{\text{пII}} = \frac{1}{4,38} \cdot 159,6 \cdot (20 - (-23)) \cdot 10^{-3} = 1,57 \text{ кВт};$$

–для 3-ої зони підлоги типового будинку

$$Q_{\text{пIII}} = \frac{1}{8,68} \cdot 127,6 \cdot (20 - (-23)) \cdot 10^{-3} = 0,63 \text{ кВт};$$

–для 4-ої зони підлоги типового будинку

$$Q_{\text{пIV}} = \frac{1}{14,28} \cdot 187,04 \cdot (20 - (-23)) \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{ кВт}.$$

										Арк.
										16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Сумарні втрати теплоти через підлогу визначаються як сума втрат через кожену зону

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{пI}} + Q_{\text{пII}} + Q_{\text{пIII}} + Q_{\text{пIV}} = 3,69 + 1,57 + 0,63 + 0,56 = 6,45 \text{ кВт.}$$

Розрахунок втрат теплоти через огорожуючі конструкції (стіни, вікна, перекриття) типового будинку, що розташований в кварталі, використовуючи співвідношення (1.2) та конструктивні розміри, що наведені на рис.1.1, зведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків втрат теплоти типового будинку в м. Кременчук

Зовнішні огороження будинку	Орієнтація за сторонами світу	Поверхня огороження $F_i, \text{ м}^2$	Розрахункова різниця температур повітря $\Delta t_i, \text{ }^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі $K_i, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Додаткові втрати теплоти $\Sigma \beta$	Втрати теплоти через огороження $Q_{\text{обг.}i}, \text{ кВт}$
Зовнішня стіна	Пн	865	43	0,531	0	19,75
Вікна	Пн	350	43	2,8	0	42,14
Зовнішня стіна	Пд	1340	43	0,531	0	30,6
Вікна	Пд	400	43	2,8	0	48,16
Зовнішня стіна	Зх	1352,5	43	0,531	0,05	30,88
Вікна	Зх	800	43	2,8	0,05	96,32
Зовнішня стіна	Сх	1352,5	43	0,531	0	30,88
Вікна	Сх	800	43	2,8	0	96,32
Перекриття останнього поверху	–	665,84	43	0,635	0	18,18
Підлога 1го поверху	–	665,84	43	–	–	6,45
Сумарні теплові втрати через огороження будинку						227,04

1.1.5 “Сумарні втрати теплоти через зовнішні конструкції для 1-го будинку, кВт” [3]

$$\sum Q_{\text{обг}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{пер}} + Q_{\text{п}} = 248,95 \text{ кВт.}$$

1.1.6 “Витрати теплоти на нагрівання зовнішнього інфільтраційного повітря, що потрапляє до будинку $Q_{\text{інф}}$, кВт” [3]

$$Q_{\text{інф}} = (m_{\text{об}}/3600) c_{\text{п}} \rho_{\text{п}} F_{\text{п}} h (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}); \quad (1.6)$$

де $c_{\text{п}}$ – питома масова теплоємність повітря, кДж/(кг·К), приймаємо 1 кДж/(кг·К);

$m_{\text{об}}$ – кратність повітрообміну, 1/год. Приймаємо для житлового будинку $m_{\text{об}} = 1$ 1/год;

Тривалість водозбору	T	год/добу	24
Коефіцієнт максимальної добової нерівномірності	k_d		1.2
Максимальні годинні витрати гарячої води	g_{hr}^h	м ³ /год	8,23
Максимальні секундні витрати гарячої води	g^h	л/с	3,19

1.2.1 "Середня за добу витрата гарячої води для одного житлового будинку, м³/добу, визначається за співвідношенням" [8]

$$G_T^h = a \cdot U \cdot 10^{-3} , \quad (1.10)$$

$$G_T^h = 100 \cdot 560 \cdot 10^{-3} = 56 \text{ м}^3/\text{добу} .$$

1.2.2 "Максимальні добові витрати гарячої води для одного житлового будинку, м³/добу, визначають за виразом" [8]

$$G_{\max}^h = G_T^h \cdot k_d , \quad (1.11)$$

$$G_{\max}^h = 56 \cdot 1,1 = 61,6 \text{ м}^3/\text{добу} .$$

1.2.3 "Середні за годину розрахункові витрати гарячої води для одного житлового будинку, м³/год, визначають за залежністю" [8]

$$g_T^h = G_T^h / T , \quad (1.12)$$

$$g_T^h = 56 / 24 = 2,3 \text{ м}^3/\text{год} .$$

1.2.4 "Розрахункову мінімальну витрату гарячої води за годину для одного житлового будинку, м³/год, визначають за формулою" [8]

$$g_{hr\min}^h = g_T^h \cdot k_{\min} , \quad (1.14)$$

$$g_{hr\min}^h = 2,3 \cdot 0,09 = 0,207 \text{ м}^3/\text{год} .$$

де k_{\min} – "коефіцієнт мінімального водоспоживання, залежності від коефіцієнта максимального водоспоживання k_{\max} , що обчислюється за формулою" [8]

$$k_{\max} = g_{hr}^h / g_T^h , \quad (1.13)$$

$$k_{\max} = 8,23 / 3,19 = 2,58 .$$

1.2.5 "Середня за годину витрата теплоти на ГВП за добу для одного житлового будинку, кВт, обчислюється за формулою" [8]

$$Q_T^h = 1.163 \cdot g_T^h (55 - t^c) + Q^{ht} , \quad (1.15)$$

$$Q_T^h = 1.163 \cdot 2,3(55 - 5) = 151,19 \text{ кВт} .$$

1.2.6 "Максимальна за годину витрата теплоти на ГВП за добу для одного житлового будинку, кВт, визначають за формулою" [8]

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- місто Кременчук належить до II В будівельно-кліматичного району;
- характеристичне значення снігового навантаження $S_0=1300$ Па;
- характеристичне значення вітрового навантаження $W_0=430$ Па;
- розрахункова сейсмічна інтенсивність - 6 балів;
- розрахункова зимова температура повітря для опалення мінус 23°C ;
- середня температура найбільш холодного місяця для міста Кременчук ($-5,6^{\circ}\text{C}$);
- тривалість опалювального сезону 178 діб.

Котельня призначена для забезпечення теплопостачання (опалювання та гарячого водопостачання) мікрорайону в місті Кременчук. Котельня, що проектується, по надійності відпуску тепла на теплопостачання відноситься до II категорії. Котельня розташована в окремій будівлі. Робота котельні передбачається в опалювальний період, без присутності постійного обслуговуючого персоналу.

Система теплопостачання – двотрубна, замкнута для забезпечення систем опалення та гарячого водопостачання приєднаних споживачів. Теплоносій котлового контуру – $T_1=120^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$.

Теплоносій мережного контуру – $T_1=95^{\circ}\text{C}$, $T_2=55^{\circ}\text{C}$.

Паливо – природний газ, густина якого дорівнює $0,73$ кг/м³. Резервне паливо - не передбачається. Газопостачання здійснюється згідно технічних умов.

Приєднане теплове навантаження на котельню – $19,8$ МВт ($17,025$ Гкал/год).

Встановлена потужність котельні – 20 МВт ($17,197$ Гкал/год).

Котельня працює в автоматичному режимі без постійного перебуванням обслуговуючого персоналу. Із котельні на загальний щит керування, який знаходиться в операторській, виносяться сигнали несправності при порушеннях нормального режиму роботи котельні:

- несправності обладнання;
- порушення електропостачання котельні;
- зниження температури в приміщеннях котельні нижче допустимої;
- спрацювання сигналізації загазованості приміщення котельні;
- спрацювання пожежної сигналізації;
- спрацювання охоронної сигналізації.

Підключення котельні існуюче до системи інженерних мереж і комунікацій:

- живлення запроектованого електроустаткування котельні передбачено від шафи ввідної розподільчої ШВР, в якій встановлені ввідні автомати, АВР, лічильники комерційного

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

II режим називається перехідним та обчислюється за розрахунковою середньою температурою найбільш холодного місяця $t_{\text{ср.х.м}}$, яка у свою чергу також визначається для конкретного міста;

III режим називається літнім. Котельня працює для забезпечення ГВП у споживача.

1) Внутрішня температура повітря для типової будівлі $t_{\text{вн}}$, °C

В опалювальній будівлі температура повітря повинна відповідати санітарним нормам та вимогам комфорту. При аналізі житлових будівель ця температура повинна бути не менше 20°C. Головне завдання котельні – це забезпечення температури повітря всередині приміщення протягом всіх режимів. Приймаю температуру в приміщеннях житлового будинку рівну $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$.

2) Температура зовнішнього повітря, де побудована котельня $t_{\text{зовн}}$, °C:

Для міста Кременчук, становить:

– для I-го режиму – $t_{\text{зовн}}^{\text{I}} = t_{\text{р.о}} = -23^{\circ}\text{C}$;

– для II-го режиму – $t_{\text{зовн}}^{\text{II}} = t_{\text{р.о}} = -5,9^{\circ}\text{C}$;

– в точці зламу температурного графіка теплової мережі розраховуємо за формулою, °C

$$t_{\text{зовн}}^{\text{зп}} = t_{\text{вн}} - 0,3455 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}); \quad (2.1)$$

$$t_{\text{зовн}}^{\text{зп}} = 20 - 0,3455 \cdot (20 - (-23)) = 5,14^{\circ}\text{C}.$$

3) Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення типових будівель для першого режиму приймається згідно розрахунку теплових втрат будинками (див. розділ 1)

$$Q_{\text{o}}^{\text{макс}} = 14,8 \text{ МВт}.$$

4) Середній та максимальний відпуск теплоти на ГВП двадцять сім типових будівель відповідно

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{макс}} = 5 \text{ МВт (для режиму I);}$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{сеп}} = 2,08 \text{ МВт (для режиму III).}$$

5) Максимальна температура подавальної мережної води (режим I), °C

$$t_{\text{max.1}}^{\text{I}} = 95^{\circ}\text{C}.$$

6) Максимальна температура поворотної мережної води (режим I), °C

$$t_{\text{max.2}}^{\text{I}} = 55^{\circ}\text{C}.$$

7) Температура сирі води на вході в котельню T_{13} , °C

– для режимів I– II становить $T_{13}^{\text{I}} = T_{13}^{\text{II}} = 5^{\circ}\text{C}$, для режиму III $T_{13}^{\text{III}} = 15^{\circ}\text{C}$.

										Арк.
										25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

8) Температура сирі води перед хімічною очисткою $T_3, ^\circ\text{C}$

– для всіх режимів, становить $T_3 = 25^\circ\text{C}$.

9) Питомий об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного відпуску теплоти на опалення та ГВП $g_{\text{сист}}, \text{кг/МВт}$:

– для всіх режимів, становить $g_{\text{сист}} = 35000 \text{ кг/МВт}$.

10) Коефіцієнт зниження втрат води в системі теплопостачання $k_{\text{вит}}$

– для режимів I– II, становить $k_{\text{вит}}^{\text{I}} = k_{\text{вит}}^{\text{II}} = 1$;

– для режима III, становить $k_{\text{вит}}^{\text{III}} = 0,5$.

11) Коефіцієнт власних потреб котельні на хімічне очищення води (водопідготовка) $k_{\text{х.в.}}^{\text{в.п.}}$

Значення даної величини приймають в районі:

$$k_{\text{х.в.}}^{\text{в.п.}} = 1.1 \dots 1.25$$

– для всіх режимів беру $k_{\text{х.в.}}^{\text{в.п.}} = 1,2$.

12) Розрахункова температура гарячої води в системі місцевого теплопостачання (для всіх режимів) із закритою системою теплопостачання

– для всіх режимів беру $t_{\text{г.в.}}^3 = 55^\circ\text{C}$.

2.3 Розрахунок теплової схеми котельні (для I–го режиму)

Для підбору основного та допоміжного обладнання виконується розрахунок на максимальний режим (I–й режим) роботи котельні в наступній послідовності.

1) Виконую перевірку коефіцієнта зниження витрати теплоти на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря для першого режиму роботи котельні за формулою

$$k_{\text{о.в.}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} ; \quad (2.2)$$

$$k_{\text{о.в.}} = \frac{20 - (-23)}{20 - (-23)} = 1.$$

2) "Сумарний відпуск теплоти котельнею на опалення, $Q_{\text{о.в.}}$, МВт, визначається за формулою [7] "

$$Q_{\text{о.в.}} = (Q_{\text{о.в.мак}}^{\text{ж+гр}} + Q_{\text{о.в.мак}}^{\text{п}}) \cdot k_{\text{о.в.}} ; \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{о.в.}} = (14,8 + 0) \cdot 1 = 14,8 \text{ МВт}.$$

3) "Сумарний відпуск теплоти котельні на ГВП, $Q_{\text{г.в.}}$, МВт, визначається за виразом" [7]

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Висновки до розділу 2

В другому розділі були виконані розрахунки сумарні відпуски теплоти на опалення та ГВП для трьох різних температурних режимів у м. Кременчук, Полтавська обл. Також визначено, що для цієї котельні потрібно 2 котли типу Vitomax HW з номінальною теплопродуктивністю $Q_{к\ ном} = 10$ МВт, оскільки сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами 19. Завантаження 2 котлів VISSMANN Vitomax HW складає 84%. Наведено 3D модель котельні в системі AutoCAD, яка демонструє розміщення основного й допоміжного обладнання, яке необхідне для забезпечення технологічних процесів виробництва теплоти, яке у подальшому буде використано для забезпечення цілей опалення та ГВП мікрорайону в м. Кременчук. Описано принцип роботи котельні з зазначенням основних вузлів.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

3.1 Вибір котлоагрегатів

Вибір котлів залежить від типу палива, що використовується (природний газ) та параметрів теплоносія, що циркулює в системі. Кількість і одинична продуктивність котлоагрегатів визначається за розрахунковою тепловою потужністю котельні для забезпечення цілей тепlopостачання. Щоб забезпечити зменшення капітальних і експлуатаційних витрат доцільно встановлювати в котловому залі однотипові котли, які відповідно мають однакову теплопродуктивність. Кількість N водогрійних котлоагрегатів вибирається за максимальним відпуском теплоти у вигляді гарячого теплоносія

$$N_{\text{к.п}}^{\text{в}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{в}}}{Q_{\text{к}}^{\text{ном}}}, \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{к}}^{\text{в}}$ – сумарний відпуск теплоти котлами, що одержаний при розрахунку теплової схеми котельної для максимального зимового режиму (I режим), МВт;

$Q_{\text{к}}^{\text{ном}}$ – номінальне навантаження котла, що зазначено в паспортних даних, МВт.

Згідно з завданням на проектування – приєднане теплове навантаження на котельню становить – 19,8 МВт, у тому числі: втрати теплоти на опалення $Q_{\text{оп}} = 14,8$ МВт, максимальні втрати теплоти на гаряче водopостачання $Q_{\text{сеп}}^{\text{ГВП}} = 5,0$ МВт. Встановлена потужність котельні – 20,0 МВт (17,187 Гкал/год).

$$N_{\text{к.п}}^{\text{в}} = \frac{20}{10} = 2.$$

В результаті розрахунку теплової схеми котельні прийнято до установки два водогрійні котли VISSMANN типу Vitomax HW одиничною теплопродуктивністю 10,0 МВт, виробництва ТОВ «ВІССМАНН» з характеристиками, що наведені в табл. 3.1 та зовнішнім виглядом представленим на рис. 3.1.

Водогрійні котли високого тиску Vitomax HW відповідають усім новим законодавчим вимогам щодо горіння з низьким рівнем викидів. ККД котла з теплообмінником перевищує 95,5% навіть при 100-відсотковому навантаженні. Котли використовуються у різних галузях промисловості, де потрібні високі температури подачі й робочий тиск. Просторово-оптимізована конструкція з низькою напругою забезпечує хорошу самоциркуляцію та безпечне відведення тепла. Додаткові насоси для котла не потрібні, що значно спрощує гідравлічну інтеграцію. Як і всі котли Vitomax, Vitomax HW також має достатню кількість отворів для інспекції та доступу у всіх важливих точках котла. Таким чином водогрійні котли високого тиску Vitomax досягають максимально можливих інтервалів перевірок.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, легко відкриваються дверцята котла та дверцята для чищення на кінці котла спрощують технічне обслуговування та сприяють низьким експлуатаційним витратам.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд котла VIESSMANN

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики котла VIESSMANN типу Vitomax HW

Найменування показника	Одиниця	Значення
Номінальна теплова потужність	кВт	10000
Коефіцієнт корисної дії	%	не менше 92
Номінальна витрата палива (природного газу)	м ³ /год	1052
Викиди CO ₂	%	9,1
Робочий тиск води в системі, не більше	МПа	1,0
Температура продуктів згорання на виході з котла	°С	205
Об'єм теплоносія	м ³	19,8
Активна поверхня нагріву	м ²	280
Габарити		
Висота - Н	мм	3310
Довжина - L	мм	7000
Ширина - В	мм	2880
Суха маса котла	кг	21800

Серед головних переваг водогрійного котла слід відмітити:

- простоту конструкції та високу надійність роботи;
- легкість в експлуатації;
- процес роботи котлів автоматизований: автоматизація виконана на базі контролерів та газоаналізаторів вмісту кисню в продуктах згорання, що дозволяє досягти повного якісного горіння палива та отримати високий коефіцієнт корисної дії;
- використання екологічно чистого палива;
- відсутність вибухонебезпечних речовин в робочому процесі котла.

3.2 Конденсаційний теплоутилізатор

Для утилізації тепла відхідних газів водогрійного котла, теплоти конденсації водяної пари, що містяться в димових газах, та зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище за рахунок економії витрати природного газу, на кожному з газоходів від котлів встановлюється конденсаційний теплоутилізатор, який показано на рис. 3.2. Характеристика утилізатора теплоти наведено в табл. 3.2.

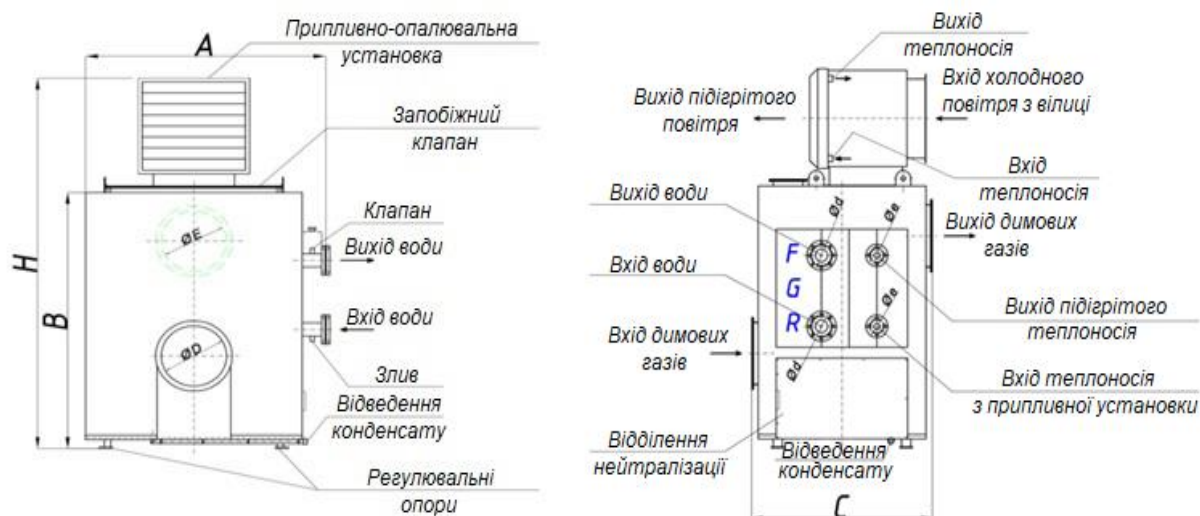


Рисунок 3.2 – Загальний вид теплоутилізатора FRG 1000C

Передбачається:

- встановлення теплоутилізатору за котлами;
- відведення та нейтралізація конденсату димових газів до допустимих значень;
- попередній нагрів мережної води, що поступає в котел, в систему ГВП та теплоносія системи опалення котельні за допомогою тепла димових газів.

										Арк.
										33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.3 Насоси мережного теплоносія

Мережні насоси застосовуються для забезпечення вимушеної конвекції води в теплових мережах, тобто подолання гідравлічного опору трубопроводів та транспортування гарячої води до споживача, щоб в подальшому забезпечити опалення будівлі.

1) "Для того, щоб обрати насос потрібно обчислити подачу за витратою мережного теплоносія, м³/год " [7]

$$V_{\text{м.н}} = \frac{G_{\text{м.н}} \cdot 3600}{\rho_{\text{в}}} , \quad (3.2)$$

де $G_{\text{м}}$ – масова витрата мережної води, кг/с (дане значення цього параметра визначено в розділі 2 з розрахунку теплової схеми котельні, що дорівнює 98,31 кг/с);

ρ – густина води, що циркулює в мережі, кг/м³ (приймається згідно [12] 1000 кг/м³).

$$V_{\text{м.н}} = \frac{98,31 \cdot 3600}{1000} = 353,92 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2) "Наступним кроком необхідно визначити тиск насосів мережної води, застосовуючи наступну формулу, МПа" [7]

$$H_{\text{м}} = 1,1 \cdot \Delta P_{\text{мер}} + \Delta P_{\text{тоа}} + \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{зх}} , \quad (3.3)$$

де $\Delta P_{\text{мер}}$ – гідравлічний опір теплової мережі, який залежить від протяжності трубопроводу та діаметру, МПа;

$\Delta P_{\text{тоа}}$ – гідравлічний опір ТО, що застосовується в схемі, задають $\Delta P_{\text{в.к}} = 0,002$ МПа;

$\Delta P_{\text{зх}}$ – гідравлічний опір триходового клапану, який представляє собою різновид запірно-регулюючої арматури. Принцип роботи – робочий потік потрапляє у вхідний отвір та його подальший напрямок регулюється затвором, розташованим усередині клапану. Приймаю $\Delta P_{\text{зх}} = 0,04$ МПа;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – гідравлічний опір трубопроводів, що проходять в середині приміщення котельного залу і зображенні на кресленні розташування трубопроводів, МПа.

3) "Гідравлічний опір теплової мережі визначається за виразом, МПа" [7]

$$\Delta P_i = Rl(1+\alpha) \cdot 10^{-6}, \quad (3.4)$$

де R – питомі втрати тиску на тертя при протіканні теплоносія в трубопроводах, Па/м;

l – довжина теплової мережі, що задається в двотрубному виконанні, $l = 3500$ м;

α – коефіцієнт місцевих опорів, який залежить від матеріалів та діаметру трубопровода $\alpha = f(d_{\text{см}})$.

4) "Приймаю швидкість води в тепловій мережі рівною $\omega_{\text{в}} = 1,5$ м/с на основі практичних рекомендацій і з рівняння суцільності потоку рідини визначаю внутрішній діаметр трубопроводу $d_{\text{вн}}$, м" [7]

										Арк.
										35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.4 Вибір теплообмінника

Теплообмінники, що застосовуються при будівництві котелень, можуть бути кожухотрубчатими та пластинчастими апаратами поверхневого типу й використовуються для підігрівання з одного боку – мережної, сирої та хімічно очищеної води, а з іншого боку – для охолодження води та конденсату. Розбірні пластинчасті теплообмінники на даний час набули широкого розповсюдження в енергетиці. Пластинчасті ТО відрізняються від інших інтенсивним процесом теплообміном, простотою виготовлення, компактними розмірами, малими гідравлічними опорами, легкістю та зручністю монтажу, а також є можливість очищення поверхонь від забруднень [14].

Таким чином теплообмінники, що встановлені в котельній залі, є пластинчастими рекуперативними теплообмінниками, які призначені для підігріву мережної води водою з котлового контуру.

Вихідні дані до розрахунку ТО:

1) Потік теплоти, який витрачається на підігрів мережної води за рахунок котлової $Q = 10$ МВт;

2) Початкова температура мережної води $t_2' = 55$ °С ;

3) Кінцева температура мережної води $t_2'' = 95$ °С ;

4) Початкова температура нагрівальної котлової води $t_1' = 120$ °С ;

5) Кінцева температура нагрівальної котлової води $t_1'' = 70$ °С ;

6) Робочий тиск $P = 1,6 \cdot 10^6$ Па ;

7) Теплофізичні властивості котлової води визначаються з таблиці теплофізичних властивостей води на лінії насичення при середньоарифметичному значенні температури $\bar{t}_1 = 0,5 \cdot (120 + 70) = 95$ °С [12]:

- густина $\rho_1 = 961,85$ кг/м³ ;
- питома масова теплоємність $c_1 = 4214$ Дж/(кг · К) ;
- теплопровідність $\lambda_1 = 0,682$ Вт/(м · К) ;
- кінематична в'язкість $\nu_1 = 0,311 \cdot 10^{-6}$ м²/с .

8) Теплофізичні властивості сирої води визначаються з таблиці теплофізичних властивостей води на лінії насичення при середньоарифметичному значенні температури $\bar{t}_2 = 0,5 \cdot (55 + 95) = 75$ °С [12]

- густина $\rho_2 = 974,8$ кг/м³ ;

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- питома масова теплоємність $c_2 = 4190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;
- теплопровідність $\lambda_2 = 0,671 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- кінематична в'язкість $\nu_2 = 0,415 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

9) Теплообмінник компонується з пластин типу 1.4404 (0,5 мм) з кутом перетину вершин гофр 120°C . Геометричні розміри пластин та каналів які вони створюють:

- площа поверхні теплообміну однієї пластини $F_1 = 0,6 \text{ м}^2$;
- еквівалентний діаметр між пластинчатого каналу $d_e = 0,0081 \text{ м}$;
- площа поперечного перерізу одного каналу $f_1 = 0,00255 \text{ м}^2$;
- приведена довжина каналу $L_n = 1,01 \text{ м}$;
- діаметр умовного проходу кутового отвору $D_y = 200 \text{ мм}$.

Тепловий розрахунок

1) “Потік теплоти, який передається в пластинчастому теплообміннику до теплоносія, Вт” [7]:

$$Q = G_2 \cdot c_2 (t_2'' - t_2') \quad (3.11)$$

2) “Витрата мережевої води, що нагріває холодну воду” [7]:

- масова витрата води, кг/с

$$G_1 = \frac{Q}{c_1 (t_1' - t_1'')} \quad (3.12)$$

- об'ємна витрата води, м³/год

$$V_1 = \frac{3600 \cdot G_1}{\rho_1} \quad (3.13)$$

3) “Середній температурний напір в теплообміннику, °С, для протитечійної схеми руху теплоносіїв (див.рис. 3.4), попередньо визначивши більшу (Δt_c) і меншу (Δt_m) різниці температур, °С, за відомими співвідношеннями ” [7]:

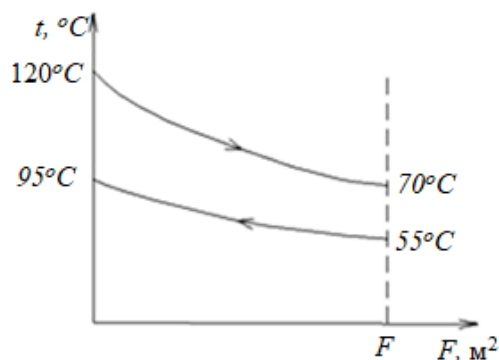


Рисунок 3.4 – Середній температурний напір пластинчастого ТО сирої води

										Арк.
										39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТП 81 20 07 ПЗ					

- для гріючого потоку (мережева вода)

$$F_{n1} = F_1 \cdot n_1,$$

- для потоку, що нагрівається (сира вода)

$$F_{n2} = F_1 \cdot n_2.$$

5) “Кількість пакетів в апараті, шт” [7]

$$X = \frac{F_a}{F_n}.$$

6) “Число пластин в апараті, шт” [2]

$$n_a = \frac{F_a + 2 \cdot F_n}{f_n}. \quad (3.28)$$

7) “Фактична площа поперечного перерізу пакетів, м²” [7]

$$f_n = f_1 \cdot m. \quad (3.29)$$

Розрахунок виконано у спеціалізованій програмі підбору теплообмінних апаратів FUNKE, результати розрахунку продемонстровано нижче в таблиці 3.3.

Таким чином, в результаті розрахунку були обрані три теплообмінники фірми «FUNKE» з габаритними розмірами, що представленні на рисунку 3.5.

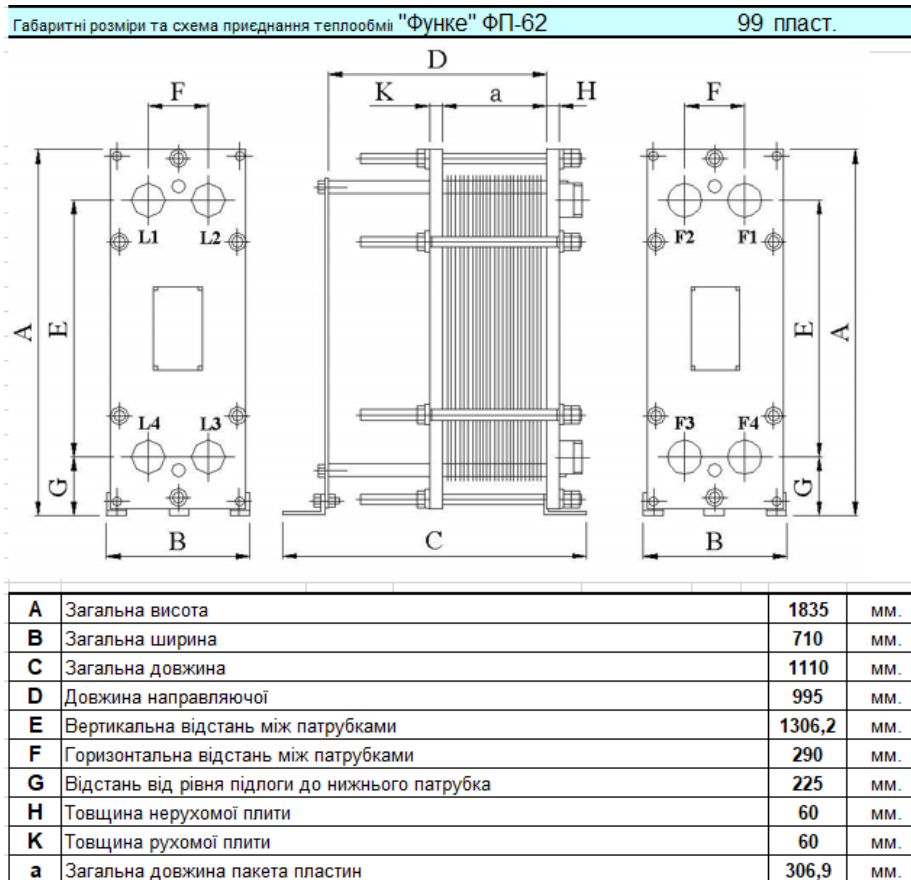



Рисунок 3.5 - Теплообмінник пластинчастий FUNKE

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку теплообмінного апарату

					
Середовища		Water		Water	
Масова витрата	[kg/h]	171884.78	---	[kg/h]	215539.52
Об'ємний потік	[m3/h]	178.735	---	[m3/h]	221.372
Температура на вході	[°C]	120.00	---	[°C]	55.00
Температура на виході	[°C]	70.00	---	[°C]	95.00
Роб. тиск	[barg]	0.00	---	[barg]	0.00
Характеристики апарата					
Тепл. потужність	[MW]		10.00		
Поверхність теплообміну	[m2]		59.17		
Лог./ефек. різниця температур	[K]		19.58 / 19.58		
Коефф. теплопередачі розрах./факт	[W/m2K]		8633 / 8639		
Коефф. забруднення	[m2K/W]		0.0000001		
Запас поверхні	[%]		0.07		
Втрати тиску	[kPa]	63.894		[kPa]	98.499
Швидкість в каналі	[m/s]	0.41 / 1.06		[m/s]	0.51 / 1.31
Швидкість в приєднаннях	[m/s]	2.89		[m/s]	3.57
Кількість проходів		1			1
Заг. кількість пластин			99		
Тип каналу			17*HH + 32*LL		
Конструкція					
Вага пустого / заповненого апарата	[kg]		ок. 1333/1481		
Об'єм	[dm3]	76.440			76.440
Розрах. тиск	[barg]		16.0		
Макс. роб. температура	[°C]		150.00		
Матеріал		DIN			
	Пластини	1.4404 (0.50 mm)			
	Ущільнення	EPDM			
	Рама	Вуглецева сталь			
Приєднання	Гріюча сторона	F1 => F4: Фланець на трубі, DN 150, Вуглецева сталь,			
	Нагрів. сторона	F3 => F2: Фланець на трубі, DN 150, Вуглецева сталь,			

3.5 Розрахунок установки хімоводоочистки

Продуктивність хімоводоочистки приймаємо згідно розрахункової теплової схеми котельні. Встановлено, що витрата сирієї води, що надходить на хімічну очистку складає $G_{с.в} = 1,5 \text{ кг/с} = 5,4 \text{ т/год}$.

Таким чином, приймаю продуктивність хімоводоочистки по фільтрах: $G = 5,4 \text{ т/год}$.

Розрахунок натрій-катіонітових фільтрів

Для цього задаюся наступними вхідними даними:

- продуктивність – 5,4 т/год;
- загальна жорсткість води до хімоводоочистки – 0,12 мг-екв/л;
- залишкова жорсткість води після хімоводоочистки – 0,025 мг-екв/л;
- максимальна швидкість фільтрації – 40 м/год.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) "Витрата регенераційного розчину повареної солі, м³/рег" [7]

$$B_c^{26} = \frac{B_c \cdot 100}{1000 \cdot 1,2 \cdot 26}; \quad (3.34)$$

де 1,2 – густина 26 % розчину солі, т/м³;

26 – процентний вміст солі в розчині, %.

$$B_c^{26} = \frac{65,6 \cdot 100}{1000 \cdot 1,2 \cdot 26} = 0,21 \text{ м}^3/\text{рег}.$$

6) " Витрата води на взрихлюючу промивку, м³/рег" [7]

$$q_{\text{взр}} = \frac{i \cdot f \cdot 60 \cdot t_{\text{взр}}}{1000}; \quad (3.35)$$

де i – інтенсивність взрихлюючої промивки, $i = 3$ л/(м²·с) за [7];

$t_{\text{взр}}$ – тривалість взрихлюючої промивки, $t_{\text{взр}} = 20$ хв.

$$q_{\text{взр}} = \frac{3 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 20}{1000} = 1,8 \text{ м}^3/\text{рег}.$$

7) " Витрата води на приготування регенераційного розчину, м³/рег" [7]

$$q_p = \frac{B_c \cdot 100}{1000 \cdot \rho_p \cdot b}; \quad (3.36)$$

де b – концентрація регенераційного розчину, $b = 8$ %;

ρ_p – густина регенераційного розчину при 20 °С, $\rho_p = 1,056$ т/м³.

$$q_p = \frac{65,6 \cdot 100}{1000 \cdot 1,056 \cdot 8} = 0,78 \text{ м}^3/\text{рег}.$$

8) "Витрата води на відмивання від продуктів регенерації, м³/рег" [7]

$$q_{\text{від}} = q_{\text{кат}} \cdot f \cdot h_{\text{сл}}; \quad (3.37)$$

де $q_{\text{кат}}$ – питома витрата води на відмивання катіоніту, $q_{\text{кат}} = 6$ м³/м³ за [7].

$$q_{\text{від}} = 6 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ м}^3/\text{рег}.$$

9) "Витрата води на одну регенерацію [7]

$$q_B = q_{\text{взр}} + q_p + q_{\text{від}}; \quad (3.38)$$

$$q_B = 1,8 + 0,78 + 4,5 = 7,08 \text{ м}^3/\text{рег}.$$

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10) "Добова витрата води на регенерацію" [7]

$$q_B^{\text{доб}} = q_B \cdot m \cdot n; \quad (3.39)$$

$$q_B^{\text{доб}} = 7,08 \cdot 0,069 \cdot 1 = 0,489 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

11) "Витрата води на власні потреби за годину" [7]

$$q_B^{\text{сер}} = \frac{q_B^{\text{доб}}}{24}; \quad (3.40)$$

$$q_B^{\text{сер}} = \frac{0,489}{24} = 0,02 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Слід також передбачити вибір допоміжного обладнання, а саме складу реагентів. Необхідно передбачити зберігання 30-ти денного запасу повареної солі, при доставці її до котельного залу автомобільними шляхами.

“Обсяг резервуара сухого збереження солі визначається по формулі, м³” [7]

$$V = \frac{1,5 \cdot B_c \cdot (b + \rho)}{1000}; \quad (3.41)$$

де b – необхідний запас на 30 діб;

ρ – залишок солі на 10 діб.

$$V = \frac{1,5 \cdot 65,6 \cdot (30 + 10)}{1000} = 3,93 \text{ м}^3.$$

Кожен Na-катіонітний фільтр має власний бак мокрого зберігання розчину солі для регенерації, кожен ємністю 5 м³, що цілком забезпечить зберігання необхідного запасу.

3.6 Аеродинамічний розрахунок димової труби

Призначення димової труби котельної полягає в створенні природної тяги, відведення й ефективного розсіювання в атмосферу газоподібних продуктів згорання палива до меж, які допускаються санітарними нормами. Розрахунок розсіювання в атмосферу шкідливих речовин виконується для найбільш несприятливих метеорологічних умов, які залежать від швидкості вітру і температури зовнішнього повітря [15].

Висота димової труби залежить від опору газового тракту котла, від виходу газів з котла і опору самої димової труби з врахуванням її самотяги. Висота димової труби повинна забезпечити подолання опору газового тракту після котла і самої димової труби [15].

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8) “Швидкість газів на горизонтальній ділянці димової труби, м/с” [7]

$$W_{\text{гор}} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D_r^2}; \quad (3.49)$$

$$W_{\text{гор}} = \frac{4 \cdot 4,43}{3,14 \cdot 0,8^2} = 8,81 \text{ м/с.}$$

9) “Аналогічний розрахунок на вертикальній ділянці димової труби, м/с” [7]

$$W_{\text{верт}} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D_r^2}; \quad (3.50)$$

$$W_{\text{верт}} = \frac{4 \cdot 4,43}{3,14 \cdot 1^2} = 5,64 \text{ м/с}$$

10) “Густина газів на горизонтальній ділянці димової труби, кг/м³” [7]

$$\gamma_{\text{гор}} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_r + 273}; \quad (3.51)$$

$$\gamma_{\text{гор}} = \frac{1,34 \cdot 273}{100 + 273} = 0,98 \text{ кг/м}^3.$$

11) “Аналогічний розрахунок на вертикальній ділянці димової труби, кг/м³” [7]

$$\gamma_{\text{верт}} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{cp} + 273}; \quad (3.52)$$

$$\gamma_{\text{верт}} = \frac{1,34 \cdot 273}{94,43 + 273} = 0,996 \text{ кг/м}^3.$$

Коефіцієнти місцевих опорів (див. табл. 3.5)

Таблиця 3.5 – Коефіцієнти місцевих опорів

Вид	Раптове звуження	Раптове розширення	Поворот 90°	Розширення з поворотом 90°	Розширення з поворотом 45°	трійник		вихід з труби
						прохід	поворот	
КМО	0,3	0,1	0,9	1,2	0,5	0,5	1,5	1
Кількість на горизонтальній ділянці	0	1	1	0	1	1	0	0
Кількість на вертикальній ділянці	0	0	0	0	0	0	1	1

12) “Втрати тиску на горизонтальній ділянці димової труби, Па” [7]

$$\Delta p_{\text{гор}} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_r} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W_{\text{гор}}^2}{2g} \cdot \gamma_{\text{гор}}; \quad (3.53)$$

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газоходах за котлами.

Висота димових труб визначена на підставі аеродинамічного розрахунку газоповітряного тракту, висоти найближчих будинків, споруд, з умови розсіювання шкідливих речовин в атмосферу та з умови підтримання розрідження за котлом 2 мм. вод. ст. Відмітка верху кожної димової труби +31 м відносно рівня підлоги котельні.

3.7 Паливне господарство

Основним паливом для котельної є природний газ. Резервне паливо не передбачається. Газ, що подається в котельню, одарований для комунально-побутового призначення.

До будівлі котельні підводиться газопровід середнього тиску. З ШРП по фасаду будівлі прокладається газопровід с/т Г2 Ø273x8,0 до котлів Vitomax HW в приміщенні котельні. Проектом передбачається встановлення газорегулюючої установки зовні котельні, яка здійснює подачу зредукованого газу на котли та підтримання стабільного тиску газу. Встановлення ШРП передбачено після ВОГ [16].

В приміщенні котельні на вході газу встановлюються швидкодіючий електромагнітний нормально закритий відсічний клапан з ручним взводом фірми «Madas» M16/RM N.C Ду250 на газопроводах с/т Г2 Ø273x8, який автоматично закривається при:

- Зникненні електроживлення;
- Зникненні подачі газу;
- Загазованості приміщення котельні 20% НКПР (поріг 2);
- Спрацьовуванні пожежної сигналізації.

Автоматика безпеки котлів забезпечує припинення подачі газу при припиненні подачі електроенергії, несправності ланцюгів захисту, згасанні факелу пальника, відключення якого при роботі котла не дозволяється, а також при досягненні допустимих значень таких параметрів:

- тиску газу перед пальником;
- тиску повітря перед пальником з примусовою подачею повітря.

Газопровід має необхідну систему продувальних трубопроводів та трубопроводів безпеки перед останньою арматурою у пальників котлів. На котлоагрегатах встановлений газовий пальник в комплекті з рампою. На кожній газовій рампі комплектно встановлюється: фільтр, реле мінімального тиску газу/контроля герметичності клапанів, клапан безпеки, клапан безпеки/регулятор (стабілізатор) тиску, реле максимального тиску газу. На газопроводі встановлено необхідну запірну, відсічну та регулюючу арматуру, що забезпечує безпеку спалювання газу [16].

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В проекті переоснащення котельні передбачено наступні заходи з енергозбереження:

- потужність котельні прийнята відповідно до Завдання на проектування що перевищує необхідну потужність лише на 10 %;
- застосування ефективних водогрійних котлів;
- автоматичне регулювання процесу спалення газу за рахунок використання пальників з автоматичною підтримкою високої якості спалювання газу;
- комерційний вузол обліку витрати природного газу з вбудованим коректором об'єму;
- технологічні поагрегатні вузли обліку природного газу на кожний котел;
- вузол обліку холодної води господарчо-побутового водопроводу, що забезпечує технологічні потреби котельні;
- підживлення систем тепlopостачання пом'якшеною водою;
- якісне регулювання відпуску тепла, що забезпечує підтримання температури теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря за рахунок триходового клапану, датчику температури зовнішнього повітря та комплексу заходів з автоматизація і керуванню процесом;
- автоматичне регулювання параметрів роботи котлів та допоміжного обладнання котельні за рахунок комплексної автоматизації технологічного процесу;
- встановлення контрольно-вимірювальних приладів для контролю за параметрами роботи котельні;
- покриття тепловою ізоляцією обладнання, трубопроводів теплоносіїв та газоходів з температурою на поверхні більш +45 °С. В проекті застосовані сучасні теплоізоляційні конструкції;
- оптимальну площі віконних прорізів згідно з нормами та правилами та заміну вікон на метало пластикові, що сприяє скороченню втрат тепла через віконні прорізи.

3.9 Висновки до розділу 3

В розділі 3 в результаті розрахунку теплової схеми котельні прийнято до установки два водогрійні котли VISSMANN типу Vitomax HW одиничною теплопродуктивністю 10,0МВт, виробництва ТОВ «ВІССМАНН». Котловий блок поставляється з системою автоматики безпеки та пальником PREPARE EK EVO 9.10400 G-E/VT3 KN FOR FC 22 KW EXTERNE. Додатково встановленні два двухконтурних конденсаційних теплоутилізаторів типу FRG виробництва ТОВ «СОЕ».

До встановлення прийнята пом'якшувальна установка AquaFlow TVS фірми ТОВ

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«АКВАХІМПОСТАЧ».

Вибрано газоходи котлових модулів Ду 800/860 та димові труби Ду 1000/1060, які складаються із: внутрішньої труби – нержавіюча сталь товщиною 1 мм та теплової ізоляція із базальтової мінеральної вати товщиною 25–30 мм, яка зовні покрита оцинкованим листовим металом товщиною 0,5 мм.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВОДОПРОВІД ТА КАНАЛІЗАЦІЯ

4.1 Водопостачання

Джерелом водопостачання котельні є проектуємий господарсько-протипожежний водопровід м. Кременчук, підключення до якого здійснюється від водопроводу Ду150 мм в колодязі ВК. Від колодязя до котельні прокладається підземний водопровід.

В котельні холодна вода витрачається на:

- підготовку води для гарячого водопостачання споживачів;
- на підготовку хімічищеної води для технологічних потреб котельні підживлення зовнішніх теплових мереж;
- господарсько-побутові потреби котельні;
- на мокре прибирання приміщень (з розрахунку 0,40 л/м² підлоги один раз у добу протягом години);
- внутрішнє пожежогасіння.

Внутрішня ввідна мережа господарчо-питного водопроводу запроектована зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб діаметром 150x4,5, 80x4,0, 65x3,5 та 15x2,8, мм за ГОСТ 3265-75*, сталевих електрозварних труб діаметром 219x6, 89x3,5, 76x3,5 та 57x3,5 мм за ГОСТ 10704-91. Сталеві трубопроводи офарбовуються олійною фарбою за два рази.

Водолічильний вузол, розташований на вводі у будівлю котельні, обладнаний самопромивним фільтром та обвідною лінією з електрозасувкою. Для обліку холодної води встановлюється лічильник MWN-130 Ду100 або аналогічний даному. Обвідна лінія розрахована на максимальну витрату води з врахуванням води, необхідної на внутрішнє пожежогасіння. Відкриття електрозасувки передбачено від кнопок біля пожежних кранів.

Згідно п.8.13 [17] проектом передбачене внутрішнє пожежогасіння котельні від чотирьох пожежних кранів Ду50. Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння складає 5,0 л/сек (два струмені по 2,5 л/сек кожна), необхідний напір складає 21 м вод. ст.

Пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм та 25 мм комплектуються пожежними рукавами довжиною 20 м і встановлюються на висоті 1,35 м над підлогою приміщення в шафках, які мають по 2 вогнегасники, отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. В шафках пожежних кранів встановлюються кнопки, від яких поступає сигнал на відкриття електрозасувки на обвідній лінії водомірного вузла [18].

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta h_{\text{водоліч}}$ – втрати тиску в водолічильному вузлі, Па;

$\Delta h_{\text{р.т.}}$ – втрати тиску в вузлі регулювання тиску Па;

$\Delta h_{\text{мережі}}$ – втрати тиску в мережі, Па;

$\Delta h_{\text{ІТП}}$ – втрати тиску в ІТП, Па;

$h_{\text{вільн.тиск}}$ – мінімальний вільний тиск перед найбільш високо розміщеним приладом, м

$$H=25,3+0,5+2,9+7,5+4,0+10+5+5=60,2 \text{ Па.}$$

Мінімальний гарантований напір в зовнішній мережі згідно ТУ складає 0,4 МПа (40,0 м вод. ст.). Компенсацію втрати тиску в ІТП забезпечують циркуляційні насоси. Проектом передбачено встановлення в котельні насосів рециркуляції ГВП: $Q=50 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=40 \text{ м вод.ст.}$ (1 – робочий, 1 – резервний) для компенсації втрат тиску в теплових мережах.

4) “Гідравлічний розрахунок водопроводу для умов роботи котельні та для потреб пожежогасіння” [19]

$$H=H_{\text{Г}}+\Delta h_{\text{мережі}}+h_{\text{вільн.тиск}}, \quad (4.4)$$

де $H_{\text{Г}}$ – геометрична висота підйому води, м вод. ст.;

$\Delta h_{\text{мережі}}$ – втрати тиску в мережі, м вод. ст.;

$h_{\text{вільн.тиск}}$ – мінімальний вільний тиск перед найбільш високо розміщеним приладом, м вод. ст.

$$H=3+4+10=17 \text{ м вод. ст.}$$

Мінімальний гарантований напір в зовнішній мережі згідно ТУ складає 0,4 МПа (40,0 м вод. ст.). Для забезпечення пожежогасіння влаштування насосної станції не потрібне.

Для потреб поливу використовуються існуючі крани, які розташовані на території підприємства та знаходяться поряд з будівлею котельні.

4.3 Каналізація

Проектом передбачена внутрішня та зовнішня мережа господарської каналізації котельні Ду100 та Ду150. Каналізація котельні включає в себе відведення стоків за допомогою дренажних воронок від виробничого обладнання та миття підлоги. Підлога передбачена з ухилом не менше 1% у напрямку дренажних воронок. Побутова каналізація котельні підключається до колодязя каналізації ззовні будівлі.

Внутрішня каналізація від санітарно-побутових приміщень виконується із трубопроводів діаметром 50x4 та 110x3,2; каналізація від технологічного обладнання до колодязя-охолоджувача виконуються із сталевих труб діаметром 159x4,5 та 133x4,5.

Відведення дощових і талих вод з даху котельні здійснюється зовнішніми водостоками відкритими випусками.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В місці установки колодязя та трубопроводів каналізації виконується ущільнення ґрунту на глибину 0,3 м. Поверхня землі навколо люка колодязя охолоджувача на відстань 0,3 м ширше пазух запланована з нахилом 0,03 від колодязя. В разі виконання робіт по прокладці каналізації при від'ємних температурах зовнішнього повітря передбачається влаштування пісочної основи товщиною 0,4 м під камеру та влаштування пісочної основи товщиною 0,1 м під трубопроводи.

Стічні води котельні відповідають вимогам «Правила прийому стічних вод абонентів у систему каналізації». Забруднення в межах допустимих норм без перевищень відповідно до даних наведених в таблиці. В котельні передбачаються наступні системи:

Мережа господарчо-побутового водопостачання суміщена з мережею протипожежного водопостачання (система В1) ;

Мережа дренажної каналізації незабруднених стічних вод (система К13, К13н).

Водопостачання котельні для господарчо-побутових та протипожежних потреб здійснюється від існуючої загальної системи водопостачання будівлі. Котельня підключена до існуючого загального господарчо-побутового міського водопроводу.

Мережа господарчо-побутового водопроводу обладнується вузлом обліку холодної води.

З мережі В1 вода витрачається на потреби установки хімічного пом'якшення води та вологе прибирання приміщення. Для вологого прибирання в приміщенні котельні передбачається поливний кран.

В приміщенні котельні передбачається прокладка трубопроводу на потреби пожежогасіння. Витрата води прийнята згідно [17] та складає 2 струменя по 2,5 літра в секунду.

Відповідно до [18] передбачено зовнішнє пожежогасіння котельні, яке здійснюється від пожежного гідранту, який встановлений в водопровідному колодязі на відстані не більше 10 м від котельні. Витрата води - 10 л/сек.

Трубопроводи прокладаються відкрито та фарбуються по ґрунту ГФ-021 олійною фарбою за два рази. Трубопроводи від лічильника до побутових приміщень прокладати в ізоляції.

В приміщенні котельні передбачено прокладання дренажної каналізації.

Відвід аварійних технологічних стоків, води після промивання фільтра, мийки підлог передбачений за допомогою трапів та воронок в каналізацію котельні. Дренажна каналізація підключається до існуючого випуску каналізації будівлі.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Основні показники водопостачання та каналізації

Споживачі		Максимальні добові витрати гарячої води, Q_{hmax} ($Q_{стmax}$), м ³ /добу	Максимальні годинні витрати води, q_{ht} ($q_{ст}$), м ³ /год	Максимальні і секундні витрати води, q_{ht} ($q_{ст}$), л/год
Потреби споживачів в холодній воді				
Потреби котельні в холодній воді				
Господарчо-питні потреби	4 працівників котельні при ремонті (2 за зміну)	0,1	0,03	0,008
Душова кабіна	2 працівників котельні при ремонті (1 за зміну)	1,0	0,5	0,14
Поливання газонів та покриття		1,5		
Виробниче водоспоживання (ХВП)	24 години на добу	52,8	2,2	0,61
Охолоджувачі відбору проб	2	0,4	0,03	0,01
Мийка (використовується при контролі водно хімічного режиму)	1	0,08	0,03	0,01
Потреби котельні в гарячій воді				
Господарчо-питні потреби	4 працівників котельні при ремонті (2 за зміну)	0,1	0,03	0,008
Душова кабіна	2 працівників котельні при ремонті (1 за зміну)	0,54	0,27	0,08
Всього:		56,52	3,91	0,89
Каналізація				
Господарчо-питні потреби	4 працівників котельні при ремонті (2 за зміну)	0,1	0,03	0,008
Душова кабіна	2 працівників котельні при ремонті (1 за зміну)	1,0	0,5	0,14
Виробниче водоспоживання (ХВП)	4 рази на добу	8,8	2,2	0,61
Охолоджувачі відбору проб	2	0,4	0,03	0,01
Мийка (використовується при контролі водно хімічного режиму)	1	0,08	0,03	0,01
Всього:		10,58	3,56	0,79

4.4 Висновок до розділу 4

В розділі 4 розглянули водопостачання та каналізацію котельні, а саме визначені, які труби для цього використовують, лічильники, куди відправляють сточні води та які баки використовуються для підготовленої води. Водопостачання котельні здійснюється одним вводом Ду100 з існуючим водомірним вузлом на базі лічильника Ду 40 з функцією передачі даних до інтелектуальної системи обліку та диспетчеризації. Стоки від дренажної каналізації відводяться до існуючого колодязя–охолоджувача, після чого перекачуються в існуючу зовнішню мережу каналізації.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних засобів і заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності особи в процесі трудової діяльності.

Тема дипломного проекту: «Квартальна котельня для теплопостачання групи житлових будинків в м. Кременчук, Полтавської області». В котельні як основний вид палива використовується природний газ. Компонування основного і допоміжного устаткування в приміщеннях котельні виконані згідно вимог ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» та НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання».

Під час проектування котельні були виконані вимоги ДБН В.2.5-77:2014 та інших чинних нормативних актів з охорони праці та пожежної безпеки. Передбачені побутові та спеціальні приміщення (сан. вузли, гардеробні, операторна та ін.). Запроваджені протипожежні заходи відповідають вимогам " Правилами пожежної безпеки в Україні ".

Проектом передбачені всі необхідні заходи з охорони праці та виробничої санітарії, які при експлуатації котельні забезпечують безпечні та комфортні умови праці для обслуговуючого персоналу.

В цьому розділі, для забезпечення діючих вимог в сфері охорони праці, запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання, технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії, а також визначені основні заходи з пожежної безпеки та профілактики.

5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання.

В представленому проекті системи управління та автоматизації технологічним устаткуванням забезпечують такі функції як: контроль параметрів технологічного процесу і сповіщення про відхилення їх від заданого значення, управління основними технологічними блоками, регулювання технологічних параметрів, відключення подачі газу при порушенні допустимих норм концентрації горючих газів та відключення котельних агрегатів у аварійних ситуаціях.

Водогрійні котли VISSMANN типу Vitomax HW забезпечені засобами автоматизації для управління та контролю за роботою системи. Вони обладнані автоматикою безпеки, засобами контролю, сигналізації і управління технологічними параметрами роботи котла, мають автоматичне регулювання співвідношення паливо – повітря.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматика безпеки водогрійних котлів VISSMANN Vitomax HW забезпечує припинення подачі палива при наступних ситуаціях:

- припиненні подачі електроенергії;
- загасанні полум'я пальника;

а також при досягненні граничних значень одного з показників, а саме:

- тиску газу перед пальниками;
- розрідження в топці;
- температури води у водогрійному котлі;
- тиску води за водогрійним котлом;
- тиску повітря перед пальниками з примусовим постачанням повітря.

Газові водогрійні котли VISSMANN Vitomax HW обладнані автоматичними пристроями, які забезпечують його відключення при відхиленні від робочих параметрів:

- при припиненні подачі газу;
- при підвищенні або зниженні тиску газу;
- при погашенні полум'я;
- при відсутності (відхилення) тяги у димоході;
- при зниженні тиску води нижче мінімального тиску.

5.1.1 Компоновка основного і допоміжного обладнання

Компонування основного і допоміжного устаткування в котельні виконана згідно з вимогами розд.3 НПАОП 0.00-1.81-18.

Котли встановлюються на відм. +0,100.

Відстань від фронту котлів до протилежної стіни по осі А становить 2,2 м , відстань від пальника до цієї стіни - 1,5 м.

Для видалення димових газів проектом передбачаються до кожного котла індивідуальні газоходи з підключенням до двох димових труб. Газоходи котлових модулів Ду 800/860 та димові труби Ду 1000/1060 виготовляються на спеціалізованому підприємстві і складаються із: внутрішньої труби – нержавіюча сталь товщиною 1 мм та теплової ізоляція із базальтової мінеральної вати товщиною 25-30 мм, яка зовні покрита оцинкованим листовим металом товщиною 0,5 мм. На вулиці збірні газоходи підключаються до газоходів димових труб Ду1000/1060, які кріпляться до металевого каркасу. Проектом передбачено встановлення вибухових запобіжних клапанів Ду800 на газоходах за котлами.

На виході з котлів, встановлені ручні шиберы для відключення котлових модулів та котельного устаткування по газовому тракту. Місця встановлення шиберів у газоходах

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ущільнюються азбестовим шнуром. Котли працюють на дві димові труби висотою 35 м, діаметром 1060 мм.

5.1.2 Заходи з техніки безпеки

При експлуатації і обслуговуванні котлів слід керуватися діючими "Правилами безпеки систем газопостачання України " (НПАОП 0.00-1.76-15.), "Правил будови та безпечної експлуатації об'єкта електроустановок споживачів", "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів" для електроустановок напругою до 1000 В.

До роботи на котлах можуть бути допущені особи, які пройшли інструктаж з охорони праці і які мають посвідчення на право роботи з газифікованим обладнанням та обслуговуванням котлів.

До робіт з технічного обслуговування і ремонту електроустановок і автоматики допускаються особи, які мають право на проведення робіт в електроустановках, з кваліфікацією не менш III розряду.

Клеми датчиків і виконавчих приладів повинні бути надійно захищені від попадання пилу і вологи. Металоконструкції та електрообладнання повинно бути надійно заземлено.

Забороняється знімати кришки з електроустановок при наявності напруги, а також експлуатувати електрообладнання зі знятими кришками.

Забороняється повторний запуск пальників після аварійного вимкнення без з'ясування і усунення причин вимкнення.

Експлуатація пальників при несправній автоматиці забороняється .

При витокі газу забороняється робота пальника, запалювання вогню, включення і виключення електрообладнання.

Всі види ремонтних і профілактичних робіт слід робити тільки на непрацюючому обладнанні, при відключенні від блокової пальника електричних і газових мереж .

Розміщення приладів і проводок необхідно виконувати за місцем, монтаж захисного заземлення (TN-C-S) слід здійснювати відповідно до інструкції з монтажу захисного заземлення електроустановок систем автоматизації РМ4 -200- 82 .

Монтаж приладів і засобів автоматизації повинен виконуватися згідно вимог ДБН В.2.5-27-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд»

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.3 Електробезпека

В електроустановках котельні передбачена система захисного заземлення електроустановок TN-C-S. Проектовані електромережі виконуються 4-х провідними із захисним PEN-провідником або 5-ти провідними із захисним PE-провідником.

Для захисту від ураження електричним струмом в електроустановках котельні передбачається зрівняння потенціалів, для чого в ТП встановлюється головна заземлювальна шина, яка підключається до зовнішнього захисного заземлення.

До головної заземлювальної шини приєднуються всі захисні PE- та PEN-провідники внутрішніх мереж, металеві труби комунікацій, які входять в будівлю, металеві елементи будівлі котельні.

Конструкція, виконання і клас ізоляції застосованого обладнання і матеріалів обрані відповідно до умов навколишнього середовища, пожежної безпеки приміщень та прокладання електромереж.

Види електропроводок і способи прокладки електрокабелів прийняті з урахуванням вимог електро- та пожежної безпеки. Оболонки та ізоляція кабелів відповідають способам прокладки і умов навколишнього середовища.

Згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.21-98 електроприміщення комплектуються основними і допоміжними захисними засобами, а також первинними засобами пожежогасіння. Обсяг захисних засобів може збільшуватися залежно від системи організації експлуатації та місцевих умов.

Дотримання вимог до захисних заходів при експлуатації та ремонті мереж і електроустановок повинні відповідати діючим вимогам з електробезпеки відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016.

Для створення та дотримання безпечних і нешкідливих умов праці при експлуатації та ремонті мереж і споруд електропостачання необхідно керуватися вимогами НПАОП 40.1-1.21-98 а при виконанні окремих видів робіт, які є не специфічними для електротехнічного персоналу - вимогами міжгалузевих, чинних в Україні нормативних актів про охорону праці.

Технологічні карти або інша технічна документація повинні містити вимоги безпеки, дотримання яких є обов'язковим при організації та виконанні робіт.

Експлуатувати (обслуговувати) електрогосподарство котельні повинен відповідно підготовлений штат електротехнічного персоналу , забезпечений всіма необхідними засобами і обладнанням для виконання ремонтних робіт .

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі електромонтажні роботи в котельні необхідно виконувати згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-82:2016.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення, який визначається поєднаними діями на організм людини, температури, вологості, швидкості руху повітря та теплових випромінювань. Отже, основними параметрами мікроклімату є: температура, відносна вологість, швидкість переміщення повітря та інтенсивність теплового випромінювання. Параметри мікроклімату можуть змінюватись у широких межах і істотно впливати на самопочуття та здоров'я працівника продуктивність та якість його праці. Людина постійно знаходиться в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем.

Параметри мікроклімату діють на організм людини комплексно. Параметри мікроклімату нормуються ДСН 3.3.6.042-99 (Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони) залежно від тяжкості виконуваних робіт і періоду року.

Відповідно до цього нормовані параметри зводимо в табл. 6.1

Таблиця 6.1 - Допустимі і оптимальні параметри температури повітря ($t, ^\circ\text{C}$), відносної вологості($\varphi, \%$) і швидкості руху повітря ($v, \text{м/с}$)

Період року	Оптимальні параметри			Допустимі параметри		
	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$v, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$v, \text{м/с}$
Теплий	22-24	40-60	0,2	21-28	≤ 60	0,1-0,3
Холодний	21-23	40-60	0,1	20-24	≤ 75	0,1-0,2

Технічні рішення для забезпечення вимог діючих норм (регламентуються):

- вентиляція котельного залу на всі періоди року передбачена припливно-витяжною, розрахованою на асиміляцію теплонадлишків. Обсяг припливного повітря компенсує об'єм повітря, що надходить у топку котлів для підтримання процесу горіння і потім видаляється за допомогою витяжної вентиляції. У котельному залі незалежно від режиму експлуатації забезпечується постійний 3-х кратний повітрообмін;

										Арк.
										65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- для підтримки необхідної температури в приміщеннях котельної в зимовий час в котельній застосовується опалювання. Теплоносієм системи опалювання є гаряча вода що йде в систему опалювання від водогрійних котлів VITOMAX 100-LW;

- передбачено зниження викидів забруднюючих речовин за рахунок скорочення витрати палива, застосування досконаліших газоспалюючих пристроїв;

- димова труба забезпечує розсіювання шкідливих викидів на великій площині.

5.2.2 Заходи по оптимізації складу повітря робочої зони

Для безпечної роботи в приміщенні котельні встановлюється газоаналізатор. Контроль наявності вибухонебезпечної концентрації природного газу в приміщенні котельні, а саме метану (CH₄), а також перевищення концентрації чадного газу (CO) виконується системою газоаналізатора ВАРТА 1-03 ЗАТ "ТЕМІО".

При досягненні загазованості приміщення 10% від нижньої межі займистості природного газу, а також при перевищенні 200 р.р.т. чадного газу, включається попереджувальна сигналізація. При досягненні загазованості приміщення 20% від нижньої межі займистості природного газу спрацьовує газосигналізатор, який приводить в дію швидкодіючий клапан - відсікач на вводі газопроводу. Також передбачається контроль зниження температури в котельні, пожежний контроль (підвищення температури повітря в котельні вище 70 ° C) і охоронна сигналізація.

5.2.3 Заходи по оптимізації виробничого освітлення робочих місць

У котельні передбачені наступні види освітлення [20]:

- робоче освітлення (живлення від електромережі змінного струму, напругою 220 В);

- аварійно - евакуаційне (живлення від електромережі змінного струму, напругою 220

В або від електромережі постійного струму напругою 12 – 24 В);

- ремонтне освітлення (живлення від електромережі змінного струму, напругою 12).

Підключення щитів освітлення виконано від ТП кабельними лініями по радіальних схемах.

Мережі освітлення захищені від перевантаження і струмів короткого замикання.

Ремонтне освітлення виконується на напрузі 12 В і живиться від мережі аварійного освітлення через знижувальні трансформатори 220/12 В.

Проектні рішення по природному, штучному і комбінованому освітленню приміщень та окремих зон відповідають вимогам СНиП 23-05-95 та ДБН В.2.5-28-2006.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк. 66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.4 Засоби і методи захисту від виробничого шуму

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в котельній передбачені наступні засоби:

- для машиніста котлів створене окреме, ізольоване від шуму, приміщення з розміщенням в ньому щитів технологічної сигналізації (щитова);
- службово-побутові приміщення захищені від шуму діючого устаткування глухими стінами;
- застосовуються засоби індивідуального захисту від шуму – протишумні навушники;
- зменшення шуму в джерелі шляхом вдосконалення устаткування і експлуатації його в нормальних режимах.
- вентилятори і димососи встановлюються за котлом біля стіни будівлі, самої віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;
- для зниження рівня звукового тиску в газоході і димовій трубі при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчаті глушники шуму з напівжорсткої мінеральної плити в оболонці із склотканини і перфорованого листа;
- воздуховоди і вентиляційне устаткування приєднуються за допомогою гнучких вставок.

Рівень звукового тиску від обладнання котельні та викиди шкідливих речовин не перевищують нормативних значень, встановлених ДСН 3.3.6-037-99.

Для зниження рівня шуму і для запобігання вібрацій, які можуть передаватися від обладнання (мережеві та циркуляційні насоси) проектом передбачені гнучкі трубопровідні вставки.

5.2.5 Захист від інфрачервоного випромінювання при експлуатації обладнання котельні

Теплові випромінювання від нагрітих предметів та устаткування значно впливають на створення несприятливих мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях. Крім того, теплові (інфрачервоні) випромінювання також впливають на організм людини. Ефективність такого впливу залежить від густини потоку енергії інфрачервоних випромінювань, довжини хвилі, тривалості і зони (області) впливу. Останній може бути загальним і локальним.

Інтенсивність теплового опромінювання людини від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м² у разі опромінення 50% поверхні тіла і 70 Вт/м² - у разі опромінення від 25 до 50% та 100 Вт/м² - у випадку

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опромінення до 25% поверхні тіла. Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від відкритих джерел (нагрітий метал, скло, "відкрите" полум'я тощо) не повинна перевищувати 140 Вт/м², при цьому опроміненню не повинно підлягати більше 25% поверхні тіла, і обов'язковим є використання засобів захисту обличчя та очей.

Для забезпечення допустимих параметрів теплових (інфрачервоних) випромінювань в котельній проектом передбачені наступні засоби і методи захисту:

- в котельній виконується теплова ізоляція технологічного обладнання, що має температуру > 45 °С;
- використання засобів захисту обличчя та очей;
- для поповнення водного балансу персонал отримує підсолену газовану воду з розрахунку 4-5 л на зміну;
- обов'язкове забезпечення персоналу спецодягом.

В проекті реконструкції котельні виконані усі вимоги пожежобезпеки згідно з НАПБ В.01.34-2005 "Правилами пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України", затв. наказом МПЕ від 26.09.2018 № 491. Проектом передбачені необхідні технічні рішення системи протипожежного захисту. Це комплекс заходів і засобів, які дозволяють отримати інформацію про пожежу, забезпечити умови для гасіння пожежі, евакуації персоналу котельні та збереження матеріальних цінностей. Передбачаються заходи щодо забезпечення приміщень котельні засобами телефонізації, радіофікації, автоматичної пожежної сигналізації.

Побутові кондиціонери, а також технологічні системи обладнані автоматичною пожежною сигналізацією і зупиняються за сигналом "Пожежа". Можливо дистанційне централізоване вимикання вентиляційних систем на випадок пожежі.

Зовнішнє пожежогасіння виконується від пожежних шаф на території котельні.

Внутрішня мережа господарського, питного і протипожежного водопроводу монтується зі сталевих водопровідних оцинкованих труб D = 15-50 мм.

Згідно з ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 категорія приміщення котельні за вибухопожежною небезпекою «Г» відповідно до технологічної частини проекту.

Кількість, умови зберігання та розташування вогнегасників у котельні відповідає вимогам ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-2007.

Пожежна безпека в робочому приміщенні забезпечена згідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» та інших діючих нормативних документів.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Пожежна безпека та профілактика

В проекті будівництва котельні виконані усі вимоги пожежобезпеки згідно з НАПБ В.01.34-2005 “Правилами пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України”, затв. наказом МПЕ від 26.09.2018 № 491. Проектом передбачені необхідні технічні рішення системи протипожежного захисту. Це комплекс заходів і засобів, які дозволяють отримати інформацію про пожежу, забезпечити умови для гасіння пожежі, евакуації персоналу котельні та збереження матеріальних цінностей. Передбачаються заходи щодо забезпечення приміщень котельні засобами телефонізації, радіофікації, автоматичної пожежної сигналізації.

Побутові кондиціонери, а також технологічні системи обладнані автоматичною пожежною сигналізацією і зупиняються за сигналом "Пожежа". Можливо дистанційне централізоване вимикання вентиляційних систем на випадок пожежі.

Зовнішнє пожежогасіння виконується від пожежних шаф на території котельні.

Внутрішня мережа господарського, питного і протипожежного водопроводу монтується зі сталевих водопровідних оцинкованих труб $D = 15-50$ мм.

Згідно з ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 категорія приміщення котельні за вибухопожежною небезпекою «Г» відповідно до технологічної частини проекту.

Кількість, умови зберігання та розташування вогнегасників у котельні відповідає вимогам ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-2007.

Пожежна безпека в робочому приміщенні забезпечена згідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» та інших діючих нормативних документів.

5.4 Висновки до розділу 5

В даному розділі були прийняті технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання. Системи управління та автоматизації технологічним устаткуванням забезпечують такі функції як: контроль параметрів технологічного процесу і сповіщення про відхилення їх від заданого значення, управління основними технологічними блоками, регулювання технологічних параметрів, відключення подачі газу при порушенні допустимих норм концентрації горючих газів та відключення котельних агрегатів у аварійних ситуаціях. В електроустановках котельні передбачена система захисного заземлення електроустановок TN-C-S.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті бакалавра було виконано проєктування водогрійної опалювальної котельні в м. Кременчук, що виробляє теплоту для опалення споживачів, а також теплоту для потреб ГВП.

В результаті розрахунків теплових навантажень були отримані теплові втрати одного будинку з житлового масиву, який є безпосереднім споживачем теплової енергії котельні. Теплові навантаження складають: 14,8 МВт – навантаження системи опалення; 2,08 МВт – середнє навантаження системи ГВП; 5 МВт – максимальнє теплове навантаження системи ГВП; 19,8 МВт – сумарнє навантаження котельні.

Для отриманого навантаження була розроблена теплова схема котельні, за якою було підібране необхідне основне обладнання. Створено 3D модель котельні в системі AutoCAD, яка показує розміщення основного й допоміжного обладнання, яке необхідне для забезпечення технологічних процесів виробництва теплоти, яке у подальшому буде використано для забезпечення цілей опалення та ГВП мікрорайону в м. Кременчук.

Передбачається встановлення наступного теплогенеруючого обладнання. Два котли фірми Vitomax HW 6/10бар з номінальною теплопродуктивністю $Q_{к\text{ ном}} = 10\text{ МВ}$, з автоматикою безпеки, автоматикою регулювання котлових параметрів та коефіцієнтом корисної дії не менше 92%. Конденсаційний теплоутилізатор для утилізації тепла відхідних газів водогрійного котла, теплоти конденсації водяної пари, що містяться в димових газах та зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище за рахунок економії витрати природного газу. Пом'якшувальна установка AquaFlow TVS фірми ТОВ «АКВАХІМПОСТАЧ». Система очищення та обробки сиріої води: механічне очищення, зм'якшування та хімічну деаерацію підживлювальної води. На основі гідравлічного розрахунку було підібрано насоси мережного теплоносія фірми Grundfos. Підібрано три теплообмінники фірми «FUNKE». Виконано аеродинамічний розрахунок димової труби, яка має наступні конструктивні Ду 1000/1060 та висоту 35 м.

В розділі водопровід і каналізація виконано розрахунок необхідного тиску води на вводі в котельню. Визначено максимальні витрати води на потреби котельні та на внутрішнє пожежогасіння котельні. Передбачено внутрішню та зовнішню мережу господарської каналізації котельні Ду100 та Ду150.

Для забезпечення безпечного обслуговування котельні персоналом та наявного в ній обладнання було розроблено комплекс заходів, яких необхідно дотримуватися під час експлуатації котельні та висвітлено в розділі 6 “Охорона праці”.

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Варламов Г.Б. Теплоенергетика та екологія: Підручник / Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Маляренко. – Х.: «Видавництво САГА», 2008. – 234 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. 73с.
3. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144«Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). –Київ : КПІ ім. ІгоряСікорського, 2019. – 380 с.
4. Боженко М.Ф. Джерела тепlopостачання та споживачі теплоти: навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало. – Київ : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 192 с.
5. ДСТУ - Н Б В. 1.1 - 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. - Чинний від 2011 - 11 - 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.-123 с.
6. ДБН В.2.6-31:2016 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ». Чинний від 2017–05- 01.– Київ: Мінрегіон України, 2017.– 31с.
7. Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно-централізованого тепlopостачання [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144«Теплоенергетика»/ М.Ф. Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського.–Електронні текстові дані (1 файл:5,021Мбайт). –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.–170с.
8. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. частина і. проектування. частина іі. будівництво». Чинні від 2013 - 03 - 01. - Київ: Мінрегіон України, 2013. - 122 с.
9. ДБН В.1.2–2:2006 "Навантаження і впливи" [Чинні від 2006–07–03]. Київ, 2006. 61с. (Інформація та документація).
10. ДБН В.2.5–77:2014. Котельні. [Чинні від 2015–01–01]. Київ, 2014. 61с. (Інформація та документація).
11. ДБН В.2.5–39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. [Чинні від 2009–01–07]. Київ, 2009. 56с. (Інформація та документація).
12. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче / Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4–е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 288 с.
13. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент. [Чинні від 1993–01–01]. Стандартиформ, 1991. 7с. (Інформація та документація).

					ТП 81 20 07 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Перевірка дипломного проєкту на академічний плагіат



Ім'я користувача:
Боженко Михайло Федорович

ID перевірки:
1011578603

Дата перевірки:
14.06.2022 16:27:13 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
14.06.2022 16:27:59 EEST

ID користувача:
100005082

Назва документа: **Bakalavr_Semenchenko**

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 14716 Кількість символів: 101325 Розмір файлу: 1.35 MB ID файлу: 1011448441

35.8% Схожість

Найбільша схожість: 15.4% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011417947)

4.36% Джерела з Інтернету 103 Сторінка 63

34.8% Джерела з Бібліотеки 225 Сторінка 64

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0.54% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 10 слів та 0%)

0.24% Вилучення з Інтернету 48 Сторінка 65

0.4% Вилученого тексту з Бібліотеки 304 Сторінка 66

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 195

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
K1	Котловий блок газовий Q=10000кВт; P=6кгс/см ² ; T=110/50°C в складі:				копл.	2			
K1.1	Котел газовий	VITOMAX HW		Viessmann	шт.	1			
K1.2	Пальник газовий, комплектно з газомою рампою та приладами керування, діапазон потужності: газ 850..11230 кВт	PREPARE EK EVO 9.10400 G-E/BT3 KN FOR FC 22 KW EXTERNE			шт.	1			
K1.3	Теплоутилізатор двокоонтурний в комплекті з вибуховим клапаном, заслінкою				шт.	1			
K1.4	Насос станції рециркуляції котлового блока Q=100м ³ /год; H=10м.в.ст.;	TP 125-130/4 A-F-A-BQ0E-LX3		Grundfos	шт.	2		НСР 100/10	
K1.5	Бак мембранний розширювальний V=1400л, робочий тиск 10 бар, попередній тиск 3 бар.				шт.	2			
K2	Насос мережної станції Q=1850м ³ /год; H=17мв.ст.	NK 80-160/151 A1F2AE-SBQ0E		Grundfos	шт.	3		МНС 370/17	
K3	Теплообмінник опалення Q=10МВт				шт.	3			
K4	Насос циркуляційної станції споживача Q=180м ³ /год; H=25мв.ст., 3-400В	NK 80-160/151 A1F2AE-SBQ0E		Grundfos	шт.	3			
K5	Бак мембранний розширювальний V=1000л, робочий тиск 10 бар, попередній тиск 3 бар.				шт.	4			
K6	Установка пом'якшення води, у комплекті;				компл.	1			
	- механічний фільтр				шт.	1			
	- установка пом'якшення неперервної дії 2,5м ³ /год				шт.	1			
K7	Накопичувальний бак V=3м ³				шт.	1			
K8	Насос підживлювальної станції	CR 3-8 A-A-A-E-HQ0E		Grundfos	шт.	2			
K9	Насос циркуляційної станції припливних установок	TP 65-250/2 A-F-A-BA0E-KX1		Grundfos	шт.	2		ЦНП У 10/20-2-1.5	
K10	Установка хімічної деаерації				шт.	1			
K11	Лічильник теплової енергії Ду300мм (2 витратоміри)	360/-УУТЗ.РЧ300М2			компл.	1			
K12	Лічильник теплової енергії Ду100мм (2 витратоміри)	80-УУТЗ.РЧ100М2			компл.	1			
K13	Лічильник теплової енергії Ду80мм (2 витратоміри)	80-УУТЗ.РЧ80М2			компл.	1			
K14	Триходовий клапан Ду300	VRT Ду300			шт.	1			
				ТП-81 20 001 ТМК.С					
				Група житлових будинків в м. Кременчук					
							Ставія Аркуш Аркушід		
				Котельня			ДПБ		1
				Специфікація			КПІ ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, кафедра ТЕ		
				Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
				Студент	Семенченко				
				Керівник	Притула				
				П.контр.					
				Н.контр.	Боженко				
				Зав. Каф.	Черноусенко				

Погоджено:

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 81 20 001 ПЗ	Пояснювальна записка	73	
3	A1	ТП 81 20 007 001 ТМК	Схема трубопроводів	1	
4	A1	ТП 81 20 007 002 ТМК	Розташування обладнання. План на відм. 0,000	1	
5	A1	ТП 81 20 007 004 ТМК	Розташування трубопроводів. План на відм. 0,000 , +3,650	1	
6	A1	ТП 81 20 007 003 ТМК	Розташування трубопроводів. Розрізи 1-1, 2-2, 3-3		
7	A3	ТП 81 20 001 ТМК.С	Специфікація	1	

				ТП 81 20 001		
	ПБ	Підп.	Дата			
Студент	Семенченко			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Притула					1
Консульт.	-				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, Кафедра ТЕ	
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Черноусенко					