

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка  
до магістерської роботи

на тему: **Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності  
об'єктів комунальної теплоенергетики**

Виконав: студент групи бдНТ  
спеціальності  
144 Теплоенергетика  
**Циттель М.В.**

Керівник проф. каф. Колієнко А.Г.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Прозапас В.К.  
(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою к.т.н. проф., Голік Ю.С.  
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024

**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри, голова циклової  
комісії Голік Ю.С.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Циттелю Максиму  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики.

керівник проекту (роботи) Колієнко Анатолій Григорович, професор кафедри ТГВТ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу \_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_ року \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Будівельні плани котельні, будинку, генеральний план району забудови 2. Метеорологічні характеристики зовнішнього повітря. 3. Вихідні дані для інженерних розрахунків 4. Параметри енергоносія для будівлі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

1. Вибір вразливих об'єктів теплоенергетики, які потребують підвищення стійкості і надійності: на етапі генерування теплоти – котельні, теплогенераторні; на етапі транспортування – системи теплопостачання, газопостачання; на етапі споживання – будівлі. 2. Аналіз вразливих елементів об'єктів комунальної теплоенергетики: генератори теплоти, токоприймачі, системи електропостачання, інженерні зовнішні мережі, інженерні системи будівель. 3. Результати аналізу літературного огляду з питань шляхів підвищення надійності стійкості і надійності об'єктів

комунальної енергетики 4. Розроблення інженерних рішень з підвищення стійкості на етапі генерування теплоти – впровадження систем когенерації на прикладі районної котельні.5. Розроблення інженерних рішень з підвищення стійкості системи на етапі транспортування теплоти на прикладі району міста - об'єднання локальних теплових мереж в кільцеву систему; 5.Розрахунки і інженерні рішення з підвищення стійкості і надійності на етапі реалізації теплоти в будинку – дублювання систем, використання систем електричного опалення, використання альтернативних видів джерел енергії.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):Л1 Аналіз ризиків функціонування системи комунальної енергетики.Схема комунального теплопостачання Л2. План котельні з водогрійними котлами і встановленням когенераційної установки. Л3. Тепломеханічна схема котельні з інсталяцією когенераційної установки. Л4. Тепловий баланс котельні з когенераційною установкою. Л5. Система теплопостачання району міста з впровадження заходів з об'єднання мереж.Л6 План будівлі з трасуванням системи опалення.Л6 Аксонометрична схема системи опалення. Л7. План покрівлі з встановленням сонячних колекторів. Л8. Економічні і екологічні показники. 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 10.09. 2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Ознайомлення із завданням. Підбір і вивчення літератури	10.09.2023	
2	Аналіз схеми теплопостачання і аналіз ризиків порушення стійкості системи	25.09.2023	
3	Розроблення заходів на етапі генерації теплоти	05.10.2023	
4	Розроблення креслень котельні з когенерацією	15.10.2023	
5	Робота над системою теплопостачання району міста до і після об'єднання	25.10.2023	
6	Гідрравлічний розрахунок теплових мереж	15.11.2023	
7	Розроблення заходів на етапі споживання	25.11.2023	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник проекту (роботи)



\_\_\_\_\_ (підпис)

Циттель М.

прізвище та ініціали)

Колієнко А..  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

1. Вихідні дані для розроблення проекту.....	4
1.1. Розрахункові параметри внутрішнього та зовнішнього повітря.....	5
2. Споживання теплоти. На першому етапі було визначено розрахункові навантаження для споживачів.....	8
2.1. Графіки втрат теплоти.....	12
2.2. Графік витрат теплоти залежно від тривалості температур.....	13
3. Визначення розрахункових втрат теплоносія для теплової мережі.....	15
3.2 Гідравлічний розрахунок.....	18
4. Техніко-економічні показники вартості обох проектів.....	26
5. Вибір температурного графіка відпуску теплоти.....	30
5.2 Температурний графік.....	34
5.3. Принципова схема автоматизованого ІТП.....	43
5.4. Річний графік витрат теплоти за тривалістю відпуску теплоти.....	46
6. Технологічна частина.....	48
7. Тепловий пункт.....	69
8. Тригенерація.....	71
9. Охорона праці.....	78
10. Заходи, спрямовані на захист навколишнього середовища.....	85
Література.....	88

					<i>601-НТ.10578380.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					<i>Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Розробив</i>		<i>Циттель М.В.</i>				Н	3	87
<i>Перевірив</i>		<i>Колієнко А.Г.</i>				<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Коцюбинського»</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Колієнко А.Г.</i>						

## 1. Вихідні дані для розроблення проекту

Дипломним проектом передбачається розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики житлового району у м. Полтава. В районі розташовано 9 - дев'яти поверхових будинків, 15 - п'яти поверхових будинків, 4 – двох поверхові будинка дитячий садок, магазин та середня школа. В проекті розглянуто питання аналіз схеми тепlopостачання і аналізу ризиків порушення стійкості системи, розроблення заходів на етапі генерації теплоти, розроблення креслень котельні з когенерацією, підбір обладнання котелні. Запроектована підземна та надземна безканална система тепlopостачання із попередньо теплоізованих труб ГСТУ 34 204-88-002-98 в пінополіуритановій ізоляції.

Основні кліматологічні дані місця будівництва

На основі виданого завдання вибираю кліматологічні дані місця будівництва для м. Полтави згідно таблицею №1:

- температура холодної п'ятиденки  $t_{n5} = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- середня температура опалювального періоду  $t_{\text{ср.оп}} = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- тривалість опалювального періоду  $Z_{\text{оп.п}} = 178$  діб
- Тривалість температур зовнішнього повітря.

Температура t	-34,9--30	-29,9--25	-24,9--20	-19,9--15	-14,9--10	-9,9--5	-4,9-0	+0,1-+5	+5,1-+8	Усього годин
n	4	9	39	112	403	707	1311	976	711	4272

Всього годин – 4272 год.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Дані по вітру за січень:

**Таблиця 1 - Вітер**

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, %								Повторю- ваність, штилю,%
	Середня швидкість вітру, м\с								
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	Пдз	З	ПнЗ	
Полтавська область, Полтва	$\frac{9,0}{3,1}$	$\frac{10,0}{2,9}$	$\frac{11,9}{3,5}$	$\frac{8,7}{2,8}$	$\frac{14,7}{3,2}$	$\frac{14,9}{3,4}$	$\frac{20,2}{3,6}$	$\frac{10,6}{3,6}$	2,5

В дипломному проекті розроблена монтажна схема теплової двохтрубної теплової мережі, а також визначено діаметри трубопроводів на основі гідравлічного розрахунку.

В проекті розглянуто питання розрахунку і інженерного рішення з підвищення стійкості і надійності на етапі реалізації теплоти в будинку – дублювання систем, використання систем електричного опалення, використання альтернативних видів джерел енергії.

В проекті розглянуто питання з приводу розроблення інженерних рішень з підвищення стійкості на етапі генерування теплоти – впровадження систем когенерації на прикладі районної котельні.

Також в проекті розглянуто питання розроблення інженерних рішень з підвищення стійкості системи на етапі транспортування теплоти на прикладі району міста - об'єднання локальних теплових мереж в кільцеву систему.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## 1.1 Розрахункові параметри внутрішнього та зовнішнього повітря

Розрахункові параметри температури повітря та кратність повітрообміну у приміщеннях слід обирати за таблицею 4 (сторінка 14).

Кліматологічну характеристику температури зовнішнього повітря приведено у таблиці 2.

Середню місячну температуру зовнішнього повітря за січень-грудень визначено як суму значень за пройдений період, поділену на загальну кількість років спостережень.

Середню температуру у період року визначено як середнє значення середньої місячної зовнішньої температури повітря за січень-грудень.

Температура повітря найхолоднішої доби і температури найхолоднішої п'ятиденки розрахована як число, що відповідає забезпеченості 0,98 і 0,92 з певного ряду температур повітря найхолоднішої доби і п'ятиденки і відповідної їм забезпеченості за період 1961-2005 рр. Кожному значенню був наданий номер, а його забезпеченість знаходилася за формулою:

$$P_b = \frac{m - 0,3}{n + 0,4}$$

Де,  $m$  - порядковий номер;

$n$  - число членів ранжируваного ряду.

Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки заданого забезпечення розраховувалася методом інтерполяції за інтегральною кривою розподілу температури повітря найхолоднішої доби(п'ятиденки), побудованою на ймовірнісній сітці.

Середня добова амплітуда температури повітря розрахована як різницю між середньою найвищою і найнижчою температурою повітря за добу.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 2 – Температура зовнішнього повітря.**

Область, Місто	Середня місячна температура повітря середня добова амплітуда температури, °С												Температура повітря, °С				Період із середньою добовою температурою повітря				Середня температура				
													холодного періоду				теплого періоду								
													найхолодніша доба безпеченістю		найхолодніша доба безпеченістю		Найжаркіша доба безпеченістю 0,99		Найжаркіша п'ятиденка безпеченістю 0,99		Тривалість днів		Тривалість днів		
													0,98	0,92	0,98	0,92							26		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Полтава	-5,6 5,9	-4,7 6,0	-0,3 6,6	9,0 9,3	15,4 10,8	18,7 10,7	20,5 10,6	19,7 11,1	14,3 10,2	7,7 8,2	1,3 5,2	-3,4 4,9	7,8	-30	-27	-25	-23	29	25	178	0,8	195	0,0	31	20,8

## 2. Споживання теплоти. На першому етапі було визначено розрахункові навантаження для споживачів.

Розрахункову витрату теплоти на опалення будинків визначали за формулою:

$$Q_o = q_o V (t_b - t_{z.o.}) \eta,$$

де  $q_o$  - питома опалювальна характеристика будинку, ккал/(м<sup>3</sup> · год),

$V$  - об'єм будинку, м<sup>3</sup>

вул. Д.Апостола, 4

$$Q_o = 0,38 \cdot 9338,1 \cdot (18 - (-23)) = 145487,5 \text{ ккал/год.}$$

Розрахункову витрату теплоти на систему вентиляції громадських будівель визначали за формулою:

$$Q_b = q_b V (t_b - t_{z.o.}),$$

де  $q_b$  - питома опалювальна характеристика будинку, ккал/(м<sup>3</sup> · год),

вул. Перемоги, 11 (Школа №9)

$$Q_b = 0,07 \cdot 20994,7 \cdot (18 - (-23)) = 60254,7 \text{ ккал/год.}$$

Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання визначалась згідно залежності :

$$Q_{г.в}^{сер} = \frac{m \cdot a_{доб.г} \cdot \rho \cdot c (t_{г.} - t_{х.})}{3600 \cdot T};$$

де  $m$  - кількість споживачів гарячої води,

$a_{доб.г}$  - норма витрати гарячої води за добу максимального споживання, л/доб.

густина води  $\rho = 1$  л/кг.;

$T$  - період споживання води, год.

Норма витрати гарячої води середня для житлового будинку  $a_{доб} = 120$  л/доб

вул. П.Мирного, 10

$$Q_{г.в}^{сер} = \frac{44 \cdot 120 \cdot 1 \cdot 4,187 (60 - 5)}{3600 \cdot 24} = 14,07 \text{ кВт} = 12098,1 \text{ ккал/год.}$$

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплові навантаження на систему опалення та гаряче водопостачання наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1,**

№ вузла на схемі	Адреса і назва споживача, який приєднаний у вузлі	Теплове розрахункове навантаження споживача, ккал/ год		
		На опалення	На гаряче водопостачання (середнє годинне)	разом
	вул. П.Мирного, 10	225165,2	12098,1	<b>237263,3</b>
	вул. П.Мирного, 12	303130,0		<b>303130,0</b>
	вул. П.Мирного, 14	235843,9		<b>235843,9</b>
	вул. П.Мирного, 16	309080,1		<b>309080,1</b>
	вул. Перемоги, 11 (Школа №9)	336221,5		<b>336221,5</b>
	вул. Сорочинська, 16 (Гороно)	265269,8		<b>265269,8</b>
	вул. Сорочинська, 20 (зі сторони Гороно)	591593,4	58794,2	<b>650387,6</b>
	вул. Сорочинська, 20 (зі сторони ТК5)	899565,9	19598,1	<b>919164</b>
	вул. Д.Апостола, 2 (від ТК14 по трубі ду200)	183627,4	15533,7	<b>199161,2</b>
	вул. Д.Апостола, 2 (від ТК14 по трубі ду100)	367254,8	31067,5	<b>398322,3</b>
	вул. Д.Апостола, 3	197424,2		<b>197424,2</b>
	вул. Д.Апостола, 4	145487,5	34003,7	<b>179491,2</b>
	вул. Д.Апостола, 4а	262289,7	51033,7	<b>313323,4</b>
	вул. Д.Апостола, 5	224209,6		<b>224209,6</b>
	вул. Д.Апостола, 6	805674,2	26065,9	<b>831740,1</b>
	вул. Д.Апостола, 6а	318267,8	25849,6	<b>344117,4</b>
	вул. Д.Апостола, 9	319492,6		<b>319492,6</b>
	вул. Вокзальна, 27	81669,2		<b>81669,2</b>
	вул. Вокзальна, 29	61332,6		<b>61332,6</b>
	вул. Вокзальна, 31	65573,8		<b>65573,8</b>
	вул. Гурамівській, 3	205071,5		<b>205071,5</b>
	вул. Гурамівській, 5	255833,2	38088,9	<b>293922,1</b>
	вул. Гоголя, 34	133458,4		<b>133458,4</b>
	вул. Гоголя, 36	119686,3		<b>119686,3</b>
	вул. Гоголя, 42/1	118998,6		<b>118998,6</b>
	вул. Гоголя, 47/2	436357,8	49616,0	<b>485973,8</b>
	вул. Гоголя, 64	72490,3		<b>72490,3</b>
	вул. Гоголя, 72	228403,6		<b>228403,6</b>
	вул. Гоголя, 74	199348,4		<b>199348,4</b>
	вул. Гоголя, 76/2	226304,6		<b>226304,6</b>
	пров. Тупий, 5 (ДНЗ №10)	138724,3		<b>138724,3</b>

Разом	8332850,2	363721,5	8694599,7
-------	-----------	----------	-----------

Характеристики споживачів наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2,**

Призначення	Адреса споживача теплоти	Обміри за зовнішніми розмірами, м			Наявність горища	Об'єм будівлі, м <sup>3</sup>	% заміненіх світлопророзорих огорожень на склопакети
		Ширина	Довжина	Висота від рівня землі до верху перекриття останнього поверху			
жб	вул. П.Мирного, 10	11,8	80,05	15,3	ні	14452,2	85,8
жб	вул. П.Мирного, 12	12,6	97,26	15,9	ні	19485,1	73,6
жб	вул. П.Мирного, 14	12,063	96,97	12,24	ні	14317,7	83,2
жб	вул. П.Мирного, 16	12,61	122,61	12,85	ні	19867,5	81,5
громадське	вул. Перемоги, 11 (Школа №9)	11,84	155	11,44	ні	20994,7	100,0
громадське	вул. Сорочинська, 16 (Гороно)	18,4	79,17	12,06	так	17568,1	100,0
жб	вул. Сорочинська, 20	18,74	101	27,6	ні	52239,6	84,9
жб	вул. Д.Апостола, 2	11,8	113,67	26,4	ні	35410,5	46,8
жб	вул. Д.Апостола, 3	12,39	68,39	13,4	так	11354,5	64,3
жб	вул. Д.Апостола, 4	11,88	28,74	27,35	ні	9338,1	75,8
жб	вул. Д.Апостола, 4а	11,92	50,6	28,8	ні	17370,8	81,0
жб	вул. Д.Апостола, 5	12,78	93,7	12,4	ні	14848,8	72,3
жб	вул. Д.Апостола, 6	25,65	72,23	28,8	ні	53357,7	70,1
жб	вул. Д.Апостола, 6а	11,5	66,65	27,5	ні	21078,1	73,8
жб	вул. Д.Апостола, 9	12,61	131,34	12,4	ні	20536,8	74,7
жб	вул. Вокзальна, 27	12,6	43,4	6,8	ні	3718,5	50,0
жб	вул. Вокзальна, 29	12,67	35,02	5,7	так	2529,1	64,8
жб	вул. Вокзальна, 31	12,5	34,45	6,4	так	2756,0	70,4
жб	вул. Гурамішвілі, 3	12,61	68,01	13,4	так	11491,9	
жб	вул. Гурамішвілі, 5	11,65	100,3	14,5	ні	16943,2	
жб	вул. Гоголя, 34	12,73	39,47	13,5	ні	6783,1	
жб	вул. Гоголя, 36	12,62	39,42	11,95	так	5944,9	
жб	вул. Гоголя, 42/1	14,32	39,43	9,8	ні	5533,4	
жб	вул. Гоголя, 47/2	11,65	88,91	27,9	ні	28898,9	
громадське	вул. Гоголя, 64	42,62	12,62	6,85	ні	3684,4	64,8
жб	вул. Гоголя, 72	12,7	68,5	15,1	ні	13136,2	
жб	вул. Гоголя, 74	12,5	66,95	13,7	ні	11465,2	
жб	вул. Гоголя, 76/2	12,68	68,89	14,9	ні	13015,5	

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

грома дське	пров. Тупий, 5 (ДНЗ №10)	12,27	100	6,2	ні	7607,4	100,0
----------------	-----------------------------	-------	-----	-----	----	--------	-------

Теплові навантаження на систему вентиляції громадських будівель наведено в таблиці 3.

**Таблиця 3,**

№ вузла на схемі	Адреса і назва споживача, який приєднаний у вузлі	Теплове розрахункове навантаження споживача, ккал/ год
		На вентиляцію
	вул. Перемоги, 11 (Школа №9)	60254,7
	вул. Сорочинська, 16 (Гороно)	115246,7
	пров. Тупий, 5 (ДНЗ №10)	32711,8

Загальне теплове навантаження для будинків району наведено у таблиці 4.

**Таблиця 4**

Адреса	Розрахункове теплове навантаження, ккал/год			
	Опалення	Гаряче водопостачання	Вентиляція	Разом
вул. П.Мирного, 10	225165,2	12098,1	-	<b>237263,3</b>
вул. П.Мирного, 12	303130,0	-	-	<b>303130</b>
вул. П.Мирного, 14	235843,9	-	-	<b>235843,9</b>
вул. П.Мирного, 16	309080,1	-	-	<b>309080,1</b>
вул. Перемоги, 11 (Школа №9)	336221,5	-	60254,7	<b>396476,2</b>
вул. Сорочинська, 16 (Гороно)	265269,8	-	115246,7	<b>380516,5</b>
вул. Сорочинська, 20 (зі сторони Гороно)	591593,4	58794,2	-	<b>650387,6</b>
вул. Сорочинська, 20 (зі сторони ТК5)	899565,9	19598,1	-	<b>919164</b>
вул. Д.Апостола, 2 (від ТК14 по трубі ду200)	183627,4	15533,7	-	<b>199161,1</b>
вул. Д.Апостола, 2 (від ТК14 по трубі ду100)	367254,8	31067,5	-	<b>398322,3</b>
вул. Д.Апостола, 3	197424,2	-	-	<b>197424,2</b>
вул. Д.Апостола, 4	145487,5	34003,7	-	<b>179491,2</b>
вул. Д.Апостола, 4а	262289,7	51033,7	-	<b>313323,4</b>
вул. Д.Апостола, 5	224209,6	-	-	<b>224209,6</b>

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

вул. Д.Апостола, 6	805674,2	26065,9	-	<b>831740,1</b>
вул. Д.Апостола, 6а	318267,8	25849,6	-	<b>344117,4</b>
вул. Д.Апостола, 9	319492,6	-	-	<b>319492,6</b>
вул. Вокзальна, 27	81669,2	-	-	<b>81669,2</b>
вул. Вокзальна, 29	61332,6	-	-	<b>61332,6</b>
вул. Вокзальна, 31	65573,8	-	-	<b>65573,8</b>
вул. Гурамішвілі, 3	205071,5	-	-	<b>205071,5</b>
вул. Гурамішвілі, 5	255833,2	38088,9	-	<b>293922,1</b>
вул. Гоголя, 34	133458,4	-	-	<b>133458,4</b>
вул. Гоголя, 36	119686,3	-	-	<b>119686,3</b>
вул. Гоголя, 42/1	118998,6	-	-	<b>118998,6</b>
вул. Гоголя, 47/2	436357,8	49616,0	-	<b>485973,8</b>
вул. Гоголя, 64	72490,3	-	-	<b>72490,3</b>
вул. Гоголя, 72	228403,6	-	-	<b>228403,6</b>
вул. Гоголя, 74	199348,4	-	-	<b>199348,4</b>
вул. Гоголя, 76/2	226304,6	-	-	<b>226304,6</b>
пров. Тупий, 5 (ДНЗ №10)	138724,3	-	32711,8	<b>171436,1</b>
<b>Разом</b>	<b>8902812,9</b>			

Загальне теплове навантаження для будинків району = **8 902 812,9** ккал/год.

## 2.1 Графіки витрат теплоти

**Графік витрат теплоти залежно від температури зовнішнього повітря**

Графік витрат теплоти дозволяє регулювати подачу теплоти споживачам залежно від температури зовнішнього повітря. Будуємо графік теплоти для житлового району.

Витрата теплоти на опалення при температурі зовнішнього повітря  $t_z$  буде

$$Q_o = Q_{p.o.} \frac{t_g - t_z}{t_g - t_{z.o.}}$$

де  $Q_{p.o.} = 10111,8$  кВт – розрахункова витрата теплоти на опалення,

$t_z$  – температура зовнішнього повітря змінюється від від  $+8$  °С до  $-23$  °С

При температурі зовнішнього повітря  $+8$  °С:

$$Q_o = 10111,8 \frac{20-8}{20+23} = 2351 \text{ кВт.}$$

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно визначаємо витрату теплоти на вентиляцію.

$$Q_{\text{в}} = 242,15 \frac{20-8}{20+23} = 56,3 \text{ кВт.}$$

Витрата теплоти гаряче водопостачання не залежить від температури зовнішнього повітря.

В літній період витрата теплоти перераховується на літню температуру холодної води:

$$Q_{\text{зв max}}^{\text{літ}} = Q_{\text{зв}}^{\text{max}} \frac{t_{\text{зсер}} - t_x}{t_{\text{зсер}} - t_x} \beta = 423,1 \frac{55-15}{55-5} 0,8 = 270 \text{ кВт}$$

За результатами розрахунків будуємо графік витрат теплоти залежно від температури зовнішнього повітря ( Графік представлено на Рис.2.1)

## 2.2 Графік витрат теплоти залежно від тривалості температур

Графік залежності споживання теплової енергії від тривалості температури повітря побудовано на основі графіка загального споживання теплової енергії (рис. 4.2) та тривалості температури зовнішнього повітря.

Графіки були побудовані за умов температури теплопостачання 95/70°C та існуючої системи контролю якості теплопостачання від котельні. подача тепла на опалення не регулюється до тих пір, поки температура зовнішнього повітря не досягне приблизно -6,80°C, а температура теплоносія для виробництва гарячої води повинна підтримуватися до кінця опалювального періоду. У цей момент графік "ламається" і лінія теплопостачання стає горизонтальною. Це відповідає тепловому навантаженню 4,04 МВт.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

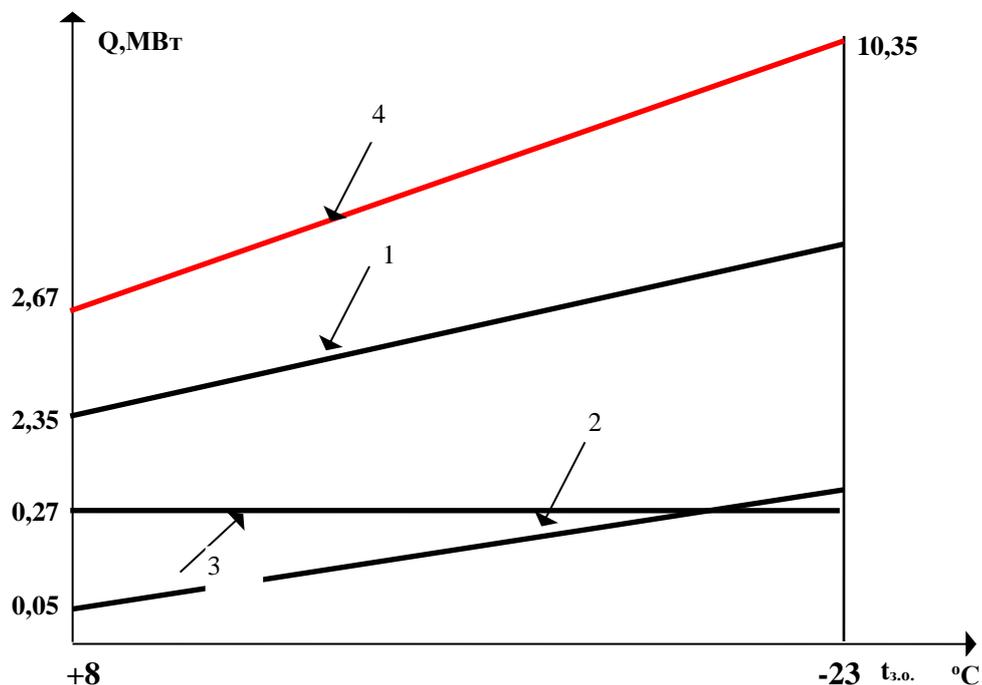
**Таблиця 3. - Тривалість температур зовнішнього повітря**

Температура $t_z$	-34,9--30	-29,9--25	-24,9--20	-19,9--15	-14,9--10	-9,9--5	-4,9-0	+0,1- +5	+5,1- +8	Усього годин
n	4	9	39	112	403	707	1311	976	711	4272

**Таблиця 4. - Кількість годин тривалості температур зовнішнього повітря**

Температура, $t_z, ^\circ\text{C}$	-20	-15	-10	-5	0	+5	+8
Кількість годин	58	219	610	1333	2557	3685	4488

Графік витрат теплоти залежно від тривалості температур наведений на рисунку 2.1.



1– на опалення; 2– на вентиляцію; 3– на гаряче водопостачання; 4– сумарний

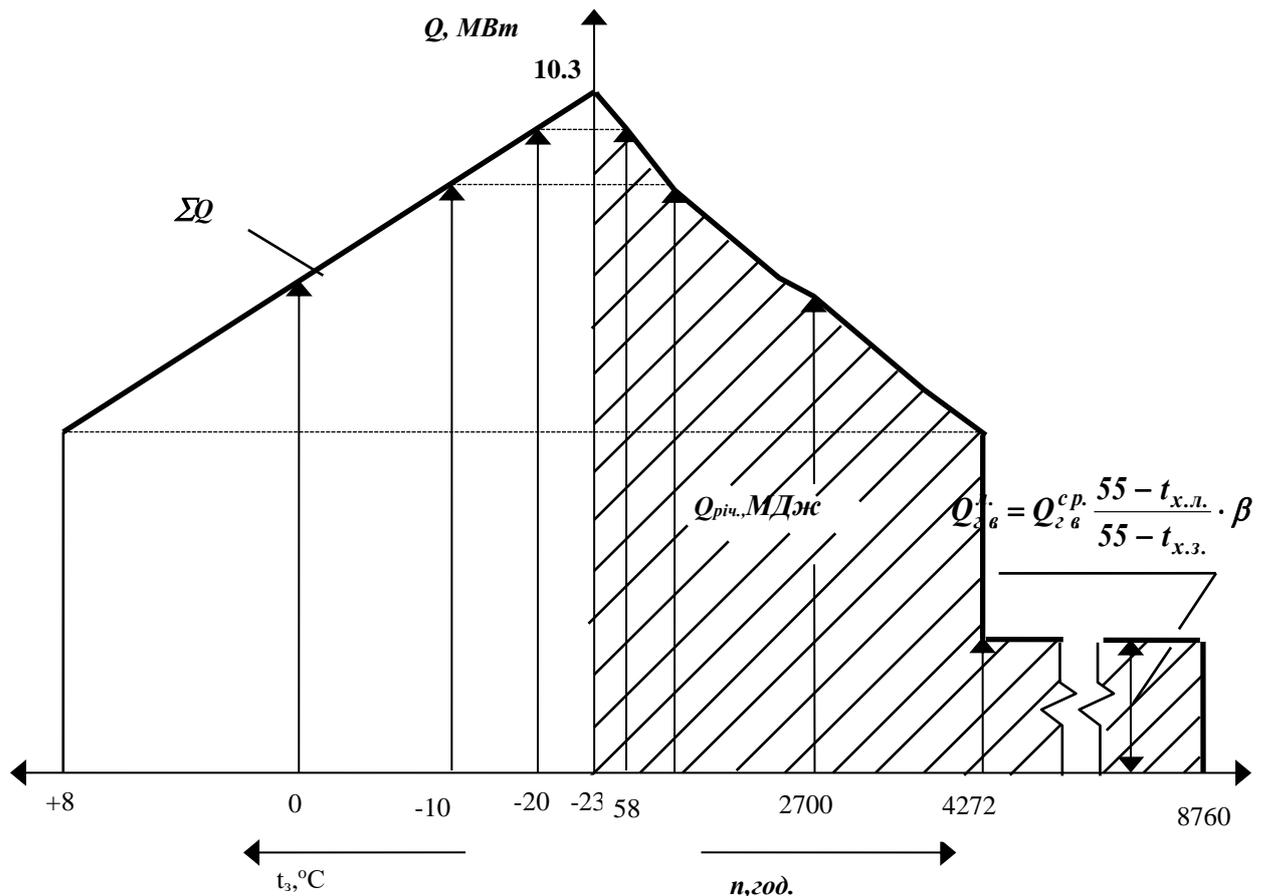
**Рис. 2.1** Графік регулювання відпуску теплоти залежно від температури зовнішнього повітря для якісного і кількісно-якісного регулювання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ.10578380.ПЗ

Арк.

14



**Рис. 2.2. Графік витрати теплоти залежно від тривалості температури зовнішнього повітря.**

### 3.1 Визначення розрахункових втрат теплоносія для теплової мережі

Витрати теплоносія для окремих ділянок теплової мережі згідно, розраховують за допомогою формули:

$$G_p = G_o + G_v + G_{\text{ГВ}}^{\text{cp}}$$

На гаряче водопостачання, при регулюванні по підвищеному графіку та підключенню теплообмінника за двохступеневою послідовною схемою, розрахункові витрати теплоносія дорівнюють 0, тобто  $Q_{\text{ГВ}}^{\text{cp}} = 0$  кг/с. Таким чином розрахункові витрати теплоносія визначаю за натупною формулою:

$$G_p = G_o + G_v, \text{ кг/с} \quad (30)$$

де  $G_o, G_v, G_{в}$  – відповідно розрахункові витрати теплоносія на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання;  $k_3$  – коефіцієнт, що залежить від теплового навантаження на ділянку. При загальному тепловому навантаженні 100 МВт і більше  $k_3=1,0$ ; при тепловому навантаженні, меншому ніж 100 МВт, але більшому за 10 МВт  $k_3= 1,2$ . Якщо теплове навантаження менше від 10 МВт, то у формулі замість  $Q_{2\epsilon}^{cP}$  підставляють  $Q_{2\epsilon}^{max}$ , а  $k_3=1,0$ .

Витрати теплоносія на опалення будинків визначають за формулою:

$$G_o = \frac{Q_{p.o.}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})}, \text{ кг/с}, \quad (31)$$

де  $Q_{p.o.}$  - розрахункові витрати теплоти на опалення будинків, кВт;

$\tau_{10}, \tau_{20}$  - розрахункові температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, °С;  $c$  - теплоємність води, яка становить 4,187 кДж/кг°С.

Розрахункові витрати теплоносія на систему вентиляції визначають за формулою:

$$G_v = \frac{Q_{p.v.}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})}, \text{ кг/с} \quad (32)$$

де  $Q_{p.v.}$  - розрахункові витрати теплоти на вентиляцію будинків, кВт.

Приклад розрахунку для будинку вул. П.Мирного, 10:

$$G_o = \frac{261,87}{4,187(95-70)} = 2,5 \text{ кг/с} = 9 \text{ т/год.}$$

Приклад розрахунку для школи №9 вул. Перемоги, 11 :

$$G_o = \frac{261,87}{4,187(95-70)} = 3,73 \text{ кг/с} = 13,42 \text{ т/год.}$$

$$G_v = \frac{70,07}{4,187(95-70)} = 0,66 \text{ кг/с} = 2,37 \text{ т/год.}$$

Сумарна витрата:

$$\Sigma G = 13,42 + 2,37 = 15,79 \text{ т/год.}$$

Результати розрахунку витрат теплоносія по окремим споживачам заносу в таблицю 2.7.1

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7.1

## Розрахунок витрати теплоносія

№ з/п	Адреса споживача теплоти	Витрата теплоносія, т/год		
		$G_o$	$G_v$	$\Sigma G$
1	вул. П.Мирного, 10	9	-	9
2	вул. П.Мирного, 12	12,09	-	12,09
3	вул. П.Мирного, 14	9,43	-	9,43
4	вул. П.Мирного, 16	12,34	-	12,34
5	вул. Перемоги, 11 (Школа №9)	13,42	2,37	15,79
6	вул. Сорочинська, 16 (Гороно)	10,58	4,6	15,18
7	вул. Сорочинська, 20	59,61	-	59,61
8	вул. Д.Апостола, 2	22,03	-	22,03
9	вул. Д.Апостола, 3	7,88	-	7,88
10	вул. Д.Апостола, 4	5,79	-	5,79
11	вул. Д.Апостола, 4а	10,47	-	10,47
12	вул. Д.Апостола, 5	8,96	-	8,96
13	вул. Д.Апостола, 6	32,22	-	32,22
14	вул. Д.Апостола, 6а	12,7	-	12,7
15	вул. Д.Апостола, 9	12,74	-	12,74
16	вул. Вокзальна, 27	3,24	-	3,24
17	вул. Вокзальна, 29	2,44	-	2,44
18	вул. Вокзальна, 31	2,62	-	2,62
19	вул. Гурамішвілі, 3	8,2	-	8,2
20	вул. Гурамішвілі, 5	10,22	-	10,22
21	вул. Гоголя, 34	5,32	-	5,32
22	вул. Гоголя, 36	4,78	-	4,78
23	вул. Гоголя, 42/1	4,75	-	4,75
24	вул. Гоголя, 47/2	17,42	-	17,42
25	вул. Гоголя, 64	11,93	-	11,93
26	вул. Гоголя, 72	9,1	-	9,1
27	вул. Гоголя, 74	7,95	-	7,95
28	вул. Гоголя, 76/2	9,03	-	9,03
29	пров. Тупий, 5 (ДНЗ №10)	5,54	1,29	6,83
<b>Разом</b>				<b>341,01</b>

**Загальні витрати теплоносія на район = 341,01 т/год.**

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Гідравлічний розрахунок

Мета гідравлічного розрахунку підібрати діаметри трубопроводів, щоб вони могли забезпечити проходження розрахункових витрат теплоносія, для передачі заданої кількості теплоти кожному опалювальному приладу.

Гідравлічний розрахунок системи опалення секцій виконують в табличній формі.

Гідравлічний розрахунок теплових мереж від джерела теплоти до ЦТП (у закритих теплових мережах) і до теплової камери (ТК) (у відкритих) виконують у два етапи: попередній гідравлічний розрахунок та остаточний.

Мета попереднього гідравлічного розрахунку – визначити матеріальну характеристику теплової мережі при довільно прийнятому градієнті тиску на головній магістралі. Це дасть можливість надалі визначити оптимальний градієнт тиску на головній магістралі.

При попередньому гідравлічному розрахунку задаються довільним значенням градієнта тиску по головній магістралі 12 Па/м та за допомогою номограм для гідравлічного розрахунку з [4, 14, 20] призначають діаметри на ділянках і розраховують матеріальну характеристику теплової мережі.

Після попереднього гідравлічного розрахунку виконують остаточний гідравлічний розрахунок головної магістралі, призначають діаметри трубопроводів, орієнтуючись на оптимальний градієнт тиску на ділянках, далі розраховують відгалуження. При виконанні гідравлічного розрахунку використовують номограми або таблиці для гідравлічного розрахунку водяних теплових мереж із [4,20]. При остаточному гідравлічному розрахунку розробляють монтажну схему. Подавальний трубопровід при будівництві прокладають із правого боку по ходу води від джерела теплоти, а зворотний- ізлівого. При підземному прокладенні трубопроводів, як правило, застосовують П-подібні компенсатори. Для трубопроводів діаметром більше

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

від 100 мм можна використовувати при обґрунтуванні сальникові. Нерухомі опоривстановлюють у камерах або в каналі біля камери.

На всіх відгалуженнях від магістралі та відгалуженнях до споживачів необхідно встановити відмикаючу арматуру і для обслуговування секційні засувки бажано розташовувати у вузлових камерах. Для обслуговування сальникових компенсаторів також передбачають камери. У вищих точках трубопроводів необхідно передбачити обладнання для відведення повітря, а в нижніх – спускники

Виконано декілька гідравлічних розрахунків, для різних варіантів систем теплопостачання:

1. Для котельні по вулиці Старосвітська 17а, для забезпечення ½ частини району.
2. Для котельні по вулиці Прорізна 4а, для забезпечення ½ частини району.
3. Для котельні по вулиці Прорізна 4а, для забезпечення всього району, зі зміненням існуючих діаметрів трубопроводів.
4. Для котельні по вулиці Прорізна 4а, для забезпечення всього району з монтажем перемички Ø200 мм, щоб закріплювати систему та зберегти існуючі діаметри трубопроводів, тим самим зробити систему більш стійкою

**Таблиця 2.2.1** Гідравлічний розрахунок для котельної по вулиці Старосвітська 17а для ½ частини району (Ст. 14)

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

№ділянки	Витрати теплоносія, G т/час	Довжина ділянки, L, м	Швидкість руху теплоносія в трубі W, м/с	Питома втрата тиску по довжині R при K екв.=0,5 мм/м	Діаметр труби D, мм	Поправочний коефіцієнт до питомих втрат, β	Втрати тиске на ділянці, ΔP, кПа, м			Сума страг тиску від джерела теплоти кПа, м ΣΔP	Початковий тиск, кПа, м	Тиск в кінці ділянки, кПа
							Лінійні, кПа 10	Місцеві, кПа 11	Всього, кПа 12			
1	2	3	5	6	7	8	10	11	12	13	13	м
тк20-Пер11	15,800	116	0,88	14,8	100	1,05	1,80	0,180264	1,98	0,15	47,62	45,63
3-3'	13,3	35	0,71	9,78	100	1,05	0,36	0,0359415	0,40	0,55	48,01	47,62
3-Ап2	22	16	1,21	28	100	1,05	0,47	0,04704	0,52	1,06	48,53	48,01
4-Ап 6а	12,7	67	0,69	9,04	100	1,05	0,64	0,0635964	0,70	1,76	49,23	48,53
6'-7	16,8	70	0,93	16,7	100	1,05	1,23	0,122745	1,35	3,11	50,58	49,23
6-6'	24,8	25	1,32	33,3	100	1,05	0,87	0,0874125	0,96	4,07	51,54	50,58
35'-тк22	32,100	100	0,76	6,34	150	1,05	0,67	0,06657	0,73	0,15	52,27	51,54
тк21-35'	42,300	48	0,99	10,9	150	1,05	0,55	0,054936	0,60	0,15	52,88	52,27
тк18-Гот47/2	17,400	126	0,4	1,79	150	1,05	0,24	0,0236817	0,26	0,15	53,14	52,88
4-Ап6	32,2	33	0,78	6,74	150	1,05	0,23	0,0233541	0,26	0,41	53,39	53,14
5-тк8	21,5	8	0,5	2,73	150	1,05	0,02	0,0022932	0,03	0,43	53,42	53,39
5'-6	33,9	25	0,8	7,16	150	1,05	0,19	0,018795	0,21	0,64	53,63	53,42
5-5'	42,9	12	1,02	11,4	150	1,05	0,14	0,014364	0,16	0,80	53,78	53,63
тк20-тк21	49,100	138	0,55	2,04	200	1,05	0,30	0,0295596	0,33	0,15	54,11	53,78
тк18-тк20	65,000	177	0,74	3,7	200	1,05	0,69	0,0687645	0,76	0,15	54,87	54,11
2-тк18	82,400	180	0,95	6,14	200	1,05	1,16	0,116046	1,28	0,15	56,14	54,87
4-5	64,3	199	0,71	3,48	200	1,05	0,73	0,0727146	0,80	0,95	56,94	56,14
3-4	109,2	43	0,97	5,49	250	1,05	0,25	0,02478735	0,27	1,22	57,21	56,94
2-3	150,4	165	1,32	10,2	250	1,05	1,77	0,176715	1,94	3,17	59,16	57,21
1-2	232,8	100	1,29	7,29	300	1,05	0,77	0,076545	0,84	4,01	60	59,16

Таблиця 2.2.2

№ділянки	Витрати теплоносія, G т/час	Довжина ділянки, l, м	Різниця відм. землі кінця та початку ділянки, ΔН	Швидкість руху теплоносія в трубі W, м/с	Питома втрата тиску по довжині R при K екв.=0,5 мм/м	Діаметр труби D, мм	Поправочний коефіцієнт до питомих втрат, β	Втрати тиске на ділянці, ΔP кПа, м			Сума strat тиску від джерела теплоти кПа, м ΣΔP	Початковий тиск, кПа, м	Тиск в кінці ділянки, кПа м
								Лінійні, кПа	Місцеві, кПа	Всього, кПа			
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15
2-тк2	8,3	392	0	0,47	4,18	100	1,05	1,72	0,172049	1,89	1,89	40,28	38,39
тк5,2-Сор16	15,1	37	0	0,82	13	100	1,05	0,51	0,050505	0,56	2,45	40,84	40,28
тк5,2-Сор20	22,8	55	0	1,21	28	100	1,05	1,62	0,1617	1,78	4,23	42,62	40,84
тк5-Сор20	36,7	75	0	2,03	79,2	100	1,05	6,24	0,6237	6,86	11,09	49,48	42,62
3-4	12,7	40	0	0,69	9,04	100	1,05	0,38	0,037968	0,42	11,51	49,89	49,48
тк5.1-тк5.2	38,02	60,8	0	0,9	8,94	150	1,05	0,57	0,057073	0,63	12,13	50,52	49,89
тк5-тк5.1	50,6	66,5	0	1,18	15,5	150	1,05	1,08	0,108229	1,19	13,32	51,71	50,52
3-тк5	87,3	46	0	1,63	24,6	150	1,05	1,19	0,118818	1,31	14,63	53,02	51,71
2-3	100	745	0	0,88	4,54	250	1,05	3,55	0,355142	3,91	18,54	56,93	53,02
1-2	108,1	11,6	3	0,97	5,49	250	1,05	0,07	0,006687	3,07	21,61	60	56,93

Таблиця 2.2.3

№ ділянки	Витрати теплоносія, G т/час	Довжина ділянки, l, м	Різниця відм. землі кінця та початку ділянки, ΔН	Швидкість руху теплоносія в трубі W, м/с	Питома втрата тиску по довжині R при K екв.=0,5 мм/м	Діаметр труби D, мм	Поправочний коефіцієнт до питомих втрат, β	Втрати тиске на ділянці, ΔP кПа, м			Сума страт тиску від джерела теплоти кПа, м ΣΔP	Початковий тиск, кПа, м
								Лінійні, кПа	Місцеві, кПа	Всього, кПа		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	13
13-14	14,2	89	0	0,8	12,2	100	1,05	1,14	0,114009	1,25	1,25	37,99
12-13	32	61	0	0,73	6,34	150	1,05	0,41	0,040608	0,45	1,70	38,43
11-12	42,2	32	0	0,99	10,9	150	1,05	0,37	0,036624	0,40	2,10	38,84
10-11	49,1	139	0	0,43	1,09	200	1,05	0,16	0,015909	0,17	2,28	39,01
9-10	64,9	160	0	0,56	1,86	200	1,05	0,31	0,031248	0,34	2,62	39,35
8-9	82,3	322	0	0,93	5,8	200	1,05	1,96	0,196098	2,16	4,78	41,51
7-8	82,3	120	0	0,93	5,8	200	1,05	0,73	0,07308	0,80	5,58	42,31
6-7	123,5	65	0	1,08	6,74	250	1,05	0,46	0,046001	0,51	6,09	42,82
5-6	168,4	47	0	1,42	11,7	250	1,05	0,58	0,05774	0,64	6,72	43,46
4-5	232,8	89	0	1,27	7	300	1,05	0,65	0,065415	0,72	7,44	44,18
3-4	245,5	40	0	1,32	7,63	300	1,05	0,32	0,032046	0,35	7,80	44,53
2-3	332,7	745	0	1,82	14,4	300	1,05	11,26	1,12644	12,39	20,19	56,92
1-2	341	11,6	3	1,32	6,05	350	1,05	0,07	0,007369	3,08	23,27	60

Таблиця 2.2.2 Гідралічний розрахунок для котельні по вулиці Прорізна 4а, для забезпечення 1/2 частини району. (Ст. 15)

**Таблиця 2.2.4**

№ділянки	Витрати теплоносія, G т/час	Довжина ділянки, L, м	Швидкість руху теплоносія в трубі W, м/с	Питома втрата тиску по довжині R при K екв.=0,5 мм/м	Діаметр труби D, мм	Поправочний коефіцієнт до питомих витрат, β	Сумма Коэффициентов местных сопротивлений $\sum \text{Amount Odds ratio places}$ по $\sum \text{resistance}$	Витрати тиске на ділянку, ΔP кПа, м			Сума витрат тиску від джерела теплоти кПа, м $\sum \Delta P$	Початковий тиск, кПа, м	Тиск в кінці ділянки, кПа м
								Лінійні, кПа	Місцеві, кПа	Всього, кПа			
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	М	
9-10	11,9	75	0,85	17,5	50	1,05		1,38	0,137813	1,52	1,52	33,91	
8-9	22,4	38	0,24	0,4	200	1,05		0,02	0,001596	0,02	1,53	35,43	
7-8	28,2	43	0,31	0,34	200	1,05		0,02	0,001535	0,02	1,55	35,45	
6-7	73,1	54	0,81	4,39	200	1,05		0,25	0,024891	0,27	1,82	35,46	
5-6	137,5	89	1,51	15,5	200	1,05		1,45	0,144848	1,59	3,42	37,33	
4-5	150,3	40	1,64	18,1	200	1,05		0,76	0,07602	0,84	4,25	38,17	
3-4	237,4	643	1,98	22,8	250	1,05		15,39	1,539342	16,93	21,19	55,10	
2-3	332,7	102	1,82	14,4	300	1,05		1,54	0,154224	1,70	22,88	56,80	
1-2	341	11,6	1,87	15,3	300	1,05		0,19	0,018635	3,20	26,09	60	

601-НТ.10578380.ПЗ

Арк.

23

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

**Таблиця 2.2.3** Гідравлічний розрахунок для котельні по вулиці Прорізна 4а, для забезпечення всього району, зі зміненням існуючих діаметрів трубопроводів. (Ст. 16)

**Таблиця 2.2.4** Гідравлічний розрахунок для котельні по вулиць Прорізна 4а (Основна ділянка), для забезпечення всього району з монтажем перемички (відгалуження) Ø200 мм, щоб закілювати систему та зберегти існуючі діаметри трубопроводів, тим самим зробити систему більш стійкою (Ст. 17)

**Таблиця 2.2.5** Гідравлічний розрахунок для котельні по вулиць Прорізна 4а (Перемичка), для забезпечення всього району з монтажем перемички (відгалуження) Ø200 мм, щоб закілювати систему та зберегти існуючі діаметри трубопроводів, тим самим зробити систему більш стійкою (Ст. 19)

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2.5

№ділянки	Витрати теплоносія, G т/час	Довжина ділянки, L, м	Швидкість руху теплоносія в трубі W, м/с	Питома втрата тиску по довжині R при K екв.=0,5 мм/м	Діаметр труби D, мм	Поправочний коефіцієнт до питомих втраг, β	Сумма Коэффициентов местных сопротивлений $\sum z$ Amount Odds ratio places по resistance $\sum z$	Втраги тиске на ділянці, ΔP кПа, м			Сума втраг тиску від джерела теплоти кПа, м $\sum \Delta P$	Початковий тиск, кПа, м	Тиск в кінці ділянки, кПа м
								Лінійні, кПа	Міцеві, кПа	Всього, кПа			
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	м	
4'-5'	22,1	14	1,21	28	100	1,05		0,41	0,04116	0,45	0,45	46,48	
3'-4'	22,1	390	0,36	1,14	200	1,05		0,47	0,046683	0,51	0,97	46,93	
2'-3'	39,5	167	0,43	1,22	200	1,05		0,21	0,021393	0,24	1,20	47,44	
1'-2'	55,3	139	0,92	7,4	150	1,05		1,08	0,108003	1,19	2,39	47,68	
3-1'	95,4	590	1,04	7,24	200	1,05		4,49	0,448518	7,93	10,32	48,87	

601-НТ.10578380.ПЗ

Арк.

25

Після гідравлічних розрахунків для кожного варіанту, підраховуємо вартість матеріалів для двох проектів:

Вартість першого варіанту проекту			Вартість другого варіанту проекту		
Трубопровід, Ø	Довжина трубопроводів, м/п	Вартість матеріалів, грн	Трубопровід, Ø	Довжина трубопроводів, м/п	Вартість матеріалів, грн
350	11,6	201 840	200	590	6 280 550
300	819	13 267 800			
250	168,4	2 206 040			
<b>Разом</b>		<b>15 675 040</b>	<b>Разом</b>		<b>6 280 550</b>

**Таблиця 4 Техніко-економічні показники вартості обох проектів**

За результатами розрахунків за наведеними вище рівняннями будується графік температур теплоносія.

Оскільки температура теплоносія в закритій тепловій мережі не повинна опускатися нижче 70°C, на графіку є розрив лінії, що характеризує температуру мережної води в подавальному та зворотному трубопроводах.

Вибір температурного графіка теплопостачання є техніко-економічним вибором і має важливий вплив на ефективність і рентабельність всієї системи теплопостачання.

В даному дипломному проекті будуть розглянуті наступні фактори, що впливають на вибір температурного графіка теплопостачання

1. вибір температурного графіка залежить від обладнання теплових вводів споживачів тепла (житлових та громадських будівель)
2. підвищення температури теплоносіїв у тепловій мережі та збільшення графіку теплопостачання призведе до збільшення втрат тепла з поверхонь трубопроводів теплової мережі

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3. перехід на графік підвищення температури з більшою різницею температур між подавальним та зворотним трубопроводами може зменшити витрати теплоносія в тепловій мережі. Наприклад, перехід з температурного графіка 95/70 0°С на 135/70 0°С зменшує споживання теплоносія вдвічі. Водночас, відповідно зменшується споживання електроенергії на привід мережевих насосів.

4. зниження температури теплоносія та зниження температурного графіка подачі тепла в тепловій мережі забезпечує наступні економічні вигоди

- Зменшення непродуктивних втрат з поверхонь трубопроводів в тепловій мережі;

- 5. можливість впровадження високоефективних конденсаційних котлів та теплообмінників-утилізаторів (в тому числі конденсаційних теплообмінників-утилізаторів з глибоким охолодженням відпрацьованих продуктів); можливість підвищення загального ККД системи теплопостачання та економії первинного палива.

Пониження температурного графіка є єдиним способом впровадження конденсаційних котлів і утилізаційних теплообмінників в сучасні системи централізованого теплопостачання, що дає економію первинного палива до 6-8 % від існуючого рівня. -можливість впровадження в системах централізованого теплопостачання відновлювальних і альтернативних джерел енергії, які працюють, як правило з пониженими температурами теплоносія;

- можливість ефективного використання акумуляторів теплоти з мінімальними втратами теплоти у довкілля.

Одночасно з наведеними вище перевагами перехід на більш низькотемпературний теплоносій призводить до значних втрат теплоти у перехідні періоди року у разі надання послуги з гарячого водопостачання. Річ у тім, що точка зрізки температурного графіка у разі пониження

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

температури теплоносія переходить в область більш низьких температур зовнішнього повітря.

Таким чином збільшується тривалість сезонних перетопів у перехідні періоди року у разі відсутності можливості переходу на кількісне регулювання відпуску теплоти.

На рисунку показані температурні діаграми тепловиділення 95/70, 115/70 і 130/70. З малюнка видно, що для діаграми температури 130/70 вимикання відбувається при зовнішній температурі приблизно 60 °С, тоді як для діаграми температури 95/70 вимикання відбувається при зовнішній температурі приблизно 0 °С . ...-1 °С.

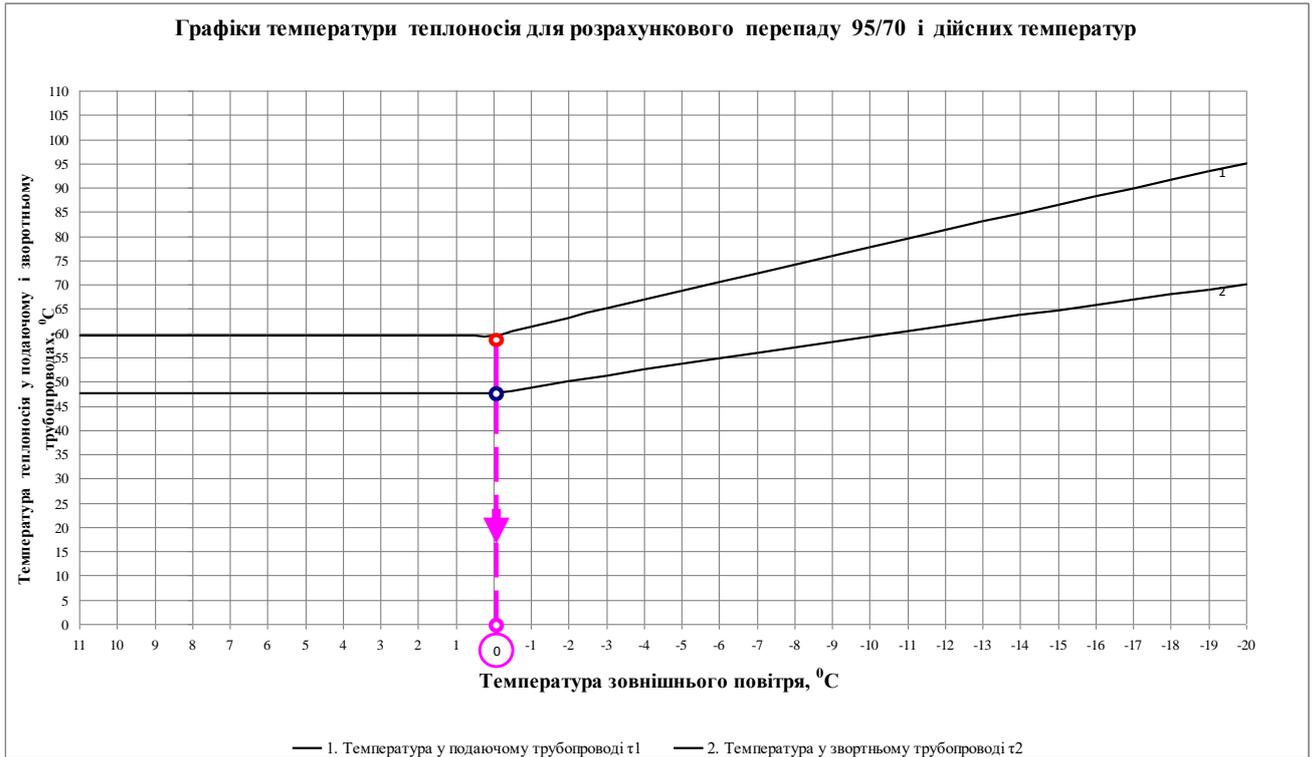
Якщо температура теплоносія, необхідна для приготування гарячої води, залишається незмінною приблизно на рівні 700 °С, то перетин діаграм відбувається при температурі приблизно -6,80 °С. Річна тривалість при зовнішній температурі від 6 до 8 градусів за Цельсієм становить лише близько 700 годин, що відповідає 16% від загальної тривалості опалювального сезону (час роботи системи після зниження температурного графіка). Зовнішня температури залишається від -1 до 80 °С протягом приблизно 1800 годин (40% опалювального періоду).

А тривалість часу зовнішньої температури від -6,8 до 8 °С становить близько 3412 годин (76% опалювального сезону). У той же час втрати тепла, пов'язані з переплавленням після досягнення граничної температури температурної діаграми при регулюванні тепловіддачі, неминучі.

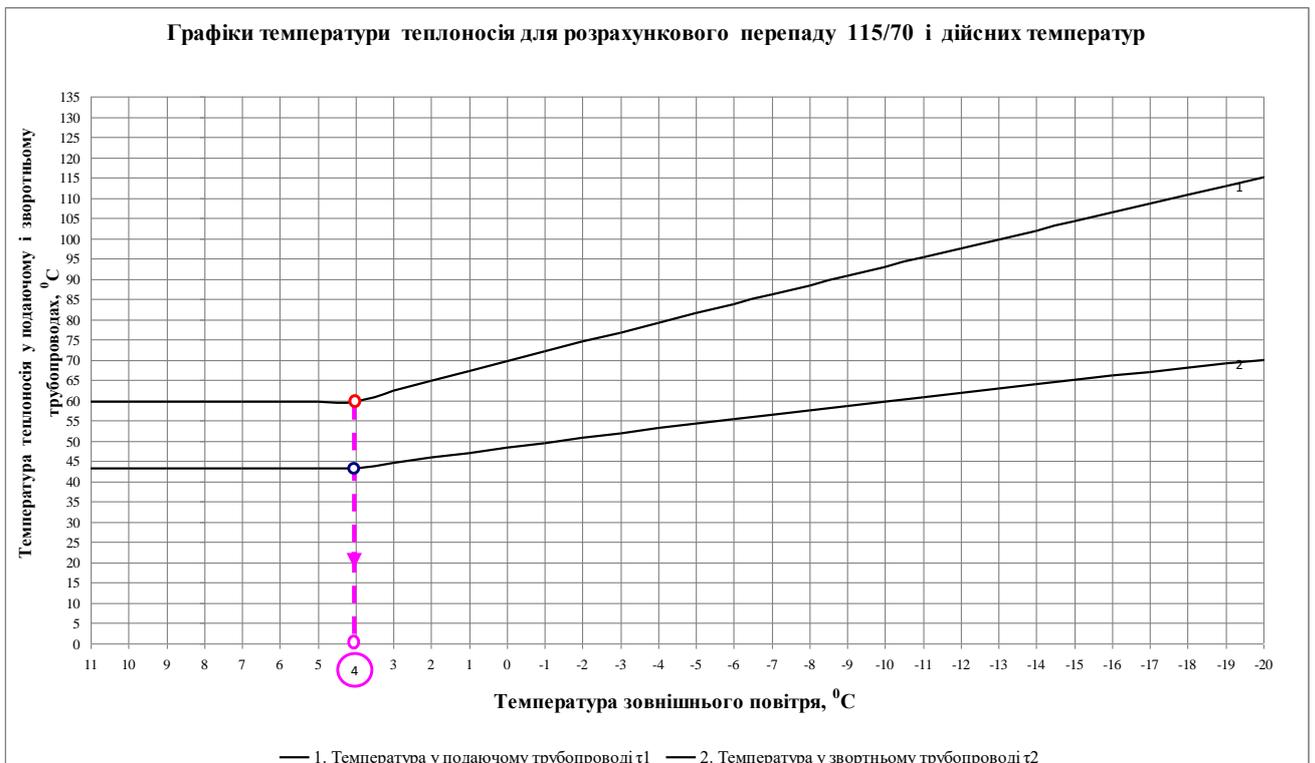
Крім того, для низькотемпературного графіка від 95 до 700 °С час переплавлення без регулювання об'єму становить 76% ві загального часу

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

нагрівання, що спричиняє значні втрати тепла.

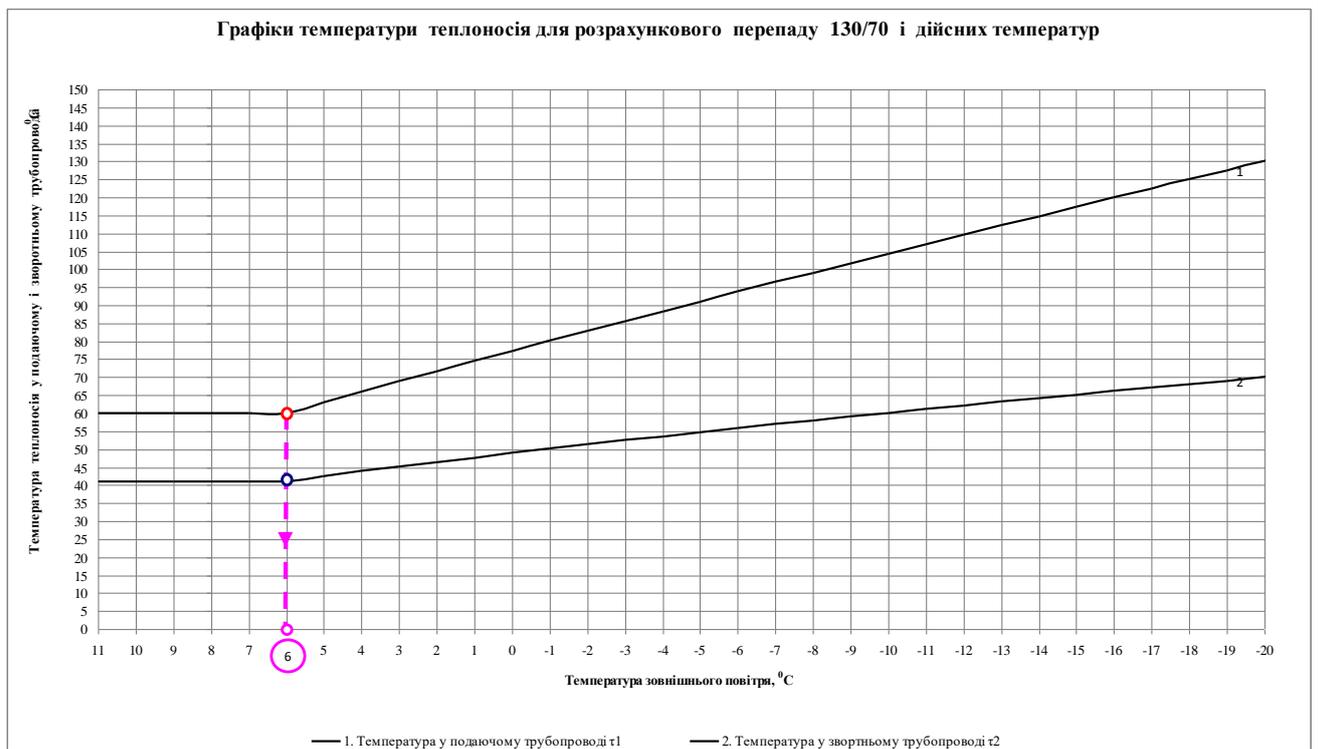


**Рис. 3.1 Температурний графік відпуску теплоти 95/70**



**Рис. 3.2 Температурний графік відпуску теплоти 115/70**

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



**Рис. 3.3 Температурний графік відпуску теплоти 130/70**  
Розглянемо питання вибору температури теплоносія більш детально

### 5.1 . Вибір температурного графіка відпуску теплоти.

Втрати енергії через низьку ефективність систем керування на етапах виробництва, транспортування та відведення тепла систем центрального опалення є однією з найактуальніших проблем сьогодення.

Недоліки централізованого якісного регулювання відпуску теплової енергії в джерелах тепла загальновідомі [5].

Крім того, однією з найважливіших втрат тепла та одним із факторів, що визначають низьку енергоефективність будівель і систем центрального опалення в цілому, є відсутність або недостатнє надходження тепла від учасників будівлі Втрати тепла від споживача за проектом [ 5].

В результаті таких втрат виникає велика різниця між кількістю енергії, що подається в будинок (поставлена енергія), та енергією, яка використовується для створення необхідних параметрів мікроклімату в приміщенні (споживана енергія), що призводить до надмірного споживання палива в межах організація тепlopостачання.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Відповідно до існуючої концепції систем централізованого теплопостачання, регулювання здійснюється централізовано на джерелі тепла та локально у споживача тепла за допомогою теплових пунктів та регуляторного обладнання, розташованого безпосередньо на тепловому приладі внутрішньої системи.

Центральне керування враховує лише зміни фактора, спільного для всіх споживачів тепла (зовнішня температура).

Місцеві правила враховують такі фактори, як інтенсивність сонячного випромінювання, швидкість і напрямок вітру, орієнтацію будівель відповідно до сторін світу, теплову інерцію оточуючих конструкцій, внутрішнє надходження тепла та певні характеристики відчуття комфорту людей.

Найбільш популярним є якісний (температурний) метод централізованого безперервного регулювання, при якому температура теплоносія змінюється за постійних умов споживання.

Для регулювання витрати теплоносія на джерелі тепла проводять змішування (якісно-кількісний) або кількісний безперервний контроль.

Це потребує технічного переоснащення пристрою мережевим насосом і частотним регулятором в джерелі тепла.

Також можливий переривчастий контроль (стрибком).

Однак такий спосіб регулювання негативно позначається на ефективності джерела тепла (підвищуються втрати тепла для власних потреб в котельні) і тепловому комфорту споживача.

Центральне регулювання через прохід можна проводити лише за таких умов: – Для запобігання замерзанню води в тепломережі та системі опалення під час перерв у роботі температура зовнішнього повітря повинна бути вище 0°C.

- Для запобігання надмірних коливань температури в опалювальних приміщеннях період припинення подачі теплоносія не повинен перевищувати максимального значення періоду відключення (в існуючих

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

будинках із середніми показниками теплозахисту це значення становить 18-20 годин).

Важливо розуміти, що єдине централізоване регулювання тепловиділення в централізованих системах не може забезпечити індивідуальні вимоги рівня комфортності всіх приміщень або вимоги до енергоефективності будівлі.

Відсутність зонування позбавляє споживачів безпечної можливості економити енергію за рахунок періодичного опалення через змінний режим роботи та зниження температури всередині приміщень у неробочий час у деяких громадських будівлях та вночі (у житлових будинках).

Тому існування регіональних та індивідуальних регуляторних органів стало гострою потребою, що зафіксовано в чинних нормативних документах.

Водночас, на жаль, виникає проблема, що регіональні нормативи, які дозволяють споживачам мінімізувати енергоспоживання, не гарантують енергозбереження у всій системі теплопостачання, особливо в її виробництві та виробничих процесах.

### **Транспортні засоби.**

Робота локальних регуляторів через вимоги споживачів може навіть суперечити принципам оптимального регулювання на джерелі тепла та оптимальним умовам роботи всієї системи.

Тому важливо комплексно розглянути питання енергоефективності в централізованих системах теплопостачання.

У процесі централізованого якісного контролю різномірних споживачів (опалення, вентиляція, приготування гарячої води) основною функцією є температурна діаграма (діаграма зміни температури холодоагенту в залежності від температури зовнішнього повітря).

Він базується на режимі розрахунку та рівнянні теплового балансу для кожної зовнішньої температури.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рішення цих рівнянь дає можливість отримати залежності для визначення температури теплоносія в лінії подачі і обратки.

Але система гарячого водопостачання, підключена до теплової мережі, задає умови на температуру теплоносія.

Підтримуйте температуру гарячої води у вашому обладнанні гарячого водопостачання вище 60 °С.

Для цього температура водопровідної води на вході в джерело тепла, теплообмінник для приготування гарячої води в центральних або індивідуальних теплових пунктах повинна підтримуватися на рівні 65-70 °С (для закритих систем тепlopостачання корпус 60°С для відкритих систем).

Враховуючи це, створюємо температурну діаграму з «зрізами».

Цей графік є найбільш поширеним на районних котельнях в Україні. Проте регулювання відпуску теплоти за цим графіком має один суттєвий недолік: в період «зрізки», тобто при температурах зовнішнього повітря від +8°С до температури в точці «зламу»  $t_3'$ , виникають так звані «перетопи», пов'язані з тим, що різниця температур по графіку зі «зрізкою» залишається незмінною, в той час як по опалювальному графіку вона повинна зменшуватись при підвищенні температури зовнішнього повітря. Тому в період «зрізки» температурного графіка виникає потреба в центральному кількісному або місцевому регулюванні відпуску теплоти на потреби опалення.

Час роботи системи опалення в режимі «прогрів» визначається тривалістю середньодобової зовнішньої температури від температури «граничної точки» термограми до температури +8 °С. Для України цей період коливається від 3045 годин у Сімферополі (приблизно 80% тривалості опалювального сезону) до 4059 годин у Сумах (86%).

Температури в точках «розриву» температурної діаграми також суттєво відрізняються: – у Полтава та Сумах відповідно -2,6 °С та -8,8 °С (дані

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



відкритих теплових мереж (лінія 4-5) перевитрати теплоти дещо менші (площа 4-5-3). Також значного зменшення «перетопів» можна досягнути за рахунок переведення джерела теплоти на температурний графік з більш високою температурою в подавальному трубопроводі. Лінія 6-7 відповідає споживанню теплоти за графіком 150/70°C. Перевитрати теплоти в цьому випадку можна визначити, як площу 6-7-3.

В точці «зламу» графіка теплове навантаження на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання буде становити:

$$Q' = Q_1 = \alpha_1^0 \cdot Q_p^0 + \alpha_1^B \cdot Q_p^B + Q_{\text{сер}}^{\text{ГВ}} \quad (1)$$

де  $Q_p^0$ ,  $Q_p^B$  – розрахункові теплові навантаження на потреби опалення та вентиляції;

$Q_{\text{сер}}^{\text{ГВ}}$  – середньодобове теплове навантаження на гаряче водопостачання;  
 $\alpha_1^0$ ,  $\alpha_1^B$  – коефіцієнти зменшення теплового навантаження на опалення та вентиляцію для температури зовнішнього повітря, яка відповідає тепловому навантаженню в т. 1.

$$\alpha_1^0 = \frac{t_B - t_1}{t_B - t_3^0}$$

де  $t_B$  – розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_3^0$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для систем опалення;

$t_1$  – температура зовнішнього повітря, яка відповідає тепловому навантаженню в т. 1; рівна температурі зовнішнього повітря в точці «зламу»

$t_3'$ .

Коефіцієнт  $\alpha_1^B$  визначається аналогічно.

Середньодобове навантаження на гаряче водопостачання протягом всього опалювального періоду залишається без змін.

Величина «перетопу» при температурі +8°C визначиться згідно із залежністю:

$$\Delta Q_{\text{пер}} = Q_2 - Q_3 = Q_1 - Q_3 \quad (2)$$

$Q_3$  може бути визначено аналогічно  $Q_1$ .

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Загальна величина перевитрат теплоти у результаті «перетопу» наближено розраховується за формулою:

$$\Delta Q_{\Sigma} = \frac{1}{2} \cdot \Delta Q_{\text{пер}} \cdot n_{1-2} \quad (3)$$

Надмірне споживання тепла, визначене рівнянням (3), є еталонним значенням, оскільки воно не враховує кривизну ліній 1-3.

Для більш детального розрахунку область, що відповідає надлишковій тепловиділенні (1-2-3), можна розділити на вертикальні прямі лінії так, щоб кривизна сегмента між цими лініями на лінії 1-3 була розділена на частини ігнорується.

Розрахунки для районної котельні тепловою потужністю 120 МВт в умовах Черкас свідчать про те, що надлишок тепла за «період зниження» температурного плану становить приблизно 72388 МВт·год, або 18,4% від загального річного споживання тепла (з урахуванням витрат тепла на приготування гарячої води).

У відкритій тепловій мережі температура теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах у «точці розриву» дещо нижча, ніж у закритому варіанті, температура зовнішнього повітря в цій точці вища, а втрати тепла менше, ніж у закритій системі.

Наприклад, за подібних умов графіка, якщо температура води в точці «розриву» в подавальному трубопроводі падає з 70 °С до 60 °С (відкрита тепломережа), загальна кількість «переливу» становить приблизно 29011 МВт.

· годин або рік 7,4% загального споживання тепла.

Тривалість роботи в режимі «Переплав» і температура зовнішнього повітря на «розриві» залежать від профілю температури зовнішнього повітря і метеорологічних параметрів.

Аналіз різних температурних діаграм показує, що зі збільшенням розрахункової температури теплоносія в лінії подачі «точка розриву» зсувається в бік більш високих температур зовнішнього повітря і період охолодження зменшується.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Зменшення втрат тепла між споживачами також має вирішуватися шляхом вдосконалення конструкції теплових пунктів та усунення недоліків у регулюванні та розсіюванні тепла [6].

Як було сказано вище, в період «зрізання» температурної діаграми необхідно кількісно контролювати виділення тепла.

Оскільки більшість теплових вузлів житлових і громадських будівель підключено до тепломережі за підпорядкованою схемою з водострумними елеваторами для змішування, кількісні локальні нормативи за відсутності регульованих змішувальних вузлів зазвичай призводять до тиску води та теплової дерегуляції опалення система пристрій.

Цей пристрій має низку недоліків і може призвести до зниження ефективності використання тепла та додаткових витрат, особливо в період адаптації.

Це включає такі фактори: – Через низький гідравлічний ККД ліфтів перепад тиску в зовнішній тепломережі на вході в будівлю повинен бути не менше 5 разів вищим за циркуляційний тиск, необхідний для циркуляції води.

У системах опалення необхідно збільшити перепад тиску мережевих насосів.

– Постійне співвідношення змішування не дозволяє ефективно контролювати температуру води в системі опалення при зміні температури зовнішнього повітря або запобігати явищам надмірного теплопостачання або дефіциту тепла в будівлі.

– Низька ефективність роботи елеватора в поєднанні з термостатичним клапаном нагрівача [6].

Сучасні методи вирішення таких проблем передбачають впровадження вводних вузлів, що керують змішуванням зворотної та подачі води в абонентській системі опалення з керуванням насосами.

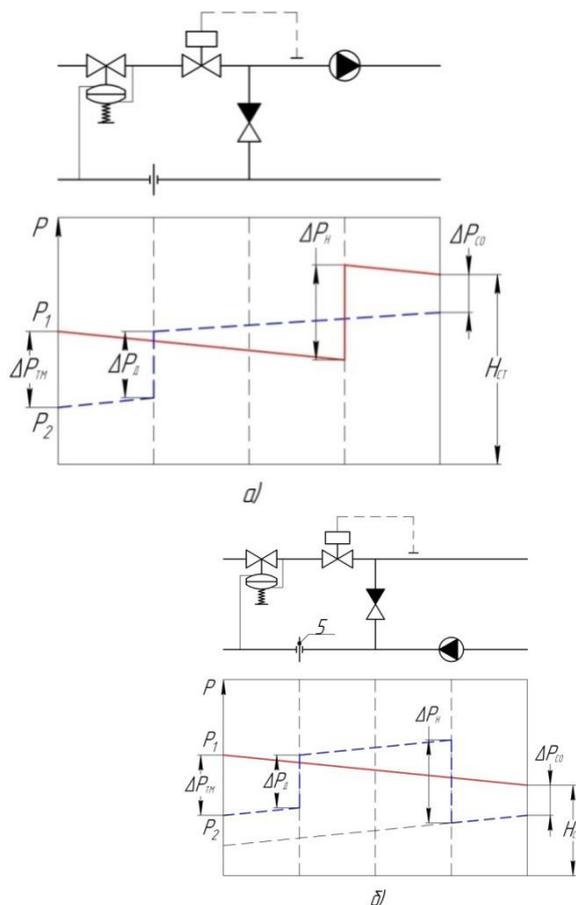
					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від співвідношення тиску в трубах тепломережі та абонентської системи насос може бути розміщений наступним чином: – на подавальному трубопроводі абонентської системи;

- на зворотному трубопроводі системи опалення;
- на підмішувальному трубопроводі вузла змішування.

На схемі рис. 5.7 показані можливі варіанти розміщення насоса в абонентському розводі та п'єзоелектрична схема при підключенні системи опалення за залежною схемою (таш втрати обладнання не враховуються).

Схема з насосом у подаючому трубопроводі використовується при недостатньому тиску в подавальному трубопроводі тепломережі для транспортування холодоагенту на останній поверх (P1).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ.10578380.ПЗ

Арк.

40



2. Зменшити теплове навантаження на котельню та інше тепломеханічне обладнання в котельні або ЦТП.

Перехід на режим роботи, що суттєво відрізняється від номінального, знижує ефективність роботи обладнання.

3. Гідравлічне та теплове налагодження теплових мереж зі зміною витрат теплоносія.

Експлуатація теплової мережі в нерозрахунковому режимі. У зв'язку з вищевикладеним можна рекомендувати встановлення додаткових циркуляційних трубопроводів на перемичках, які є тепловими пунктами будівлі. Це дозволяє опускати у разі зменшення споживання мережевої води, що надходить у будівлі, розташовані нижче зони. Згідно з нормативними документами, холодоагент циркулює від лінії подачі до лінії обратки тепломережі. При цьому витрата води, що циркулює в тепломережі, не зменшується. Однак такі заходи мають і негативні наслідки. Циркуляція теплоносія в короткому замиканні через міст підвищує тиск і температуру в зворотному трубопроводі тепломережі. Тому в таких трубопроводах рекомендується встановлювати регулятор витрати (перепаду тиску). Принципова схема розміщення пристрою та трубопроводу автоматизованого ІТП з доданими перемичками наведена на малюнку. 5.8 Вибір способу підведення теплової одиниці необхідно здійснювати відповідно до технічних умов теплопостачального підприємства з урахуванням вищевказаних факторів для кожної будівлі.

### **Висновок.**

Для централізованого регулювання теплової потужності найчастіше використовуються «урізани» графіки опалення, але основним їх недоліком є значний перегрів у період «урізки», що призводить до збільшення річного споживання тепла на 18-20 %. (закрита тепломережа). Для відкритих тепломереж цей показник дещо нижчий – 7-8%, але вони чомусь не поширені.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Повністю уникнути «перегріву» в період «урізки» можна, встановивши на абонентському тепловому вводі погодний контроль, який автоматично підтримує температуру теплоносія на необхідному рівні.

Однак застосування такого обладнання у великих кількостях погіршує умови роботи котельних агрегатів, мережевих насосів та інших термомеханічних пристроїв джерел тепла.

Тому зміни в проекті ІТП можливі лише за погодженням з теплопостачальним підприємством.

Запропонована схема автоматичного ІТП має на меті забезпечити стабільність тиску води учасників, незалежність від коливань режиму тиску води тепломережі та мінімізувати вплив терморегулятора на режим тиску води тепломережі.

Проблему зменшення втрат тепла в період «зрізання» температурної діаграми необхідно вирішувати комплексно (на всіх етапах, починаючи від фази теплогенерації і закінчуючи фазою споживання), оскільки змінюється система теплопостачання.

Один ступінь може негативно вплинути на роботу системи іншого ступеня, що в цілому може вплинути на загальну ефективність системи теплопостачання.

Рекомендації щодо вдосконалення системи контролю теплового випромінювання систем централізованого теплопостачання районних котельень. У попередньому розділі ми показали, що перехід на низькотемпературний графік тепловіддачі в централізованих теплових мережах обов'язково призводить до проблем регулювання тепловіддачі після точки зупинки температурного графіка (за відсутності можливостей теплогенерації перехід на кількісний контроль тепловиділення).

Водночас, у зв'язку з широким використанням конденсаційних теплообмінників та відновлюваних джерел енергії в централізованих

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тепломережах, перехід на низькотемпературні графіки став трендом сучасних тепломереж.

На перетині температурних графіків необхідно перейти на регулювання зміною витрати холодоагенту в котельні або призупиненням роботи котельні (кількісне регулювання або регулювання припиненням або регулюванням котел). Оптимальним є поєднання таких кількісних і якісних нормативів.

Однак на більшості підприємств з централізованим теплопостачанням відсутні технічні засоби для кількісного регулювання тепловиділення котелень і систем центрального опалення (насоси мережі не мають частотних перетворювачів, тому в центральній системі є нерегулюючі пристрої).

система опалення). Типове для систем теплопостачання байпасне керування котлами потужністю від 30 до 50 МВт є також технічно та економічно недоцільним. Як наслідок, подача тепла на опалення на даний момент значно надлишкова (перегріта). Створюючи річний план використання теплової енергії за періодом підтримки теплового навантаження, можна графічно відобразити можливість зменшення використання теплової енергії за рахунок переходу на комбіноване регулювання тепловипромінювання системи теплопостачання.

На рисунку 5.9 показано графік для теплопостачальної компанії з опалювальним навантаженням для потреб опалення та гарячої води приблизно 54 МВт.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Це відповідає 21% річного виробництва тепла в системі теплопостачання.

Перехід на комбіноване регулювання теплової потужності можна здійснити шляхом встановлення мережевих насосів з частотними перетворювачами в котельні систем комбінованого теплопостачання та переведення центрального опалення систем теплопостачання.

Поки всі споживачі мають автоматичні вузли подачі тепла клімат-контролю, як описано в розділі 5.

1, зазвичай не виникає проблем при переході на регулювання кількості.

Однак більшість теплопостачальних підприємств України мають дуже різні системи приєднання споживачів тепла до системи теплопостачання та не мають автоматизованих погодних ІТП для більшості споживачів.

В середньому схему підключення можна пояснити на прикладі одного з міст України:

1. Невелика кількість споживачів оснащена автоматичним погодним контролем ІТП

2. Деякі споживачі підключаються до тепломереж через центральний тепловий пункт (ЦТП).

3. Інші частини підключаються безпосередньо до магістральної теплової мережі без елеватора

4. Є споживачі, які беруть елеватор і підключають його до тепломережі

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

На підставі отриманих уточнених вихідних даних щодо спожитого теплового навантаження та проведених попередніх техніко-економічних розрахунків було прийнято рішення про проектування ТЕЦ потужністю 15 МВт.

Після аналізу характеристик шести газопоршневих агрегатів (ГП) були обрані: - Агрегат газопоршневий 20V34SG фірми "Вартсила".

– Газопоршнева генераторна установка TCG 2032 V16 від MWM.

– Газопоршневі генераторні установки від цих компаній мають сертифікат стандартів якості від міжнародної організації стандартизації ISO 9001 і відповідають усім вимогам щодо електрики, вибуху, пожежної безпеки, атмосферних викидів, шуму та вібрації.

Газопоршневий генератор Wartsila 20V34SG і MWM TCG 2032 V16 пропонують комплексне післяпродажне обслуговування обладнання з відносно низькими експлуатаційними витратами та цінами на обладнання.

На відміну від інших компаній, ми маємо сервісний центр в Україні.

Порівняльна характеристика ГПУ MWM TCG2032 V16 та Wartsila 20V34SG наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика ГПУ MWM TCG2032 V16 та Wartsila 20V34SG

Найменування	Од. змін.	Величина	
		WartsilaCorp. (Фінляндія)	MWM (DEUTZ) (Австрія)
Модель		20V34SG	TCG 2032V16
Електрична потужність поодинок	кВт	9730	4300
К.п.д. електричний	%	44,3	43,1
Кількість циліндрів	шт	20	16
Швидкість обертання	про/хв	750	1000
Тиск природного газу	атм.	5,9	0,05
Витрата газу	нм3/год	2124	957,5
Витрата олії на чад	г/кВт·год	0,4	0,3

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Повний ресурс	тис.год	300,0	200,0
Ресурс роботи до капітального ремонту	год	96000	64000
Ресурс до ТО	год	1000	4000
Маса	т	137,5	49,0
Габарити (Д х Ш х В)	м	12.7х3.3х 4.65	8.9х2.75х3.8
Експлуатаційні витрати	\$/кВт.год	0,010	0,009

Основне обладнання складається з:

А GPU типу 20V34SG фірми «Wartsila»,  
номінальна потужність 9,73 МВт, допоміжний (позиція 2) і  
комбінований тепловий силовий модуль (позиція 3), що входять до  
комплекту поставки.

Три котли-утилізатори Viessmann ECO-SPI-7.5 (поз.5).

Вода теплового контуру станції проходить через масляний радіатор і  
теплообмінник високотемпературного контуру (ВТ) охолодження двигуна,  
нагрівається від 750 °С до 910 °С і подається в водогрійний котел -  
теплообмінник. Для забезпечення якості та скорочення часу встановлення  
Wartsila розробила композитний теплоенергетичний модуль (Точка 3).

Модуль включає наступне обладнання та збирається та встановлюється на  
заводі, усуваючи потребу в установці трубопроводів і обладнання на місці.

Цей модуль також включає все необхідне вимірювальне обладнання та  
регулюючу арматуру. Усі компоненти, необхідні для управління та роботи  
системи гарячого водопостачання, містяться в панелі керування додаткового  
модуля (поз.2).

Композитний теплоенергетичний модуль поєднується з допоміжним  
модулем двигуна.

Комбінований теплоенергетичний модуль включає:

Теплообмінник опалювальна вода/масло (Елемент 3.1)

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>					

Застосування теплообмінника опалювальної води та масла — це пластинчастий теплообмінник з нержавіючої сталі для відведення тепла від мастильного контуру двигуна.

Теплообмінник опалювальна вода/вода у високотемпературному контурі (позиція 3.2) Теплообмінник між системою опалення та водою у високотемпературному контурі охолодження — це пластинчастий теплообмінник із нержавіючої сталі для відведення тепла від води. Високотемпературний контур охолодження двигуна. Теплообмінник — високотемпературний попередній охолоджувач контуру охолодження (елемент 3.3) Високотемпературний попередній охолоджувач контуру — це пластинчастий теплообмінник з нержавіючої сталі. Якщо система рекуперації тепла не використовується, тепло передається від гарячої охолоджувальної рідини двигуна до більш холодної охолоджувальної рідини.

Теплообмінник — резервний охолоджувач контуру охолодження масла (позиція 3.4) Резервний охолоджувач контуру охолодження масла — це пластинчастий теплообмінник з нержавіючої сталі. Коли система рекуперації тепла не працює, вона передає тепло від масла до охолоджувальної води в криогенному контурі. Циркуляційний насос опалювального контуру (елемент 13) Циркуляційний насос із змінною швидкістю використовується для компенсації втрат тиску в опалювальному контурі та підтримки системи рекуперації тепла на заданій температурі води на виході триходовий клапан контролю температури контуру двигуна.

Продукти згоряння ТНУ при температурі 392 °С подаються у вертикальний КУ ГВП (позиція 5), який віддає тепло в теплоконтур станції (Т91-Т92). Контур опалення є замкнутою системою і подається та заповнюється після фільтра (позиція 6) системи пом'якшення (позиція 8).

Контроль та автоматичне налаштування необхідних параметрів вмісту вільного кисню та лужності здійснюється через модуль управління, який

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

керує насосом-дозатором (позиція № 17). Перегріта вода з температурою 120 °С після СУ подається в збірний колектор теплової точки (ТР) (див. Розділ 4.5 для опису ТР).

Допомагає забезпечити необхідне теплове навантаження в міських умовах. потреби тепломережі та самої станції.

Колекція 3 колектора КУ вода надходить у верхню частину гідравлічної стрілки (позиція 18), вирівнює систему тиску, видаляє накопичене повітря через автоматичні вентиляційні отвори і подається в мережевий теплообмінник (позиція 10). Циркуляційний насос (позиція № 19).

Температура води в контурі опалення після теплообмінника мережі теплового пункту (поз.10) 75°С. Ця вода повертається в нижню частину гідравлічної стріли, щоб збалансувати систему тиску та видалити мул у дренаж.

Вода з постгідроголки надходить в розподільну гребінку і через циркуляційний насос контуру опалення (позиція № 13) подається в комбінований теплоенергетичний модуль ГПУ, куди потім подається вода Т91 з температурою 910 °С.

Поставляється в МС. Вода в зворотній мережі поповнюється через два додаткових водонагрівача (позиція 11) з додаткового резервуара для води (позиція 9) за допомогою додаткового насоса (позиція 16), де вона доводиться до температури 70 °С буде нагріватися.

У лінії подачі встановлено тепловий обчислювач і пристрій автоматичного контролю і регулювання показника живильної води за кислотністю та вмістом вільного кисню (позиція \_\_).

Джерелом тепла для нагрівання підживлювальної води в теплообміннику (поз.11) є вода з температурою 850С, що надходить після двох передвключених пластинчастих теплообмінників (поз. 12), що нагрівають воду циркуляційного контуру опалення, вентиляції та гарячого

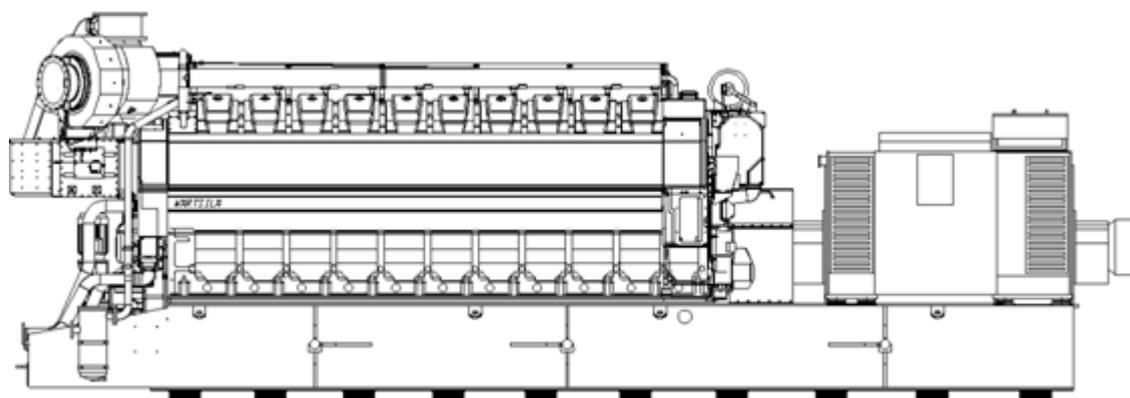
					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопостачання самої станції. На пластинчасті теплообмінники (поз. 12) надходить вода зі збірного колектора після КУ із температурою 120°C.

Підживлювальний трубопровід врізається у зворотний трубопровід теплової мережі (Т2) перед насосною станцією мережевих насосів.

Увімкнення підживлювальних насосів здійснюється автоматично припадиння тиску у зворотному трубопроводі. При перевищенні тиску у зворотному трубопроводі Т2 спрацьовує запобіжний клапан. Скидна вода із запобіжного клапана повертається в баки-акумулятори (2 баки по 25 м3) підживлювальної води. Контроль рівня (безперервний, нижній аварійний, верхній аварійний, нижній робітник, верхній робітник) води в баках здійснюється за допомогою ультразвукового рівнеміра встановленого у верхній частині баків. Сигнал з рівнеміра подається на управління електромагнітним клапаном і в систему АСУТП. При досягненні верхнього робочого рівня клапан закривається.

Реалізація цієї схеми дозволить отримати 29,190 МВт електричної потужності та 22,019 Гкал/год теплової потужності.



Мал. 4.1. Компонування генераторної установки JENBACHER JMC 420 GS-N.L

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52



Двигун JENBACHER JMC 420 GS-N.L та електрогенератор змонтовані на загальній рамі. Загальна рама гнучко встановлюється на бетонний фундамент за допомогою сталевих пружин.

Генераторна установка JENBACHER JMC 420 GS-N.L має такі основні розміри 1:

- Довжина 12.700 м.
- Ширина 3.300 м.
- Висота 4.650 м.
- Вага 131,500 кг.

1. Розміри та вага можуть змінюватись в залежності від типу генератора.

Загальний опис двигуна Wartsila 20V34SGC2

Двигун – чотиритактний, на збідненій суміші, з форкамерою, з іскровим запаленням, упорскуванням палива у впускні канали, відкритим поршнем, турбонагнітанням та внутрішнім охолодженням. Двигун має повністю мікропроцесорну систему управління (WECS), що керує процесами згоряння індивідуально у кожному з циліндрів.

Двигун призначений для безперервної роботи на газоподібному паливі на будь-якому навантаженні в діапазоні від 40 до 100% номінальної потужності. Двигун може працювати і на навантаженнях 25 - 40% від

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



Робочі середовища:

Таблиця 4.3. Газоподібне паливо

Параметр		Значення	Од. змін.
Нижча теплотворна здатність (LHV) 2	хв	29	МДж/м <sup>3</sup> N
Метанове число 3	≥	55-80	
Зміст метану, CH <sub>4</sub>	хв	70	про. -%
Сірководень, H <sub>2</sub> S	макс	0.05	про. -%
Загальний вміст сірки 4	макс	5	мг/кг
Водень, H <sub>2</sub>	макс	3	про. -%
Вуглекислий газ, CO <sub>2</sub>	макс	20	про. -%
Вода та гідрокарбонати, що містяться перед двигуном		Не допускається	
Аміак	макс	25	мг/м <sup>3</sup> N
Хлор+флор	макс	50	мг/м <sup>3</sup> N
Вміст сухих речовин	макс	50	мг/м <sup>3</sup> N
Розмір сухих речовин, що містяться	макс	5	□м
Температура газу на вході	хв/макс	0 / 60	оС
Тиск газу перед газорегулюючим модулем	хв	4 6	бар (побут)

### Олія-мастила

Можна використовувати тільки схвалені Wartsila мастила.

Більшість постачальників олії мають певні якості, визнані Wärtsilä.

Властивості нового масла повинні відповідати наступним вимогам.

Клас в'язкості SAE 40

Індекс в'язкості (VI)мін.95

Сульфатна зольність макс.0.6% мас.

Лужність (BN)4 – 7мг КОН/г

### Вода для охолодження двигуна

Антикорозійні інгібіторні добавки повинні бути використані у воді, що охолоджує двигун. Можуть застосовуватися лише добавки торгових марок та

В охолоджуючу рідину двигуна слід використовувати антикорозійні добавки.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Можна використовувати лише схвалені Wartsila марки та типи добавок. Дотримуватись рекомендованих виробником дозувань, показників твердості та методів випробувань. При використанні інгібіторів корозії на основі нітритів необхідно підтримувати концентрацію нітритів (NO<sub>2</sub>) на рівні приблизно 1500 мг/л у розрахунку на нітритами. Показник жорсткості рН повинен бути в межах від 8,5 до 9,5.

**Обмеження для води, що охолоджує двигун (первинний контур), промивання турбіни та сепараторів, що працюють на воді:**

- рН при 25°C > 6.5
- Провідність при 25°C (тільки для промивання турбіни) < 100 мс/м
- Сумарний жорсткість Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> < 10 °dH
- Кремнезем як SiO<sub>2</sub> < 50 мг/л
- Хлориди Cl<sup>-</sup> < 80 мг/л
- Сульфати як SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> < 150 мг/л

Загальні ознаки – вода має бути чистою, безбарвною та вільною від нерозчинних матеріалів.

**Якість сирової води:**

- рН при 21°C 6 – 8
- Розчинені у воді речовини, всього < 1500 мг/л
- Жорсткість Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> < 15 °dH
- Силікат як SiO<sub>2</sub> < 20 мг/л
- Залізо Fe < 0.5 мг/л
- Зважені частки < 20 мг/л

**Газопоршнева генераторна установка MWM TCG2032 V16**

Установки, одиничною електричною потужністю 4,3 МВт (при cosφ = 1), що працюють на природному газі, укомплектовані синхронними генераторами АVK вихідною напругою 6,3кВ. Технічні характеристики наведено у таблиці 4.4.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



cos φ		1
частота обертів	хв-1	1000
ступінь захисту		IP 23
клас ізоляції		F
маса	кг	близько 17100

Продовження таблиці 4.4. Технічні характеристики газопоршневої генераторної установки TCG 2032 V16

Найменування	Од. змін.	Величина
кількість припливного повітря (при $\delta T = 15$ K) (включаючи повітря для згорання палива)	кг/год	114305
температура повітря для згорання мін/проектна	°C	10 / 25
висота над рівнем моря	м	<100
протитиск вихлопу мін/макс	мбар	30.0/50.0
макс. втрата тиску перед повітряним фільтром	мбар	5
тиск газу, що підводиться (дотримуючись розпорядження TR 0199-99-3017)	мбар	50/300 (±10%)
об'єм повітряного ресивера	дм <sup>3</sup>	2000
тиск у повітряному ресивері	МПа	3
суха вага двигуна	кг	2290
суха вага агрегату, min	кг	49000

Таблиця 4.5. Енергетичні показники ГПУ при різних навантаженнях

Найменування	Од. вим.	Величина		
навантаження двигуна	%	100	75	50
ККД генератора (при cosφ = 1)	%	97,95	97,72	96,8 3
середній ефективний тиск	МПа	1,94	1,46	0,98
температура вихлопних газів (прибл.)	°C	436	470	496
масовий потік насичених вихлопних газів (прибл.)	кг/год	22217	17026	1197 2
масова витрата повітря для згорання (ISO 3046/1) (прибл.)	кг/год	21488	16461	1156 9
енергетичний баланс	(допуск теплової потужності ± 8%)			
потужність:				
механічна (за ISO 3046/1)	кВт	4390	3300	2220
електрична (при cosφ = 1)	кВт	4300	3225	2150
тепловіддачі сорочки охолодження	кВт	1538	1086	770
тепловіддачі інтеркулера	кВт	326	228	150

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування (охладження до 40 ° С)	Од. вим.	Величина		
тепловіддачі вихлопу, охолодженого до 120 °С	кВт	2240	1928	1483
тепловіддачі маслоохолодження	кВт	543	439	360
тепловипромінювання двигуна	кВт	220	210	190
тепловипромінювання електрогенератора	кВт	90	75	70
споживання палива (допуск +5%)	кВт	9891	7661	5465
електричний ККД	%	43,5	42,1	39,3
тепловий ККД	%	43,7	45,1	47,8
загальний ККД	%	87,2	87,2	87,1

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Турбогенератор К - 1,1 - 1,4

Турбогенератор К – 1.1 – 1.4 розрахований на 8 балів сейсмічного впливу на даному будівельному майданчику за шкалою МСК-64 згідно ДБН В.1-12: 2006. Відповідає вимогам державних стандартів України та чинних технічних регламентів експлуатації електростанцій. Блок-турбогенератор призначений для роботи за схемою з встановленим газопоршневим агрегатом і опалювальним котлом параметрами, наведеними в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6. Параметри турбогенератора К – 1,1 – 1,4

№ пп	Показник	Значення
1	Номінальна електрична потужність турбіни, кВт	1100
2	Номінальний тиск пари перед стопорним клапаном турбіни, МПа (абс.)	1,4
3	Номінальна температура пари перед стопорним клапаном турбіни, °С	250
4	Номінальна витрата пари на турбіну, т/год.	12
5	Номінальний тиск у конденсаторі, МПа (абс.)	0,05
6	Температура пари після турбіни, °С	81

## Конструкція турбогенератора

Комплекс будується блоками без підвалів конденсаційна парова турбіна з можливістю вибору подачі пари.

Турбіна може простоювати необхідний час для електричних випробувань генератора відповідно до норм надійності, зазначених в інструкції з експлуатації турбіни.

Турбогенератор дозволяє працювати при наявності відхилень частоти в електромережі відповідно до технічних вимог.

Конструкція турбіни забезпечує свободу теплового розширення в усіх режимах роботи.

Конденсатор має модульну конструкцію, яку можна транспортувати залізничним або автомобільним транспортом у виготовлених на заводі одиницях із зібраними трубками.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція конденсатора забезпечує високу гідравлічну щільність.

Пристрій уловлювання пари конденсатора призначений для захоплення та охолодження всього потоку пари, що подається через BROW.

Ежектор використовується для відведення пароповітряної суміші з конденсатора.

Подача конденсату в деаератор здійснюється через ступені конденсатного насоса вакуумні фітинги використовуються в зонах електричного розряду. До складу турбогенератора блоку також входить система маслопостачання з обладнанням і трубопроводами.

### **Котел утилізатор Viessmann ECO-SPI-7,5.**

Теплообмінник відпрацьованих газів (економайзер) типу ECO-SPI-7, 5. Теплообмінний пакет, виготовлений із зварених зубчастих спіральних труб для використання тепла від вихлопних газів котельних систем або промислових процесів. Теплообмінна труба 38 x 2,9, матеріал P235GH-TC1, з коліном, колектором і фланцем Зібраний на заводі в сталевому корпусі (матеріал сталь 16Mo3). Корпус, що приймає відпрацьовані гази, герметично приварений до корпусу теплообмінника та встановлений на стійкій конструкції, яка витримує тиск газу до 150 мбар. Утеплювач з мінеральної вати товщиною 150 мм повністю встановлений з алюмінієвим листом.

#### **Технічні дані:**

1. Джерело димових газів - газовий двигун
2. Паливо - природний газ
3. Температура дим. газів, вхід - вихід при бл. - 492 - 117 ° C
4. Масова витрата дим. газів - 15.000 кг/год
5. Діаметр підключення дим. Газів - 1200 мм
6. Аеродинамічний опір бл. - 6,5 мбар
7. Температура води, вхід – вихід при бл. - 90 - 120 ° C
8. Об'ємна витрата води - 102 м<sup>3</sup>

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						61
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

9. Підключення по воді - 200 мм
10. Гідравлічний опір бл. - 0,55 бар
11. Макс. дод. надлишковий тиск - 10 бар
12. Теплова потужність при бл. - 4.600 кВт
13. Поверхня теплообміну при бл. – 900 м<sup>2</sup>

**Габарити, маса:**

1. Ширина при бл. - 2.800 мм
2. Довжина при бл. - 5.000 мм
3. Висота бл. - 3.400 мм
4. Маса бл. - 13 т

**Водопідготовка**

**Водопідготовка для живлення тепломережі та підживлювальної води для водогрійного котла утилізатора.**

**Вихідні дані**

Технологічна схема була розроблена на підставі таких даних:

Розрахункове водоспоживання 35 м<sup>3</sup>/год;

Вимоги до води підживлення тепломережі.

Вода з джерела води направляється на фільтр попередньої фільтрації для повного видалення заліза та видалення зважених частинок розміром до 10 мкм.

Рекомендованою системою фільтрації є фільтр із мультимедійною засипкою. Потім вода розділяється на два потоки. Перший потік.

Вода надходить в систему пом'якшення, де видаляються солі жорсткості. З по черзі працюють два пом'якшувачі: один у роботі, а інший у режимі очікування або регенерації. Пластифікатори переробляються за допомогою кухонної солі. Потім видаляють кисень і регулюють рН. Очищена

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вода подається в тепломережу. Другий потік. Відфільтрована вода подається в систему пом'якшення для підтримки якості води, необхідної для живлення водогрійного котла. Потім регулюється значення рН, а кисень хімічно видаляється.

Технічні характеристики обладнання.

Equipment Selection Culligan InternationalCo.

(США), заснована в 1936 році, є одним із провідних виробників усіх типів водопідготовки та водоочисного обладнання, присутня в більш ніж 90 країнах (від 30 до 50% світового ринку) 35%).

Складне технічне обладнання та прилади, що виробляються на заводах компанії, використовуються в харчовій промисловості, виробництві алкогольних і безалкогольних напоїв, текстильній і хімічній промисловості, фармацевтичному виробництві і фармацевтиці, нафтогазовій промисловості та ін. А також теплову енергію, що використовується на підприємствах, у будинках, комунальних послугах, водних шляхах та багатьох інших галузях комерційного та промислового секторів.

У той же час Culligan International Co., Ltd., яка має потужну науково-технічну базу та великий досвід виробництва та торгівлі, широко застосовує власні розробки та технології у виробництві, підвищуючи виробничу та економічну ефективність обладнання, що продається по всьому світу покращити.

### **Система фільтрації Hi-Flo 9 UFP 48**

Система фільтрації Hi-Flo 9 UFP 48 призначена для фільтрації всієї води, що надходить на технологічні потреби.

Механічні фільтри призначені для видалення води різних видів каламутності, окисленого заліза. Кожен фільтр забезпечений манометрами, що визначають тиск на вході та виході з фільтра. Регенерація фільтра при даному навантаженні здійснюватиметься один раз на три - чотири доби. Фільтри автоматично виставлятимуться на регенерацію перепаду тиску.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Фільтри виготовлені із сталі. Зсередини покриті 4 мм шаром вулканізованого ебоніту при 140°C, а зовні – двома шарами епоксидної емалі.

Ступінь фільтрації – 10 мікронів. Склад стічних вод – 2 – 3 г/л завислих речовин.

#### **Основні характеристики системи фільтрації**

- Довжина 1258 мм.
- Висота 2265 мм.
- Ширина 1465 мм
- Площа фільтрування (одного фільтра) 1,24 м<sup>2</sup>
- Вага робітник 4490 кг.
- Вага транспортна 2790 кг.
- Мінімальний робочий тиск 1,5 атм
- Максимальний робочий тиск 7 атм
- Робоча температура 5 – 50
- Падіння тиску 0,5 атм.
- Продуктивність 18 м<sup>3</sup>/год
- Швидкість фільтрації 14,9 м/год

#### **Кількість води для регенерації одного фільтра:**

- Розпушування 5,45 м<sup>3</sup>;
- Швидке відмивання 2 м<sup>3</sup>;
- Усього води для регенерації одного фільтра 7,45 м<sup>3</sup>

#### **Споживання електрики одного фільтра:**

- Потужність 10 Вт
- Напруга 380 В
- Частота 50 Гц

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## **Система пом'якшення ULTRA LINE Na-катіонування ULTRA LINE HB 770 DUPLEX**

Система пом'якшення ULTRA LINE HB 770 DUPLEX призначена для пом'якшення води для живлення тепломережі, тобто для видалення з води солей жорсткості. Регенерація здійснюється автоматично за витратоміром. При цьому значенні жорсткості регенерація одного фільтра здійснюватиметься кожні 6 годин, тобто. 4 регенерації на добу. Фільтри виготовлені із сталі. Зсередини покриті 4 мм шаром вулканізованого ебоніту при 140С, а зовні – двома шарами епоксидної емалі. Кожен фільтр забезпечений манометрами, що визначають тиск на вході та виході з фільтра. Регенерація фільтра здійснюється кухонною сіллю.

Вміст солей жорсткості після системи пом'якшення – 0,1 мг-екв/л.  
склад стічних вод: вміст хлоридів 10 - 11 г/л. Решта всіх показників у межах норми. Об'єм стічних вод складе 10 м<sup>3</sup>/с або 3650 м<sup>3</sup>/рік.

### **Параметри фільтрів (дані наведені для одного апарату)**

- Діаметр 950 мм
- Висота 2056 мм
- Площа фільтрації 0,708 м<sup>2</sup>
- Кількість фільтрів 2 шт.
- Матеріал корпусу фільтрасталь
- Матеріал трубопроводівпластик
- робоча вага 1830 кг
- транспортна вага 1470 кг
- Падіння тиску 0,5 атм.

### **Технічні характеристики**

- Продуктивність одного фільтра 35 м<sup>3</sup>/год

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						65
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Швидкість фільтрації 42 м/год
- Швидкість фільтрації за обсягом катіоніту 38,9 BV/h
- Кількість води (час) між регенераціями (фільтроцикл) 188 (6,27)

м<sup>3</sup>(год)

- Тип завантаження сильнокислотний катіоніт Cullex
- Висота завантаження катіоніту 1,5 м. монтаж вхід-вихід 2½ дюйм
- об'єм смоли 770 л

### Експлуатаційні характеристики

- Кількість NaCl для регенерації - 120 кг
- Кількість води на регенерацію
- Розпушування 2,27 м<sup>3</sup>
- Повільне відмивання 0,32 м<sup>3</sup>
- Швидке відмивання 1,13 м<sup>3</sup>
- Всього: 4,36 м<sup>3</sup>

### Споживання електроенергії:

- Потужність 0,01 кВт
- Напруга 220 В
- Частота 50 Гц

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## Система пом'якшення WS 60 CULLIGAN

### Параметри фільтра:

- Діаметр 356 мм
- Висота 1194 мм
- Площа фільтрації 0,708 м<sup>2</sup>
- Матеріал корпусу фільтрасталь
- Матеріал трубопроводівпластик
- Транспортна вага 115 кг
- Падіння тиску 0,5 атм.
- Продуктивність одного фільтра 8,4 м<sup>3</sup>/год
- монтаж вхід-вихід 1½ дюйма
- Діаметр сольового бака 610 мм

### Показники вихідної та підготовленої води

Чинні нормативні документи (ДБН В.2.5.-39: 2008) регламентують якість води, яка використовується для тепломереж, зокрема щодо концентрації розчиненого кисню, вільного вуглекислого газу, завислих речовин, масел і нафтопродуктів вимоги. Значення рН і карбонатний ІЧ-індекс у воді регулюються. Карбонатний показник Ік – граничне значення добутку загальної лужності та кальцієвої жорсткості води (мг еквівалент/дм<sup>3</sup>), за межами якого відбувається утворення карбонатних накипів з інтенсивністю понад 0,1 г/(м<sup>2</sup> год).

Відповідно до ГКД 34.20.507-2003 при постачанні тепломережі натрієвою катіонною водою значення вуглекислотного показника Ік становить 3,5 (мг-екв/л) для температури підігріву мережевої води від 70 до 100 °С. не повинна перевищувати С. Таблиця 4.7.

Вимоги до якості котла та живильної води для низькотемпературних водогрійних котлів:

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Параметр	Од. вим.	Необхідне значення	Примітки
Реакція рН		від 8,3 до 10,0	Обов'язкове коригування реакції водопровідної води
Загальна жорсткість	мвал/дм3	≤0,4	Забороняється запускати водогрійну котельню, що живиться жорсткою водою
Залізо	мг/дм3	≤0,1	Рекомендується застосовувати знезалізнення
Вільний кисень	мг/дм3	≤0,1	Допускається використання хімічних препаратів, що зв'язує кисень у розчиненій воді

Таблиця 4.8. Показники вихідної та підготовленої води

Параметри	Од.	Вихідна вода	Вимоги до води для підживлення тепломережі (згідно з ГКД 34.20.507-2003)	Показники очищеної води
кількість	м3/год	35	35	35
рН		7,8	8,3 - 9,5	8,3 - 9,5
Мутність	мг/л	0,58		
Зважені речовини	мг/л	-	≤5	< 0,1
Кольоровість	град	3	-	-
лужність	мг-екв/л	4,2	-	-
Жорсткість загальна	мг-екв/л	4,5	-	-
залізо	мг/л	0,1	-	-
хлориди	мг/л	15	-	15
сульфати	мг/л	23,4	-	23,4
окислюваність	мгО2/л	1,8	-	1,8
сухий залишок	мг/л	270	-	270
кисень	мг/л	-	0,05	0,05
нафтопродукти	мг/л	-	≤ 1	≤ 1
Карбонатний індекс	(мг-екв/л)2	-	≤ 3,5	≤ 3,5

## **Загальне водоспоживання та станції**

Вода, необхідна для теплоцентралі, постачається господарсько-питни водопроводом, який проходить по території. Витрати води станціями на господарсько-побутові потреби, постачання теплових мереж та зрошення, згідно отриманих заявок, 25% від водоспоживання 35 м<sup>3</sup>/год заявлено на постачання теплових мереж .

Припустимо кільк Технічні умови. Сира вода Ні-Фло 9 UFP 48 після механічного очищення фільтрів використовується для заповнення технічних контурів з додаванням інгібіторів корозії та приготування розчинів етиленгліколю контурів аварійного охолодження. Вода після хімводоочищення використовується для заповнення контурів опалення та вентиляції. Стоки станції скидаються в існуючі системи промислових і побутових стічних вод на території підприємства.

## **Тепловий пункт**

Теплові пункти (ТП) встановлюються в будівлі для забезпечення необхідних параметрів холодоагенту (від 125°C до 90°C) для теплової мережі.

Система теплоутилізації газопоршневого двигуна підключена до системи теплопостачання населеного пункту в теплових пунктах за самостійною схемою і гідравлічно відокремлена як від динамічного, так і від статичного режимів теплової мережі.

(Wartsila) або 8,2 МВт (МWM) відповідно. В опалювальний сезон одночасно працюють три теплообмінники, четвертий – резервний. В неопалювальний сезон один працюючий теплообмінник може покрити локальне навантаження гарячої води (5,97 Гкал/год).

Автоматична насосна станція мережевого насоса Grundfos Hydro MPS продуктивністю до 550 м<sup>3</sup>/год встановлюється у зворотній лінії мережевої

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

води та забезпечує налаштування параметрів відповідно до змінних характеристик теплової мережі.

Для забезпечення необхідного тиску (6 бар) у розподільчій камері (РК) теплової мережі тиск у подаючому трубопроводі (Т1) на виході з ТП повинен бути не менше 125 м.в.ст. Тиск на вході в зворотний колектор насосної станції 50-55 м.в.ст. Завдяки автоматичному вмиканню та вимкненню насоса та регулюванню частоти обертання система працює з оптимальною ефективністю. Ця установка використовує станцію Hydro MPS-F із зовнішнім перетворювачем частоти та шість насосів CR90-4 (5+1 резервний) на двох рамах. Потужність двигуна 30 кВт.

ТР оснащений погодозалежним контролем потоку холодоагенту та комерційним розрахунком за тепло на виході зі станції.

В районі теплових пунктів також є два паралельно підключених теплообмінника для підігріву води тепломережі з витратою 35 м<sup>3</sup>/год (згідно технічних умов КП "Севтеплоенерго") і температурою 70 °С до.

Джерелом тепла для підігріву водопостачання є вода з температурою 850 °С, яка виробляється після двох попередньо активованих пластинчастих теплообмінників, які нагрівають воду в контурі опалення, вентиляції та циркуляції гарячої води самої станції.

Подача впадає в зворотну лінію (Т2) тепломережі перед насосною станцією мережевого насоса.

При зниженні тиску в зворотному трубопроводі автоматично включається живильний насос. При перевищенні «зворотного» тиску спрацьовує запобіжний клапан. Вода, що виходить із запобіжного клапана, разом із додатковою водою повертається в буферне сховище (дві ємності по 25 м<sup>3</sup> кожна). Рівень води в резервуарі (постійний рівень води, аварійний нижній рівень води, аварійний верхній рівень води) контролюється ультразвуковим рівнеміром, встановленим у верхній частині резервуару.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення станції необхідним теплом для її потреб у опаленні, вентиляції та кондиціонуванні повітря встановлено два пластинчастих теплообмінника, два циркуляційних насоса «в лінії», розширювальний мембранний бак, систему контролю, якісно-кількісну метеорологічну систему буде встановлено. На теплових електростанціях плануються залежні регулювання.

### **Тригенерація**

У літній період пропонується використовувати надлишок тепла від когенераційної установки для виробництва охолодженої води з параметрами (120°C до 70°C) за допомогою абсорбційного чиллера (АВНМ). При цьому потужність охолодження становитиме приблизно 11,5 МВт. Джерелом тепла є гаряча вода з колектора котла з параметрами від 120 °С до 85 °С.

Цей план одночасного виробництва електроенергії, теплової енергії та холодного повітря отримав назву комбінованого виробництва тепла та електроенергії. Охолоджена вода згідно АВНМ, встановлена на станції, може постачатися центральною системою кондиціонування торгового центру Musong або за власними потребами. Може подаватися на власну систему кондиціонування повітря станції або на радіатор припливної вентиляційної установки, яка подає охолоджену воду. Повітря для охолодження газопоршневих двигунів. Пропонований охолоджувач — одноступеневий непрямий нагрівач бром-літію Carrier 16JLR. Це обладнання має COP 0,65.

Максимальна надлишкова теплова потужність влітку становить приблизно 17,7 МВт, а «холодної» (охолоджуючої) води можна виробляти до 11,5 МВт.

Принцип роботи системи :

холодоагент - (вода) випаровується при низькій температурі (4,4 °С) в умовах високого вакууму. Це охолоджує холодну воду, що циркулює всередині труби випарника. Пари холодоагенту, що утворюються у

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

випарнику, поглинаються розчином броміду літію в абсорбері, розбавляючи розчин. Цей розведений розчин направляється насосом розчину в теплообмінник, де його температура підвищується. Потім розчин відправляється в генератор, де він додатково нагрівається і концентрується за допомогою пари або гарячої води. Після проходження через теплообмінник концентрований розчин повертається в абсорбер і використовується повторно. В абсорбері та випарнику розчин броміду літію та охолоджуючої води розпилюють у трубки для підвищення ефективності теплообміну. При проектуванні та експлуатації чиллера особливо увагу слід приділяти охолодженню та якості охолоджувальної води. Недотримання вимог до якості води може призвести до забруднення системи, появи мулистих відкладень на дні, корозії. Також важливо пам'ятати, що якість води змінюється з часом. Якість гарячої води визначається виробником котла-утилізатора, хоча вимоги до якості (особливо загальної жорсткості) охолоджувальної води, охолодженої води та гарячої води різні. Тому в даній схемі запропоновано три окремі установки для підготовки підживлювальної води, води для заповнення і поповнення контурів АБХМ, автоматичного контролю і корекції хімічних показників води. Покриття літнього попиту на кондиціонування повітря сторонніми споживачами чи вашими власними потребами може бути досягнуто шляхом коригування сезонного попиту на теплову енергію та збільшення комбінованого використання тепла та електроенергії значно підвищує економічну привабливість станції, але водночас це також збільшує капітальні витрати під час будівництва станції.

#### **4.7. Газопостачання**

##### ***4.7.1 Газопостачання газопоршневої генераторної установки 20V34SG фірми "Wartsila"***

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

У даному варіанті природний газ подається на 3-х поршневий енергоблок компанії «Вартсила» моделі 20V34SG загальною потужністю 15 МВт шляхом встановлення газопроводів лічильників комерційного газу та технічного газу лічильні вузли.

Підключіть до кожного газопоршневого генератора.

Схематична схема газопостачання для GPU 20V34SG показана на схемі Wartsila 20V34SG Gas Supply Diagram.

Споживання природного газу газопоршневої генераторної установки становить:

-  $Q_{\max} = 1124$  нм<sup>3</sup>/год.

Тиск газу в газопроводі становить

$P=0,14 \div 0,39$  МПа, а тиск, необхідний для нормальної роботи газопоршневої установки 20V34SG, становить 0,6 МПа, тому для підвищення тиску на 0,14/ Передбачається установка.0,39 МПа ~ 0,6 МПа.

Встановлення газокompресорної станції в існуючій старій будівлі ГРП неможливе через недостатні габарити будівлі. Газокompресорну станцію вирішили встановити в новій окремій будівлі. При роботі газокompресорної станції природний газ проходить через вузли очищення, сушіння та вимірювання витрати газу перед надходженням у компресор. Газоосушільна установка призначена для очищення природного газу від механічних домішок, води та вуглеводневого конденсату відповідно до вимог заводу-виробника компресора з метою запобігання забрудненню та ерозії обладнання та трубопроводів. Очищення газу відбувається в газосепараторах і газових фільтрах. Газ, очищений від рідини та механічних домішок, надходить у вузол вимірювання витрати газу.

Вимірювач витрати газу дозволяє рази виміряти і розрахувати газ, що надходить в напірний компресор, з необхідною для техніко-економічних розрахунків точністю. Будуть надані необхідні контрольні пристрої, вимірювальні пристрої, запірні арматура тощо. Після вимірювання газ

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надходить у компресор тиску і через загальний розподільник направляється на персональний газовимірювальний вузол кожної установки, де перетворювач об'єму газу перетворює вхідний сигнал від лічильника газу.

Для безперебійної роботи кожної системи передбачений обхідний газопровід (байпас). Після технічного розрахункового вузла газ надходить у газопровід для кожної газопоршневої генераторної установки. Необхідна промивна лінія встановлена в системі газопроводу.

## **Маслопостачання**

### ***Система маслопостачання газопоршневої генераторної установки MWM TCG2032 V16***

Система маслопостачання призначена для забезпечення необхідної мастила рухомих частин двигуна та постачання маслом гідравлічної системи регулювання та захисту.

Система маслопостачання ГПУ TCG 2032 V16 включає:

- ємність свіжої олії (2шт);
- ємність відпрацьованої олії;
- аварійну підземну ємність для зливу олії;
- клапан відсічний з електроприводом;
- насос подачі олії в картер ГПУ TCG2032 V16;
- насос подачі олії в ємності свіжої олії;
- насос відкачування олії з ємності відпрацьованої олії;
- насос відкачування олії з аварійної ємності.
- маслопроводів;

Пристрій контролю тиску встановлюється в трубопроводі після насоса подачі масла і являє собою прилад для вимірювання масової витрати масла за методом Коріоліса.

Управління електрообладнанням нафтової промисловості здійснюється в ручному та автоматичному режимі. Якщо пожежа сталася

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

через сигнал пожежної тривоги, клапан у відсіку відкриється. У цьому випадку масло з ємності зливається в аварійну ємність. Насос подачі масла в картер GPE управляється сигналом від одного з семи САУ TCG2032 V16.

При досягненні мінімального рівня масла в картері ГПД включається насос подачі масла, а при наповненні картера до необхідного рівня насос вимикається. При досягненні мінімального рівня нового об'єму масла датчик мінімального рівня не вмикає насос.

## **Повітропостачання**

### ***Система повітропостачання газопоршневої генераторної установки MWM TCG2032 V16***

ТЕО передбачає постачання стисненого повітря семи газопоршневих генераторних установок моделі TCG2032 V16 фірми «MWM GmbH» (Motorenwerke Mannheim), (Німеччина), електричною потужністю 4300 кВт. Стиснене повітря призначене для запуску кожної газопоршневої генераторної установки.

Система повітропостачання складається з наступного обладнання:

- компресор - 2 шт.;
- повітряний ресивер – 3 шт.

Повітря надходить до компресора з приміщення через повітряний фільтр, прикріплений до компресора, і проходить через масляний сепаратор.

Для забезпечення безперебійної роботи в лінії подачі повітря від компресора до ресивера необхідно встановити зворотний клапан і реле тиску повітря.

Повітря від кожного компресора через колектор подається в ресивер.

Перед кожним ресивером планується встановити необхідні запобіжні клапани, запірні клапани, контрольно-вимірювальні прилади.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Стиснене повітря подається від кожного ресивера під необхідним тиском до загального розподільника і надходить до кожного газопоршневого генератора MWM TCG2032 V16 пневматичний пускач установки.

Стиснене повітря подається в газопровід кожного блоку від пневмостартера газопоршневої генераторної установки.

Перед кожною газопоршневою генераторною установкою через всю систему подачі повітря ресивера і трубопроводів призначається злив конденсату, що зібрався в пароотвіднику, для запобігання ерозії обладнання та трубопроводів.

### **Автоматизація**

#### ***Характеристика об'єкта автоматизації***

Об'єктом автоматизації є:

- основне технологічне обладнання;
- система підготовки;
- система контролю загазованості приміщень будівлі;
- системи дистанційного контролю технологічних трубопроводів;
- встановлення підігріву мережної води на цілі опалення будівлі ;
- встановлення гарячого водопостачання на потреби;
- система технологічної та загальнообмінної вентиляції.

Засоби автоматизації (механізми реалізації (ІМ), прилади для контролю та вимірювання теплотехнічних параметрів і стану ІМ, умовно поряд з технічними засобами залежно від функціонального призначення утворюють системи автоматичного керування (АСУ).

Основні Технічні засоби оснащені АСУ Допоміжне обладнання для здійснення технічних процесів здебільшого забезпечене АСУ, але частково оснащене системами автоматизації нижнього рівня Повна АСУ технологічного обладнання та спроектована АСУ ТЕЦ допоміжного

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

обладнання технологічного обладнання повинні бути інтегровані в єдину систему АСУ вищого рівня, яка забезпечує загальний контроль та управління станом обладнання ТЕЦ Окрема апаратна та диспетчерська в будівлі КС призначена для розміщення основного комплекту обладнання АСУ ТП та підлеглих систем КВП.

сигнали про технічні параметри та стан ІМ від датчиків подаються в систему СКУД ТП (верхній рівень) і використовуються для відображення інформації про об'єкт і формування керуючих впливів в управлінні, регулюванні та захисті.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						77
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ОХОРОНА ПРАЦІ

Безпечні умови праці працівників забезпечуються прийнятою на ТЕО організацією технічних процесів, дотриманням галузевих правил безпеки та санітарних норм при проектуванні промислових підприємств.

ТЕО враховує правила техніки безпеки, промислової гігієни, вимоги ПУЕ, держтехнагляду та охорони праці, діючі норми пожежної безпеки та правила техніки безпеки згідно СНиП III-4-80 «Техніка безпеки в будівництві».

Відповідно до діючих правил техніки безпеки вжито багато заходів щодо попередження та ліквідації нещасних випадків і професійних захворювань.

В архітектурно-конструктивній частині проекту враховані всі вимоги щодо забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці.

Розташування обладнання здійснюється відповідно до діючих стандартів, що забезпечують безпеку, безперебійну роботу, своєчасну експлуатацію та ремонт.

У зв'язку з цим передбачені проходи і проходи для обслуговування обладнання та евакуації персоналу.

ТЕО базується на НАПБ Б.03.002-2007 «Критерії визначення категорії приміщень, будівель і зовнішніх споруд за вибухо- та пожежною небезпекою» та НАПБ 05.028-2004 «Проектні інструкції». Визначити категорії будівель за небезпекою.

З метою зниження рівня шуму до стандартизованих 70-80 дБ плануються наступні заходи: Зменшення рівня шуму від зовнішніх і внутрішніх джерел необхідно здійснювати в кількісному плані з урахуванням: досягається шляхом визначення: врахування звукоізоляційних властивостей будівельних конструкцій, захисту будівлі, внутрішніх стін і перегородок; Звукоізоляція у джерелі, встановлення обладнання на віброізоляційних опорах; Підвищені параметри звукового тиску в закритих

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщеннях розміщення обладнання У технічному приміщенні відсутній виробничий шум, що потребує спеціальних захисних заходів Перед початком будівництва розробити заходи пожежної безпеки та забезпечити пожежну безпеку під час виконання будівельно-монтажних робіт Необхідно керувати реалізацією

## **ВИБУХОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТУ**

### ***Противожежні заходи***

ТЕО реконструкції котельні з впровадженням когенераційних технологій потужністю 30 МВт виконано відповідно до вимог НАПБ 05.028-2004 «Інструкції з проектування протипожежного захисту енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів», НАПБ 05.030-2001 «Інструкції з проектування.

Конструкції будівлі відповідають ступеню вогнестійкості – II, III.

Протипожежні заходи виконані відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

У всіх технічних приміщеннях передбачаються металеві протипожежні двері.

Площа легкоскладаних (скління) конструкцій, що захищають, прийнята відповідно до розрахунку 0,03м<sup>2</sup> на 1м<sup>3</sup> обсягу приміщення.

Відповідно до НАПБ 05.030-2001 «Інструкції з проектування та експлуатації протипожежного захисту машзалів електростанцій» у ТЕО передбачено аварійне зливання масла в підземну ємність.

### **Протипожежні зони**

Для обмеження поширення вогню, захисту персоналу та зменшення руйнувань у разі пожежі ТЕО передбачено поділ електростанції на окремі протипожежні зони, які відокремлені протипожежними перешкодами та просторовими роздільниками.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Протипожежні перешкоди призначені для відділення диспетчерських, масляних трансформаторів, приміщень з електрообладнанням та акумуляторами.

Просторові роздільники передбачені між машзалом, майданчиком із резервуарами, пожежними насосами та офісами.

### **Вибухонебезпечні зони**

Вибухонебезпечною зоною вважається те місце, де в атмосфері міститься горючий матеріал у концентрації, достатній для утворення вибухонебезпечної суміші.

Вибухонебезпечні зони - це області навколо потенційних точок викиду.

На електростанції з ГПУ типу 20V34SGWARTSILA єдине обладнання в машині, що має ці компоненти, - це газорегулюючі пристрої.

Вибухонебезпечна зона навколо фланцевого з'єднання – це область з радіусом 1 метр за умови відповідної вентиляції.

### **Автоматична пожежна сигналізація**

Відповідно до «Правил пожежної безпеки України» та ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будівель та споруд» передбачається організація автоматичної пожежної сигналізації.

Центром пожежної сигналізації є диспетчерська, яка обладнана системою постійного струму як резервне джерело живлення.

Установка автоматичної пожежної сигналізації заблокована з системами припливно-витяжної вентиляції приміщень, що обслуговуються, для автоматичного їх відключення під час пожежі.

Пристрої пожежної сигналізації встановлені на всій території електростанції, на небезпечних ділянках прийнято вибухозахищене обладнання.

У приміщенні машзалу передбачається:

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

установка пожежного димового датчика типу СПД 3,2 з температурним діапазоном  $-10^{\circ}\text{C}$ -  $+50^{\circ}$ ;

встановлення датчика займання типу FL4000, який служить інструментом для захисту персоналу, обладнання та матеріалів від небезпечних джерел займання;

У приміщенні машзалу, де рівень шуму сягає 127дБ(А), передбачені лампи аварійної сигналізації.

У приміщенні газодожимної компресорної станції передбачається автоматична система порошкового пожежогасіння, яка забезпечує:

воєчасне виявлення пожежі автоматичною установкою пожежної сигналізації, що входить до складу автоматичної установки порошкового пожежогасіння;

#### **Система виявлення витoku газу**

Для виявлення витoku газу в машзалі проектом передбачено встановлення детекторів газу.

Детектори, не менше двох на кожен двигун, прийнято розташовувати в місці, де найімовірніше наявність газу у разі витoku:

над регулятором тиску газу;

у повітровипускних отворів системи вентиляції на рівні даху.

Система виявлення витoku газу підключена до системи керування станцією, яка включить сигналізацію при виявленні детектором газу 10% нижньої межі вибуховості. Якщо детектор газу виявив 20% нижньої межі вибуху або вище, подача газу вимикається.

#### **Системи пожежогасіння**

Для протипожежного захисту приміщень машинного залу, маслопостачання, КТП і ГРУ-10кВ, для яких характерний інтенсивний розвиток пожежі внаслідок наявності пожежного навантаження класу В за

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ГОСТ 27331 (мастила), кабелів, електрообладнання під високим тиском, ТЕО передбачена система газового пожежу.

Система газового пожежогасіння є балонами із запірно-пусковим пристроєм для зберігання і випуску вогнегасних газових сумішей.

Принцип дії установок газового пожежогасіння ґрунтується на зниженні концентрації кисню за рахунок надходження до зони реакції негорючого газу (СО<sub>2</sub>). Установки працюють в інтервалі температур від -40 до +50°С.

У приміщенні газодожимної компресорної станції передбачається автоматична система порошкового пожежогасіння, яка забезпечує подачу порошку з розпилювачів автоматичних установок порошкового пожежогасіння з необхідною інтенсивністю подачі порошку.

Відповідно до «Правил пристрою електроустановок» 2009, у приміщенні видання ВРУ пожежогасіння не потрібно.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Ідентифікація та декларування безпеки об'єкта**

Ідентифікація та декларування безпеки енергетичного модуля як потенційно небезпечного об'єкта виконані на підставі наступних документів:

Постанови Кабінету Міністрів «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» № 956 від 11.07.02р., м. Київ;  
Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки".

Для проведення ідентифікації об'єкта як потенційно небезпечного виконується розрахунок сумарної маси небезпечних речовин, що застосовуються для технологічного процесу.

Небезпечною речовиною є природний газ ГОСТ 5542-87.

Отриманий результат порівнюється зі встановленим нормативом граничної маси для даної категорії небезпечної речовини. Якщо сумарна маса речовини перевищує норматив порогової маси, об'єкту присвоюється відповідний клас безпеки.

### **Вихідні дані для розрахунку потенційно небезпечного об'єкта з природного газу**

Газопровід від введення до ГПД:

- тиск природного газу в газопроводі  $P_g$ , МПа 0,3;
- діаметр газопроводу  $d$ , мм ДК 300;
- довжина газопроводу  $l$ , м 100;

Щільність природного газу за температури 0С та тиск 0,1 МПа,  $\text{кг/м}^3$   
0,748;

Відстань до найближчої житлової забудови,  $R$ , м 70;

Нормативна порогова маса

для природного газу,  $m_{\text{нормат}}$ , Т50;

Встановлена гранична відстань

від потенційно небезпечного об'єкту

до житлового масиву,  $R_{500\text{нормат}}$ , М500.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Методика розрахунку:

Об'єм газопроводу, м<sup>3</sup>:

$$V = \pi \times d^2 \times l / 4$$

Щільність природного газу, що знаходиться в газопроводі при тиску P<sub>г</sub>, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_g = \rho_0 \times P_g / P_0$$

ρ<sub>0</sub>- Щільність природного газу за нормальних умов, кг/м<sup>3</sup>;

P<sub>г</sub>- Абсолютний тиск природного газу в газопроводі, МПа;

P<sub>0</sub>- Атмосферний тиск, МПа.

Маса природного газу в газопроводі, кг:

$$m = \rho_g \times V$$

Найменше значення порогової маси для горючих газів, до яких належить природний газ, т:

$$m_{\text{нормат}} = 50$$

Маса природного газу в газопроводі порівнюється з нормативним значенням граничної маси для даної речовини:

$$\frac{m_{\text{сум}}}{m_{\text{нормат}}} \leq 1 \quad (1)$$

Потенційно небезпечний об'єкт не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки за умови, що відстань від нього до великого скупчення людей (житловий масив) перевищує 500 метрів. Перевіряємо виконання умови:

$$R > 500 \quad (2)$$

### ЗАХОДИ, НАПРЯМОНИ НА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Оцінка впливів на довкілля (ОВНС) є обов'язковим елементом процесу планування всіх видів господарської чи іншої діяльності, здійснення яких у теперішньому чи майбутньому прямо чи опосередковано вплине на стан природних ресурсів, здоров'я та благополуччя населення.

					601-НТ.10578380.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерелами впливу на навколишнє повітряне середовище когенераційної станції є:

димарі від котлів-утилізаторів, що викидають в атмосферу димові гази; газопоршневі двигуни та вентиляційні установки, що є шумоутворюючими агрегатами.

На території когенераційної станції встановлено повітряні охолоджувачі з вентиляторами, які забезпечують охолодження рідини, що циркулює у контурі охолодження газопоршневих двигунів. Повітря, яке викидають ці вентилятори, є чистим атмосферним повітрям і не містить жодних шкідливостей, які можуть завдавати екологічної шкоди навколишньому середовищу.

Вентилятори припливно-витяжної вентиляції забезпечують циркуляцію зовнішнього атмосферного повітря, яке не містить шкідливостей, що завдають екологічної шкоди навколишньому середовищу.

Джерелом водопостачання когенераційної станції є вода питної якості з міського водопроводу.

Для запобігання забруднення поверхневих та підземних вод та економного використання водних ресурсів у ТЕО будівництва когенераційної станції передбачається:

скидання стоків лише за системою закритих трубопроводів;  
використання герметичних резервуарів;  
здійснення контролю за використанням водних ресурсів шляхом встановлення водозамірних пристроїв;

використання раціональної схеми водоспоживання когенераційної станції, що дозволяє зменшити підживлення технічною водою та скидання виробничої каналізації;

раціональне розміщення споруд когенераційної станції в межах існуючого майданчика, що зберігає існуючу кількість дощових стоків та схему їхнього відведення з території підприємства.

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі передбачені проектними рішеннями заходи спрямовані на забезпечення нормативного стану довкілля та його безпеки.

У ТЕО передбачено постійний облік витрат палива (природного газу), води та інших матеріалів, що використовуються під час роботи когенераційної станції. Постійно враховується вироблення теплової та електричної енергії.

Димові гази від усіх котлів викидаються через димові труби, висота яких визначається розрахунком та забезпечує розсіювання шкідливих речовин у приземному шарі до величин менше ГДК.

З метою максимального зниження видів та рівнів впливу нанавколишнє середовище під час експлуатації когенераційної станції та забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки в ТЕО передбачається комплекс заходів.

Для захисту повітряного басейну:

використання сучасного технологічного обладнання зарубіжних та вітчизняних виробників з високими екологічними показниками та прогресивною технологією;

дотримання технологічного регламенту ведення процесу;

герметизація технологічного обладнання та трубопроводів, запірної апаратури та ущільнень;

автоматизація технологічних процесів;

Для запобігання забруднення поверхневих та підземних вод та економного використання водних ресурсів проектом передбачається:

дотримання норм водоспоживання та водовідведення;

скидання стоків лише за системою закритих трубопроводів;

здійснення постійного контролю за використанням водних ресурсів за допомогою водозамірних пристроїв.

Для захисту ґрунту та геологічного середовища:

запобігання витоку води з усіх водонесучих комунікацій;

					<b>601-НТ.10578380.ПЗ</b>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



*Міністерство освіти і науки України  
Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики*



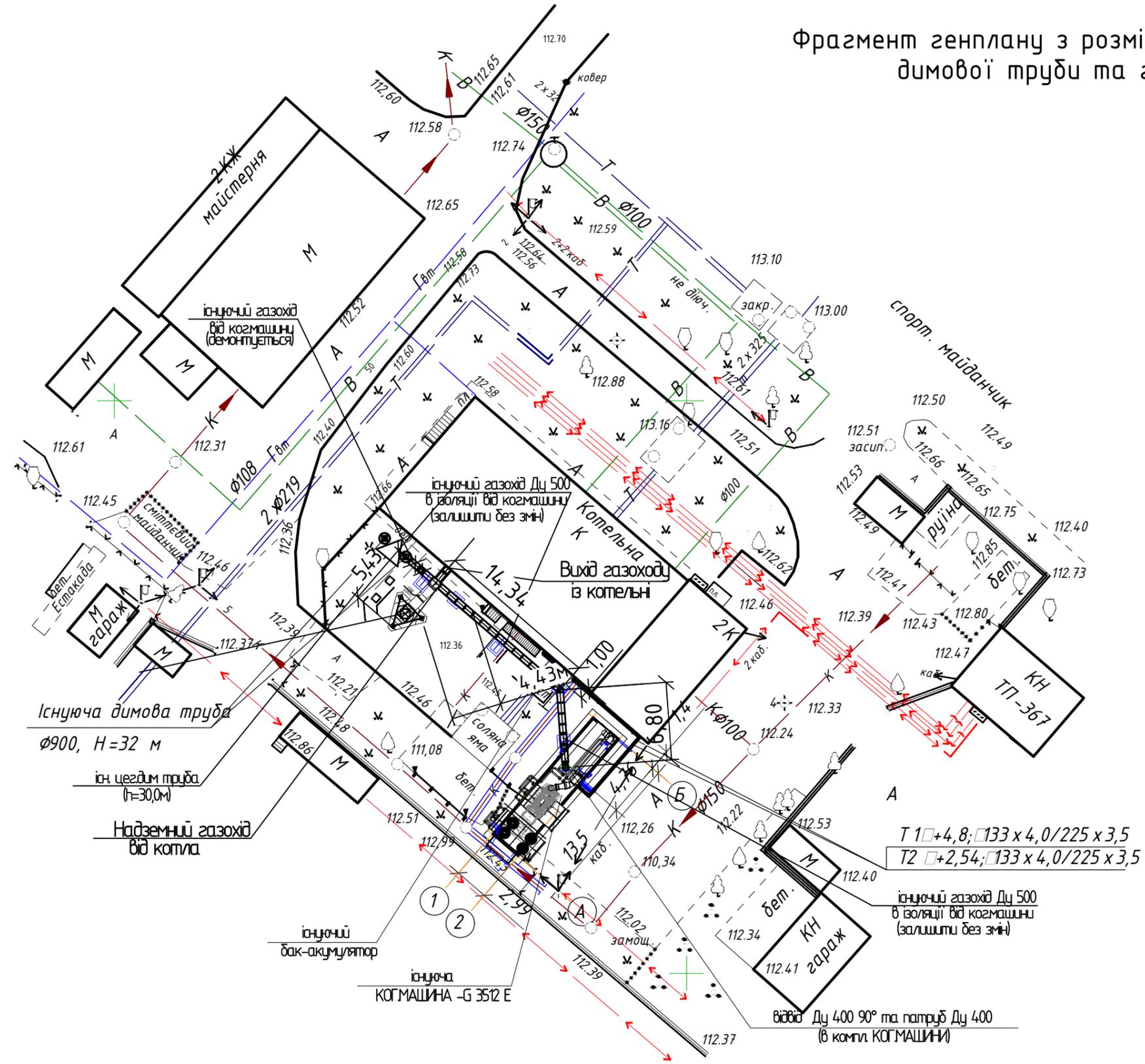
*Графічна частина  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему: "Розроблення заходів із забезпечення  
стійкості і надійності об'єктів комунальної  
теплоенергетики"*

*Виконав: студент 2 курсу, групи 601-НТ  
спеціальності 144 Теплоенергетика  
Циттель М.В.*

*Керівник: Колієнко А.Г.  
Рецензент: Прохорас В.К.  
Зав. кафедрою: Голік Ю.С.*

*Полтава - 2024*

Фрагмент генплану з розміщення котельні, димової труби та газоходів

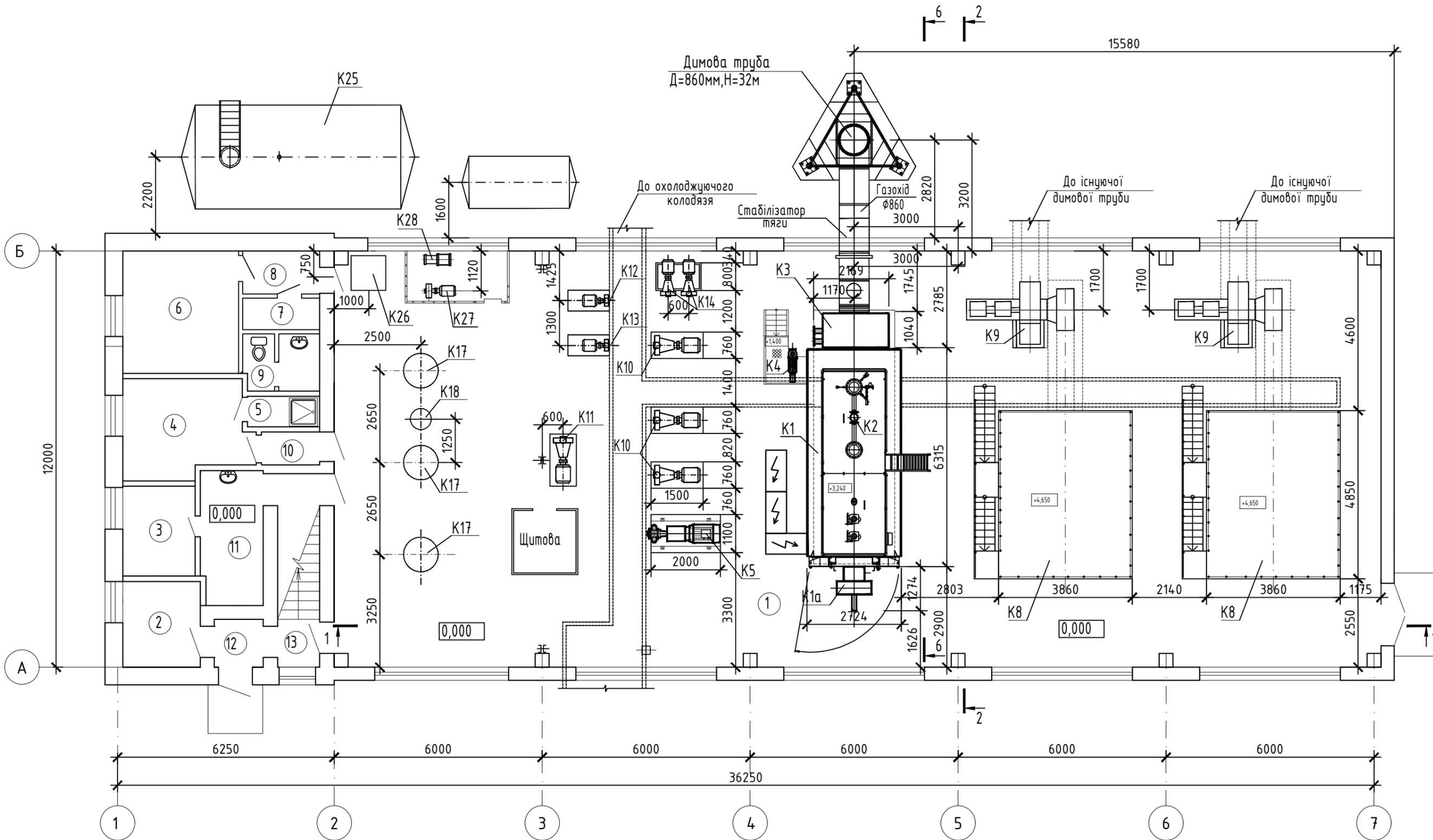


Погоджено:	

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

					2024	601НТ-10578380-ДР		
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Циттель М.В.			19.01	Р	1	8
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01			
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01			
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01	Генплан котельні		 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

План котельні на відм. 0.000



Погоджено:	

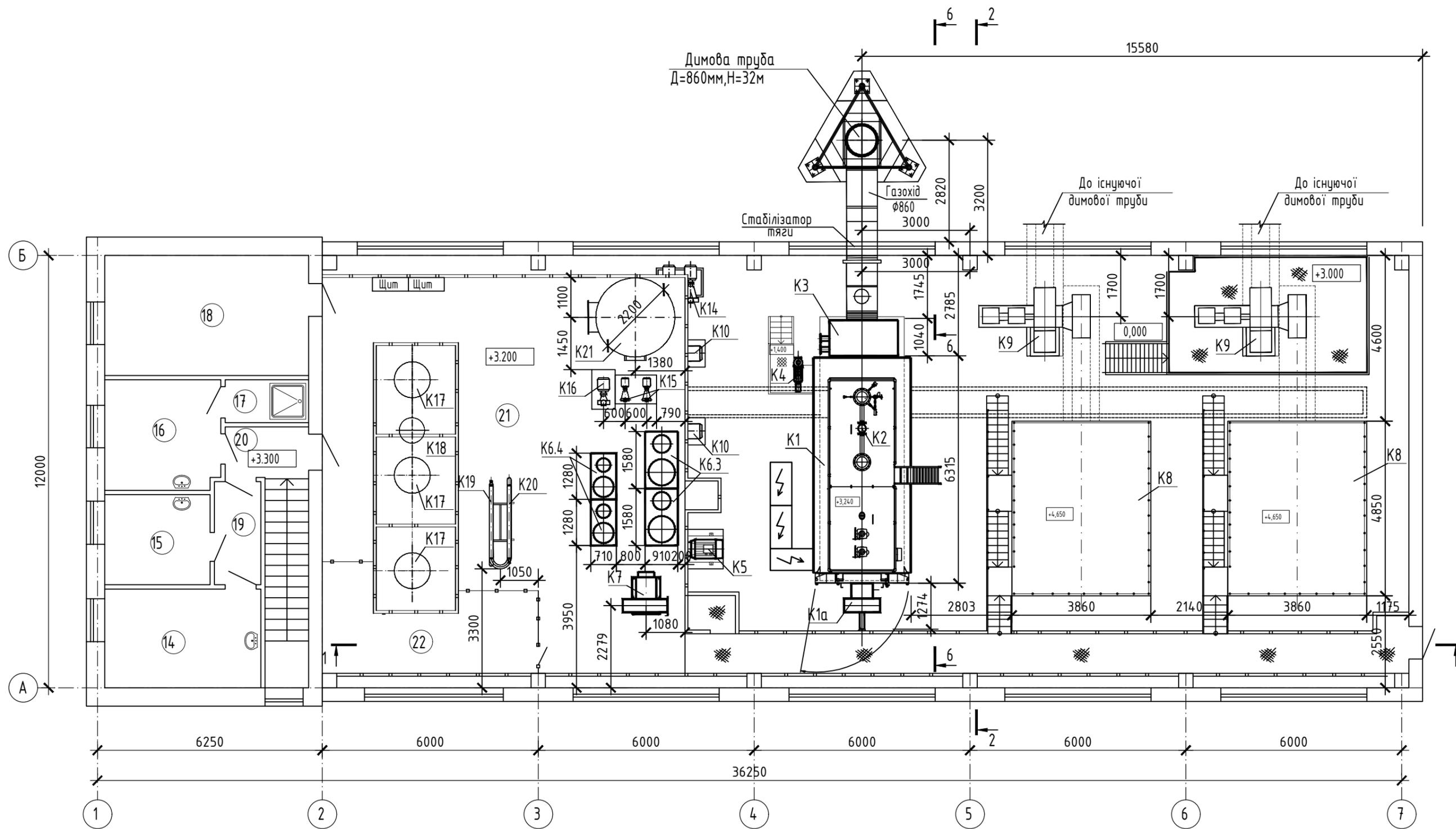
Інв. № ор.	
Підпис і дата	
Зам. інв. №	

					2024	601НТ-10578380-ДР			
Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики									
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Циттель М.В.			19.01		Р	2	8
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01				
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01	План котельні на відм 0.000			



Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

План котельні на відм. 3.300

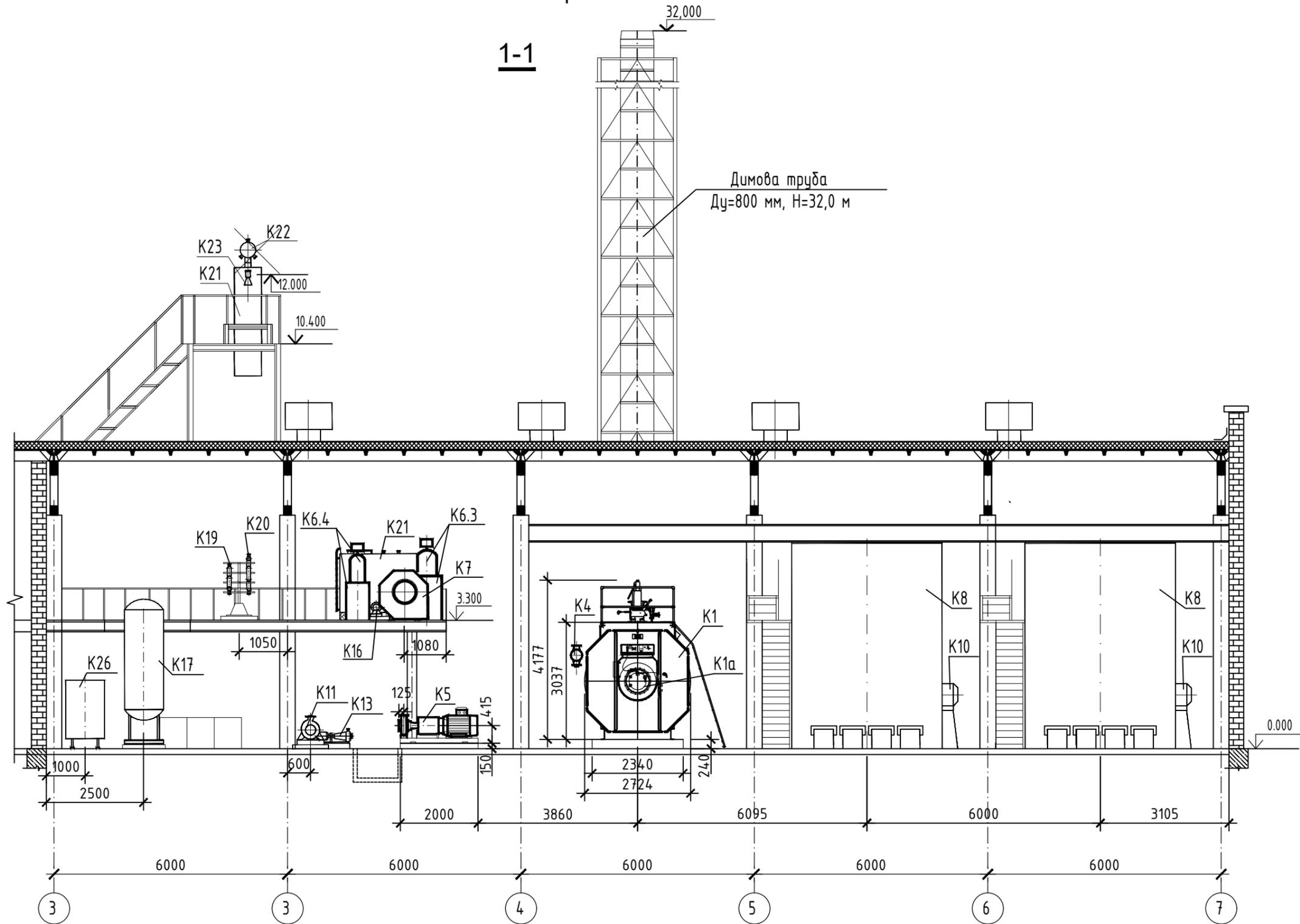


Погоджено:	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

					2024	601НТ-10578380-ДР			
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Циттель М.В.			19.01		Р	3	8
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01				
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01	План котельні на відм 3.300			
						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			

# Розріз 1-1

1-1



						2024	601НТ-10578380-ДР		
							Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Циттель М.В.				19.01	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Колієнко А.Г.				19.01	Р	4	8	
Н.контроль	Колієнко А.Г.				19.01				
Зав.кафед.	Голік Ю.С.				19.01	Розріз 1-1			



Національний університет  
"Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка"

Погоджено:	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

## Експлікація обладнання та приміщень котельні

### ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

початок

N п/п	НАЙМЕНУВАННЯ	ПРИМІТКИ
K1	Котел водогрійний UT-M 54 Q=12 MW (10,32 Гкал/год)	фірма LOOS (проектуючий)
K1a	Газопальниковий пристрій CC1300 GD907	фірма GUENOD (проектуючий)
K2	Насос котла рециркуляційний Etaline 100-170/304, N=3 кВт	фірма Grundfos (проектуючий)
K3	Економайзер інтегрований ECO 7 1750/1178/2	фірма LOOS (проектуючий)
K4	Насос економайзера циркуляційний Etaline 80-160/224, N=2,2 кВт	фірма Grundfos (проектуючий)
K5	Насос мережної води NK80-250/270-A BAQE G=240 м <sup>3</sup> /год, H= 95,6 м з ел. двигуном 280M N=90 кВт	фірма Grundfos (проектуючий)
K6	Установка хімоводоочищення BWT, G=15 м <sup>3</sup> /год	(проектуюча)
K6.1	Фільтр модульний з автоматичним промиванням INFINITI 11/2"	
K6.2	Модуль приєднувальний з редуктором тиску INFINITI	
K6.3	Установка пом'якшення безперервної дії (I ступінь) RNDOMAT 28NXT950	
K6.4	Установка пом'якшення безперервної дії (II ступінь) RNDOMAT 28NXT650	
K7	Вентилятор подачі повітря до пальника Centripol EU 4NB800RD270 G=25200м <sup>3</sup> /год, ел. двиг. N=45кВт	фірма Flakt Woods (проектуючий)
K8	Котел водогрійний ТВГ-8 Q= 8,3 Гкал/год (9,65 MW)	(існуючий)
K9	Димосос котла ТВГ-8	(існуючий)
K10	Насос мережний K90/85, з ел. двиг. N=55 кВт, n=2900 об/хв	G=90 м <sup>3</sup> /г, H=85 м (існуючий)
K11	Насос рециркуляційний K90/35	(існуючий)
K12	Насос підживний 2KM-6, з ел. двиг. N=4,5 кВт, n=2900 об/хв	G=30 м <sup>3</sup> /г, H=20 м (існуючий)
K13	Насос підживний 3-K9, з ел. двиг. N=7,5 кВт, n=2900 об/хв	G=45 м <sup>3</sup> /г, H=30 м (існуючий)
K14	Насос підвищувачий 2K-6, з ел. двиг. N=4,0 кВт, n=2900 об/хв	G=20 м <sup>3</sup> /г, H=30 м (існуючий)
K15	Насос перекачуючий K20/30, з ел. двиг. N=4,0 кВт, n=2900 об/хв	G=20 м <sup>3</sup> /г, H=30 м (існуючий)
K16	Насос промивки фільтрів	(існуючий)
K17	Фільтр Na-катіонітний Дн=1000 мм, Нсл=2000 м	(існуючий)
K18	Солерозчинник Дн=600 мм	(існуючий)
K19	Підігрівник сирої води	(існуючий)
K20	Підігрівник хімоочищеної води	(існуючий)
K21	Бак-газовідділювач	(існуючий)
K22	Колонка деараційна вакуумного типу ДВ-15	(існуючий)
K23	Охолоджувач випару F=2 м <sup>2</sup>	(існуючий)

### ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

закінчення

N п/п	НАЙМЕНУВАННЯ	ПРИМІТКИ
K24	Ежектор газоводяний	(існуючий)
K25	Бак деаераторний з гідрозатвором	(існуючий)
K26	Бак-мірник розчину солі V=1м <sup>3</sup>	(існуючий)
K27	Насос розчину солі	(існуючий)
K28	Насос водострумний	

### ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ

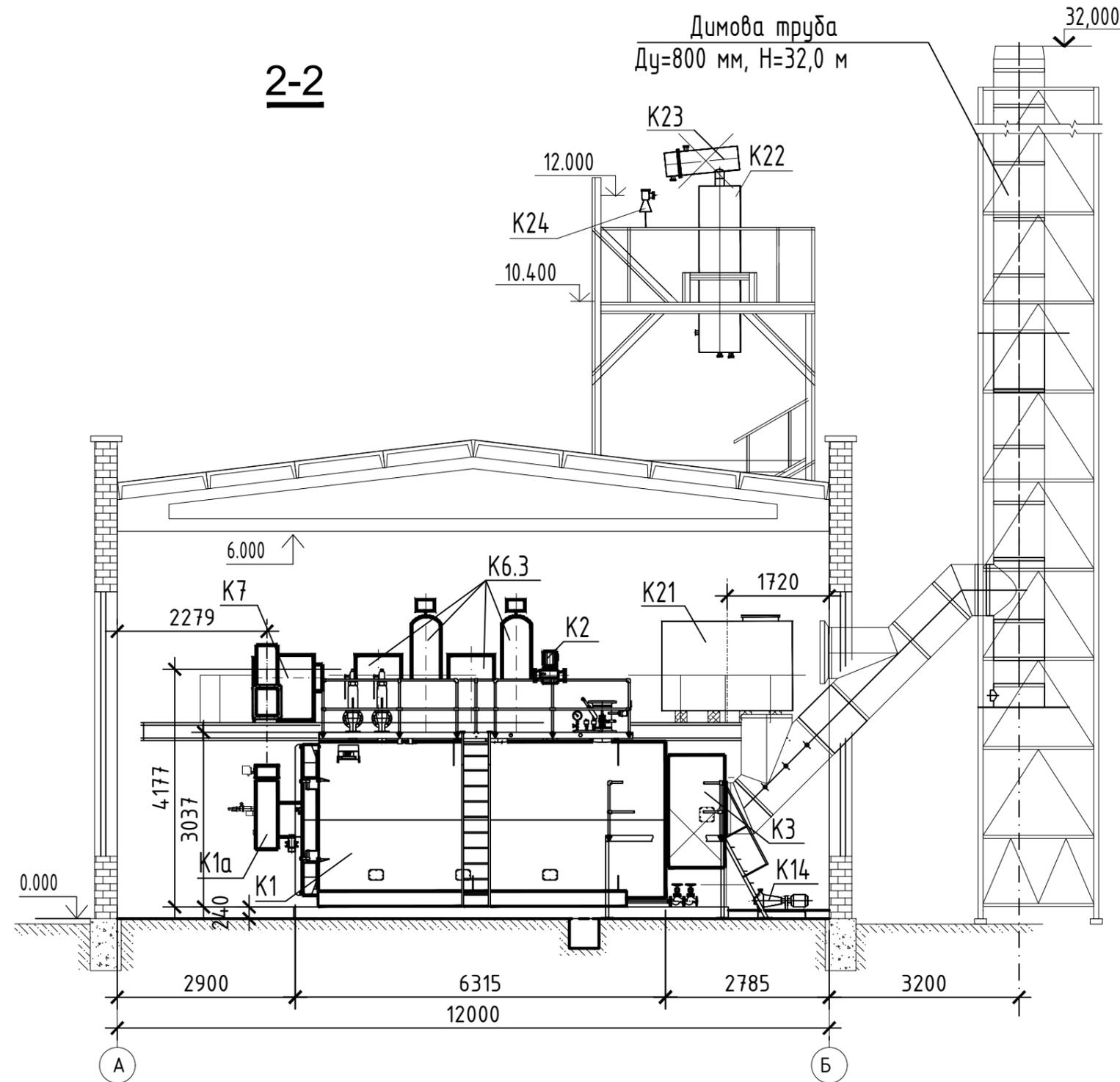
НОМЕР ПРИМІЩЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ	ПРИМІТКА
1	Котельний зал	
2	Приміщення оператора	
3	Кімната відпочинку	
4	Чоловічий гардероб	
5	Душова	
6	Маїстерня	
7	Допоміжне приміщення	
8	Коридор	
9	Санвузол	
10	Коридор	
11	Коридор	
12	Тамбур	
13	Сходові клітини	

Погоджено:

Інв. № ор. Підпис і дата Зам. інв. №

					2024	601НТ-10578380-ДР		
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив				Циттель М.В.	19.01	Р	5	8
Перевірів				Колієнко А.Г.	19.01			
Н.контроль				Колієнко А.Г.	19.01			
Зав.кафед.				Голік Ю.С.	19.01			
Експлікація обладнання та приміщень котельні						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

# Розріз 2-2



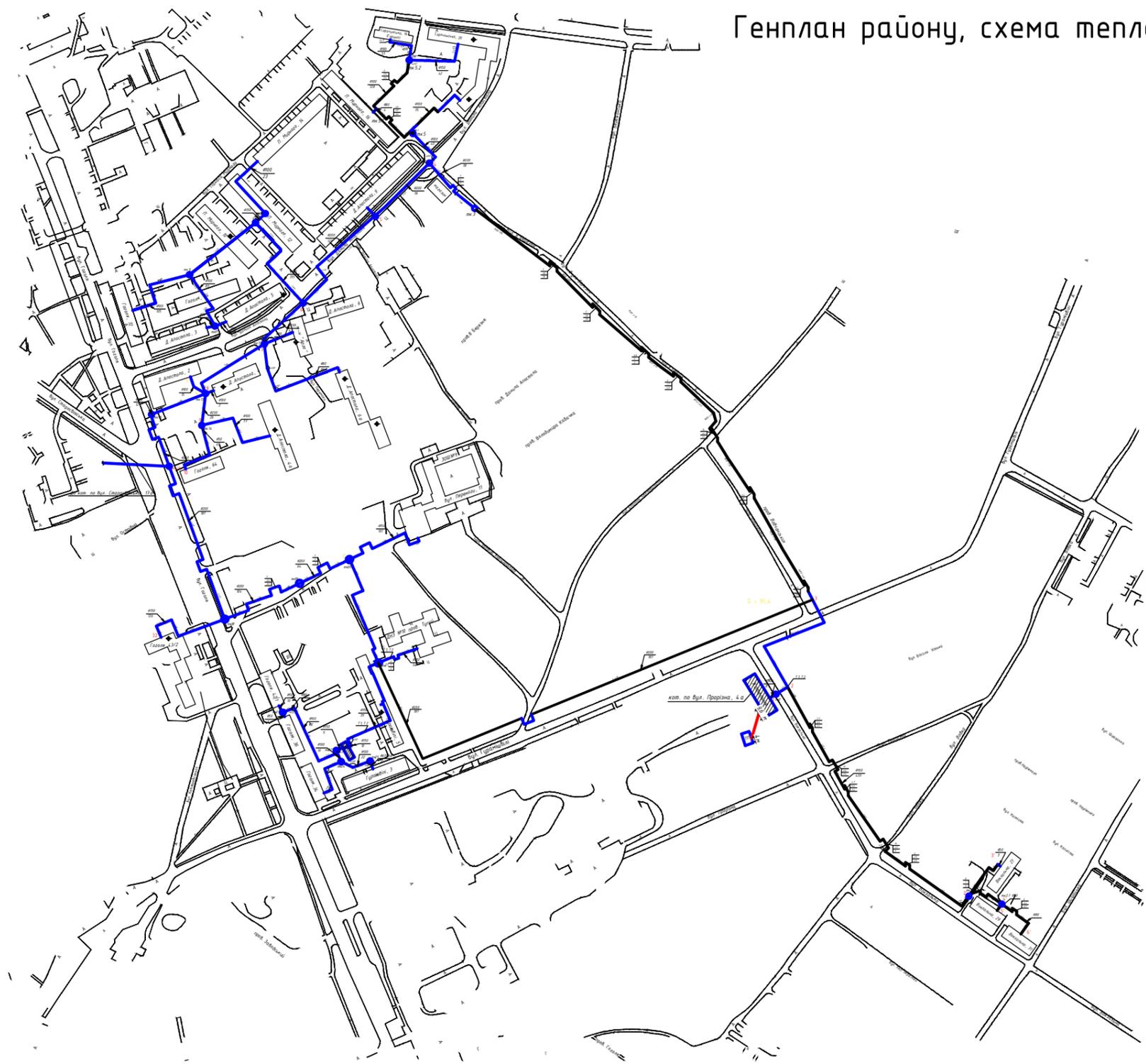
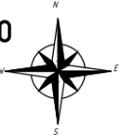
Погоджено:	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

					2024	601НТ-10578380-ДР		
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Циттель М.В.			19.01	Р	6	8
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01			
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01			
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01	Розріз 2-2		



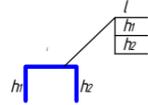
Національний університет  
"Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка"

# Генплан району, схема теплових мереж з перемичкою



### Умовні позначення :

- надземна прокладка
- в непрохідних каналах
- безканальна прокладка
- T 1 подаючий трубопровід на опалення
- T 2 зворотній трубопровід на опалення
- T 11 подаючий трубопровід на ГВП
- T 21 зворотній трубопровід на ГВП
- теплообмінник
- тк тепла камера
- ок оглядовий колодезь



						2024	601НТ-10578380-ДР		
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив		Циттель М.В.			19.01	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01	Р	7	8	
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01	Генплан району схема теплових мереж з перемичкою			
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			

Погоджено:

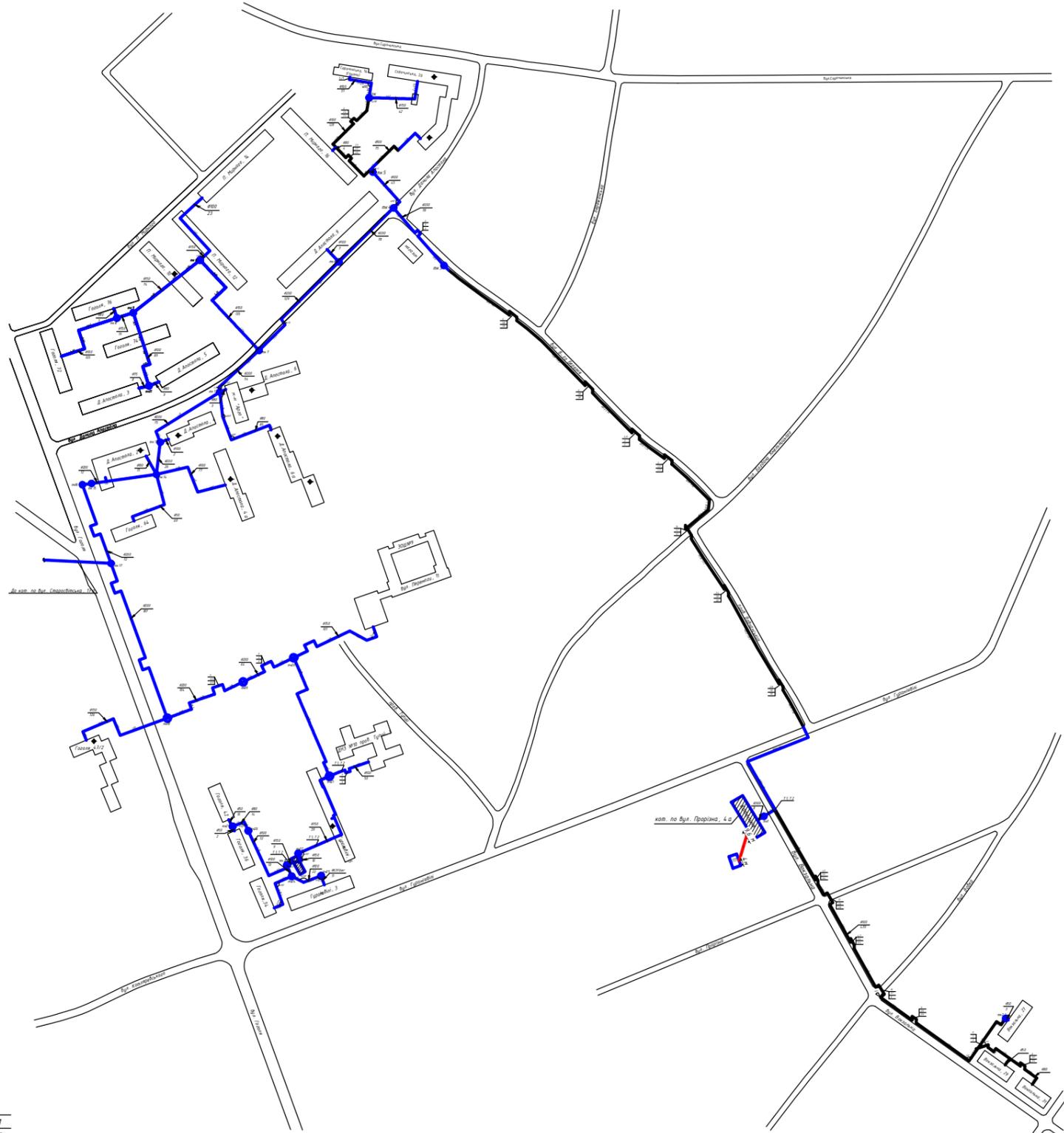
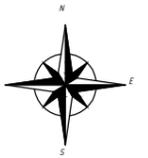
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

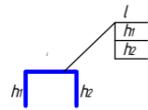
Формат А3

# Схема теплових мереж котельні по вул. Прорізна, 4а



## Умовні позначення :

- надземна прокладка
- в непрохідних каналах
- безканальна прокладка
- T 1 подаючий трубопровід на опалення
- T 2 зворотній трубопровід на опалення
- T 11 подаючий трубопровід на ГВП
- T 21 зворотній трубопровід на ГВП
- теплообмінник
- тк тепла камера
- ок оглядовий колодезь



						2024	601НТ-10578380-ДР		
						Розроблення заходів із забезпечення стійкості і надійності об'єктів комунальної теплоенергетики			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив		Циттель М.В.			19.01	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів		Колієнко А.Г.			19.01	Р	8	8	
Н.контроль		Колієнко А.Г.			19.01				
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			19.01				
						Генплан району схема теплових мереж		 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	

Погоджено:

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.