

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

ВИКОНАВ : СТ. ГР. ТЕ-17М МАКСІМОВ М.І.
КЕРІВНИК : ДОЦЕНТ, К.Т.Н ОСТАПЕНКО О.П.

Об'єкт дослідження – енергоефективність теплової схеми котельні із застосуванням когенераційної теплонасосної установки (КТНУ).

Предметом дослідження є процеси в елементах КТНУ в тепловій схемі котельні, які забезпечують підвищення енергоефективності теплової схеми котельні із застосуванням когенераційної теплонасосної установки.

- **Метою МКР** є підвищення енергоефективності теплової схеми котельні із застосуванням когенераційних теплонасосних установок, визначення енергоефективних режимів експлуатації теплової схеми котельні з КТНУ, оцінка обсягів економії енергоресурсів від застосування КТНУ в тепловій схемі котельні.

- **Завдання МКР:**

- дослідити засоби з підвищення ефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок;
- дослідити та оцінити вплив режимів роботи теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок на показники енергетичної та економічної ефективності теплової схеми котельні;
- провести дослідження, визначити енергоефективні режими та економічно обгрунтовані умови застосування когенераційних теплонасосних установок в тепловій схемі котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця);
- розробити методичні рекомендації із підвищення енергоефективності та економічної ефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок.

Науково-практична новизна:

- проведено апробацію методу комплексного оцінювання систем енергозабезпечення з КТНУ, з використанням комплексного показника ефективності систем енергозабезпечення з КТНУ, з метою визначення області енергоефективної експлуатації та економічно обґрунтованих режимів роботи теплової схеми котельні в м. Вінниця з КТНУ;
- дістали подальший розвиток методи прогнозування умов ефективної інтеграції теплових схем водогрійних котельних з КТНУ в муніципальну теплоенергетику в частині визначення оптимальних енергоекономічних умов застосування КТНУ в теплових схемах водогрійних котелень.

Показники енергетичної ефективності систем енергозабезпечення з КТНУ

- частка навантаження

КТНУ у складі СЕ

$$\beta = Q_{\text{КТНУ}} / Q_{\text{СЕ}}$$

- безрозмірний критерій енергетичної ефективності СЕ з КТНУ та ПДТ

$$K_{\text{СЕ}} = (1 - \beta) \cdot K_{\text{ПДТ}} + \beta \cdot K_{\text{КТНУ}}$$

Комплексний узагальнений безрозмірний критерій енерго-еколого-економічної ефективності СЕ з КТНУ та ПДТ

$$K_{\text{CE}}^{\text{КОМПЛ}} = K_{\text{CE}} + \Delta E_i^{\text{CE}} + \Delta EK_i^{\text{CE}} = (1 - \beta) \cdot K_{\text{ПДТ}} + \beta \cdot K_{\text{КТНУ}} + \Delta E_i^{\text{CE}} + \Delta EK_i^{\text{CE}}$$

- Де $\Delta E_i^{\text{CE}} = \frac{(E_{\text{ДТ}})_i - (E_{\text{СЕ}})_i}{(E_{\text{ДТ}})_i}$ – відносна економічна ефективність

(у частках) для СЕ з КТНУ та ПДТ для i -го режиму роботи СЕ;

- $(E_{\text{ДТ}})_i$ – експлуатаційні витрати заміщеного джерела теплової енергії (ДТ) для i -го режиму роботи,

- $(E_{\text{СЕ}})_i$ – експлуатаційні витрати СЕ з КТНУ та ПДТ для i -го режиму роботи;

$$\Delta EK_i^{CE} = \frac{(EK_{DT})_i - (EK_{CE})_i}{(EK_{DT})_i}$$

– відносна екологічна ефективність (у частках) для СЕ на основі КТНУ та ПДТ для i -го режиму роботи СЕ;

• β – частка навантаження КТНУ у складі СЕ;

• $K_{ПДТ}^{ПК} = Q_{ПК} / Q_{П} = \eta_{ПК}$ – безрозмірний критерій енергоефективності ПДТ у складі СЕ.

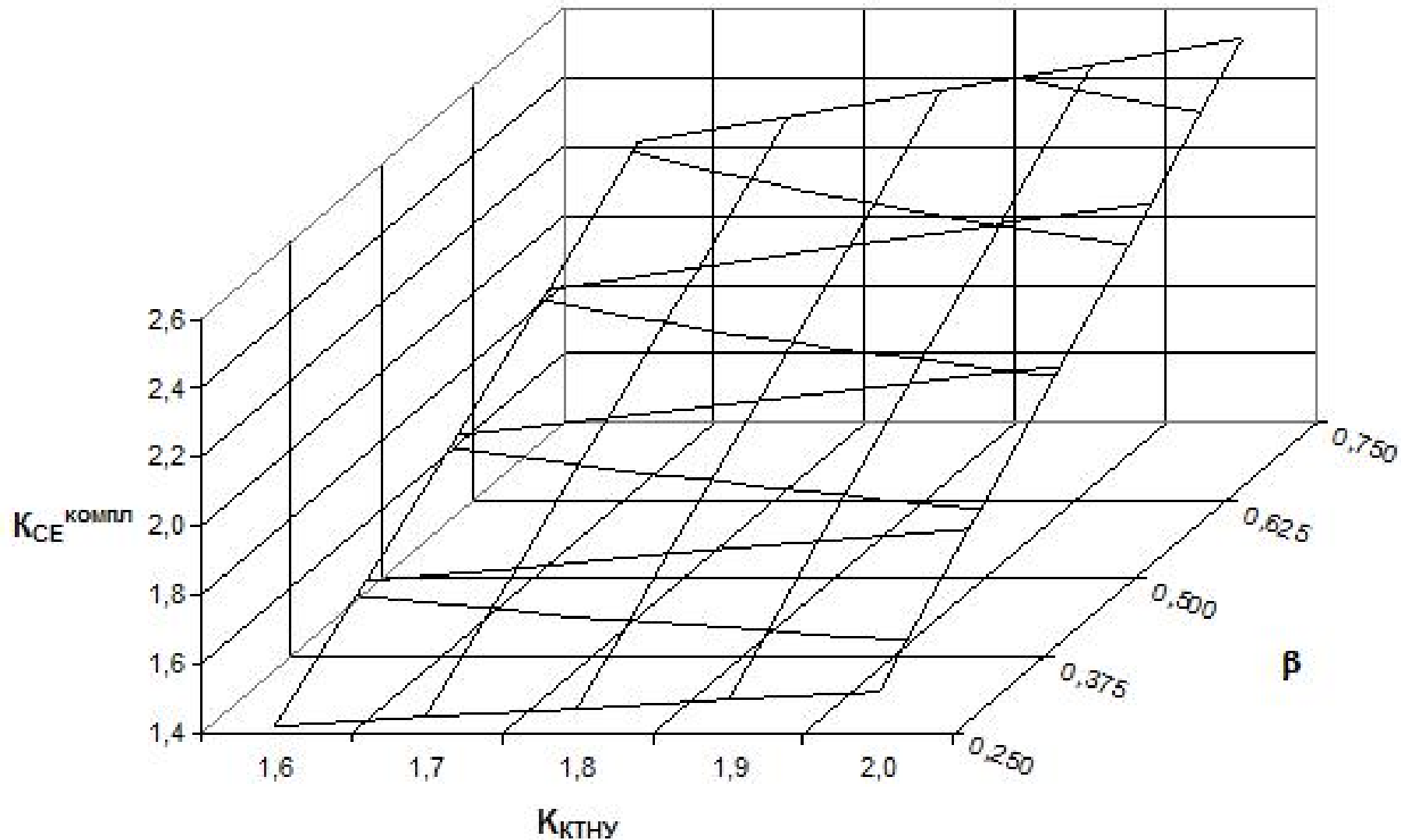
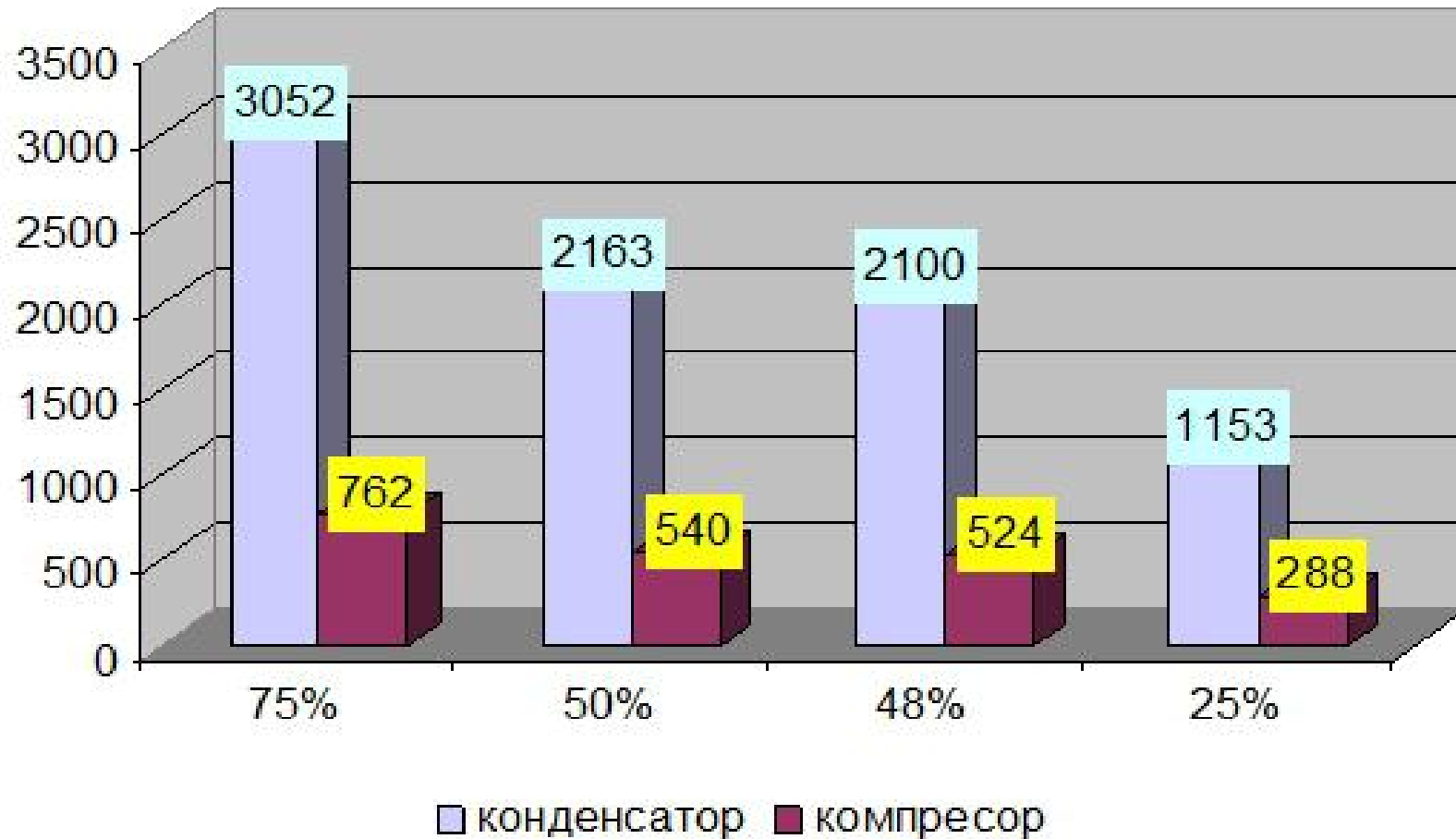
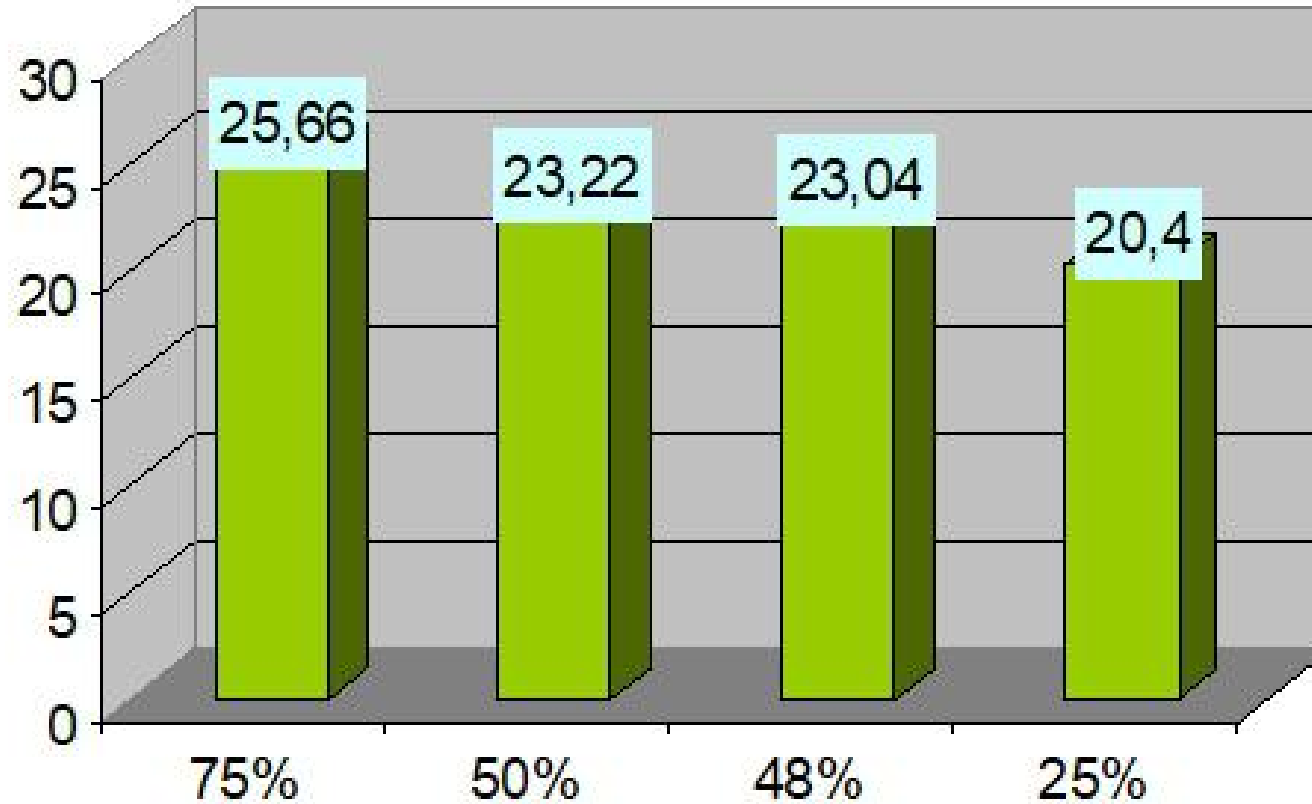


Рис. 1 – Область энергоекономічної та екологічно безпечної роботи СЕ з КТНУ з використанням теплоти відхідних газів котлів в контактному утилізаторі для вироблення низькотемпературної теплоти для КТНУ

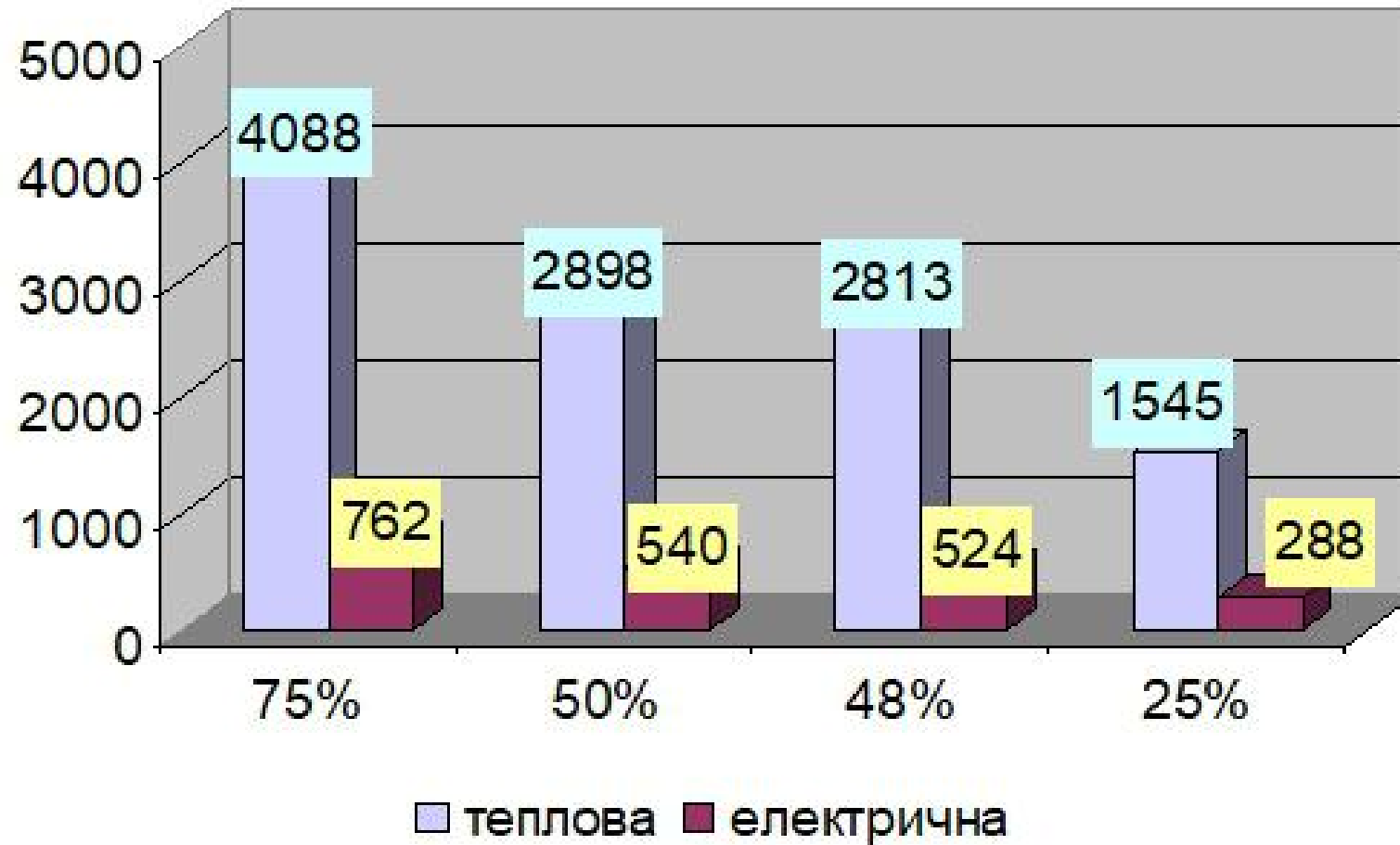
ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТУЖНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРА ТА КОМПРЕСОРА ТНУ ДЛЯ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, КВТ



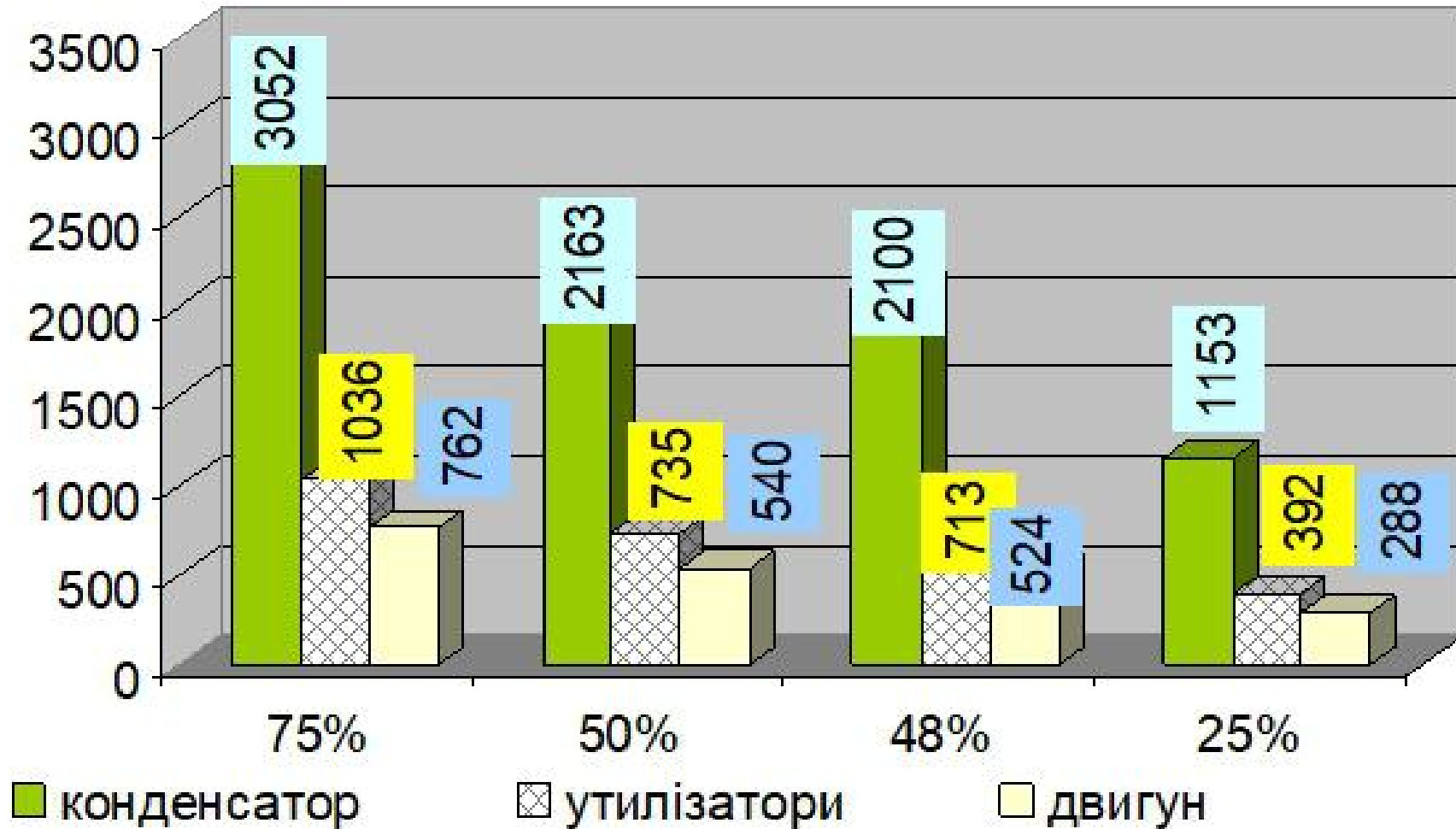
ЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ РОБОЧОГО ПАЛИВА ДВ ВІД
ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ
КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, %



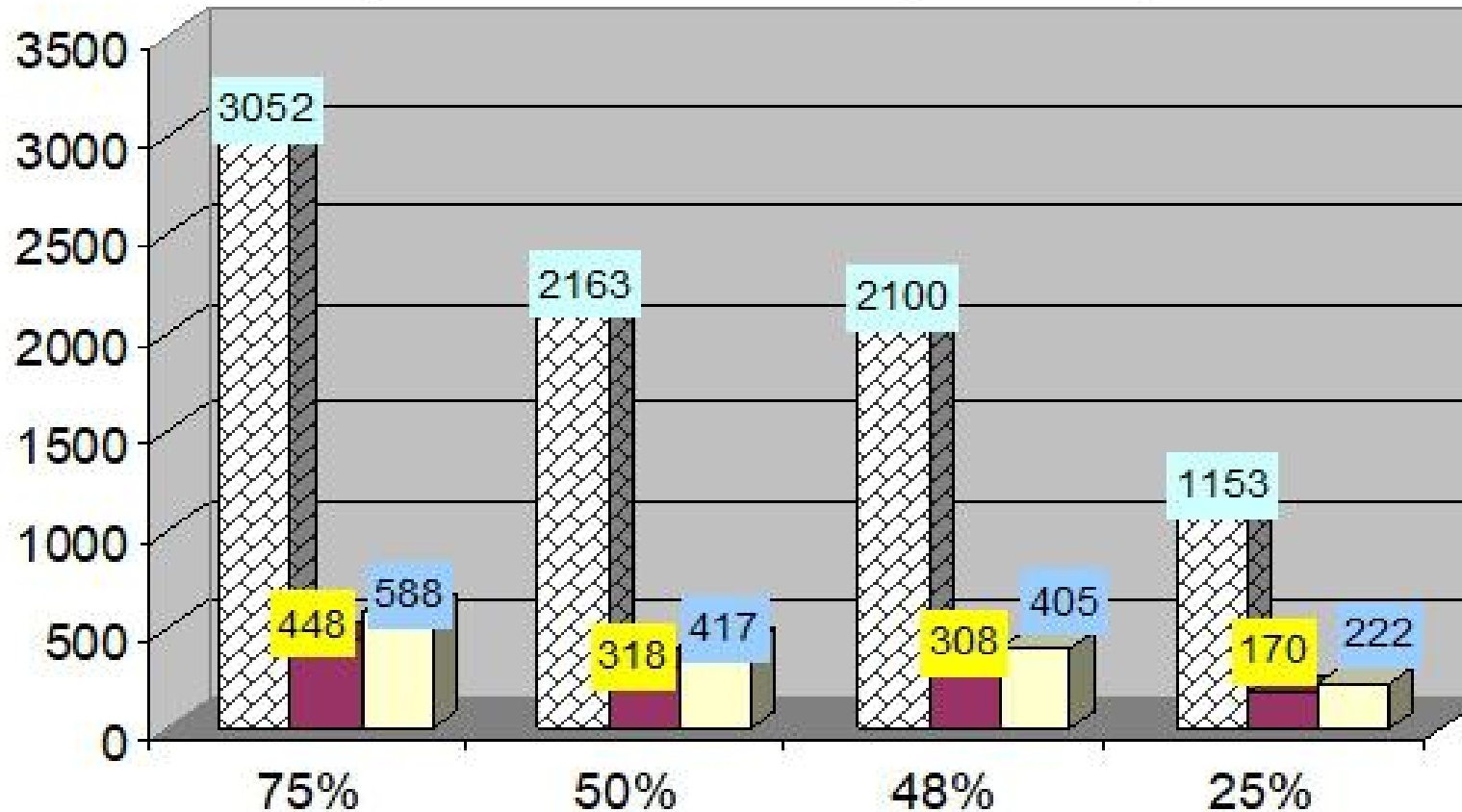
ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТЕЙ КТНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, КВТ



ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТУЖНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРА ТА
УТИЛІЗАТОРІВ І ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА КТНУ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ
КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, КВТ

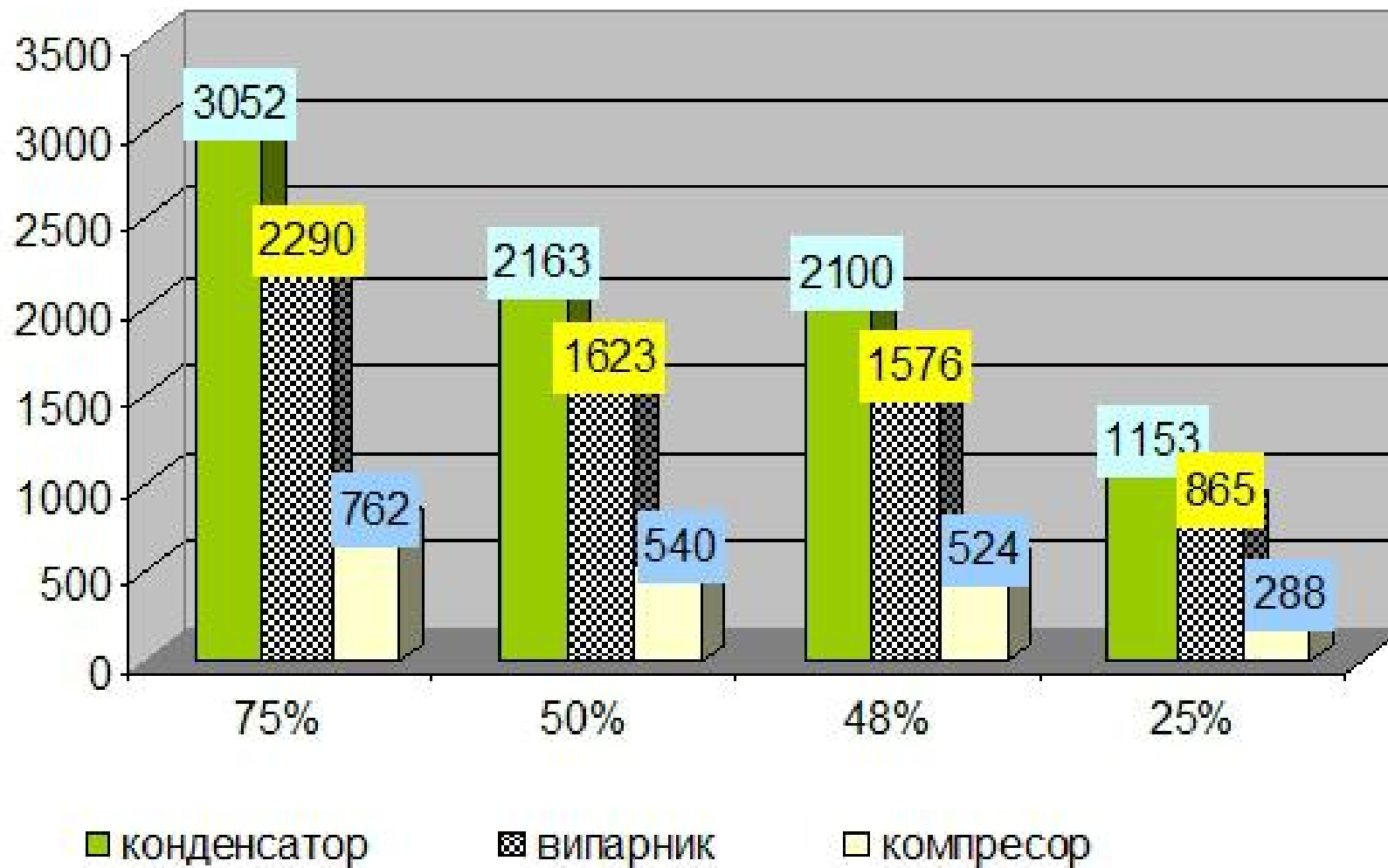


ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТУЖНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРА ТНУ,
СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА УТИЛІЗАТОРІВ КТНУ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ
КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, КВТ



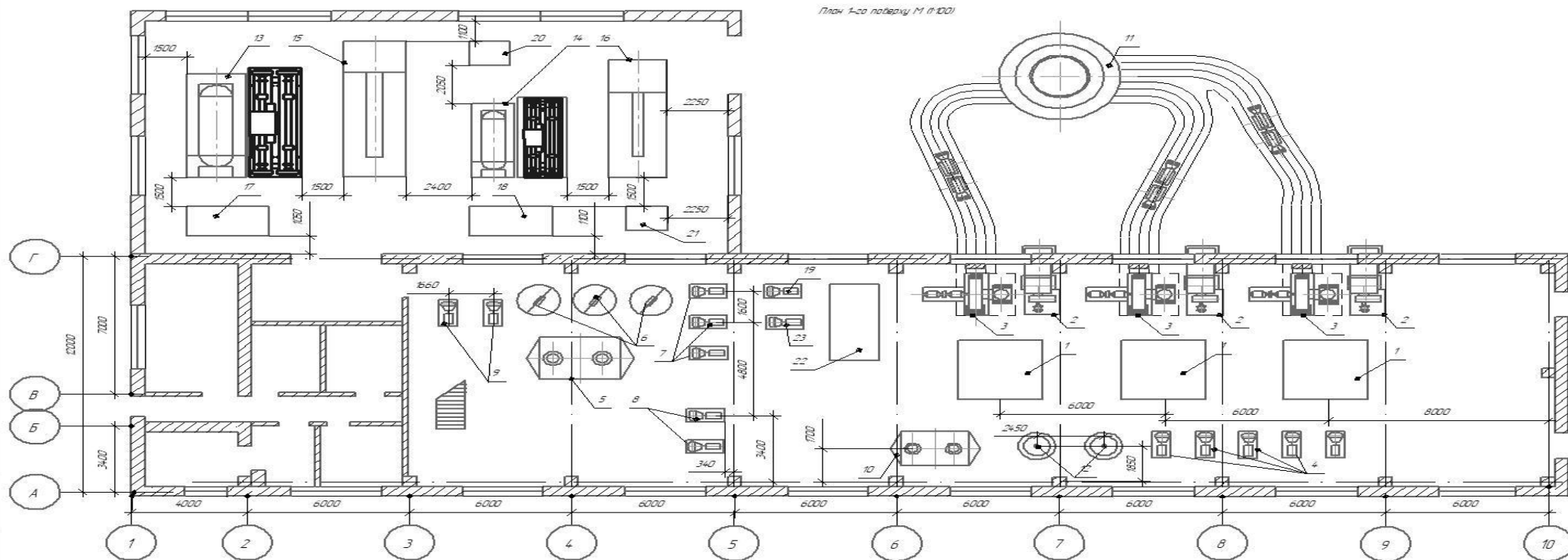
▨ конденс. ■ система охолодж. □ утил. тепл. відх. газів

ЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРА, ВИПАРНИКА ТА КОМПРЕСОРА ТИУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТІ КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА, КВТ



ПЛАН КОТЕЛЬНОЇ З КОГЕНЕРАЦІЙНОЮ ТЕПЛОНАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ

План 1-го поверху М (1:100)



Експлікація обладнання

N	Назва	Кількість	Примітка
1	Котел газобуриний	3	існуючий
2	Насос мережний	4	існуючий
3	Вентилятор	3	існуючий
4	Димосос	3	існуючий
5	Бак	1	існуючий
6	Фільтри хімії	3	існуючий
7	Насоси підживлювальні	3	існуючий
8	Насос циркуляційний	2	існуючий
9	Насоси рециркуляційні	2	існуючий
10	Двигун	1	існуючий
11	Діафрагма труба	1	існуючий
12	Підвісники	2	існуючий

Експлікація обладнання

N	Назва	Кількість	Примітка
13	Тепловий насос НТ-3000	1	
14	Тепловий насос НТ-1000	1	
15	ПТД ПГО100М	1	
16	ПТД ГВГА800	1	
17	Проміжний теплообмінник	1	
18	Проміжний теплообмінник	1	
19	Насоси циркуляційні	1	існуючий
20	Утилізатор виходячих газів ПТД ПГО100М	1	
21	Утилізатор виходячих газів ПТД ГВГА800	1	
22	Контактний утилізатор КТАН-233Г	1	
23	Насос ямні ПТО-КТАН	1	

КОМПАС-3D v17.1 Українська версія © 2017 ООО "АС" - офіційний дистрибутор української версії. Всі права збережені.
 Інв. № пап. Пап. і дата. Взам. інв. №

Не для коммерческого использования

08-11МКР.006.02.00.000 AP

Підвищення енергоефективності теплової схеми котельні із застосуванням когенераційної теплонасосної установки

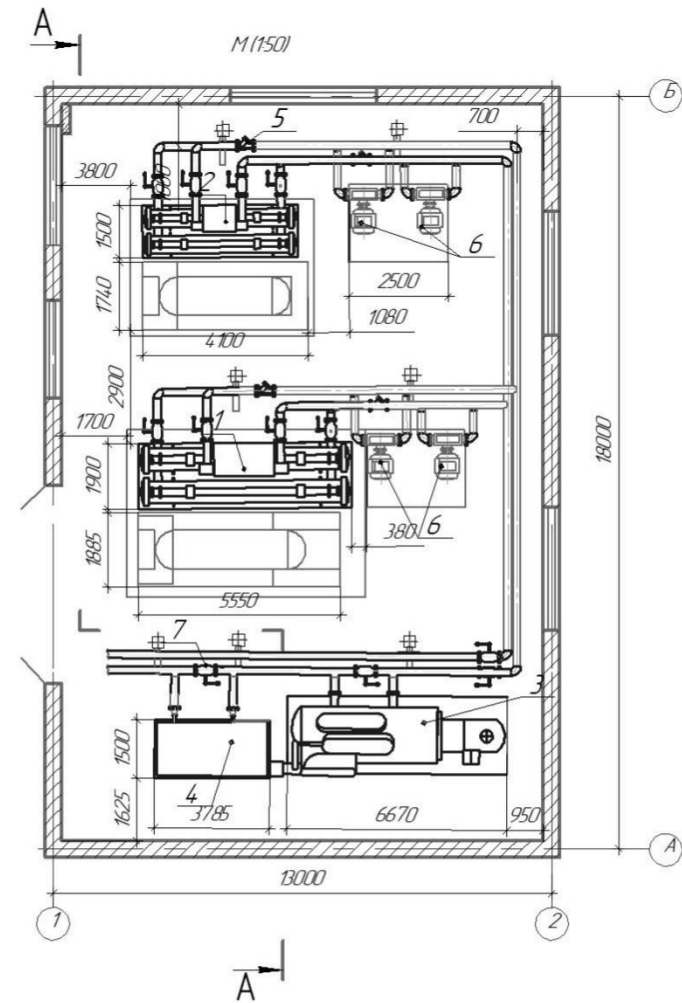
Ізм.	Колуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Разр.	Колуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Проб.	Остапенко О.П.				
Т.кантр.	Остапенко О.П.				
Рецензент	Дудар І.Н.				
Н.кантр.	Остапенко О.П.				
Утв.	Ткаченко С.Ю.				

План котельні з КТНУ

Стадія	Лист	Листов
		1

ВНТУ, ст. гр. ТЕ-17М

ПЛАН РОЗТАШУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ



ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

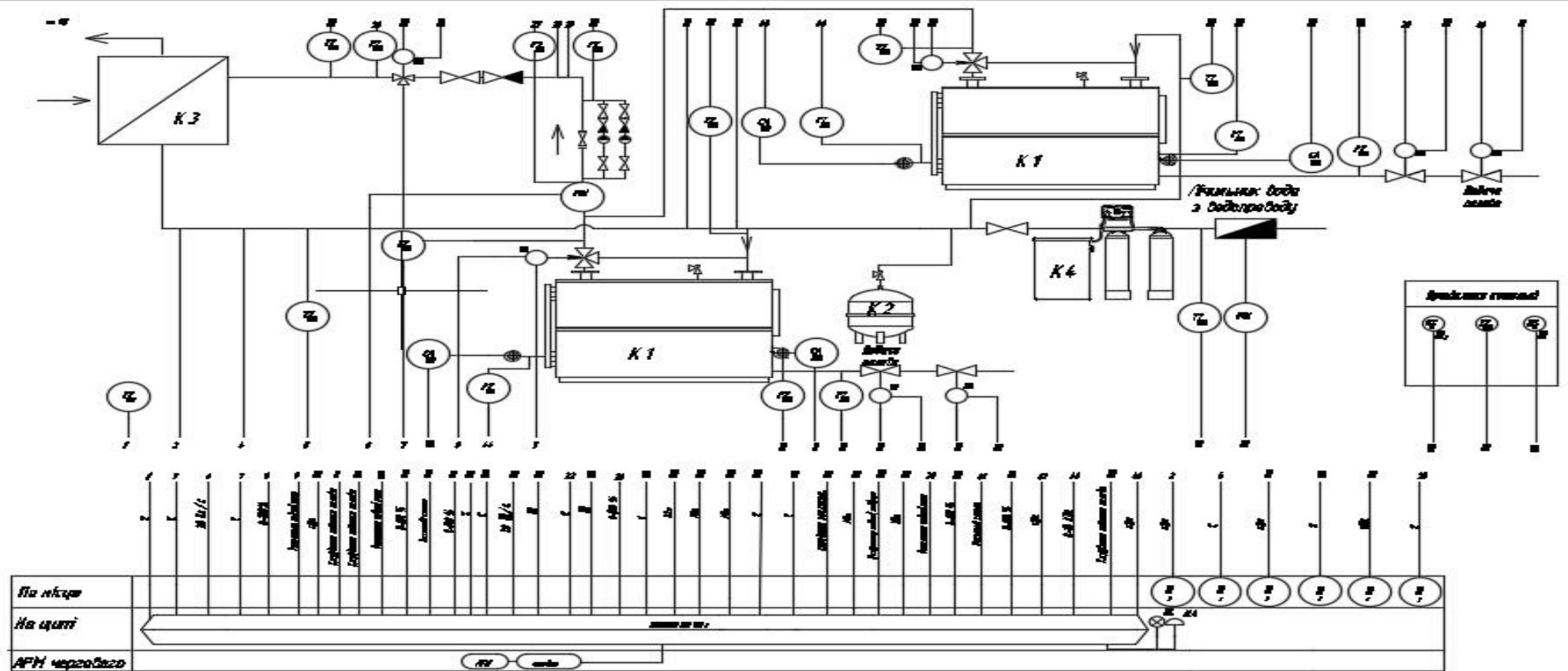
№	Найменування	Кількість
1	Тепловий насос НТ-3000	1
2	Тепловий насос НТ-1000	1
3	Дизель-генератор 11Д100М1	1
4	Утилизатор	2
5	Фільтр	6
6	Насос	6
7	Кран шаровий	22

						08-11.МКР.006.04.00.000 АР		
						Підвищення енергоефективності теплової схеми котельні із застосуванням когенераційної теплонасосної установки.		
Ізм.	Кален.	Лист	№рек.	Подп.	Дата	План розташування обладнання КТНУ		
Розроб	Маслова М.	Листок 01П				Стандія	Лист	Листов
Проб.	Остапенко О.П.							1
Рецензент	Добир І.Н.							
Н. Кантар	Остапенко О.П.							
Утв.	Ткаченко С.							

ВНТУ, ст. гр. ТЕ-17м

КОМУНАЛ-30 м.Т. Чухельська Версія © 2017. 000 "АС" ДП "Система енергоменеджменту" "Горис" - це праця захищена. Лист № 01П. Взам. № 01П. Не для комерційного використання

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ



Умовні позначення

- K1 Котел
- K2 Резервуарний бак
- K3 Система опалення
- K4 Система хімічного очищення води з водопробою

08-11. АПК.006.00.000 А 2

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ
ТЕПЛОНАСОСНОЇ ЧАСТАНОВКИ

Сторінка 1 / Кількість 1

Лист 1 / Кількість 1

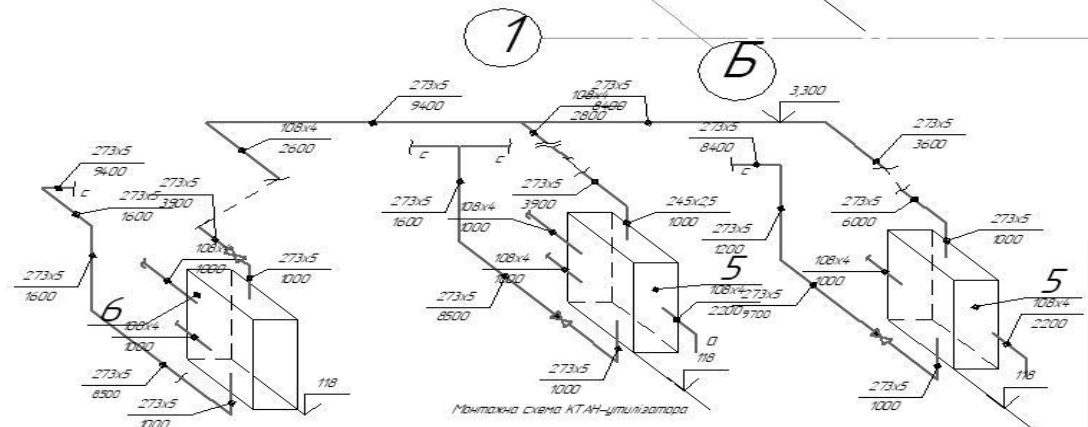
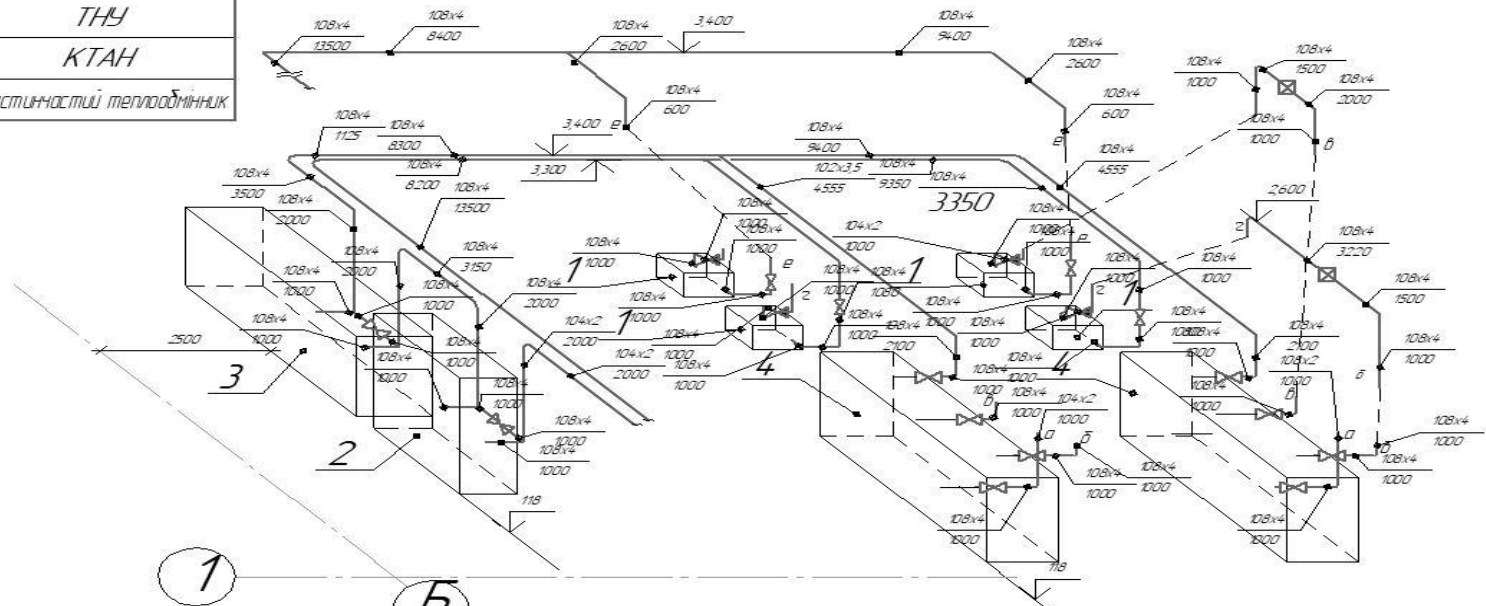
ВНТУ зр. ТЕ-17 М

№	Кот. №	Лист №	Вид.	Масштаб
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				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

№ об. № листу № стор. № дата

АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА МОНТАЖУ КТНУ

1	Циркуляційний насос
2	Утилізатор відхідних газів
3	Дизель-генератор
4	ТНУ
5	КТАН
6	Пластинастий теплообмінник



Довжина труб 273x5 – 96,1 м.
 Довжина труб 108x4 – 192,1 м.

08-11.МКР.006.03.00.000 Т8					
Підвищення енергоефективності теплової схеми котельні із застосуванням когенераційної теплонасосної установки					
Ізм.	Колуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Максімак М.				
Проб.	Остапенко О.Л.				
АксонOMETрична сХема монтаЖу КТНУ					
Рецензент	Дудар І.Н.				
Н. Контр.	Остапенко О.Л.				
Утв.	Ткаченко С.І.				
					1
					ВНТУ, ст. зр. ТЕ-17м

КОМПАС-3D 11.1 Учебная версия © 2017, ООО "СКЗ Инженерный Проектировальный, Ростов: Все права защищены.
 Інв. № пап. Листів і дата. Ваку. шиф. №

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показник	Одиниця вимірювання	Варіант схеми	
		Базовий варіант теплової схеми котельні	Модернізована теплова схема котельні з КТНУ
Витрата робочого палива	тис. м ³ /рік	8827,97	7110,46
Економія робочого палива	%	---	23,04
Витрати на паливо	млн. грн./рік	89,526	72,108
Експлуатаційні витрати	млн. грн./рік	98,929	88,015
Зменшення експлуатаційних витрат	млн. грн./рік	----	10,914
Капіталовкладення в нове обладнання	млн. грн.	----	32,962
Термін окупності нового обладнання	років	----	3,02

Висновки

- В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуті питання з підвищення енергоефективності теплової схеми котельні в м. Вінниця із застосуванням когенераційних теплонасосних установок, із визначення енергоефективних режимів експлуатації теплової схеми котельні в м. Вінниця з КТНУ, проведена оцінка обсягів економії енергоресурсів від застосування КТНУ в тепловій схемі котельні в м. Вінниця.
- В магістерській кваліфікаційній роботі проведені дослідження з підвищення енергоефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із використанням КТНУ. Дослідені засоби з підвищення ефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок, досліджено та оцінено вплив режимів роботи теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок на показники енергетичної та економічної ефективності теплової схеми котельні. Проведено дослідження, визначені енергоефективні режими та економічно обґрунтовані умови застосування когенераційних теплонасосних установок в тепловій схемі котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця). Розроблено методичні рекомендації із підвищення енергоефективності та економічної ефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Вінниця) із застосуванням когенераційних теплонасосних установок.

- Дослідження проведено методом числового експерименту, оцінено енергетичну та економічну ефективність теплової схеми котельні з КТНУ. Енергоефективні та економічно обґрунтовані режими роботи теплової схеми котельні з КТНУ обчислювалися за розробленою програмою розрахунку ефективності теплових схем котельних з КТНУ, адекватність результатів якої підтверджено характеристиками обладнання за даними фірм-виробників.
- В магістерській роботі проведено апробацію методу комплексного оцінювання систем енергозабезпечення з КТНУ, з використанням комплексного показника ефективності систем енергозабезпечення з КТНУ, з метою визначення області енергоефективної експлуатації та економічно обґрунтованих режимів роботи теплової схеми котельні в м. Вінниця з КТНУ. Дістали подальший розвиток методи прогнозування умов енергетично та економічно ефективної інтеграції теплових схем водогрійних котельних з КТНУ в муніципальну теплоенергетику в частині визначення оптимальних енергоекономічних умов застосування КТНУ в теплових схемах водогрійних котелень.

- ВСТАНОВЛЕНО ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ.
- РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПУБЛІКОВАНО В П'ЯТИ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЯХ: ЧОТИРЬОХ НАУКОВИХ СТАТТЯХ [1-4] У ЗБІРНИКАХ МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНИХ ТА ВСЕУКРАЇНСЬКИХ КОНФЕРЕНЦІЙ, А ТАКОЖ ТЕЗАХ ДОПОВІДІ МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ [5].
- ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАСТОСУВАННЮ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНІ МІСТЯТЬ: ОЦІНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНІ З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТА ЕКОНОМІЧНО ОБГРУНТОВАНИХ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНІ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, РОЗРОБКУ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ І АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРАНОГО ВАРІАНТУ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНІ.

- ЗА ОБРАНИМ ВАРІАНТОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ З ВСТАНОВЛЕННЯМ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ ПЕРЕДБАЧЕНО ВСТАНОВЛЕННЯ ДВОХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ТН-1000 ТА ТН-3000, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ СЕРЕДНЬОМУ ОПАЛЮВАЛЬНОМУ РЕЖИМІ ТА ГВП. ДЖЕРЕЛОМ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ТЕПЛОТИ ДЛЯ КТНУ Є ТЕПЛОТА ВІД КОНТАКТНОГО УТИЛІЗАТОРА ТА ПОВЕРХНЕВА ВОДА. ПІДІБРАНО КТАН-УТИЛІЗАТОР МАРКИ КТАН-2,3УГ З ТЕПЛОПРОДУКТИВНІСТЮ 0,3-3 МВт. ПРИВОД КОМПРЕСОРА КТНУ БУДЕ ЗАБЕЗПЕЧЕНО ВІД ГАЗОПОРШНЕВОГО ДВИГУНА-ГЕНЕРАТОРА МАРКИ 17ГД100М, З ПОТУЖНІСТЮ 1600 кВт.
- ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ОБРАНОГО ВАРІАНТУ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ В М. ВІННИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ЕКОНОМІЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У $\Delta B_p = 23,04\%$. ВИЗНАЧЕНО ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОТЕЛЬНОЇ З КТНУ. У ВИПАДКУ ЗАСТОСУВАННЯ КТНУ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ. ТЕРМІН ОКУПНОСТІ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ СТАНОВИТЬ 3,02 РОКУ, ТАКОЖ ЗМЕНШУЮТЬСЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НА 10,914 МЛН. ГРН./РІК.