

«ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ В СХЕМІ КОТЕЛЬНОЇ»

Виконав ст. гр. ТЕ-17м (з/в)

Рябоконт Ю. В.

Науковий керівник: к. т. н., доц. Остапенко О. П.

- **Об'єкт дослідження** – енергоекономічна ефективність теплової схеми водогрійної котельні (ТСВК) із застосуванням системи енергозабезпечення (СЕ) з когенераційно-теплонасосною установкою (КТНУ).
- **Предметом дослідження** процеси в елементах ТСВК та СЕ з КТНУ, що сприятимуть підвищенню енергоекономічної ефективності ТСВК

- **Актуальність роботи.** Значні обсяги економії газу у разі виробництва теплової енергії теплофікаційними котельнями пов'язані з використанням компресійних теплових насосів. Однак, практичне застосування теплонасосних технологій у разі високої вартості електроенергії з мережі виявляється економічно недоцільним. Виходом з цього положення є використання в теплонасосній технології, як джерела електроенергії для теплових насосів, когенераційних установок, що виробляють електроенергію, собівартість якої значно нижча, ніж вартість електроенергії з мережі (когенераційно-теплонасосних технологій).
- **Метою МКР** підвищення енергоекономічної ефективності теплової схеми водогрійної котельні (ТСВК) з використанням системи енергозабезпечення (СЕ) з когенераційно-теплонасосною установкою (КТНУ), визначення енергоефективних та економічно обґрунтованих режимів роботи, оцінка обсягів економії коштів та енергоресурсів у разі застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі .

■ Завдання МКР:

- - дослідити засоби з підвищення енергоекономічної ефективності ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) у разі використання СЕ з КТНУ;
- - дослідити та оцінити вплив змінних режимів роботи ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) із СЕ з КТНУ на показники енергоекономічної ефективності ТСВК;
- - провести дослідження, визначити енергоефективні та економічно доцільні режими та умови застосування СЕ з КТНУ в ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна);
- - розробити рекомендації із підвищення енергоекономічної ефективності ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) із застосуванням в схемі СЕ з КТНУ.

Наукова новизна:

- - проведено апробацію методу оцінювання енергоекономічної ефективності ТСВК з СЕ та КТНУ на основі показників енергоекономічної ефективності СЕ з КТНУ, що здійснено для визначення режимів енергоефективної та енергоекономічної експлуатації ТСВК з СЕ та КТНУ;
- - дістали подальший розвиток методи прогнозування умов енергоекономічно ефективної інтеграції ТСВК з СЕ та КТНУ в муніципальну та промислову теплоенергетику України в частині визначення оптимальних енергоекономічних умов застосування ТСВК з СЕ та КТНУ.

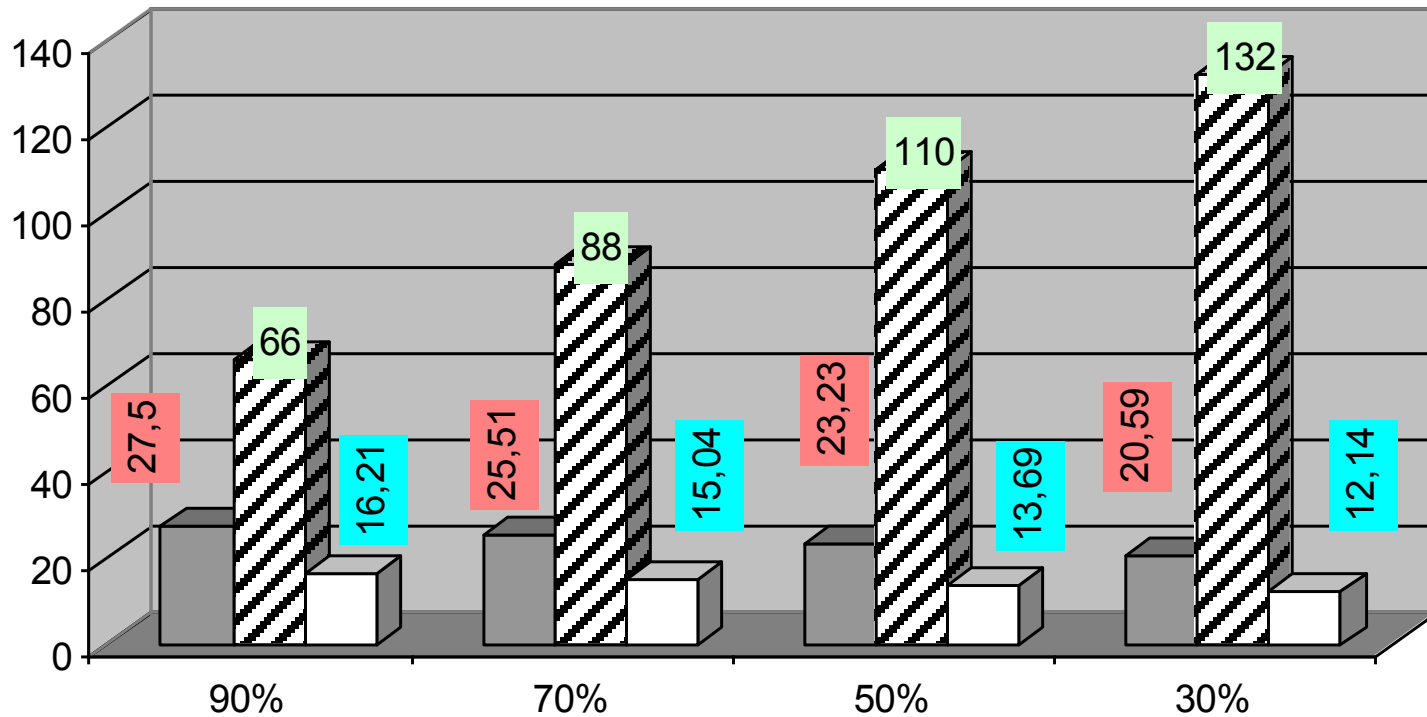
Практичне значення одержаних результатів.

Встановлено енергоекономічний ефект для ТСВК у разі застосування СЕ з КТНУ.

Апробація результатів роботи.

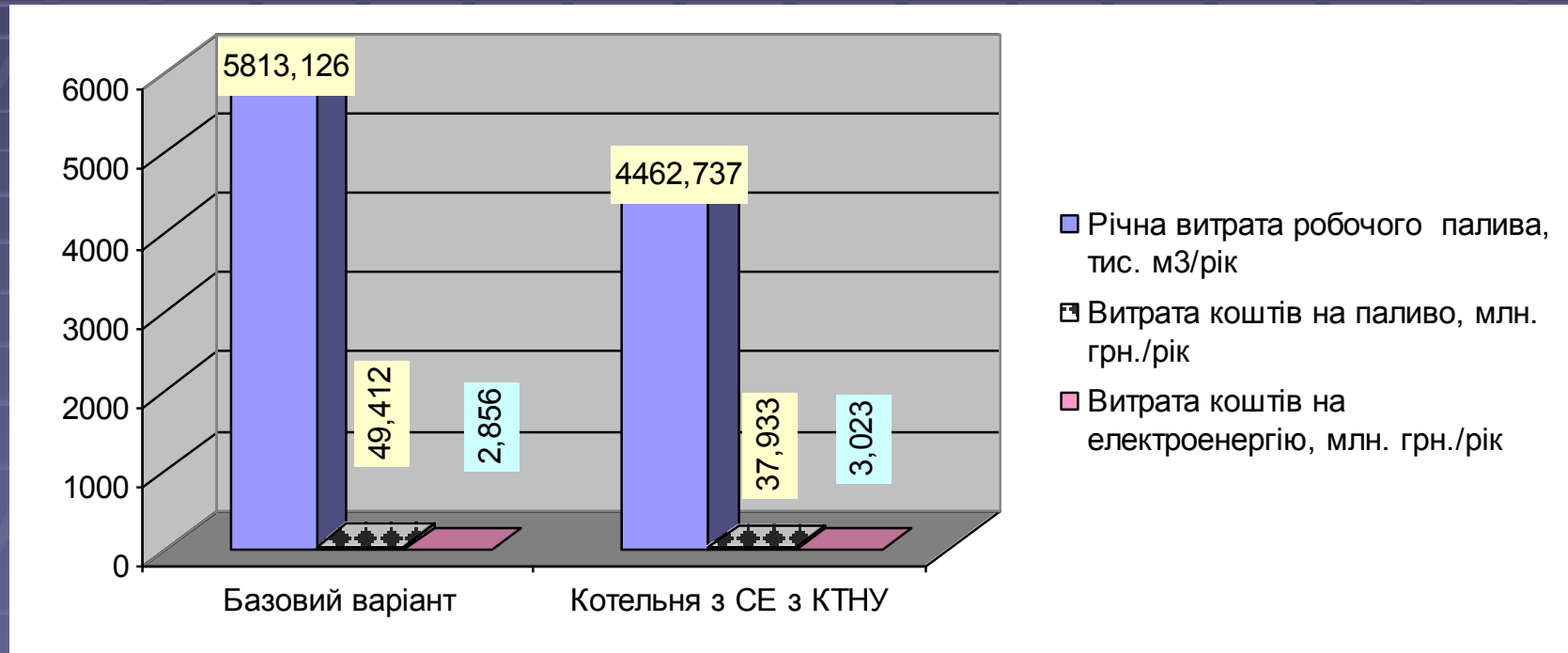
- Матеріали та результати досліджень доповідалися трьох конференціях:
 - - на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2019)» (11-30 травня 2019 р., Вінниця, ВНТУ);
 - - на двох Міжнародних конференціях: на Міжнародних науково-практичних конференціях «Університетська наука-2019» (Маріуполь, ПДТУ, 16-17 травня 2019 р.) та «Університетська наука-2018» (Маріуполь, ПДТУ, 23-24 травня 2018 р.).
- **Публікації.** Результати проведених наукових досліджень МКР опубліковані в трьох наукових публікаціях фахового спрямування: у двох тезах доповідей Міжнародних конференцій [1-2] та одній науковій статті [1] у збірнику матеріалів Всеукраїнської конференції.

Показники енергоекономічної ефективності варіантів з СЕ з КТНУ для теплової схеми котельні в м. Борзна

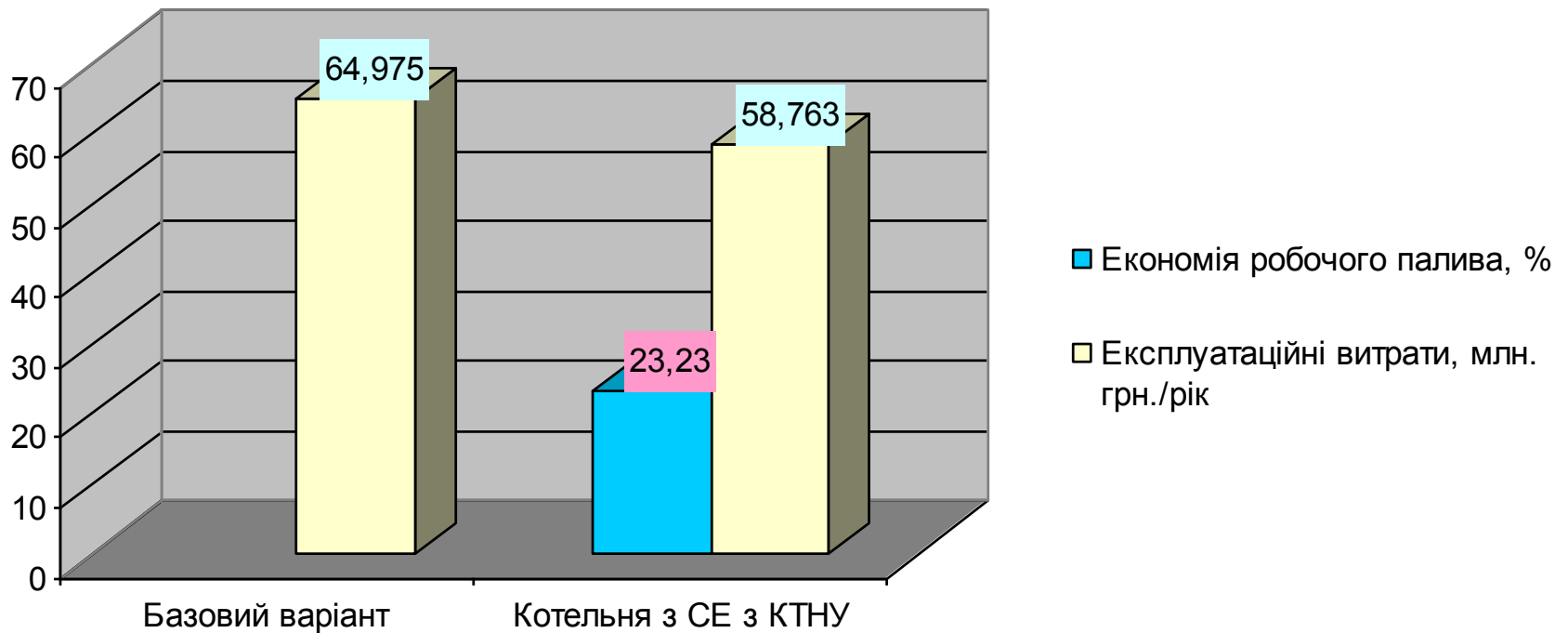


- Річна економія робочого палива, %
- ▨ Температура відхідних газів, °C
- Економія коштів, млн. грн./рік

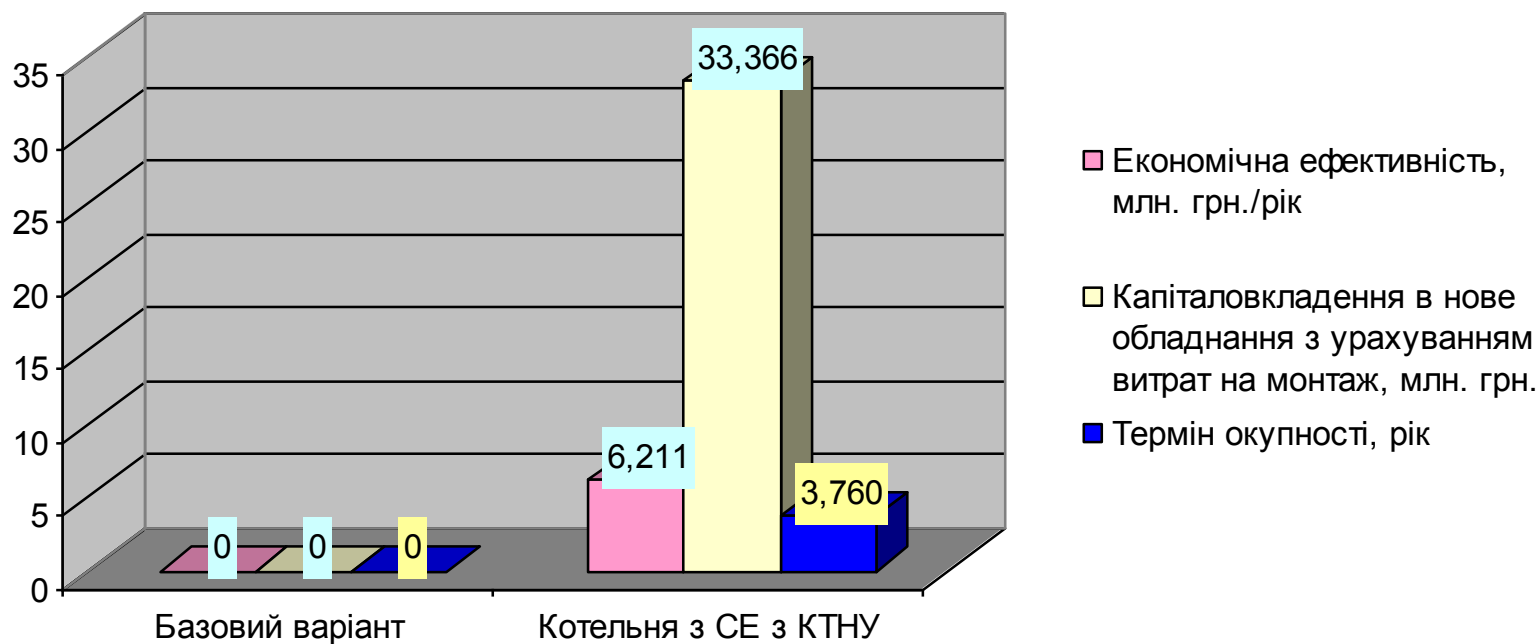
Техніко-економічні показники базового та альтернативного варіантів теплової схеми котельні в м. Борзна



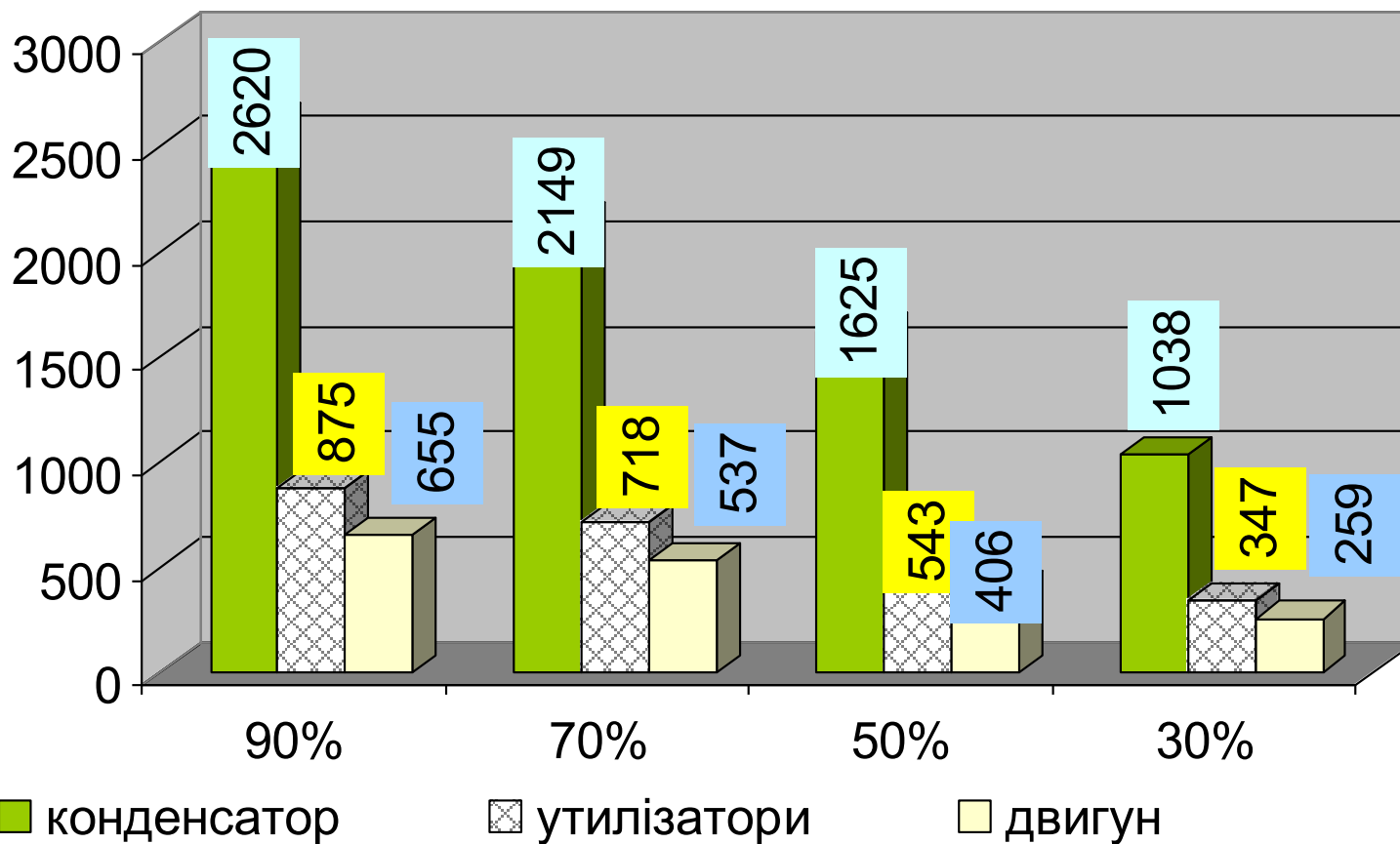
Енергоекономічні показники базового та альтернативного варіантів теплової схеми котельні в м. Борзна



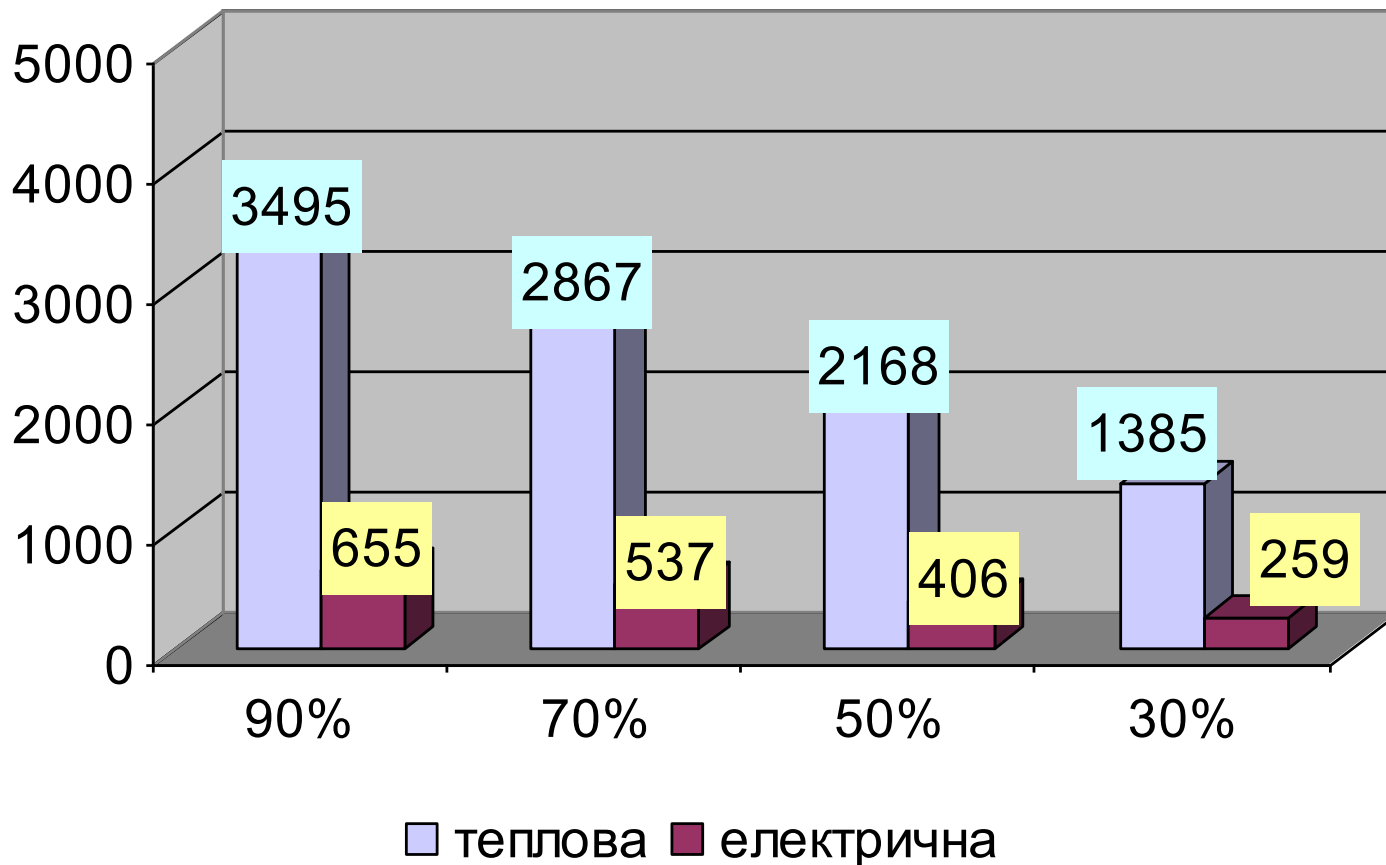
Показники економічної ефективності базового та альтернативного варіантів теплової схеми котельні в м. Борзна



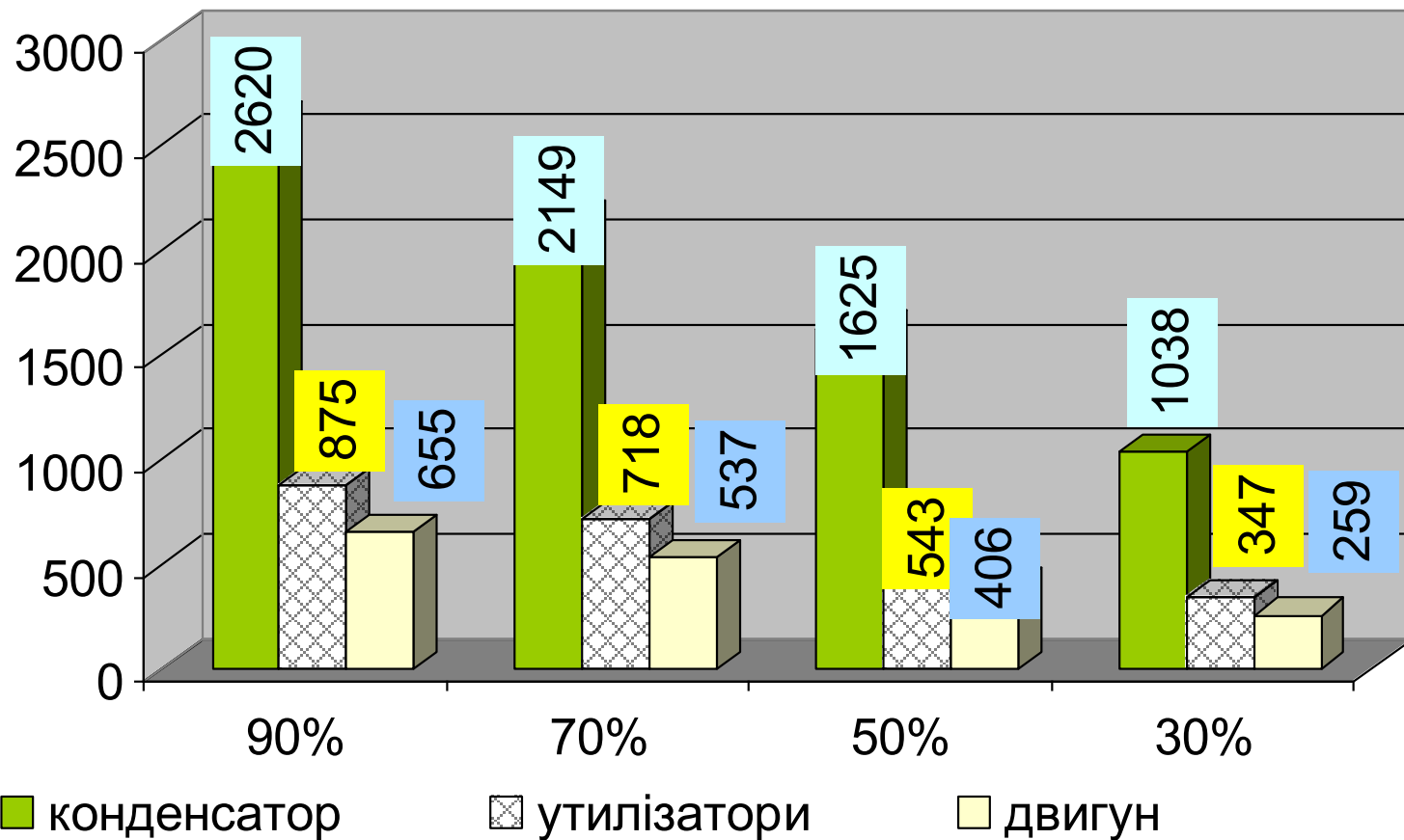
Теплові потужності конденсатора та утилізаторів і електрична потужність двигуна КТНУ для опалювального сезону, в залежності від частки використання потужності КУ, кВт



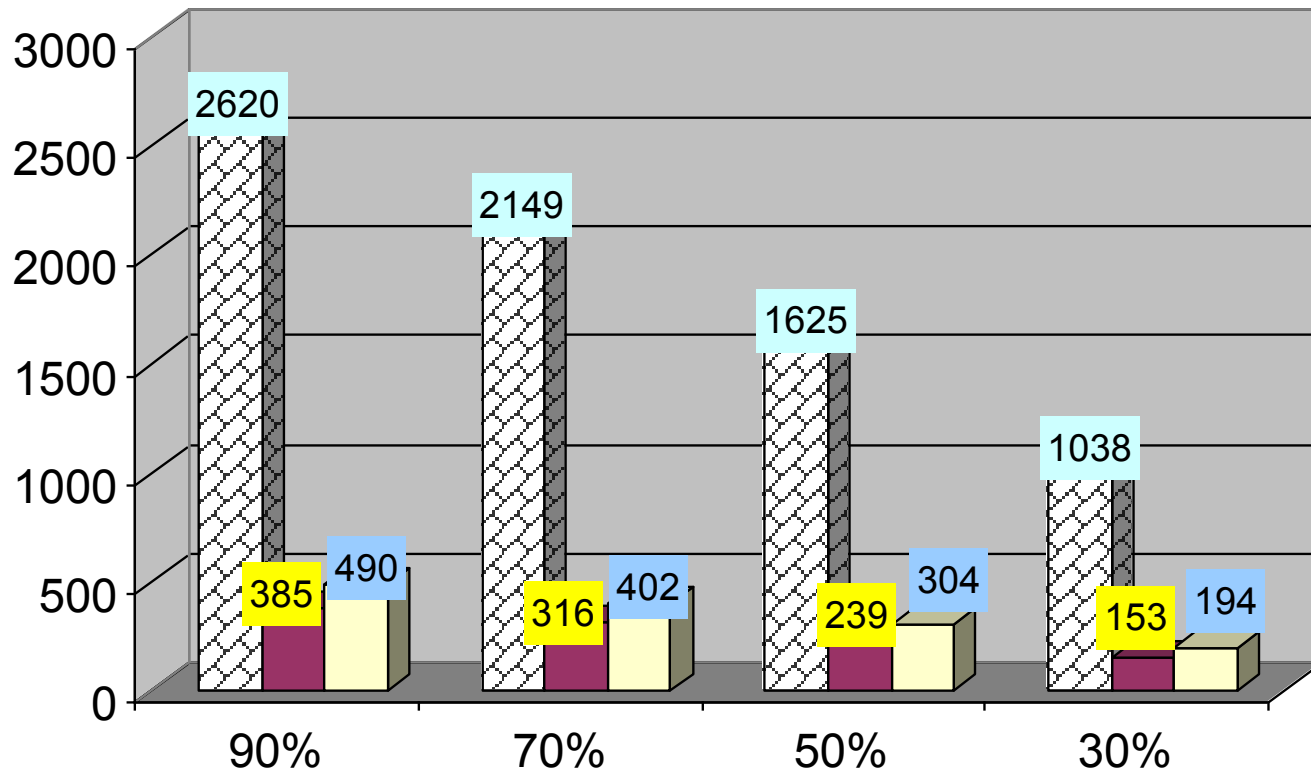
Значення теплової та електричної потужностей КТНУ для опалювального сезону, в залежності частки використання потужності контактного утилізатора, кВт



Теплові потужності конденсатора та утилізаторів і електрична потужність двигуна КТНУ для опалювального сезону, в залежності від частки використання потужності КУ, кВт

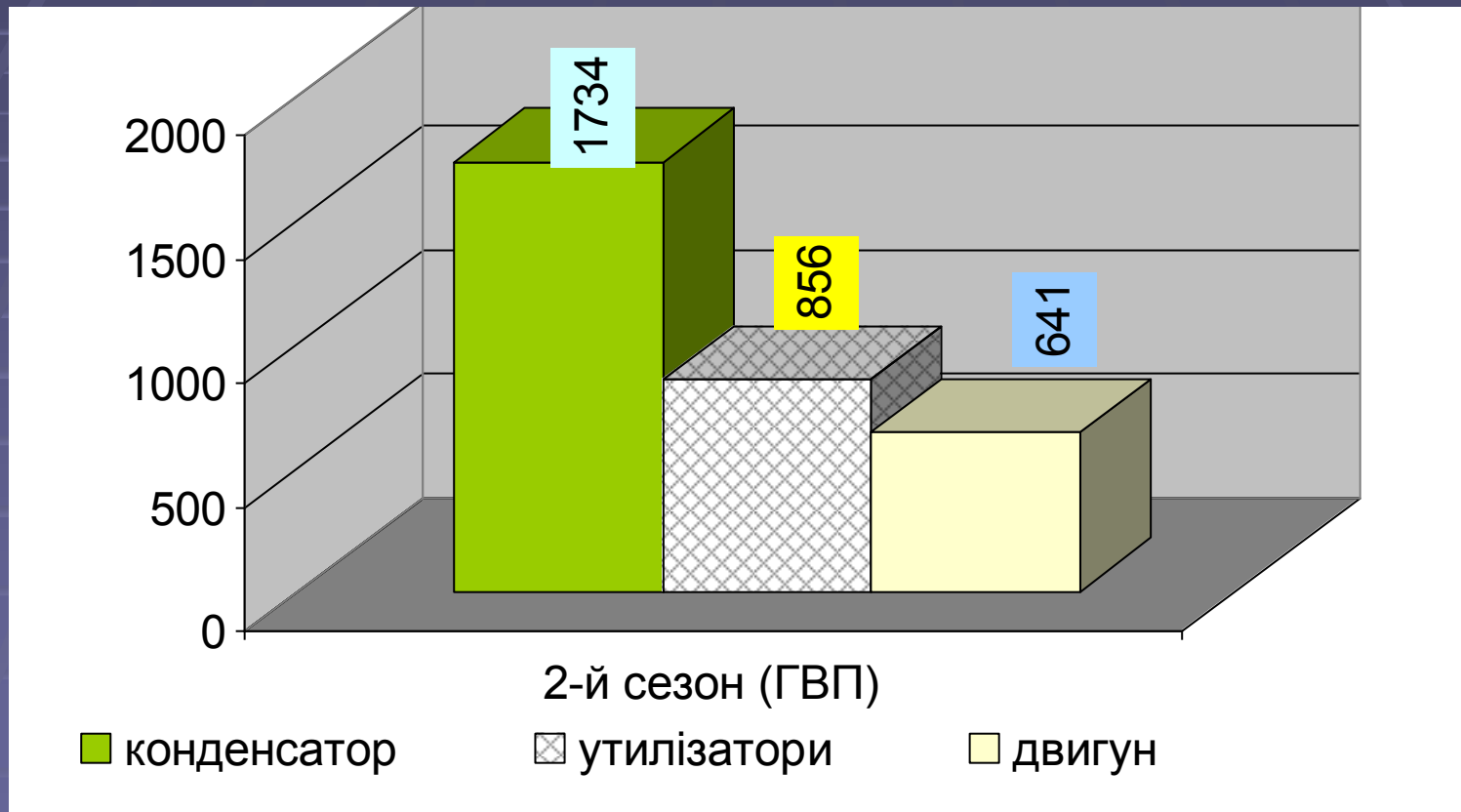


Теплові потужності конденсатора ТНУ, системи охолодження та утилізаторів КТНУ для опалювального сезону, в залежності від частки використання потужності КУ, кВт

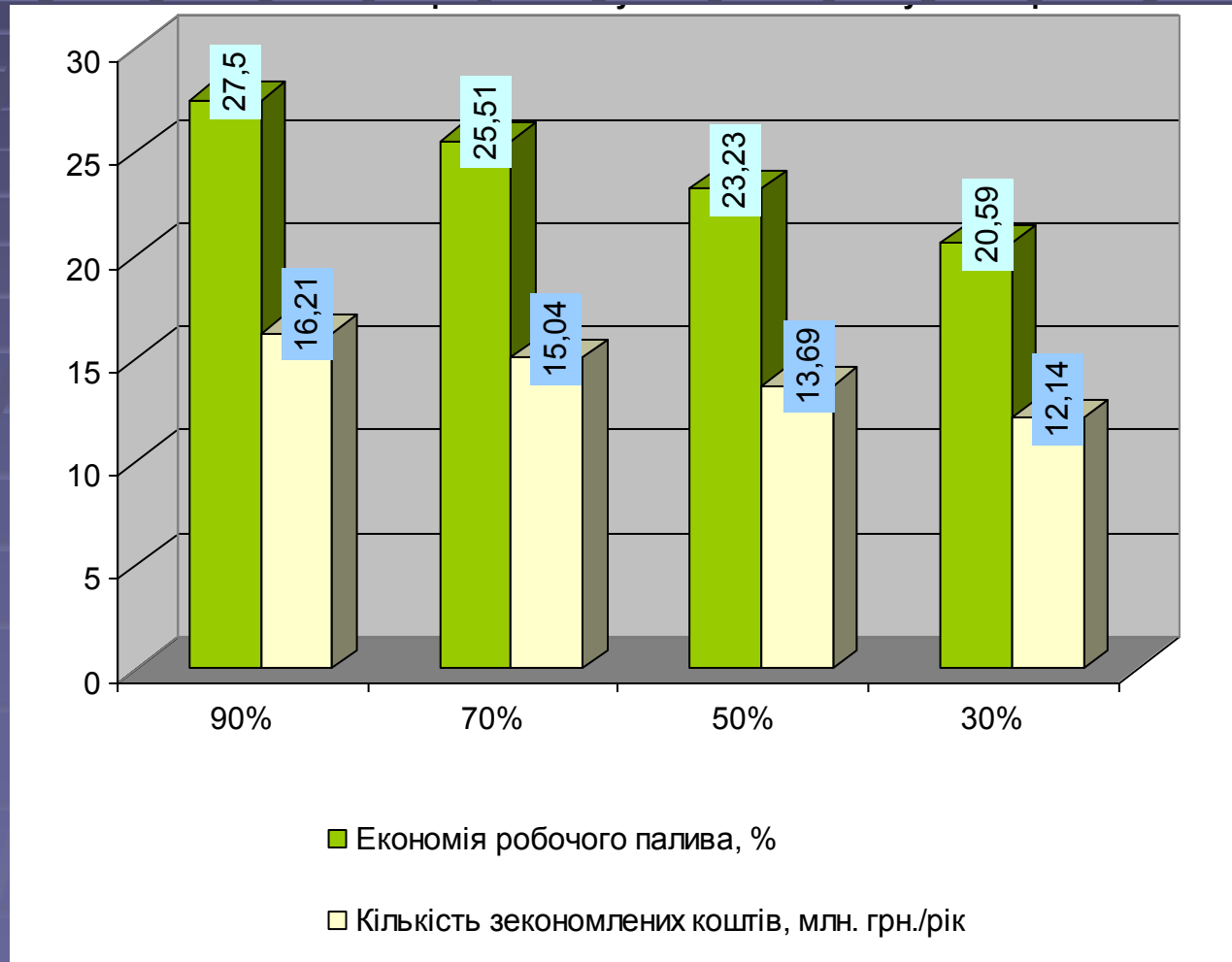


▨ конденс. ■ система охолодж. ■ утил. тепл. відх. газів

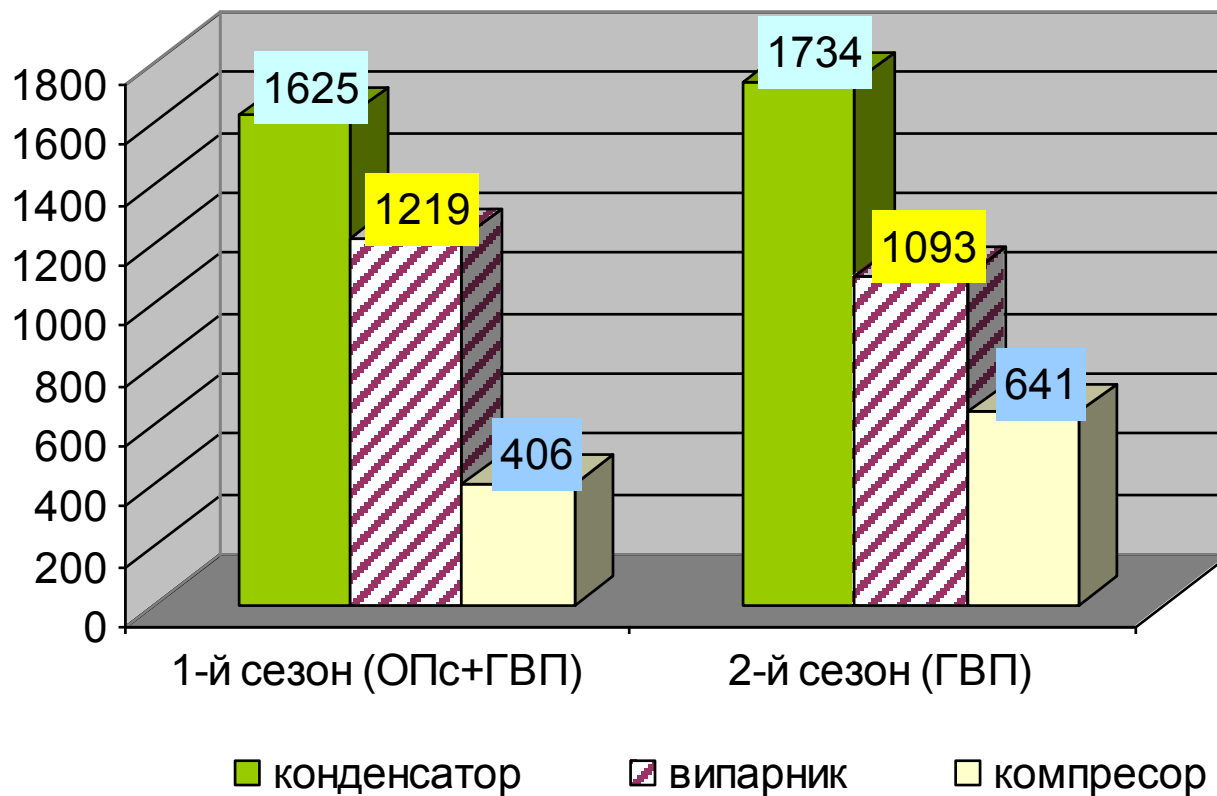
Теплові потужності конденсатора та утилізаторів і електрична потужність двигуна КТНУ для режиму ГВП, кВт



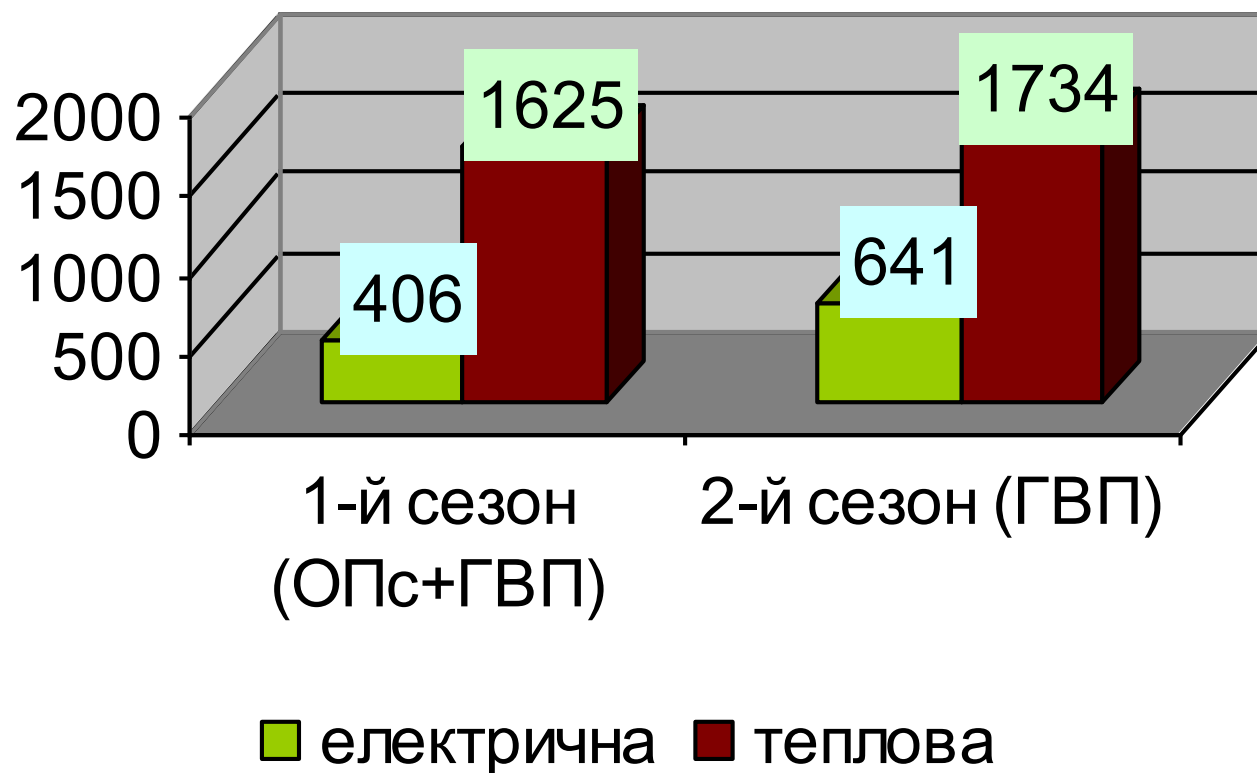
Показники енергоекономічної ефективності СЕ з КТНУ для теплової схеми котельні з використанням теплоти ВЕР та природних джерел залежності від частки використання потужності КУ



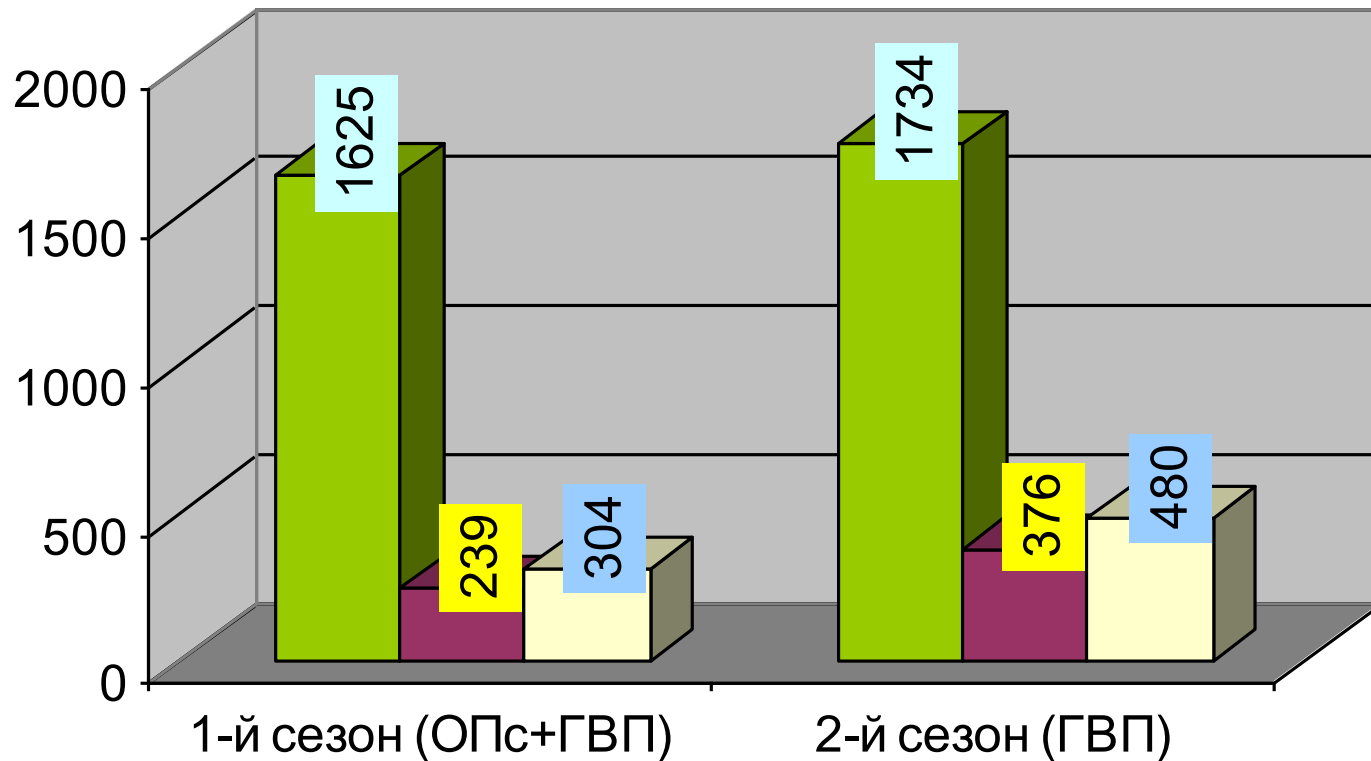
Потужності конденсатора, випарника та компресора КТНУ для (ОПс+ГВП)- та (ГВП)-режимів роботи теплової схеми опалювальної котельні з використанням 50% потужності КУ, кВт



Теплова та електрична потужності ТНУ для (ОПс+ГВП)- та (ГВП)-режимів роботи опалювальної котельні з використанням 50% потужності КУ, кВт



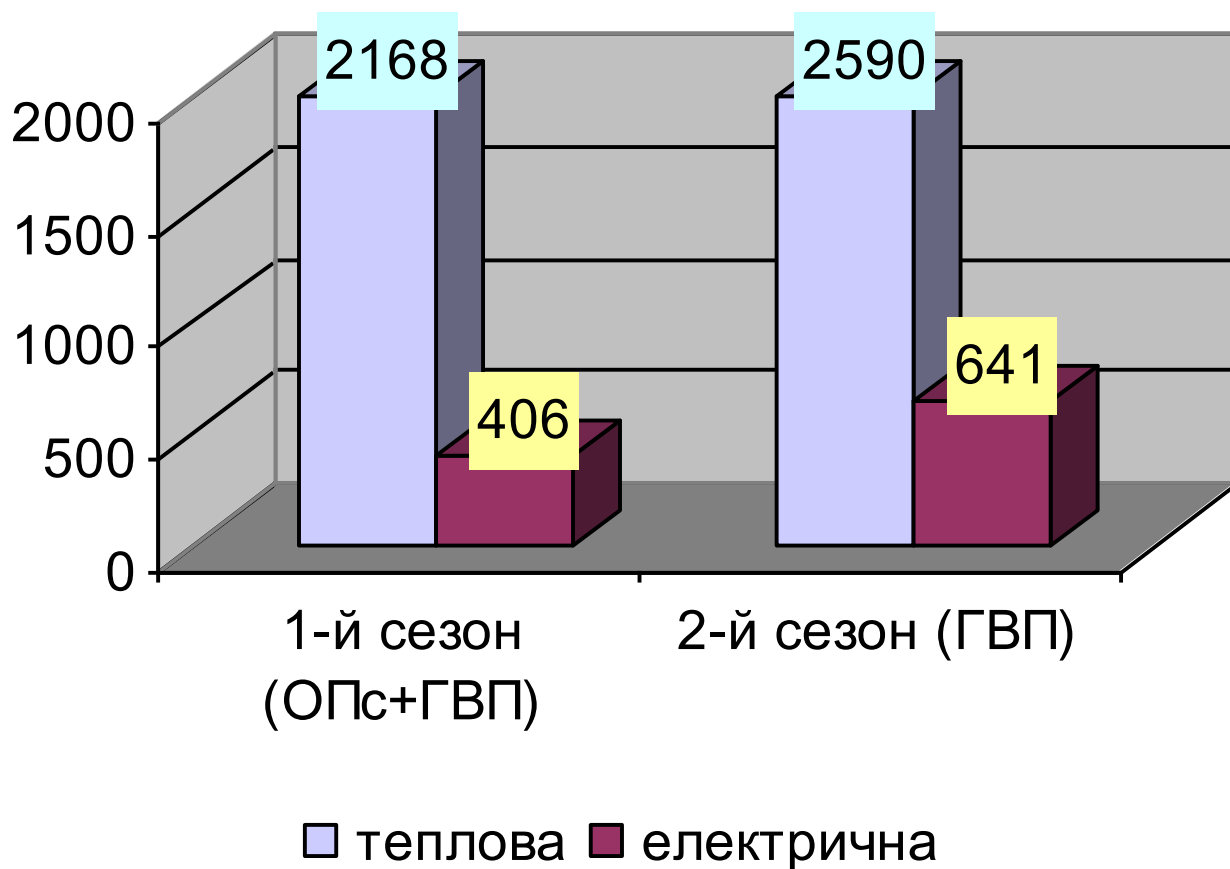
Теплові потужності конденсатора ТНУ, системи охолодження та утилізаторів КТНУ для (ОПс+ГВП)- та (ГВП)-режимів роботи теплової схеми котельні з використанням 50% потужності КУ, кВт



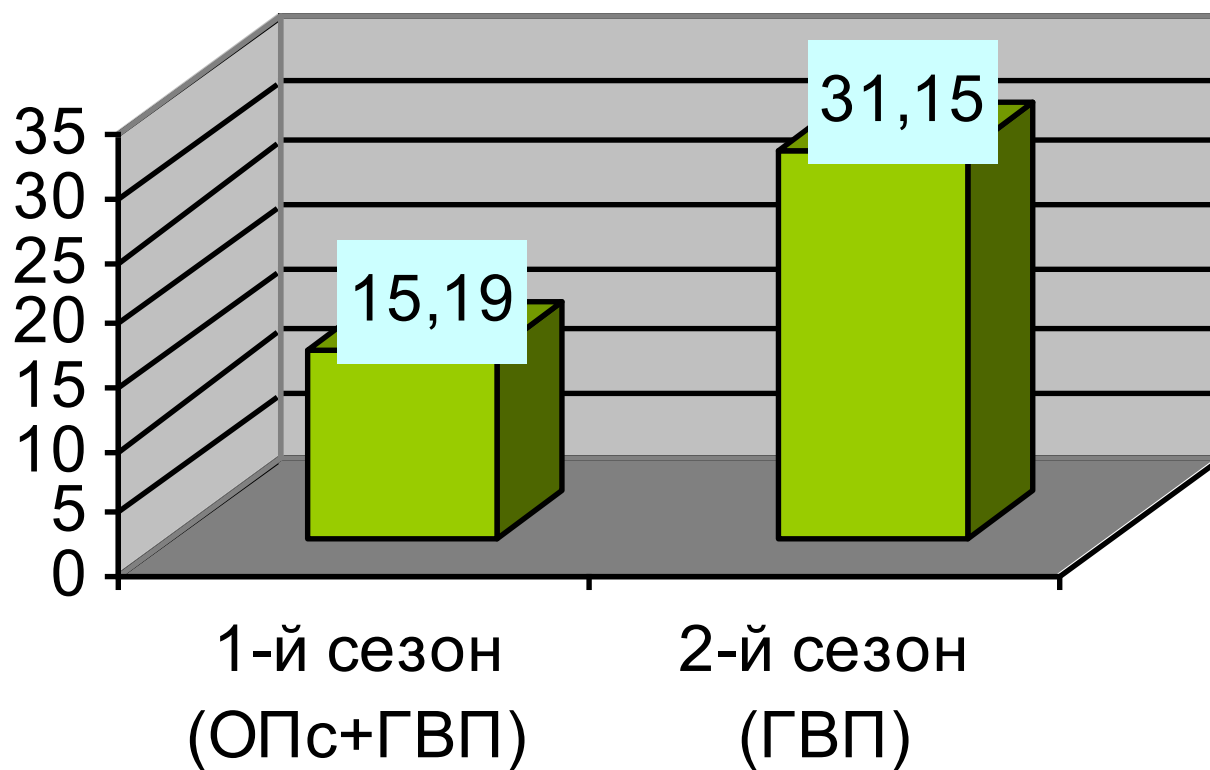
■ конденс. ■ система охолодж. ■ утил. тепл. відх. газів

Теплова та електрична потужності КТНУ для (ОПс+ГВП)- та (ГВП)-режимів роботи теплової схеми котельні з використанням 50%

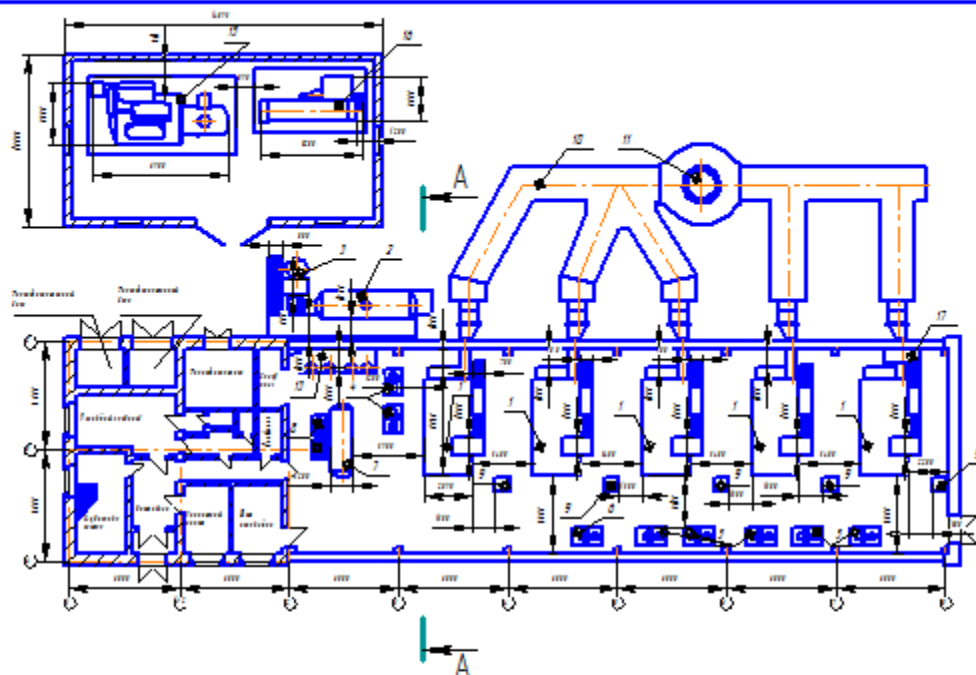
потужності КУ, кВт



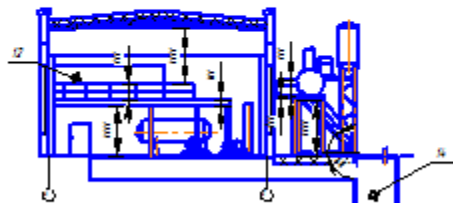
Економія робочого палива від застосування КТНУ для (ОПс+ГВП)- та (ГВП)-режимів роботи теплової схеми котельні з використанням 50% потужності КУ, %



План котельні з СЕ з КТНУ



A-A



Експлікація обладнання

Позначка	Найменування	Кількість	Примітка
1	Котел водонагрівач 10-11-0-1	1	
2	Тепловий пункт 20-1	1	
3	Радіаторний блок	1	
4	Підвідомчий клапан ПВД-10-10	2	
5	Термометр 04-2	2	
6	Регулювальний клапан РВ-40	1	
7	Вентиль 1/2"	1	
8	Клапан сепараторний 20-20	2	
9	Вода розподільна парова	2	
10	Термометр	1	
11	Сандвіч труба	1	
12	Теплоізоляційна оболонка	1	
13	Увілок водонагрівача	1	
14	Система опалення	1	
15	Теплоізоляційний шар ПСД-1000	1	
16	Термометр 04-2	1	
17	Термометр регулювальний РВ-200	1	

08-11 МКР.003.02.00.000 АР

Котельня в м. Борзна

Місто	Місце	№ об'єкта	№ проєкту	№ етапу	№ аркуша
Київ	Рівненська обл.	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000
Київ	Рівненська обл.	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000
Київ	Рівненська обл.	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000
Київ	Рівненська обл.	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000

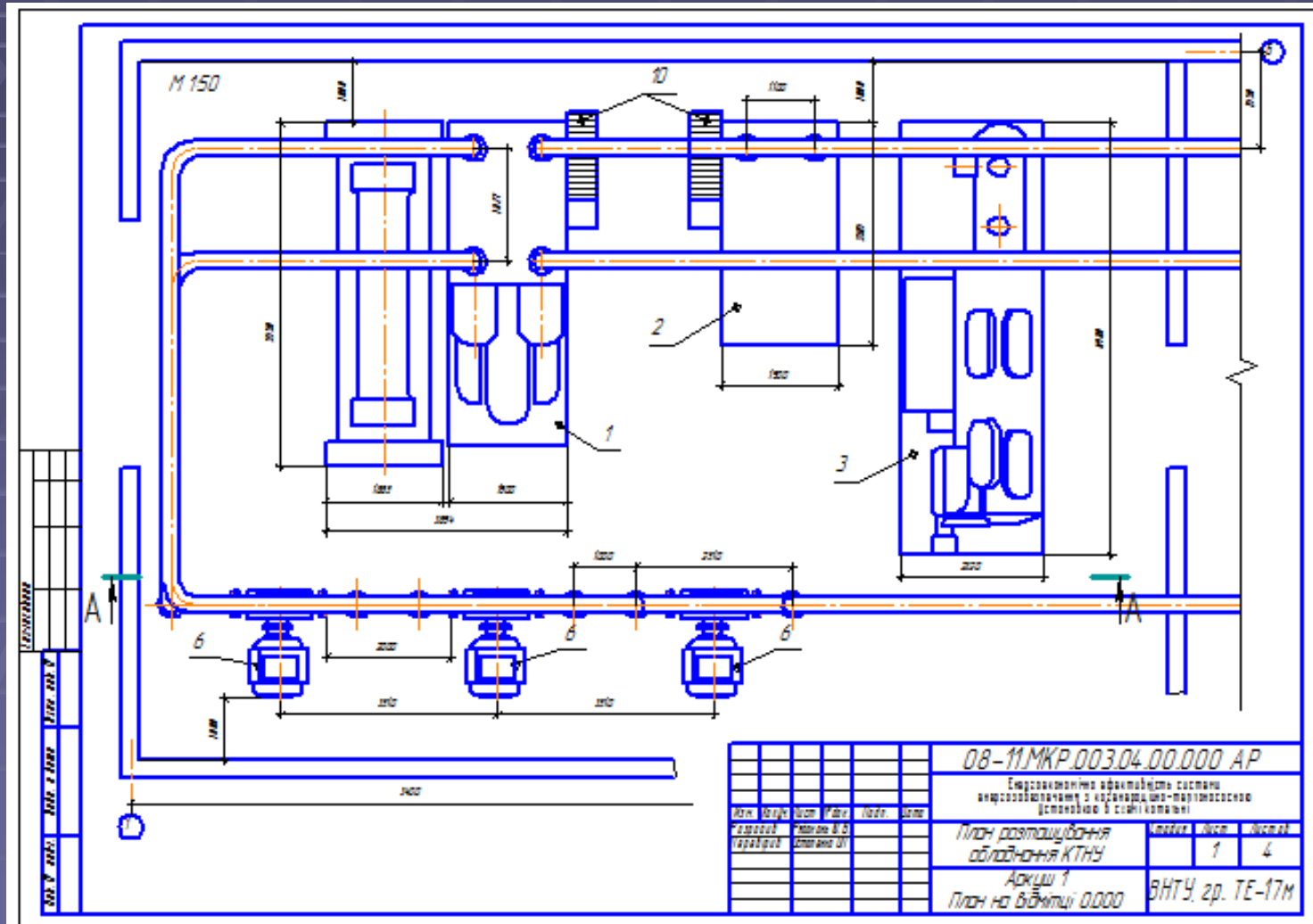
Сенсорна система керування системою енергопостачання з енергозбереженням теплоенергетичною установкою в сфері опалення

Категорія	Лист	Листів
		1

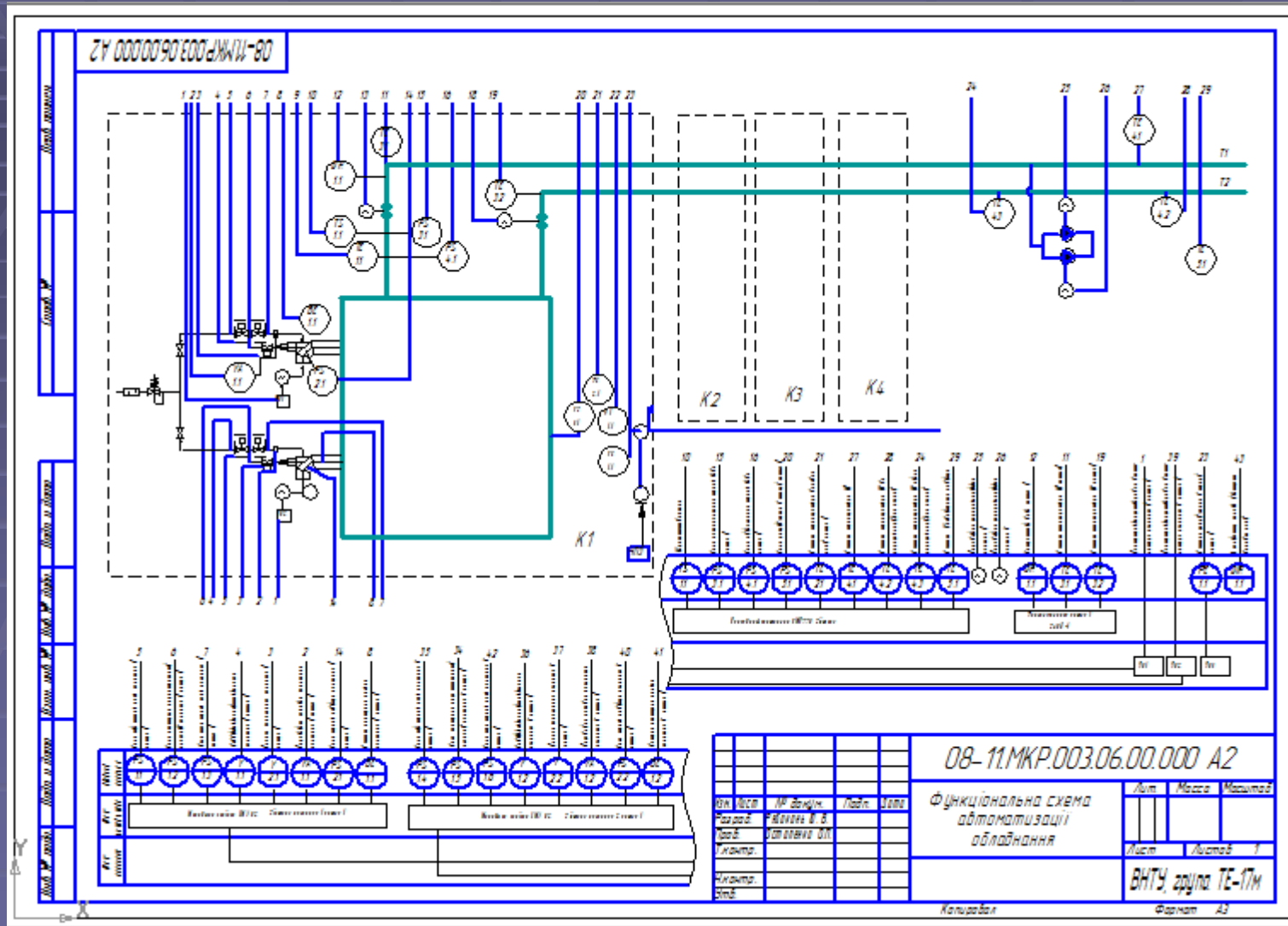
План котельні з СЕ з КТНУ

ВНТУ, зр. ТЕ-17м (з/б)

План розташування обладнання та трубопроводів КТНУ



Функціональна схема автоматизації



ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показник	Одиниця вимірювання	Варіант схеми	
		Базовий варіант	Модернізована схема з СЕ з КТНУ
Річна витрата робочого палива	тис.м ³ /рік	5813,126	4462,737
Економія робочого палива	%	--	23,23
Витрата коштів на паливо	млн. грн./рік	49,411	37,393
Витрата на електроенергію	млн. грн./рік	2,856	3,023
Експлуатаційні витрати	млн. грн./рік	64,974	58,763
Зменшення експлуатаційних витрат	млн. грн./рік		6,211
Капіталовкладення	млн. грн.	--	27,32
Термін окупності	рік	--	4,4

Висновки

- В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуті питання з підвищення енергоекономічної ефективності теплової схеми водогрійної котельні з використанням системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою, визначення енергоефективних та економічно обґрунтованих режимів роботи, оцінка обсягів економії коштів та енергоресурсів у разі застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі.
- В магістерській кваліфікаційній роботі проведені дослідження з підвищення енергоекономічної ефективності теплової схеми котельні (на прикладі котельні в місті Борзна) із використанням СЕ з КТНУ. Досліджено засоби з підвищення енергоекономічної ефективності ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) у разі використання СЕ з КТНУ. Досліджено та оцінено вплив змінних режимів роботи ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) із СЕ з КТНУ на показники енергоекономічної ефективності ТСВК. Проведено дослідження, визначено енергоефективні та економічно доцільні режими та умови застосування СЕ з КТНУ в ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна). Розроблено рекомендації із підвищення енергоекономічної ефективності ТСВК (на прикладі котельні житлово-промислового району №1 в місті Борзна) із застосуванням в схемі СЕ з КТНУ.

- Дослідження проведені методом числового експерименту, визначено енергоекономічну ефективність ТСВК з СЕ та КТНУ. Енергоефективні та економічно доцільні режими роботи ТСВК з СЕ та КТНУ визначені на основі розробленої програми для розрахунку ефективності ТСВК з СЕ та КТНУ, адекватність результатів досліджень підтверджено даними з ефективності обладнання за даними виробників, а також умовами точності матеріальних та енергетичних балансів.
- В магістерській роботі проведено апробацію методу оцінювання енергоекономічної ефективності ТСВК з СЕ та КТНУ на основі показників енергоекономічної ефективності СЕ з КТНУ, що здійснено для визначення режимів енергоефективної та енергоекономічної експлуатації ТСВК з СЕ та КТНУ. Дістали подальший розвиток методи прогнозування умов енергоекономічно ефективної інтеграції ТСВК з СЕ та КТНУ в муніципальну та промислову теплоенергетику України в частині визначення оптимальних енергоекономічних умов застосування ТСВК з СЕ та КТНУ. Встановлено енергоекономічний ефект для ТСВК у разі застосування СЕ з КТНУ.

- Практичні рекомендації по застосуванню СЕ з КТНУ в тепловій схемі котельні містять: оцінку ефективності варіантів застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі котельні з обґрунтуванням вибору енергоефективних та економічно обґрунтованих умов застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі котельні для теплопостачання, розробку технології монтажу і автоматизації обладнання для обраного варіанту застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі котельні.
- За результатами розрахунків підібрано обладнання для обраного варіанту застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі котельні в м. Борзна: газопоршневий двигун-генератор марки 11ГД100М, тепловий насос марки НТ-3000, утилізаційне та допоміжне обладнання, оцінені капіталовкладення в нове обладнання з урахуванням витрат на монтаж..

- Для обраного варіанту застосування СЕ з КТНУ в тепловій схемі опалювальної водогрійної котельні в м. Борзна будуть забезпечені енерго- та економічно ефективні змінні режими роботи СЕ з КТНУ з комбінованим сезонним використанням низькотемпературної теплоти промислових та природних джерел: сезонна економія природного газу котельнею з СЕ з КТНУ буде знаходитись в межах 15,19...31,15%, середньорічна економія природного газу котельнею з СЕ з КТНУ становитиме 23,23%.
- У разі застосування цього варіанту СЕ з КТНУ в тепловій схемі опалювальної водогрійної котельні в м. Борзна буде забезпечена економія природного газу в обсязі 1359,39 тис. м³/рік та буде забезпечено економію коштів на паливі котельнею в обсязі 11,47 млн. грн./рік. Спостерігається зниження собівартості після модернізації теплової схеми з СЕ з КТНУ, термін окупності становить 4,4 роки, також зменшують експлуатаційні витрати після модернізації на 6,211млн.грн./рік.