

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

## **МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА  
КОТЕЛЬНІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА ВІННИЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
«ВІННИЦЯМІСЬКТЕПЛОЕНЕРГО» ПО ВУЛИЦІ ОЛЕКСАНДРА КОШИЦЯ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-18м  
спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка  
Нечуя В.С.  
Керівник: к.т.н., доц. Кравець О.М.

Вінниця – 2019 р.

**Метою магістерської роботи** є зменшення витрат на виробництво теплової енергії у формі гарячої води теплових мереж та гарячого водопостачання за рахунок впровадження автономних джерел електроенергії, що дозволяє виробляти електроенергію і тепло одночасно, що призводить до збільшення ефективності використання палива завдяки більш високому ККД та забезпечення власних потреб котельні в електроенергії.

Для досягнення поставленої мети необхідне рішення наступних завдань:

- вивчити основні елементи когенераційної установки;
- вивчити різновиди когенераційних установок;
- показати порівняльні характеристики різних типів когенераційних установок;
- показати економічні вигоди.

**Об'єктом дослідження** магістерської кваліфікаційної роботи є котельня та технологічне обладнання, яке входить до її складу.

**Предметом дослідження** є методи і засоби енергозбереження за допомогою когенераційних установок.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає в тому, що на підставі виконаних досліджень вирішена наукова задача доцільності використання когенераційних установок.

# Загальні відомості про підприємство

КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго» відноситься до підприємств з виробництва теплової енергії у формі гарячої води теплових мереж та гарячого водопостачання.

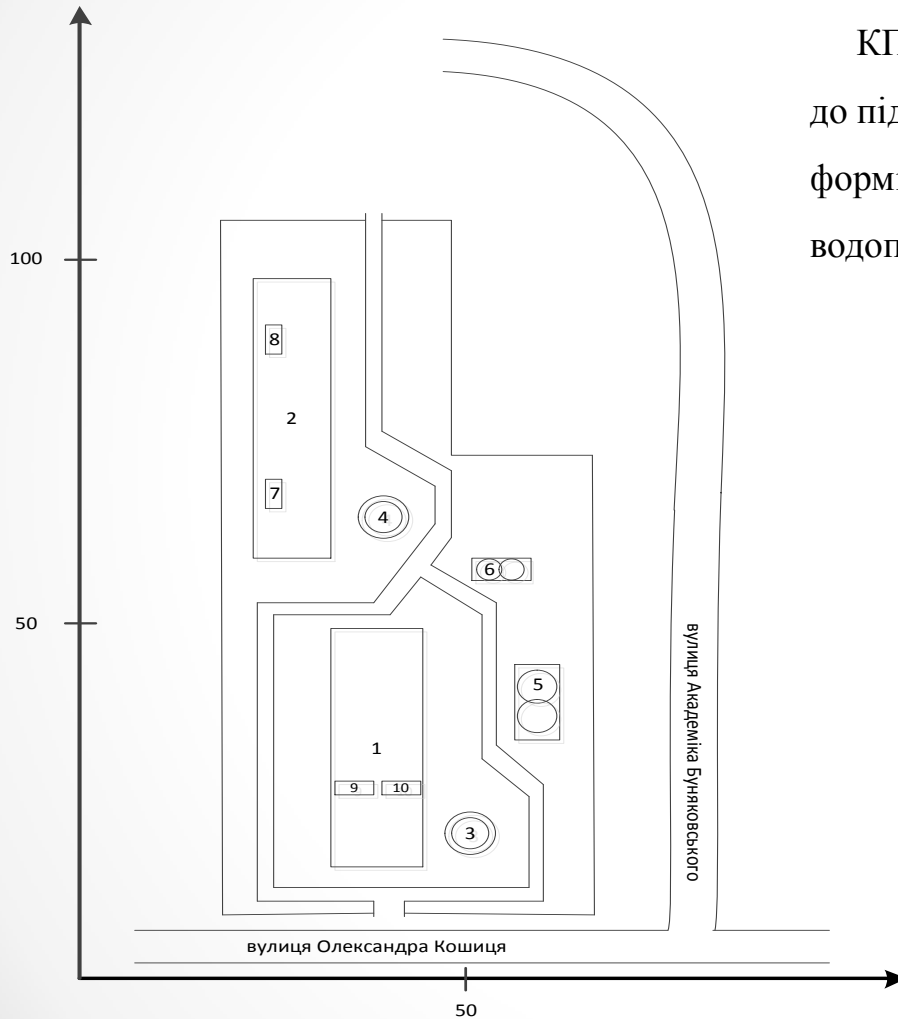


Рисунок 1- Генплан підприємства

Таблиця 1 - Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Найменування	$P_n$ , кВт
1	Котельня 1	405
2	Котельня 2	380
7	Насосна	125
8	Компресорна	160
6	Субспоживач	63
9,10	Мережний насос	150

# Енергетичний аудит

Підприємство споживає такі основні енергоносії, як електроенергія, природний газ та вода. В таблиці наведено загальне споживання енергоносіїв та їх вартість.

Енергоносій	Річне споживання	Річні витрати, грн.
Активна електроенергія	3146 тис. кВт·год.	7865000
Реактивна електроенергія	2257,7 квар·год.	112885
Природний газ	18,93 млн. м <sup>3</sup>	146802150
Вода	136559 м <sup>3</sup>	1132074

Тому, будуть досліджуватись наступні системи:

1) система електропостачання

- споживання активної та реактивної потужності об'єктами котельні;
- споживання активної та реактивної енергії;

2) системи водопостачання та опалення цехів

- використання води;
- використання теплової енергії та газу (для опалення);

3) система освітлення

- використання електроенергії (для живлення освітлювальних установок - виробничих приміщень, зовнішнього освітлення).

# Аналіз системи електропостачання

Після аналізу системи електропостачання було вирішено впроваджувати засоби компенсації реактивної потужності. Тому було проведено попередній техніко-економічний розрахунок, який показав, що використання компенсаційної установки знизить не тільки оплату за споживання реактивної електроенергії, а і втрати в лініях і трансформаторах так, як облік електроенергії відбувається зі сторони високої напруги. Тому термін окупності такої установки ще знизиться.

З вище сказаного слідує, що встановлення КУ на підприємстві є доцільним, тому потрібно провести більш точні техніко-економічні розрахунки обґрунтування.

Капіталовкладення, грн	400000
Вартість зниження втрат електроенергії в трансформаторах, грн	357410
Вартість зниження втрат електроенергії в кабельних лініях, грн	84805
Вартість зниження втрат електроенергії спожитої підприємством, грн	405450
Загальна економія, грн	762860
Термін окупності, року	0,524

# Аналіз системи освітлення

Після аналізу системи освітлення, було вирішено замінити лампи типу ДРЛ на світлодіодні, що зумовлено значною питомою потужністю системи освітлення, а також тривалістю роботи. Проведено техніко-економічне обґрунтування варіанту модернізації системи освітлення.

Витрати на систему освітлення з лампами типу ДРЛ, грн	123540
Витрати на систему освітлення з світлодіодними лампами, грн	63000
Розрахунковий період визначення витрат в системі освітлення, року	8,3
Зведена до 1 року економія коштів за допомогою заміни ламп типу ДРЛ на світлодіодні, грн	7294
Термін окупності, року	2,5

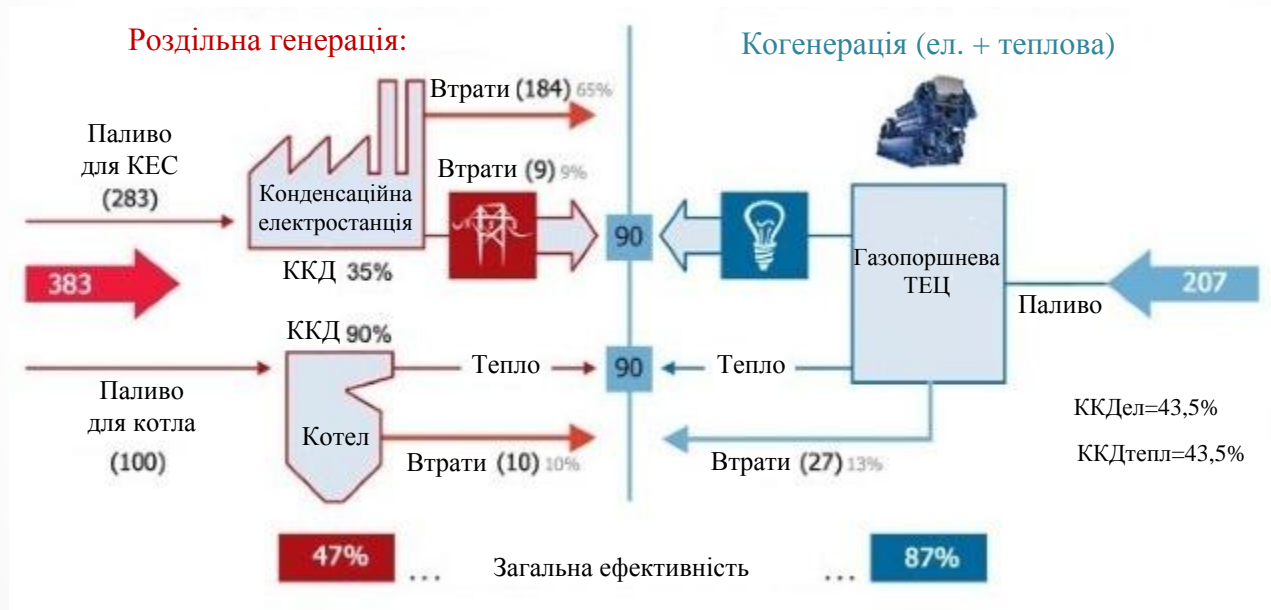
# Аналіз системи опалення

В системі опалення було вирішено провести модернізацію шляхом заміни існуючої системи на опалення з інфрачервоними обігрівачами. Інфрачервоні обігрівачі мають більший ККД, забезпечують економію ПЕР, прості в експлуатації а також прогрівають необхідні ділянки цеху.

Капіталовкладення, грн	320000
Вартість витрат на опалення до модернізації, грн	660000
Вартість витрат на опалення після модернізації, грн	340000
Загальна економія, грн	320000
Термін окупності, року	2,5

# Автономні джерела електроенергії

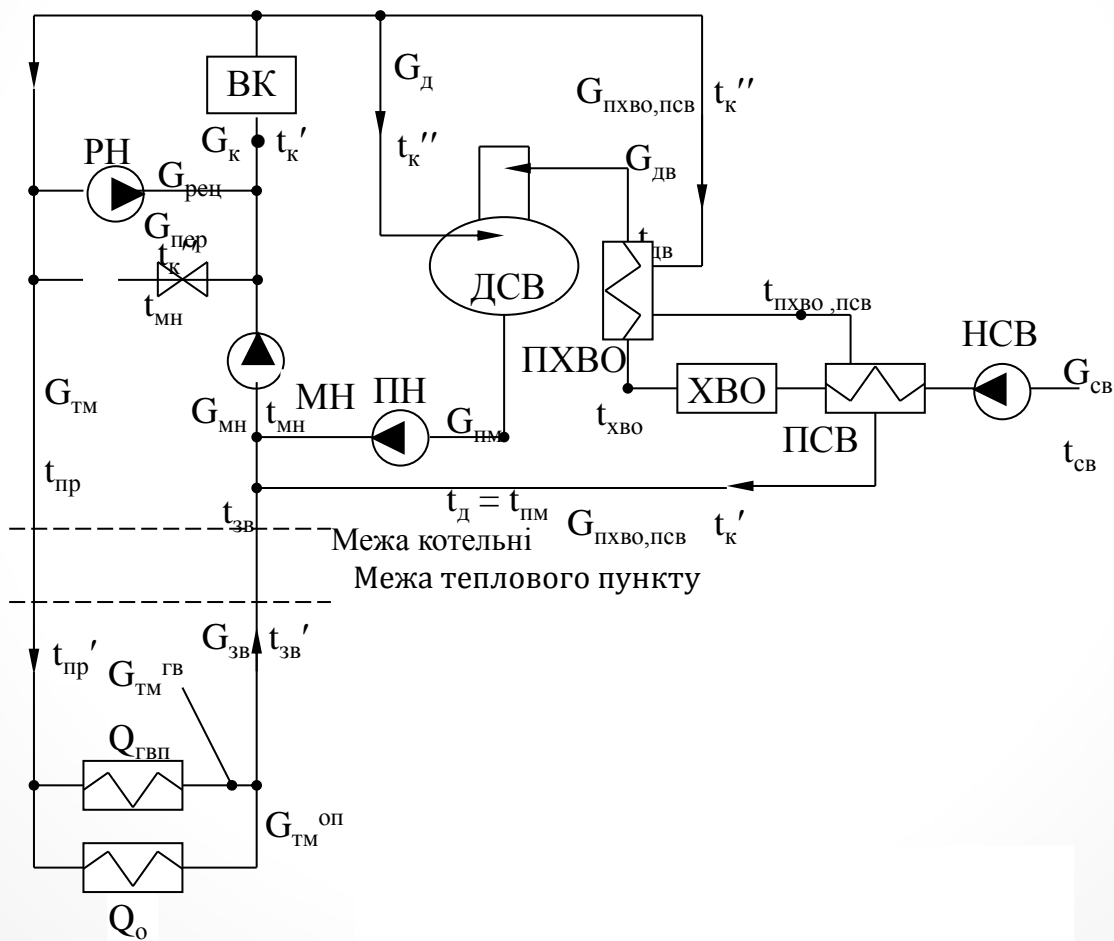
Когенерація – це процес спільного вироблення електричної і теплової енергії.





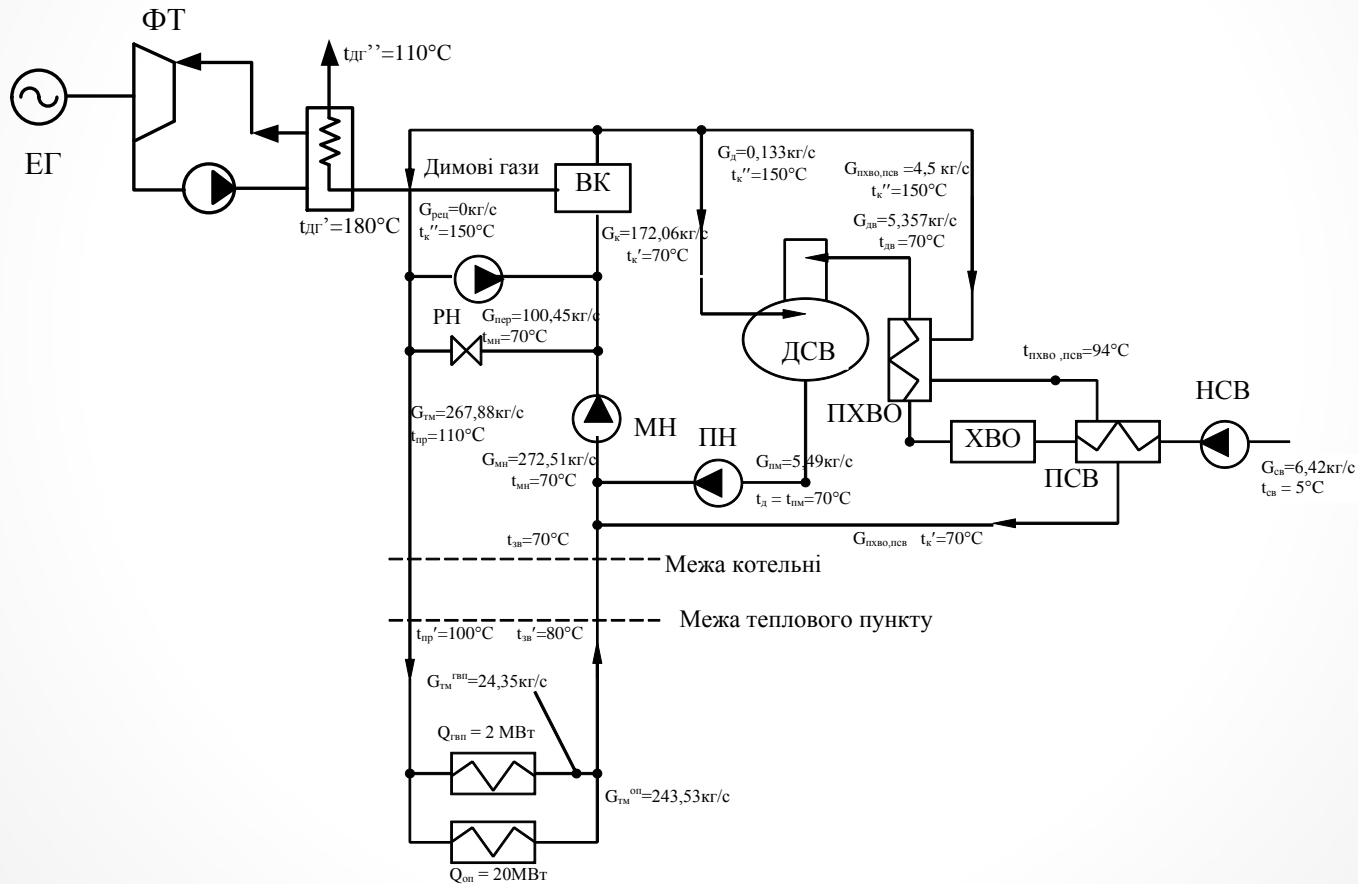
# ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ ПІДПРИЄМСТВА ПЕРЕТВОРЕННЯМ ЇЇ В КОГЕНЕРАЦІЙНУ УСТАНОВКУ

Принципова теплова схема водогрійної котельні



# Розрахунок модернізованого варіанта котельні шляхом встановлення фреонового турбогенератора

Принципова теплова схема водогрійної котельні з фреоновою турбіною



# Розрахунок модернізованого варіанта котельні шляхом встановлення газопоршневого двигуна

В даному розділі розраховано модернізований варіант котельні, на яку встановлюємо газопоршневий двигун заводу «Первомайскдизельмаш» ДвГА-315 з електричною потужністю 315 кВт, тепловою потужністю 450 кВт, ККД електричний 38,6%.

Річна витрата газу на ГПД - 518400 м<sup>3</sup>/с

Вартість спожитого газу за рік – 6,324 млн.грн/рік

Кількість теплоти, виробленої двигуном – 1170 МВт/рік

Річна вартість проданої теплоти двигуна – 1,810 млн.грн.

Вартість річної електроенергії виробленої на ГПД – 5,733 млн.грн.

Капіталовкладення – 2,2 млн.грн.

Термін окупності – 2,8 року

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОТЕЛЬНІ

Найменування	Існуючий	ГПД	ФТ
Теплові навантаження, Мвт :			
Загальне $Q_{ЗАГ}$	22	22	22
Опалення та вентиляції $Q_{ОПАЛ}$	20	20	20
Гарячого водопостачання $Q_{ГВП}$	2	2	2
Споживана електрична потужність підприємства, МВт	0,4	0,4	0,4
Річні затрати на паливо, млн.грн	249,46	253,97	249,46
Річні затрати на електроенергію, млн.грн.	7,81	2,07	5,94
Річні затрати на паливо та електроенергію , млн.грн.	257,28	256,04	255,4
Економія річних затрат на паливо та електроенергію $\Delta E$ , млн.грн.	-	1,24	1,89
Капіталовкладення, млн.грн.	-	2,2	4,8
Приріст чистого прибутку ЧП, млн.грн.	-	3,712	0,653
Річний дохід Дт, млн.грн.	-	3,987	1,253
Чистий дисконтований дохід ЧДД, млн.грн.	-	19,074	1,889
Індекс прибутковості ІП	-	9,67	1,39
Внутрішня норма доходу	-	1	0,2
Статичний термін окупності Тост, років	-	2,8	3,83
Граничні капіталовкладення в проект Кгран, млн.грн	-	21,274	6,689

# ВИСНОВКИ

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено енергоаудит котельні Комунального підприємства Вінницької міської ради «Вінницяміськтеплоенерго». Проаналізовано шляхи підвищення енерговикористання на підприємстві, що направлені на забезпечення надійного та безперебійного електро- та тепlopостачання.

В другому розділі було розглянуто два варіанта модернізації котельні шляхом встановлення газопоршневого двигуна та фреонового турбогенератора. Газопоршневий двигун являє собою когенераційну установку, яка споживає природній газ, кінцевим продуктом якої є електрична енергія. Також дана установка частково підігріває енергоносій перед водогрійним котлом, що збільшує його ККД. Другим варіантом є когенераційна установка на базі фреонового турбогенератора, який для перетворення теплової енергії НВЕР в ОРС контурі в механічну і далі в електричну відбувається з використанням органічного робочого тіла в замкнутому контурі.

В третьому розділі була розрахована теплова схема котельні по вул. О. Кошиця, 18 КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго» з водогрійним котлом, для трьох режимів, а саме максимально-опалювального, середньо-опалювального та літнього. Проектним рішенням у виборі шляхів модернізації є встановлення газопоршневого двигуна та фреонового турбогенератора. Було проведено розрахунок запропонованих варіантів модернізації котельні. Результатом проектного розрахунку є встановлення газопоршневого двигуна. Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження модернізації склала 1,219 млн.грн/рік. Термін окупності капіталовкладень на газопоршневий двигун становить 2,8 року.

В четвертому розділі було здійснено розрахунок собівартості електроенергії на КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго». Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства склала 1469,1 тис.грн. Витрати по заробітній платі експлуатаційного персоналу склали 162922,3 грн. Витрати по заробітній платі ремонтного персоналу – 32966,3 грн. Величина собівартості електроенергії склала 320,52 коп./кВт·год.

В п'ятому розділі було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, електробезпека, технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Дякую за увагу!