

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ШЛЯХІВ  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ЗАСОБІВ  
ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО  
ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НА  
ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛІ-4  
КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
ВІННИЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
«ВІННИЦЯМІСЬКТЕПЛОЕНЕРГО»

**Метою даної роботи** є зменшення витрат електроенергії в насосних установках, та збільшення терміну їх експлуатації за рахунок впровадження частотно-регульованого електроприводу на комунальному підприємстві ТЕЦ-4.

Відповідно до вказаної мети в роботі розв'язуються такі основні задачі:

- вивчити основні елементи частотно-регульованого електроприводу;
- вивчити різні способи підключення частотно-регульованого електроприводу;
- показати порівняльні характеристики різних способів підключення частотно-регульованого електроприводу;
- показати економічні вигоди.

**Об'єктом дослідження** магістерської кваліфікаційної роботи є теплоелектроцентраль №4 та яке технологічне обладнання, яке входить до нього.

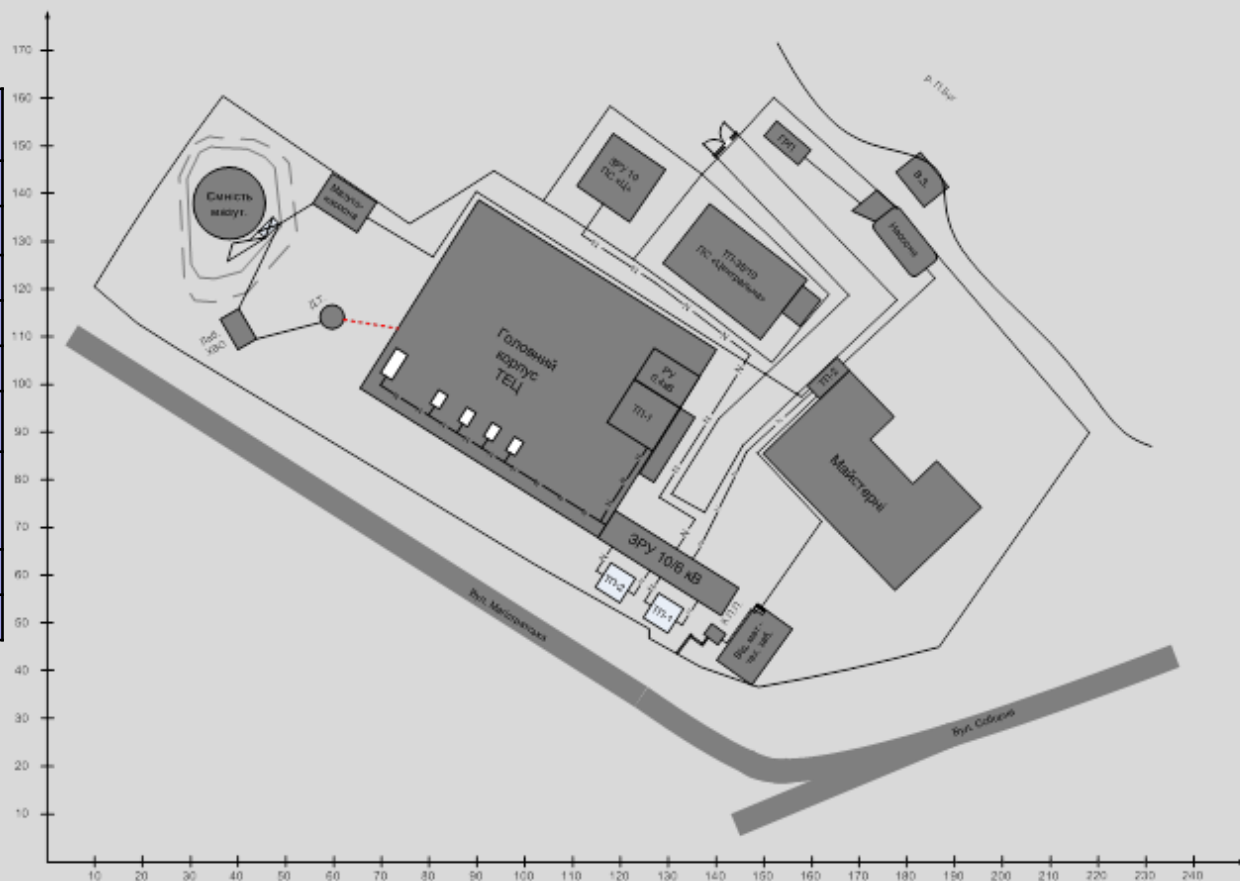
**Предметом дослідження** є методи і засоби енергозбереження за допомогою частотно-регульованого електроприводу.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в тому, що на підставі виконаних досліджень вирішена наукова задача доцільності використання частотно-регульованого електроприводу.

# Загальні відомості про підприємство

Основним продуктом (товаром) підприємства є теплова енергія у формі гарячої води теплових мереж та гарячого водопостачання. Вироблене тепло повністю продається місцевим споживачам, а саме, на потреби житлового сектору, підприємств та організацій державної та інших форм власності.

| № | Найменування                               | Рн, кВт |
|---|--|---------|
| 1 | Головний корпус ТЕЦ                        | 1621    |
| 2 | Закритий розподільчий пристрій             | 2       |
| 3 | Насосна                                    | 150     |
| 4 | Мазутонасосна                              | 57      |
| 5 | Лабораторія ХВО                            | 2       |
| 6 | Адмінбудинок з майстернями                 | 223     |
| 7 | Відділ матеріально-технічного забезпечення | 8       |
| 8 | Газовий розподільчий пристрій              | 0,5     |
| 9 | Контрольно-пропускний пункт                | 2       |



# Енергетичний аудит

Підприємство споживає такі основні енергоносії , електроенергія , природний газ, вода. Нижче наведено дані про річне споживання та витрати на енергоносії.

| Енергоносій              | Річне споживання          | Річні витрати, грн. |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|
| Активна електроенергія   | 2646 тис. кВт·год.        | 6615000             |
| Реактивна електроенергія | 1957,7. квар·год.         | 104002,8            |
| Природний газ            | 37,43 млн. м <sup>3</sup> | 45594789,28         |
| Вода                     | 257965 м <sup>3</sup>     | 2138529,85          |

Тому було вирішено провести аналіз ефективності споживання енергоносіїв такими системами:

- система електропостачання
  - споживання активної та реактивної потужності об'єктами підприємства;
- системи водопостачання та опалення приміщень
  - використання теплової енергії та газу (для власних потреб підприємства),
  - використання води,
- система освітлення
  - використання електроенергії (для живлення освітлювальних установок виробничих приміщень, зовнішнього освітлення).

# Енергетичний аудит системи електропостачання

В системі електропостачання було вирішено впроваджувати засоби компенсації реактивної потужності, так як на підприємстві використовуються насосні установки з потужними асинхронними двигунами, які споживають велику кількість активної та реактивної електроенергії. З цією метою було проведено розрахунок зниження вартості втрат електроенергії в трансформаторах та кабельних лініях та за умови повної компенсації.

|   |           |
|---|-----------|
| Капіталовкладення, грн  | 35000     |
| Вартість зниження втрат в трансформаторах, грн                | 1278513   |
| Вартість зниження втрат в трансформаторах, грн                | 287487,66 |
| Вартість зниження втрат за умов повної завантаженості КУ, грн | 727592    |
| Загальна економія, грн  | 72116125  |
| Термін окупності, року  | 0,165     |

# Енергетичний аудит системи освітлення

В системі освітлення було вирішено провести модернізацію шляхом заміни газорозрядних ламп на світлодіодні джерела світла, які є більш економічно вигіднішими ніж лампи ДРЛ. Світлова віддача світлодіодних ламп майже в два рази вища ніж у газорозрядних. Тому був проведений розрахунок заміни зовнішнього освітлення лампами ДРЛ на світлодіодне. Нижче наведено результати розрахунку.

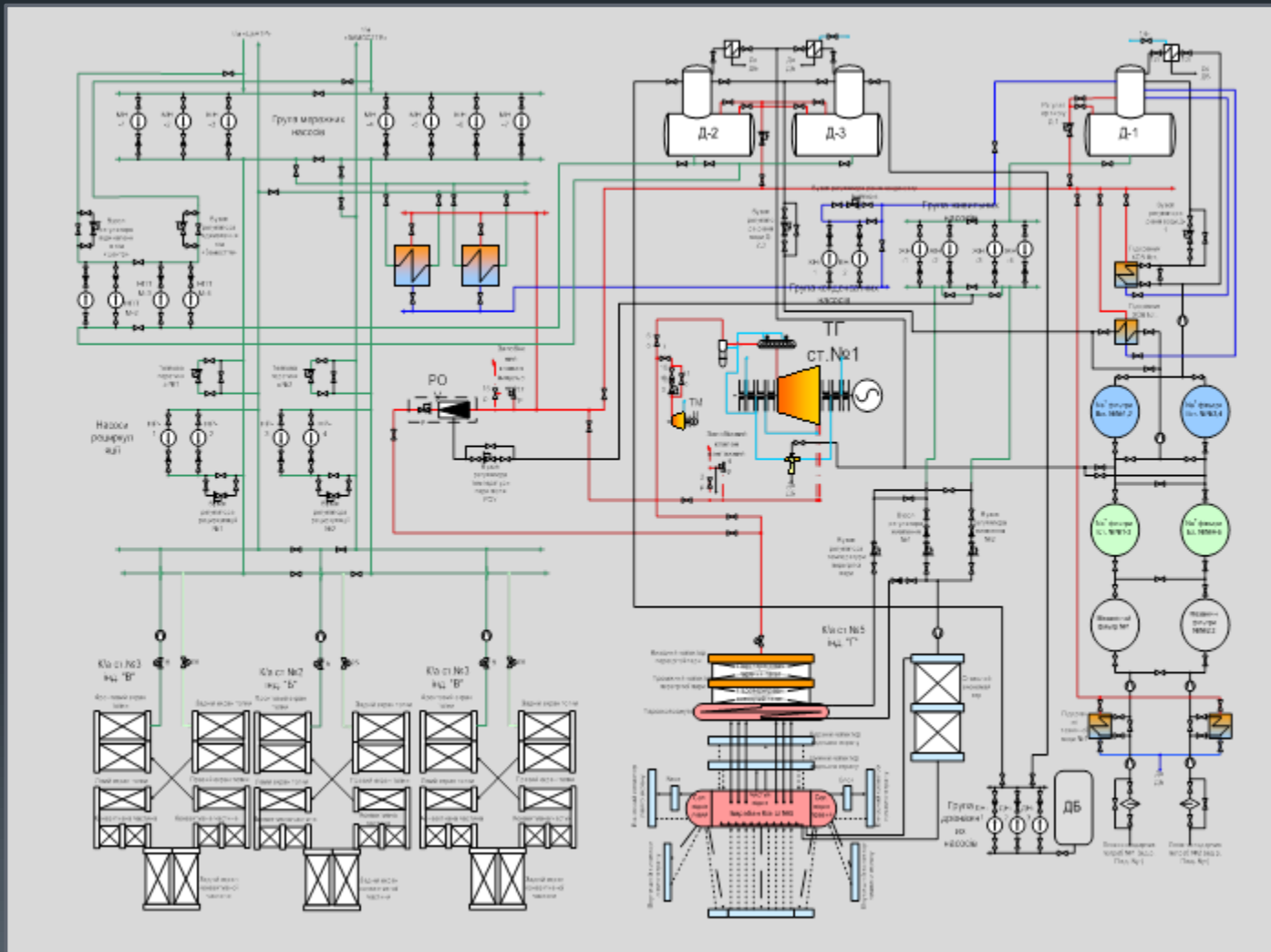
|   |        |
|---|--------|
| Капіталовкладення, грн                          | 30000  |
| Вартість витрат на освітлення лампами ДРЛ, грн  | 205900 |
| Вартість витрат на світлодіодне освітлення, грн | 105000 |
| Загальна економія, грн                          | 12156  |
| Термін окупності, року                          | 2,47   |

# Енергетичний аудит системи опалення

В системі опалення було вирішено провести модернізацію шляхом заміни старої водяної системи опалення на опалення інфрачервоними обігрівачами. ККД даних обігрівачів набагато вище, ніж у других опалювальних систем. Відносно невеликі витрати на монтаж і експлуатацію. В першу чергу обігрівають людину і предмети, при цьому обігрів відбувається глибоко і рівномірно. Був проведений розрахунок заміни зовнішнього освітлення лампами ДРЛ на світлодіодне.

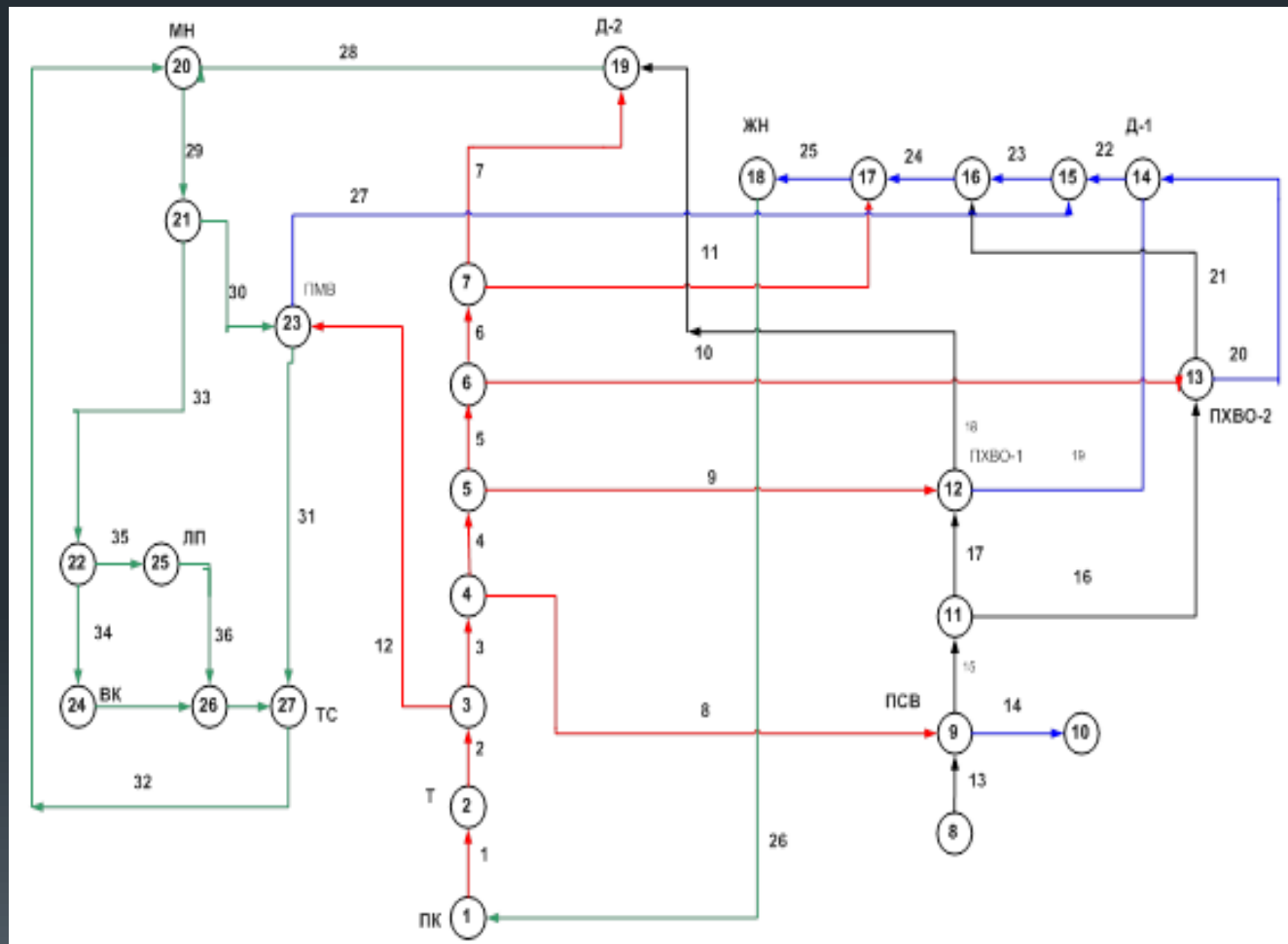
|   |        |
|---|--------|
| Капіталовкладення, грн                              | 320000 |
| Вартість витрат на опалення до модернізації, грн    | 990000 |
| Вартість витрат на опалення після модернізації, грн | 105000 |
| Загальна економія, грн                              | 12156  |
| Термін окупності, року                              | 2,47   |

# Теплова частина. Розрахунок теплової схеми

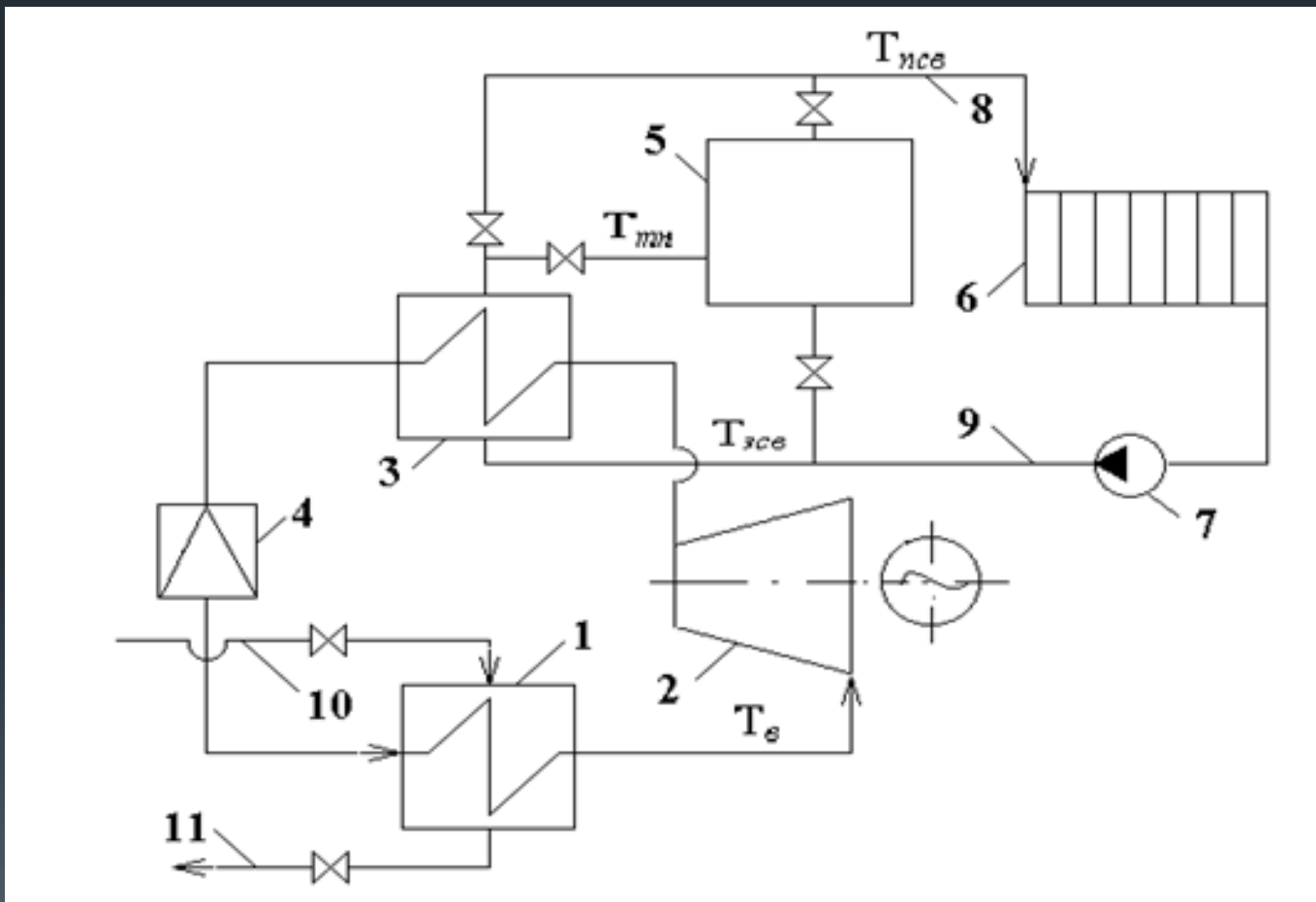




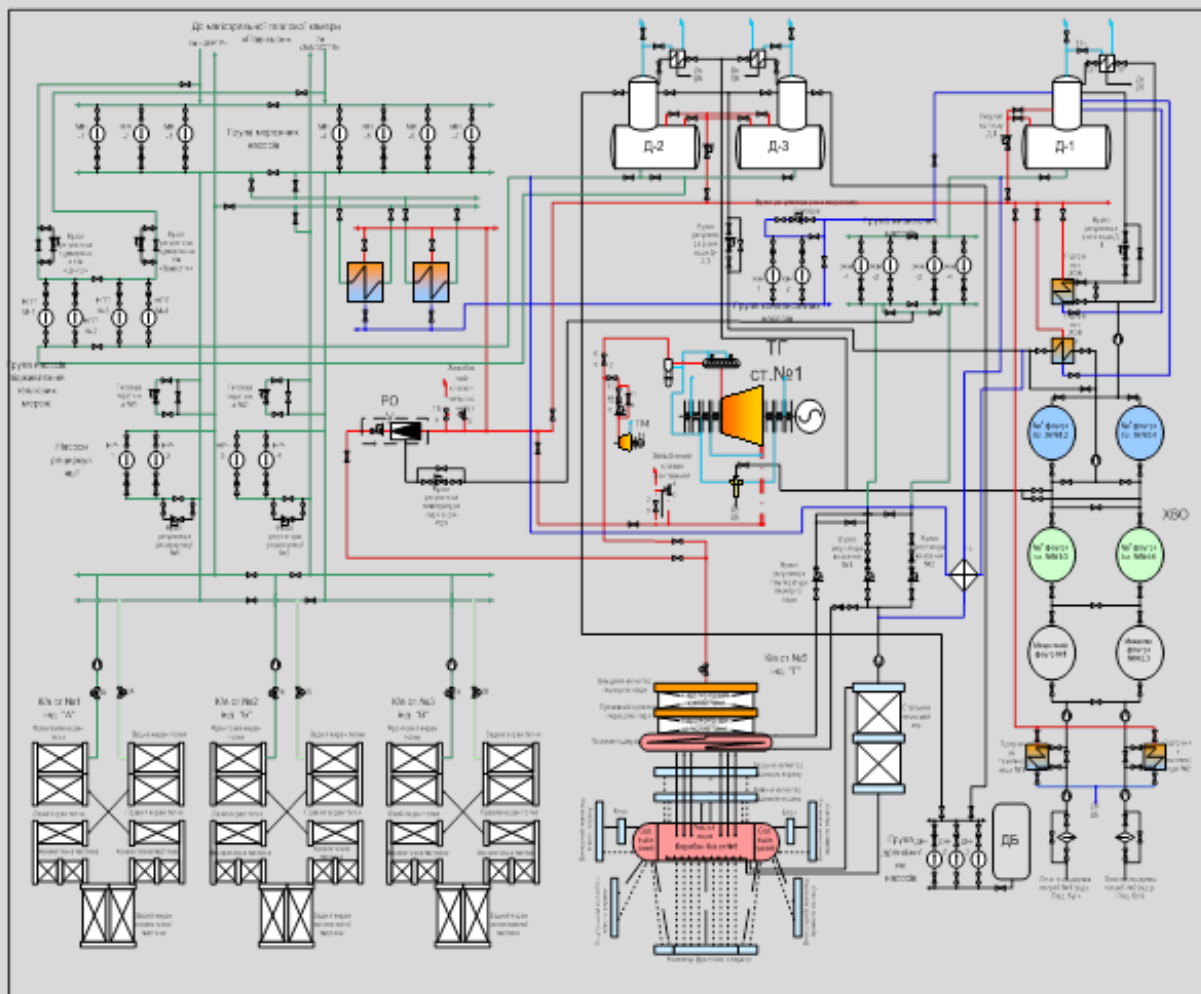
# Граф теплової схеми



# Підвищення ефективності ТЕЦ-4 шляхом впровадження теплонасосної установки



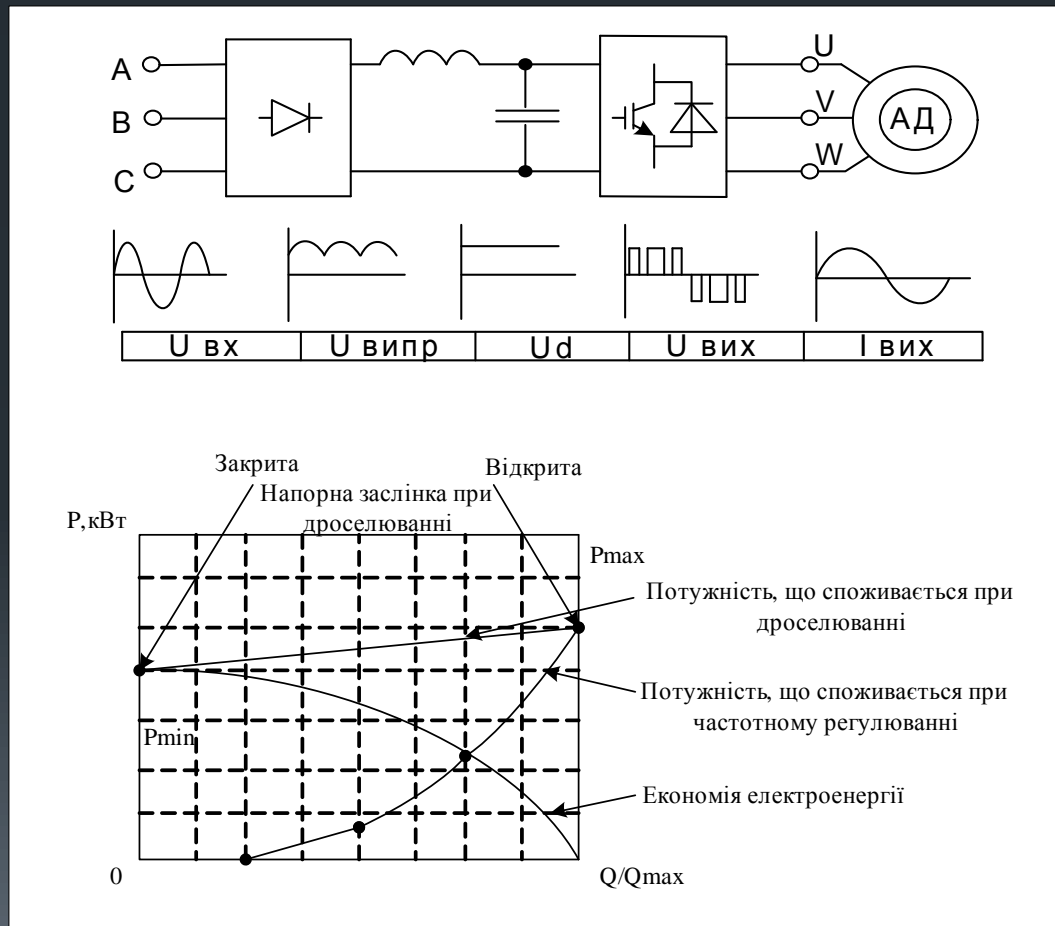
# Підвищення ефективності ТЕЦ-4 шляхом впровадження теплообмінного апарату



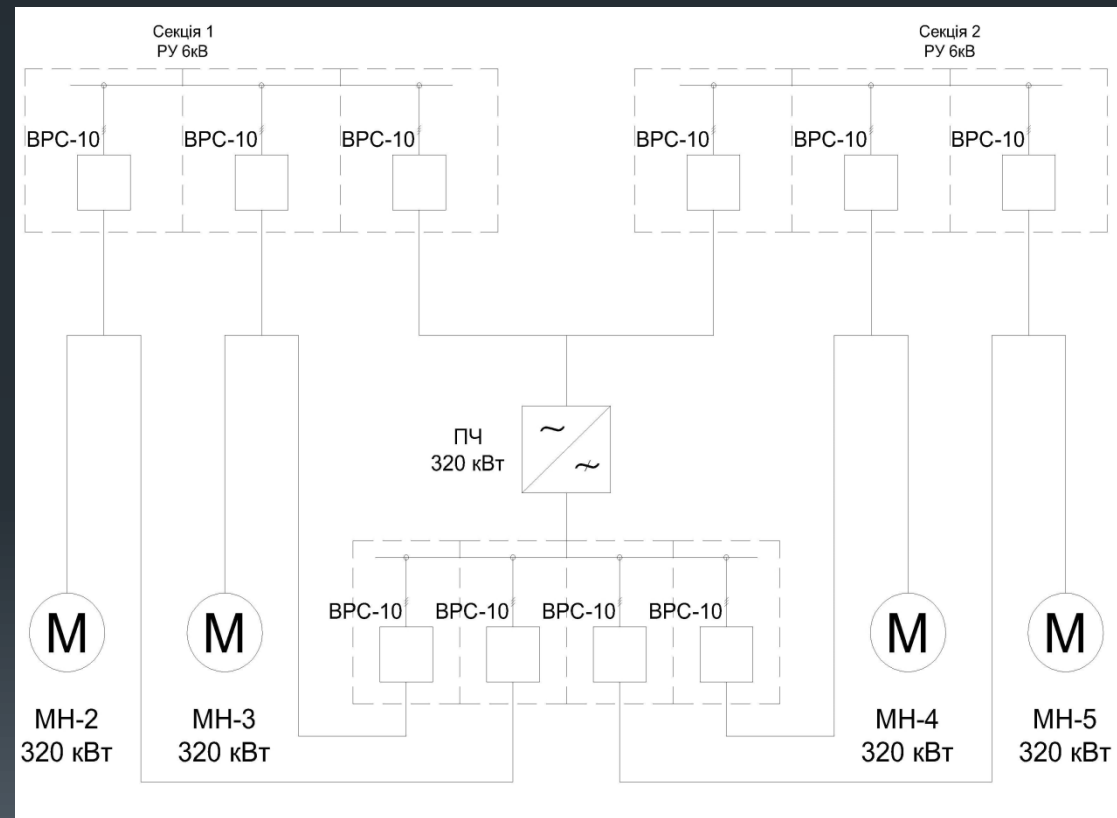
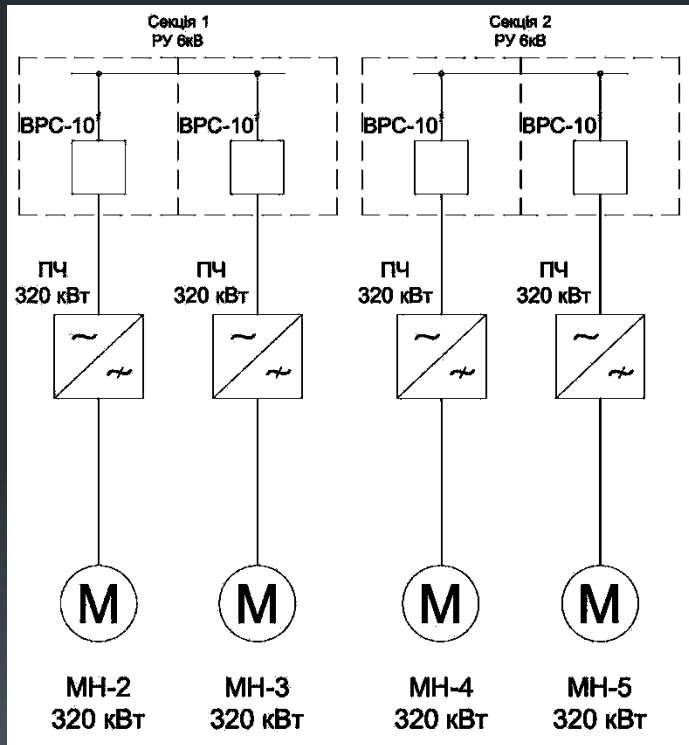
# Техніко-економічні обґрунтування шихів модернізації ТЕЦ-4

| Найменування   | Існуючий | з ТНУ   | з ТО підв. ККД |
|--|----------|---------|----------------|
| <b>Теплові навантаження, Мвт :</b>                                       |          |         |                |
| Загальне $Q_{ЗАГ}$   | 145      | 145,008 | 145            |
| Опалення та ентиляції $Q_{ОПАЛ}$   | 92       | 92      | 92             |
| Гарячого водопостачання $Q_{ГВП}$  | 28       | 28      | 28             |
| Річні затрати на паливо, (котельню та печі), млн.грн                     | 455,95   | 455,95  | 452,77         |
| Річний прибуток від продажу електроенергії, млн.грн.                     | 46       | 2,95    | 46             |
| Річний прибуток від продажу теплової енергії, млн.грн.                   | 486,26   | 544,13  | 486,26         |
| Економія річних затрат на паливо та електроенергію $\Delta E$ , млн.грн. | -        | 15,08   | 3,18           |
| Капіталовкладення, млн.грн.  | -        | 49,32   | 0,28           |
| Приріст чистого прибутку ЧП, млн.грн.                                    | -        | 3,826   | 2,187          |
| Річний дохід $D_t$ , млн.грн.  | -        | 3,451   | 2,223          |
| Чистий дисконтований дохід ЧДД, млн.грн.                                 | -        | 3,99    | 11,58          |
| Індекс прибутковості ІП  | -        | 1.081   | 42,36          |
| Внутрішня норма доходу   | -        | 0,18    | Більше 1       |
| Статичний термін окупності $T_{ост}$ , років                             | -        | 4,93    | 0,13           |
| Динамічний термін окупності $T_{осд}$ , років                            | -        | 5,1     | 0,15           |
| Граничні капіталовкладення в проект $K_{гран}$ , млн.грн                 | -        | 53.29   | 11,86          |

# Аналіз потенційних шляхів енергозбереження шляхом частотно-регульованого електроприводу



# Блочна та каскадна схеми підключення ЧРП



# Технікоеконімічне обґрування запропонованих варіантів

| Насос       |                       |                  |                        |                                | Електродвигун |                 |
|-------------|-----------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------|
| Марка       | Продуктивність м³/год | Повний натиск м. | Кількість обертів, хв. | Потужність на валу насоса, кВт | Марка         | Потужність, кВт |
| 8МС-7Х4     | 290                   | 240              | 1500                   | -                              | А-114-4       | 320             |
| ЦНС 300-240 | 300                   | 240              | 1500                   | -                              | АІР 355М4     | 315             |

| Назва                                      | ЧРП блочна схема 6 кВ | ЧРП каскадна схема 6 кВ | ЧРП блочна схема 0,4 кВ | ЧРП каскадна схема 0,4 кВ |
|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Капіталовкладення, грн                     | 17000000              | 6500000                 | 3100000                 | 1800000                   |
| Кількість зекономленої електроенергії, грн | 489216                | 489216                  | 489216                  | 489216                    |
| Вартість зекономленої електроенергії, грн  | 1369804,8             | 1369804,8               | 1369804,8               | 1369804,8                 |
| Термін окупності, року                     | 12,41                 | 6,57                    | 8,03                    | 3,5                       |

# Висновки

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проведено енергоаудит Теплоелектроцентралі №4 КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго». Проаналізовано шляхи підвищення енерговикористання на підприємстві, що направлені на забезпечення надійного та безперебійного електро- та тепло-постачання встановлених приймачів. Після поглибленого аналізу запропонованих заходів з енергозбереження було встановлено:

- Застосування КУ на підприємстві є ефективним заходом з економії електроенергії, що приведе до щорічної економії коштів підприємства.
- Використання інфрачервоних обігрівачів може бути ефективним і приводити до економії коштів підприємства більше ніж на 100 тис. гривень щороку.
- Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні приведе до річної економії коштів понад 1,9 тис. грн. при терміні окупності капіталовкладень менше 1,5 року.

В другому розділі розрахована теплова схема ТЕЦ з трьома робочими котлоагрегатами марки: ПТВМ-30 і ТС-35 та турбіною Р-2,5-15/3. Розрахунок проводився на три періоди: максимально – опалювальний, середній та літній режими при кожному режимі витрати, потужності та температури різні. Здійснено модернізацію існуючої ТЕЦ шляхом встановлення тепло-насосної установки. Були проведені теплові та конструктивні розрахунки тепло-насосної установки. Після проведення техніко-економічних розрахунків визначено, що економічна ефективність від впровадження даного установки склала 58,136 млн.грн. в рік. Термін окупності капіталовкладень на водо-водяний теплообмінник становить 11,66 роки. Було розроблено пластинчастий теплообмінник, для відбору теплової енергії з мережної води, що дає приріст ККД котлів. Термін окупності складе менше 2 місяців, а вже за перший рік користування економія коштів складе близько 2,69 мільона гривень.

В третьому розділі було представлено 4 варіанти модернізації ТЕЦ-4 шляхом впровадження частотно-регульованого електроприводу. Дані варіанти представляють дві схеми підключення ЧРП блочну та групову, а також переведення високовольтного обладнання на систему електроживлення 0,4 кВ, шляхом його заміни.

Термін окупності використання частотного регулювання для асинхронних двигунів насосів з їх заміною зіставляє 2,3 роки, що переконливо доказує економічну ефективність використання частотного регулятора на даному об'єкті.

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунки по втіленню даного проекту у життя з матеріальної сторони. Розраховано капітальні витрати в систему електропостачання; річні витрати і втрати електроенергії; сумарні витрати підприємства на електроенергію; собівартість річних поточних витрат. Собівартість електроенергії склала – 277,1 коп./кВтгод.

Було проведено оцінку умов безпечної роботи котельні після модернізації. Незважаючи, що умови роботи в котельні мають ряд небезпек – робочий процес, при дотриманні усіх правил безпечної роботи та регулярно проведених інструктажів з техніки безпеки, не буде становити загрозу для життя робітників.

Також в цьому розділі було визначено що, іонізуючі випромінювання та електромагнітний імпульс є факторами, які найбільше впливають на роботу елементів станції, тому було проведено оцінку стійкості роботи ТЕЦ-4 з системою управління частотно-регульованим електроприводом. Було визначено що, можлива доза опромінення складе 4100,5 [Р], а час стійкої роботи буде рівним 10575 годинам.





Дякую за увагу!!!