

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ

Керівник: професор, д.т.н. Ткаченко С.Й.

Виконав: ст. гр. ТЕ-17мі Гижко А.В.

- Мета і завдання дослідження: Заміщення природного газу біологічним видом палива, а саме біогазом, проектування енергетично та економічно ефективної водогрійної котельні з використанням системного підходу.
- Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні задачі:
- - проаналізувати існуючі об'єкти заміщення природного газу біогазом з позиції енергоефективності;
- - користуючись методами системного підходу створити ієрархічну систему агропромислового комплексу в якій будуть проаналізовані всі залежності не тільки на рівні внутрішніх процесів водогрійної котельні на біопаливі, але й зовнішні зв'язки цієї системи у вигляді джерела енергоресурсів та споживачів теплової енергії.
- - дослідити вплив біогазу на теплогенератор у порівнянні з природнім газом;
- - розробити програму чисельного дослідження спалювання біогазу в газотрубному водогрійному котлі для проведення різноманітних варіантів використання біогазу і встановлення залежностей якісних характеристик біогазу в порівнянні з природнім газом;
- - запропонувати рекомендації по підвищенню енергоефективності при використанні біогазу, як джерела теплової енергії для різних видів споживачів.

- Методи дослідження: розрахунково дослідний метод для дослідження горіння біогазу у котлі у порівнянні з природніми газом.
- Засоби дослідження: програмне забезпечення при внесенні в яке вихідних даних дослідження є можливим провести дослідження.

- Об'єкт дослідження: використання біопалива у малій промисловості на прикладі водогрійної котельні, яка забезпечує споживачів тепловою енергією для опалення, гарячого тепловодопостачання, тепличного господарства, підтримання температурного режиму біогазового реактора, та абсорбційних холодильних машин для зберігання продукції тепличного господарства літом.

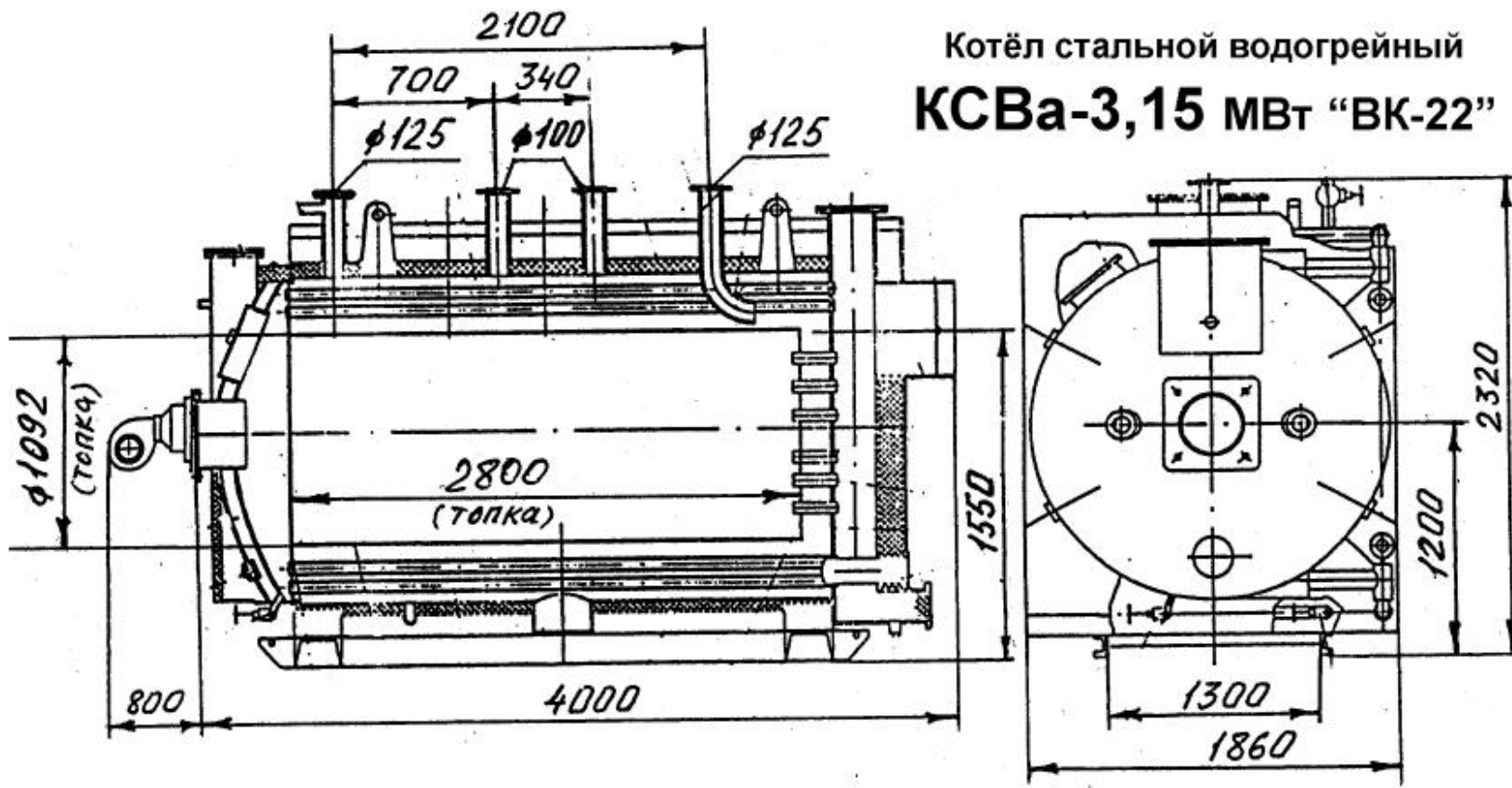
З позиції системного аналізу було проаналізовано існуючі напрацювання у сфері використання біопалива та інженерної реалізації. Було синтезовано теоретичний агропромисловий комплекс, який буде здатний використовувати енергію біогазу, знизити до мінімуму рівень відходів і бути максимально енергетично та економічно ефективним. Так попередньо комплекс показаний на схемі у вигляді 3-ьох підсистем, які характеризують не тільки внутрішню «хімію» використання біопалива але й зовнішні зв'язки: реалізація теплової енергії, синтез біогазу, та використання відходів виробництва біогазу.

Джерело
енергоресурсів

Котельня -
джерело
теплової енергії

Споживачі
теплової
енергії

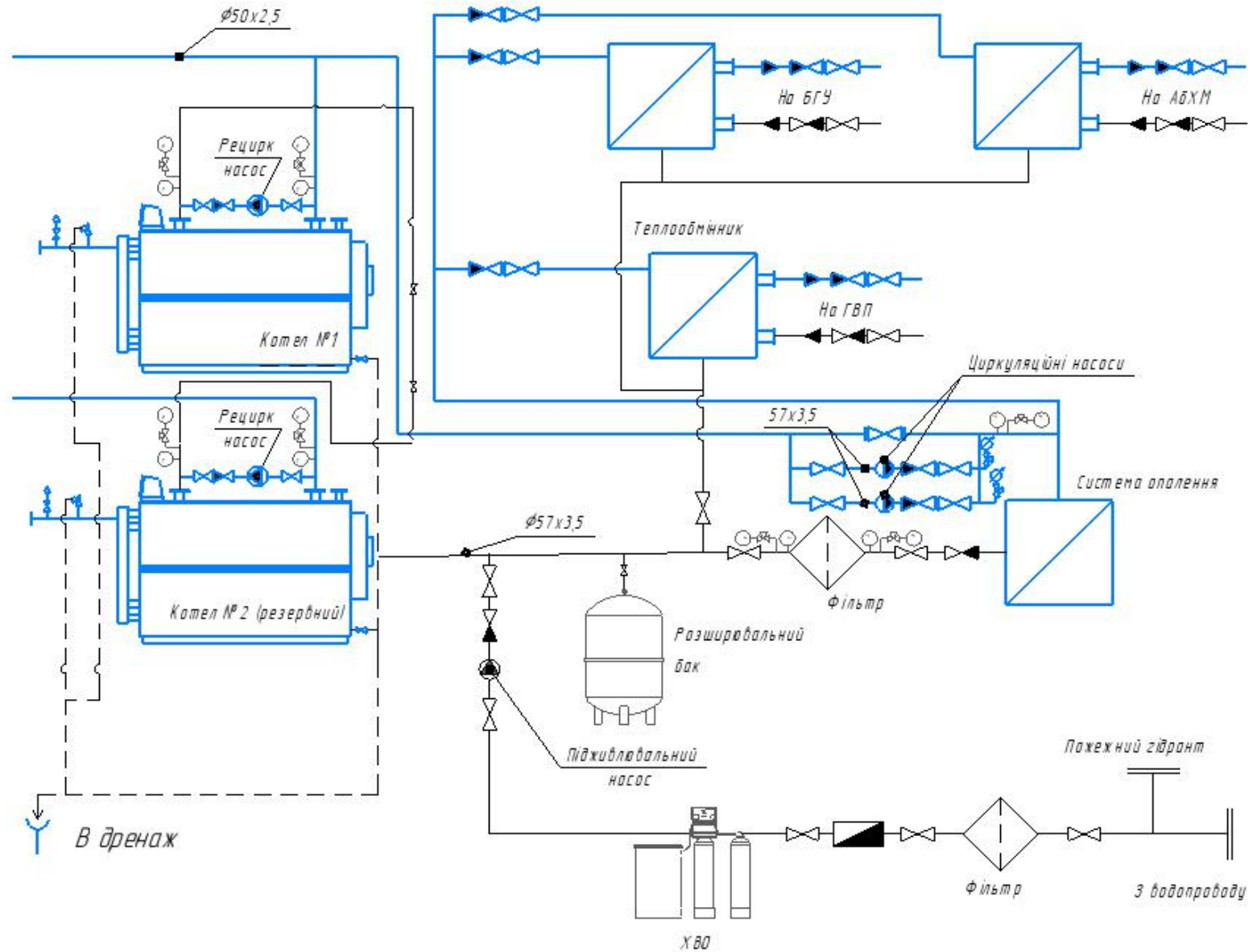
Водогрійний котел вк-22, потужність 3,15 мвт



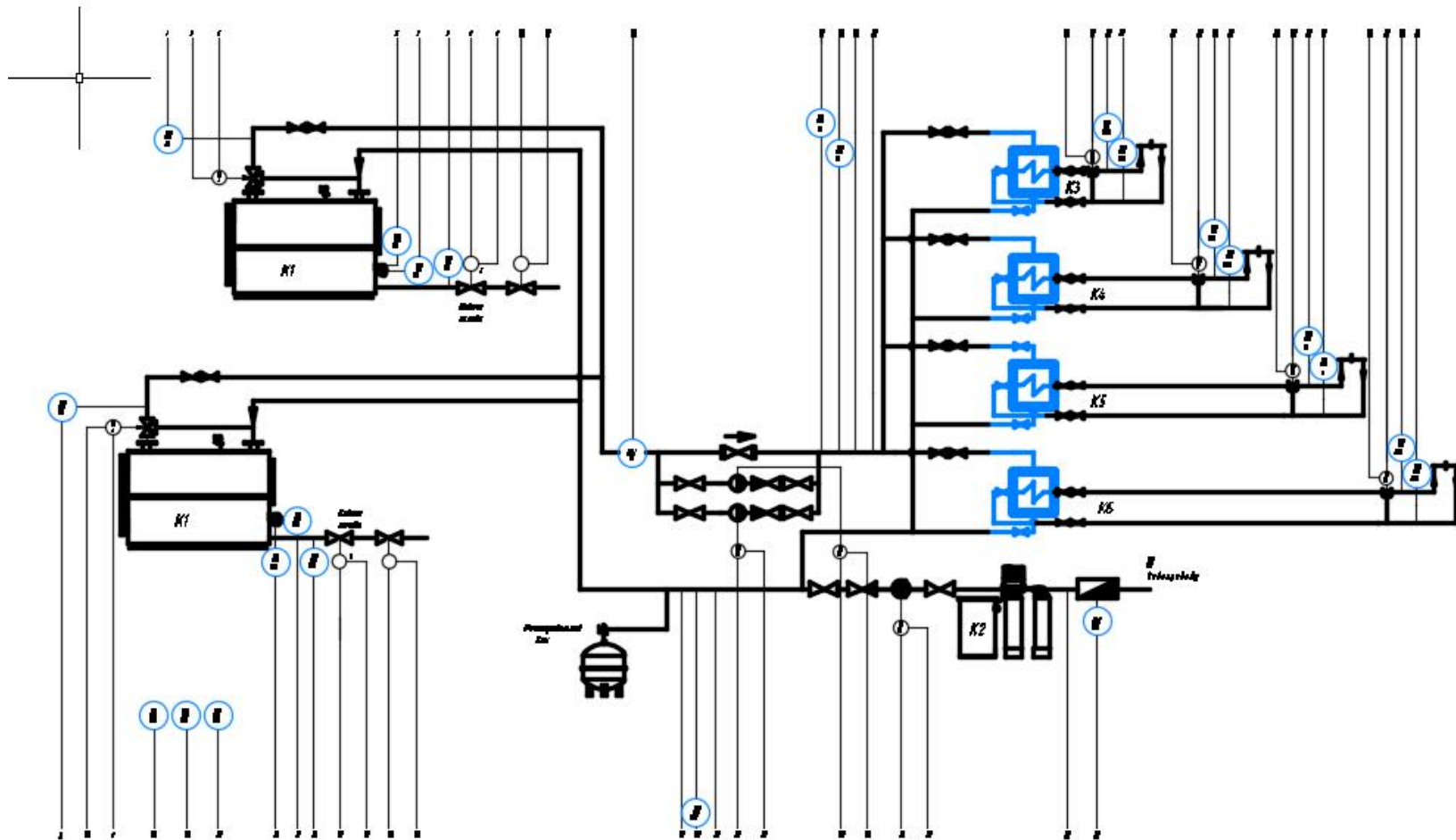
Характеристика котельні

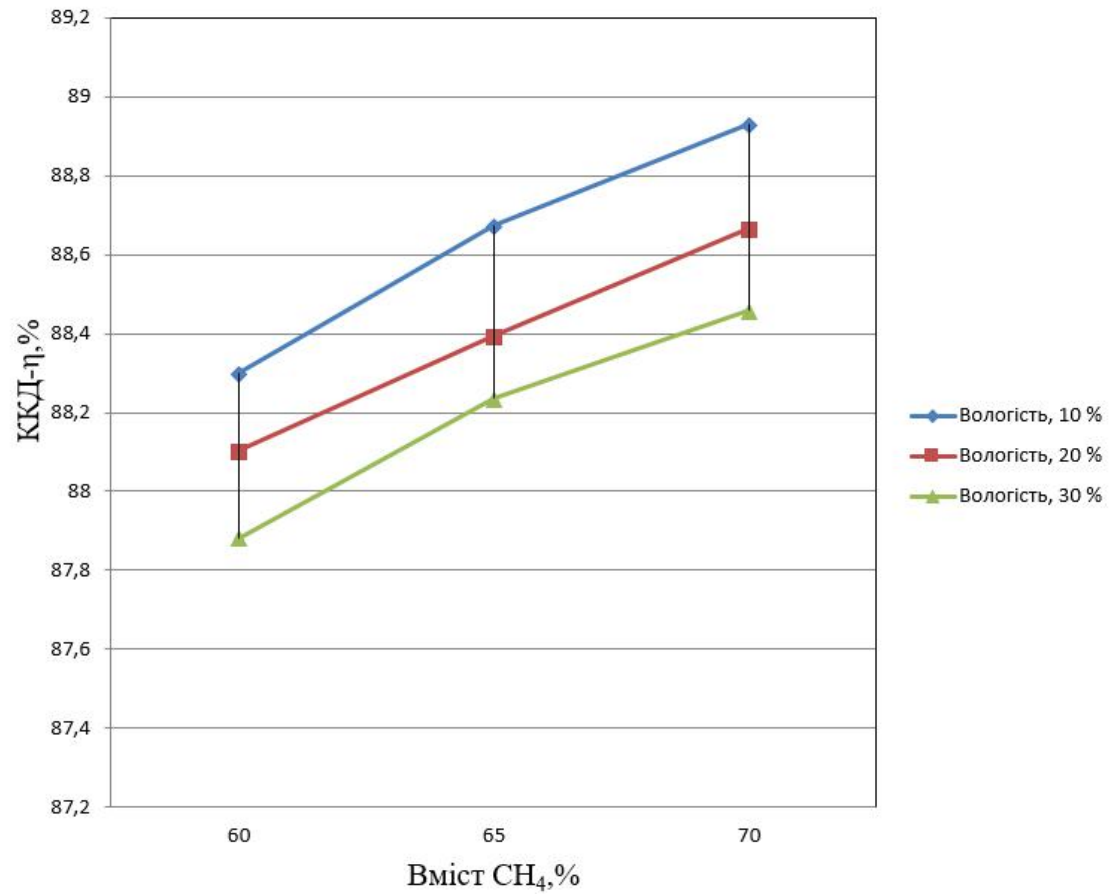
Розроблену теплову схему водогрійної котельні. На ній присутні 2 котлоагрегати ВК-22, 1-запобіжний, кожен потужністю 3,15 МВт. Споживачі змінюються залежно від сезону опалення: зимою котельня працює на опалення(ОП), гаряче водопостачання(ГВП) і підтримання температурного режиму біогазового реактора(БГУ), а літом – ГВП, БГУ і абсорбційна холодильна машина. Подачу теплової енергії для перелічених вище споживачів забезпечують 4 пластинчасті теплообмінники. На схемі також показано розширювальний бак, лінія хімічно-водоочистки, рециркуляційні насоси.

Теплова схема

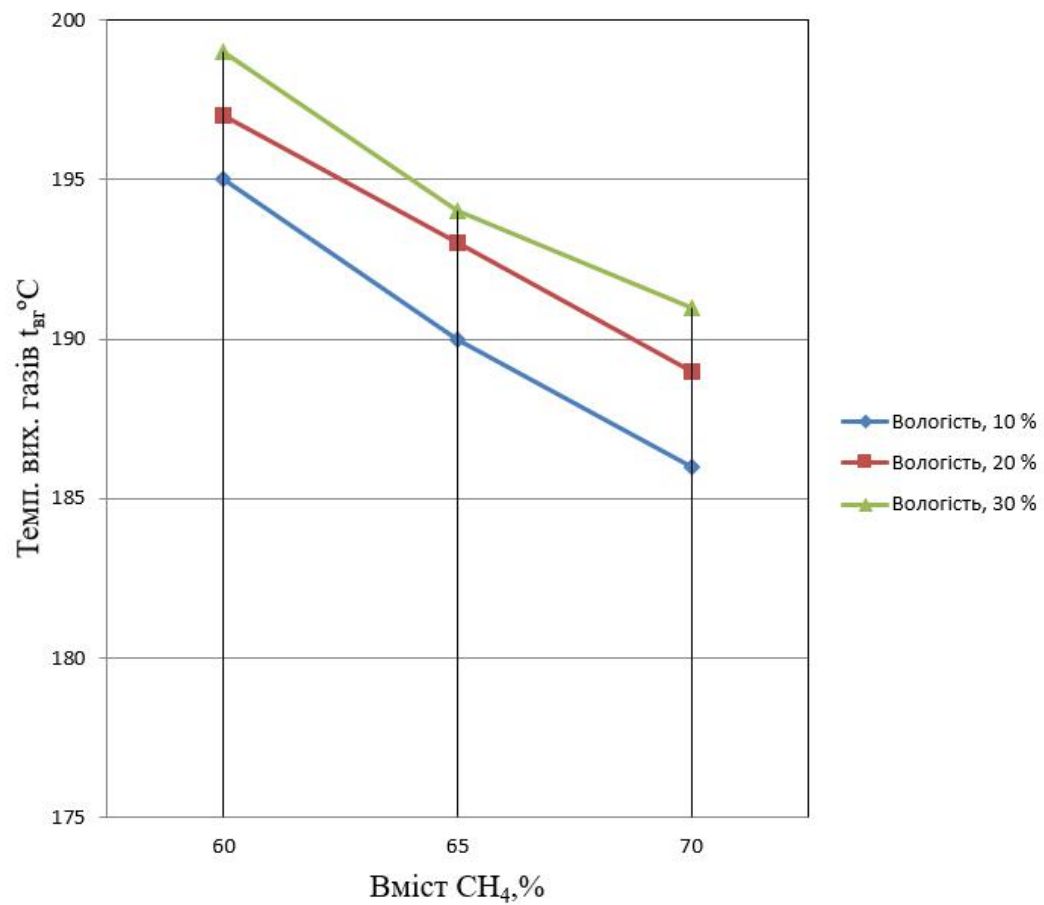


Функціональна схема автоматизації

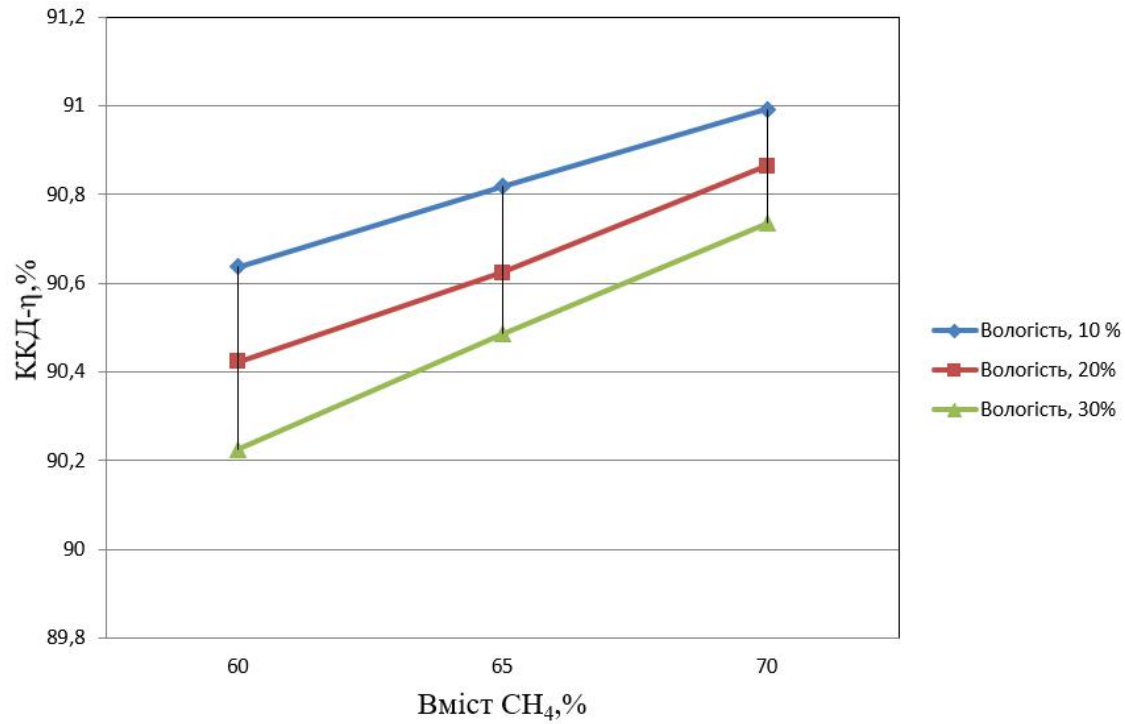




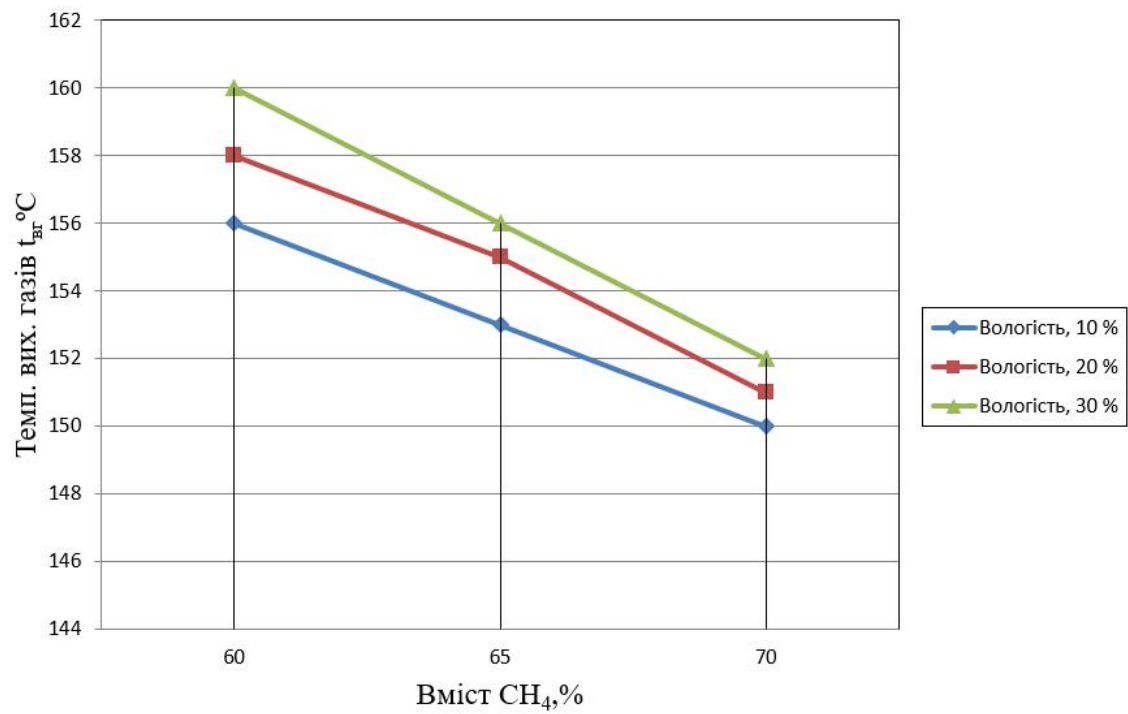
Залежність ККД немодифікованого котла від вмісту метану в його складі при різних ступенях вологості



Залежність температури вихідних газів немодифікованого котла від вмісту метану в його складі при різних ступенях вологості



Залежність ККД модифікованого котла від вмісту метану в його складі при різних ступенях вологості



Залежність температури вихідних газів модифікованого котла від вмісту метану в його складі при різних ступенях вологості

Наукова новизна

- У чисельному дослідженні для порівняльного розрахунку спалювання біогазу та природного газу задавались різними значеннями відсотку вмісту метану в складі біогазу та відсотку вологості і співставляли отримані якісні показники котлів на цих видах палива. При розрахунках було виявлено відсоток хімічного недопалу $q_3=5\%$ при різниці ККД $7,3\%$, що відповідає діапазону визначеному експериментальним шляхом.
- Зниження ККД котлів при переході з природного газу на біогаз пояснюється наявністю у біогазі високого вмісту вуглекислого газу CO_2 . Вважаємо що при горінні він першоджає доступу молекул кисню O_2 до молекул метану CH_4 , що впливає на продуктивність спалювання останнього.
- Оскільки ККД котла на біогазі після дослідження склало 91% можна сміливо сказати, що котли такого типу(газотрубні) можна ефективно застосовувати для спалювання біогазу. Також газотрубні котли такого типу легко піддаються очистці, прості в обслуговуванні та дешеві у виробництві.

Висновок

Числовими методами досліджені і встановлені залежність коефіцієнта корисної дії водогрійного газотрубного котла до модернізації і після, що підтвердило необхідність модернізації котла. До особливостей конструкції котла за умов спалювання біогазу адаптовано програма теплового розрахунку конкретного котла.

Аналіз числових експериментів дозволив оцінити відсоток хімічного недопалу ($q_3=4...5\%$) за умов спалювання біогазу зі вмістом $CO_2 = 27, 32, 37 \%$ і вологістю $D=10,20,30\%$.

Так в науковій роботі дістали подальшого розвитку методи проектування і розробки котлів на альтернативних видах палива, а результати дослідження реалізовані в практичних інженерних рішеннях.

Розроблено і розраховано схему котельні: котлоагрегат (паспорта потужність 3,15 МВт , ККД 92%), встановлено 4 пластинчасті теплообмінники, підібрано допоміжне обладнання. Для запобігання занесенню поверхонь нагріву з боку газів та корозії рекомендується внести зміни в температурний режим роботи котла, тобто змінити його з 105/55 на 105/70 °С.

В результаті в період максимального навантаження буде працювати 1 котел. Заміщення природного газу складає 1500000 м³/рік, що зменшить техногенне навантаження на навколишнє середовище і зменшує залежність від імпортного газу.