

Підвищення ефективності використання біогазу, отриманого у фермерському господарстві

Роботу виконав: ст. гр. ТЕ-17м
Спринчук Юрій Яровславович

Науковий керівник: к.т.н., доц.
кафедри теплоенергетики
Степанов Дмитро Вікторович

Актуальність

- Відновлювальна енергетика набуває стрімкого розвитку в зв'язку з зростанням цін на традиційні джерела енергії та екологічним забрудненням довкілля. Отримання енергії від відновлювальних джерел в своїй більшості є економічно дорогими і не рентабельними, але біогаз дозволяє отримувати енергію з відходів та сміття. Виробництво біогазу з відходів дозволяє значно покращити екологію в регіоні та може забезпечити підприємство дешевою енергією шляхом когенераціх, або тригенерації, що дозволяє енергетично децентралізувати такі підприємства, як тваринницькі ферми та зменшити техногенне забруднення навколишнього середовища. Видобуток біогазу ще не досконало вивчений і має проблеми з підтриманням теплового режиму для субстрату, так як його склад постійно змінюється. Також недосконалою є системи очистки біогазу. Тому тема цього дослідження є актуальною.

- **Метою роботи** є підвищення ефективності використання біогазу в фермерському господарстві шляхом встановлення тригенераційної біогазової установки.
- **Об'єктом дослідження** є тригенераційна біогазова установка для фермерського господарства.
- **Предметом дослідження** є ефективні режимні та конструктивні параметри тригенераційної біогазової установки.
- **Завдання роботи:** аналіз літературної і патентної інформації по способам очищення та використання біогазу, дослідження режимних та конструктивних параметрів парокомпресійних холодильних установок. Розробка теплової схеми тригенераційної установки, системи автоматизації холодильної установки та розробка технології монтажу тригенераційної біогазової установки.

Проаналізувавши літературу і існуючі патенти та статті з очищення біогазу можна зробити висновок що спосіб очищення необхідно підбирати в залежності від потужності підприємства.

- Основні забруднюючі домішки в біогазі це вуглекислий газ CO_2 та сірководень H_2S .
- Найефективнішим способом очищення від вуглекислого газу CO_2 є метод абсорбції водою під невеликим тиском.
- Най ефективнішим методом очищення від сірководню H_2S є метод очищення аміноспиртовим розчином. Аміноспирти також реагують з CO_2 .

Проаналізовано напрямки використання біогазу:

- Спалювання: є неефективним, через віддаленість більшості фермерських господарств від потенційних споживачів тепла;
- Когенерація: один з ефективних напрямків використання біогазу, може забезпечити енергетичну незалежність підприємству, недоліком є досить низький електричний ККД когенераційних установок 28 – 38%;
- Тригенерація: вдосконалена когенерація. Додатково забезпечує підприємство холодом, що використовується для зберігання м'ясомолочної продукції;
- Подача в загальну газорозподільчу мережу: потребує тонкої очистки біогазу. Не потребує великих капіталовкладень, але не забезпечує підприємство потрібними енергоресурсами.
- Паливо для автомобілів: також потребує тонкої очистки. Має певні недоліки з тривалістю заправки, громіздкістю балонів та непристосовані двигуни. Дешеве екологічно чисте пальне для автомобілів.

- Проаналізувавши літературу, патенти та статті з парокомпресійних холодильних установок:
- Парокомпресійні холодильні установки є найпоширенішими холодильними установками, мають просту будову і високий ККД в порівнянні з іншими холодильними установками, що дозволяє підвищити загальний ККД системи.
- В порівнянні з абсорбційною холодильною установкою може постачати холод більш низької температури тому холодильну машину в тригенераційну систему слід підбирати в залежності від потреб підприємства.

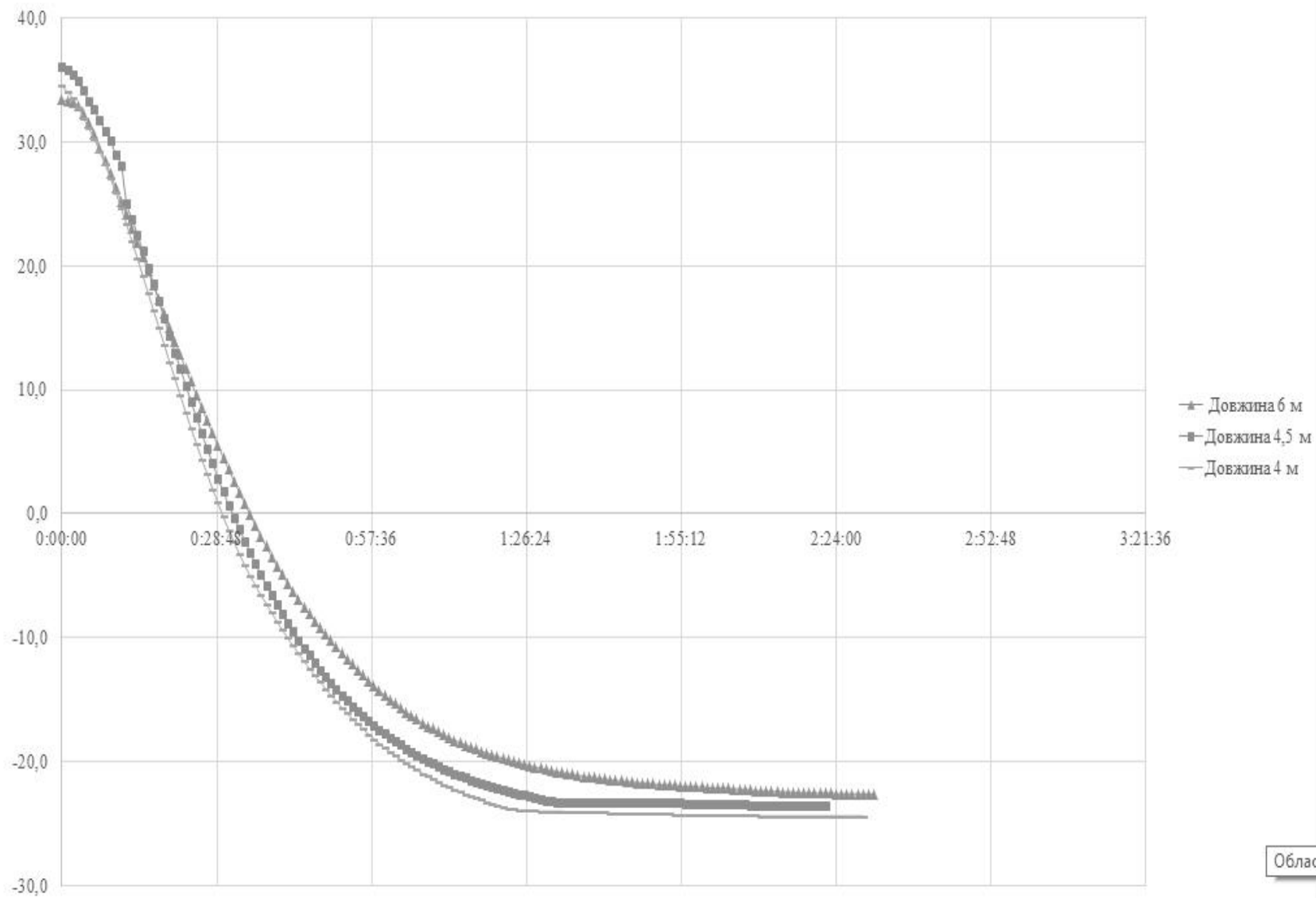
- Експериментально досліджено вплив кількості заправки холодоагенту та потужності дроселя на роботу парокомпресійної холодильної установки.
- Для дослідження роботи холодильної установки використовувалась кліматична камера Італійського виробництва. Камера виконана з ізоtermічних сендвіч-панелей та має монолітну конструкцію.
- З такими параметрами стабільності:

| Величина | Розмірність | Значення |
|-----------------------|-------------|----------|
| Температура | °C | +/- 1 |
| Вологість | % | +/- 5 |
| Вертикальний градієнт | °C/м | ≤ 2 |

- Для дослідження впливу дроселя на роботу холодильної установки об'єктом дослідження була обрана комерційна морозильна вітрина з холодоагентом R290.
- Комплектація вітрини:
 - Компресор "Embraco" EMC 3130U;
 - Конденсатор T-1728;
 - Довжина випарника 27 м;
 - Кількість холодоагенту 80 гр.

| Кількість пропану, гр. | Довжина дроселя, м | Мінімальна температура, °C |
|------------------------|--------------------|----------------------------|
| 80 | 6 | -22,3 |
| 80 | 4,5 | -22,6 |
| 80 | 4 | -22,7 |

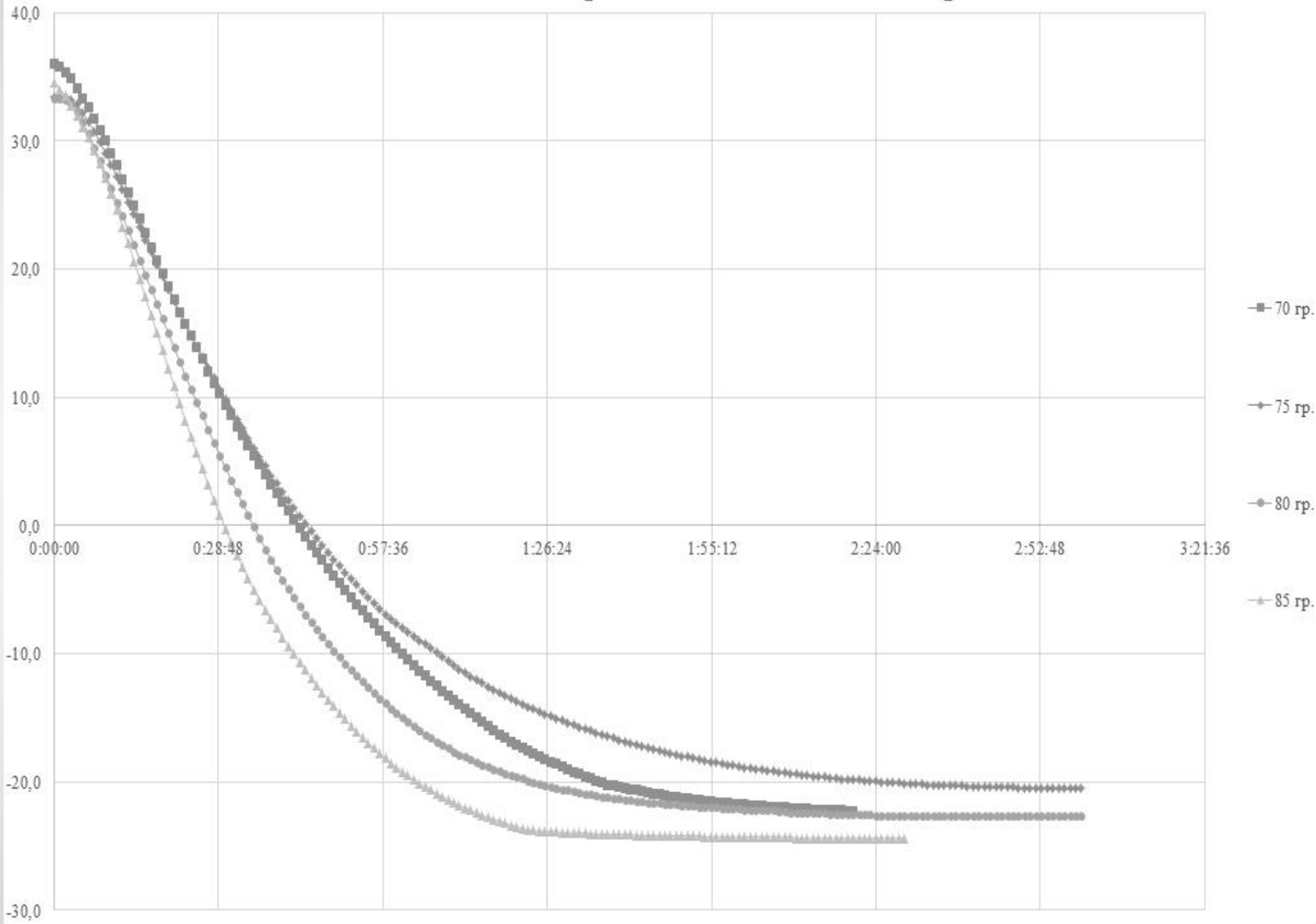
Вплив довжини дрoселя на охолодження вітрини



- Для дослідження впливу заправки пропану (R290) на роботу холодильної установки об'єктом дослідження була обрана комерційна морозильна вітрина з 6 метровим дроселем.
- Комплектація вітрини:
 - Компресор “Embraco” EMC 3130U;
 - Конденсатор T-1728;
 - Довжина випарника 27 м;
 - Довжина дроселя 6 м

| Кількість пропану, гр. | Довжина дроселя, м | Мінімальна температура, °C |
|------------------------|--------------------|----------------------------|
| 70 | 6 | -22,3 |
| 75 | 6 | -22,6 |
| 80 | 6 | -22,7 |
| 85 | 6 | -24,4 |

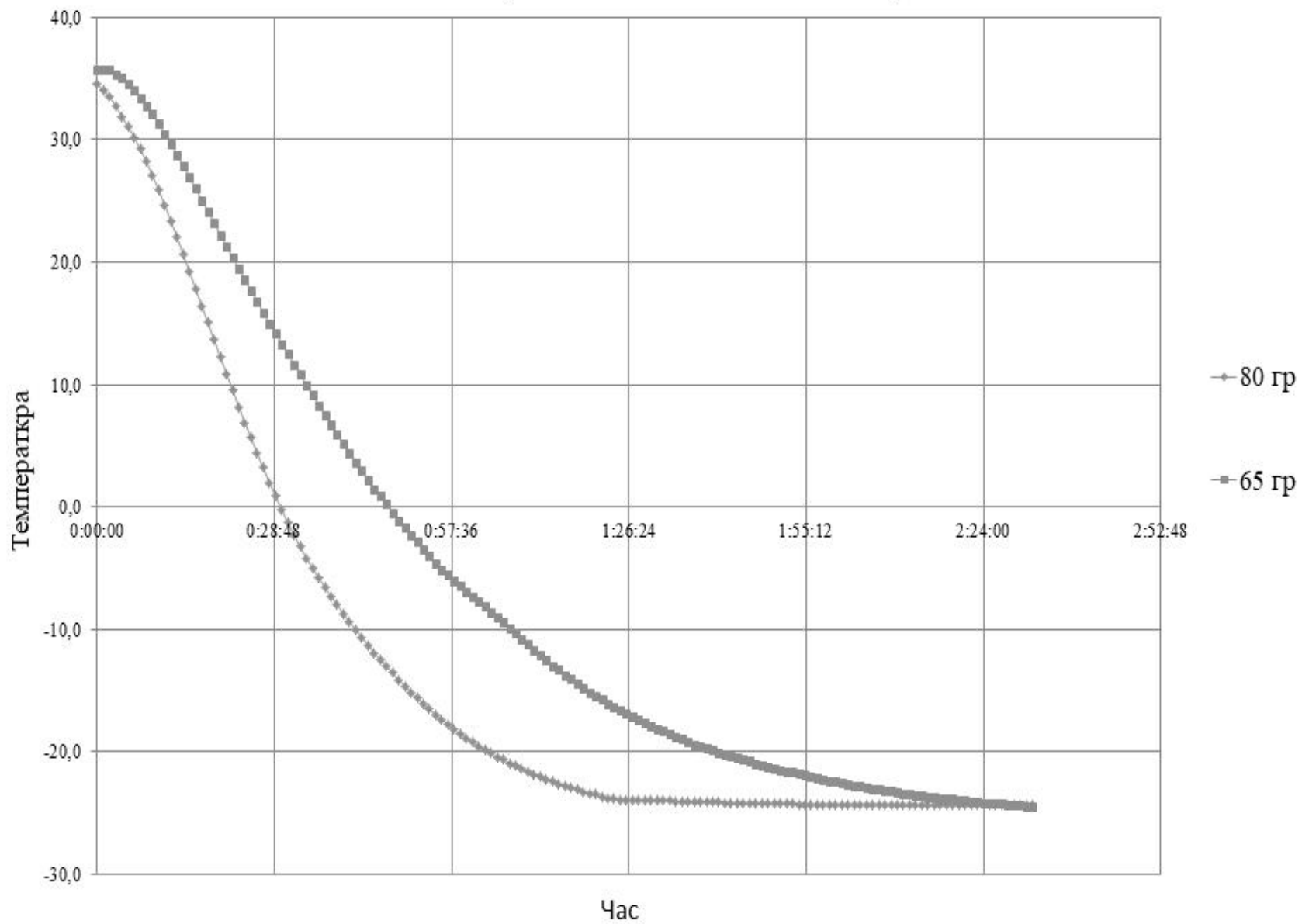
Вплив кількості заправки на охолодження вітрини



- Отже за результатами тестів було визначено що найшвидше охолодження відбувається при найбільшій заправці в 85 грам.
- Зважаючи на робочі критерії компресора “Embraco” EMC 3130U, а саме температури кипіння що має бути в межах -40°C до -10°C . Для визначення більш стабільної роботи ПКХМ було проведено ще один тест з меншою заправкою, але і з меншим дроселем що в свою чергу є більш економічним рішенням
- Комплектація вітрини:
 - Компресор “Embraco” EMC 3130U;
 - Конденсатор Т-1728;
 - Довжина випарника 27 м;
 - Довжина дроселя 4 м

| Кількість пропану, гр. | Довжина дроселя, м | Мінімальна температура, $^{\circ}\text{C}$ |
|------------------------|--------------------|--|
| 85 | 4 | -24,4 |
| 65 | 4 | -24,4 |

Вплив заправки на охолодження вітрини



- Отже з результатів тесту видно що збільшення заправки в основному впливає на швидкість охолодження, а температура до якої охолоджується вітрина залишається незмінною. Через велику швидкість охолодження при більшій кількості холодоагенту з'являються проблеми з налаштуванням роботи компресора, а саме короткий час стоянки що провокує собою спрацювання захисту на компресорі. При меншій заправці ця проблема усувається за рахунок більш рівномірного розповсюдження температури по об'єму вітрини.
- Що пояснюється конструктивно через найбільшу тепловіддачу в перших витках випарника так як, там найбільша різниця температур. В досліджуваній вітрині верхня подача холодоагенту і витки нерівномірно розташовані на корпусі.
- При більшій кількості холодоагенту відбирається більша кількість тепла в верхній частині вітрини і виникає велика різниця температур між верхнім шаром повітря в вітрині і нижнім. Температура через швидке охолодження не має змоги стабілізуватись по всьому об'єму в результаті чого термостат не може коректно її регулювати.

Морозильна вітрина

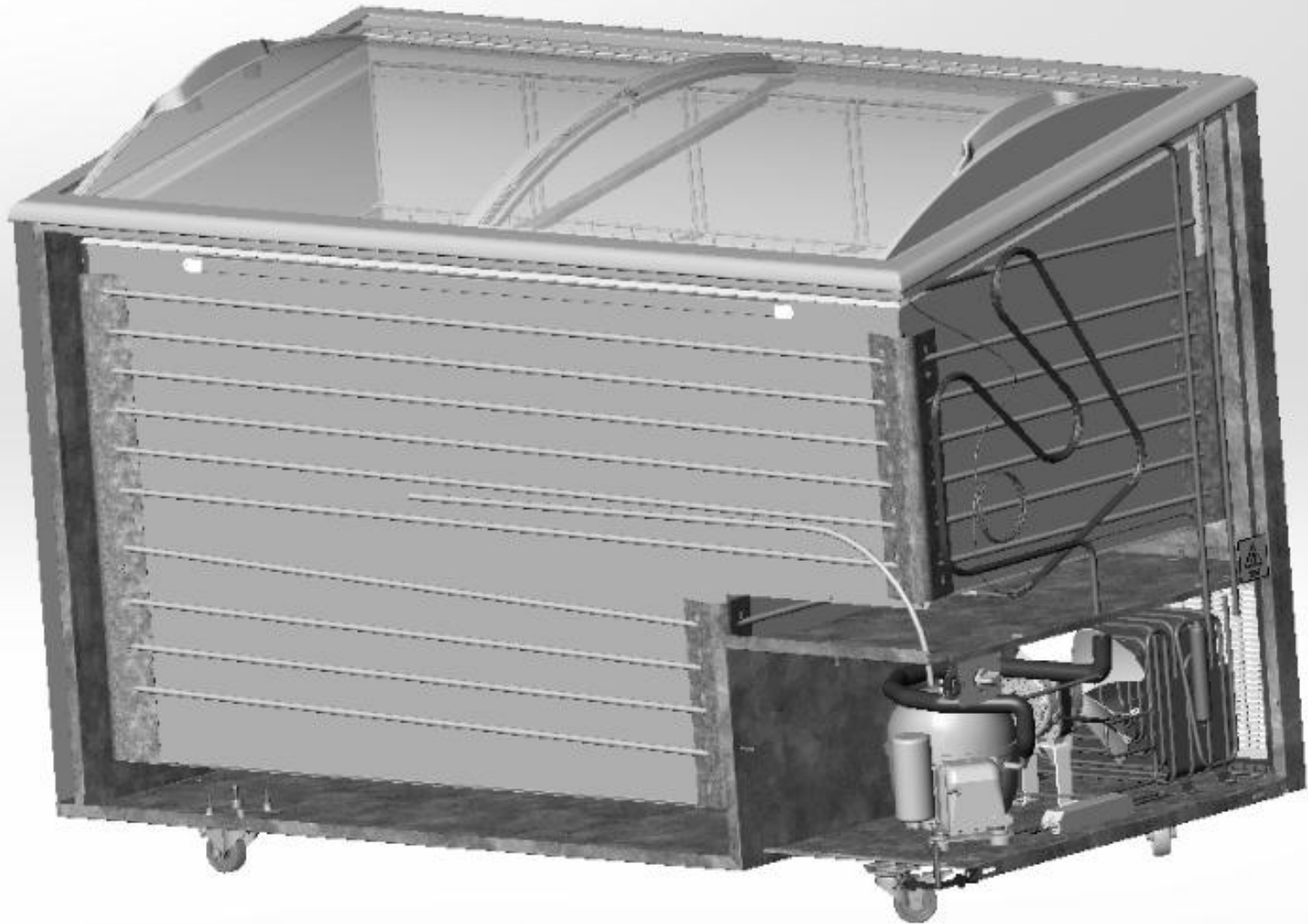


Схема біогазової тригенераційної системи

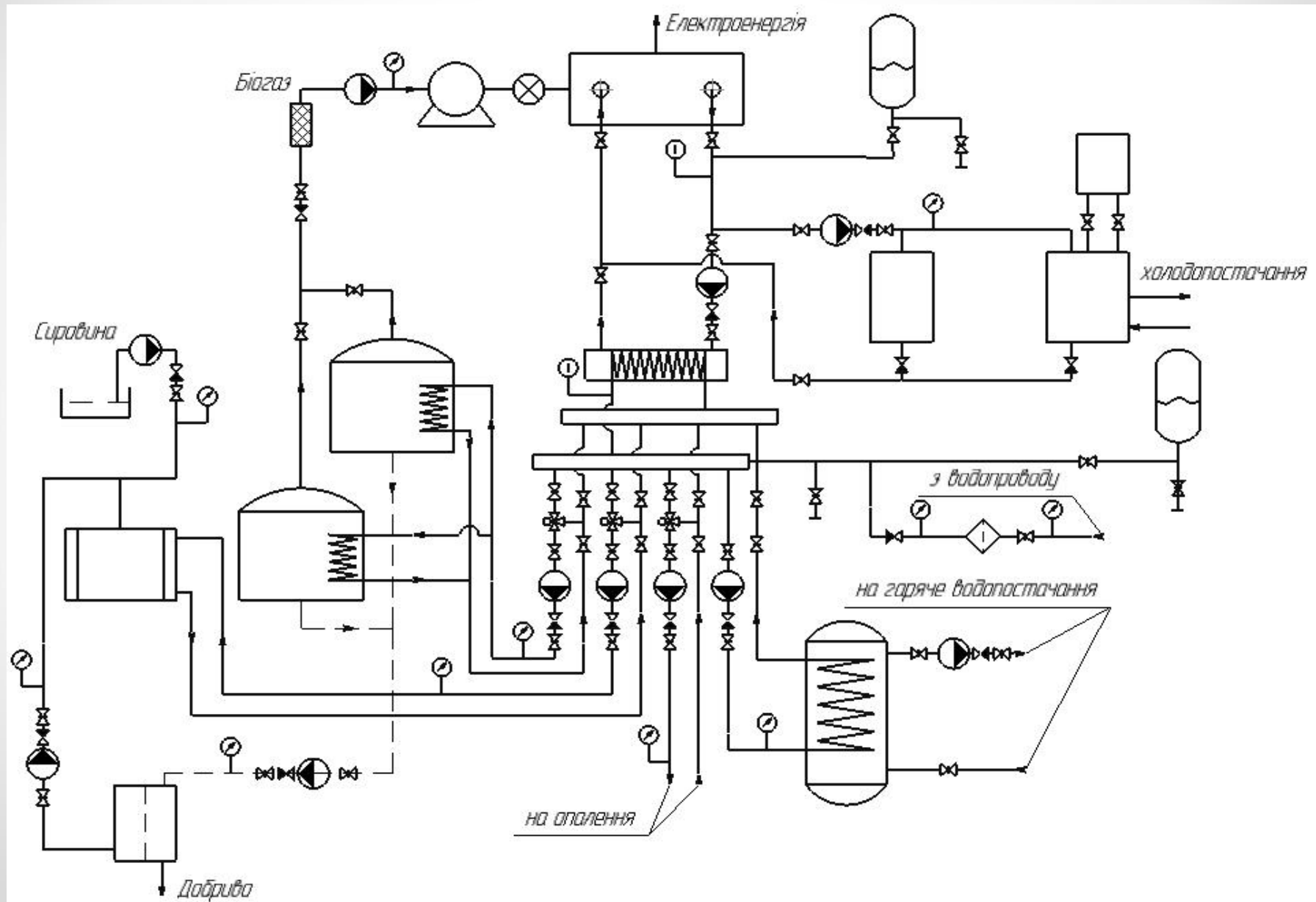
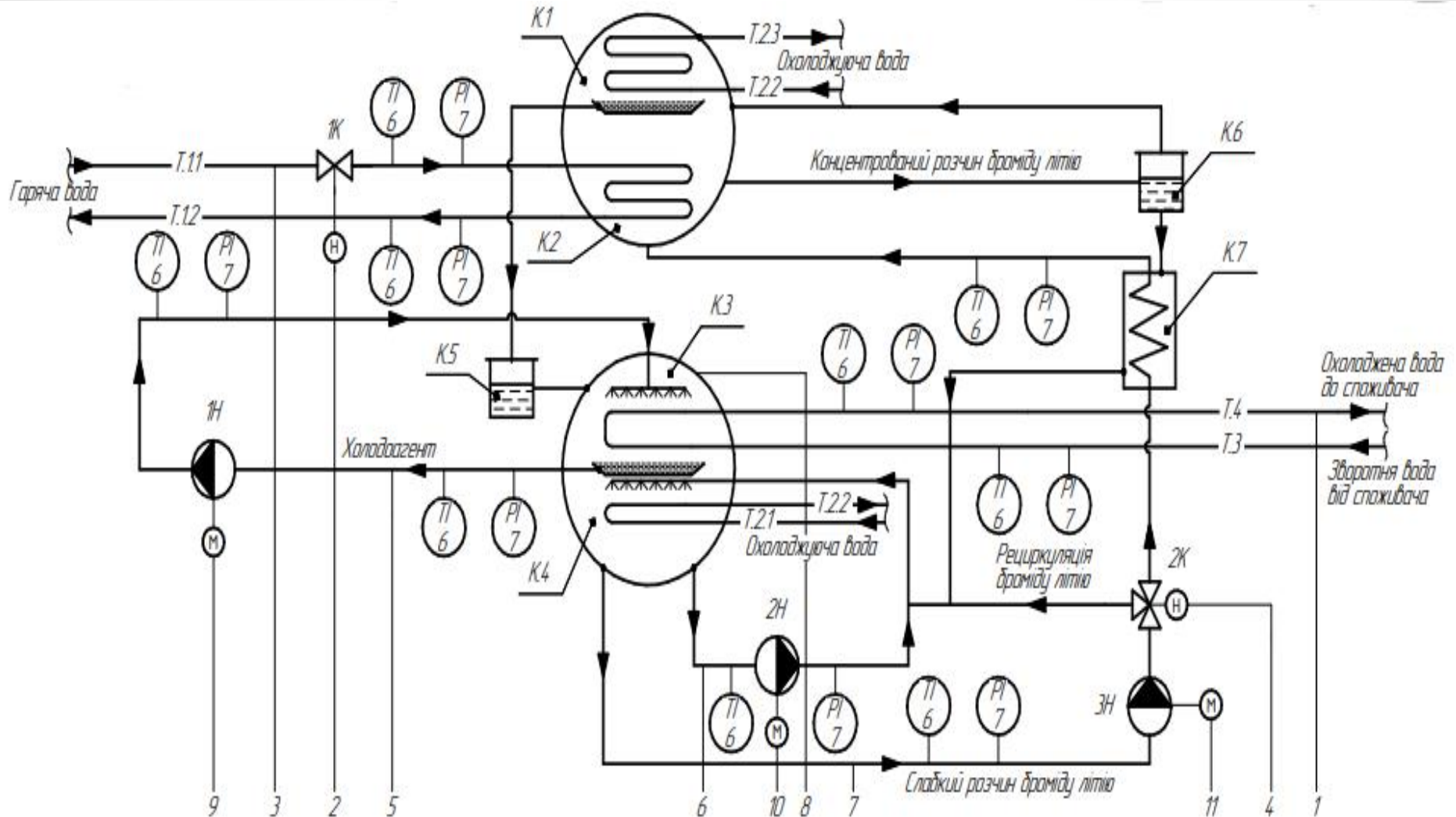
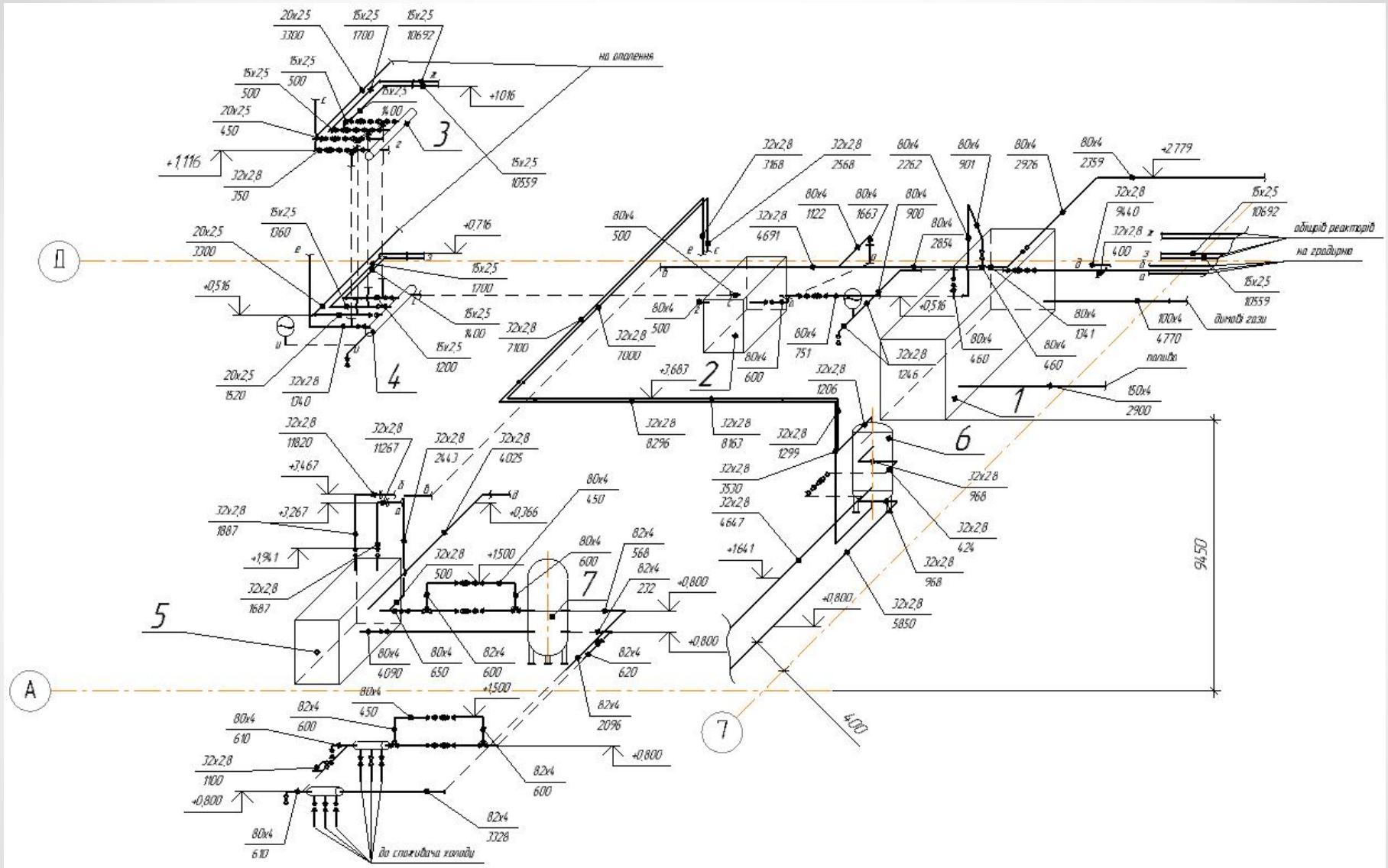


Схема автоматизації абсорбційної холодильної машини

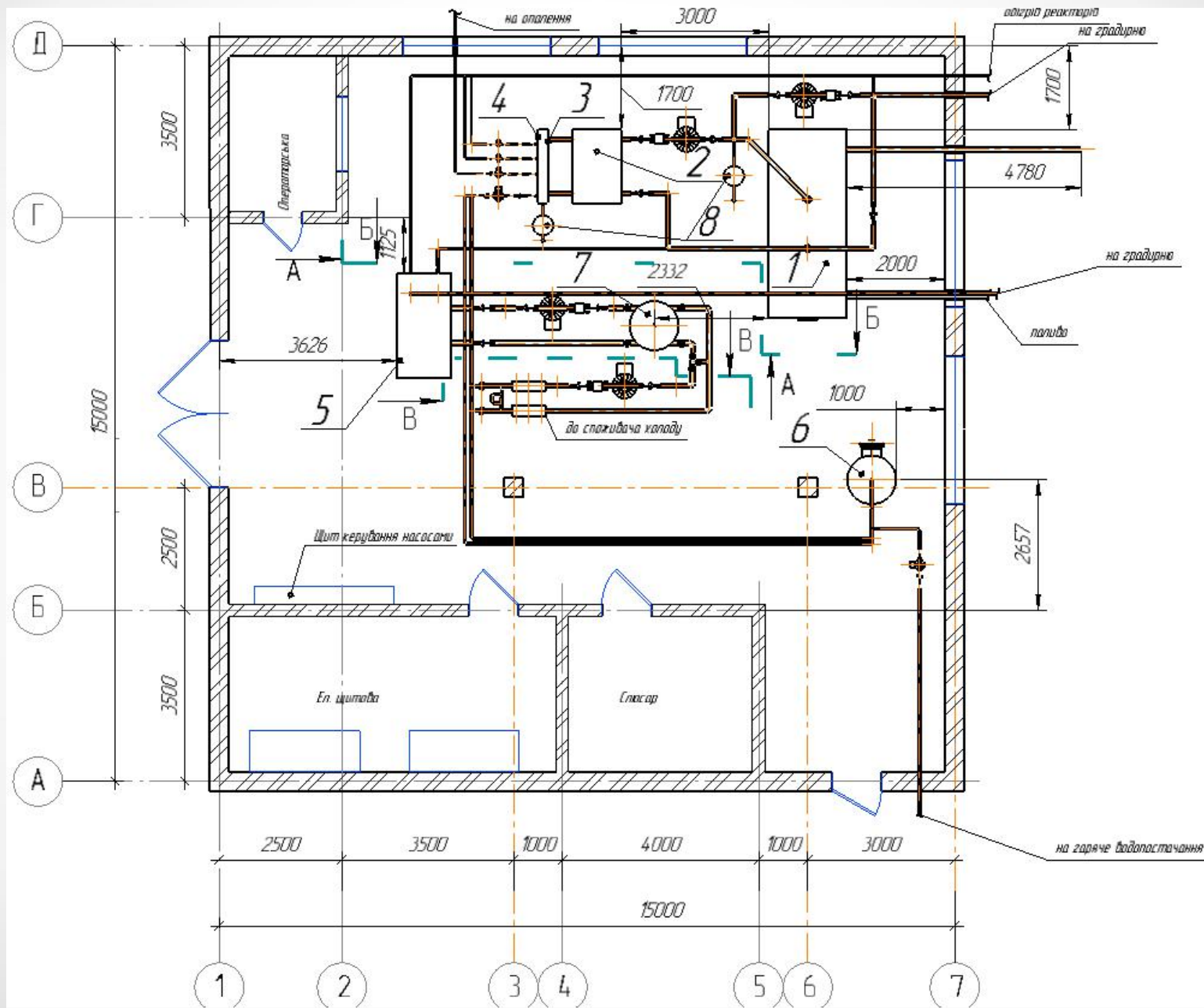


Монтажна схема тригенераційної біогазової установки



- загальна маса всіх вантажів становить 13648 кг;
- а загальна маса обладнання становить 9210 кг.

План центру тригенерації



Техніко-економічні показники

| | Розмірність | Котельня | Когенерація | Тригенерація |
|---|-------------|------------|-------------|--------------|
| Вироблення теплової енергії за сезон | Гкал/рік | 3102,6 | 1381,1 | |
| Вироблення електричної енергії за сезон | кВт·год/рік | | 1095000 | 1095000 |
| Вироблення холоду за сезон | Гкал/рік | | | 244,5 |
| Вартість теплової енергії на 2019 рік | грн/Гкал | 1325,9 | 1325,9 | 1325,9 |
| Вартість електричної енергії за зеленим тарифом на 2019 | грн/кВт·год | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| Вартість холоду на 2019 рік | грн/Гкал | 3000 | 3000 | 3000 |
| Капіталовкладення | грн. | 6231443 | 5859924 | 7131786 |
| Витрати за споживану електроенергію | грн/сезон | 191318,4 | 279619,2 | 309053 |
| Витрата електроенергії на насоси за сезон | кВт·год | 113880 | 166440 | 183960 |
| Витрати на амортизацію | грн./рік | 467358,225 | 439494,3 | 534884 |
| Витрати на поточний ремонт | грн./рік | 93471,7 | 87898,9 | 106976,8 |
| Фонд зарплати | грн./рік | 681600 | 681600 | 681600 |
| Інші витрати | грн./рік | 14337,5 | 14886,1 | 16325,1 |
| Загальні річні експлуатаційні витрати | грн./рік | 1448085,8 | 1503498,5 | 1648838,7 |
| Термін окупності | рік | 2,34 | 2,05 | 4,45 |
| Термін окупності (при ефекті від біогазу 20%) | рік | 0,33 | 0,29 | 0,49 |

Висновки

- Створено методику розрахунку схеми тригенераційної системи, є підвищення ефективності використання біогазу в фермерському господарстві шляхом встановлення тригенераційної біогазової установки. Проаналізовано способи очищення біогазу та способів його подальшого використання в ході чого було встановлено що найефективнішим економічно є водяне очищення біогазу шляхом розчинення вуглекислого газу в воді. Використовуючи біогаз слід зважати на потреби конкретного підприємства. В Україні діє закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» за тарифами електроенергії виробленої від біогазу 2,3 грн/кВт·год, вироблення електроенергії з біогазу дозволяє окупити вкладення на біогазову установку, що виробляє електроенергію за 2,05 роки.
- Проведено дослідження системи парокompресійної холодильної установки визначено її переваги та недоліки над абсорбційними холодильними установками. Практично досліджено вплив потужності дрoселя на роботу парокompресійної холодильної установки та вплив кількості холодоагенту на роботу системи. Так з результатів тесту видно що збільшення заправки в основному впливає на швидкість охолодження, а температура до якої охолоджує система залишається незмінною. Потужність дрoселя неопосередковано впливає на ступінь охолодження холодильної установки. Його довжину потрібно підбирати зважаючи на потужність компресора.
- Спроектовано та розраховано теплову схему біогазової установки, яка забезпечує опаленням, гарячою водою, електроенергією і холодом фермерське господарство. В зв'язку з відсутністю споживачів цей надлишок скидається через градирню в атмосферу. Коефіцієнт корисної дії даної когенераційної установки становить 84,5% у опалювальному режимі при 75% навантаженні та 82,4% у міжопалювальному режимі при 50% навантаженні. Отже, максимального опалювального режиму розрахована витрата палива склала $V_p = 1672,7$ м³/год, така ж сама витрата палива і для середнього опалювального режиму. У між опалювальному режимі $V_p = 1226$ м³/год
- Розроблена схема автоматизації абсорбційної холодильної машини схему автоматизації абсорбційної бромисто літєвої холодильної машини THERMAX LT-2 холодопродуктивністю 70 кВт, що працює на базі контролерів «ОВЕН» ПЛК160. Також описано установку й її основні конструктивні і технічні рішення що до автоматизації АБХМ
- Розроблена документація на монтаж тригенераційної установки, до якої входять когенераційна установка VITOBLOC 200 EM-199/263 та абсорбційна холодильна машину THERMAX LT-2. Планується, що система буде працювати 24 години на добу, для вироблення електроенергії та по змінному графіку, для постачання гарячої води та холоду, система опалення буде працювати у опалювальний період.

Дякую за увагу!