

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ, ОТРИМАНОГО У ФЕРМЕРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз способів очищення біогазу та аналіз способів використання біогазу. Досліджено роботу парокompресійних холодильних установок. Методом фізичних експериментів було встановлено ефективний режим роботи. Розроблено проект біогазової тригенераційної установки, що забезпечує сільське господарство добривом, електроенергією, теплом та холодом. Отримано невеликі терміни окупності при використанні «зеленого тарифу» для продажу надлишкової енергії. Розраховані техніко-економічні показники біогазової котельні, когенераційної та тригенераційної установок.

Ключові слова

Тригенерація, абсорбційна холодильна машина, парокompресійна холодильна машина, двигун внутрішнього згорання, когенераційна установка, біогазова установка, зелений тариф.

Abstract

The analysis of methods of biogas purification and analysis of methods of biogas use is performed. The work of steam compressor refrigeration units is investigated. The method of physical experiments has established an effective mode of operation. A biogas trigeneration plant project has been developed that provides agriculture with fertilizers, electricity, heat and cold. There are small payback periods when using the "green tariff" for the sale of surplus energy. The technical and economic indicators of biogas boiler, cogeneration and trigeneration plants are calculated.

Keywords

Trigeneration, absorption refrigerating machine, steam compression refrigeration machine, internal combustion engine, cogeneration unit, biogas plant, green tariff.

Вступ. Постановка задачі

Відновлювальна енергетика набуває стрімкого розвитку в зв'язку з подорожанням традиційних джерел енергії та екологічним забрудненням. 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 когенерації, або тригенерації, що дозволить енергетично децентралізувати такі підприємства та зменшити техногенне забруднення навколишнього середовища [1]. Видобуток біогазу ще не досконало вивчений [2] і має проблеми з підтриманням теплового режиму для субстрату, так як його склад постійно змінюється. Також недосконалою є системи очистки біогазу. Тому тема даного дослідження є актуальною.

Мета роботи – підвищення ефективності використання біогазу в фермерському господарстві шляхом встановлення тригенераційної біогазової установки.

Для досягнення даної мети необхідно розв'язати такі завдання:

- аналіз патентної та літературної інформації по способам очищення та використання біогазу, по тригенерації та парокompресійних холодильних машинах;
- дослідження ефективних режимних та конструктивних параметрів, аналіз конструктивних параметрів парокompресійних холодильних установок;
- розробка теплової схеми тригенераційної біогазової установки з використанням [3];
- розробка системи автоматизації абсорбційної холодильної установки [4];

- розробка технології монтажу обладнання тригенераційної біогазової установки;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності;
- розробка кошторису та техніко-економічних показників тригенераційної біогазової установки.

Результати досліджень

Створено методику розрахунку схеми тригенераційної системи [5]. 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 тільки теплову та електричну енергію за 2,05 роки. Проведено дослідження системи парокомпресійної холодильної установки визначено її переваги та недоліки над абсорбційними холодильними установками. Практично досліджено вплив потужності дроселя на роботу парокомпресійної 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 дроселя неопосередковано впливає на ступінь охолодження холодильної установки. Його довжину потрібно підбирати зважаючи на потужність компресора.

Спроектовано та розраховано теплову схему біогазової установки [6], яка забезпечує опаленням, гарячою водою, електроенергією і холодом фермерське господарство. Біогазова установка виробляє біогаз з відходів тваринництва отримуючи біогазу та високоякісні органічні добрива, біогаз спалюється у когенераційній установці VITOBLOC 200 EM-199/263 яка виробляє електроенергію та теплову енергію від охолодження двигуна. Електроенергія використовується на власні потреби та продається, а теплова енергія використовується на власні потреби біогазової установки, а саме підігрів біогазового реактору та підігрів субстрату, також теплова енергія використовується для опалення та гаряче водопостачання, або використовується в абсорбційній холодильній машині THERMAX LT-2 холодопродуктивністю 70 кВт та. Є велика кількість резервної теплоти яку можна ще використати. 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 розрахункова 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. Обґрунтовано вибір величин, що регулюються і каналів внесення регулюючих впливів, описано схеми регулювання параметрів тиску, холодопродуктивності та концентрації розчину. Проведено розрахунок та підбір регулюючого триходового клапана LDM RV 103 з електричним приводом, що встановлений в контурі подачі розчину в генератор.

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.

Було виконано компоновку обладнання, схеми прокладення трубопроводів, враховані відомості по виконанню робіт, визначена трудоемкість монтажних робіт. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу котельні, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт.

Так, загальна маса всіх вантажів становить $M_{\text{заг}} = 13,648$ т, а загальна маса обладнання, що встановлюється на опалювальному пункті, становить $M = 9210$ кг.

Після проведення необхідних розрахунків розроблені план та розрізи для виконання монтажних робіт, аксонометричну схему трубопроводів, календарний план монтажних робіт.

Розроблені заходи з охорони праці при монтажі та визначені заходи електробезпеки та пожежної безпеки.

Визначені основні технікоекономічні показники тригенераційної системи. Термін окупності когенераційної системи 2,05 роки, а тригенераційної 4,45 роки. Складено локальний кошторис на будівельні роботи та монтаж біогазової установки тригенераційної та когенераційної систем.

Висновки

Під час виконання досліджень проаналізовані режимні та конструктивні параметри парокompресійних холодильних установок, що дозволило підвищити ефективність використання біогазу в фермерському господарстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С.Й. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки. Монографія / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 132 с.
2. Шаповалов Ю.О. Можливості отримання біогазу та проблеми його використання на транспорті / Шаповалов Ю.О., Семенов М.М., Коробейнікова Н.В. – м. Миколаїв НУК, УДК 621.431.36
3. Ткаченко С.Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел тепlopостачання. Навч. Посібник. / С.Й. Ткаченко, М.М. Чепурний, Д.В. Степанов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137 с.
4. АБХМ на горячей воде. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://abxm-thermax.ru/abxm/abxm-na-goryachej-vode/>
5. Степанов Д.В. Аналіз способів утилізації біогазу / Д. В. Степанов, Ю. Я. Спринчук // Матеріали МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України», Вінниця, 2017. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2017/paper/viewFile/3341/2798>
6. Пат. 117017 України, МПК7 В01J 8/00, С02F 11/00. Установка для виробництва енергоносіїв з органічних відходів. / Степанов Д. В., Степанова Н.Д., Спринчук Ю.Я.; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № u201700118; опубл. 12.06.2017, Бюл. №11.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Спринчук Юрій Ярославович, студент групи ТЕ-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, iyurik1996i@gmail.com

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia-nationaltechnical University, Vinnytsia, Stepanovdv@ukr.net

Sprynchuk Yuri, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, iyurik1996i@gmail.com