

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ТЕПЛОВОЇ РЕАКЦІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ОБІГРІВУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

В статті розглянута можливість використання біологічної теплової енергії аеробних мікроорганізмів для підвищення енергоефективності будівель в якості підігріву вентильованого повітря сумісно з рекуператором. Запропонована схема біологічного теплового генератора, що працює на побутових і сільськогосподарських відходах.

Ключові слова: біологічна тепла енергія, енергоефективність, біологічний тепловий генератор, підігрів повітря, утилізація відходів

Abstract:

The article considers the possibility of using the biological thermal energy of aerobic microorganisms to increase the energy efficiency of buildings as heating ventilated air in conjunction with the recuperator. The scheme of the biological heat generator working on household and agricultural waste is offered.

Keywords: biological thermal energy, energy efficiency, biological thermal generator, air heating, waste disposal

Вступ

Енергоефективність – система організації енергозберігаючих, енергогенеруючих і соціально-побутових процесів, виражена у комплексі конструктивних рішень будівлі і належних до неї господарських споруд, спрямованих на максимальне зниження витрат енергії і енергоносіїв що постачаються іншими суб'єктами господарювання, зберігаючи при цьому належний рівень енергозабезпечення.

Таким чином, енергоефективність залежить не лише від будівельних енергозберігаючих технологій, а й від вибору місця і способу ведення господарства

в процесі експлуатації будівлі, ефективність яких має бути забезпечена в процесі проектування.

Тому, параметри енергоефективності вимагають від спеціалістів з промислового та цивільного будівництва вийти за рамки вузького мислення і окрім проектування організації будівництва взяти на себе проектування організації ведення господарства, виходячи з потреб і ресурсних можливостей об'єктів. Проявляти креативний підхід в постановці технічних завдань для спеціалізованих підрозділів проектування, щоб утворити чітку збалансовану систему ведення енергоефективного господарства в проектованій будівлі.

Так, з точки зору енергозбереження розглядаються лише скорочення втрат вже виробленої енергії, а з точки зору енергоефективності необхідно додатково розглядати втрати у вигляді енергоносіїв: побутові органічні відходи, опале листя, скошена трава, солома, лушпиння та качани, на утилізацію яких витрачаються кошти, але теплова енергія, котра може бути вироблена з цих носіїв може значно зменшити споживання покупної енергії і енергоносіїв, а в багатьох випадках і зовсім від них відмовитись, доводячи енергоефективність будівель до 100%.

Саме утилізація побутових відходів на сьогоднішній день є найменш розвиненим напрямком проектування, хоч і має найбільший потенціал енергоефективності.

Результати досліджень

Запропонована конструкція біологічного теплового генератора котрий працює за рахунок розкладання аеробними бактеріями органічних матеріалів з виділенням тепла (біологічний обігрів) являє собою вертикальний конус висотою від 2 до 6 м. Конус може мати як круглий, так і прямокутний переріз, але, що важливо, розміри основи мають бути на 4-5% більшими ніж розміри вершини конуса для того, щоб біологічна маса просідала під силою земного тяжіння. В основі реактора, котра може бути розташована у підвальному приміщенні, вмонтовано висувний гребінець, для затримки гумусу, котрий ще не закінчив реакцію, та дверцята для вивантаження готового гумусу (Рис.1).

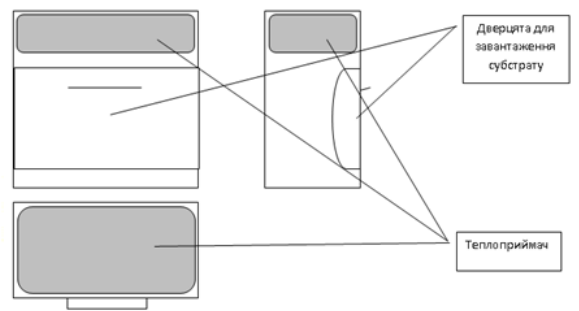


Схема верхини реактора (рис. 2.4)

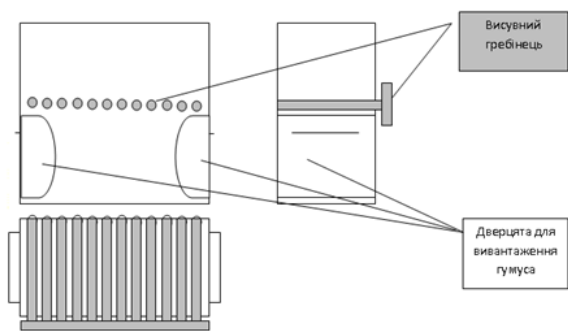


Схема основи реактора

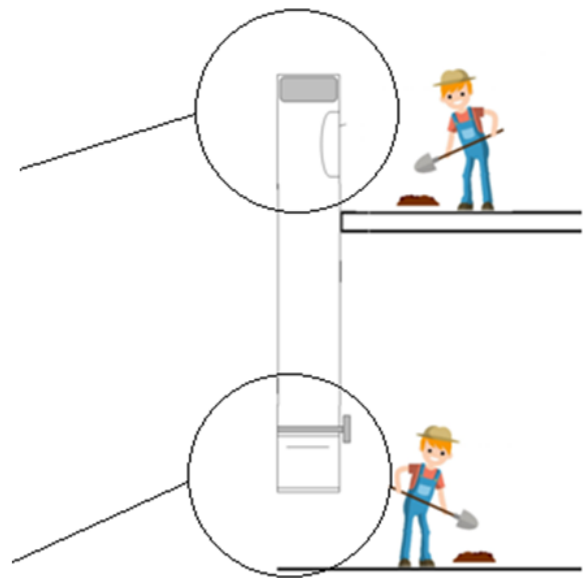


Схема поверхового розташування реактора

ТЕПЛОВИЙ БІОЛОГІЧНИЙ РЕАКТОР (Рис.1)

Крім того конструкція оснащується двома газоводами (нижній для постачання кисню і верхній для відведення вуглекислого газу) і трубкою для відведення надлишків води.

Функція гребінця полягає у тому, щоб підтримувати гумус, котрий ще не відреагував у той час, коли гумус у проміжку між гребінцем і днищем реактора можна вивантажити. Висунувши гребінець з отворів ми дозволимо всій масі опуститися на дно а вставивши гребінець назад, знову зафіксуємо гумус, що дозволить вивантажити нижній шар.

Вершина конуса, котра може бути розташована й на другому поверсі, обладнана дверцятами для загрузки палива і теплообмінної ємності для відбору тепла з реактора. Вершина може знаходитись поверхом вище основи (рис 2.4). Окрім теплообмінної ємності на вершині конуса котра підігріває воду, можуть бути труби в бокових стінках реактора для відбору тепла для системи вентиляції.

Відповідно основа і вершина реактора знаходяться на різних поверхах для забезпечення просування субстрату від місця загрузки до місця вивантаження за допомогою власної ваги.

Запропонована схема дає можливість використовувати теплову біологічну енергію як з нового будівництва, так і під час реконструкції. Встановлення реактора можливе і в будинку і у виносній прибудові.

Головна відмінність даного пристрою від схем, котрі відомі до сьогодні полягає в тому, що реактор може працювати безперебійно. До цього спроби використання такої енергії полягало в тому, що влаштовувались бурти, котрі з деякою періодичністю необхідно було закладати заново. Реакція була нерегульована. В даному пристрої ми маємо змогу довантажувати субстрат, утримуючи пристрій в режимі максимальних температур.

Середня температура в пристрої тримається діапазоні 30-50 ° С. Хоча температура може піднятися до 70-80° С, такого допускати неможна, тому що це може призвести до загибелі бактерій і зупинки реакції.

Для пуску реактора необхідно заздалегідь загрузити в нього субстрат: солома, сіно, опале листя дерев, щепи в перемішку з пташиним послідом, котрий має необхідні для реакції бактерії. При цьому реакція не почнеться до тих пір, поки не подасться вода. Коли з початком опалювального сезону в реактор подається вода, реакція розпочинається за 4-6 днів. Після цього немає необхідності добавляти пташиний послід, оскільки живі бактерії в реакторі вже є. В ході експлуатації в реактор можна добавляти лушпиння картоплі, рештки їжі, органічне сміття. Все це переробиться на гумус.

Важливо відмітити що, окрім цілковитої безпеки в експлуатації такого джерела тепла, важливою перевагою його є дешевизна палива. Що значно прискорює окупність будівництва. Побічним продуктом такого обігріву є гумус, котрий не лише цілком безпечний для навколишнього середовища, а й досить дорогий у порівнянні з субстратом. Вартість перегною в Україні в середньому 500 грн. за 1 т. У порівнянні: солома – 800 грн/т., щепи -250 грн/т, опале листя дерев безкоштовне. Якщо продавати його, то окупність будівництва буде ще швидшою.

Застосування біопалива, не дивлячись на ряд істотних недоліків (витрати великої кількості ручної праці, складність регулювання температури, наявності в деяких випадках небезпечних концентрацій важких металів), має свої переваги: вуглекислота, що виділяється при розкладанні органічних речовин біопалива, сприяє росту і розвитку рослин; в процесі розкладання органічної речовини

утворюється перегній, який може служити хорошим органічним добривом. При виборі видів біопалива повинні бути враховані наступні властивості і показники [1]: швидке розігрівання (5-7 днів) до максимальної температури; тривалий період «горіння» в культиваційній споруді (60-100 днів в залежності від культури і кліматичних умов); задовільні величини максимальної (60-70 °С) і середньої (25-32 °С) температури горіння; відсутність токсичних для рослин речовин і шкідливих для людей газів, небезпечних включень; можливість подальшого використання перегною як добрив або для інших виробничих потреб. Види біопалива можна розділити на три групи (див. Табл 1): гній різних тварин, органічні відходи міста і промисловості, інші види біопалива [1]:

Таблиця 1

Вид біопалива	Максимальна температура реакції., °С	Середня температура реакції в теплиці, °С	Тривалість .горіння., діб
Заводський компост з побутового сміття	50.60	30.35	120.180
Гнойова маса:			
- кінська	55.60	30.40	75.100
- коров'яча	60.65	33.38	90.120
- овеча	40.52	15.20	70.90
Тирса	30.35	12.20	40.60

Найбільшою мірою перерахованим вище вимогам відповідає компост з ТПВ , перероблених механізованим способом на сміттєпереробних заводах. Крім хороших температурних показників (див. Табл.), Він відрізняється майже повною відсутністю неорганічних включень, однорідністю, відсутністю шкідливих і неприємних запахів, збудників хвороб, небезпечних для рослин і людини. При цьому вирішується одна з важливих екологічних проблем великих міст .утілізація ТПВ [1].

Для стерилізації побутового сміття, котре додається в компост в домашніх умовах можливе використання озонового контейнера, хоч і, здебільшого власники

будинку можуть обійтись і без додаткової стерилізації, враховуючи те, що використовуватимуть лише відходи від власного домогосподарства.

Розробники технологій підігріву парників біопаливом відмічають такі недоліки цього методу[1]:

- 1) низьку швидкість розігріву біопалива .рівномірне по всьому об'єму реактора горіння компосту спостерігається через 14 днів після набивання
- 2) необхідність розпушення біопалива для активізації реакції.
- 3) неможливість управління брощесом.

Запропонована нами схема усуває зазначені недоліки:

- 1) На відміну від теплиць, в котрих компост закладається в ґрунт в лютому місяці, наш реактор завантажується до початку опалювального сезону і знаходиться в стаціонарній споруді. Тому перший недолік не стосується нашої конструкції.
- 2) Завдяки системі завантаження у верхній частині а вивантаження в нижній, вирішується проблема розпушування. Субстрат не утрамбується, оскільки нижні шари субстрату відшаровуються, опускаючись до низу. Для більш якісного розпушування внутрішня стінка реактора виконується з рифлених листів металу.
- 3) На відміну від тепличної загрузки наша конструкція має водовідвід для зливання надлишків води. Ця вода не зливається а потрапляє в накопичувальний резервуар, з якого подається для поливу у верхню частину реактора. Вологість має прямий вплив на швидкість реакції, тому, регулюючи подачу води в реактор ми маємо можливість регулювання швидкості реакції аж до повного відключення в разі необхідності.

Отже запропонована конструкція вирішує всі основні проблеми, з котрими зіштовхувались вчені при опаленні теплиць. Розрахунок маси субстрату, а від цього і об'єму реактора має коригуватись відповідно до зміни умов досліджень. Під час досліджень температурних режимів в теплицях враховувався підігрів шару ґрунту в 15 см. шаром субстрату в 40 см., тобто співвідношення маси субстрату до маси теплоносія 40 до 15. Таке співвідношення дає можливість підтримувати

температуру в межах 20-30 °С у відкритому ґрунті в зимовий період при постійних теплових втратах у верхніх шарах. Маючи Таблицю 1, складену на дослідженнях в умовах теплиць в котрій вже визначено температурний режим субстратів ми маємо врахувати змінність повітря в приміщеннях, котре забезпечується системою вентиляції.

Врахувавши щільність повітря (за розрахунок візьмемо зимову 1,288 щільність), вирахуємо вагу теплоносія, котрий необхідно нагріти до температури 20-30°С. Для комфортного будинку на 200 м² з постійним перебуванням 4-5 чол., змінність повітря в середньому 400 л/год.

$$400 \times 1,288 = 515,2 \text{ кг при цьому вага компосту } 515 / 15 \times 40 = 1373,87 \text{ кг.}$$

Тобто, для обігріву такого будинку буде достатньо 1400 кг. компосту. А це, враховуючи потрібну вологість, не більше 2 м³ ТПВ.

В загальній системі життєзабезпечення будинку, система вентиляції є найбільш вразливою з точки зору енергозбереження. Відповідно до СніП 2.09.04-87 «Адміністративні та побутові будівлі», системи вентиляції з метою енергозбереження мають бути обладнані рекуператором [2]. Температура повітря рекуперованого повітря розраховується за формулою:

$$t \text{ (рекуперована)} = (t \text{ (внутрішня)} - t \text{ (зовнішня)}) \times \text{ККД рекуператора} + t \text{ (зовнішня)} \quad (1)$$

В середньому, рекуператор має ККД – 67%. Тобто при зовнішній температурі -5°С

$$\text{Трек} = ((20^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C})) \times 67\% + (-5^\circ\text{C})) = 25^\circ\text{C} \times 67\% + (-5^\circ\text{C}) = 16,75 - 5^\circ\text{C} = 11,75^\circ\text{C}$$

Цього вже недостатньо для підтримання комфортної температури в будинку, тому необхідно додатково підігрівати повітря. Електропідігрів, котрий використовується сучасними системами вентиляції, економічно неефективний, оскільки значно збільшує період окупності будівництва (а при використанні зеленої енергетики обходиться в 5,6 грн/кВт) . Для підігріву рекуперованого повітря необхідний малопотужне, але стабільне джерело теплової енергії. І в якості такого джерела підходить компостний теплогенератор. Спорудження такого генератора в будинку і поєднання його з сучасною системою вентиляції і рекуперації повітря, значно підвищує енергоефективність будівлі.

Повітря після рекуператора, проходячи крізь камеру підігріву компостного теплогенератора підігріється до комфортної температури без додаткових витрат електроенергії.

На сьогоднішній день потреби у якості мікроклімату в будівлі вимагають використання сучасних приточно-витяжних систем вентилявання повітря, котрі можуть працювати лише з електроприводом. Але вони потребують підігріву повітря, що тягне за собою витрати на електроенергію. Тому монтаж альтернативного джерела теплової енергії саме у поєднанні з системою приточно-витяжної вентиляції є найбільш ефективним.

По-перше: відпадає необхідність в додаткових витратах на систему розподілу тепла. Не потрібно витрачати додаткову енергію на циркуляцію теплового носія, а в приміщеннях звільняється простір від трубопроводів і радіаторів системи опалення.

По-друге: м'якість роботи біологічного теплогенератора з середньою температурою 30°C дозволяє йому працювати системі вентиляції безпечно, не викликаючи перегріву повітропроводів, їх псування і шкідливих випаровувань, навіть у разі вимкнення електроенергії чи припинення циркуляції повітря з інших причин.

По-третє: це дає змогу споруджувати такий генератор у будь якому, зручному місці будинку.

Висновки

Для обігріву середнього будинку, обладнаного сучасною системою вентиляції з рекуперацією повітря при використанні біологічного теплового генератора достатньо 2 м³ ТПВ. Враховуючи зміну (закладання і виїмку) упродовж опалювального сезону, цілком достатньо 4-6 м³ ТПВ на рік. Для всіх об'єктів невиробничої сфери та приватних житлових будинків обсяги утворення садових відходів (СВ) (опале листя і трава) не входять у норму утворення ТПВ, а додаються до неї виходячи з річної норми 6 л на 1 м² площі зелених насаджень (на території закріпленій за даним об'єктом чи присадибній ділянці)[3]. Це означає, що річна норма садових відходів для середньої ділянки в 10 соток (1000 м²) – 6 м³, що достатньо для 100% обігріву будинку.

Тобто, при впровадженні використання біологічних теплових генераторів ми отримуємо енергоефективність будинків у 100%. При цьому використання деяких дорогих і малоефективних енергозберігаючих технологій і матеріалів може бути недоцільним, оскільки необхідність в утилізації ТПВ для багатьох заміських будинків більша, ніж потреба в тепловій енергії будинків з високим енергозбереженням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Методи использования твердых бытовых отходов в овощеводстве защищенного грунта» - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.new-garbage.com/?id=41>
2. СніП 2.09.04-87 «Адміністративні та побутові будівлі» - [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6137
3. «ГАЛУЗЕВІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ», **Будинки і споруди ПІДПРИЄМСТВА СОРТУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ** ГБН В.2.2-35077234-001:2011 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/GBN_V.2.2-35077234-001_2011_-Pidpnyemstva_sortuvannya_vidhodiv.pdf

Андрухов Валерій Михайлович - канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vmandruhov@gmail.com

Гордійчук Петро Петрович - студент групи Б-19мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: p.hordiichuk@ukr.net

Andrukhov Valeriy Mykhailovych - Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vmandruhov@gmail.com

Gordiychuk Petro Petrovych - student of group B-19mi, Faculty of Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: p.hordiichuk@ukr.net