МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

МОЛОДИХ УЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

НТБ ОНТУ

Одеса 2023

Наукове видання

Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеського національного технологічного університету,
протокол № 14 від 20.06.2023 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Технічний редактор Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова: Іванченкова Л.В., д.е.н., професор

Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Агунова Л.В., к.т.н., доцент
Артеменко С.В., д.т.н., професор
Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор
Бурдо О.Г., д.т.н., професор
Бордун Т.В., к.т.н., доцент
Верхівкер Я.Г., д.т.н., професор
Гапонюк О.І., д.т.н., професор
Гаркович О.Л., к.б.н., доцент
Добрянська Н.А., д.е.н., професор
Жигунов Д.О., д.т.н., професор
Філіпенко О.І., к.філ.н., доцент
Згадова Н.С., к.е.н., доцент
Капрельянц Л.В., д.т.н., професор
Капустян А.І., д.т.н., доцент
Коваленко О.О., д.т.н., професор
Косой Б.В., д.т.н., професор
Котлик С.В., к.т.н., доцент
Козак К.Б., д.е.н., професор
Лагодієнко В.В., д.е.н., професор
Лебеденко Т.Є., д.т.н., професор
Ломовцев П.Б., к.т.н., доцент
Макаринська А.В., д.т.н., професор
Ніколюк О.В., д.е.н., професор
Немченко В.В., д.е.н., професор
Осадчук П.І., д.т.н., доцент
Павлов О.І., д.е.н., професор
Солоницька І.В., к.т.н., доцент
Седікова І.О., д.е.н., професор
Сергеєва О.Є., д.ф-м.н., професор
Семенюк Ю.В., д.т.н., професор
Симоненко Ю.М., д.т.н., професор
Скрипніченко Д.М., к.т.н., доцент
Соловей А.О., к.т.н., доцент
Струк Б.І., к.п.н., доцент
Тітлов О.С., д.т.н., професор
Тележенко Л.М., д.т.н., професор
Ткаченко О.Б., д.т.н., професор
Ткачук Г.О., д.е.н., професор
Фесенко О.О., к.т.н., доцент
Хобін В.А., д.т.н., професор
Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Одеський національний технологічний університет
Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів.
Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2023. – 395 с.

© Одеський національний технологічний університет, 2023

НТБ ОНТУ

УДК 66.045.13: 635.621.3.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ГРУНТОВОГО РЕГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ

Мукмінов І.І., аспірант факультету НТТЕ
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

На основі розгляду теплового балансу теплиці з регенеративним ґрунтовим теплообмінником з насадкою у вигляді щільного шару гравію запропоновано методику теплового конструкторського розрахунку. У методиці представлені залежності, що описують процес роботи регенератора в періоді нагрівання, при якому повітря в теплиці нагрівається опосередковано від сонячного випромінювання. Враховуються термічний опір внутрішнього обсягу теплиці та термічний опір тепловіддачі у навколишнє середовище для підрахунку теплових втрат. В результаті розрахунків визначається величина акумульованої теплоти, маса завантаження гравію та обсяг насадки регенератора.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

На сьогодні актуальним є пошук ефективних акумуляторів сонячної енергії для підтримки комфортного температурного стану приміщень, житлових та промислових [1]. Встановлено, що в якості акумулюючого тіла доцільно застосовувати щільний шар гранульованих матеріалів [2], Вивчено можливість застосування теплообмінного апарату регенеративного типу з гранульованою насадкою у вигляді щільного шару [3]. В роботі досліджується регенератор, призначений для підтримки необхідного температурного рівня в теплиці. Ідея створення ґрунтового регенератора ґрунтується на відомостях про інтенсивність нагріву повітря в теплиці від сонячного випромінювання в денний час і ефективності контактного теплообміну між повітрям і шаром частинок. Температура у теплиці в середньому має становити від +16 до 25 градусів, а вночі спадати не більше ніж на 5–8 градусів. Температура нижче та вище норми для рослин небажана. Відомо, що повітря у теплицях у весняний період у регіонах з помірним кліматом у денний час інтенсивно нагрівається від сонячного випромінювання, а у нічний час через перепад температур суттєво охолоджується. Це визначає раціональність розробки регенератора, здатного акумулювати теплоту вдень та використовувати її для обігріву внутрішнього об'єму теплиці вночі. На даний час отримано патент на корисну модель u202100945 «Ґрунтовий регенератор для теплиць». Актуальність роботи визначається необхідністю економії енергетичних ресурсів на обігрів приміщень, зокрема теплиць. Розробка ефективних ґрунтових регенераторів вимагає розрахункової методики, яка застосовується для отримання даних про основні геометричні характеристики регенератора та фізичні умови його експлуатації.

Аналіз теплової схеми роботи ґрунтового регенератора у складі теплиці

Рівняння енергетичного балансу для теплиці при нестаціонарному режимі має вигляд:

$$Q_{пад}\left(1-R_c\right)=Q_n=Q_к+Q_{від}+Q_{ак}, \text{ Вт} \qquad (1)$$

де Q_n – променистий потік, поглинений ґрунтом; $Q_{пад}$ – потік сонячного випромінювання, що падає на поверхню ґрунту; R_c – приведена відбивна здатність системи; $Q_к$ – тепловий потік, переданий гранульованому матеріалу (корисний); $Q_{від}$ – сумарні теплові втрати від теплиці в навколишнє середовище; $Q_{ак}$ – тепловий потік, акумульований ґрунтом.

Сонячна енергія, поглинена ґрунтом, передається внаслідок природної конвекції повітрю в теплиці та від повітря у верхній частині теплиці через повітропроводи в разі примусової вентиляції – до шару гранульованого матеріалу. Теплову схему теплиці наведено на рис. 1.

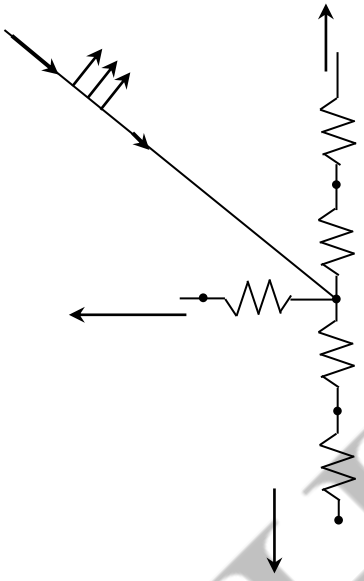

Рис. 1. Теплова схема теплиці з ґрунтовим регенератором

Методика розрахунку ґрунтового регенератора. Щільність теплового потоку, що передається від ґрунту з температурою T_n до скляного покриття теплиці з температурою T_{c1} за рахунок вільної конвекції та випромінювання, визначається формулою:

$$q = q_{к1} + q_{л1} = \left(\alpha_1 + \alpha_{л1}\right)\left(T_n - T_{c1}\right) = \frac{T_n - T_{c1}}{R_1}, \text{ Вт/м}^2, \tag{2}$$

де: α_1 – коефіцієнт тепловіддачі при вільній конвекції в об'ємі теплиці, Вт/(м^2·К); $\alpha_{л1}$ – коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням між ґрунтом і скляним покриттям, Вт/(м^2·К).

Коефіцієнт променистого теплообміну між ґрунтом і скляним покриттям визначається формулою:

$$\alpha_{л1} = \frac{q_{л1}}{T_n - T_{c1}} = \frac{\varepsilon_{пр}\sigma_0\left(T_n^4 - T_{c1}^4\right)}{T_n - T_{c1}} = \varepsilon_{пр}\sigma_0\left(T_n^2 + T_{c1}^2\right)\left(T_n + T_{c1}\right), \tag{3}$$

Таким чином, термічний опір можна представити в такому вигляді:

$$R_1 = \left(\alpha_1 + \alpha_{л1}\right)^{-1}, \text{ К/(Вт/м}^2\text{)}. \tag{4}$$

Щільність теплового потоку, що передається від скляного покриття в навколишнє середовище, визначається процесами природної конвекції та випромінювання між покриттям і небосхилом:

$$q = \left(\alpha_2 + \alpha_{л2}\right)\left(T_c - T_0\right) = \frac{T_c - T_0}{R_2}, \text{ Вт/м}^2, \tag{5}$$

а відповідний термічний опір:

НТБ ОНТУ

$$R_2 = \left(\alpha_2 + \alpha_{л2}\right)^{-1}, \text{ К/(Вт/м}^2\text{)}. \quad (6)$$

Замість $T_н$ може бути використана температура навколишнього середовища T_0. При цьому значення $\alpha_{л2}$ зміниться незначно.

Після розрахунку $K_в = \left(R_1 + R_2\right)^{-1}$, знаючи площу поверхні теплиці, можна визначити втрати теплоти від теплиці в навколишнє середовище:

$$Q_{витр} = K \cdot F_c \cdot \left(t_{грунт} - t_{о.с.}\right) \quad (7)$$

Корисний тепловий потік, який іде на нагрівання насадки:

$$Q_{кор} = Q_g - Q_{витр} \quad (8)$$

Питомий корисний тепловий потік відповідно до закону Ньютона-Ріхмана:

$$q_{пол} = \alpha_{міжкомп}\left(\bar{T}_в - \bar{T}_т\right) \quad (9)$$

Знаючи $Q_{пол}$ та $q_{пол}$, можна визначити площу поверхні частинок, що містяться в насадці:

$$F_{частиц} = \frac{Q_п}{q} \quad (10)$$

Далі можна знайти об'єм теплообмінної ділянки: $V = \frac{F_{частиц}}{a_{пит}}$ і масу завантаження: $m = V \cdot \rho$.

Дані дають змогу провести розрахунок геометричних характеристик регенеративного теплообмінника відповідно до розмірів конкретної теплиці. Значення акумульованої теплоти дасть змогу визначити залежно від температурних умов тривалість її використання для підтримання заданого температурного рівня в теплиці.

Висновки.

Пропонована методика може бути застосована для теплового конструкторського розрахунку ґрунтових регенераторів із гранульованою насадкою, у результаті якого визначаються основні геометричні характеристики регенератора, маса завантаження насадки, тривалість роботи в періоді охолодження.

Науковий керівник – д-р техн. наук, професор Бошкова І.Л.

Література

1. Аналіз ефективності тепличного ґрунтового регенератора з гранульованою насадкою / І. Л. Бошкова та ін. *Refrigeration engineering and technology*. 2021. Т. 56, № 3-4. С. 133–139. URL: https://doi.org/10.15673/ret.v56i3-4.1946.

2. Investigation of heat exchange in a blown dense layer of granular materials / A. Solodka et al. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2017. Vol. 5, no. 8 (89). P. 58–64. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112217.

НТБ ОНТУ

3. Development of a soil regenerator with a granular nozzle for greenhouses / I. Boshkova et al. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 4, no. 8 (106). P. 14–20. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210684.

УДК 66.061: [66.093.48:67.03-035.2]:537.86

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ МЕХАНОДИФУЗІЇ

Молчанов М.Ю., аспірант кафедри ПОЕМ,
Сиротюк І.В., PhD, асистент кафедри ПОЕМ
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

З плином часу в світі постійно шукають та знаходять нові методи екстрагування, сушіння та випарювання різноманітної сировини, загалом вони пов'язані з використанням електродинамічних технологій, що характеризуються високими питомими по потужності впливами на сировину, розташовану в камері.

Для екстрагування головними цілями пошуку та модернізації нового обладнання є зменшення на них часу обробки сировини та мінімізація кількості спожитої енергії.

Використання в процесі екстрагування електродинамічних технологій, а саме мікрохвильових технологій, дозволяє ініціювати в сировині процес механодифузії, який значно підвищує ефективність процесу екстрагування навіть при кімнатних температурах і дозволяє знизити величину витрат електричної енергії за рахунок адресного підведення енергії до сировини.

Процес механодифузії – це процес утворення парових бульбашок з рідини, що знаходиться в глибині капілярів сировини і відповідно підвищення тиску в них. Під дією тиску парова бульбашка «виривається» з капілярів сировини і частково виштовхує до поверхні поділу фаз розчинні, слаборозчинні і нерозчинні компоненти, що знаходяться у капілярі, тому рушійною силою процесу механодифузії є різниця тисків (1). Для ініціювання цього процесу механічний потік повинен подолати опори сил в'язкості та місцевих опорів, сил гідростатики та сил поверхневого натягу:

$$\Delta P = \frac{\rho . w^2}{2}\left[\frac{\lambda . l}{d} + \sum \xi\right] + \rho . g l + \frac{\sigma}{d} \qquad (1)$$

На потужність даного ефекту діє багато факторів, але головними є приведена потужність та температура.

Для визначення впливу різних параметрів на процес механодифузії проведено ряд експериментів. Як капіляри були прийняті два набори скляних радіо прозорих трубок 2,3 – 3 мм та 3 – 4 мм. по 30 штук у пучку заповнені підфарбованою рідиною. Для вимірювання даних параметрів використовувались пірометр GM320 та лабораторні ваги Radwag.

При проведенні досліджень визначено наступне:

1. Зміна діаметру капіляра впливала на час утворення тиску в глибині капілярів, виявлено що у капілярах більшого діаметру, потрібно було більше часу на утворення тиску в глибині капіляра, приблизно на 5–10 секунд.

2. Зменшення потужності магнетрона зменшувало інтенсивність процесу.

3. При початковій температурі в приблизно 15 °С інтенсивність процесу була нижче в 2 рази ніж при початковій температурі 40 °С, енергетичні витрати на процеси при початкових температурах 15 та 40 °С, та часу експерименту в 50 секунд. становили 2,36 та

РОЗДІЛ 2 – ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ. ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ГРУНТОВОГО РЕГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ТЕПЛИЦЬ
Мукмінов І.І……… 76
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ МЕХАНОДИФУЗІЇ
Молчанов М.Ю., Сиротюк І.В……… 79
КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ ЕКСТРАГУВАННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ
Акімов О.В……….. 81
ОБГРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ У СИСТЕМАХ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ
Фурсенко О.О………. 84
АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МІКРОХВИЛЬОВОГО ЕКСТРАГУВАННЯ
Аль-Хамад І.М……… 86
ІНОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ В БАСЕЙНАХ
Крушельницький Д.О………... 89
ПРО СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ
Якубаш І.В., Воінова С.О……… 92

РОЗДІЛ 3 – СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ М’ЯСА, МОРЕПРОДУКТІВ, МОЛОЧНИХ, ОЛІЙНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ІНДУСТРІЇ КРАСИ

APPLICATIONS OF ULTRASONIC ENERGY IN THE FOOD INDUSTRY
Fugol A.G., Fugol V.G., Tagirov R.A……….. 95
CAVITATION IN THE FOOD INDUSTRY
Fugol A.G., Fugol V.G., Tagirov R.A……….. 96
SAFETY AND HIGH ORGANOLEPTIC INDICATORS OF FERMENTED PRODUCTS ARE THE BASIS FOR THE FORMATION OF A MODERN LOCAL FISH RESTAURANT
Barisheva Y………. 97
ПРОЄКТУВАННЯ РЕЦЕПТУР РИБНИХ КОНСЕРВІВ З ВОДНОЇ СИРОВИНИ В ГЕЛЕПОДІБНИХ ЗАЛИВКАХ
Веліксар Х.І., Кушніренко А.Д……….. 99
РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ РИБНИХ КОНСЕРВІВ З МАЛОЦІННИХ ОБ’ЄКТІВ ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА
Радіш М.В., Волковинська Е.С………. 102
ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ
Трубніков В., Марініч О………. 106
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ СИРУ МОЦАРЕЛИ
Ільченко Вероніка…… 107
КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ МАСЛА ГХІ У ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ ТА ІНДУСТРІЇ КРАСИ
Мирончук Олена…….. 109

НТБ ОНТУ