

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Тези

**76-ї наукової конференції професорів,
викладачів, наукових працівників,
аспірантів та студентів університету**

ТОМ 2

14 травня – 23 травня 2024 р.

гарантувати правильну роботу системи обробки відходів без гомогенізації вхідного матеріалу. Більш того, газифікація як окреме рішення для обробки об'єму медичних відходів обсягом близько 500 кг/год не робить достатньої кількості газу, здатного економічно виправдати його використання.

Література

1. Крот О.П., Ровенский А. И., Конев В. В. Термическая обработка твердых отходов, образовавшихся на железнодорожном транспорте. «Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту». 2018. № 4 (76), С. 15–24.

УДК 662.99-69:662.767]-047.58

І.В. Чернецька, к.т.н., доцент

В.О. Панченко, магістрант

Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РЕКУПЕРАТОРА В ТЕПЛОТЕХНІЧНІЙ СИСТЕМІ БІОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Виробництво та використання біогазу являється перспективною енергетичною галуззю агропромислового сектору України. Біогаз служить паливом для обладнання з виробництва тепла та електроенергії. Окрім виробництва самого біогазу біогазові комплекси дозволяють розв'язувати екологічні проблеми утилізації агропромислових відходів. Найбільш поширеним у світовій практиці способом експлуатації біогазових установок є використання теплової енергії для забезпечення власних потреб підприємства та продажу зовнішнім споживачам, а електрична енергія, вироблена на комбінованій теплоелектростанції, подається в мережу. Такий підхід дає змогу значно підвищити прибутковість біогазових комплексів. Їх дохідність може бути збільшена шляхом вдосконалення технології отримання біогазу або технології його використання. Відповідно були поставлені актуальні задачі: автоматизація розрахунків для дослідження роботи біогазових комплексів. На основі попередніх досліджень було виявлено, що одним із шляхів збільшення коефіцієнта корисної дії біогазового комплексу є використання рекуперації в системі генерації теплової енергії.

Нами був побудований алгоритм для моделювання роботи рекуператора теплової енергії типу «ГАЗ-ГАЗ» в системі теплогенерації біогазового комплексу, який може бути використаний для швидкого та ефективного проектування подібних установок. Алгоритм був реалізований за допомогою інструментарію Microsoft Excel. Він є

універсальним, бо дозволяє виконувати розрахунки для заданого складу біогазової суміші при будь-якій величині його подачі в топку, при довільних кількостях труб теплообміну, відстаней та типів розташування. Його використання дозволяє оптимізувати параметри рекуператора, вивчати особливості роботи при зміні експлуатаційних умов із довільним відбором величини теплової потужності теплогенераційним обладнанням.

При побудові автоматизованої системи розрахунку було знайдено рішення щодо використання проектувальних номограм. Номограми перетворювалися у табличну функцію $F = Z[X; Y]$. Набір команд Microsoft Excel по роботі з табличними даними дозволив автоматизувати методики їх обробки. Також був зроблений висновок про вищу точність обробки даних таблиць порівняно з методом роботи з апроксимаційними залежностями великого масиву даних та відповідними сімействами кривих.

Для розрахункової моделі був розроблений та реалізований алгоритм роботи з величинами тепломісткості газів в значному діапазоні температур. Отримано вираз знаходження величини зміни ентальпії газу при відомих умовах початкового значення питомої тепломісткості $c_0 (T_0)$, кінцевого значення $c_n (T_n)$ і проміжних значень від $c_1 (T_1)$ до $c_{(n-1)} (T_{(n-1)})$ при постійних значеннях проміжків $\Delta T = T_2 - T_1$, де i – порядковий номер табличної довідникової величини в межах від 0 до n .

$$\Delta i = m \cdot \left[\begin{array}{l} \frac{c_0 + c_1}{2} (T_1 - T_0) [при\ n \geq 1] + \frac{c_{n-1} + c_n}{2} (T_n - T_{n-1}) [при\ n \geq 2] \\ + \frac{c_1 + c_{n-1}}{2} \cdot \Delta T [при\ n \geq 3] + \sum_{i=2}^{n-2} c_i \cdot \Delta T [при\ n \geq 4] \end{array} \right].$$

Головна проблема аналітичного розрахунку при проектуванні рекуператора – неможливість прямого визначення величини параметра через залежність початкових умов від кінцевого результату розрахунку цільового параметра. Ітераційний метод обчислень в Microsoft Excel повністю розв’язує цю проблему.

В алгоритмі розрахункової моделі було виділено п’ять блоків для розрахунку:

- 1) енергії для нагрівання холодного повітря до заданої температури;
- 2) калориметричної температури димових газів у топці;
- 3) температури димових газів після відбору потужності основним споживачем теплової енергії (температури газів на вході в рекуператор);
- 4) температури димових газів після відбору потужності на нагрів холодного повітря, тобто температури газів на виході з рекуператора;
- 5) температури стінки рекуператора.

Фінальний етап розрахунку – знаходження площі стінки. Також була знайдена умова переходу розрахункової моделі з режиму проектування в

режим моделювання роботи рекуператора з вже визначеними параметрами, але для довільних експлуатаційних умов.

Усі розрахунки проводилися для умов Глобинського біоенергетичного комплексу. Аналіз отриманих результатів свідчить, що при нагріві повітря для спалювання біогазу до 200 °С надлишок теплової потужності складає 8,29%. Це дозволяє зменшити подачу біогазу з 250 до 230,9 м³/год. Економія палива внаслідок рекуперації тепла димових газів складатиме: $(250 - 230,9) / 250 = 7,6\%$. Також була проведена оцінка характеристик роботи рекуператора при зміні подачі біогазу у топку. Статистична оцінка показників роботи рекуператора при відхиленнях від заданих початкових умов та оптимізація параметрів його роботи потребує додаткових досліджень.