

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАМЕРИ ЗГОРАННЯ ТЕРМОЗНЕШКОДЖЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Аксьонова І.М. Шимченко П.В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

У роботі представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень камери згорання термознешкодження твердих побутових відходів. Проведене порівняння результатів теоретичних досліджень взаємодії двофазних закручених струменів при спалюванні ТПВ з експериментальними даними.

Аналогічно попереднім дослідженням, наведених у [1], моделювання зроблено з використанням програми SolidWork та її додатку – FlyWork [2], яке дозволяє отримати просторовий розподіл ліній току при чисельному рішенні рівнянь Нав'є-Стокса з заданими граничними умовами для даної задачі, які надані в додатку А. У даній моделі використана «внутрішня» задача: повітря, природний газ та частки ТПВ (розміром 0,01 м) подавались з визначеними витратами через тангенціальний патрубок (повітря та газ з витратою 0,1 кг/с, з масовими долями 0,3 і 0,7 відповідно), а тверді частки зі швидкістю 5-15-25 м/с і масовими витратами 1 кг/с. Температура повітря завдавалась 20°C, а природного газу та твердих часток – 1100°C. Видалення продуктів горіння здійснювалось через вихлопний патрубок у верхній частині камери, а зольний залишок – через отвір в нижній частині камери з завданням пониженого тиску в патрубку – 80 кПа. При цьому для моделювання процесу відбору теплої енергії через поверхню стінки були задані коефіцієнт теплопровідності стінки, температура стінки (200°C) і температура входу теплоносія (вода, 60° С). На рис. 1 загальний вигляд циклонної топки завданими умовами сумісного спалювання газу і ТПВ. Циклонна топка складена з двох камер згорання, у які через тангенціальний патрубок подається суміш газу та твердих часток. Продукти горіння відводяться через вихлопний патрубок.

В результаті дослідження при різних швидкостях входу твердих часток і температур отримано, що найбільш загрозна температурна зона синтезу діоксинів і фуранів знаходиться в нижній частині циклонної камери та займає об'єм 10-15 % від загального об'єму камери. Дана обставина дозволяє зробити висновок, що димові гази які відходять з топки будуть проходити через високотемпературну ділянку топки (приблизно 800 С), тобто виключена можливість викидів в атмосферу діоксинів і фуранів. При цьому дана зона також характеризується зменшенням тангенціальної швидкості руху газу та часток й розподілена практично рівномірно в даній частині топки.

Розгляд зміни температури, тиску та швидкості вздовж ліній току при швидкості входу 5-25 м/с дозволяє зробити висновок, що найбільш оптимальний з точки зору рівномірного розподілу є розподіл, який отриманий при швидкості входу 15 м/с. При зменшенні швидкості зона високої температури збільшується за висотою топки, а при збільшенні більше 15 м/с – навпаки, вона зменшується її зниження до загрозливого рівня, з точки зору утворення діоксинів та фуранів в процесі вторинного синтезу.

Розподіл ізольної швидкості та температури у об'ємі топки також підтверджує ці висновки. При цьому розподіл швидкості, тиску та температури по висоті топки при швидкості входу 15 м/с характеризується більшою рівномірністю (рис.2). Максимум температури, який спостерігається, у верхній частині топки, проти вхідного патрубка, в даному випадку, може використовуватися для нагріву цієї частини розсікачу і використання останнього у якості вторинного випромінювача. Розподіл твердих часток у камері згорання показало, що основний процес згорання твердих часток відбувається в центральних областях камери, при цьому основна маса часток встигає зробити 1-2 оберти біля вихлопних патрубків. Розподіл тиску у камері характеризується наявністю переламу у центральній частині камери (розрядження у центральній частині) та рівномірним збільшенням тиску в пристінному просторі практично у всю довжину камери.

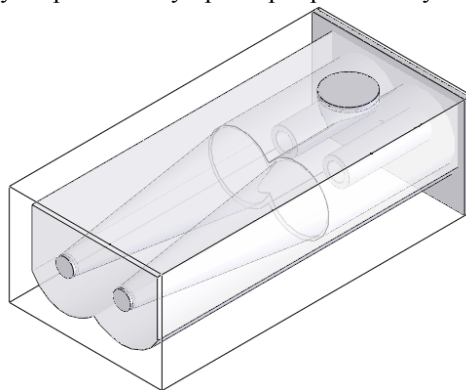


Рис.1 Загальний вигляд установки

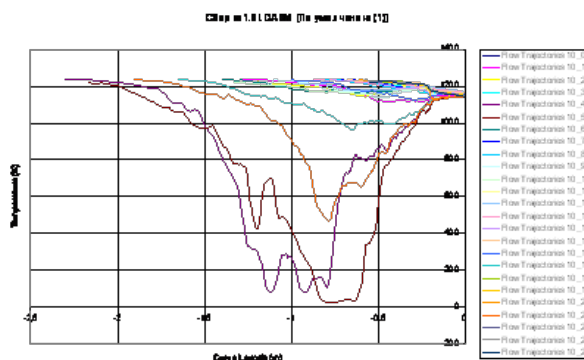


Рис.2. Розподіл температури по висоті камери при швидкості входу 25 м/с

Для підтвердження отриманих теоретичних даних розроблений та виготовлений стенд, в основі якого положено пристрій по спалюванню твердих побутових відходів.

Принципальна схема експериментальної установки для дослідження аеродинамічних і пило-газових характеристик пристрою наведена на рис.3 і працює наступним чином.



Рис.3 Загальний вигляд експериментального стенду для дослідження конструкції пристрою

Тверді побутові відходи (папір, дерев'яна стружка, поліетилен та харчові відходи) у змеленому стані (до розмірів 0,01 м) подавались у патрубок, й далі попадали у пристрій, де проходило їх спалювання за допомогою газової горілки. Відвід тепла від корпусу здійснювався за допомогою зовнішнього водяного контуру. Витрати повітря замірялися камерною діафрагмою, розрахованою за методикою, переказаною в [3], і яка з'єднана з U-образним дифманометром. Регулювання витрат повітря здійснювалось шиббером. Заміри температури потоку проводилось платино-родієвою термопарою.

Повний аеродинамічний опір пристрою визначався по різниці показників дифманометра.

Отримані в [2], теоретичні дані для порівняльної оцінки з результатами експериментальних досліджень представлялись у вигляді розподілу температури, тиску та швидкості по висоті камери в трьох перерізах по осі входу в камеру, по зрізу вихлопних патрубків і в кінцевій частині пристрою.

Так порівняння даних, отриманих теоретичним шляхом з експериментальними для швидкості, тиску і температури в дослідному пристрої (рис.4) показало, що в цілому теоретична крива підтверджується експериментальними даними, похибка у всьому розглянутому діапазоні не перевищує 10%. Виключення складає зовнішня частина результативної течії, де по даним експерименту спостерігається різке падіння тангенціальної швидкості (при осьовій зоні вихлопних патрубків), а теоретична залежність дає більш плавне її зниження. Таке відрізнєння в отриманих результатах тому, що в теоретичних розрахунках не зараховані сили тертя, які виникають в результаті взаємодії потоку які виходять з потоком який входить.

Було встановлено, що викиди оксидів азоту та оксиду вуглецю відповідають нормативним викидам для котлів на твердому паливі.

Висновки

1. У результаті виконаних теоретичних досліджень отримані дані з розподілу швидкостей, температури і тиску у запропонованій конструкції топки для термічного знешкодження ТПВ. Була виявлена оптимальна швидкість входу часток ТПВ у топковий простір.

2. При порівнянні отриманих похибок з межами похибок експерименту були зроблені висновки достовірності результатів та можливості використання їх в інженерних розрахунках.

3. Було встановлено, що викиди оксидів азоту та оксиду вуглецю відповідають нормативним викидам для котлів на твердому паливі.

4. Порівняння результатів теоретичних досліджень взаємодії двофазних закручених струменів при спалюванні ТПВ з експериментальними даними підтвердило адекватність запропонованих математичних моделей та правомірність зроблених в результаті досліджень висновків, при цьому розходження результатів не перевищує 10%, що дозволяє використовувати отримані теоретичні залежності в інженерних методиках розрахунку.

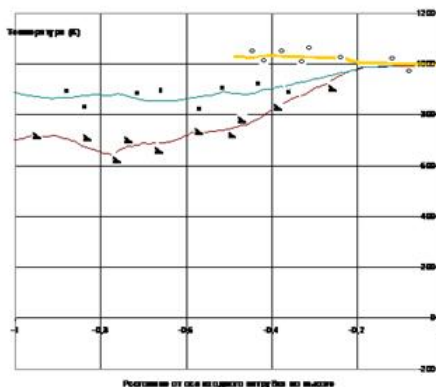


Рис.4. Розподіл температури по висоті пристрою:

1- по осі на вході в пристрій, 2 – по осі вихлопних патрубків; 3 – в пристінній зоні.

Summary

In-process presented results of theoretical and experimental researches of firing chamber of thermal-elimination of hard domestic wastes. Conducted comparison of results of theoretical researches of co-operation of two-phase involute streams at firing TPV with experimental information.

1.Аксёнова И.Н. Математическое моделирование сжигания ТБО в циклонной топке: Вісник ОДАБА Випуск №29 Одеса, 2007. – с10-15.

2.Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В.,Харитонович А. И.,Пономарев Н. Б. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. —800 с.: ил.

3.Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными суживающими устройствами. РД.50-213-80. - М.:Госстандарт СССР,1982.с.320.