

УДК 669.162.23

ЮРКО В. В.^{1}, ГАНЖА А. М.²*

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОМПОНУВАННЯ ПЕТЛЕВОГО ПОВІТРОНАГРІВАЧА ПРИ ЗАПИЛЕНИХ ДИМОВИХ ГАЗАХ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ

¹ аспірант кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій, НТУ «ХП», м. Харків, Україна.

² д.т.н., професор, завідувач кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій, НТУ «ХП», м. Харків, Україна.

* e-mail: yurkovladymyr@ukr.net.

Вступ. В технології вельц-процесу переробки металургійних відходів постає необхідність застосування рекуператора, який дозволяє охолодити запилені димові гази від 800 °С до 150 °С перед рукавним фільтром, нагріти повітря для потреб сушки вихідної сировини до 450 °С та вловити цінний вельц-окис [1].

Мета роботи. Для цієї мети розроблена конструкція трубного петлевого повітрянагрівача, який здатний ефективно експлуатуватися в даних умовах. Для визначення найбільш ефективної його конструкції розроблена математична модель, яка включає в себе тепловий і гідравлічний розрахунки [2]. Тепловий розрахунок є повірочним, проводиться методом поправкового коефіцієнту і базується на рекомендаціях нормативного методу [3].

Загальна частина. Конструкція петлевого повітрянагрівача зручна тим, що дозволяє проводити розрахунки як всього теплообмінника, так і кожної секції окремо. Повітрянагрівач складається із чотирьох секцій, що дає змогу скомпонувати його так, щоб в ньому виділилось вісім схем з різними напрямками руху теплоносіїв. Потік димових газів в усіх випадках однаково направлений в міжтрубному просторі, а змінюється лише напрямом і порядком секцій по яких рухається повітря.

Запропоновано розглянути три основні схеми руху теплоносіїв:

1 Прямотечійну схему руху теплоносіїв.

2 Протитечійну схему руху теплоносіїв.

3 Комбіновану – з шістьма різними конфігураціями схем руху.

Розроблена програма дозволяє проводити теплові розрахунки різних конструкцій петлевих теплообмінників для багатьох випадків їх експлуатації. В ній можна задавати наступні вихідні дані:

– розраховувати різні поверхні нагріву при різних видах теплообміну;

– розрахунки проводити для різних теплоносіїв з різним хімічним складом;

– враховувати в розрахунках запиленість вихідного теплоносія і розмір пилових частинок;

– враховувати конструктивні особливості поверхні нагріву.

Програма дає змогу чисельно і графічно визначити вплив запиленості димових газів і розміру пилових частинок на температури нагріву повітря, охолодження газів, температури стінок труб, коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі залежно від запиленості і розміру пилу.

На основі [3] розрахунок проводиться в наступному порядку:

1 Відповідно початковим температурам трубного і міжтрубного теплоносія визначається внесене фізичне тепло $q_{\text{ф}}$.

2 Знаходиться внесене тепло по тепловому балансу $q_{\text{б}}$.

3 Визначається тепловміст міжтрубного теплоносія I_2 на виході.

4 По тепловмісту димових газів на виході I_2 визначається температура димових газів на виході з повітрянагрівача.

5 Знаходиться середній температурний напір.

6 Розраховується коефіцієнт тепловіддачі конвекцією $\alpha_{\text{к}}$.

7 Знаходиться коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням $\alpha_{\text{в}}$ зі сторони газів з врахуванням пилових частинок вельц-окису.

8 Рахується сумарний коефіцієнт тепловіддачі зі сторони газів $\alpha_{\text{дг}}$.

9 Знаходиться коефіцієнт тепловіддачі від циліндричної стінки до повітря при повздовжньому обтіканню $\alpha_{\text{п}}$.

10 Визначається коефіцієнт теплопередачі k .

11 Знаходиться тепло, що передається по рівнянню теплопередачі $q_{\text{т}}$.

12 По розрахованим рівнянням теплового балансу $q_{\text{б}}$ і теплопередачі $q_{\text{т}}$ рахується нев'язка Δ .

Висновки. На основі розробленої математичної моделі теплового і гідравлічного розрахунків, проведено аналіз отриманих даних роботи петлевого повітрянагрівача за умови запиленних продуктів горіння. Розроблено рекомендації з підвищення його ефективності базуючись на порівнянні вісім схем руху теплоносіїв. Оцінено вплив запиленості і розміру пилових частинок на передачу тепла в петлевих секціях.

Список літератури:

1. Юрко В. В., Ганжа А. Н. Усовершенствование рекуперативного воздухонагревателя для расширения области его применения при условии использования запыленного теплоносителя. *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: *Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування*. Харків: НТУ «ХП», 2018. № 13(1289). С. 45–49. Бібліогр.: 11 назв. ISSN 2078-774X (print). ISSN 2707-7543 (on-line). doi: 10.20998/2078-774X. 2018.13.08.

2. Юрко В. В., Ганжа А. Н. Методика расчета тепловых процессов в петлевом теплообменном аппарате при запыленном греющем теплоносителе. *Экология и промышленность*. 2019. № 2(59). С. 43–50. doi: 10.35477/2311–584X.59.43–50.

3. *Тепловой расчет котлов (нормативный метод)*. Изд. 3-е, перераб. и доп. Санкт-Петербург: НПО ЦКТИ, 1998. 259 с.

Тези доповідей XVI Міжнародної науково-технічної конференції

«Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 25–26 листопада 2020 р.