

УДК 66.045.1

ЮРКО В. В.^{1*}, АНДРУЩЕНКО Р. С.²

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАПИЛЕНОСТІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПЕТЛЕВОГО ПОВІТРОНАГРІВАЧА

¹ PhD, викладач теплотехнічних дисциплін, спеціаліст вищої категорії, ВСП «МФК ім. М.В. Гоголя» НУ ПП ім. Ю. Кондратюка, м. Миргород Україна.

² студент, ВСП «МФК ім. М. В. Гоголя», м. Миргород, Україна.

* e-mail: yurkovladumyr@ukr.net

Вступ. Застосування повітрянагрівача петлевого виконання дає можливість ефективно утилізувати теплоту відхідних високотемпературних димових газів і здійснювати нагрівання повітря, яке спрямовується в технологічний процес. Для створення петлевого повітрянагрівача розроблено спрощену дискретну методику розрахунку промислових процесів та запропоновано засоби для їх реалізації. За допомогою цієї методики можна аналізувати роботу апаратів та оцінювати їх ефективність в умовах значного запилення димових газів, схильних до налипання. Застосування петлевого повітрянагрівача у низці технологій металургійної, хімічної та інших галузей підвищує енергоефективність та конкурентоспроможність цих технологій.

Мета роботи. Удосконалення петлевих рекуператорів та аналіз їх роботи є актуальним для цілого ряду виробництв, пов'язаних з термічною переробкою матеріалів, при якій утворюється велика кількість пилу, схильного до налипання. Це, зокрема, притаманно технологічних процесів переробки твердих побутових відходів та вельц-процесів [1].

Загальна частина. Для вирішення зазначеної задачі була розроблена конструкція петлевого рекуператора з петлями з труб, що вільно висять, що дозволяє проводити їх струс для очищення від пилу [1] (рис. 1). Повітря, що нагрівається, подають усередину труб, а гази, що відходять, – на рекуператор. Вони проходять його наскрізь, перехресно омиваючи труби, розташовані у шаховому порядку. Повітрянагрівач такої конструкції може бути використаний як газоохолоджувач перед сухим газоочищенням дугових сталеплавильних, феросплавних та барабаних печей. Для спрощення процедури визначення ефективності повітрянагрівача використовуються методика та алгоритм дискретного розрахунку.

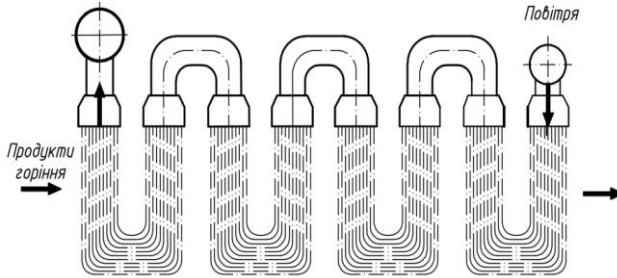


Рисунок 1 – Принципова схема петлевого повітрянагрівача

Коефіцієнт ослаблення променів пиловими частинками:

$$K_{зП}M_{П} = \frac{4300 \rho_{Г} M_{П}}{\sqrt[3]{t_{Г.вих}} \cdot \varnothing_{П}},$$

де $\varnothing_{П}$ – розмір пилових частинок, мкм.

Оптична товщина продуктів згорання:

$$K_{р}S = S(K_{зП} + K_{Г}r_{П}),$$

$$\alpha_1 = 1 - e^{-K_{р}S},$$

де $K_{Г}r_{П}$ – коефіцієнт ослаблення променів трьох атомними газами.

Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням:

$$\alpha_B = 4,9 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{a_3 + 1}{2} \cdot a \cdot (\bar{t}_Г + 273)^3 \cdot \frac{1 - \left(\frac{t_3 + 273}{\bar{t}_Г + 273}\right)^{3,6}}{1 - \frac{t_3 + 273}{\bar{t}_Г + 273}}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі з газової сторони:

$$\alpha_1 = (\alpha_B + \alpha_K)\xi.$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі:

$$k = \frac{K_E \alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

При дослідженні впливу відкладень задавався діапазон запиленості димових газів від 10 до 50 г/м³. При цьому для кожного значення запиленості розмір пилових частинок змінювався в інтервалі 1 – 35 мкм (рис. 2).

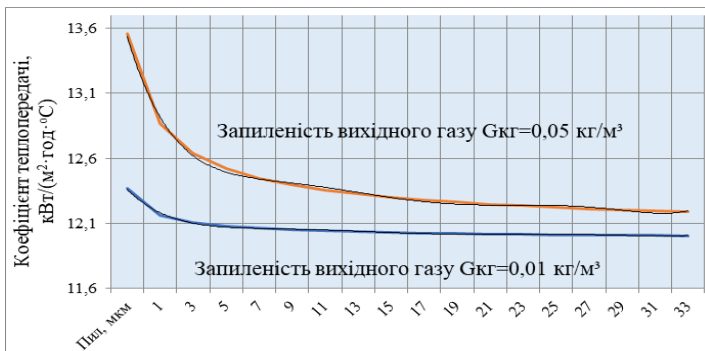


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта теплопередачі від розміру пилових частинок і запиленості димових газів

Визначений за допомогою розроблених розрахункових програм вплив ступеня запиленості димових газів та розміру пилових частинок на теплопередачу. При розмірі пилових частинок 50 мкм та запиленості димових газів 50 г/м^3 коефіцієнт теплопередачі становить $12,3 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$, а при розмірі частинок 1 мкм – $13,31 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$. У діапазоні зміни розміру частинок, що розглядається, коефіцієнт теплопередачі зростає в середньому на 7 % – 12 %.

Висновки. Проведені розрахунки, які показали вплив запиленості димових газів і розміру пилових частинок на теплопередачу. При дослідженні впливу в кожній схемі задавався діапазон запиленості димових газів від 10 г/м^3 до 50 г/м^3 . При цьому, при кожній запиленості змінювався розмір пилових частинок від 1 мкм до 35 мкм. Отримані залежності впливу запиленості і розміру пилових частинок на коефіцієнт теплопередачі випромінюванням, що в свою чергу впливає на коефіцієнт теплопередачі від газів до стінок труб, і, в результаті, на коефіцієнт теплопередачі, який визначає кількість переданого тепла. Зростання коефіцієнта теплопередачі випромінюванням при менших розмірах пилових частинок пояснюється тим, що розігріті пилові частинки до температури вище 700 °С починають світитися і більше випромінювати тепла на поверхні нагріву.

Список літератури:

1. Yurko V., Improvement of methods for calculating thermal characteristics of loop air heaters / V. Yurko, A. Ganzha, O. Tarasenko, L. Tiutiunyk // Easten-Europen Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 1, № 8. – P. 36–43.