

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РЕГЕНЕРАТИВНИХ ТЕПЛОБМІННИКІВ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

О.В. Жуков¹, О.В. Кошельник^{2,3}

¹ аспірант кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

³ доцент кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології, канд. техн. наук, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Харків, Україна

oleksii.zhukov@ieee.khpi.edu.ua

Нагрів повітряного дуття у доменному виробництві – один з найважливіших етапів його розвитку, який грає величезну роль у зниженні витрат палива та підвищення продуктивності доменних печей. Пошук шляхів підвищення температури дуття призвів до створення регенеративних повітрянагрівачів, показавши значну перевагу за рівнем досягнутого нагріву повітря та швидко витіснив з практики всі раніше створені конструкції. Таким чином вони є переважаючим засобом для нагріву доменного дуття до сучасного часу [1, 2].

Доменний регенеративний повітрянагрівач має кожух – металеву оболонку з дном, футерованим вогнетривкою шамотною цеглою. У зв'язку зі значним збільшенням розмірів повітрянагрівачів, що досягають 50-55 м за висотою та зовнішнім діаметром 9-13 м, кожухи виготовляють з низьколегованої сталі з товщиною листів 25-40 мм для повітрянагрівача та 20 мм для шахти горіння. Очищений доменний газ (або суміш доменного та коксового газів), підведений до повітрянагрівача, подається до камери горіння разом з необхідним для спалювання повітрям горіння в газовий палик. Продукти горіння газу піднімаються вгору під купол повітрянагрівача, де відбувається їх повне згоряння та досягається максимальна температура. Далі продукти горіння опускаються донизу через канали насадки, що складається з окремих вогнетривких блоків. Віддаючи насадці своє тепло, вони охолоджуються до 150-400 °С, а потім відводяться через клапани у боров до димової труби. Після нагріву насадки при досягненні максимально допустимої температури підкупольного простору, подача газу до камери горіння припиняється. Через піднасадковий простір та камеру горіння у зворотному до газу напрямку подається повітря, яке нагрівається до заданої температури, а потім через клапан гарячого дуття прямує по повітропроводу у доменну піч. Після охолодження насадки повітрянагрівач знов переводять на режим нагріву [3]. Безперервність подачі дуття забезпечується наявністю блока з трьох-чотирьох повітрянагрівачів на піч, з яких позмінно два або три працюють у режимі нагріву, а інші на дуття в залежності від їх числа та прийнятої схеми роботи (одинарної чи попарно-паралельної). Режимми нагріву і охолодження є основними для роботи повітрянагрівача.

Ефективність нагріву гарячого дуття в повітрянагрівачах в багато чому визначають техніко-економічні показники роботи доменної печі. Підвищення температури доменного дуття призводить до скорочення витрат коксу та зростання продуктивності печей, що істотно знижує експлуатаційні витрати. На загальну економічну ефективність нагріву дуття впливають також капітальні витрати на побудову повітрянагрівачів та їх ремонт. Рівень отриманої температури нагріву дуття,

капітальні витрати на побудову та міжремонтний термін служби повітрянагрівачів в першу чергу визначається їх конструкцією.

Для збільшення ефективності використання доменних повітрянагрівачів необхідно змінювати конструкційні параметри апарату, тобто кількість та об'єм теплоакумулюючих елементів, а також здійснювати підбір оптимальної схеми тепловикористання. Реалізуючи такий сценарій, необхідно брати до уваги, що при збільшенні кількості елементів кладки, а також зміні схеми загального компонування високотемпературних агрегатів, зростає аеродинамічний опір. Це пов'язано з додатковими проблемами стійкості та надійності конструкції та циклу життя насадки. Беручи до уваги всі аспекти, які впливають на ефективність роботи регенератора, стає зрозумілим, що використання сучасних компоновок зі збільшенням ступеня заповнення камери практично не призводить до зростання його ефективності без одночасного збільшення габаритів установки в цілому.

В даному випадку одним із перспективних методів підвищення ефективності теплообмінників доменних печей, є використання насадок з «гібридними» матеріалами на основі сольової кераміки. Основною перевагою використання такої насадки є ефект від дії прихованої теплоти плавлення, що обумовлюється фазовим переходом сольового компоненту.

Такий метод також широко використовується в низькотемпературних теплових акумуляторах [4]. Він працює таким чином, що гаряче повітря, яке потрапляє до теплового акумулятора прогріває його, цим самим плавка вставка починає змінювати агрегатний стан із твердого на рідкий. При циклічній зміні теплоносія, коли до акумулятора потрапляє холодне повітря, відбувається теплообмін між матеріалом акумулятора та холодним повітрям, а також відбувається фазовий перехід плавкої вставки, в результаті чого холодне повітря отримує більшу кількість теплоти на величну теплоту фазового переходу.

Незважаючи на значний ефект від використання таких насадок, сьогодні практично відсутні роботи, присвячені розробці апаратів даної конструкції для систем повітропостачання доменних печей, що вказує на необхідність додаткових досліджень в цьому напрямі.

Список літератури:

1. *Tovarovskiy I.G. Cognition of the processes and development of the blast smelting technology / I.G. Tovarovskiy. – K.: Nova Press, 2013. – 240 p.*
2. *Ganzha A. Analysis of efficiency and reliability of blast-furnace process waste heat recovery systems / A. Ganzha, O. Zaiets, O. Koshelnik // Technology audit and production reserves. –2017. – Vol. 1 (33). – P. 48 – 54.*
3. *Кошельнік О.В. Моделювання роботи регенеративних теплообмінних апаратів високотемпературних технологічних установок / О.В. Кошельнік, В.Г. Павлова, Є.В. Хавін // «Інформаційні технології: Наука, техніка, освіта, здоров'я»: тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції [20-22 травня 2015 р]: у 4 ч. Ч.1. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – С. 276.*
4. *Murat M. Kenisarin. High-temperature phase change materials for thermal energy storag / Kenisarin Murat M. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2010. – Vol. 14, Issue 3. – P. 955-970.*
5. *Кошельнік О.В. Особливості застосування теплоакумулюючих елементів з фазовим переходом в регенеративних теплообмінниках скловарних печей / О.В. Кошельнік, С.Б. Гойсан, Т.М. Пугачова, О.В. Круглякова, В.Г. Павлова // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2022. – № 1. – С. 63 – 70.*