**Форись Світлана Миколаївна. Газодинамічний та тепловий режими, що забезпечують економію природного газу при виробництві вапна в шахтних протитокових печах : Дис... канд. наук: 05.14.06 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Форись С. М. Газодинамічний та тепловий режими, що забезпечують економію природного газу при виробництві вапна в шахтних протитокових печах. Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 - Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. - Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2009.  Дисертаційна робота присвячена питанням скорочення питомої витрати природного газу при виробництві вапна в шахтних протитокових печах на основі розробки і впровадження ефективних режимів випалу та часткової заміни природного газу доменним.  Розроблено та реалізовано на ЕОМ математичну модель шахтної протитокової вапняно-випалювальної печі с центральним та периферійним підведенням природного газу. В моделі враховані рух газів у щільному шарі кускового матеріалу, конвективне та дифузійне перенесення речовини, горіння палива, зовнішній та внутрішній теплообмін.  На основі результатів експериментальних та розрахунково-теоретичних досліджень показано необхідність урахування турбулентної дифузії при моделюванні роботи шахтних протитокових вапняно-випалювальних печей, що забезпечує істотне підвищення вірогідності кількісного та якісного опису фізичних процесів при випалу вапняку.  Вирішено задачу оптимізації режимних параметрів: розподілу палива, повітря та рециркуляту між центральною та периферійними пальниками, - що забезпечує мінімальні витрати природного газу при виробництві вапна.  Розроблено методику визначення теплотехнічних показників роботи вапняно-випалювальних печей (загальної витрати повітря, об’ємного виходу димових газів та диоксиду вуглецю в результаті дисоціації), що основана на результатах газового аналізу.  Розроблено енергоефективні режими роботи шахтної протитокової вапняно-випалювальної печі, що забезпечують зниження питомої витрати природного газу на 20 25 % при заданих значеннях якості готового продукту та продуктивності агрегату.  Розроблено режими опалення шахтної протитокової вапняно-випалювальної печі сумішшю природного та доменного газів. Очікувана економія природного газу при цьому становить близько 30 %. | |
| |  | | --- | | У дисертації вирішено важливу науково-технічну задачу зниження питомої витрати природного газу при виробництві вапна в шахтних протитокових печах на основі розробки і впровадження енергоефективних режимів випалу та часткової заміни природного газу доменним.  Основні результати роботи полягають у наступному:  1. Аналіз вапняно-випалювального виробництва показав, що значна питома витрата палива при виробництві вапна в шахтних протитокових печах (близько 235 кг у.п./т) обумовлена незадовільним перемішуванням палива з окислювачем в щільному шарі кускового матеріалу. При цьому частка паливної складової в собівартості даного продукту досягає 30 40 %. Перспективними заходами, що забезпечують зниження споживання природного газу в шахтних печах, є розробка оптимальних режимів випалу, технічних рішень щодо опалення природно-доменною сумішшю, а також рекомендацій щодо використання адіабатичної витримки на діючих агрегатах.  2. Розроблено математичну модель шахтної протитокової вапняно-випалювальної печі із центральним та периферійним підведеннями палива, що опалюється газоподібним паливом. У моделі враховано рух газів у щільному шарі кускового матеріалу, конвективне та дифузійне перенесення речовини, горіння палива, зовнішній та внутрішній теплообмін. У результаті тестування структурних елементів математичної моделі встановлені вимоги до кінцево-різницевої сітки: крок по висоті Dh і радіусу Dr печі не повинен перевищувати 0,25 м, крок по товщині куска матеріалу повинен відповідати умові Dr 0,01 м; крок за часом – Dt 120 с.  3. Розроблено методику визначення теплотехнічних показників роботи вапняно-випалювальних печей (загальної витрати повітря, об'ємного виходу димових газів і диоксиду вуглецю в результаті дисоціації вапняку), що заснована на результатах газового аналізу.  4. На основі порівняння експериментальних даних з результатами розрахунково-теоретичних досліджень роботи шахтної печі №2 цеху випалу вапняку ВАТ «АМК» показано, що урахування турбулентної дифузії газу при моделюванні істотно підвищує вірогідність кількісного і якісного опису фізичних процесів при випалі вапняку. Зокрема, розрахункова ступінь випалу матеріалу з урахуванням та без урахування даного фактору складає відповідно 74,3 % і 30,9 % при значенні експериментального показника 72,6 %.  5. За результатами параметричного дослідження вапняно-випалювальної печі встановлено, що розподіл палива між пальниками, витрата повітря в основу печі, витрата первинного повітря і рециркуляту в центральний пальник, завантаження печі вапняком та діаметр кусків вапняку нелінійно впливають на видаткові статті теплового балансу печі та повинні враховуватися при розробці режимів роботи агрегату. При перерозподілі палива між пальниками та зміні витрати повітря в основу печі існують оптимальні режими, яким відповідає максимум корисно використаної теплоти.  6. На основі узагальнення результатів досліджень отримано енергетичну характеристику шахтної протитокової вапняно-випалювальної печі, що визначає зв'язок витрати природного газу з розподілом палива, повітря і рециркуляту між центральною та периферійними пальниками в залежності від завантаження печі вапняком та якості вапна.  7. Для умов печі №2 цехи випалу вапняку ВАТ «АМК» на основі рішення задачі оптимізації витрати природного газу розроблені енергозберігаючі режими роботи, що забезпечують зниження питомої витрати палива на 20 25 % при заданих значеннях якості готового продукту і продуктивності агрегату. Показано доцільність налагодження режиму центрального пальника: витрата палива має становити 410 430 м3/год; витрата рециркуляту – 730 780 м3/год; витрата повітря – 980 1040 м3/год. При цьому керування якістю вапна залежно від продуктивності здійснюється шляхом зміни витрати палива на периферійні пальники та витрати повітря в основу печі.  8. На основі розрахункових досліджень розроблено пропозиції щодо переведення печі №2 цеху випалу вапняку ВАТ «АМК» на опалення природно-доменною сумішшю з теплотою згоряння 9,4 МДж/м3. Очікувана економія природного газу при цьому становить близько 30 %.  9. Розроблено рекомендації із застосування адіабатичної витримки вапняку в умовах діючого агрегату. Показано, що припустиме скороченні часу перебування матеріалу в зоні випалу становить на 5 6 %. Виконання даної умови забезпечує збереження продуктивності печі. Апробація адіабатичної витримки у промислових умовах дозволила підвищити ступень випалу вапняку на 3 % і зменшити питомі витрати природного газу на 15 кг у.п./т. | |