

чи), максимальний – 642 м³ (12,8% полезного об'єму печі) на ДП № 9 «Криворожстали». Образование столь большого застывшего массива на ДП № 9 было обусловлено несоответствием засыпного аппарата и дутьевого режима требованиям эксплуатации печей большого объема.

Анализ изменения соотношения объемов зон пластичности и кокса в работавшей ДП объемом 2000 м³ показал, что относительный объем пластичной зоны до выпуска составлял 57% объема зоны кокса, а после выпуска – 48%. Отсюда следует важный для ведения печи вывод: нижний и общий перепады давления газа в печи перед выпуском могут возрастать не только в результате усиления подпора фурменных очагов продуктами плавки, но и в результате относительного увеличения объема пластичной зоны – зоны железорудных материалов, находящихся в труднопроницаемом для газов размягченном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фазовые превращения материалов при доменной плавке / Балон И.Д., Буклан И.З., Муравьев В.Н., Никулин Ю.Ф. – М.: Металлургия, 1984. – 152с.
2. Гуденау Г-В. Исследования на охлажденных доменных печах в Японии / Гуденау Г-В., Сасабе М., Крайбих К. // Черные металлы. – 1977. – № 6-7. – С.13-17.
3. Грабе К. Поведение шихтовых материалов при размягчении в «замороженной» азотом доменной печи и его влияние на расход кокса / Грабе К., Де Хаас Г. // Черные металлы. – 1986. – № 5. – С.25-32.
4. Доклад о разборке содержимого доменной печи № 1 завода Амагасаки / К.Нарита, Т.Сато, М.Маекава [и др.] // Тецу то Хагане. – 1980. – № 13. – С.1975-1984.
5. Влияние распределения шихты на разгар металлоприемника доменной печи / В.И.Большаков, С.Т.Шулико, В.В.Канаев, Ф.М.Шутылев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2001. – № 4. – С.4-9.
6. Работа доменной печи в форсированном режиме / Гришкова А.А., Клемперт В.М., Федулов Ю.В., Быльева Л.П. // Сталь. – 1987. – № 9. – С.17-22.

Поступила в редколлегию 07.09.2015.

УДК 622.7:622.785

РУДЕНКО М.Р., к.т.н., доцент
ЗЮЗЬ В.Г.*, директор
РУДЕНКО Р.М., аспирант

Дніпродзержинський державний технічний університет
*ПП «Зевс Еліт», м. Кривий Ріг

УПРАВЛІННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНИМ СКЛАДОМ І МІЦНІСТЮ ГРАНУЛ ОГРУДКОВАНОЇ АГЛОШИХТИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Вступ. Однією з переваг агломераційного виробництва є можливість залучення в переділ залізовмісних матеріалів, що відрізняються як за хімічним, гранулометричним складом, так і за різними поверхневими властивостями. Але при використанні тонкодисперсних залізорудних концентратів, залізовмісних шлавів, пилу погіршуються якість огрудкованої шихти, газодинамічні властивості шару шихти. Спікання таких шихт проходить в надто низьких шарах.

Постановка задачі. Метою роботи є встановлення закономірностей раціонального використання шихтових матеріалів зі значною кількістю тонкоподрібнених мате-

ріалів, регулювання процесом грануляції шихти з формуванням шару шихти заданої крупності та покращення газопроникності і якості огрудкування в цілому.

В процесі огрудкування шихти відбувається фізико-хімічна взаємодія різнорідних компонентів і зволожуючої рідини (води). Впливати на процес можливо тільки за рахунок часу змішування і огрудкування. Однією з перешкод є можливість шихтових матеріалів по-різному змочуватись водою. А деякі практично не змочуються (наприклад, тверде паливо). Це призводить до формування гранул шихти, що значно відрізняються за гранулометричним і хімічним складом (надлишок або недолік вуглецю твердого палива, різній основності).

Результати досліджень. Основа досягнення високої газопроникності шару в процесі спікання – це формування шару шихти на палеті з визначеним гранулометричним складом, що зберігає міцність при ваговому навантаженні, перезволоженні, сушці і нагріві.

При визначенні залежності впливу підготовки процесу огрудкування, газопроникності й спікання агломераційної шихти з високою часткою тонкоподрібнених матеріалів використовувалася шихта агломераційного цеху ПАТ «ДМКД», підготовлена до огрудкування. Агломераційна шихта складалась на 78% із класу крупності менше 5 мм (рис.1).



Рисунок 1 – Гранулометричний склад вихідної шихти, підготовленої для огрудкування

Залізорудна частина шихти складалася з 80% концентрату й 20% аглоруди. Кількість звороту в шихті у всіх дослідях була постійною і становила 25%. Розрахункова основність у дослідях була рівна 1,4. Оптимальна вологість шихти становила 8,7% і підтримувалася на даному рівні у всіх серіях дослідів.

Змішування й огрудкування шихти здійснювали в циліндричному гладкому барабані з регульованою швидкістю обертання, довжиною 1,250 м і діаметром 0,320 м. Ступінь заповнення барабана шихтою – 12%. Змішування шихти здійснювали у водоспадному режимі при кутовій швидкості обертання 34 об./хв., а огрудкування – у режимі перекату з кутовою швидкістю 16 об./хв. Час змішування для всіх дослідів становив 3 хвилини, а час огрудкування – 5 хвилин.

Після огрудкування із усієї маси гранульованої шихти відбирали пробу для визначення вологості [1], частину шихти підсушували й потім розсівали для визначення середньозваженого діаметра гранул, частину огрудкованої шихти, що залишилася, за-

вантажували в лабораторну агломераційну чашу діаметром 0,12 м і піддавали спіканню за стандартною методикою. Перед завантаженням шихти в аглочашу на колосникові грати поміщали 0,4 кг постелі з готового агломерату класу 10-15 мм.

У якості зволожуючої рідини використовувався розчин вода + «Речовина поверхнево-активна для коксування». Для визначення технічних показників параметрів процесу огрудкування й газопроникності із використанням поверхнево-активної речовини було підготовлено розчини:

- 1) зі співвідношенням 65:35 відповідно;
- 2) зі співвідношенням 50:50.,

причому з останньою рідиною час огрудкування знижено до 1,5 хв.

«Речовина поверхнево-активна для коксування» – це рідина з високою проникаючою здатністю, змочує будь-які поверхні, має стабільно високу активність при нормальній температурі навколишнього середовища, не горить, не вибухає в з'єднаннях.

Речовина не токсична, не отруйна, при температурі більш 100°C – кипить, при температурі більш 150°C – коксується. Крім цього, речовина не містить шкідливі хімічні елементи P, S, Si, Cu, Pb, As і їх з'єднання. При змішуванні з водою добре розчиняється.

Огрудкування в умовах ПАТ «ДМКД» і лабораторії кафедри металургії чорних металів Дніпродзержинського державного технічного університету (м. Дніпродзержинськ) показало, що шихтові матеріали практично не відрізнялися за якістю. Різниця насипних мас цих проб становила 2,2%.

Розсівом шихти (рис.2), огрудкованої в умовах агломераційного цеху, встановлено, що близько 12% – дрібна фракція (0-5 мм), що формує клас 5-10, і 4% – клас більше 15 мм (тобто некондиція).

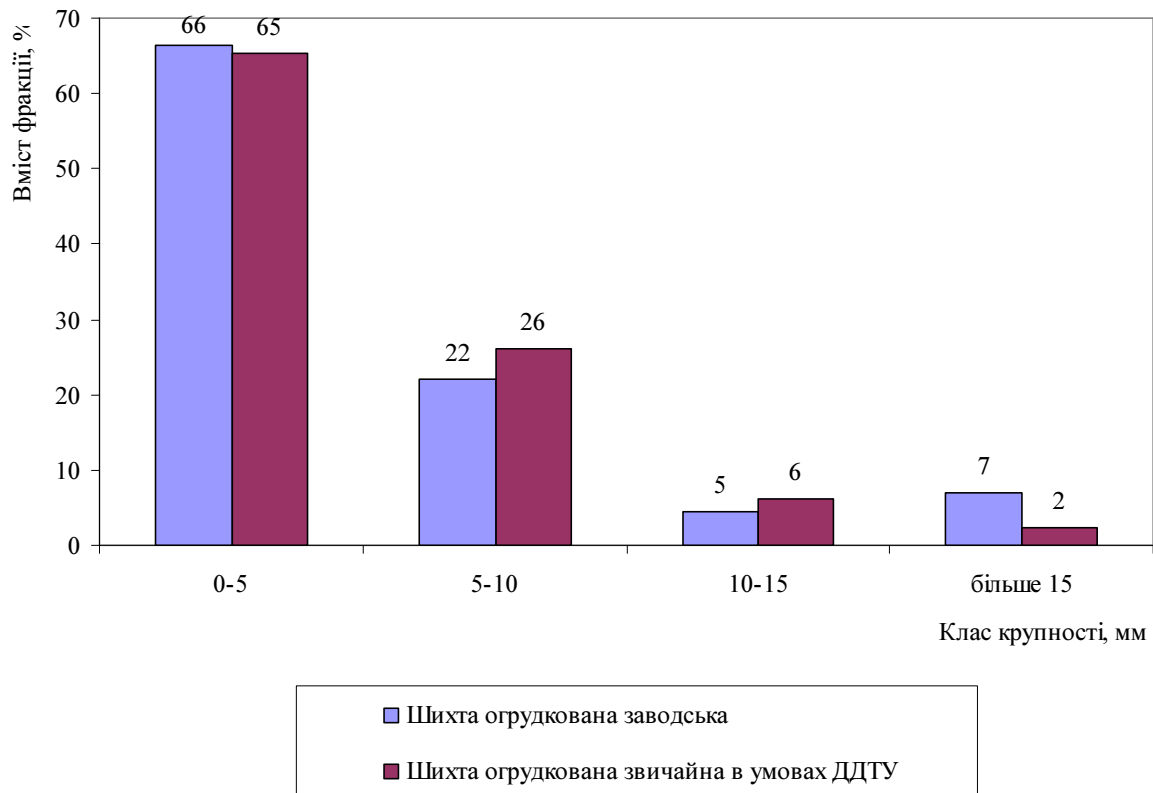


Рисунок 2 – Гранулометричний склад шихти, огрудкованої в умовах ПАТ «ДМКД» і лабораторії ДДТУ

Встановлено також, що зі збільшенням витрати поверхнево-активної речовини (ПАР) в шихту значно знижується насипна маса досліджуваних шихт. Так при витраті 3% поверхнево-активної речовини насипна маса знизилася на 11,7%, а при 6% ПАР – на 14,3% від базової, огрудкованої у лабораторії (рис.3) [2].

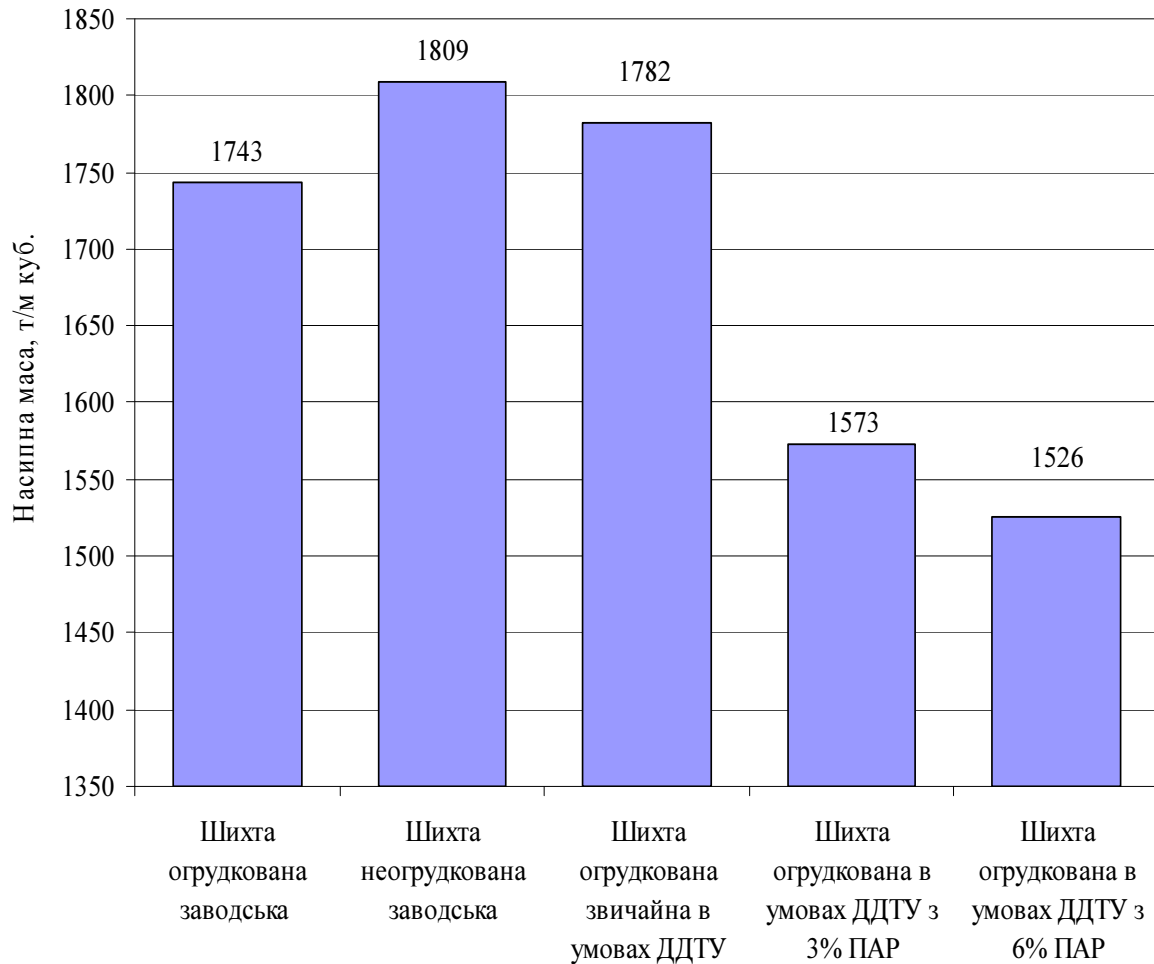


Рисунок 3 – Зміна насипної маси аглошихт від способу підготовки

Дослідження гранулометричного складу шихт показало зниження частки дрібної фракції (0-5 мм) і підвищення вмісту фракції 5-15 мм (рис.4) [3]. Встановлено, що середньозважений діаметр зростає зі збільшенням витрати поверхнево-активної речовини. Залежності наведено на рис.5. Розрахунками середньозваженого діаметра огрудкованої шихти визначено крупність $5,4 \times 10^{-3}$ м при витраті ПАР 3% і $8,3 \times 10^{-3}$ м – при витраті ПАР 6%.

Підготовлена у такий спосіб шихта має рівний гранулометричний склад, міцну структуру. Причому, міцність сирих гранул підвищується з 0,2 до 0,45 кг/гранулу. Це пояснюється збільшенням сил міжмолекулярного зчеплення між частками.

Для визначення газопроникності досліджувані шихти завантажували в агломерційну чашу (діаметр чаші – 120 мм, висота 340 мм) на постіль висотою 30 мм.

Розрідження під колосниковими ґратами вимірювали U-образним манометром, швидкість фільтрації повітря – крильчатим анемометром¹. Температура повітря на вході в шар становила 18,4°C. Дані досліджень наведено на рис.6.

¹Крильчатий анемометр testo-417, зав. №02219762 св. повірки №22-00/2494988 від 04.08.2015

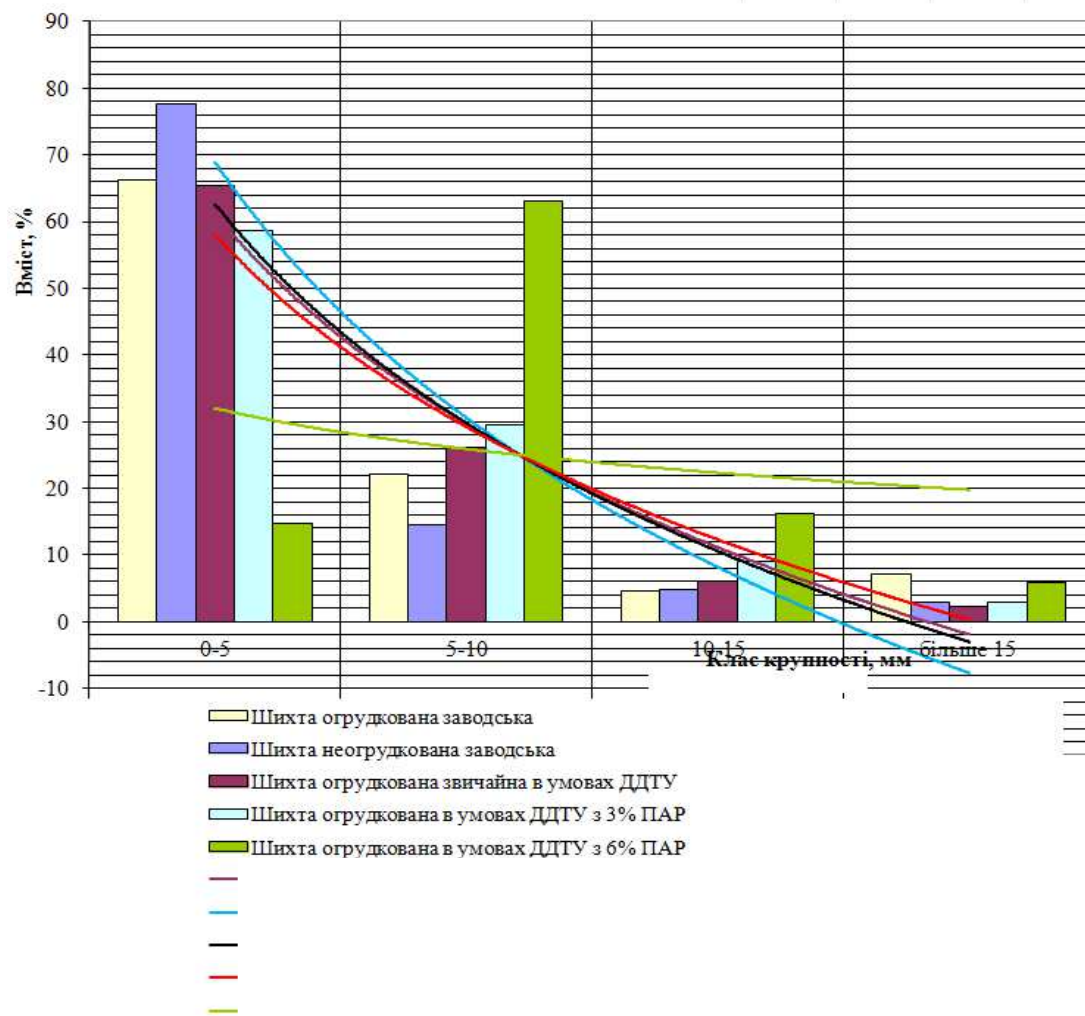


Рисунок 4 – Гранулометричний склад агломераційних шихт, підготовлених різними способами

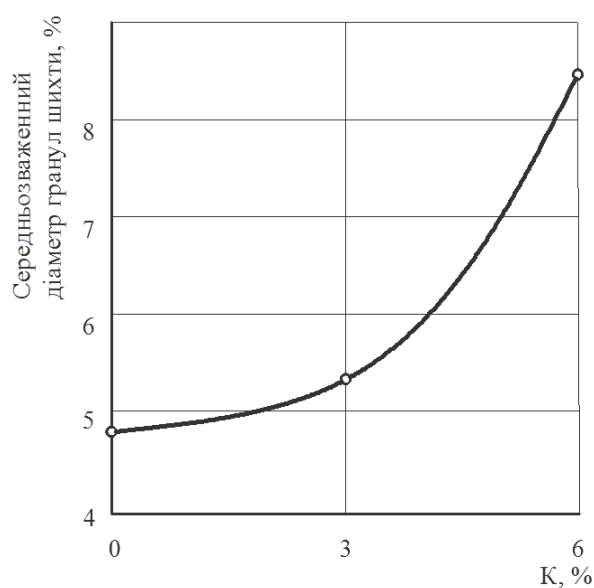


Рисунок 5 – Залежність середньозваженого діаметра огрудкованої шихти від вмісту поверхнево-активної речовини (К) у зволожуючому розчині

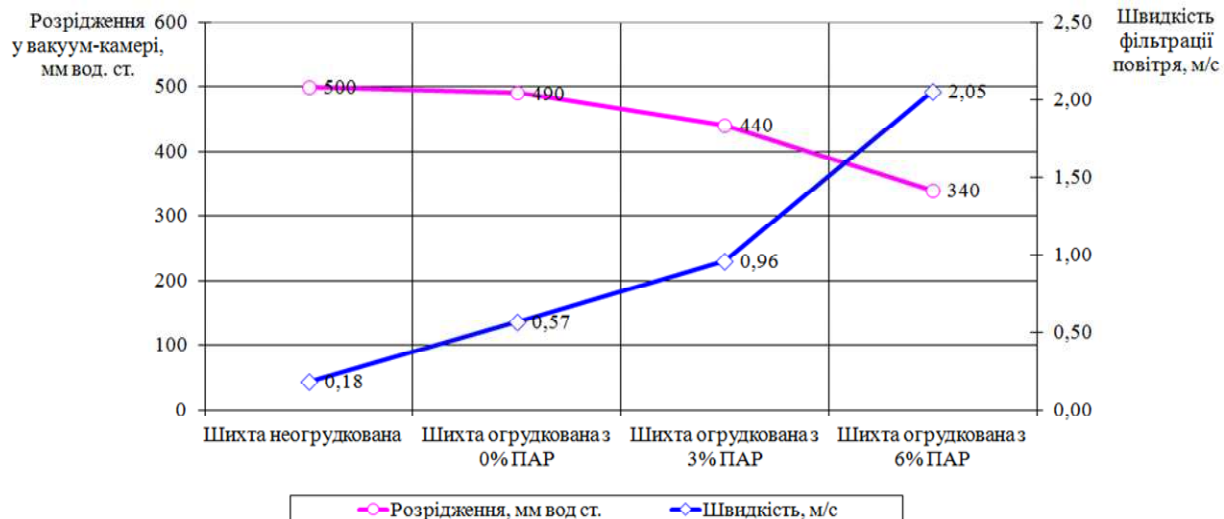


Рисунок 6 – Залежність розрідження під колосниковими ґратами й швидкості фільтрації повітря через шар агломераційних шихт, підготовлених різними способами

Установлено, що зі збільшенням витрати поверхнево-активної речовини від 0% до 3% і 6% у водному розчині знижується розрідження під колосниковими ґратами з 4,9 кПа до 4,4 кПа й 3,4 кПа відповідно. При цьому збільшується швидкість фільтрації повітря в шар з 0,57 м/с (базова шихта) до 0,96 м/с (витрата поверхнево-активної речовини 3%) і 2,05 м/с (витрата поверхнево-активної речовини 6%), тобто на 40,6-72,2%. Це дозволило підвищити швидкість спікання на 19% і 26% відповідно частці поверхнево-активної речовини у зволожуючому розчині.

Збільшення частки поверхнево-активної речовини у водному розчині призвело до збільшення діапазону крупності огрудкованої шихти між великими й дрібними гранулами. При агломерації це негативно вплине на газопроникність, температурно-тепловий стан шару агломерації й вихід придатного агломерату.

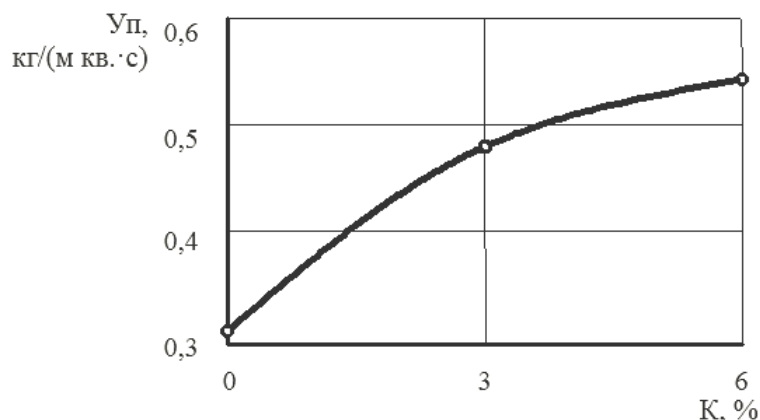


Рисунок 7 – Залежність приведеної питомої продуктивності агломераційної установки (Уп) від вмісту поверхнево-активної речовини у водному розчині (К)

речовини у зволожуючій рідині до 3% і 6% питома продуктивність підвищувалась до 0,42 і 0,49 кг/(м³·с).

Результати дослідів, наведені на рис.7, показують, що питома продуктивність агломераційної установки збільшується прямо пропорційно збільшенню вмісту поверхнево-активної речовини у водному розчині зволожуючої рідини. Так при звичайному зволоженні без поверхнево-активної речовини (вміст 0% поверхнево-активної речовини) питома продуктивність становила 0,31 кг/(м³·с). При збільшенні поверхнево-активної

За інших рівних умов можливі підвищення висоти шару шихти, що спікається, на 100-150 мм і зниження витрати твердого палива на 10-12% відн.

Висновки.

1. Основою підвищення виробництва чавуну є якісний агломерат з високим вмістом заліза, що забезпечується залученням у переділ тонкоподрібнених концентратів. Зі збільшенням частки тонкодисперсних матеріалів (концентратів, пилу, окалини, шлаків), залізо-, вуглець- утримуючих добавок і зменшенням рудних компонентів у шихті погіршується якість огрудкованої шихти. Збільшується неоднорідність крупності огрудкованої шихти. Збільшення як дрібної, так і великої фракції призводить до більш щільного впакування шихти. Це негативно впливає на процеси тепло- і масообміну при пошаровому спіканні агломераційної шихти.

2. На багатьох агломераційних фабриках уживають спроби поліпшити якість огрудкування агломераційних шихт шляхом роздільного огрудкування, уведення в процесі сполучних добавок. Однак жоден із запропонованих способів з різних причин не одержали широкого поширення в промисловості. При виробництві вапна як основного сполучного виділяється значна кількість парникових газів. Крім того раціонально використання дрібнодисперсного вапна, що не завжди технологічно і фінансово можливо.

3. Запропоновано технологію і виконано дослідні огрудкування й спікання шихти, підготовленої з використанням поверхнево-активних речовин. За рахунок високої проникаючої здатності відбувається глибоке проникнення зволожуючої рідини в шар тонкодисперсних матеріалів. Це особливо важливо для таких матеріалів (шлам, пил електрофільтрів та ін.), які погано змочуються водою. При цьому підвищуються капілярні сили зчеплення, і покращується процес грануляції неоднорідних шихтових матеріалів.

4. Результати проведених досліджень показують, що при використанні поверхнево-активних речовин збільшується швидкість фільтрації повітря в шар з 0,57 м/с (базова шихта) до 0,96 м/с (витрата поверхнево-активної речовини 3%) і 2,05 м/с (витрата поверхнево-активної речовини 6%), тобто на 40,6-72,2 %. При цьому знижується розрідження під колосниковими ґратами з 4,9 кПа до 4,4 кПа й 3,4 кПа відповідно, що сприяє збільшенню швидкості спікання й продуктивності з 0,31 кг/(м³×с) (звичайний режим огрудкування) до 0,42 кг/(м³×с) (витрата поверхнево-активної речовини 3%) і 0,49 кг/(м³×с) (витрата поверхнево-активної речовини 6%).

ЛІТЕРАТУРА

1. Руди залізні і марганцеві, концентрати, агломерати і окатки. Метод визначення масової частки вологи: ДСТУ 3201-95. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 22с.
2. Руди залізні і марганцеві, концентрати, агломерати і окатки. Метод визначення дійсної, об'ємної, насипної щільності і пористості: ДСТУ 3207-95. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 26с.
3. Руди залізні і марганцеві, концентрати, агломерати і окатки. Визначення гранулометричного складу методом ситового аналізу. ДСТУ 3210-95. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1999. – 26с.

Надійшла до редколегії 23.12.2015.