

УДК 669.162

**В.В. Бочка, М.В. Ягольник, К.В. Шмат, А.В. Сова**

Український державний університет науки і технологій (УДУНТ), Дніпро

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ АГЛОМЕРАТУ ЗА МІЦНІСТЮ І КРУПНІСТЮ В СТАБІЛІЗАТОРІ БАРАБАННОГО ТИПУ**

В лабораторії кафедри металургії чавуну і сталі УДУНТ проведено експериментальне дослідження зміни гранулометричного складу спеченця в дослідному барабані [1] радіусом 0,5 м, частотою обертання – 25 об/хв, ступенем завантаження агломератом 30%, кількістю полиць – 6, їх шириною – 21% від радіуса барабана.

У першому випадку (\*) кількість та ширина полиць залишали незмінною. У другому випадку (\*\*) для створення трьох робочих зон у дослідному барабані після хвилини обробки була проведена зміна кількості полиць до 3, а їх ширини – до 19% від радіуса барабана, а після подальших півтори хвилин обробки агломерату - кількість полиць зменшили з 3 до 1, а ширину - до 17% від радіуса барабана.

Результати дослідження зміни крупності агломерату під час обробки у барабані з незмінною кількістю та шириною полиць (\*), та у барабані з робочими зонами (\*\*) представлені у табл. 1.

Таблиця 1 - Вплив механічної обробки агломерату в пристрої барабанного типу на його гранулометричний склад

Час обробки, хв	Вміст фракції, %									
	0-5 мм		5-10 мм		10-25 мм		25-40 мм		40+ мм	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
1	10,2 3	10,4	13,6 2	13,3	45,7 4	43,9	21,0 5	22,2 4	9,36	10,1 6
2	14,2 0	13,3 5	17,4	16,9	45,8	46,2	16,7 8	16,4 2	5,82	7,13
3	16,3 5	15,0	22,1	21,8	48,4 7	48,7	8,5	9,3	4,58	5,2
4	21	18,0 5	22,3	22,1	46,1 7	47,8	6,3	7,45	4,23	4,6

Як видно з табл., в барабанах обох конструкцій основне руйнування крупних фракцій відбувається на початковому етапі механічної обробки. При цьому продуктами руйнування крупних кусків здебільшого є фракції крупністю більше 5 мм (5-10; 10–25; 25–40 мм). Фракція 0-5 мм утворюється в межах 10%, а фракція 10–25 мм - майже 50%. Наведений характер руйнування свідчить про те, що саме на цьому етапі з крупних кусків починають виділятися більш міцні складові, якими є вищеназвані блоки. Основними причинами руйнування є високий рівень реалізації внутрішніх напружень і руйнування кусків по найбільшим порам та на контактах фаз. При подальшій обробці агломерату, характер руйнування кусків в барабанах дещо змінюється – крім фракції більше 40 мм починає руйнуватися фракція 25–40 мм. При цьому продуктами руйнування даної фракції є в основному куски крупністю 0-5 і 5-10 мм. Подальша механічна обробка призводить до стабілізації найбільш міцних фракцій 5-10 і 10-25 мм. Після 3 хвилин обробки відбувається небажане значне подрібнення спеченця з утворенням дріб'язку 0-5 мм, при відсутності суттєвого покращення його гранулометричного складу.

Зниження навантаження на куски спеченця починаючи з другої хвилини обробки в барабані з робочими зонами (\*\*\*) призводить до зменшення кількості дріб'язку у порівнянні з барабаном без зменшення кількості та ширини полиць на 6-9% щохвилино. Вміст агломерату фракцією 5-10 мм лишається на тому самому рівні, а вміст фракцій 10-25 мм, 25-40 мм, та в незначній мірі фракції більше 40 мм - збільшується.

Порівняння гранулометричного складу показало позитивний вплив використання барабана з різними робочими зонами на механічну обробку агломерату.

Завдяки результатам моделювання та експериментальних досліджень встановлено, що для забезпечення оптимальної механічної обробки та отримання агломерату, стабілізованого за міцністю та крупністю (5-40 мм), пристрій барабанного типу повинен мати наступні характеристики: радіус барабана – 1,25–1,75 м; частота обертання – 8-10 об/хв; кількість полиць – від 6 (1 зона), - 3-5 (2 зона) та - 0-2 (3 зона); ширина полиць - 20-22 % від радіуса барабана (1 зона), - 18-20% (2 зона) та - 16-18 % (3 зона); ступінь завантаження барабана – 15-30%; кут нахилу 4-6 град.; довжина барабана 7,5-10 м (рис. 1).

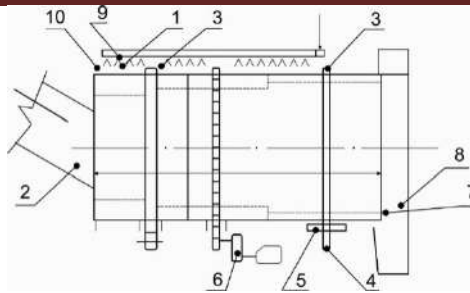


Рис. 1 - Схема барабана-стабілізатора: 1 - барабан, 2 - завантажувальна лійка, 3 - бандажі, 4 - опорні ролики, 5 - упорні ролики, 6 - привід, 7 - полиці, 8 - розвантажувальна камера, 9 - форсунки для зрошення пристрою водою, 10 - кільцеві ребра

Дана конструкція дозволяє забезпечувати необхідний рівень початкових навантажень на агломерат в межах 70-100 Дж/кг з подальшим зменшенням енергетичних сил до 30 Дж/кг.

Це підтверджується розрахунком енергетичних навантажень на агломерат у барабані радіусом 1,25 м, частотою обертання – 9 об/хв, ступенем завантаження агломератом 30%, зміною в робочих зонах кількості полиць з 6 до 3 і 1, та їх ширини – з 21% до 19% і 17% від радіуса барабана (рис. 2).

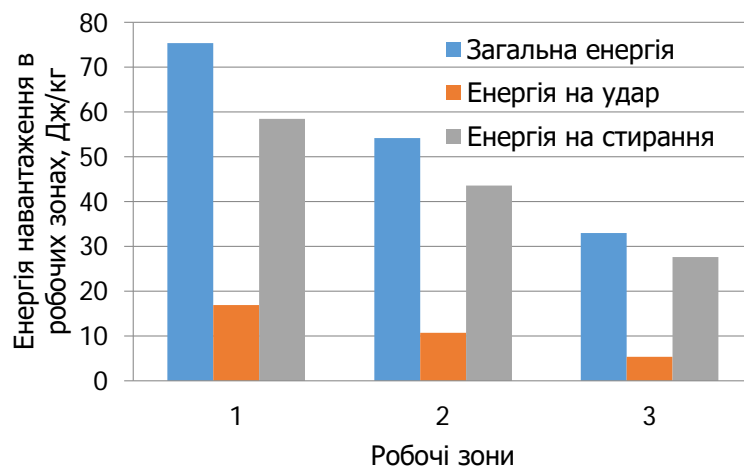


Рис. 2 - Залежність енергії руйнування від кількості та ширини полиць в робочих зонах барабана-стабілізатора

Окрім покращення якості агломерату, перевагою запропонованої схеми є те, що використання барабана-стабілізатора як пристрою для ефективної стабілізації та охолодження спеченця дає можливість зменшити кількість етапів та агрегатів механічної обробки, що позитивно вплине на зниження витрат на будівництво й експлуатацію агрегатів і витрати електроенергії.

Оцінка ефективності розробленої технології визначалася шляхом порівняння характеристик агломерату, виготовлених за класичною та запропонованою схемою.

## ЛИТВО.МЕТАЛУРГІЯ. 2023

Дослідження проводили наступним чином. Першу пробу спікали після класичної схеми підготовки шихти, після чого спеченець проходив механічну обробку шляхом скидання з копра (який забезпечує ударні навантаження) та подальшим грохоченням. Другу пробу готували до спікання за запропонованою технологією підготовки шихти. Її механічна обробка полягала у тому, що після скидання з копра, куски потрапляли в дослідний барабан з різними зонами, і лише після цього проводилося грохочення.

Порівняння характеристик агломератів, отриманих за класичною та запропонованою технологією представлено у табл. 2 - 3 та на рис. 3.

Як видно з результатів дослідження, агломерат, виготовлений за запропонованою технологією, характеризується: рівномірністю гранулометричного складу, збільшенням коефіцієнту форми кусків, збільшенням вмісту FeO та загального вмісту заліза, реалізацією внутрішніх напружень, що дозволить запобігти подрібненню агломерату під час транспортування, зберігання та завантаження в доменну піч.

Таблиця 2 – Хімічний та гранулометричний склад агломерату до та після стабілізації

Вид агломерату	Хімічний склад, %						Гранулометричний склад, %				
	Fe <sub>заг</sub> г	FeO	Ca O	SiO <sub>2</sub>	MgO	Осн .	40+ мм	25- 40 мм	10- 25 мм	5- 10 мм	0-5 мм
Вихідний	55,8	13,1	11,3	9,28	0,63	1,28	16, 3	18,2	28, 5	19, 2	17, 8
Стабілізований	56,3	13,2 1	11	9,22	0,63 5	1,26	4,1 5	13,3 5	30, 5	27, 1	24, 9

Таблиця 3 – Коефіцієнт форми кусків до та після стабілізації

Вид агломерату	Коефіцієнт форми					
	60+ мм	40-60 мм	25-40 мм	10-25 мм	5-10 мм	0-5 мм
Вихідний	0,75	0,8	0,82	0,84	0,86	0,91
Стабілізований	-	0,83	0,86	0,91	0,94	0,96

Збільшення вмісту дріб'язку в агломераті після обробки за запропонованою технологією на 7.1% компенсується збільшенням його міцності після спікання шихти, під-



межах 60-100 Дж/кг з подальшим зменшенням енергетичних сил до 30-40 Дж/кг агломерату.

### Список літератури

1. Барабан-стабілізатор із завантажувальним пристроєм. Патент на корисну модель №100418 Україна // С.Є. Суліменко, В.В. Бочка, Є.І. Суліменко, А.В. Сова // опубл. 27.07.2015 р. Бюл. №14.

УДК 669

**О. Г. Величко, О. С. Грек, О. М. Гришин**

Український державний університет науки і технологій (УДУНТ), Дніпро

### **МАТЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВУ ЗАЛІЗОРУДНО-ВУГІЛЬНИХ БРИКЕТІВ В ІНДУКЦІЙНІЙ ПЕЧІ**

Позадоменна переробка залізорудних матеріалів є перспективним джерелом заліза для сталеливарної галузі. Наразі існує широкий спектр технологій прямого відновлення заліза з залізорудних матеріалів. Авторами запропоновано метод переробки залізорудно-вугільних брикетів в індукційній печі [1]. Доведено теоретичну та практичну імовірність цього процесу.

Оскільки, нагрів залізорудно-вугільного брикету неможливий за рахунок безпосереднього впливу індукційного поля печі на рудний матеріал, авторами запропоновано ввести до складу брикету залізовмісний матеріал (ЗВМ). Цей матеріал, завдяки магнітним властивостям, буде розігріватись під впливом електромагнітного поля індукційної печі, та стане джерелом тепла для подальшого нагріву, та забезпечення протікання процесу відновлення всього матеріалу брикету.

Проведено математичне дослідження процесу нагріву матеріалів брикету в умовах індукційної печі. Досліджено вплив вмісту залізовмісного матеріалу на швидкість нагріву матеріалів брикету.

Виходячи з умови рівномірного розподілу матеріалів в обсязі брикету, для цілей математичного моделювання, було виділено елемент об'єму брикету. В ньому присутня одна частинка ЗВМ, та така кількість частинок вугілля, яка забезпечить повне відновлення оксидів заліза залізорудного матеріалу.