

прочности агломерата наблюдается при соотношении пробы шлама и шаров как 1:1 и при длительности активации – 8 мин.

4. Более длительная активация нецелесообразна, поскольку после 8 мин обработки шлама в барабане прироста производительности аглоустановки и прочности агломерата практически нет, а увеличение длительности активации сопровождается дополнительными энергозатратами.

### Библиографический список / References

1. Савицкая Л. И. Использование железосодержащих отходов при окисковании руд / Л. И. Савицкая // Обзорная информация. Сер. «Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна». – М.: Черметинформация, 1984. – Вып. 5. – С. 27.

Savitskaya L. I. *The use of iron-ore waste at the agglomeration*. Overview. Ser. "Preparation of raw materials for metallurgical conversion and production of cast iron". Moscow, Chermetinformatiya. 1984. Vol. 5. P. 27.

2. Вест Н. О. Использование железосодержащих отходов металлургического производства в повторном цикле / Н. О. Вест // Практика и

тенденции. Iron and Steel International. – 1976. – № 6. – С. 173–185.

West N. O. *The use of iron-containing metallurgical wastes recycled*. Practice and Trends. Iron and Steel International. 1976. No. 6. P. 173–185.

3. Сабинин Ю. А. Оценка качества агломерата при использовании обесцинкованных шламов / Ю. А. Сабинин, А. И. Гамаюров, П. В. Левин // Вестник Института Уралмеханобр. – 1984. – С. 37–46.

Sabinin Y. A., Gamayurov A. I., Levin P. V. *Evaluation of the quality of sinter using zinc-free sludge*. Bulletin of the Institute Uralmexhanobr. 1984. P. 37–46.

**The purpose of research** – increase in the content of sludge in the composition of the sinter mix without reducing the performance of sinter and agglomerate strength.

**The problem is solved** by means of a preliminary mechanical activation sludge in a ball mill and allows for up to 250 kg of sludges per 1 ton.

**Key words:** sinter production, mechanical activation, pelletizing, sintering, sludge, productivity of sinter machine, sinter quality.

**Поступила 27.07.2016**



УДК 669.162.266

В. В. Бочка /д. т. н./, А. В. Сова,  
А. В. Двоєглазова, Р. С. Бочка,  
С. Є. Суліменко /к. т. н./

Наука

Національна металургійна академія України

## Дослідження особливостей взаємодії кусків агломераційного спеченця в барабані-стабілізаторі

V. V. Bochka /Dr. Sci. (Tech.)/, A. V. Sova,  
A. V. Dvoyehlazova, R. S. Bochka,  
S. E. Sulimenko /Cand. Sci. (Tech.)/

National Metallurgical Academy of Ukraine

## Investigation of peculiarities of interaction of agglomerative sinter in the cylinder stabilizer

Проведено дослідження особливостей поведінки в барабані-стабілізаторі агломератів різного гранулометричного складу, спеченого в лабораторії. Потрапляння в барабан-стабілізатор крупних кусків приводить до переподрібнення інших фракцій і впливає на час обробки агломерату. Було розроблено конструкцію завантажувального пристрою барабана-стабілізатора та доведено, що установка металевих біл перед завантажувальним пристроєм барабана-стабілізатора дозволяє руйнувати фракцію більше 60 мм, що зменшує в 6–8 разів потрапляння крупних кусків агломерату в барабан і обмежує процес переподрібнення матеріалу, тим самим зменшуючи вміст дріб'язку в кінцевому продукті. (Л. 5. Бібліогр.: 5 назв.)

**Ключові слова:** агломерат, барабан-стабілізатор, механічна обробка.

Аналіз роботи доменних печей показує, що ефективність доменної плавки значною мірою визначається якістю шихтових матеріалів, зокрема міцністю та гранулометричним складом агломерату.

Агломерат являє собою міцний кусковий продукт, що утворюється в результаті спікання агломераційної шихти та виділення зі спеченця шляхом подрібнення та грохочення. Характеристики та властивості агломерату визначаються: складом шихти та якістю її підготовки, ефективністю спікання матеріалів на стрічці агломераційної машини, а також комплексом операцій, пов'язаних з обробкою спеченця та отриманням готового продукту (агломерату крупністю більше 5 мм) [1].

Агломерат є основним компонентом рудної частини шихти доменних печей (60–100 %), тому його гранулометричний склад та міцність суттєво впливають на газодинамічні умови плавки. Особливістю агломерату є схильність до руйнування під дією механічних, термічних, фізико-хімічних факторів. Основною причиною такої поведінки агломерату є значна неоднорідність та поліморфізм структури, хімічного та мінералогічного складу, що зумовлюють виникнення в масиві куски напружень різної величини та механізму його руйнування. Важливим є і те, що при руйнуванні більших кусків утворюється певна кількість кусочків меншої величини, але більш високої міцності. Останнє свідчить про раціональність зменшення верхньої межі крупності готового агломерату.

Для досягнення високих техніко-економічних показників роботи доменних печей агломерат повинен мати крупність у межах 5–50 мм. [2] Отримати такий агломерат в умовах діючих аглофабрик проблематично. Це завдання можна успішно вирішувати тільки на аглофабриках, що мають у своєму складі обладнання для механічної обробки спеченця, в результаті якої отримують стабілізований за крупністю та міцністю агломерат [3].

Одним із способів виробництва стабілізованого за крупністю агломерату є спосіб, розроблений в НМетАУ [4]. Згідно з ним спеченець після первинних стадій дроблення в зубчатій дробарці та відсіву дріб'язку підлягає додатковій цілеспрямованій механічній обробці в спеціалізованому пристрої барабанного типу. Куски спеченця під дією енергії руйнування розпадаються на куски розміром 5–50 мм підвищеної міцності та на дріб'язок (0–5 мм), що відсівається під час грохочення. Аналіз процесу виробництва стабілізованого агломерату

показав, що цей спосіб у цілому вирішує поставлене завдання. В той же час слід зазначити, що ця технологія не дозволяє повністю виключити суттєве переподібнення агломерату, що обумовлено неконтрольованим завантаженням у пристрій великих кусків спеченця.

У зв'язку з цим проведено дослідження особливостей поведінки в барабані-стабілізаторі агломератів різного гранулометричного складу, спеченого в лабораторії. Для досліджень була відібрана проба масою 15 кг, крупність кусків якої складала більше 60 мм. Після кожної хвилини роботи барабану агломерат розсіювався на ситах з метою виявлення зміни його гранулометричного складу. Результати наведено на рис. 1.

Як видно з графіка (рис. 1), після першої хвилини роботи барабана вміст фракції більше 60 мм різко знизився на 90%, утворивши в значній кількості доволі міцну фракцію 10–25 мм, в меншій мірі – 25–60 мм, та дрібні фракції 0–5 та 5–10 мм.

Подальше знаходження спеченця в барабані-стабілізаторі лише в незначній кількості зменшувало частку крупного агломерату, але при цьому різко підвищувало вміст дріб'язку. Фракція 25–60 мм продовжила руйнуватися з утворенням менших, хоча й більш міцних кусків, у той час як вміст фракцій 10–25 і 5–10 мм залишався достатньо стабільним протягом всього дослідження, повільно зростаючи після руйнування більших фракцій.

Для забезпечення контрольованого завантаження кусків агломерату в барабан-стабілізатор і запобігання потрапляння в нього крупних кусків, було розроблено завантажувальний пристрій барабана-стабілізатора, особливістю якого є те, що на верхніх кромках бокових вертикальних броньованих стінок жолобу закріплені поперечні осі на відстані одна від одної, рівній висоті стінок, на яких у шаховому порядку вільно підвішені трикутного перетину біли, що вершинами своїх граней направлені назустріч руху агло-

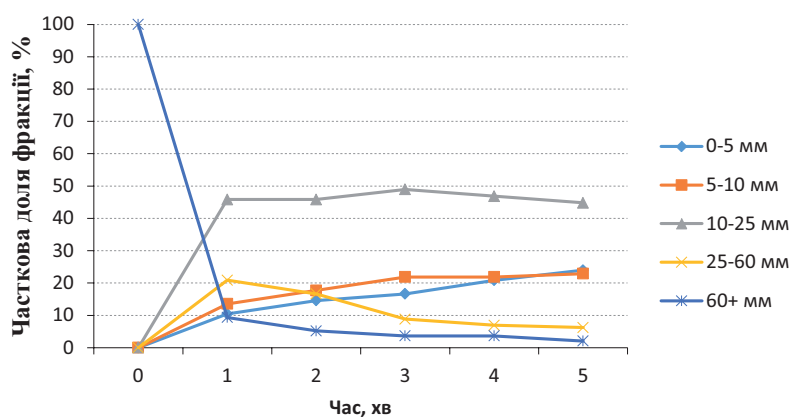


Рис. 1. Дослідження поведінки крупного агломерату при механічних навантаженнях в барабані-стабілізаторі

## ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

мерату, при цьому проміжок між білами в одному ряді дорівнює максимально бажаному розміру шматка агломерату, що транспортується [5].

Схему завантажувального пристрою барабана-стабілізатора наведено на рис. 2.

Методика досліджень ефективності руйнування крупних кусків запропонованим методом полягала в тому, що спеченець з вмістом фракції 60–100 мм у межах 66–67 %, та фракції 25–60 мм у межах 33–34 % підлягав механічній обробці шляхом скидання його на металеві біли, розташовані в один ряд. Після кожного падіння матеріалу було проведено відсів з метою виявлення гранулометричного складу обробленого агломерату. Результати зміни вмісту гранулометричного складу агломерату під час проведення дослідження наведено на рис. 3.

Як показали дослідження, встановлення металевих біл перед завантажувальним пристроєм барабана-стабілізатора дозволяє руйнувати фракцію більше 60 мм з утворенням значної кількості фракції 25–60 мм і 10–25 мм, що суттєво зменшує (в 6–8 разів) потрапляння крупних кусків агломерату в барабан і обмежує процес переподрібнення матеріалу, тим самим зменшуючи вміст дріб'язку та час обробки.

З метою оцінки впливу запропонованої попередньої обробки агломерату на результати роботи барабана-стабілізатора було проведено дослідження процесу стабілізації агломерату за крупністю при використанні спеченця з різною кількістю крупних кусків.

Результати наведено на рис. 4 та 5.

Як показали дослідження, великий вміст фракції більше 60 мм в барабані збільшував час необхідної стабілізації і призводив не лише до значного переподрібнення агломерату, а й руйнував фракцію 25–40 мм, сприяючи утворенню великої кількості дріб'язку.

Порівняння підтвердило той факт, що після проходження металевих біл і зменшення частки крупної фракції, кількість дріб'язку, що утворюється в барабані, зменшується, і стабілізація агломерату відбувається більш якісно. Досить суттєво зменшується час, необхідний на руйнування фракції більше 60 мм. При попередній обробці він складає лише 2–3 хв, з утворенням 8 %

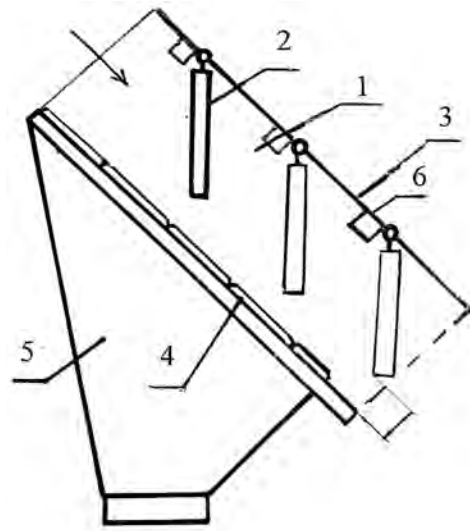


Рис. 2. Завантажувальний пристрій барабана-стабілізатора:

- 1 – жолоб; 2 – металеві біли; 3 – стінки жолоба;
- 4 – стаціонарний грохот; 5 – бункери звороту;
- 6 – обмежувачі

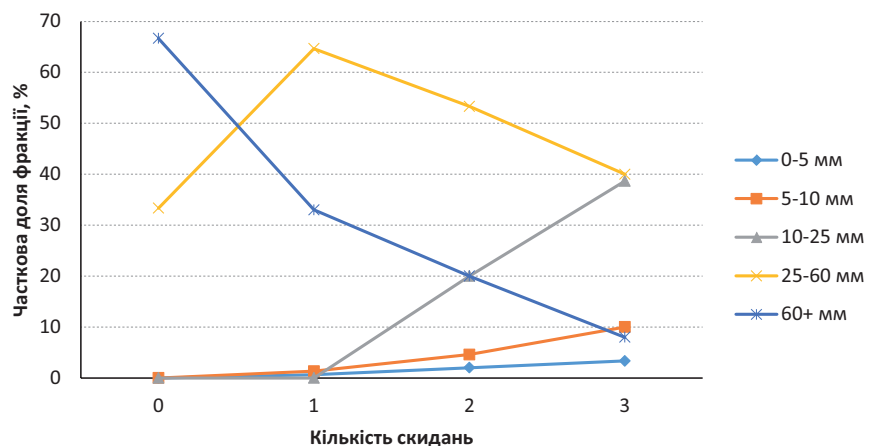


Рис. 3. Залежність зміни гранулометричного складу агломерату від кількості падінь на металеві біли

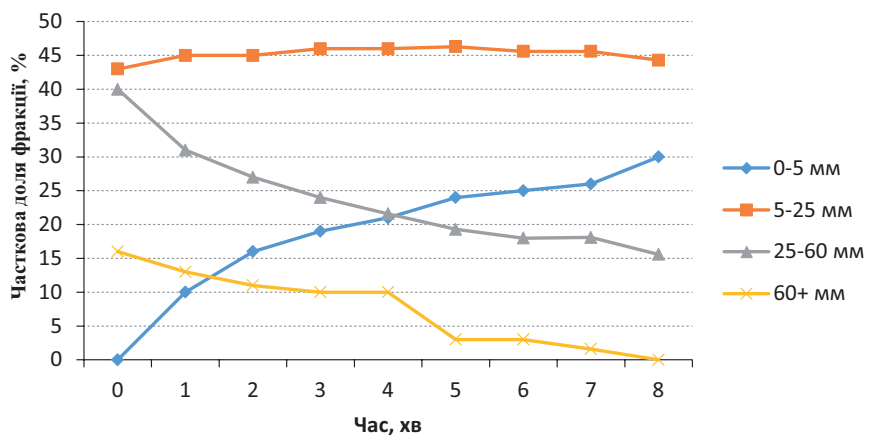


Рис. 4. Зміна гранулометричного складу агломерату під час стабілізації в барабані після традиційної схеми підготовки спеченця

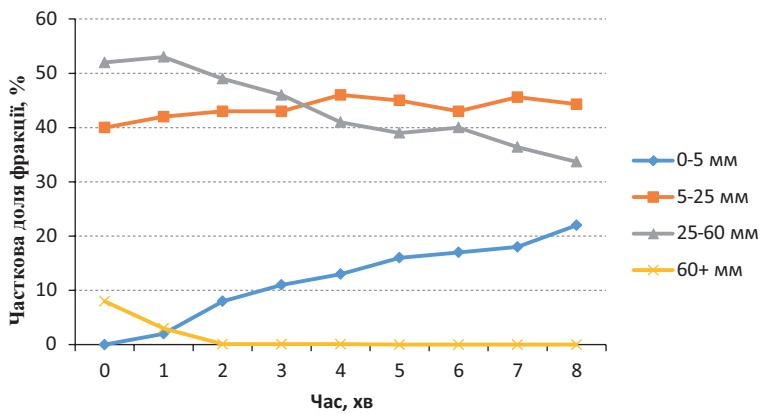


Рис. 5. Зміна гранулометричного складу агломерату під час стабілізації в барабані після проходження повз металеві біли

дріб'язку, що є важливим для запобігання значного переподрібнення під час подальшої роботи барабана-стабілізатора. Цікавим є спостереження за поведінкою фракції 5–25 мм. Виявилось, що вона є найбільш міцною і придатною для обробки в барабані-стабілізаторі, в той час як занадто тривала обробка призводить до переподрібнення значною мірою фракції 25–40 мм, що залишає відкритим питання необхідного зусилля для формування блоків придатної фракції та неможливості їх руйнування.

Результати дослідження підтвердили, що потрапляння до барабана-стабілізатора крупних кусків призводить до переподрібнення інших фракцій і впливає на час обробки агломерату.

#### Висновки

1. Особливістю агломерату є схильність до руйнування під дією механічних, термічних, фізико-хімічних факторів. Основною причиною такої поведінки агломерату є значна неоднорідність та поліморфізм структури, хімічного та мінералогічного складу, що зумовлюють виникнення в масиві куски напружень різної величини та механізму його руйнування. Важливим є і те, що при руйнуванні більших кусків утворюється певна кількість кусочків меншої величини, але більш високої міцності. Останнє свідчить про раціональність зменшення верхньої межі крупності готового агломерату.

2. Потрапляння в барабан-стабілізатор крупних кусків призводить до переподрібнення інших фракцій і впливає на час обробки агломерату.

3. Встановлення металевих біл перед завантажувальним пристроєм барабана-стабілізатора дозволяє руйнувати фракцію більше 60 мм, що суттєво зменшує (у 6–8 разів) потрапляння крупних кусків агломерату в барабан і обмежує процес переподрібнення матеріалу, тим самим зменшуючи вміст дріб'язку та час обробки.

#### Бібліографічний список / References

1. Ефименко Г. Г. *Металлургия чугуна* / Г. Г. Ефименко, А. А. Гиммельфарб, В. Г. Левченко. – Киев: Высшая школа, 1988. – 351 с.

Efimenko G. G., Gimmel'farb A. A., Levchenko V. G. (1988). *Metallurgiya chuguna* [Metallurgy of pig iron]. Kyiv, Vysshaya shkola, 351 p.

2. Вегман Е. Ф. *Интенсификация агломерационного процесса* / Е. Ф. Вегман, А. Н. Пыриков, А. Р. Жак. – М.: Машиностроение, 1995. – 125 с.

Vegman E. F., Pyrikov A. N., Zhak A. R. (1995). *Intensifikatsiya aglomeratsionnogo protsessa* [Intensification of agglomerative process]. Moscow: Mashinostroenie, 125 p.

3. Бочка В. В. (2012). Влияние предварительной механической обработки агломерата на газопроницаемость столба шихты в доменной печи / В. В. Бочка, Р. А. Куприков, С. В. Колдомасов, С. Е. Сулименко, Е. Е. Вылупко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2012. – № 3. – С. 8–11.

Bochka V. V., Kuprikov R. A., Koldomasov S. V., Sulimenko S. E., Vylupko E. E. (2012). *Vliyanie predvaritel'noy mekhanicheskoy obrabotki aglomerata na gazopronitsaemost' stolba shikhty v domennoy pechi* [Influence of preliminary mechanical operation of agglomerate on gas permeability of melting-stock column in the blast furnace]. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'* [Metallurgical and Mining Industry]. No. 3, pp. 8–11.

4. Патент України № 72711, МПК C22B1/26, опубліковано: 27.08.2012.

Patent of Ukraine No. 72711, МПК C22B1/26, Published: 27.08.2012.

5. Патент України № 100418, МПК C22B1/00, опубліковано: 27.07.2015.

Patent of Ukraine No. 100418, МПК C22B1/00, Published: 27.07.2015.

*The conducted investigations a behavior of the different grain size of agglomerates, that baked in the laboratory, in the drum-stabilizer. Falling into the drum a large pieces leads to re-crushing of other factions and it impacts on the time of the treatment an agglomerate. It was developed design of boot device of drum-stabilizer. It is proved that created an iron bills device before the boot device of drum-stabilizer allows to destroy fraction over 60 mm that decreases 6-8 times getting the large pieces of agglomerate in a dram and it limits the process of the re-crushing material, by that decreases the amount of small fraction in the final product.*

**Keywords:** agglomerate, drum-stabilizer, mechanical treatment.

Поступила 31.08.2016