

3. Марченко А.И., Буга И.Д., Руденко Ю.Р. и др. Влияние содержания оксида магния на обессеривающую способность доменного шлака. Металлургическая и горнорудная промышленность. 2009.- №3. - С. 13 – 17.

4. Буга И.Д., Троцан А.И., Белов Б.Ф., Носоченко О.В., Дерипаско В.А. Процессы шлакообразования и десульфурации при выплавке доменного чугуна плавильными шлаками. Процессы литья. 2013. - №1. - С. 3 – 8.

5. Поживанов М.А. Внепечная металлургия чугуна. Киев, ФТИМС НАН Украины. 2006, 78 с.

УДК 669

М. М. Бойко, В. Е. Трещов, Н. В. Полякова, С. В. Журавльова, В. В. Єфименко

Український державний університет науки і технологій, Дніпро

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ МЕТАЛІЗАЦІЇ ЗАЛІЗОВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ ВІДНОВНИКАМИ НА ОСНОВІ БІОСІРОВИНИ

Зменшення запасів традиційного викопного палива та динамічне зростання світового населення є критичними факторами нашого суспільства щодо підтримки розвитку промислового виробництва та забезпечення енергетичної безпеки. Зростаючий попит країн на постачання енергії та пов'язана з цим загроза для біосфери характеризуватимуть середовище, в якому ми будемо жити в наступні десятиліття. Енергетична політика Європейського Союзу висунула на перший план екологічні проблеми та питання зменшення залежності від імпорту енергії, внаслідок чого постала вимога щодо максимально можливого використання відновлюваних джерел енергії.

Біомаса є дуже важливим відновлюваним джерелом енергії, яке використовується не тільки в енергетиці, а й у технологіях чорної металургії. Енергетичний потенціал біомаси може бути успішно використаний у пірометалургійних процесах, що було частково передбачено та підтверджено існуючими дослідженнями та дослідженнями.

Ефективно використовуючи навіть невелику кількість рослинної сировини з вторинних матеріалів у металургії, ми отримуємо не лише вигоду від економії певної кількості традиційного викопного палива, але й головним чином досягаємо потенціалу та досвіду використання технологій металургійного виробництва з використанням альте-

рнативні види палива. Біомаса представляє великий потенціал для металургійної промисловості, хоча її використання та використання в окремих технологічних галузях металургії обмежені.

Велика кількість досліджень спрямовані на оцінку ефективності використання біоматеріалів при виробництві окискованої сировини. Також розглядаються питання щодо використання біоматеріалів при виробництві коксу і таким чином в доменному виробництві.

Актуальним є дослідження заміни викопного палива в процесах металізації залізорудної сировини, тому що таким чином вирішується ціла група завдань: зменшення використання викопного палива, спрощення технології виробництва сталі, можливі економічні переваги при заміні біоматеріалами природного газу. В цих процесах біоматеріали виконують не лише роль палива, а і відновника.

Безпосереднє виробництво заліза, також пряме одержання заліза — відносно високотемпературний процес безпосереднього (обминаючи доменне виробництво чавуну) відновлення заліза з руд. В старовину безпосереднє виробництво заліза провадили в сиродутних горнах сиродутним способом. Тепер багато металургів прагнуть відродити і удосконалити безпосереднє виробництво заліза. Є вже сотні пропозицій і патентів на різні способи безпосереднього виробництва заліза. Але тільки невелика кількість їх застосовується в промисловості або готується до випробувань в промисловому масштабі.

Всі процеси безпосереднього виробництва заліза, що відбуваються в агрегатах невеликої потужності, дають не готовий метал, а напівпродукт, що надходить як шихта до доменних, сталеплавильних та електричних печей.

Є процеси, що застосовуються в трубчастих обертових печах і дає багатий на залізо матеріал, який переплавляють в доменних печах. Також є процеси, що застосовуються в шахтних печах; відновником є змішаний газ, що складається з окису вуглецю та водню. Готовий продукт містить 90—93 % металічного заліза. Також є розробки відновлення заліза в киплячому шарі.

Наприкінці ХХ сторіччя на ПівніГЗК була введена в експлуатацію установка з металізації окатишів у трубчастій печі продуктивністю 600 тис. т на рік. Втім для того часу в Україні відсутні були концентрат з вмістом заліза 67 % і більше, в також підприємства для збуту металізованої сировини.

На сьогодні видобувні підприємства України готові виробляти концентрат з вмістом заліза понад 68%, металізований продукт може використовуватися як заміна де-

фіцитному металобрухту, в тому числі на підприємствах, де сталь виробляється в електродних печах. З урахуванням розвинутого сільського господарства та тих відходів біоматеріалів в обсязі десятки мільйонів тон на рік Україна в змозі стати лідером щодо виробництва металізованої сировини з використанням біоматеріалів.

Слід відзначити, що в Україні біоматеріали вже широко використовуються в металургійній промисловості в якості палива для обпалу окатишів на деяких ГЗК. Тому використання устаткування для металізації з використанням біоматеріалів матиме розуміння у вітчизняних металургів. Я витрати на підготовку відновників будуть компенсовані відсутністю необхідності використовувати флюс при металізації та значним зниженням виходу золи.

Список літератури

1. Сучасні промислові способи безкоксової металургії заліза/ Г.В.Губін, В.О.Півень. -Кривий Ріг,: 2009. -328с..
2. Sefidari, H.; Ma, C.; Fredriksson, C.; Lindblom, B.; Wiinikka, H.; Nordin, L.O.; Wu, G.; Yazhenskikh, E.; Müller, M.; Öhman, M. The Effect of Co-Firing Coal and Woody Biomass upon the Slagging/ Deposition Tendency in Iron-Ore Pelletizing Grate-Kiln Plants. *Fuel Process. Technol.* 2020, 199.
3. Legemza, J., Fröhlichová, M., & Findorák, R. (2020). *Biomass and Carbon Fuels in Metallurgy* (1st ed.). CRC Press. 292 pp.
4. Echtermann, T. Review on the Use of Alternative Carbon Sources in EAF Steelmaking. *Metals* 2021, 11, 222.
5. Babich, A.; Senk, D. Biomass use in the steel industry: Back to the future? *Stahl und Eisen* 2013, 133, 57–67.
6. Mathieson, J.G.; Somerville, M.A.; Deev, A.; Jahanshahi, S. Utilization of biomass as an alternative fuel in ironmaking. In *Iron Ore*; Lu, L., Ed.; Elsevier: Waltham, MA, USA, 2015; pp. 581–613.
7. Zhang W.: Automotive fuels from biomass via gasification. *Fuel Proc Technol* 91(8). 2010. p. 866–876
8. Suopajarvi, Hannu & Pongrácz, Eva & Fabritius, Timo, 2013. "The potential of using biomass-based reducing agents in the blast furnace: A review of thermochemical conversion technologies and assessments related to sustainability," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 25(C), pages 511-528.

9. Abdul Quader, M.; Ahmed, S.; Dawal, S.Z.; Nukman, Y. Present Needs, Recent Progress and Future Trends of Energy-Efficient Ultra-Low Carbon Dioxide (CO₂) Steelmaking (ULCOS) Program. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016, 55, 537–549

УДК 669.162

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

Український державний університет науки і технологій (УДУНТ), Дніпро

ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ АГЛОМЕРАТУ ПРИ ЙОГО МЕХА- НІЧНІЙ ОБРОБЦІ

Сучасна технологічна схема виробництва агломерату передбачає його механічну обробку в агрегатах різної конструкції [1]. У зв'язку з цим було проведено аналіз характеристик твердих тіл, які відображають їх здатність чинити опір деформаціям і руйнуванню під дією навантажень. Причинами руйнування спеченого агломерату - антропогенного багатокомпонентного матеріалу є показники міцності фаз міжблокової зв'язки, внутрішні напруження, які виникають під час спікання та охолодження, наявність великих пор, неспечених крупних компонентів шихти, тріщин. Міцність агломерату залежить і від його крупності.

Виділення зі спеченого агломерату міцної складової, зі стабілізацією його крупності (5-40 мм), складу та властивостей без утворення значної кількості дріб'язку (0-5 мм) є задачею етапу його механічної обробки.

Визначено основні вимоги для ефективної стабілізації агломерату під час механічної обробки:

- спільна дія сил удару, стирання та розколювання;
- зменшення енергії навантаження по ходу обробки зі 100 до 30-40 Дж/кг зі зменшенням крупності самих кусків.

Розглянуто особливості механічної обробки агломерату в різних пристроях. В сучасних умовах агломерат перед відправленням у доменний цех піддається механічній обробці переважно в дробарках різного типу та подальшому відсіванню на грохотах різної конструкції. Недоліком використання дробарок є відсутність можливості контролю необхідної величини навантаження, прикладеного на агломерат, та переважна однотипність діючих сил руйнування. Це призводить до подрібнення кусків з утворен-