

УДК 669.162.2

В. В. Бочка¹, д.т.н., проф., ORCID 0000-0002-4935-0779

К. Г. Нізяєв¹, д.т.н., проф., ORCID 0000-0002-9260-0964

М. В. Ягольник¹, к.т.н., доц., ORCID 0000-0003-2686-8601

К. В. Шмат¹, асистент

М. М. Олексієнко¹, аспірант

¹ *Український державний університет науки і технологій*

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ УКЛАДКИ ШИХТИ, ЇЇ РУХУ ТА ВИТОКУ З БУНКЕРА БЗП

Анотація. Актуальною проблемою в умовах сьогодення є вдосконалення технології доменного процесу. У статті підкреслюється що неодмінним показником прогресу в розвитку технології доменного процесу є розробка і вдосконалення роботи нових завантажувальних пристроїв. Відмічається, що істотним недоліком роботи цих пристроїв є недосконалість способів укладки компонентів шихти з різною щільністю на головному конвеєрі для отримання в бункері однорідної суміші. При цьому особливе значення набуває контроль складу суміші матеріалів при висипанні їх з бункера. Для дослідження впливу конструкційних і технологічних параметрів роботи БЗП використана фізична модель на якій проведено дослідження механізму укладки в бункері БЗП сумішей різних матеріалів. Встановлено, що гребінь складався в основному з дрібних часток. Кількість дріб'язку в напрямку від гребня до стінки бункера зменшується при збільшенні вмісту крупної фракції. Доведено, що наведений характер руху матеріалів у бункері даної конструкції до випускного отвору не залежать від типу матеріалів, їх якості, а також від розміру випускного отвору. Зі збільшенням розміру випускного отвору зменшується час випуска, збільшується швидкість витікання, збільшується амплітуда коливань, що свідчить про зростання неоднорідності як маси, так і гранулометричного складу матеріалів у потоці. Запропоновано оптимальні технологічні параметри які доводять що найбільш доцільною є ступінь відкриття шихтового затвора БЗП, величина якої перевищує не менше ніж у 1,5–2,0 рази ступінь відкриття затвора, при якій порушується безперервність потоку матеріалів через випускний отвір. Підкреслюється, що механізм утворення сумішей компонентів шихти у бункері та їх витоку із нього необхідно враховувати при формуванні раціонального способу завантаження матеріалів у доменну піч.

Ключові слова: завантаження, матеріали, суміш, укладка, розподіл, випуск.

© Видавець Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України, 2024



Це стаття відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.uk>

Посилання для цитування: Дослідження особливостей укладки шихти, її руху та витоку з бункера БЗП / В. В. Бочка, К. Г. Нізяєв, М. В. Ягольник, К. В. Шмат, М. М. Олексієнко // *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2024. Вип. 38. С. 4-15. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-4-15>

Вступ. Доменне виробництво грає важливу роль у гірничо-металургійному комплексі. В сучасних умовах доменний процес досі залишається основним способом отримання чавуну для виробництва сталі. При цьому великий ряд питань в цьому процесі вивчено досить досконало, але певні технологічні та експлуатаційні моменти певних підпроцесів потребують уточнень та додаткових досліджень [1-3].

Важливе місце в роботі доменної печі займає завантаження її шихтовими матеріалами. Важливим практичним питанням сучасної технології доменної плавки є вдосконалення режимів і способів завантаження доменних печей. Правильний розподіл матеріалів на колошнику печі дозволяє ефективно використовувати енергію газових потоків і сприяє інтенсифікації процесу [4]. Необхідність поліпшення рівномірності завантаження і більш ефективного формування профілю шихти по радіусу колошника, обмежені можливості двохконусних апаратів - з'явилися передумовою до створення безконусних завантажувальних пристроїв (БЗП) [5].

Безконусні завантажувальні пристрої набули великого розповсюдження та встановлені на доменних печах у багатьох країнах світу, особливо з розвинутим доменним виробництвом [6]. Проте все ще існують недоліки роботи цих пристроїв які потребують як теоретичного, так і експериментального доопрацювання та переосмислення. В даній статті робиться спроба вдосконалити роботу БЗП за рахунок досліджень на фізичній моделі.

Мета роботи: теоретична та експериментальна оцінка ефективності процесів укладки, руху та витоку шихти з БЗП; пошук раціональних способів розподілу матеріалів на колошнику доменної печі.

Матеріали та методики. На фізичній моделі проведено дослідження механізму укладки в бункері БЗП сумішей різних матеріалів. Якість суміші матеріалів (кокс + окатиші; агломерат + окатиші) у бункері оцінювали при наступній укладці компонентів суміші на головному конвеєрі (показано в таблиці 1). При цьому вміст окатишів в суміші з коксом (\bar{n}_k) становив в середньому 45-60%, а в суміші з агломератом (\bar{n}_a) – 23-25%.

В табл. 1 та на рис. 1 приведена якість суміші, що утворилася в бункері при різній укладці компонентів шихти на конвеєрі. Якість суміші оцінювали вмістом окатишів, величиною середньоквадратичного відхилення (σ) та коефіцієнтом варіації (V_n)

вмісту окатишів у суміші з коксом або агломератом в різних зонах по висоті стовпа матеріалів у бункері. З таблиці та рисунка видно, що спосіб укладки компонентів шихти на конвеєрі суттєво впливає на структуру суміші в бункері.

Максимальна нерівномірність в розподілі окатишів по висоті стовпа матеріалів у бункері має місце при укладці окатишів на головну частину порції коксу. В цьому випадку до 80% окатишів зосереджуються у нижніх частинах бункера. Зі збільшенням висоти стовпа частка окатишів зменшується до 0 в верхній частині бункера.

При переміщенні порції окатишів з головної частини в хвостову рівномірність розподілу окатишів у суміші по висоті шару помітно збільшується, що свідчить про хороше проникання окатишів поміж кусками більш крупного коксу.

Таблиця 1 - Характеристика розподілу окатишів у суміші з коксом та агломератом в моделі бункера

Спосіб укладки на конвеєрі	Кокс + окатиші			Агломерат + окатиші		
	\bar{n}_k	σ	V_n	\bar{n}_a	σ	V_n
1 2	55,00	14,35	26,09	23,20	13,16	56,70
1 2	47,60	17,45	36,65	24,00	17,17	71,50
1 2	43,00	25,87	60,16	25,00	19,38	77,50
1 2	51,00	8,59	16,84	25,00	14,30	54,10

Примітки: 1. Окатиші; 2. Кокс / Агломерат.

При рівномірному розміщенні окатишів по всій довжині порції коксу на конвеєрі досягається найбільш висока однорідність суміші. В цьому випадку процес утворення суміші починається на головному конвеєрі з прониканням більш важких і дрібних окатишів в шар більш крупного коксу і закінчується при одночасному засипанні коксу і окатишів в бункер.

Як видно з наведених даних, спосіб укладки окатишів і агломерату на головному конвеєру також впливає на якість суміші цих компонентів шихти в бункері, хоча і в меншій мірі. Так, максимальна рівномірність розподілу окатишів по висоті шару в бункері мала місце при розміщенні окатишів по усій довжині порції агломерату. В той же час різниця між максимальним і мінімальним значеннями коефіцієнта варіації в даному

випадку склала 23% проти 44% при спільному завантаженні в бункер коксу і окатишів. Більш високе значення коефіцієнта варіації при завантаженні окатишів і агломерату пояснюється меншим вмістом у цій суміші самих окатишів.

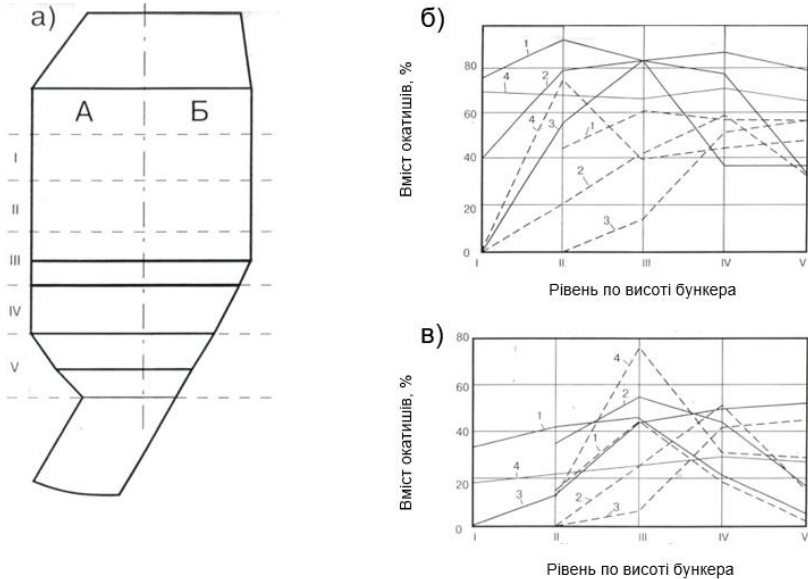


Рисунок 1 - Розподіл окатишів по висоті бункера (а) при їх спільному завантаженні з коксом (б) і агломератом (в): 1-4 різні способи завантаження суміші у бункери

По поперечному перерізу бункера вміст окатишів у суміші також суттєво відрізнявся. В нижній частині бункера (зони III - V) різниця між вмістом окатишів в частинах бункера А і Б менша. При переміщенні на більш високі горизонти (зони I - III) ця різниця стрімко збільшується. Така зміна пояснюється перш за все збільшенням поперечного перерізу бункера в цих зонах, а також положенням гребня відносно стін. При цьому необхідно підкреслити, що різниця між вмістом окатишів в частинах бункера А і Б при їх завантаженні з коксом суттєво вища, у порівнянні з агломератом.

Таким чином, все це свідчить про те, що навіть при найкращих способах укладки компонентів шихти з різною щільністю на головному конвеєрі отримання в бункері однорідної суміші є вельми складним завданням. Виходячи з цього, особливе значення набуває контроль складу суміші матеріалів при висипанні їх з бункера.

Виконано дослідження особливостей поведінки матеріалів в бункері

безконусного завантажувального пристрою. Дослідження проводились на фізичній моделі бункера БЗП, зроблений в масштабі 1:10 (рис. 2).

При виборі основних параметрів моделі виходили із загальних положень теорії подібності. В якості матеріалів використовували агломерат і окатиші крупністю 0-5 мм (0-2 дрібна фракція), кокс 5-7 мм. Завантаження їх в бункер в значній мірі відповідало реальному процесу завантаження матеріалів на доменній печі.

Структуру стовпа матеріалів у бункері оцінювали по зміні якості матеріалу і сумішей різних компонентів в п'яти зонах по висоті бункера. Крім того, бункер ділився по вертикалі на дві частини А і Б. Із бункера матеріали висипали в двадцять спеціальних смності.

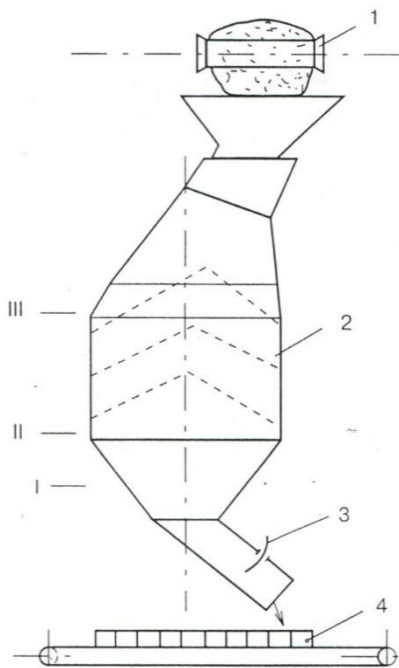


Рисунок 2 – Схема моделі бункера БЗП: 1 – конвеєр; 2 – бункер; 3 – шихтовий затвор; 4 – смності; I-III – горизонти розміщення мічених часток

Характер руху матеріалів в бункері до випускного отвору оцінювали шляхом аналізу послідовності виходу з бункера помічених частинок, які вкладалися з шихтовими матеріалами у бункері на 3-х горизонтах (на кожному горизонті по 25 часток).

Результати. При завантаженні у бункер окремих компонентів шихти було встановлено, що гребінь складався в основному з дрібних часток. Кількість дріб'язку в напрямку від гребня до стінки бункера зменшується при збільшенні вмісту крупної фракції. Чим однорідніші

матеріали за крупністю, тим рівномірніше вони розподіляються по перерізу та висоті бункера. Звертає на себе увагу різниця у вмісту фракцій в частинах бункера А і Б. В нижній частині бункера вміст дріб'язку і крупних часток майже не відрізняється. Зі збільшенням висоти бункера вміст дріб'язку в половині бункера А дещо збільшується, а в половині Б – зменшується. Вміст крупних фракцій змінюється у зворотному напрямку, хоча у верхній частині бункера в половині Б вміст крупних частинок суттєво вище. Пояснюється це тим, що гребінь матеріалів зі збільшенням висоти бункера переміщується з частини Б в А.

Параметри виходу чистих матеріалів (агломерату, окатишів, коксу) з бункера випускним отвором вивчали при відкритті шихтового затвора на 45-65 мм, що відповідає на реальному БЗП куту відкривання затвора 33-60 град. Дослідження показали, що при відкриванні шихтового затвора починає рухатись матеріал І-го горизонту (середина висоти нижньої конічної частини бункера, див. рис. 3).

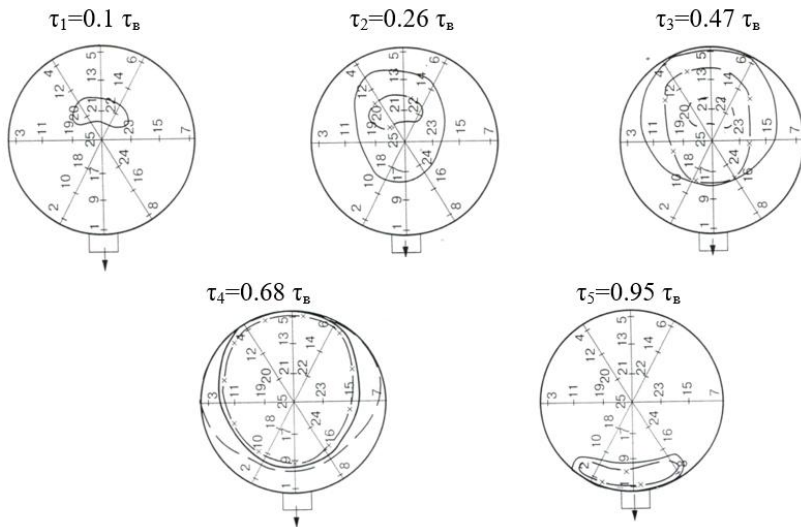


Рисунок 3 – Схема виходу мічених часток з різних горизонтів по висоті бункера 1-25 місця розміщення часток на кожному горизонті:

- — — — — межа виходу часток з I горизонту;
- x — — — — — межа виходу часток з II горизонту;
- — — — — межа виходу часток з III горизонту

Причому, вертикальна вісь створюваного еліпсоїда випуску посунута відносно вертикальної осі бункера в бік протилежний від

випускного отвору на $1/3 R_m$. Зі збільшенням часу випуску до t_2 t_3 інтенсивно збільшуються поперечні розміри еліпсоїда розпушування на I-му горизонті. Але при досягненні еліпсоїдом випуску стінок бункера (t_3) зростання його поперечних розмірів призупиняється. Одночасно еліпсоїд отримує розвиток і у вертикальному напрямку. При часі випуску, рівному $0,26 t_b$, починається рух частинок II-го горизонту з міста, аналогічного I-му горизонту. Подальше збільшення тривалості випуска супроводжується зростанням розмірів еліпсоїда випуска як в поперечному (II-й горизонт (місто по висоті бункера на переході нижньої конусної частини в центральну циліндричну)), так і у вертикальному напрямку. Еліпсоїд руху у вертикальному напрямку досягає поверхні матеріалів тільки через час приблизно рівний половині часу випуска матеріала з бункера. Асиметричне розміщення еліпсоїда руху, переважний розвиток його поперечних розмірів у бік стінок бункера з протилежного від випускного отвору боку приводить до того, що поверхня матеріалів (III-й горизонт) спочатку рухається у поршневому режимі зі збільшенням кута її нахилу у бік розміщення еліпсоїда руху. При досягненні еліпсоїдом поверхні матеріалів утворюється воронка, розміри якої по ходу випуска швидко збільшуються. З цього моменту має місце чистий вороночний рух. З утворенням вороночного руху порядок виходу частинок матеріалів змінюється у бік прискореного виходу частинок III-ого горизонту, потім II-го і I-го. Причому, вісь воронки під кінець випуска наближається до вертикальної осі бункера. Останніми виходять з бункера частинки II-го і I-го горизонтів, розміщених у бункері безпосередньо над випускним отвором.

Наведений характер руху матеріалів у бункері даної конструкції до випускного отвору, як показали результати дослідження, не залежать від типу матеріалів, їх якості, а також від розміру випускного отвору. Зі збільшенням розміру випускного отвору зменшується час випуска, збільшується швидкість витікання, а також збільшується амплітуда коливань вимірюваних величин, що свідчить про зростання неоднорідності як маси, так і гранулометричного складу матеріалів у потоці. Найбільш сильно це проявляється у агломерату, в той час як у коксу і окатишів цей вплив значно слабкіший.

Таким чином, результати проведених досліджень показують, що вплив сегрегації матеріалів у бункері БЗП на параметри потоку витікання через випускний отвір помітно знижується при зменшенні його перерізу, а також при використанні більш однорідних за крупністю матеріалів. При завантаженні шихтових матеріалів у доменну піч найбільш доцільною є ступінь відкривання шихтового затвора БЗП, величина якої перевищує не менше ніж у 1,5 – 2,0 рази ступінь відкриття

затвора, при якій порушується безперервність потоку матеріалів через випускний отвір.

Важливим етапом завантаження матеріалів за допомогою БЗП є формування в бункері сумішей компонентів шихти та їх висипання на колошник доменної печі.

Характер витоку сумішей матеріалів з різною насипною масою вивчали при наступних типах завантаження шихтових матеріалів в модель шихтового бункера БЗП:

1. Агломерат лежить на окатишах;
2. Окатиші розміщуються на агломераті;
3. Однорідна суміш агломерату і окатишів;
4. Кокс завантажується на окатиші;
5. Окатиші розміщуються на коксі;
6. Однорідна суміш коксу та окатишів.

Маса подачі на моделі суміші агломерату відповідала масі подачі на доменній печі 100 т (73 т агломерату і 27 т окатишів), а суміші коксу і окатишів – 60 т (20 т коксу і 30 т окатишів). На рисунку 4 приведено зміну вмісту окатишів у суміші в процесі опорожнення бункера.

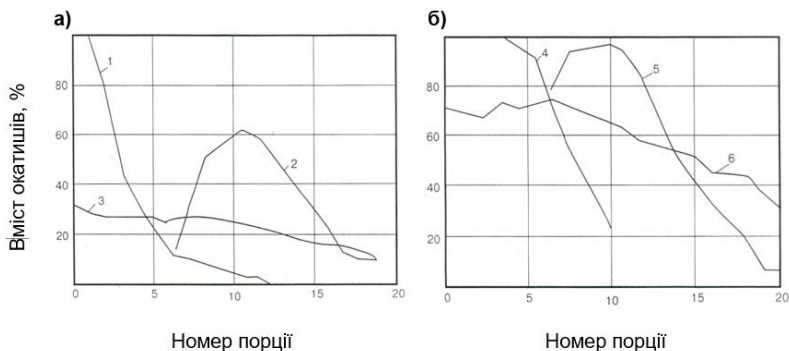


Рисунок 4 – Вміст окатишів у суміші з агломератом (а) і коксом (б) при висипанні з бункера: 1-8 зразки розміщення матеріалів у бункері

Видно, що в залежності від укладки та розподілу компонентів шихти в бункері характер витоку суміші суттєво змінюється. В той же час при однаковій укладці в бункері коксу з окатишами та агломерату з окатишами параметри витоку суміші через випускний отвір змінюються аналогічним чином – вміст окатишів у суміші змінюється за екстремальною залежністю. Величина екстремума та його місце на осі абсцис визначаються співвідношенням насипних мас компонентів суміші та характером укладки цих матеріалів у бункері. Чим більше різниця між насипними масами компонентів шихти, тим вище рівень

екстремума. При збільшенні ступеню перемішування різних матеріалів у бункері рівень екстремума суттєво зменшується. Зміна маси суміші в пробах залежить від співвідношення насипних мас матеріалів у суміші, а також від характеру витоку окатишів.

На основі результатів дослідження завантаження сумішей у шихтовий бункер та їх висипанні з нього, характер витоку матеріалів при різних типах укладки компонентів шихти на конвеєр шихтоподачі можна уявити наступним чином.

При першому способі укладки в початковий момент розвантаження бункера через шихтовий затвор починає витікати матеріал, що знаходиться над випускним отвором з невисоким вмістом окатишів. По мірі збільшення еліпсоїда розрихлювання в рух все в більшій мірі залучаються шари матеріалів, що розміщуються над цим еліпсоїдом. З утворенням асиметрично розміщених по відношенню до осі бункера воронки до неї починають надходити матеріали з гребня, верхні шари шихти, що віддалені від осі воронки. В цьому випадку стрімко зростає на випуску вміст окатишів. Далі в еліпсоїд розрихлення інтенсивно починають надходити матеріали зі середніх та нижніх шарів, все більше віддалених від осі випускної воронки. При цьому воронка зміщується до осі бункера. Вміст окатишів в суміші знижується.

При укладці матеріалів на конвеєрі другим способом характер витікання суміші з бункера суттєво не міняється. Однак в даному випадку максимум вмісту окатишів у суміші дещо нижче при менших коливаннях вмісту окатишів в окремих порціях суміші.

При третьому способі укладки основна маса окатишів вивантажується на початку розвантаження. Тут має місце максимум вмісту окатишів у суміші. З утворенням вороночного режиму починається рух коксу шарів, що лежать вище. Однак, незважаючи на це, окатиші через більшу текучість продовжують рух до випускного отвору, хоча частка їх в суміші по ходу витікання стрімко знижується. В умовах розміщення основної частини окатишів у нижній частині бункера максимум має більш високу величину, в порівнянні з попереднім способом укладки.

При четвертому способі укладки матеріалів на конвеєрі та їх більш рівномірним розподілом у бункері з утворенням еліпсоїда розрихлювання вміст окатишів у суміші збільшується до максимуму, хоча рівень цього максимуму суттєво нижчий в порівнянні з попередніми способами. Далі вміст окатишів у суміші зменшується аж до 0 в кінці випуску.

Таким чином, результати дослідження показали, що механізм утворення сумішей компонентів шихти у бункері та їх витоку із нього

необхідно враховувати при формуванні раціонального способу завантаження матеріалів у доменну піч.

Висновки

1. Враховуючи що навіть при найкращих способах укладки компонентів шихти з різною щільністю на головному конвеєрі отримання в бункері однорідної суміші є вельми складним завданням, особливе значення набуває контроль складу суміші матеріалів при висипанні їх з бункера.

2. Спосіб укладки окатишів і агломерату на головному конвеєру також впливає на якість суміші цих компонентів шихти в бункері, хоча і в меншій мірі. Максимальна рівномірність розподілу окатишів по висоті шару в бункері мала місце при розміщенні окатишів по усій довжині порції агломерату. В той же час різниця між максимальним і мінімальним значеннями коефіцієнта варіації в даному випадку склала 23% проти 44% при спільному завантаженні в бункер коксу і окатишів.

3. Вплив сегрегації матеріалів у бункері БЗП на параметри потоку витікання через випускний отвір помітно знижується при зменшенні його перерізу, а також при використанні більш однорідних за крупністю матеріалів. При завантаженні шихтових матеріалів у доменну піч найбільш доцільною є ступінь відкриття шихтового затвора БЗП, величина якої перевищує не менше ніж у 1,5–2,0 рази ступінь відкриття затвора, при якій порушується безперервність потоку матеріалів через випускний отвір.

4. Таким чином, результати дослідження показали, що механізм утворення сумішей компонентів шихти у бункері та їх витоку із нього необхідно враховувати при формуванні раціонального способу завантаження матеріалів у доменну піч.

Перелік посилань

1. Johnson J. E. *The Principles Operation and Products of the Blast Furnace*. Forgotten Books, 2018. 577 p.

2. Плискановский С. Т., Полтавец В. В. *Оборудование и эксплуатация доменных печей*. Днепропетровск : Пороги, 2004. 495 с.

3. *Совершенствование технологии и оборудования производства железорудного сырья для современной доменной плавки* / Лялюк В.П. и др. Кривой Рог : Дианат, 2017. 368 с.

4. *Теория загрузки и газогидродинамики доменной печи*. Монография. Ковшов В. И. и др. Под ред. проф. Ковшова В. И. и Петренко В. А. – Днепропетровск : ТОВ «ЛизуновПресс», 2015. 175с.

5. Селегей А. М., Іващенко В. П., Безшкуренко О. Г. Аналіз сучасних теоретичних та технологічних методів і обладнання та перспектив розвитку завантаження доменних печей. *Теорія і практика металургії*. 2022. № 4. С. 30-45. <https://doi.org/10.34185/tpm.4.2022.05>

6. Большаков В. И., Иванча Н. Г., Вишняков В. И. Разработка математических моделей загрузки многокомпонентных партий шихтовых материалов в бункер бесконусного загрузочного устройства и их выгрузки из бункера. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*. Вып. 26. 2012. С. 42–51.

References

1. Johnson, J. E. (2018). *The Principles Operation and Products of the Blast Furnace*. Forgotten Books
2. Plyskanovskyi, S. T., Poltavets, V. V. (2004) *Oborudovanie y ekspluatatsiya domennyh pechej*. Porohy
3. Lialiuik, V. P. et al. (2017). *Sovershenstvovanye tekhnolohyy y oborudovaniya proyzvodstva zhelezorudnogo syria dlia sovremennoi domennoi plavky*. Dyanat
4. Kovshov, V. Y., Petrenko, V. A. et al. (2015). *Teoriya zahruzky y hazohydrodynamyky domennoi pechy*. TOV "LyzunovPress"
5. Selehei, A. M., Ivashchenko, V. P., Bezshkurenko, O. H. (2022). Analiz suchasnykh teoretychnykh ta tekhnolohichnykh metodiv i obladdannia ta perspektyv rozvytku zavantazhennia domennykh pechei. *Teoriia i praktyka metalurhii*, 4, 30-45. <https://doi.org/10.34185/tpm.4.2022.05>
6. Bolshakov, V. Y., Yvancha, N. H., Vyshniakov, V. Y. (2012). Razrabotka matematicheskikh modelei zagruzki mnogokomponentnykh partii shikhtovykh materialov v bunker beskonusnogo zagruzochnogo ustroistva i ikh vigruzki iz bunkera. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 26, 42–51.

V. V. Bochka¹, D. Sc. (Tech.), Professor, ORCID 0000-0002-4935-0779

K. H. Niziaiev¹, D. Sc. (Tech.), Professor, ORCID 0000-0002-9260-0964

M. V. Yaholnyk¹, Ph.D., Associate Professor, ORCID 0000-0003-2686-8601

K. V. Shmat¹, Assistant

M. M. Oleksiienko¹, Ph. D. Student

¹ *Ukrainian State University of Science and Technologies*

RESEARCH OF THE FEATURES OF THE LAYING OF THE BATCH, ITS MOVEMENT AND OUTPUT FROM THE BLT BUNKER

Abstract. An urgent problem in today's conditions is the improvement of blast furnace process technology. The article emphasizes that an indispensable indicator of progress in the development of blast furnace process technology is the development and improvement of the operation of new loading devices. It is noted that a significant drawback of the operation of these devices is the imperfection of the methods of laying charge components with different densities on the main conveyor to obtain a homogeneous mixture in the hopper. In this case, control of the composition of the mixture of materials when pouring them from the hopper is of particular importance. To study the influence of structural and technological parameters of the BLT operation, a physical model was used on which a study of the mechanism of laying mixtures of different materials in the BLT hopper was conducted. It was established that the ridge consisted mainly of fine particles. The amount of fines in the direction

from the ridge to the hopper wall decreases with an increase in the content of the coarse fraction. It is proved that the given nature of the movement of materials in the hopper of this design to the outlet does not depend on the type of materials, their quality, and also on the size of the outlet. With an increase in the size of the outlet opening, the release time decreases, the flow rate increases, and the amplitude of oscillations increases, which indicates an increase in the heterogeneity of both the mass and the granulometric composition of the materials in the flow. The optimal technological parameters are proposed, which prove that the most appropriate is the degree of opening of the charge gate of the BLT, the value of which exceeds by no less than 1.5–2.0 times the degree of opening of the gate, at which the continuity of the flow of materials through the outlet opening is disturbed. It is emphasized that the mechanism of formation of mixtures of charge components in the hopper and their leakage from it must be taken into account when forming a rational method of loading materials into the blast furnace.

Key words: loading, materials, mixture, stacking, distribution, release.

For citation: Bochka, V. V., Niziaiev, K. H., Yaholnyk, M. V., Shmat, K. V., & Oleksiienko, M. M. (2024). Research of the features of the laying of the batch, its movement and output from the BLT bunker. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 38, 4-15. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-4-15>

Стаття надійшла до редакції збірника 15.11.2024 р.
Рекомендовано до друку редколегією збірника (Протокол № 12 від 19.12.2024 р.)