

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІДИСПЕРСНОЇ БОКСИТОВОЇ ШИХТИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ПРОЦЕСУ СПІКАННЯ

¹Запорізька державна інженерна академія

На прикладі системи живильник—завантажувальний лоток, проведено дослідження динаміки процесу формування шару полідисперсної бокситової шихти, що завантажується на палети агломераційної машини.

Наведені результати розрахунків розподілу фракційного складу шихти по висоті шару, та встановлено конструктивні характеристики лотка, необхідні для його ефективної роботи. Це забезпечує нерівномірний розподіл твердого палива по горизонтам шару, що спікається, і тим самим вирівнювання температури зони горіння по висоті спеку.

Ключові слова: агломерація, горизонт шару, сегрегація, завантажувальний лоток.

Вступ

Енергоефективність та продуктивність аглопроцесу істотно залежать від теплового режиму спікання шихтових матеріалів, обумовленого характером розподілу твердого палива та хімічних компонентів по висоті шару. Останнє залежить від особливостей завантаження і сегрегації фракцій матеріалу по горизонтах шихти, підготовленої до спікання.

Завантаження шихти, в свою чергу, залежить від типу завантажувального пристрою, конструктивні особливості якого будуть впливати на процес формування шару матеріалу, і як наслідок, на фракційний склад окремих горизонтів покладеної на палети шихти.

Аналіз досліджень і публікацій

На сьогодні розроблено безліч систем і пристроїв з регулювання та управління подачею і укладанням шихти на агломераційну стрічку. В роботі [1] наводиться спосіб завантаження шихти на палети, шляхом використання енергії стисненого повітря. Обробка шихти повітрям при завантаженні, призводить до сегрегації часток по крупності, а також до перерозподілу по висоті шару палива і вапняку. Пневматична система завантаження дозволяє отримати шар шихти з більш рихлою структурою. Однак, подібна система значно ускладнює конструкцію агломашини, ускладнює умови роботи агломератчиків через підвищену запиленість. До того ж відбувається підсушування гранул шихти, що збільшує винесення частинок твердого палива, фракційний склад якого становить, порядку, 0,5—1 мм.

Запропонована в роботі [2] заміна похилого відбивального листа на грохот з перемінним перетином отворів покликана підвищити ступінь сегрегації шихти. Але, крім складності запропонованої конструкції, для працездатності цього завантажувального пристрою необхідно постійне очищення валків, у зв'язку з налипанням на них частинок шихти. Завантажувальний пристрій подібної конструкції придатний для експлуатації тільки у виробництві залізрудних окатишів.

Аналіз динаміки сегрегаційних процесів, що відбуваються при формуванні шару шихти, в результаті використання завантажувальних пристроїв різного типу проводиться в роботах [3, 4].

Постановка завдання

Результати моделювання теплового режиму процесу спікання [5] дозволили зробити висновок, що створення спрямованої сегрегації гранулометричного складу шихти по висоті шару забезпечить необхідний розподіл палива та хімічних компонентів, тим самим стабілізує температуру зони горіння. Останнє спрямоване на підвищення продуктивності агломашини за умови скорочення витрат твердого палива та підвищення міцності бокситового агломерату. Отже, дослідження динамі-

ки процесу формування шару полідисперсного сипучого матеріалу, за використання різних завантажувальних пристроїв є актуальною науковою і практичною задачею.

Результати роботи

Система завантаження бокситової шихти на агломераційну машину повинна забезпечувати рівномірний розподіл матеріалу по ширині палети. В іншому випадку, через ділянки шару з меншим опором проходить більша кількість повітря і продуктивність машини знижується. Біля бортів палет, де опір руху повітря менше, ніж посередині, необхідно зосередити більшу кількість шихти. Крім того, сформований шар, що спікається, повинен мати мінімальний газодинамічний опір, останнє досягається відповідним розподілом гранул шихти різної крупності по висоті.

При завантаженні шихти на палети, має відбуватися її розшарування по крупності, таким чином, щоб великі частки скочувалися до основи шару, що формується, а дрібні зосереджувалися в його верхній частині.

У зв'язку з тим, що хімічний склад різних за крупністю часток шихти неоднаковий, дрібна фракція містить більше вуглецю, ніж велика. Зосередження твердого палива у верхній частині шару, що спікається та зазнає нестачу тепла, сприяє вирівнюванню температурного поля процесу по висоті, а отримана сегрегація матеріалу поліпшує газопроникність шару шихти, підготовленої до спікання.

Дослідні спікання, проведені автором для умов залізородної шихти, з розшаруванням матеріалу по крупності і вуглецю показали, що при створенні спрямованої нерівномірності хімічного і фракційного складів шихти по висоті шару забезпечується підвищення міцності спеку і збільшення продуктивності агломераційної установки у порівнянні із завантаженням без сегрегації.

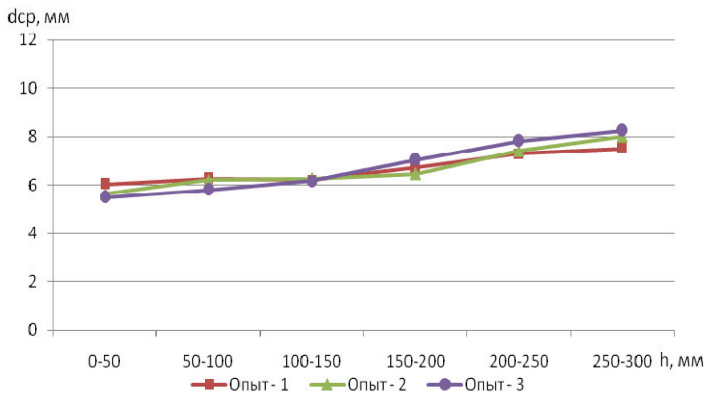


Рис. 1. Залежність зміни середнього діаметру часток по висоті шару

Дослідження системи завантаження бокситової шихти для умов підприємства «Запорізький абразивний комбінат» яка що представляє собою барабанний живильник, дозволили зробити висновок про низьку сегрегацію фракцій матеріалу по висоті палети (рис. 1).

При завантаженні шихти барабанним живильником без застосування складених лотків сегрегаційним процесам заважають сили, що зв'язують агрегати зерен, які рухаються в потоці матеріалу. Частинкам важко відокремитися однієї від одної у відносно щільному потоці

рухомого матеріалу і тим більше рухатися з різною швидкістю.

Найсприятливіші умови для сегрегації шихтових матеріалів при їх завантаженні на агломераційну машину створюються, коли кожна частка матеріалу рухається самостійно, не взаємодіючи механічно з сусідніми.

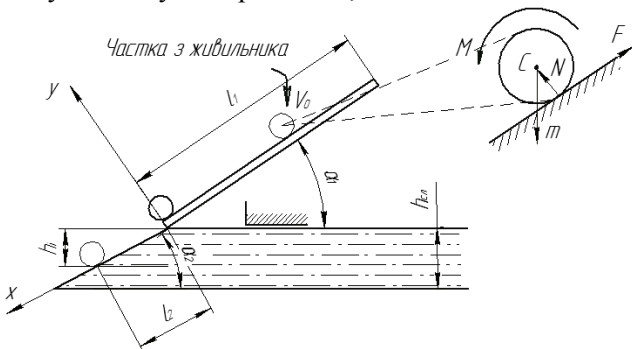


Рис. 2. Схема руху частки по поверхні лотка та шару матеріалу

З метою посилення сегрегаційних процесів, що відбуваються в шарі матеріалу, що завантажується, пропонується використання складених лотків. В роботі [6] представлено отриманий автором математичний опис, який дозволяє розрахувати швидкість руху і шлях, що проходить i -та частинка по поверхні лотка і скосу шару матеріалу, що формується.

Так, при використанні прямолінійного лотка, рис. 2, швидкість руху частки по скосу шару складе

$$V = \sqrt{2gl_2v(\sin \alpha_2 - f_2' \cos \alpha_2) + 2gl_1v(\sin \alpha_1 - f_1' \cos \alpha_1) + V_0^2}, \quad (1)$$

де l_1, l_2 — шлях пройдений часткою по поверхні лотка і матеріалу, m ; f_1', f_2' — коефіцієнт тертя кочення по поверхні лотка і скосу шару матеріалу, V_0 — початкова швидкість частки шихти, м/с;

α_1, α_2 — кут нахилу лотка та скошу шару матеріалу, град.

Рівняння, що характеризує розподіл часток по висоті шару

$$h_i = \frac{l_1 (\sin \alpha_1 - f_1' \cos \alpha_1) \sin \alpha_2}{f_2' \cos \alpha_2 - \sin \alpha_2} \quad (2)$$

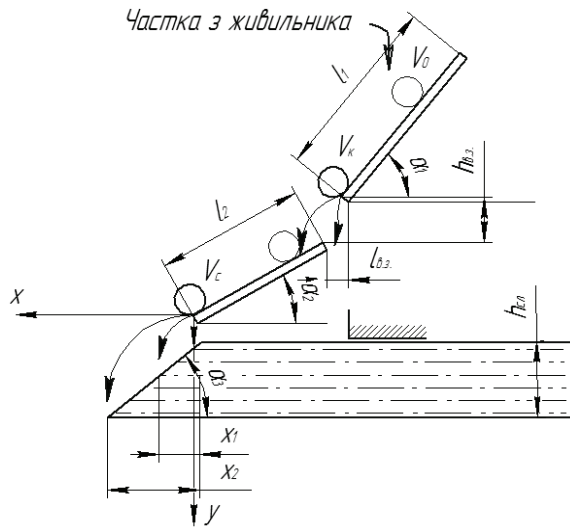


Рис. 3. Схема руху частки по складеному лотку

При використанні для завантаження складеного лотка, рис. 3, швидкість сходу частинок з його поверхні пропорційна їх розмірам та фізико-механічним властивостям. За умови чистого кочення, без ковзання, частки по поверхні лотка, швидкість її руху виразимо у вигляді

$$V_c = \sqrt{2ql_2 v (\sin \alpha_2 - f_2' \cos \alpha_2) + V_k^2}, \quad (3)$$

де q — прискорення вільного падіння, м/с²; f_2' — коефіцієнт тертя кочення частки по сталевому лотку; v — коефіцієнт форми частки; l_2 — довжина другої секції лотка, м; α_2 — кут нахилу лотка, град; V_k — кінцева швидкість частки при сході з першої секції лотка, м/с.

Після сходу частинок із завантажувального лотка, вони будуть рухатися в повітрі по параболічній траєкторії:

$$y_i = x_i \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{qx_i^2}{2V_c^2 \cos^2 \alpha}, \quad (11)$$

де y_i, x_i — переміщення i -ї частини певного розміру, щодо осей координат, м.

Розв'язавши останнє рівняння щодо x_i , отримаємо:

$$x_i = \frac{V_c^2 \sin^2 \alpha_1}{2q} \sqrt{1 + \frac{2qy_i}{V_c^2 \sin^2 \alpha_1}}.$$

Таким чином, знаючи швидкість сходу i -ї частки шихти з складеного лотка, яка залежить від її розміру, та відповідного їй коефіцієнта тертя, можна визначити дальність польоту частки. Розподіл фракційного складу матеріалу, за існуючої системи завантаження без лотка, з використанням прямолінійного та складеного лотка, показано на рис. 4.

Отриманий розрахунковим шляхом розподіл фракційного складу матеріалу по горизонтах шару, рис. 5, свідчить про те, що застосування складеного лотка дозволяє максимально наблизитися до необхідної сегрегації фракцій [5], й тим самим забезпечити необхідний розподіл палива, щоб стабілізувати тепловий режим спікання бокситової шихти.

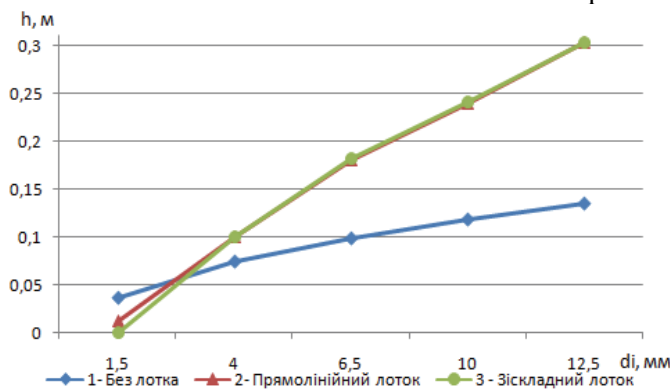


Рис. 4. Розподіл фракційного складу матеріалу у разі використання різних типів завантажувальних вузлів

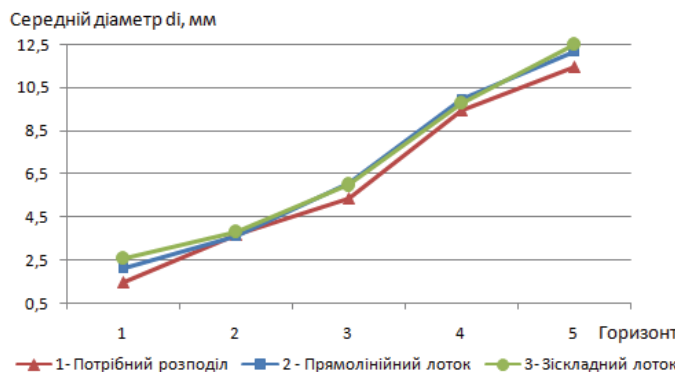


Рис. 5. Зміна середнього діаметру часток матеріалу по горизонтам шару

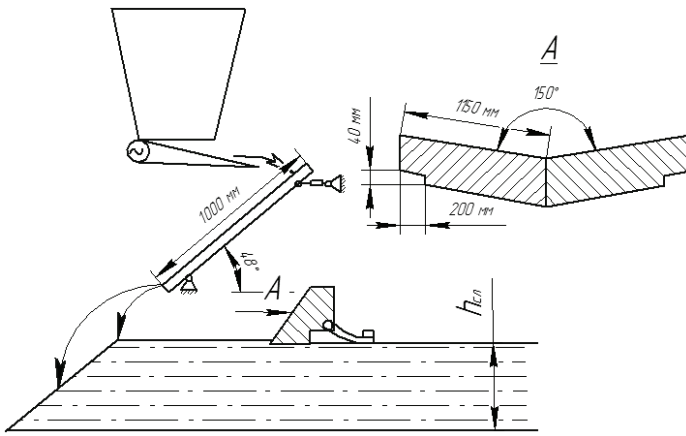


Рис. 6. Конструктивні характеристики модифікованого прямолінійного лотка прибортовими підсосами повітря і втратою тепла через стінки спікальних візків, в роботі пропонується використання модифікованої конструкції прямолінійного складеного лотка зі стрілоподібною секцією (рис. 6).

Конструкція стрілоподібної ступені передбачає наявність двох щілин по краях секції, ширина яких обрана на підставі даних, отриманих у дослідженні газопроникності шихти по ширині палети, де зона прососів повітря становила 200...250 мм від стінок палети. Стріловидна форма другої ступені забезпечує перенесення частини шихти в сторону розвантажувальних щілин. Шихта, виходячи через щілини, формує потовщення 200 мм уздовж бортів на 40 мм вище основного шару шихти (250...300 мм). Ущільнення бічних потовщень шару шихти до заданої висоти, забезпечується гладилкою з тиском 0,01...0,02 МПа.

Крім запропонованої модифікації лотка, автором рекомендується заміна використовуваного в розглянутому технологічному процесі барабанного живильника на вібраційний, що забезпечує краще розділення класів крупності матеріалу, за рахунок зниження взаємодій частинок, що рухаються в потоці [7].

Висновки

Наведені результати розрахунку динаміки процесу формування шару полідисперсної шихти з використанням різних вузлів завантаження. В результаті визначені конструктивні характеристики завантажувального вузла: довжина площини лотка 1000 мм, кут нахилу 48° , які забезпечують максимально близьку до необхідної, сегрегацію класів крупності матеріалу. Останнє дозволить нерівномірно розподілити тверде паливо по горизонтах шару, тим самим вирівняти температуру зони горіння по висоті спеку [5].

Запропонована конструкція модифікованого прямолінійного складеного лотка з додатковою стрілоподібною секцією покликана підвищити вміст твердого палива у прибортових зонах та верхніх горизонтах шару з 7,3 % до 8,25 %, при загальному зменшенні вмісту палива в шихті з 7...9 % до 5,582 %, та знизити вплив прибортових прососів повітря на тепловий режим спікання.

Досвід використання модифікованого лотка з додатковою секцією [8] свідчить про ефективність його застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бережний, Н. Н. Аналіз способів і систем завантаження агломераційних і випалювальних машин конвеєрного типу [Текст] / Н. Н. Бережний, Я. А. Стойкова // Вісник КрНУ : зб. наук. пр. — 2012. — № 32 — С. 44—47.
2. Безверхий І. В. Розробка заходів для збільшення сегрегації агломераційної шихти при її завантаженні на аглоленту [Текст] / І. В. Безверхий, А. А. Томаш // Університетська наука 2010 : Міжнародна наук.-техн. конф. : тези доп. — Том 1. — Маріуполь, 2010. — С. 40—42.
3. Пазюк М. Ю. Вплив умов завантаження на формування структури шару шихти [Текст] / М. Ю. Пазюк // Изв. вузів. Чорна металургія. — 1985. — № 6. — С. 133—136.
4. Формування структури агломераційного шару шихти [Текст] / [С. Н. Петрушов, А. М. Новохатський та ін.] // Изв. вузів. Чорна металургія. — 1998. — № 8. — С. 21—24.
5. Мних А. С. Реалізація раціонального розподілу твердого палива у шарі бокситової шихти на основі моделі теплового режиму спікання [Текст] / А. С. Мных // Энергетика: економіка, технології, екологія. — 2015. — № 2. — С. 34—41.

6. Мних А. С. Дослідження систем завантаження полідисперсної аглошхти з метою забезпечення необхідного теплового режиму процесу спікання [Текст]/ А. С. Мних // Вісник Приазовського державного технічного університету. — Серія «Технічні науки». — 2015 — № 30. — С. 53—58.

7. Бернштейн Р. С. Застосування вибропитателя для завантаження агломерацийних машин [Текст] / Р. С. Бернштейн, Ю. А. Фролов // Металург. — 1977. — № 7. — С. 12—13.

8. Мних А. С. Дослідження впливу теплового режиму процесу спікання на якісні показники агломерату [Текст]/ А. С. Мних // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. — 2015. — № 4(135). — С. 46—52.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 27.05.2015

Мних Антон Сергійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електротехніки та енергетичного менеджменту, e-mail: mnikh.a@yandex.ua.

Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя

A. S. Mnykh¹

Choosing the boot system of polydisperse bauxite charge with the aim of increasing the efficiency of the thermal regime of sintering process

¹Zaporizhia State Engineering Academy

On the example of system feeder — boot tray, the study of the dynamics of the process of formation the layer of polydisperse bauxite charge that is fed to the sinter machine pallet is carried out in the article.

The results of calculations of the distribution of the fractional composition of the charge on the layer height have been presented, and structural characteristics of the tray, making its work effective have been installed. This provides an uneven distribution of solid fuels on the horizon sintered layer, thereby aligning the temperature of the combustion zone at the height of the layer.

Keywords: agglomeration, horizon layer, segregation, boot tray.

Mnykh Anton S. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Electrical Engineering and Power Management, e-mail: mnikh.a@yandex.ua

A. C. Мных¹

К вопросу выбора системы загрузки полидисперсной бокситовой шихты с целью повышения энергоэффективности теплового режима процесса спекания

¹Запорожская государственная инженерная академия

На примере системы питатель—загрузочный лоток, проведено исследование динамики процесса формирования слоя полидисперсной бокситовой шихты, загружаемой на паллеты агломерационной машины.

Приведены результаты расчетов распределения фракционного состава шихты по высоте слоя, и установлены конструктивные характеристики лотка, для его эффективной работы. Это обеспечивает неравномерное распределение твердого топлива по горизонтам спекаемого слоя, тем самым выравнивая температуру зоны горения по высоте спека.

Ключевые слова: агломерация, горизонт слоя, сегрегация, загрузочный лоток.

Мных Антон Сергеевич — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры електротехніки та енергетического менеджмента, e-mail: mnikh.a@yandex.ua