Державний заклад «Центральна державна науково-технічна бібліотека
гірничо-металургійного комплексу України»

МЕТАЛУРГІЯ РУДИ ТА ЧАВУНУ

Тематична добірка публікацій з актуальних
питань аглодоменного виробництва

Випуск 4

Дніпро - 2024

Дана тематична добірка містить копії першоджерел, присвячених вирішенню актуальних теоретичних та практичних проблем, а також вдосконаленню технологій аглодоменного виробництва і підготовки сировинної бази.

Складено за фондом ЦДНТБ ГМК України станом на 01.08.2024 р.

Бібліографічний анотований список до тематичної добірки «Металургія руди та чавуну»

1. Збагачення залізних руд

УДК 621.926.23.001.2
DOI: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-82-85

Кляцький В.І. Експериментальні дослідження технологічних параметрів конусної дробарки мілкого дроблення / В.І. Кляцький, Л.А. Бугай, Н.С. Запорожець // Вісник Криворізького національного університету. – 2021. – Вип. 52. – С. 82-85.

Метою роботи експериментальна розробка конструкції футировочної броні дробарки дрібного дроблення, що утворюють камеру дроблення, і вплив її на технологічні параметри. Наукова новизна полягає в дослідженні методів і засобів підвищення ефективності роботи конусних дробарок та базується на більш-менш повному обсязі обліку діючих факторів і призводить до необхідності розгляду цілого комплексу причин. Проведено експериментальні дослідження, що включають визначення впливу профілю камери дроблення, твердості гірських порід, величини розвантажувальної щілини, на продуктивність і якість продукту дроблення. Встановлено математичну модель у вигляді рівнянь регресії, отриманих статистичними методами на базі експериментів, зібраних безпосередньо при проведенні експериментів. Для вирішення поставлених завдань було використано метод рототабельного планування другого порядку, який дозволив поряд з отриманням математичної моделі процесу, провести статистичну оцінку отриманих результатів. При плануванні експериментів в якості змінних факторів прийняті: обсяг камери дроблення,міцність подрібнювальних руд, розмір розвантажувальної щілини, довжина зони калібрування. На моделі конусної дробарки дрібного дроблення (М 1: 5) проведено експериментальні дослідження по визначенню впливу профілю камери дроблення при різних значеннях розвантажувальної щілини дробарки, що переробляє різну по міцності руду на продуктивність дробарки і вихід готового класу продукту дроблення. Отримано оптимальні значення обсягу камери дроблення, розмір розвантажувальної щілини, довжина зони калібрування при різних конструктивно-механічних параметрах моделі конусної дробарки дрібного дроблення з різними профілями камери дроблення.

Ключові слова: конусна дробарка, камера дроблення, профіль…….**С.9**

УДК 658.652.64.622.3
DOI:10.31721/2306-5435-2022-1-110-13-22

Оперативний контроль якості руд чорних металів з використанням гамма-випромінювання / А.А. Азарян, В.А. Азарян, В.С. Моркун та ін. // Гірничий вісник. – 2022. – Вип. 110. – С. 13-22.

Мета. Для підвищення точності визначення вмісту корисного компоненту в рудах чорних металів гамма-гамма методом необхідно розробити математичну модель взаємодії гамма-випромінювання з зразками руд чорних металів та геометричних параметрів зони вимірювання (габаритів колімаційного отвору, розміщення джерела низько-енергетичного гамма-випромінювання одне відносно одного а також відстані до поверхні досліджуваного зразка) та вмісту суміжних компонентів, що входять до складу руд. В результаті досліджень отримав подальшого розвитку метод математичного моделювання теоретичного визначення величини інтенсивності гамма-випромінювання як функції, що залежить від геометричних параметрів зони вимірювання та речовинного складу досліджуваного зразка. Визначено масові коефіцієнти ослаблення для різного вмісту корисного компоненту. Отримані аналітичних вирази доцільно використовувати при проектуванні засобів оперативного визначення вмісту корисних компонентів для визначення оптимальних розмірів зони вимірювання. На основі законів взаємодії гамма-випромінювання з гірськими породами побудовано математичну модель розрахунку величини потоку розсіяного гамма-випромінювання, яка дозволяє врахувати особливості зони вимірювання. Адекватність отриманої моделі доведено задовільним збігом експериментальних даних з розрахунковими.

Ключові слова: математична модель, інтенсивність випромінювання, центральна геометрія, взаємодія випромінювання, вміст заліза, коефіцієнти ослаблення, некогерентне випромінювання, хромові руди……...……**С.13**

УДК 621:004.94
DOI: 10.15587/1729-4061.2023.291680

Визначення характеру руху сипких матеріалів у шнекових та трубчасто-гребеневих живильниках / Ничеглод В.В., Бурмістенков О.П., Стаценко В.В. та ін. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Том 6, № 1. – С.22-28 – Текст англ.

Об’єктом дослідження є взаємозв’язок між конструктивними і технологічними параметрами живильників сипких матеріалів та характеристиками потоків частинок на їх виході, а саме: продуктивністю та величиною пульсацій. Проаналізовано існуючі конструкції обладнання цього типу, визначено найбільш поширені методи моделювання їх роботи. Авторами запропонована конструкція трубчасто-гребеневого живильника, робота якої порівнюється з відомим шнековим живильником. На основі методу дискретних елементів розроблено комп’ютерні моделі обох конструкцій. Моделювання проведено в програмному середовищі EDEM 2017. Встановлено, що отримані моделі враховують дискретну природу руху сипких матеріалів, дозволяють проводити дослідження з урахуванням фізико-механічних властивостей окремих частинок. Створено дослідний стенд для експериментальної перевірки режимів роботи трубчасто-гребеневого живильника. Визначено продуктивності живильника цього типу для двох швидкостей обертання труби (6 і 10 рад/с). Також визначено величину пульсацій потоку матеріалу у вихідному патрубку. Підтверджено відповідність результатів розрахунків за комп’ютерною моделлю реальному процесу. Зазначені дослідження

проводились для усталених режимів роботи. Встановлено, що за рівних габаритних розмірів та швидкостей обертання робочих органів, продуктивність шнекового живильника у 5…5,2 разів більша ніж у трубчасто-гребеневого. Але останній забезпечує у 7,3…16,4 разів меншу величину пульсацій потоку сипкого матеріалу. Це дозволяє знизити неоднорідність сумішей, особливо у випадку використання таких живильників у складі змішувальних комплексів безперервної дії. Отримані результати дозволяють аналізувати роботу живильників сипких матеріалів та зменшити час їх проєктування

Ключові слова: сипкий матеріал, трубчасто-гребеневий живильник, метод дискретних елементів, МДЕ, пульсації сипкого матеріалу……..**С.23**

2. Окускування залізних руд

УДК 669.1.622.785
DOI: 10.15407/steelcast2019.10.064

Дослідження ефективності зниження викидів від зон спікання агломашин / М.Р. Руденко, М.А. Кащеєв, Є.М. Нагорний та ін.// Метал та лиття України. – 2021. – №3. – С. 8-14.

Ситуація з ресурсами призводить до необхідності використовувати у складі аглошихти значну кількість залізорудного концентрату, шламів, пилу як мокрого, так і сухого вловлювання, шлаків конвертерного виробництва. Погіршуються умови як підготовки, так і спікання з необхідністю добавок флюсів і палива. Збільшення кількості тонкодисперсних матеріалів призводить до закочування частинок твердого палива у середину гранул огрудкованої шихти. При цьому встановлюється різна масова частка вуглецю твердого палива, яка визначає зміну складу та кількості шкідливих газів. Проведення інструментальних вимірів розподілення викидів по вакуум-камерах показало, що на перших вакуум-камерах гази перезволожені. Кількість моноокисиду і двоокису вуглецю, а також оксидів азоту і сірки розподілена рівномірно по довжині агломашини. Підвищення температури газів, що відходять, відбувається на другій стадії і досягає максимального значення на останніх трьох вакуум-камерах. Вимірами визначено обсяг викидів основних забруднюючих речовин від зон спікання агломашин типу АКМ-75. Запропоновано систему завантаження шихти з корегуванням кута нахилу завантажувального лотка. Визначено кут нахилу завантажувального лотка для сировинних умов підприємства, що забезпечує максимальну сегрегацію. Завантаження шихти при максимальній сегрегації дозволило збільшити перерозподіл насипної ваги і палива по висоті шихти. Аналіз потужності викидів від агловиробництва в атмосферне повітря у 2017 році при впровадженні системи регулювання завантаження шихти на спікальний візок показав позитивну динаміку зменшення викидів в атмосферне повітря оксиду вуглецю. Підприємство зменшило викиди в атмосферне повітря оксиду вуглецю в порівнянні з 2016 роком на 3471,4 т.

Ключові слова: тверде паливо, залізорудний концентрат, агломераційна машина, сегрегація, насипна вага, завантажувальний лоток, оксид вуглецю……...**С.30**

УДК 669.15-168
DOI: 10.34185/tpm.3.2021.10

Дослідно промислові випробування спікання агломерату з дрібнодисперсним марганцевим концентратом / Ю.С. Пройдак, В.І. Ольшанський, О.О. Гогенко та ін. // Теорія і практика металургії. – 2021. – №3. – С.79-88.

Об'єкт дослідження – металургійна технологія залучення дрібнодисперсних марганцевих концентратів, що утворюються при видобутку та збагаченні вихідної сировини, у виробництво марганцевого агломерату. Мета роботи – на основі результатів аналізу фізико-хімічних процесів при спіканні марганцевого агломерату та експериментальних досліджень розробити інноваційні технологічні рішення та рекомендації по технології спікання агломерату з підвищеною до 60% часткою в шихті. Встановлено мінералогічну мікроструктуру рудних марганцевих концентратів і дрібнодисперсного концентрату збагачення марганцевої руди. Визначено раціональну схему попередньої підготовки дрібнодисперсних відходів збагачення марганцевої руди для використання в металургійних процесах; встановлено раціональну кількість відходів збагачення марганцевої руди у вихідній шихті; доведена можливість повернення 50…70% (проти звичайного 10…15 %) дрібнодисперсного (фракції 0-1 мм) марганцевого концентрату 2 сорту в шихту виробництва марганцевого агломерату за рахунок використання реагенту торф гідроксидний (РТГ) у кількості 5…7% з одночасним підвищенням міцності гранул агломерату вдвічі.

Ключові слова: марганцева руда, дрібнодисперсний марганцевий концентрат, агломерація, оплавлений агломерат, мікроструктура, міцність агломерату, попередня обробка агломерату, виплавка силікомарганцю…….……..……**С.37**

УДК 664.643.1
DOI: 10.33108/visnyk_tntu2022.03.086

Динаміка взаємодії компонентів при перемішуванні / І. Стадник, В. Піддубний, А. Чагайда, В. Федорів // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2022.– Вип. 107. – С. 86-98. – Текст англ.

Вплив механічної дії на змішування та збивання суміші компонентів сприяє утворенню тривимірної губчасто-сітчастої неперервної структури клейковинного каркасу, адже саме він визначає еластичні та пружні властивості середовища і є актуаальним у диспергуванні газу в рідині. Тому метою роботи було встановлення взаємозв'язку газоутримувальної здатності середовища та енергії, затрачуваної на гідратацію компонентів. Виконано завдання визначення газоутримувальної здатності середовища зі змінними параметрами висоти рідинної фази від інтенсивності змішування, часу перебігу перехідних процесів формування повного об'єму газорідинного середовища, часу перехідного процесу виходу диспергованої газової фази. Різниця рівнів до утворення газової фази й у режимі перемішування(аерації) визначає значення газоутримувальної здатності. У зв'язку з цим, дійшли до висновку про доцільність повної дестабілізації усталених режимів завдяки зміні режимів дії робочого органа в системі потоків. Додатковим впливом на систему є зміна гідродинамічних режимів у зв'язку з несталою динамікою утворення диспергованої газової фази. Генерування диспергованої газової фази означає присутність енергетичних витрат на утворення міжфазної поверхні, що повинно враховуватися в загальному енергетичному балансі. Водночас треба назвати ще одну особливість. Частина газової фази,

що існувала й продовжує існувати в новому режимі після змішування, потрапляє в режим перехідного процесу. Тому найефективніше замішування відбувається в разі дотримання зміщеного режиму дозування компонентів у зваженому стані та механічного впливу робочого органу. З огляду на поставлені завдання й умови проведення змішування опари, визначено вимоги до конструкції змішувача, водночас встановлено, що подача компонентів має тривати не менше 45 с. За цей період відбувається гідратація та зменшення споживання енергоресурсів. Такий підхід утворення імпульсних потоків поверхневих контурів під час взаємодії у зваженому стані дозуючих компонентів, за обертової дії тарільчастого робочого органу й сил гравітації, встановлює умови інтенсифікації масообмінних і біохімічних процесів в умовах термодинамічної рівноваги при відповідних зв'язках десорбції розчиненої частини газової фази та рідини. це розкриває новий спосіб перемішування та дозволяє в подальшому використовувати при конструктивних розрахунках циліндричних робочих камер.

Ключові слова: перемішування, тверда, рідка і газоподібна фаза, зміна концентрацій, термодинаміка, гідратація, опара..……...**С.47**

УДК 669:162.1
DOI: 10.52150/2522-9117-2023-37-50-61
Оцінка процесів руйнування та способів стабілізації агломерату / В. В. Бочка, К. Г. Нізяєв, М. В. Ягольник та ін. // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2023. – Вип. 37. – С. 50-61.

Актуальною проблемою в умовах сьогодення є вдосконалення технології та покращенню якісних характеристик залізорудного агломерату. У статті розглянуто особливості механічної обробки агломерату в різних пристроях та виконано аналіз ефективності стабілізації агломерату за міцністю і крупністю в стабілізаторі барабанного типу. Відмічається, що істотним недоліком цього пристрою є відсутність достатнього аргументування вибору конструкційних і технологічних параметрів роботи барабана-стабілізатора. Для дослідження впливу конструкційних і технологічних параметрів роботи пристрою барабанного типу на руйнування агломерату розроблена математична модель. Запропонована модель дозволяє визначити характеристики барабана, величину і види енергетичних навантажень, які діють на матеріал при різних технологічних і конструкційних параметрах роботи пристрою. Визначено, що енергія навантаження, яка діє на агломерат, залежить від наступних факторів: радіуса барабана, частоти обертання, кількості та ширини полиць, ступеню завантаження пристрою агломератом. Доведено, що для стабілізації агломерату за крупністю та міцністю в пристрої барабанного типу необхідно виділити три характерні зони з різним механізмом руйнування, шляхом зменшення величини та кількості полиць в них: дроблення - з максимальною необхідною величиною загальних та ударних навантажень; стабілізації характеристик за крупністю за рахунок зменшення ударних навантажень; стирання, яке має забезпечити мінімізацію ударних навантажень, з основною дією сил, які дозволять видалити гострі виступи для надання агломерату кулястої форми. Запропоновано оптимальні конструкційні та технологічні параметри барабана-стабілізатора, які дозволять забезпечувати необхідний рівень початкових навантажень на

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

Ключові слова: барабан-стабілізатор, агломерат, навантаження, гранулометричний склад, міцність. ……..……..**С.60**

3. Доменний процес

УДК 669.173 + 544–971

Пантейков С.П. Розрахунок температур перебігу хімічних реакцій процесу ступінчастого відновлення заліза з гематиту газом со і газифікації твердого вуглецю за існуючими формулами і за стандартними значеннями ентальпії та ентропії речовин / С.П. Пантейков // Збірник наукових праць ДДТУ. – 2022. – №2. – С. 16-26.

У статті наведені результати термодинамічної оцінки можливості перебігу хімічних реакцій ступінчастого відновлення заліза з гематиту газом–відновником СО, а також хімічної реакції Белла–Будуара. Цілями роботи є знаходження за допомогою виразів, що існують в літературних джерелах та виведені автором, графічних залежностей чисельних значень вільної енергії Гіббса від температури. Отримані чисельні значення граничних температур, нижче або вище за які реакції ступінчастого відновлення заліза з гематиту газом СО та газифікації твердого вуглецю за реакцією Белла–Будуара термодинамічно проходити не можуть. жливості.

Ключові слова: відновлення, оксид заліза, монооксид вуглецю, хімічна реакція, газифікація вуглецю, ентальпія, ентропія, енергія Гіббса, гранична температура, термодинаміка, реакція Белла–Будуара. ……..….**С.72**

УДК 669.162.2

DOI: 10.34185/1991-7848.2022.01.10

Меркулов О.Є. Моделювання процесів доменної плавки при зміні програми завантаження шихти / О.Є. Меркулов, Ю.С. Семенов, М.Г. Джигота // Сучасні проблеми металургії. – 2022. – №25. – С.117-125.

У публікації наведено результати прогнозної оцінки моделювання процесів та кінцевих показників доменної плавки при зміні програми завантаження шихти на доменній печі об’ємом 1719 м3 з наступним зіставленням з фактично отриманими результатами. Моделювання здійснено за допомогою математичної моделі доменної плавки, що на відміну від отримання балансових показників дозволяє отримати знання про механізм процесів, за рахунок яких відбуваються зміни, в тому числі при нерівномірності розподілу шихтових матеріалів на колошнику доменної печі.

Ключові слова: доменна плавка, моделювання, програма завантаження, рудне навантаження, витрата коксу.……...…….……**С.83**

УДК 621.791.753.042
DOI: 10.31498/2522-9990272024303159
Щетинін С.В. Процес аргонодугового наплавлення засипних апаратів доменних печей на низькій погонній енергії / С.В. Щетинін, В.І. Щетиніна, І.В. Воленко // Наука та виробництво. – 2024. – №27. – С.57-67.

Засипний апарат, який забезпечує завантаження шихтових матеріалів в доменну піч, експлуатується в умовах високих питомих динамічних навантажень під дією руди, коксу, агломерату, абразивного і газоабразівного зносу, високих температур і агресивних середовищ. Збільшення зносостійкості засипних апаратів знижує собівартість, підвищує якість чавуну і ефективність металургійного виробництва. Тому, підвищення тріщиностійкості і зносостійкості засипних апаратів є важливою науково-технічною проблемою.

Ключові слова: засипний апарат, аргонодугове наплавлення, вплив концентрації дуги, подрібнення мікроструктури.……..……..…….**С.92**