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

МЕТАЛУРГІЯ РУДИ ТА ЧАВУНУ

Тематична добірка публікацій з актуальних
питань аглодоменного виробництва

Випуск 5

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 01.10.2024 р.

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

1. Збагачення залізних руд

УДК 622.74: 621.928.235
DOI: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-35-40

Яцун В.В. Імітаційне моделювання роботи вібраційного грохота, що працює в резонансному режимі / В.В. Яцун, О.Д. Почужевський, В.Ю. Тищенко // Вісник Криворізького національного університету. – 2021. – Вип. 53. – С. 35-40.

Метою роботи є дослідження процесу збудження двочастотних резонансних вібрацій короба грохоту пасивними автобалансирами. Створено імітаційну модель модернізованого грохоту інерційного, у якому в якості віброзбудника використовується кульовий автобалансир, що дозволяє створювати двочастотні резонансні вібрації. Був виділений ряд основних параметрів, що впливають на стійкість двочастотних резонансних вібрацій. Установлено, що області існування двочастотних резонансних вібрацій мають великі межі, що дозволяє змінювати характеристики двочастотних резонансних вібрацій зміною багатьох параметрів. Зроблено висновок про можливість отримання позитивного ефекту від заміни інерційного віброзбудника на двочастотний резонансний.

Методи дослідження. Дослідження проводилися з використанням комп'ютерної САПР Solidworks для створення імітаційної моделі і модуля Cosmos Motion для моделювання динаміки вібромашини. Обробка отриманих даних проводилась в системі комп'ютерної алгебри Mathcad.

Наукова новизна. Визначені області зміни основних параметрів, що забезпечують швидке і гарантоване настання двочастотних резонансних вібрацій. Сформульовані та перевірені припущення щодо дії механізму виникнення двочастотних резонансних вібрацій.

Практична значимість. Поєднання переваг резонансної вібромашини із двочастотним віброзбудником дозволить одержати енергоефективну машину з підвищеною продуктивністю. Методика імітаційного моделювання, реалізована для вібраційного грохоту, може бути використана й для інших вібраційних машин.

Результати. В розробленій імітаційній моделі, що має ідентичні геометричні, масово-інерційні параметри й повністю відповідає натурному грохоту, установлено, що в широкій області зміни параметрів системи гарантовано наступають двочастотні резонансні вібрації. До цих параметрів віднесено: масу короба, масу коригувальних вантажів, масу дебалансу, частоту обертання дебалансу, жорсткість опор та сили в‘язкого опору. Збільшення маси

короба сприяє зменшенню нижчої частоти коливань. При цьому коригувальні вантажі автоматично підлаштовуються під зміну маси короба. Збільшення маси коригувальних вантажів прямопропорційно сприяє збільшенню амплітуди повільних коливань короба. Збільшення маси дебалансу в корпусі автобалансира прямопропорційно збільшує амплітуду швидких коливань короба. Збільшення частоти обертання ротора прямопропорційно збільшує швидкість швидких коливань короба. Був визначений ряд параметрів, що впливають на значення амплітуди повільних коливань.

Ключові слова: резонанс, двочастотний віброзбудник, дебаланс, автобалансир, грохот, імітаційне моделювання……..……**С.9**

УДК 621.928.024.1

DOI: 10.34185/1991-7848.2022.01.16

Кононов Д.О. Експериментальне дослідження руху елементів вібраційного грохоту з еластичною динамічно-активною поверхнею / Д.О. Кононов, В.О. Єрмократьєв, В.А. Чеченев // Сучасні проблеми металургії. – 2022. – №25. – С.192-200.

Анотація. Мета роботи: експериментальне дослідження руху елементів вібраційного грохоту з еластичним ситом.

Методи дослідження: визначення прискорень елементів вібраційного грохота за допомогою датчиків-акселерометрів. Проведено експериментальне дослідження руху елементів вібраційного грохоту та визначено основні кінематичні характеристики.

Розроблено схему вимірювального комплексу, в умовах роботи лабораторного вібраційного грохоту (частота коливань 25 Гц, максимальна амплітуда 4 мм). Запропоновано використовувати датчики MPU 6050, ADXL345 та мікроконтролерів Arduino Nano або STM32F103. Розроблено необхідне програмне забезпечення. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок що еластичні елементи сита у вертикальній площині коливається з амплітудою 2-2,5 рази більше, ніж амплітуда коливання короба вібраційного грохота.

Ключові слова: вібраційний грохот, еластичне сито, MPU 6050, ADXL345, Arduino, STM32F103..……..……...…….…….**С.15**

УДК 622.1:622.271.3

Переметчик А.В. Геометричне моделювання та прогнозування якості залізних руд / А.В. Переметчик, С.О. Федоренко, Т.О. Подойніцина // Гірничий вісник. – 2023. – Вип. 111. – С. 46-54.

Мета. Розробка методики геометризації та якісних показників залізорудних родовищ для побудови такої гірничо-геометричної моделі родовища, яка давала б можливість описати закономірності розміщення найважливіших якісних показників у просторі для того, щоб спрогнозувати їх зміну в процесі розвитку гірничих робіт.

Методи дослідження. Застосовано комплексний метод досліджень, що включає проведення теоретичних досліджень, лабораторні та промислові експерименти. Рівняння геохімічного поля і випадкового геохімічного поля реалізуються на основі використання аналітичних методів прогнозування, що самоорганізуються. Графоаналітична модель родовища будується з допомогою геостатистичних методів.

Наукова новизна. Описано методику прогнозування, на основі методів, що самоорганізуються, ефективно реалізує рівняння математичної моделі багатовимірного

випадкового геохімічного поля. Описано розроблений авторами багатовимірний евристичний алгоритм прогнозування, який використовує поліном довільного ступеня, що дозволяє описати будь-яку функціональну залежність. Показано, що як математичний опис елементів прогнозованого гірського масиву доцільно приймати систему рівнянь багатовимірного випадкового геохімічного поля.

Практичне значення. Розроблено гірничо-геометричний метод прогнозування якісних показників залізорудних покладів, що дозволяє вирішувати завдання перспективного та поточного планування за результатами, отриманими під час геометризації. Особливо важливим аспектом геометризації родовищ залізорудних корисних копалин є гірничо-геометричне прогнозування їх якісних показників для вирішення завдань перспективного та поточного планування для того, щоб налагодити з максимальною ефективністю роботу гірничодобувного підприємства в режимі усереднення якості руди та підвищити раціоналізацію освоєння родовища.

Результати. Запропоновано вирішення актуального наукового завдання, що полягає у розробці гірничо-геометричного методу прогнозування якісних показників залізорудних родовищ, заснованого на математичній моделі багатовимірного випадкового геохімічного поля, яка реалізована на основі раніше існуючих та розроблених методів, що самоорганізуються. Визначено, що на родовищах Кривбасу метод крайгінгу є найбільш прийнятним для оцінки та підвищення достовірності вихідної геологічної інформації, оскільки детальна геологічна розвідка проводиться за допомогою нерегулярної мережі свердловин.

Ключові слова: геометризація, гірничо-геометричні методи прогнозування, геостатистичні методи, крігінг, багатовимірне випадкове геохімічне поле, евристичні алгоритми прогнозування…….…...…….**С.24**

2. Окускування залізних руд

УДК 622.781

DOI: 10.31498/2225-6733.42.2021.240575

Аеродинамічне розділення залізорудних окатишів по крупності / Є.В. Чупринов, В.П. Лялюк , Ф.М. Журавльов та ін. // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2021. – Вип. 42. – С. 57-66.

Розглянуто можливість організації повітряної класифікації обпалених окатишів на відкритих складах готової продукції. Досліджено особливості вибору конструктивних умов аеродинамічного сортування окатишів, що забезпечують максимальні і достатні відстані між частинками різних розмірів на встановленому горизонті для сортування окатишів за їх розмірами. Теоретично показана можливість класифікації обпалених окатишів повітряним потоком з відділенням необхідних крупності і кількості фракцій при їх вивантаженні зі стрічкового конвеєра.

Ключові слова: окатиші, класифікація, повітряний потік, аеродинаміка, моделювання…….……...…..…**С.33**

УДК 666.9.04:66.011
DOI: 10.33070/etars.1.2022.05

Очищення агломераційних газів від діоксиду сірки / В.В. Колесник, В.М. Орлик, В.А. Жайворонок та ін. // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2022. – №1 – С. 51-62.

В умовах обмежених знань щодо кінетики перебігу процесів хемосорбції оксидів сірки запропоновано підхід якісного визначення хемосорбційної здатності адсорбентів на основі вапняку, що дає можливість у певних межах оптимізувати апаратурно-технологічне оформлення процесу уловлювання оксидів сірки на етапі проектування. Враховуючи високу вартість ефективних дрібнодисперсних адсорбентів, запропоновано рециркуляцію частини вихідного продукту, в якому міститься адсорбент, із залишковою адсорбційною ємністю. Наведено залежності для розрахунку економії свіжого адсорбенту. Для зменшення впливу баластного продукту CaSO4 на ефективність уловлювання оксидів сірки та зменшення енергетичних витрат на рециркуляцію запропоновано сегрегацію рециркуляційного потоку на непрореагований чи частково прореагований адсорбент та повністю перетворений на сульфат кальцію з подальшою рециркуляцією тільки адсорбенту.

Ключові слова: десульфуризація димових газів, сухі системи, адсорбер, адсорбент оксид кальцію, рециркуляція сорбенту.……...…..…**С.43**

УДК 669.162:669.013
DOI: 10.15407/steelcast2023.01.008

Воденнікова О.С. Заходи з модернізації спікального відділення агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» / О.С. Воденнікова, С.А. Воденніков, Я.В. Бондаренко // Метал та лиття України. – 2023. – №1. – С. 8-18.

При виробництві агломерату в умовах українських металургійних підприємств доцільно використовувати вітчизняну сировину та намагатися збільшити продуктивність агломераційних цехів до світових показників в межах від 5 до 7 млн т/рік агломерату. При цьому до якості агломерату слід пред’являти наступні вимоги: максимально високий вміст заліза, мінімальна кількість шкідливих домішок, постійність хімічного та гранулометричного складів, висока здатність до відновлення та газопроникність, висока міцність і низький вміст фракції менше 5 мм. Для підвищення конкурентоспроможності агломераційного виробництва слід використовувати наступні засоби: будівництво агломераційних фабрик нового покоління з сучасними агломераційними машинами; проведення капітального ремонту та модернізації основних фондів агломераційного виробництва; застосування енергозберігаючих технологій спікання агломерату та інші. У роботі пропонуються заходи з модернізації спікального відділення агломераційної фабрики № 2 ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». Для капітального ремонту агломераційної машини № 7 пропонується виконати: ремонт поздовжніх та поперечних ущільнень агломераційної машини; ремонт газового колектора, вакуум-камер, пилових мішків, компенсаторів в зоні спікання, вакуум-камер в зоні охолодження; відновлення термічної ізоляції на газовому колекторі, вакуум-камерах, пилових мішках. Запропоновані заходи дозволяють знизити витрати електроенергії на агломераційній фабриці, підвищити продуктивність агломераційної машини № 7 до 933,372 тис. т/рік агломерату, знизити вміст дрібниці в агломераті до 8 %, знизити витрату твердого палива до 20 % та збільшити термін експлуатації устаткування (роторів ексгаустера та спікальних візків з колосниками).

Ключові слова: агломерат, агломераційна машина, модернізація, спікальне відділення, технологія спікання агломерату……...**С.55**

УДК 678.021.98

DOI: 10.15407/scine20.01.087

Нові технічні рішення з підвищення площі активного перетину колосникових грат агломераційної машини / Є.М. Сігарьов, Р.М. Руденко, К.І. Чубін та ін. // Science & Innovation. – 2024. – №1. – С. 87-97.

Вступ. Одним із визначальних елементів конструкції агломераційних машин є рухома конвеєрна стрічка, що складається зі спікальних візків, з комплектом колосників, на які безперервно завантажується шихта для виробництва агломерату.

Проблематика. Наявність залишків сирої шихти та частинок агломерату у просторі між колосниками і елементами спікального візку призводить до збільшення маси конвеєрної стрічки, негативних змін у тепловому навантаженні корпусів візку та підвищення температури металоконструкцій й перевитрат енергії на процес.

Мета. Дослідження особливостей використання колосникових ґрат агломераційної машини зі збільшеною площею активного перетину й зниженим за рахунок удосконалення конструкції колосників газодинамічним опором.

Матеріали та методи. Особливості змін газодинамічного опору колосникових ґрат, виготовлених з використанням удосконалених колосників, теплового навантаження на спікальний візок та умов очищення колосникового поля від залишків сирої шихти і частинок агломерату встановлювали шляхом дослідно-промислових випробувань на агломашинах типу АКМ-75 й моделюванням з використанням SOLIDWORKS.

Результати. Встановлено, що колосники зі змінним перетином і кутом контактних граней зівів замка до підколосникової балки більше 90° забезпечують зменшення теплового навантаження на спікальний візок за рахунок мінімізації площі їх контакту з балкою. За результатами математичного моделювання встановлено характер впливу активного перетину на обсяг газів, що просмоктуються. Через збільшення вільного доступу газових потоків для охолодження колосників і підколосникових балок зростає ступень самоочищення їхніх контактних поверхонь.

Висновки. Розробка дозволить збільшити площу активного перетину колосникових грат, забезпечить зменшення газодинамічного опору проходженню газових потоків і теплового навантаження системи, підвищення ефективності видалення залишків шихти із міжконтактного простору і виключення зі штатної схеми спікання агломерату механізм примусового струшування колосників.

Ключові слова: колосник, контактні грані, шихта, агломераційна машина, активний перетин, газопроникність, опір, продуктивність……...…..…**С.66**

3. Доменний процес

УДК 669.162:66.042.17

DOI: 10.34185/tpm.2.2021.04

Селегей А.М. Аналіз технологічних параметрів доменної плавки для розробки прогнозних моделей розрахунку техніко-економічних показників процесу / А.М. Селегей, А.П. Мішалкін, О.Г. Безшкуренко // Теорія і практика металургії. – 2021. – №2. – С.30-36.

Мета. Визначити основні технологічні параметри на підставі яких має ґрунтуватися прогнозна методика розрахунку техніко-економічних показників доменної плавки.

Методика. Розглянуто фізико-хімічні та технологічні закономірності доменного процесу, що впливають на техніко-економічні параметри плавки. Показано, що температурний інтервал 600-1000°С слід вибирати у разі розробки прогнозних моделей доменного процесу при аналізі відновлювальних процесів з урахуванням теплового балансу.

Результати. Визначені температурні інтервали для аналізу фізико-хімічних процесів, що впливають на техніко-економічні показники доменної плавки. Обґрунтовані припущення для аналізу Проаналізовано теплові умови ефективного протікання відновних процесів та їх вплив на технологічні показники доменної плавки.

Наукова новизна. Розроблено аналітичне підґрунтя для отримання прогнозних моделей визначення зміни техніко-економічних показників доменної плавки. Встановлено, що найбільший вплив на протікання відновних реакцій має саме розподіл матеріалів у «сухій» зоні доменної печі.

Практична значимість. Отримані аналітичні дані дають змогу розробити ефективну модель прогнозування зміни техніко-економічних показників доменної плавки на основі даних про хімічний склад колошникового газу та його розподілу вздовж радіуса колошника печі..

Ключові слова: доменна плавка, відновлювальні процеси, розподіл матеріалів на колошніку…….……...……**С.77**

УДК 669.162

DOI: 10.31319/2519-2884.40.2022.2

Кузнецов М.С. Тенденції зміни розмірів горна нових та модернізованих доменних печей / М.С. Кузнецов, Г.Ю. Крячко, Є.М. Сігарьов // Збірник наукових праць ДДТУ. – 2022. – №1. – С. 16-24.

Метою роботи є виявлення тенденцій в проектуванні горна доменних печей. Для реалізації поставленої мети використали проектну і практичну інформацію з досліджуваного питання за тривалий проміжок часу з 70-х років минулого століття до останнього десятиліття XXI. Для оцінки змін, що відбулися, крім абсолютних розмірів горна використали показники, які посередньо оцінюють навантаження об’єму горна на теплове забезпечення одного фурменого вогнища і навантаження об’єму горна на випускну систему доменної печі. Запропоновані показники визначають частку корисного об’єму горна, що припадає на одну повітряну фурму, і частку корисного об’єму горна віднесену до однієї чавунної льотки. Абсолютна висота горна сучасних печей середнього (dг = 11ч12 м) і великого (dг > 12 м) об’єму знаходиться в межах 4,5ч5,4 м з уповільненим зростанням при збільшенні корисного об’єму печей. Встановлено діапазон коливання відносного корисного об’єму горна щодо об’єму протитокової частини печей в межах 0,15ч0,22 і його деяке зростання зі збільшенням корисного об’єму агрегатів. При проектуванні конструкції горна нових і модернізації існуючих печей рекомендовано підтримувати значення Vкг /nф і Vкг /nчл на мінімально можливому рівні зважаючи на специфіку монтажу фурмених пристроїв і обслуговування випускної системи доменних печей.

Ключові слова: доменна піч; горн; розмір; об’єм; відносні показники; тенденція; зміни…….**С.84**

УДК 669.162.21.22:001.8
DOI: 10.52150/2522-9117-2023-37-26-49

Аналіз розвитку технологій задувки доменних печей в 20-21 століттях / М. А. Альтер, О. Л. Чайка, Б. В. Корнілов, А. О. Москалина // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2023. – Вип. 37. – С. 26-49.

В статті обговорюються тенденції та класифікація задувок доменних печей за останні 100 років. Розвиток технології задувок поділяється на 3 періоди: 1-й – тривав до кінця 30-х років XX століття, який характеризується відсутністю наукових знань, містицизмом та заснований на попередньому досвіді; 2-й період – до початку 70-х років, коли було освоєно «традиційну» технологію задувок з однією проблемою – складнощами з відкриттям перших випусків та одночасним перегрівом верху; 3-й період триває і сьогодні, він включає розробку нових методів інтенсифікації теплообміну при задувці та наукового узагальнення прийомів задувок. Основними задачами задувки є виведення доменної печі в короткі терміни до нормального режиму роботи, з дотриманням правил безпеки, без значних витрат, а також збереження доменної печі та допоміжного обладнання для тривалої продуктивної експлуатації. Ці задачі тісно пов'язані з конструктивними особливостями доменних печей, включаючи систему охолодження, тип футерування та розміри печей, які неухильно збільшувалися з менш, ніж 500 м3 до 5600 м3. Складність розуміння процесів нагрівання стовпа шихти в період задувки з утворенням у ньому газового потоку та зони когезії є причиною численних дискусій про раціональні методи задувки: методи розрахунку та розміщення шарів задувної шихти в доменній печі, використання різних добавок до гарячого дуття (азот, природний, доменний або коксовий газ, кисень, пара та ін.), швидкість збільшення витрати гарячого дуття та підвищення його температури, тренд перепаду тисків по висоті стовпа шихти. Обговорюється використання деревини в задувній шихті, встановлення звужувальних кілець в повітряні фурми або закриття частини фурми для задувки. Подано рекомендації щодо задувок доменних печей. Наведено порівняння «традиційної» задувки з «прогресивною» та задувки з азотом, розробленої в Інституті чорної металургії НАН України.

Ключові слова: доменна піч, технологія задувки, труби Дюрфі, дрова, природний газ, азот, вдування……..……..**С.93**