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

МЕТАЛУРГІЯ РУДИ ТА ЧАВУНУ

Тематична добірка публікацій з актуальних
питань аглодоменного виробництва

Випуск 2

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 01.03.2024 р.

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

1. Збагачення залізних руд

УДК 621.926.5:539.215:531.36
DOI: 10.15587/1729-4061.2021.224948

Дейнека К.Ю. Встановлення впливу одночасного зменшення внутрішньокамерного завантаження та вмісту подрібнюваного матеріалу на енергоємність автоколивного подрібнення в барабанному млині / К.Ю. Дейнека, Ю.В. Науменко // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Том 4, № 1. – С. 77-87 – Текст англ.

Оцінено вплив одночасної зміни ступеня заповнення камери завантаженням Kbr та вмісту подрібнюваного матеріалу Kmbgr на ефективність автоколивного процесу подрібнення в барабанному млині. Методом чисельного моделювання на основі результатів експериментальної візуалізації течії встановлено емерджентний динамічний ефект різкого підвищення автоколивної дії двофракційного завантаження при спільному зменшенні Kbr та Kmbgr. Виявлено значне зменшення пасивної квазітвердотільної зони руху завантаження, збільшення активної пульсаційної зони та зростання дилатансії. Прояв ефекту посилюється одночасною взаємодією збільшення розмаху автоколивань та послаблення зв'язних властивостей частинок незв'язної крупної фракції під впливом частинок дрібної фракції. Встановлено суттєве спадання значень інерційних параметрів завантаження: максимальної дилатансії υmax, відносного розмаху автоколивань ψRυ, максимальної частки активної частини Kfammax та узагальненого комплексного ступеня динамічної активації Ка. Виявлено зростання υmax у 2.65 рази, ψRυ у 5 разів, Kfammax у 4.36 рази та Ка у 18.4 рази при спільному зменшенні Kbr з 0.45 до 0.25 та κmbgr з 1 до 0. Встановлено синергетичний технологічний ефект різкого зниження питомої енергоємності Eo/Es та підвищення відносної продуктивності Co/Cs автоколивного подрібнення внаслідок значного зростання динамічної дії завантаження, що посилюється спільною взаємодією зменшення Kbr та Kmbgr. Розглянуто процес автоколивного помелу цементного клінкеру. Виявлено зниження Eo/Es на 62% та зростання Co/Cs на 125% при спільному зменшенні Kbr з 0.45 до 0.25 та Kmbgr з 1 до 0.125. Встановлені ефекти дозволяють обґрунтувати параметри енергоефективного автоколивного процесу подрібнення в барабанних млинах традиційних конструктивних рішень

Ключові слова: барабанний млин, ступінь заповнення камери, вміст подрібнюваного матеріалу, автоколивання, енергоємність……..…..……..**С.8**

УДК 621.929.6:622.781
DOI: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-29-35

Лабораторні дослідження технічної системи «роторний змішувач-конвеєр» горизонтально-направленої дії / В. Й. Засельський., Д. В. Пополов, І. В. Засельський,

М. І. Шепеленко // Вісник Криворізького національного університету. – 2021. – Вип. 52. – С. 29-35.

Основним процесом в технологічних схемах підготовки шихтових матеріалів сучасного металургійного виробництва є процес змішування. Для реалізації процесу змішування може бути застосований роторний змішувач безперервної горизонтально-направленої дії. Мета роботи полягає в отримання лінійної математичної моделі процесу змішування в технічній системі безперервної дії «роторний змішувач-конвеєр», а також визначенні її раціональних конструктивних параметрів, що впливають на якість змішування матеріалу. Авторами вперше для лабораторного зразка технічної системи «роторний змішувач-конвеєр» отримані лінійні залежності, які характеризують гомогенність готової суміші при раціональній взаємодії кінематичних та конструктивних параметрів роторного змішувача при вібраційному прискоренні та навантаженні конвеєрної стрічки. Встановлено, що для дослідної системи «роторний змішувач-конвеєр», при постійних конструктивних та кінематичних параметрах стрічки конвеєра, якість змішування прямопропорційно залежить від висоти шару матеріалу. В статті наведено схему та принцип роботи лабораторного стенду системи роторний змішувач безперервної горизонтально-направленої дії та стрічковий конвеєр, також описаний хід проведення попереднього та повного факторного експериментів. Встановлений зв'язок між кінематичними та конструктивними елементами робочого органу змішувача, висотою шару транспортуючого матеріалу та вібраційного прискорення конвеєрної стрічки, що впливають на якість змішування матеріалу. Визначені раціональні параметри системи «роторний змішувач-конвеєр». Визначено основні фактори, які безпосередньо впливають на якість змішування; наведений хід проведення експерименту; отримана математична модель, яка описує процес змішування в технічній системі безперервної, горизонтально-направленої дії.

Ключові слова: змішувач, матеріал, шар, експеримент, робочий орган, ротор, фактор, змішувач, технічна система, конвеєр…….……..**С.19**

УДК 622.235

DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-9-13

Перспективи переробки окислених руд криворізького басейну на прикладі кар’єру ПАО «ІНГЗК» / В.В. Перегудов, І.Є. Григор’єв, А.Ю. Гук, Ю.І. Григор’єв // Гірничий вісник. – 2022. – Вип. 110. – С. 9-13.

Сучасний стан відкритих гірничих робіт, а також економічна кон'юнктура, що склалася навколо гірничо-добувних підприємств, вимагає пошуку і реалізації нових підходів у веденні гірничих робіт. Одним з базових принципів такого підходу є комплексне освоєння надр, що сприяє покращенню техніко-економічних показників роботи гірничодобувних підприємств. Широкому впровадженню технологій видобутку і переробки окислених кварцитів має передувати організація дослідної ділянки, яка, в свою чергу, має базуватися на ґрунтовних наукових дослідженнях даного питання, що і є науковою задачею даної публікації. В роботі було використано методи патентного пошуку, аналізу проєктних рішень і наукових джерел для виконання ретроспективного аналізу розвитку питання залучення окислених кварцитів у переробку; техніко-економічного моделювання – для динамічної оцінки проєкту організації дослідно-промислової ділянки. В результатах науково-дослідних і проєктних робіт, наведених у даній статті, містяться очікувані техніко-економічні показники роботи дослідно-промислової ділянки. Наведені рекомендації щодо впровадження заходів

комплексного освоєння родовищ корисних копалин для подальшого покращення техніко-економічних показників діючих гірничодобувних підприємств.

Ключові слова: окислені залізисті кварцити, комплексне освоєння родовищ, дослідно-промислова-ділянка, ретроспективний аналіз, техніко-економічне моделювання, запаси корисних копалин.…….……..……...…….**С.26**

DOI: 10.31643/2024/6445.14

Дослідження збагачення залізомарганцевих руд родовища «Жомарт» / С.Б. Дюсєнова, А.Ю. Лухменов, М.А. Імекешова, Ж.А. Акімжанов // Комплексное использование минерального сырья – 2024. – Том 329, №2. – С. 34-42 – Текст англ.

З метою забезпечення виробництва якісною сировиною все більш актуальною стає необхідність розробки технологій збагачення бідних марганцевих та залізомарганцевих руд. Зважаючи на зміни якісних характеристик руд, зниження змісту та збагачуваності традиційними методами збагачення, необхідно розглядати нові підходи та технологічні рішення. У статті наведено дані дослідження зі збагачення важкозбагачувальної залізо-марганцевої руди родовища "Жомарт". Визначено мінералогію, фізико-механічні властивості та гранулометричний склад руди. Наведено результати дослідження з гравітаційного збагачення з використанням лабораторного пульсатора з пневматичним приводом та лабораторної 2-х камерної діафрагмової відсаджувальної машини та магнітного збагачення руди з високоінтенсивним магнітним полем. Отримано залізовмісний концентрат (Fe-45% та Mn-6,5% в основному представлений гематитом у суміші з нерудними мінералами кварцем та кальцитом) та залізо – марганцевий концентрат (Mn-21,7% та Fe-21,1% у вигляді гематиту , брауніту та піролюзиту також у суміші з кварцем і кальцитом). Концентрати не є кондиційними для виплавки марганецьвмінсих сплавів, але можуть бути використані в процесі електротермічного збагачення з селективним карботермічним відновленням заліза в рудотермічній печі. Продуктами плавки можуть бути марганцевистий чавун і беззалізистий малофосфористий граничний шлак марганцевий з високим співвідношенням марганцю до заліза.

Ключові слова: залізомарганцева руда, відсадження, суха магнітна сепарація, залізомарганцевий концентрат ……...……..**С.31**

2. Окускування залізних руд

УДК 622.788.32:621.777.06

DOI: 10.15407/steelcast2019.10.064

Загальна класифікація та системний підхід до розробки конструкцій валкових пресів / К.В. Баюл, І.Г. Муравйова, С.В. Ващенко та ін.// Метал та лиття України. – 2021. – №2. – С. 64-74.

На сучасному етапі розвитку гірничо-металургійного комплексу в Україні та за кордоном особлива увага приділяється створенню технологій, які дозволяють раціонально витрачати матеріальні та енергетичні ресурси і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Брикетування відноситься саме до таких технологій, тому кількість підприємств, які його використовують, а також номенклатура і обсяг виробництва брикетів в останні роки швидко розширюється. Отже, зростає потреба в високопродуктивних, надійних в експлуатації валкових пресах, які є основними агрегатами технологічних ліній брикетування. Важливим етапом при створенні промислової ділянки брикетування є обґрунтований вибір типу і

конструктивного виконання преса, що є основним агрегатом для виробництва брикетів. Це робить актуальним необхідність вирішення питань подальшого розвитку засобів і методів проєктування валкових пресів, який складається з узагальнення та структурування в єдину систему відомих і новостворених методів. Це дозволить в процесі проєктування, для конкретних технологічних задач, визначати найбільш ефективну конструкцію валкового преса. Для вирішення такої задачі важливим етапом, який виконано в цій роботі, є створення узагальненої системи класифікації валкових пресів за конструктивними і технологічними параметрам. Виконано аналіз усереднених показників ефективності валкових пресів різних розробників в порівнянні з пресами конструкції Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України. Вказано на перспективність подальшого розвитку напряму зі створення вдосконалених валкових пресів з розширеними технологічними та технічними характеристиками. Запропоновано структуру системного підходу до розробки валкових пресів, яка базується на основі методів структурно-параметричного синтезу та аналізу.

Ключові слова: валкові преси, брикетування, дрібнофракційні матеріали, класифікація, системний підхід……..……...**С.40**

УДК 669.213.3:62.76:669.183.212
DOI: 10.33070/etars.1.2022.03

Взаємозаміщення природного газу та сумішей технологічних газів / Пилипенко Р.А., Сміян Б.С., Цвєтков С.В. та ін. // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2022. – №1. – С. 24-32.

Наведено умови, за яких створюється можливість спалювання газів з різними числами Воббе, наприклад, природного та технологічних газів в одному пальниковому пристрої. Наведено конструкцію пальника, його характеристики та результати впровадження на агломераційній машині КМ-14 при переведенні її з природного на суміш технологічних газів, зокрема на суміш коксового та доменного, при використанні природного газу як резервного. Запропоновано критерій Ру = $V_{см1}/V_{см2}$ = 1,0 та додаткові умови для здійснення взаємозаміщення різних газів в одному пальнику попереднього змішування газу з повітрям.

Ключові слова: природний газ, технологічні гази, взаємозаміщення газів, критерій Ру, коксодоменна суміш, число Воббе, пальник, агломераційна машина КМ-14……..**С.51**

МРНТИ 52.45.31

Способи окускування дрібнодисперсної сировини Кемпірсайського родовища з використанням полімерного в’яжучого агенту / С.А. Лайхан, Н.А. Улмаганбетов, Б.Ж. Салкинбаєв, М.С. Алмагамбєтов // Гірничий журнал Казахстану. – 2023. – №9. – С.41-47 – Текст рос.

В даній статті описані існуючі способи окускування рудної сировини. Проаналізовані основні методи та механізми. Докладно писані технології формування брикетів та брексів. В роботі в якості досліджуваного матеріалу використана дрібнодисперсна рудна сировина Кемпірсайського родовища. Матеріал являє собою сипку речовину, яка отримується внаслідок сушки руди. Сполучною речовиною виступає твердий та аморфний матеріал органічного походження – поліакриламід, який являє собою полімер на основі аміду акрилової кислоти, без запаху. Порошок поліакриламіду складається з зерен крупністю менше 1 мм. Проведений порівнювальний аналіз способів окускування. Описана методика процесу окускування та результати відповідних лабораторних досліджень. Брикети та брекси були випробувані на

міцність на установці по визначенню показників міцності на скидання, удар та зтирання. Результати зазначених випробувань приведені в статті в графічному вигляді. Виконано оцінку якісних показників отриманих окускованих продуктів, включно з показниками стійкості до транспортування та перевантажень. Підібрано рецептуру оптимального складу суміші для окускування. Визначені фактори, які впливають на якість брикетів та брексів.

Ключові слова: поліакриламід, рудна сировина, брикетування, окускування, напівсухе формування, брекси, екструзія……..……...…**С.60**

3. Доменний процес

УДК 621.745

DOI: 10.21122/1683-6065-2021-1-43-48

Ровін С.Л. Получение чугуна при плавке минерального сырья в коксових вагранках / С.Л. Ровін, Л.Є. Ровін, В.А. Жаранов // Литье и металлургия. – 2021. – № 1. – С. 43-48. – Текст рос.

При виробництві мінеральної сировини у вагранках, у відвал скидається значна кількість чавуну (до 3% від вихідної сировини), який розглядається, як побічний та шкідливий продукт. У статті представлені технічні рішення, що забезпечують розділення мінерального розплаву та чавуну. Крім того, описуються результати оптимізації конструкції виливниць, що використовуються для зливу рідкого металу з мінераловатної вагранки та його транспортування. Отримані в результаті чавунні зливки цілком можуть бути використані в якості шихти при виплавці марочних ливарних сплавів.

Ключові слова: мінеральний розплав, чавун, вагранка, встановлення зливу металу, відновлення оксидів заліза……..…...…**С.67**

УДК 669.162

DOI: 10.34185/tpm.1.2022.01

Кузнецов М.С. Зміни у проектуванні та роботі накопичувальної частини домених пічей / М.С. Кузнецов, Г.Ю. Крячко, Є.М. Сігарьов // Теорія і практика металургії. – 2022. – №1. – С.5-15.

Метою роботи є виявлення змін в проектуванні і роботі накопичувальної частини доменних печей, обумовлених удосконаленням технології плавки, а також зростанням потужності і питомої продуктивності агрегатів. В дослідженні заснований новий підход до оцінки технологічних можливостей горна і накопичувальної частини доменних печей при вивченні проектної і практичної інформації з профілювання печей за період часу, характерний динамічним розвитком конструкцій агрегатів і технології виплавки чавуну. Запропоновані характеристики технологічних можливостей горна і накопичувальної частини печі, а також критерії для оцінки цих характеристик – частки об'єму накопичувальної частини, що приходяться на одну повітряну фурму, потужність однієї повітряної фурми і відносний до протитокової частини печі об'єм зумпфу. Показано, що при проектуванні і експлуатації доменних печей бажано підтримувати критерії і на мінімально можливому рівні, а критерії потужності повітряної фурми і на максимальному. Встановлено тенденцію гальмування нарощування висоти горна зі збільшенням корисного об'єму печей. На сучасних печах на кожні додаткові 1000 м3 корисного об'єму висота горна зростала в середньому на 9%. Показано, що випереджаюче зростання глибини зумпфу у порівнянні з іншими розмірами профілю обумовлено не тільки його конструкційною функцією, але й суто технологічними, а

саме чавун зумпфу від'єднує коксову насадку від лещаді, що унеможливлює утворення тотерману на осіданнях при розладнаннях ходу печі, створює запас тепла,чим збільшує інерційність доменного процесу, а також приймає участь в циклі накопичення і випуску продуктів плавки. Оскільки зумпф є частиною робочого простору печі запропоновано змінити підхід до визначення повної і корисної висоти доменної печі. Більш конкретно повною висотою слід вважати відстань від лещаді до верхньої кромки опорного кільця (фланця) кожуху колошника, а корисною – до конусу або лотка засипного пристрою в нижньому робочому положенні. Наукова новизна роботи полягає у обгрунтуванні нових принципів підходу до оцінки технолгічних можливостей горна і накопичувальної частини доменних печей, а також обгрунтуванні необхідності вважати зумпф або мертвий шар шостим елементом профілю. Практична зачимість роботи полягає в розробці рекомендацій щодо напряму змін в конструкції горна і накопичувальної частини доменних печей при проектуванні нових і модернізації існуючих агрегатів, а також у новому підході до визначення корисної і повної висоти профілю печі.

Ключові слова: доменна піч, накопичувальна частина, горн, зумпф, зміна, критерії, технологічна можливість, елемент профілю, висота печі……..…..……**С.73**

4. Пряме відновлення заліза

УДК 669.09.26

DOI: 10.31498/2225-6733.46.2023.288176

Руських В.П. Про перехід на водневу металургію / В.П. Руських, Ю.В. Хавалиць // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2023. – Вип. 46. – С. 87-92

У статті показано, що зміна клімату це не лише потепління, а й надзвичайні природні явища (посухи, повені, штори, смерчі), що призводять до значної економічної шкоди. Потепління клімату спричинене підвищенням концентрації парникових газів в атмосфері Землі. Основним завданням є зниження викидів у довкілля діоксиду вуглецю. Здійснено аналіз міжнародних документів, таких як Кіотський протокол, Паризька кліматична угода, спрямована на скорочення викидів парникових газів в атмосферу. Показано, що значна кількість CO2 надходить в атмосферу при виробництві чавуну та сталі, наведено дані про кількість викидів діоксиду вуглецю при виплавці сталі в Україні та на металургійному комбінаті «Азовсталь». Зроблено критичний аналіз існуючої технології виробництва сталі, що відрізняється високою ефективністю, але потребує значних капітальних вкладень, паливних та енергетичних ресурсів, джерелом яких є продукт термічної обробки кам'яного вугілля – кокс, вуглець якого у вигляді CO2 надходить в атмосферу. Розглянуто численні запропоновані способи виробництва сталі без використання цього коксу. Одним із напрямків є виробництво губчастого заліза без плавлення, іншим напрямком безкоксової металургії є високотемпературні процеси одержання рідкого металу, що здійснюються в одну стадію. Визначено теоретично необхідну кількість відновлювача при відновленні заліза оксидом вуглецю та воднем. Розглянуто способи отримання відновлювального газу шляхом конверсії природного газу та газифікації кам'яного вугілля. Показано плани керівництва Групи Метінвест щодо розробки довгострокової технологічної стратегії металургійного виробництва з урахуванням екологічних вимог.

Ключові слова: зміна клімату, парниковий газ, вуглекислий газ, безкоксова металургія, декарбонізація, губчасте залізо…….……...…..…**С.84**