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 - 2025

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 01.10.2025 р.

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

1. Збагачення залізних руд

УДК 622.7

Електрохімічне очищення - основа високоефективних технологій переробки та очищення стічних вод / В. Панайотов М. Панайотова // Гірничий вісник. – 2022. – Вип. 110. – С.32-37._Текст англ.

Мета. Демонстрація позитивного ефекту застосованої електрохімічної дії на і) флотацію свинцево-цинкових(Pb - Zn) і мідно-молібденових(Cu - Mo) руд з метою підвищення витягання металів зі збіднених і бідних руд, іі) очищення стічних вод від переробки корисних копалини відповідно до екологічних норм.

Методи дослідження. Лабораторні, дослідно-промислові і промислові експерименти по електрохімічній флотації і очищенню стічних вод, інструментальні методи аналізу - вимір pH і окислювально-відновного потенціалу, ААС(AAS) і ИСП-ОЭС(ICP - OES).

Наукове і практичне значення. Спроба пояснити і) поліпшену флотируемост напівпровідниковими властивостями мінералів, іі) видалення елементів із стічних вод окислювально-відновним потенціалом відповідних забрудників води. Можливість поліпшити сепарацію флотації і підвищити витягання при зниженні використання, а то і повній відмові від деяких токсичних флотореагентов і зменшенні скидання

Результати дослідження. Експериментально отриманий на лабораторному рівні зв'язок між і) витяганням флотації сульфідних мінералів і контактною різницею потенціалів(КПР) між поверхнею мінералу і Au- електродом; іі) витягання міді, молібдену і заліза в концентрат флотації і окислювально-відновний потенціал пульпи(в порівнянні з SHE - водневому електроде). Дані, що свідчать про позитивний ефект застосування електрохімічної дії : і) поліпшена селекція міді і молібдену в дослідно-промисловому масштабі, іі) витягнута мідь і видалені забруднюючі речовини(миш'як, сульфати) із стічних вод в напівекспериментальному масштабі, ііі) підвищене витягання свинцю і цинку в промисловий масштаб.

Ключові слова: електрохімічна дія; флотація рудних копалин; очищення стічних вод здобичі і збагачення корисних копалини……...……...……..**С.8**

УДК 622.752:544.722.23

Олійник Т.А. Сегрегація частинок при гравітаційній сепарації мінеральних агрегатів у водному середовищі / Т.А. Оліиник, Д.О. Румницький, Л.В.Скляр// Вісник Криворізького національного університету. – 2023. – Вип. 56. – С.47-54.

Метою даної роботи є аналіз механізмів сегрегації у процесі гравітаційної сепарації руди для розробки методики проведення досліджень із встановлення закономірностей процесу

розділення частинок на похилій поверхні гвинтових сепараторів, які засновані на особливостях розшаровування зернистого матеріалу в залежності від крупності та щільності частинок.

Методи дослідження. Узагальнення, аналіз науково-технічної інформації стосовно сегрегації частинок у гравітаційних сепараторах різного типу для дослідження процесу розшарування та концентрації частинок у потоці пульпи, що дозволить створити оптимальні умови розділення мінеральних зерен за крупністю та щільністю на похилій поверхні гвинтового сепаратору.

Наукова новизна. Запропоновано механізм розділення частинок на похилій поверхні гвинтових сепараторів, якій на відміну від існуючих, враховує гідродинамічні та відцентровані сили, співвідношення яких міняється в залежності від змінення швидкості течії пульпи та перерозподілу концентрації мінеральних зерен різної крупності.

Практична значимість. Розроблено методику проведення досліджень гравітаційного збагачення магнетитових кварцитів в умовах АТ «ПІВДГЗК» з урахуванням особливостей сегрегації мінеральних частинок, їх агрегатів на похилій поверхні гвинтового сепаратору.

Результати. В умовах АТ «Південний ГЗК» на секції №5 РЗФ-1 на однозахідному гвинтовому сепараторі проведено попереднє тестування проміжних продуктів з визначенням їх гранулометричного складу. щільності пульпи, масової частки заліза у продуктах розділення. Досліджено режим розділення за щільністю живлення (1150-1350 г/л). В результаті проведених досліджень отримано промпродукти магнітної сепарації першої стадії, в яких підвищено масову частку заліза загального на 3,6-9,8 % - з 47,7-48,7% до 51,3-58,5%. З пісків II стадії класифікації, з масовою часткою заліза загального 49,8-53,2 % за рахунок застосування гвинтової сепарації отримано товарні продукти з масовою часткою заліза загального 65,5-68,4 %.

Ключові слова: сегрегація, розшарування, сепарація гравітаційна, розділення, крупність, щільність, потік, сепаратор гвинтовий…..……..……..**С.14**

УДК 622.75

Вивчення поведінки оксиду алюмінію у процесі термохімічної підготовки бурозалізнякового концентрату до металургійного переділу / А. А. Мухтар, А. С. Макашев, Б. К. Касимова та ін. // Наука и техника Казахстана. – 2024. – №1. – С.196-206.-Текст рос.

Стаття присвячена дослідженню зміни вмісту оксиду алюмінію в Лісаківському бурозалізняковому концентраті (ЛГМК) із хімічним складом вихідного продукту: Fe – 48, 7%; P-0,70%; SiO_2-12,03%; Al_2O_3-4,53% при термохімічній підготовці концентрату до металургійного переділу з метою отримання концентрату з необхідним співвідношенням SiO_2/Al_2O_3.

При аналізі проби ЛГМК застосовані різні методи, які включають термічний, рентгенофазовий аналіз, а також мікроскопічне дослідження. Експерименти включали комбіновані схеми збагачення: суху магнітну сепарацію, випал та вилуговування.

Вилуговування продуктів випалу проведено методом математичного планування чотирифакторного експерименту на п'яти рівнях: температура, ° С; час, хв; концентрації H_2SO_4 %; співвідношення рідкого до твердого (Ж:Т). Було визначено оптимальні умови для максимального вилучення оксиду алюмінію в процесі вилуговування, які відповідають: температура – 25 °С, концентрація сірчаної кислоти 5% та співвідношення рідкого до твердого 6/1.

В укрупнених лабораторних умовах за встановлених оптимальних режимів і тривалості процесу вилуговування, з обпаленого ЛГМК отримано кондиційний залізорудний концентрат, наступного складу: залізо – 64,00 %, фосфор – 0,15 %, кремнезем – 4,19 %, оксид алюмінію – 2,38 % із співвідношенням SiO_2/Al_2O_3 = 1,76.

Ключові слова: бурозалізняковий концентрат, оксид алюмінію, термохімічна підготовка, вилуговування, планування експериментів……..……..……..**С.22**

УДК 669.662.791

Визначення умов одержання синтетичного рутилу при вилуговуванні відновленого Самотканського ільменіту розчинами ферум(III) сульфату / О.В. Кожура, Є.О. Цибуля, А.В. Дерімова, В.С. Ярошенко // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2025. – Том 2 № 6. – С. 41-49. – Текст англ.

Об’єктом дослідження є процеси хімічного збагачення Самотканських ільменітових концентратів, регенерації реагентів та утилізації вилучених сполук заліза. Вирішувалась проблема розробки технології отримання синтетичного рутилу та утилізації побічних сполук феруму у продукти, на які наявний попит. Встановлено кінетичні параметри вилуговування заліза розчинами ферум (III) сульфату із металізованого ільменіту, отриманого відновленням Самотканського ільменітового концентрату вуглецем протягом 4 год при 1200 °С. До ступеня вилучення заліза 8 % хід кінетичних кривих узгоджується з автокаталітичною моделлю Prout Tompkins kt=ln(a/(1–a)) з уявною енергією активації Eapp=62.7 kJ/mol. При більших вилученнях заліза процес переходить до моделі сфери, що стискається kt=1–(1–a)1/3, з уявно енергією активації Eapp=47.3 kJ/mol. Порядок реакції по $Fe3+$ близький до першого. Додатковим вилученням домішок із осаду окиснювального вилуговування при 65 °С у 15 % розчини H2SO4 та прожарюванням залишку при 800 °С отримано синтетичний рутил з вмістом TiO_2 92 %. Виявлено, що регенерацію розчинів окиснювального вилуговування можна здійснювати каталітичним окисненням киснем розчинів $FeSO_4$. При pH 1,1−1,5 та 60 °С у присутності NO ферум (II) кількісно окиснювали протягом 0,5−1,5 год. Інтенсивний масообмін при високому вмісті газу у газорідинній суміші дозволяє провести окиснення без підвищеного тиску кисню та температури. Частина феруму (III) утилізована у осади кристалічного гідроксосульфату високої чистоти, прожарюванням їх при 750 °С одержано 99,4 % Fe_2O_3, придатного для отримання пігментів. Низькі витрати реагентів та утилізація феруму у продукти, що мають попит на ринку, визначають перспективність промислового впровадження процессу.

Ключові слова: Самотканський змінений ільменіт, синтетичний рутил, ферум(III) сульфат, гідроксосульфат, утилізація, TiO_2……..……**С.33**

2. Окускування

УДК 669.162:669.013]:[[005.8:005.53]+332.024+504

О.С. Воденнікова Модернізація агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»: організаційні, технологічні, екологічні та техніко-економічні аспекти / О.С. Воденнікова, С.А. Воденніков, Я.В. Бондаренко // Метал та лиття України. – 2023. – №4. – С.8-17.

Запропоновано короткостроковий промисловий проєкт модернізації агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» (Україна, м. Кам’янське). Реалізація проєкту здійснюється в трьох напрямах — удосконалення технології спікання агломерату, капітальний ремонт

агломераційної машини № 7 та удосконалення процесу газоочищення технологічних газів та аспірації основних вузлів пиловидалення. Виконання проєкту передбачає наступні етапи: інжинірингові роботи; постачання устаткування та виготовлення технологічних металоконструкцій; будівельно-монтажні роботи та введення модернізованої агломераційної машини в експлуатацію. 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. Для очищення технологічних газів на агломераційній фабриці ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» пропонується: заміна ексгаустера; установка нового газоочищення; удосконалення аспіраційних систем; демонтаж барабанів гасіння і охолодження повернення. Показано можливість шляхом удосконалення процесу газоочищення технологічних газів та аспірації основних вузлів пиловидалення досягти вмісту пилу на викиді в атмосферу не більше 30 мг/м3, вмісту CO — до 6500 мг/м3, вмісту SOx — не більше 500 мг/м3 та знизити загальну запиленість на агломераційній фабриці на 20 %. Наведено техніко-економічне обґрунтування доцільності модернізації агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». Встановлено, що впровадження технології спікання агломерату за рахунок використання енергозберігаючих заходів призведе до зниження на 1,08 % собівартості 1 тонни агломерату, що в свою чергу вплине на зниження собівартості 1 тонни чавуну.

Ключові слова: модернізація виробництва, екологічна модернізація, агломераційне виробництво, агломераційна машина, проєкт, реалізація проєкту……..……..**С.43**

УДК 622.78

Дослідження отримання залізорудного агломерата з відходів переробки бокситов / А.К. Жунусова, П.О. Биков, А.К. Жунусов, А.Е. Кенжебекова // Комплексное использование минерального сырья. – 2024. – Том 329, №2. – С. 73-81. – Текст англ.

У цій статті наводяться результати дослідження агломерації відходів залізистих пісків та використання агломерату як замінника металошихти при виплавці сталі. В даний час в АТ «Алюміній Казахстану» в процесі переробки бокситів утворюється велика кількість дріб’язку, що представляє великий інтерес для чорної металургії. До відходів глиноземного виробництва відносяться різноманітні відвальні шлами, серед яких червоні, сірі шлами та залізисті піски. За хімічним складом, залізисті піски можна віднести до залізорудного матеріалу з підвищеним вмістом глинозему. Більшість перерахованих проблем усувається попереднім окускуванням дріб’язку – агломерацією. У цьому роботі агломераційні дослідження дозволили встановити оптимальні параметри спікання залізистих пісків. При використанні 10% палива досягнуто найкращих показників спікання. Оптимальними параметрами спікання залізистих пісків у суміші з іншими металургійними відходами є: продуктивність – 0,92 т/м^2·год, механічна міцність – 80,0 %, швидкість спікання – 19,3 мм/хв, вихід придатного – 82,0 %, максимальна температура у шарі – 1340 °С. Результати лабораторних плавок, проведених в індукційній плавильній печі, свідчать про можливість застосування агломерату як замінника металошихти при виплавці чавуну та сталі. Проведені плавки підтверджують важливу можливість використання агломерату, виготовленого з відходів глиноземного виробництва залізистого піску, що є техногенним шихтовим матеріалом, який придатний до використання як 5%-ної добавки до металевої шихти при виплавці залізовуглецевих сплавів, близьких за складом до чавунів.

Ключові слова: залізистий пісок, агломерат, спікання, газопроникність шихти, швидкість спікання, металошихта, плавка……..…..**С.53**

УДК 669.162.263:621.1:620.9

Кухар В.В. Вплив властивостей шихти та застосування ПАР на енергоспоживання і продуктивність випалювальної машини: промислова оцінка та прогнозування / В.В. Кухар, Є.В. Чупринов, І.Ю. Навольнєв // Металургія. – 2025. – №1. – С.121-132 .

У статті досліджено енергоспоживання випалювальної машини, що забезпечує повний цикл термообробки залізорудних окатишів – від сушіння та підігріву до випалу, рекуперації та охолодження. Особливу увагу приділено впливу фізико-хімічних властивостей шихти, зокрема вологості, дисперсного складу та використання поверхнево-активних речовин (ПАР), на загальні питомі витрати електроенергії та природного газу, а також на продуктивність агрегату. Промислові випробування проведено на одному з провідних гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу у зв'язку з переходом з базового (власного) концентрату на сировину іншого підприємства регіону, оброблену неіоногенною ПАР. Встановлено, що підвищена дисперсність і гідрофільність нового концентрату потребували додаткового зволоження шихти, що суттєво вплинуло на теплові режими машини та загальне енергоспоживання. На основі зібраних експериментальних даних побудовано регресійні моделі, які дозволяють кількісно прогнозувати питомі витрати електроенергії й газу залежно від змін технологічних параметрів. Показано, що ключовими факторами впливу є вологість шихти та добова продуктивність випалювального агрегату. Зафіксовано зростання питомих витрат електроенергії на 17,73 % і природного газу на 33,25 % при одночасному зниженні продуктивності на 9,55 %. Результати є актуальними для фахівців у галузях енергоменеджменту, електроенергетики та теплотехніки в металургії, зокрема при розробці заходів з оптимізації енерговитрат у промислових умовах.

Ключові слова: залізорудні окатиші; випалювальна машина; поверхнево-активні речовини (ПАР); шихта; енергоспоживання; природний газ; електроенергія; дисперсність концентрату; вологість; продуктивність; промислові випробування; регресійне моделювання……..…..**С.62**

3. Доменне виробництво

УДК 669.162

Розробка стабілізаційних заходів, направлених на виведення цинку з продуктами плавки та акумулювання титану в горні доменної печі / Ю. С. Семенов, В.В. Горупаха, С. В. Ващенко та ін. // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2023. – Вип. 37. – С. 139-157.

У статті представлено результати розробки стабілізаційних заходів, направлених на виведення цинку з продуктами плавки та акумулювання титану в горні доменної печі. Актуальність розробки та використання на практиці таких заходів обумовлена нестабільними паливно-сировинними умовами виробництва чавуну, коли складною та важкоздійсненою задачею є їх стабілізація, а також необхідністю подовження кампанії доменних печей у міжремонтний період. Негативний вплив оксидів цинку на стан футерівки шахти доменної печі, який супроводжується настилеутворенням, та перевитрата

питомої витрати коксу, яка має місце при циркулюванні цинку в об'ємі доменної печі потребують заходів щодо виведення цинку з продуктами плавки. Запропоновані заходи, що складаються з проведення промивок за розробленим регламентом у період роботи доменної печі на планових дуттєвих параметрах та із забезпеченням необхідного теплового резерву. З метою подовження кампанії доменної печі одним з найбільш поширених прийомів захисту футерівки горна є періодичне введення титановмісних матеріалів в шихту доменних печей. Надходження оксидів титану в піч, як правило, забезпечують використанням у складі аглошихти концентрату ільменіту або спеціально підготовлених брикетів з ільменіту з високим вмістом титану, які можуть вводити безпосередньо до складу доменної шихти. В статті проаналізовано досвід використання в складі доменної шихти титановмісних матеріалів та сформульовані заходи щодо інтенсифікації гарнісажеутворення в горні.

Ключові слова: доменна піч, управління доменною плавкою, тепловий стан, пиловугільне паливо, вміст цинку в шихті, вміст титану в чавуні, промивки горна……...…..…..……..**С.74**

УДК 669.162

Крячко Г.Ю. Вплив додаткового вмісту азоту в нагрітому дутті на перебіг задувального періоду доменних печей / Г.Ю. Крячко, Є.М. Сігарьов // Збірник наукових праць ДДТУ (тематичний випуск). – 2024. - С. 45-52.

Метою роботи є визначення доцільності використання азоту для задування доменних печей. На підставі аналізу практичних даних про використання азоту в якості енергетичної добавки до атмосферного дуття при задуванні доменних печей, а також на підставі аналізу відповідності азотної технології задування основам теорії доменного процесу показано негативний вплив азоту на перебіг задувального періоду, що ставить під сумнів доцільність використання азоту в пусковий період роботи доменних печей.

Ключові слова: додатковий азот; нагріте дуття; доцільність використання; задувальний період; доменна піч……...…….……...……...……..……..……..…**С.93**

УДК 620.178.311

Збурення першої форми коливань рідкого металургійного шлаку у чаші шлаковозу в перехідних режимах експлуатації / В.В. Поворотній, О.О. Яйчук, Н.В. Каряченко та ін. // Technology Audit and Production Reserves. – 2025. – №2/1 (85) – С.13-18.

Об'єктом даного дослідження є процес коливання рідкого металургійного шлаку в шлаковій чаш під впливом прискорення.

На основі результатів чисельного моделювання встановлено, що характер коливань рідкого шлаку в чаші суттєво залежить від величини пришвидшення, типу шлаку та конструкції чаші. Визначено, діапазони прискорень при яких спостерігаються різні режими коливань. Від незначних збурень на поверхні до інтенсивного виполіскування шлаку. При цьому, відмінності в характері коливань для різних типів шлаку та конструкцій чаш лежать в межах. Що визначаються їх фізико-механічними властивостями та геометричними параметрами.

Ключові слова: шлакова чаша, густина, в'язкість, транспортування, прискорення, чисельне моделювання, рідкий шлак…….……..……...**С.101**