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

ЕКОЛОГІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ В МЕТАЛУРГІЇ

Тематична добірка публікацій з актуальних питань
промислового природокористування та ресурсозбереження

Випуск 2

Дніпро - 2025

Дана тематична добірка містить копії першоджерел, присвячених останнім науковим і практичним досягненням промислової екології в металургійній галузі, дослідженню зв’язків виробництва та довкілля, обґрунтуванню засобів гармонізації їх взаємодії, розвитку «зелених» технологій та залученню відходів у вторинний цикл виробництва.

Складено за фондом ЦДНТБ ГМК України станом на 01.03.2025 р.

Бібліографічний анотований список до тематичної добірки «Екологія та рециклінг в металургії»

УДК 669.162.252
DOI: 10.24412/2181-1431-2022-2-33-38

Бахронов Х.Ш. Ход развития аппаратов для очистки газов от пыли / Х.Ш. Бахронов, С.У. Ганиева // Journal of Advances in Engineering Technology. – 2022. – Vol.2(6). – С. 33-38. - Текст рос.

У цій статті наведено аналітичні огляди існуючих апаратів для очищення газів від пилу, перераховано їх основні переваги порівняно з іншими традиційними апаратами аналогічного призначення. Розглянуті традиційні пиловловлювачі та проведено аналіз їх недоліків, а також поширених методів для очищення газів від пилу. Найефективнішим методом очищення газів від пилу є мокре очищення газів від пилу. Наводиться пиловловлювачі вихрового типу та особливості їх конструктивного виконання на прикладі вихрового інерційного пиловловлювача для мокрого очищення запиленого газу. Корисна модель відноситься до техніки очищення газу від зваженого в ньому пилу шляхом контакту пилегазового потоку з рідиною.

Ключові слова: хімосорбенти, відцентрові скрубери, циклони, вихровий пиловловлювач, гідравлічний опір, дрібнодисперсні пили, запилений газ, завихрювач, тангенційний патрубок....**С.9**

УДК 504.3.054, 504.064.2
DOI: 10.52209/1609-1825_2022_1_62

Оралова А.Т. Оцінка впливу гірничорудного підприємства на повітряний басейн / А.Т. Оралова, О.А. Цешковская, О.І. Голубева та ін. // Збірник трудів Карагандинського технічного університету. – 2022. – № 1(86). – С. 62-66.- Текст рос.

Робота присвячена оцінці впливу гірничорудного підприємства на атмосферне повітря та розробці рекомендацій щодо зниження даного впливу. Екологічна оцінка полягала у визначенні основних джерел викидів, розрахунку кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок діяльності кар'єру з видобутку золотополіметалічних руд. У статті визначено дев'ять основних виробничих ділянок гірничодобувного об'єкта, що досліджується. Наведено результати розрахунків з 24 забруднюючих речовин за період з 2019 по 2024 роки. Розрахунки показали, що максимум викидів посідає пил неорганічний із вмістом оксиду кремнію 20…70% – 14,501 тонн на рік, друге місце за кількістю викидів займає оксид вуглецю – 20,5 тонн на рік, і 11,111 тонн на рік припадають на оксиди азоту. Також надано рекомендації щодо зниження негативного впливу гірничорудного підприємства на атмосферу.

Ключові слова: повітряний басейн, атмосферне повітря, викиди, рудник, кар'єр, гірничорудне підприємство, забруднюючі речовини, приземний шар.....**С.15**

УДК 621.791.75
DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268699

Визначення закономірностей створення магнітних полів при різних способах контактного зварювання / О.Г. Левченко, Ю.О. Полукаров, О.М. Гончарова та ін. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol.6, № 10. – С.46-53 – Текст англ.

Обєктом досліджень є кількісні характеристик магнітних полів, що створюються під час електричного контактного зварювання різними способами: контактним точковим, дуго-стиковим, конденсаторним точковим, контактно-стиковим безперервним та пульсуючим оплавленням. Проблема, що вирішується, полягає у відсутності необхідної інформації щодо електромагнітної безпеки зазначених способів зварювання. Наведено опис запропонованих методичних підходів до визначення рівнів магнітних полів, засобів їх вимірювань та методів оцінки їх впливу на організм зварника. На основі аналізу і обробки отриманих осцилограм та спектрограм магнітних полів виконано вимірювання їх кількісних характеристик. Для визначення загального рівня полічастотного магнітного поля, що виникає при контактному зварюванні, використано запропонований узагальнений показник рівня магнітного поля. Встановлено, що при контактному точковому зварюванні стаціонарною машиною рівень магнітного поля перевищує гранично допустиме значення на робочому місці в діапазоні 50-1000 Гц на відстані 0,3 м від зварювальних електродів. При ручному зварюванні даним способом рівень магнітного поля перевищує допустимий рівень у діапазонах частот 5-50, 50-1000 Гц безпосередньо біля електричного кабелю. Конденсаторне точкове зварювання постійним струмом характеризується перевищенням гранично допустимого МП на робочому місці у високочастотному діапазоні 1000–10000 Гц. При дуго-стиковому зварюванні на робочому місці перевищення гранично допустимих рівнів магнітного поля не виявлено. Показано, що спектральний склад та величина сигналу магнітного поля визначається самим способом зварювання та вихідними параметрами джерел живлення. Отримані результати можуть бути використані у сфері зварювального виробництва та охорони праці.

Ключові слова: контактне зварювання, магнітне поле, інтенсивність поля, осцилограми, спектрограми, захист зварника……..……**С.20**

УДК 504.630
DOI: 10.51301/ejsu.2022.i1.07

Сагімбаєва А.М. Використання технологій фіторемедіації для очищення ґрунтів забруднених важкими металами / А.М. Сагімбаева, Н.Б. Томлекова, Б.Б. Анапіяев // Engineering Journal of Satbayev University. – 2022. – №1. – С.43-47 – Текст рос.

Тяжкі метали є одними з найтоксичніших забруднюючих речовин у навколишньому середовищі. У роботі поставлені дані по забрудненим грунтам важкими металами Республіки Казахстан. Запропоновано та охарактеризовано шляхи їх вирішення. Забруднення ґрунту важкими металами є глобальною проблемою, вони переноситимуться у ґрунт навколо сховища та становитимуть велику загрозу для екосистеми, агросистеми та здоров'я людей. Декілька методів вже використовуються для очищення навколишнього середовища від цих видів забруднювачів, але більшість вони дорогі і далекі від їх оптимальної продуктивності. Застосування для очищення середовища рослин стало ефективним та економічно вигідним

методом тільки після того, як були виявлені рослини-гіперакумулятори, здатні накопичувати у своїх тканинах до 5% нікелю, цинку чи міді у перерахунку на суху вагу, тобто у десятки разів більше, ніж звичайні рослини. У статті наведено огляд технології фіторемедіації як покращений метод очищення ґрунтів. Розглядається різні види рослини, як гіперакумулятори. Гіперакумулюючі рослини виявлені в різних сімействах, і кожна з них відіграє важливу роль у фіторемедіації. Так як, кожна з них по-своєму унікальна і у кожного своя реакція у відповідь на присутність у грунті важких металів. Підвищений інтерес до цієї нової технології пояснюється ще тим, що рослини-гіперакумулятори важких металів з високою ефективністю можуть бути використані на великих площах. Ця властивість підвищує ефективність цієї технології та підвищує затребуваність.

Ключові слова: важкі метали, довкілля, ґрунт-рослини, фіторемедіація, гіперакумулятори.……..……..….**С.28**

УДК 666.321.081(045)

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.283177

Бондарєва А.І. Отримання та вивчення фізико-хімічних властивостей пористих матеріалів на основі каоліну / А.І. Бондарєва, В.Ю. Тобілко // Technology Audit and Production Reserves. – 2023. – Том 3, № 3. – С. 30-34. – Текст англ.

Об’єктом дослідження є каолін Глуховецького родовища (Україна). На його основі одержано гранульовані сорбуючі матеріали із додаванням різної кількості целюлози в якості пороутворювача. Після формування зразків було проведено їх висушування та випал при температурі 800 °С. Отримані гранули розміром 8–9 мм були модифіковані нульвалентним залізом. Вивчено фізико-хімічні, в тому числі, сорбційні властивості гранульованих композитів. За допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) з енергодисперсійною рентгенівською спектроскопією (ЕДС) досліджено морфологію одержаних зразків та підтверджено наявність часточок нульвалентного заліза на поверхні і в порах сорбентів. На основі десорбційних експериментів хімічним аналізом визначено, що вміст Fe0 у модифікованих зразках з підвищенням вмісту пороутворювача зростає з 0,01 г/г гранул для зразка, який містить 1 % целюлози до 0,016 г/г для носія з 3 % пороутворювача. Методом низькотемпературної адсорбції-десорбції азоту визначено питому поверхню зразків та об’єм пор. Так, при збільшенні вмісту пороутворювача в керамічній масі питома поверхня як немодифікованих, так і модифікованих зразків дещо зменшується. Так, при вмісті 1 % целюлози вона складає 20 м2/г та 17 м2/г, відповідно. При збільшенні пороутворювача до 3 % ці величини складають 15 м2/г та 12 м2/г. Після нанесення шару нульвалентного заліза на пористі гранули, об’єм пор зменшується, що обумовлено утворенням агломератів часточок заліза при синтезі. Вивчення сорбційної здатності одержаних сорбентів щодо Cr(VI) з модельних розчинів, які містять суміш катіонів металів (міді, кадмію, кобальту, цинку) показало, що гранульовані матеріали проявляють сорбційну здатність до аніонів металів, навіть, у присутності катіонів. Величина сорбції хрому закономірно зростає для модифікованих зразків із підвищенням вмісту целюлози в них. Проте, для модельних розчинів, які не містять додатково катіони металів, величина сорбції дещо вища. Так, для зразка з вмістом 3 % пороутворювача величина сорбції складає 0,7 мг/г та 0,9 мг/г, відповідно, при вихідній концентрації хрому(VI) 10 мг/г. Отримані експериментальні дані вказують на те, що одержані пористі гранульовані сорбенти на основі каоліну можна застосовувати при

доочищенні стічних вод гальванічних підприємств, які містять суміш забруднювачів як в аніонній, так і катіонній формі.

Ключові слова: гранульовані сорбенти, каолін, пороутворювач, целюлоза, очищення вод, важкі метали, аніонні токсиканти……...……...……..…..…**С.33**

УДК 502.56:669.1

Маковецька О.О. Вплив чорної металургії на навколишнє середовище / О.О. Маковецька, О.В. Здрок // VII Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційний розвиток науки, технологій та освіти», Ванкувер, Канада. – 11-13 квітня 2024. – С. 144-153.

У статті позначено основні екологічні проблеми металургійного комплексу, їх вплив на довкілля та причини виникнення викидів. Наведено найбільш перспективні шляхи вирішення екологічних проблем у металургії на основі найкращих доступних технологій, а також заходи щодо зменшення негативного впливу промисловості на навколишнє середовище. Серед заходів заявлено впровадження нових технологій, розвиток зеленої металургії, підтримка технологій уловлювання, використання та утилізації парникових газів.

Ключові слова: чорна металургія, металургійна галузь. забруднення, викиди, промисловість, зелена металургія……...……...……..…..…**С.38**

УДК 628.336.3

DOI: 10.33070/etars.1.2024.09

Переробка застарілих мулових відкладень на композитне паливо / Ю.Ф. Снєжкін, Ж.О. Петрова, В.М. Чмель // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2024. – №1. – С. 102-113.

Актуальною проблемою в Україні є переповнені мулові майданчики із застарілими муловими відкладеннями. У зв’язку з продовольчою проблемою у всьому світі потрібно максимально вивільняти земельні площі, які були під технічним використанням, та здійснювати їх рекультивацію для сільськогосподарських угідь. Переробка застарілих мулових відкладень дає можливість для повторного використання земель під активний мул або для рекультивації під інші потреби країни. У статті досліджено застарілі мулові відкладення для створення технології їх переробки. У зв’язку з підвищеною зольністю застарілих мулових відкладень було запропоновано комбінування їх з торфом, біомасою, що дасть можливість зменшувати зольність у 1,5–2,0 рази. Оскільки створені композитні гранули та самі мулові відкладення мають високу вологість 61–68 %, для її зменшення виконано дослідження кінетики сушіння на конвективному експериментальному стенді. Результати досліджень показали, що композитні гранули мають тривалість сушіння в межах 28–39 хв до вологості 6–7 %, що у 2,3–3,1 рази швидше за торф. Визначено рівноважну вологість композитних гранул, яка дорівнює 6–7 % та не перевищує стандартну вологість для паливних гранул. Визначено також теплоту згоряння застарілих мулових відкладень, яка становить 11,8 МДж/кг, та одержаних композитних гранул на їх основі, яка достатньо висока та знаходиться в межах 13,4–15,5 МДж/кг у залежності від складу. При дослідженнях спалювання окремої частки застарілих мулових відкладень з’ясовано, що процес горіння відбувається у висхідному конвективному потоці окислювача за подвійним пограничним шаром. Визначено, що швидкість горіння цих відкладень незалежна від їх розміру та однакова, але при цьому маса

впливає на час займання. Дослідження спалювання композитних гранул показали, що швидкість горіння гранул значно нижча за швидкість горіння вихідної біомаси, однак переважає швидкість горіння окремої частки мулових відкладень.

Ключові слова: мулові відкладення, торф, біомаса, сушіння, спалювання, теплота згоряння.……..……..……...**С.48**

УДК 622.2
DOI: 10.31721/2306-5451-2024-1-58-3-9

Дослідження екологічно безпечного відкрито-підземного видобутку з утилізацією гірничих відходів у виробленому просторі шахт та кар'єрів / М.І. Ступнік., В.О. Калініченко, О.В. Калініченко та ін. // Вісник Криворізького національного університету. – 2024. – Вип. 58. – С. 3-9.

Мета. Метою даної роботи є дослідження напружень та деформацій конструктивних елементів гірничих технологій при переході з відкритого на підземний спосіб видобутку корисних копалин.

Методи дослідження. Використані наступні методи: аналіз актуальних досліджень напружено-деформованого стану масиву в зонах контакту відкритих робіт з підземними, математичне моделювання технологічної системи «кар'єр – шахта», дослідження варіацій напружень і деформацій в залежності від стадії відпрацювання родовища; стандартні методи аналізу та оброблення результатів досліджень.

Наукова новизна. Встановлені нові закономірності зміни напружено деформованого стану масиву під час різних технологічних фаз переходу з відкритого на підземний спосіб видобутку. Встановлені характер і параметри розвитку напружень та деформацій масиву в залежності від черговості відпрацювання камер, потужності, міцності та кута падіння покладу.

Практична значимість. Створена методика дослідження напружено-деформованого стану масиву при поєднанні з технологій відкритого та підземного видобутку залізорудної сировини, інтегрована з математичним моделюванням комбінованих масивів для візуалізації завдань та розв'язання задач поставлених в роботі. На базі встановлених основних характеристик напружено-деформованого стану масиву під дном кар'єру запропонована технологія комбінованого відпрацювання покладу з переходом на підземний спосіб видобутку. Після переходу на підземний видобуток магнетитових кварцитів запропоновано технологію з утилізацією пустих порід у виробленому просторі підземних очисних камер та на дні кар'єру.

Результати. Виконаними аналітичними дослідженнями напружено-деформованого стану гірського масиву встановлено, що застосування технологій з закладкою виробленого простору дозволяє стабілізувати рівень напружень та деформацій в гірському масиві. Встановлено, що залежність величини максимальних вертикальних зсувів елементів борта кар'єру від глибини розробки добре описується логарифмічною функцією. Доведено, що утилізація відходів гірничого виробництва в виробленому просторі шахт та кар'єрів дозволяє зменшити негативний вплив гірничодобувних підприємств на довкілля Криворізького залізорудного басейну.

Ключові слова: руда, відкрито-підземний видобуток, аналітичні дослідження, напруження, деформації, утилізація відходів, екологія...……..……..……..**С.60**

УДК 669.054.83
DOI: 10.31721/2306-5435-2024-1-112-39-45

Аналіз металургійних методів утилізації червоного шламу / С.Г. Савельєв, Т.П. Ярош, О.В. Бабаєвська та ін. // Гірничий вісник. – 2024. – Вип. 112. – С. 39-45.

Відзначено різноманітність методів утилізації червоного шламу – побічного продукту глиноземного виробництва, світове накопичення якого неухильно збільшується, посилюючи негативний вплив на оточуюче природне середовище. Показано, що переважна більшість найбільш ефективних методів утилізації базується на поєднанні піро- та гідрометалургійних способів. Проаналізовано основні науково-практичні результати ряду досліджень металургійних методів утилізації червоного шламу, опублікованих у провідних фахових виданнях протягом кількох останніх років. Зроблено висновок про економічну доцільність комплексного вилучення з червоного шламу цінних металів – заліза, алюмінію, титану, скандію. Відзначено необхідність проведення дослідно-промислових випробувань технологій безвідходної переробки червоного шламу з урахуванням його характеристик.

Метою роботи є порівняльний аналіз металургійних методів утилізації червоного шламу з метою визначення розробок, найбільш перспективних для промислової реалізації.

Методи наукового дослідження. У роботі використані загальнологічні методи наукового дослідження – аналіз і синтез, аналогія, узагальнення.

Наукова новизна роботи. На основі проведеного аналізу встановлено, що найбільш ефективними методами металургійної переробки червоного шламу, які забезпечують найбільший ступінь вилучення металів, є такі, що в оптимальному співвідношенні поєднують процеси піро- і гідрометалургії при мінімальних витратах енергії та викидах шкідливих речовин в оточуюче середовище.

Практична значущість роботи полягає в розширенні уявлень щодо можливих напрямів вирішення проблеми масштабної утилізації червоного шламу, отриманні висновків, які дають необхідну науково-технічну інформацію для ефективного практичного застосування найбільш результативних методів металургійного використання червоного шламу та вказують перспективні шляхи продовження досліджень у цьому напрямку.

Результати роботи свідчать про те, що сучасний рівень розробок металургійних методів утилізації червоного шламу вже наблизився до положення, яке дозволяє впевнено визначати економічно ефективні, технологічно досконалі безвідходні прийоми переробки цієї цінної техногенної сировини. Широке промислове впровадження безвідходних металургійних методів утилізації червоного шламу не тільки зменшить собівартість виробництва глинозему і відповідно алюмінію, але й суттєво покращить екологічну ситуацію в районах розташування підприємств алюмінієвої промисловості.

Ключові слова: червоний шлам, утилізація, пірометалургія, гідрометалургія, технологія, відновлення, вилуговування, ефективність....……...…….....……..**С.67**

УДК 502.17.
DOI: 10.31643/2025/6445.14

Ішанова М.Н. Дослідження отримання сорбенту на основі бентонітової глини для очищення стічних вод хімічних виробництв / М.Н. Ішанова, А.А Кадирбаева, Н.К. Сарипбекова // Комплексное использование минерального сырья – 2025. – № 2. – С. 27-33.-Текст рос.

Проблема очищення води залишається актуальною, причому цьому сприяє зростання зовнішніх факторів, яких можна віднести збільшення кількості промислових підприємств, розвиток сільського господарства, зростання міст та інші. Для вирішення проблеми очищення води економічно вигідно створення нових сорбентів з наявних у нашій країні ресурсів. Для обробки бентонітової глини в експериментальних умовах були обрані інструментальні методи випробувань з використанням електронного скануючого мікроскопа (СЕМ) марки Jeol JSM-6490l V, багатопараметричного портативного кіберсканера (PCD 650 Eutech) і дериватографа Q-1500. За результатами інструментальних досліджень визначено елементний та мінералогічний склад бентонітової глини з Дарбазинського родовища з використанням скануючого растрового електронного мікроскопа JSM-6490l V (Jeol, Японія) енергодисперсійним методом. Отриманий сорбент на основі бентонітової глини має високу сорбційну здатність та рекомендується застосовувати при очищенні стічних вод хімічних виробництв. Отриманий сорбент на основі бентонітової глини з родовища Дарбазинського дозволяє очистити стічні води фосфатного виробництва від фосфатних та інших іонів до 60%. Розроблений сорбент на основі бентонітової глини має екологічну та економічну ефективність зв'язку з використанням місцевих природних ресурсів. Таким чином, слід зазначити, що для адсорбційного очищення стічних вод хімічних виробництв з високим ступенем можливе використання ефективних сорбентів на основі бентонінових глин із родовища Дарбазина. Також слід зазначити, що використання бентонітових глин для очищення води процесом сорбції є ефективною та доступною альтернативою адсорбентів, які показують високу адсорбційну ємність по відношенню до різних сполук.

Ключові слова: бентоніт, родовище Дарбаза, очищення води, монтморилоніт, адсорбція, важкі метали…..……..……..…….....…….**С.74**