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 3

Дніпро - 2024

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 01.07.2024 р.

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

УДК 669
DOI: 10.15587/1729-4061.2021.217579

Розкладання феронікелевого шлаку методом лужного плавлення в процесі випалу / В. Майангсарі, І.Н. Авіфа, А. Б. Прасетво та ін. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Том 2, № 12. – С. 44-51. – Текст англ.

Феронікелевий шлак є побічним продуктом процесу виплавки нікелю. Переробка феронікелевого шлаку необхідна, оскільки він містить цінні елементи, має властивість забруднювати навколишнє середовище. Для використання цінних матеріалів і зниження потенційної небезпеки, необхідно збагачення феронікелевого шлаку. Проведено лужне плавлення феронікелевого шлаку з використанням Na_2CO_3 в процесі випалу. Метою даного дослідження є визначення ступеня розкладання суміші феронікелевого шлаку- Na_2CO_3 в процесі випалу. Температура і час випалу становили 800–1000 °C і 60–240 хвилин відповідно. Визначення характеристик феронікелевого шлаку було проведено методами РФА, ІЗП-МС, РДА і РЕМ-ЕРС. Тим часом, визначення характеристик продуктів випалу здійснювалося з використанням ІЗП-МС, РДА і РЕМ-ЕРС. Визначення характеристик феронікелевого шлаку показує, що основними елементами є Mg і Si, за якими слідують Fe, Al і Cr. Причому олівін визначається як основна фаза. Процес випалу викликав процентну втрату маси продуктів випалу, що свідчить про розкладання і вплив на зміст елементів, фази і морфологію. Процес випалу при температурі близько 900 °C протягом 60 хвилин є кращою основою розкладання в залежності від умов процесу і зміни змісту елементів. Зміст алюмінію (Al) і хрому (Cr) в продуктах випалу значно зріс в порівнянні з вмістом заліза (Fe) і магнію (Mg). Олівінова фаза переходить в деякі фази, пов'язані з сполукою натрію, такою як Na_2MgSiO_4, Na_4SiO_4 і Na_2CrO_4. В результаті процесу розкладання на поверхні продукту випалу спостерігається шорсткий шар. Це вказує на те, що масоперенос рідина-тверда речовина ініціюється з поверхні.

Ключові слова: феронікель, шлак, лужне плавлення, випал, термічний, розкладання, Na_2CO_3, олівін, алюміній, хром, залізо, магній……...……...…….**С.9**

УДК 621.311.1
DOI: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-70-77

Аспекти розвитку вітроенергетики в умовах залізорудних підприємств // І.О. Сінчук, С.М. Бойко, І.В. Касаткіна, О.В. Дозоренко // Вісник Криворізького національного університету. – 2021. – Вип. 52. – С. 71-78.

Метою даної роботи є розробка тактики визначення вітрового потенціалу в умовах залізорудних підприємств з подальшим втіленням цього підходу до впровадження вітроенергетичних установок, як джерел автономного живлення в структурах систем електропостачання цих видів підприємств. У статті для реалізації мети досліджень використовувалися методи аналізу та синтезу статистичних метеоданих та елементи математичної статистики. Наукова новизна полягає в розробці тактики визначення вітрового потенціалу в умовах залізорудних підприємств, що дозволить враховувати специфіку кожного підприємства галузі з подальшим втіленням цього підходу до впровадження вітроенергетичних установок в структурах систем електропостачання цих підприємств з реорганізацією їх структур з варіанту централізованого живлення електромереж до варіанту з розосередженою генерацією. Встановлені фактори, що впливають на визначення вітрового потенціалу локальної ділянки земної території залізорудного підприємства з урахуванням особливостей, що характерні для аналізуємої проблеми та мають вплив на енергетичні характеристики вітроенергетичної установки як автономного джерела живлення. Модернізовано відомі методи визначення вітрового потенціалу, які інтегруються в універсальний метод оцінювання рівня енергоефективності вітроенергетичних установок згідно специфіки тих чи інших умов їх використання. Результати досліджень рекомендуються для використання при визначенні вітрового потенціалу залізорудних підприємств з метою розробки автономних джерел генерації електричної енергії. Залізорудні підприємства України володіють незадіяним потенціалом вітрової енергії, що може бути задіяний для генерування електричної енергії автономними джерелами живлення у складі систем електропостачання цих підприємств. Запропонована тактика оцінювання вітрового потенціалу в умовах залізорудних підприємств України, що дозволяє визначати проєктні встановлені електричні потужності вітроустановок в умовах специфіки енергетичних комплексів і систем цих підприємств.

Ключові слова: електропостачання, вітроенергетичні установки, вітровий потенціал, залізорудні підприємства……..…….……..……**С.17**

УДК 552.576.1:661.183.03:544.723.2

DOI: 10.31081/1681-309X-2021-0-2-21-32

Адсорбція фенольних сполук активованим вугіллям, утвореним при карбонізації бурого вугілля з гідроксидом калію / Ю.В. Тамаркіна, І.Б. Фролова, О.О. Величко, В.О. Кучеренко // Вуглехімічний журнал. – 2021. – Вип. 2. – С. 21-32.

Мета роботи – визначити адсорбційну здатність активованого вугілля (АВ) з бурого вугілля по відношенню до фенолу (Ф) і 4-хлорфенолу (ХФ) та вплив на неї температури утворення АВ при карбонізації з гідроксидом калію. Зразки АВ отримано нагріванням з КОН (1г/г, 1год) при заданій температурі в межах t=400-800 °С та позначено як АВ(t). Характеристики пористості АВ визначено за ізотермами низькотемпературної (77 К) адсорбції – десорбції азоту (прилад Micromeritics ASAP 2020), які розраховували методом 2D-NLDFT. Вони наступні: сумарний об’єм пор V_t (см^3 /г), питома поверхня пор S (м^2 /г), об’єм (V_{mi}) і поверхня (S_{mi}) мікропор, об’єм (V_{1nm}) і поверхня (S_{1nm}) субнанопор, сумарна поверхня мезо- і макропор Sme+ma. Адсорбцію фенолу та 4-хлорфенолу визначали при рівноважних концентраціях в водних розчинах ≤5 ммоль/л (25 °С). Встановлено, що температура лужної карбонізації бурого вугілля є ключовим фактором утворення мікро- і субнанопор, росту питомої поверхні АВ (з 12,8 м^2 /г до 1142 м^2 /г) та адсорбційної активності по відношенню до фенольних сполук. Її підвищення до 800°С викликає експоненціальне збільшення

адсорбційної ємності АВ в 8,7 разів (Ф) та 6,7 разів (ХФ), що є пропорційним концентрації поверхневих адсорбційних центрів (АЦ). Визначено значення ефективної енергії активації утворення АЦ, активних по відношенню до адсорбатів: 29,5 кДж/моль (Ф) та 31,5 кДж/моль (ХФ). Знайдено, що кінетика поглинання Ф і ХФ підпорядковується моделі псевдо-другого порядку, а швидкість адсорбції лімітується взаємодією молекул адсорбату з АЦ. Ізотерми адсорбції при рівноважних концентраціях ≤5 ммоль/л апроксимуються моделлю Ленгмюра ($R^2 \geq 0,994$). Порівняно з Ф, ступінь вилучення ХФ значно вища, що є наслідком його міцнішого зв'язку з поверхнею АВ. Питома адсорбційна ємність за Ф і ХФ показує різке зменшення (в 10-16 разів) при збільшенні температури карбонізації з 400 до 550 °С і слабку температурну залежність при 550-800 °С. В цьому інтервалі утворюються АВ з близькими концентраціями АЦ, але різними для різних фенольних сполук. Постульовано, що адсорбція на буровугільних АВ включає π-π взаємодію, формування електронодонорнакцепторних комплексів та утворення водневих зв'язків, але їх вклад залежить від природи адсорбату та змінюється з ростом температури лужної карбонізації.

Ключові слова: буре вугілля, лужна карбонізація, активоване вугілля, пористість, адсорбція, фенол, 4-хлорфенол.…….....……..……..**С.24**

УДК 669.15'28-198
DOI: 10.15407/steelcast2019.10.064

Смірнов О.М. Дослідження структури ресурсозберігаючого легуючого сплаву з вмістом Fe, Ni, Cr, W, Mo, Nb, Ti, отриманого з техногенних відходів, для підвищення безпеки життєдіяльності / О.М. Смірнов, А.С. Петрищев // Метал та литво України. – 2021. – №1. – С. 87-93.

Статтю присвячено дослідженням фізико-хімічних особливостей відновлення відходів виробництва високолегованих сталей і сплавів з отриманням легуючого сплаву за допомогою відновлювальної плавки. Для досягнення цієї мети застосовано комплекс новітніх методів досліджень з використанням растрової електронної мікроскопії разом з рентгенівським мікроаналізом для визначення хімічного складу цільових ділянок поверхні зразків. Завдяки успішно проведеним етапам досліджень отримано суттєві результати, а саме те, що при співвідношенні кисню до вуглецю в шихті 1,10, передбачуваний фазовий склад ресурсозберігаючого сплаву містить твердий розчин легуючих елементів в кристалічній решітці заліза, а також карбідні сполуки заліза і легуючих елементів. На фотографіях мікроструктури чітко проявлялися кілька фаз з різним співвідношенням легуючих елементів. Вміст хрому досягав 53,04 %мас., нікелю – 55,02 %мас. Вміст молібдену, вольфраму, ніобію і титану в області дослідженої поверхні був на рівні 7,8 %мас., 27,83 %мас., 20,61 %мас. і 16,09 %мас. відповідно. Вуглець в досліджених точках поверхні досягав від 0,65 до 2,08 %мас. Деякі з досліджених частинок з підвищеним вмістом вольфраму, молібдену, ніобію, напевно, відповідали комплексним карбідним з'єднанням. Вміст залишкового вуглецю в досліджених ділянках зразків мав відносно невисокі значення, при цьому достатні для забезпечення необхідної відновної здатності під час використання сплаву. Це дозволило зробити ряд важливих практичних висновків, що показники сплаву забезпечують можливість заміни частини стандартних феросплавів при виплавці сталей, що мають деякі обмеження за вмістом вуглецю. При цьому доцільним є визначення найбільш вигідного вмісту вуглецевого відновника в шихті для досягнення необхідного відновлення легуючих елементів разом з відносно невисоким залишковим вуглецем в цільовому сплаві. Одночасно з переробкою і

поверненням у виробництво техногенних металургійних відходів забезпечується зменшення екологічної напруженості промислово розвинених областей, зменшення забруднення навколишнього середовища і підвищення безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: оксидні техногенні відходи, окалина легованих сталей, відновна плавка, мікроскопічні дослідження……...……....**С.35**

УДК 504.75.06
DOI: 10.31498/2225-6733.45.2022.276242

Назюта Л.Ю. На шляху до декарбонізації світової економіки. глобальне потепління. Кліматичні конференції ООН / Л.Ю. Назюта, Д.В. Степаненко // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2022. – Вип. 45. – С. 97-108.

В роботі розглянуто причини та наслідки зміни клімату на планеті Земля. У тому числі глобальне потепління та необхідність переходу на альтернативні джерела енергії, а також декарбонізація різних галузей виробництва. Показано, що основними причинами глобального потепління є діяльність людини та використання як енергоносіїв викопних видів палива. Зниження емісії парникових газів тісно пов'язане з проблемами зміни структури енергетики практично всіх країн світу. Перераховані міжнародні організації, які займаються проблемами клімату та моніторингом зміни температури та вмісту в атмосфері планети парникових газів. Проаналізовано роботу цих організацій на базі кліматичних конференцій ООН у період 1992 по 2022 рік щодо вироблення рішень, спрямованих на декарбонізацію основних галузей виробництва та насамперед енергетики. Показано, що Паризька угода – ключовий елемент багатостороннього кліматичного процесу. Це перший в історії юридично обов'язковий документ, який об'єднує країни у прагненні досягти спільної мети щодо боротьби зі зміною клімату та адаптації до нього. На COP-26 у 2021 року було підписано кліматичний пакет, у якому підтверджено головну мету – стримати глобальне потепління лише на рівні 1,5°C. Було дано багато обіцянок щодо використання нових технологій та відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності старого обладнання. За прогнозами вчених у найближче десятиліття кліматичні зміни наростатимуть у всіх регіонах планети. Викиди парникових газів у результаті діяльності людства були і залишаються основними причинами глобального потепління. Однак після початку війни в Україні багато з того, на що раніше погоджувалися більшість країн, стало нездійсненно. Війна змінила політичні та економічні перспективи, загострилася світова інфляція. Настала енергетична криза. На думку експертів IPCC, 2022 став роком застою і відходу від раніше обраних позицій. Показано, що війна може змусити деякі країни задуматися про енергетичну самодостатність та економію енергетичних ресурсів. Ці питання обговорювалися на кліматичній конференції COP-27 у Єгипті. Серед розглянутих на COP-27 питань головною стала декарбонізація енергосистеми.

Ключові слова: клімат, екологія, глобальне потепління, енергетична криза, парникові гази, емісія, паливо, Паризька угода, Кіотський протокол, декарбонізація, кліматичні конференції ООН…….....……..**С.42**

УДК 622.235:622.271
DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-53-59

Аналіз сейсмобезпеки споруджень Кривбасу за умов вибухових робіт при зменшеній санітарно-захисній зоні кар’єру «Південний» ТОВ «Рудомайн» / О.П. Стрілець, Г.І. Єременко,

Д.А. Тітов, С.М. Генкуленко // Вісник Криворізького національного університету. – 2022. – Вип. 110. – С. 53-59.

Основна мета дослідження полягає в удосконаленні методу оцінки вібрації, зумовленої короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів, заснованого на визначенні максимальної маси вибухової речовини в групі уповільнення для розрахунку схем комутації блоків в кар'єрі «Південний» ТОВ «Рудомайн», що забезпечить допустимі значення швидкості сейсмічних коливань ґрунту на межі санітарно-захисної зони для будівель і споруд м. Кривий Ріг. Наукова новизна дослідження полягає в установленні закономірностей сейсмічного впливу масових вибухів кар'єру «Південний» ТОВ «РУДОМАЙН» на будівлі та споруди за умов здійснення вибухових робіт при зменшеній санітарно-захисній зоні. Вдосконалено методику розрахунку сейсмобезпечної маси вибухових речовин в групі уповільнення на основі експериментального визначення коефіцієнта умов проведення вибуху К, який залежить від гірничо-геологічних та технологічних умов проведення вибуху в кар'єрі, а також – поширення сейсмічних хвиль від блоку до будівель та споруд. Практичне значення: прогнозування параметрів вібрації ґрунту в основі будівель та споруд на базі експериментально встановленого коефіцієнта умов проведення вибуху К дозволяє більш точно визначати максимальну масу вибухових речовин (ВР) в ступені уповільнення, що надає можливість одночасно підривати більшу їх масу в межах одного блоку, розподіляючи її на групи зарядів, що не перевищують максимально допустиму сейсмобезпечну масу. Це дозволяє збільшити масу вибухових речовин на один масовий вибух та зменшити кількість масових вибухів і їх вплив на будівлі, які знаходяться на межі санітарно-захисної зони кар'єру. Допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту будівель, наближених до межі санітарно захисної зони кар'єру «Південний» ТОВ «РУДОМАЙН», при частоті нижче 20 Гц складає 0,4 см/с, що відповідає II балам за шкалою MSK-64. Такі коливання не становлять загрози житловим будівлям, що перебувають в задовільному стані.

Ключові слова: гірська порода, вибух, кар'єр, сейсмоефект вибуху, сейсмобезпека.……..…….……..……**С.54**

УДК 656.71:504.43.45
DOI: 10.31319/2519-2884.42.2023.19

Використання математичного планування експерименту для кількісної оцінки методу фіторемедіаційного відновлення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами / Л.М. Черняк, О.М. Міхєєв, С.М. Маджд та ін. // Збірник наукових праць ДДТУ. – 2023. – №1. – С. 158-164.

У статті наведено результати дослідження якості відновлення ґрунтів на основі методу фіторемедіації. Проаналізовано негативний та позитивний впливи цього методу відновлення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами, на основі двофакторного аналізу експерименту.Наведено залежності цих впливів у вигляді регресійних рівнянь для досліджуваних проб ґрунту.

Ключові слова: фіторемедіація; ґрунт; метод факторного експерименту; концентраційна залежність; забруднення нафтопродуктами…….....**С.61**

УДК 621.3.036

DOI: 10.33070/etars.4.2023.05

Олабін В.М. Оцінка ефективності термохімічної утилізації енергії викидних димових газів плавильної печі із зануреним спалюванням газу / В.М. Олабін, В.М. Орлик, В.В. Колесник // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2023. – №4. – С. 57-66.

Одним з основних показників досконалості технологічного процесу є ступінь утилізації матеріальних та енергетичних ресурсів викидних потоків. Особливо це важливо для високотемпературних процесів з високим рівнем споживання зовнішніх енергоносіїв у металургії, виробництві скла, мінеральної вати, тощо. Традиційні методи утилізації тепла викидних потоків для підігріву повітря в пальнику за допомогою рекуператорів різних конструкцій забезпечують ступінь утилізації тепла викидних газів не більш 60 %, головним чином, через обмеженість термостійкості матеріалів самих рекуператорів. Попередні теоретичні розрахунки та досвід окремих практичних впроваджень свідчать, що у разі наявності високотемпературних викидних газів (> 800 °С) перспективним є використання методу термохімічної рекуперації їх тепла для конверсії вуглеводних палив, у першу чергу метану природного газу, з метою одержання більш високопотенційного палива з підвищеною густиною накопиченої енергії. У статті виконано оцінку ефективності застосування термохімічної рекуперації на високотемпературній плавильній печі із зануреним спалюванням з температурою викидних газів не менш 1200 °С, яка додатково обладнана термохімічним реактором.

Ключові слова: плавильна піч, викидні димові гази, конверсія природного газу, термохімічна рекуперація, ступінь утилізації тепла..……..……....**С.68**

УДК 621.742.486

DOI: 10.34185/tpm.1.2023.02

Дослідження впливу ливарного виробництва на забруднення навколишнього середовища в місті Кривий Ріг / Засельський В.Й., Сусло Н.В., Гук Є.С. та ін. // Теорія та практика металургії. – 2023. – №1. – С. 10-18.

В роботі досліджено вплив технологічних процесів ливарного виробництва ТОВ «МЕТІНВЕСТ-КРМЗ» на викиди забруднюючих речовин в навколишнє середовище міста Кривого Рогу. Аналіз кількості забруднюючих викидів в робочій зоні виготовлення виливок показав, що їх концентрація суттєво (в рази) перевищує гранично допустимі концентрації газоутворення. Для вивчення впливу забруднюючих викидів в атмосферне середовище прилеглих житлових масивів були проаналізовані показники стаціонарних постів екомоніторингу та, за допомогою газоаналізатора ОКСИ5М-5Н, були зроблені виміри газовиділення в житлових будинках цих житлових масивів. В результаті проведення роботи виявлено, що до газоутворення шкідливих викидів від технологічних процесів ливарного виробництва, які розповсюджуються в прилеглих житлових масивах,слід віднести СО і SO_2. Дослідженнями встановлено, що якісний екомоніторинг газоутворення від технологічних процесів ливарного виробництва треба робити з урахуванням впливу вологості, тиску та рози вітрів повітря і замірювальні стаціонарні пости шкідливих викидів треба розташовувати на відстані не більше 1000 м від промислової зони та на висоті від поверхні землі не менше ніж 20 м.

Ключові слова: ливарне виробництво, екомоніторинг, селітебна зона, шкідливі викиди, газовиділення, гранично допустима концентрація, метеорологічні параметри…….…….….. **С.78**

УДК 669:621.039; 669:621.039.6
DOI: 10.15407/plit2024.01.058
Дослідження процесів формування, структури та властивостей пористих каркасів / М.М. Ямшинський, Є.Г. Биба, А.В. Мініцький та ін. // Процеси лиття. – 2024. – №1. – С. 58-71.

Відходи машинобудівних підприємств у вигляді стружки чорних і кольорових металів можуть мати негативний вплив на довкілля. Серед можливих екологічних наслідків від відходів металокорду та стружки такі: забруднення повітря, утворення пилу, який містить шкідливі хімічні речовини, як-от свинець, кадмій, хром та ін. токсичні метали, забруднення ґрунту, води. Усі ці фактори спричиняють загрозу здоров'ю людей і тварин.Установлено, що оброблення металевої стружки 0,1 нормальним розчином соляної кислоти в спирті забезпечує видалення з її поверхні шкідливих домішок (алюміній, цинк, свинець), які входять до складу мастильно-охолоджувальних рідин та зменшують вміст сірки на поверхні з 0,146 до 0,089 %. Разом із цим соляна кислота активує поверхню сталевої стружки за рахунок переведення оксидів або гідроксидів заліза в хлориди заліза, що, у свою чергу, сприяє процесам змочування під час інфільтрації рідкого алюмінієвого розплаву. Відпал при температурі 700 °С в середовищі гостро осушеного водню забезпечує підвищення пластичних властивостей металевої стружки та зменшення внутрішніх напружень стиску з -450 МПа до -112 МПа. Проведення відпалу у відновлювальному середовищі зменшує кількість оксиду заліза на поверхні металевої стружки з 11,0 % до 7,0 %, що додатково підвищує її пластичні властивості. Дослідження процесу формування пористого каркаса показало, що при тисках пресування 50–150 МПа забезпечується пористість на рівні 30–50 %. Підвищення тиску пресування є недоцільним через збільшення кількості закритих пор, які перешкоджають процесу інфільтрації рідкого розплаву. За результатами багаторазового моделювання встановлено, що енергопоглинаючі елементи, сформовані з металевої стружки після відпалу, мають вищі фізико-механічні характеристики та енергію поглинання удару порівняно з металевим каркасом, виготовленим із невідпаленої стружки.

Ключові слова: металева стружка, структура, пористість, прогнозування, технологічні процеси, геометричні розміри поруватих каналів……..…...**С.87**