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 1

Дніпро - 2026

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 01.03.2026 р.

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

УДК 625.8

Кунаєв В.А. Проект технологічної лінії для вибіркового дроблення та гідрофобізації дорожньо-будівельного щебеню з доменного шлаку / В.А. Кунаєв, О.М. Тимухіна // Вісник Карагандинського технічного університету. – 2023. – Том. 93, №4. – С. 241-246.-Текст рос.

Стаття присвячена питанню підвищення фізико-механічних характеристик дорожньо-будівельного щебеню із доменного шлаку.

Мета дослідження – обґрунтування та моделювання в лабораторних умовах технологічної лінії для вибіркового дроблення та гідрофобізації даного матеріалу. Для досягнення мети використані ксперимента льні методи, такі як вибіркове дроблення, гідрофобізація, випробування щебеню на морозостійкість, водопоглинання, подрібнення. Представлено проект технологічної лінії для вибіркового дроблення та гідрофобізації шлакового щебеню, описано принцип її роботи. Наведено результати експериментальних досліджень з оцінки впливу вибіркового дроблення в кульовому млині та гідрофобізації шлакового щебеню, його, фізико-механічні показники. Виконано оцінку ефективності запропонованого технологічного процесу.

Ключові слова: збагачення, вибіркове дроблення, гідрофобізація, міцність, водопоглинання, морозостійкість, шлаковий щебінь, дорожнє будівництво, доменний шлак……...…….……...……..**С.11**

УДК 628.161.2; 628.315; 621.359.7

Розробка комплексної технології очищення промислових залізосульфатвмісних стоків гальванічного виробництва / С.Д. Довголап, М.Д. Гомеля, О.І. Іваненко та ін. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Том 6, № 10. – С. 17-26. – Текст англ.

Об'єктом дослідження є комплексне електрохімічне та феритне знешкодження залізосульфатвмісних вод. Переробка рідких відходів здійснюється шляхом електрохімічної обробки із застосуванням дво- та трикамерних електролізерів. В роботі досліджено процеси електродіалізного очищення імітаційних розчинів з концентраціями сполук $FeSO_4$ 5 г/дм$_3$ та $H_2SO_4$ 300–2100 мг-екв/дм$_3$. В якості катода використано пластину із нержавіючої сталі, в якості аноду – пластини з титану, вкритого оксидом рутенію, та свинцю. Показано, що найвищий вихід за струмом продуктів електродіалізу 84,5 % отриманий при застосуванні трикамерного електролізера з аніонообмінними мембранами МА-41. Встановлено, що при застосуванні вказаного електролізера суттєвий вплив на процес розділення домішок чинить градієнт концентрації, величина якого прямо пропорційна різниці концентрацій вихідних

розчинів, якими заповнені приелектродні камери. Показано, що для двокамерного електролізера вихід за струмом сягає 72 %, що поясняється шкідливим впливом значного градієнту концентрацій та проявляється в швидкому механічному блокуванні мембрани і сповільненні процесу міграції іонів, а також зростанні енерговитрат. В двокамерному електролізері отримано $H_2SO_4$ з концентрацією 18,3 %, яка придатна для повторного використання в ваннах травлення. З'ясовано, що в результаті електродіалізного розділення і додаткового окиснення концентровані залізосульфатні розчини доцільно застосовувати для одержання феритного матеріалу кристалічної структури з розмірами частинок 2–20 мкм. В рамках циркуляційної економіки запропоновано екологічно безпечну технологію знешкодження промислових залізовмісних сульфатних розчинів гальванічного виробництва з використанням комплексу електродіалізного та феритного методів.

Ключові слова: електродіаліз, гальванічні стоки, залізосульфатвмісні розчини, трикамерний електролізер, феритний метод……...……..……..……**С.17**

УДК 661.666.1:546.26.74:66.097.3

Кириченко Г.О. Дослідження фракційного складу червоного шламу в фізико-хімічних та технологічних процесах рециркуляції / Г.О. Кириченко, Д.В. Прутцьков // Металургія. – 2025. – №2. – С. 105-110.

Досліджена можливість утилізації червоного шламу глиноземного виробництва. Встановлено можливість переробки червоного шламу шляхом використання його залізовмісних фракцій як каталізатороутворюючих компонентів розкладання монооксиду вуглецю для отримання перспективних металовуглецевих матеріалів. Встановлено гранулометричний склад сухого осаду червоного шламу. Досліджено вплив фракційного складу червоного шламу на реакцію термокаталітичного розкладання монооксиду вуглецю. Досліджений процес навуглецювання заліза з використанням CO-вмісного газу як каталізатора червоного шламу. Встановлено вплив розміру частинок на кінетику червоного шламу розпаду CO.

У рамках дослідження представлена інноваційна технологія переробки червоного шламу. Завдяки властивостям червоного шламу, отриманого в процесі глиноземного виробництва, стало можливим проведення реакції термокаталітичного розпаду монооксиду вуглецю, що дозволяє отримувати металовуглецеві продукти із широким спектром застосування. Як джерело вуглецевих газів запропоновано використовувати гази, багаті монооксидом вуглецю, які є відходами роботи феросплавних печей.

Метою дослідження визначення гранулометричного складу червоного шламу та його впливу на розкладання чадного газу. При проведенні дослідження застосовували сухий червоний шлам, який був отриманий на Запорізького алюмінієвого заводу (ЗАлК). Червоний шлам (ЧШ) відбирали у вигляді суспензії з пропорцією Р:Т = 3:1 у секції згущення. Хімічний склад червоного шламу (% маси): $SiO_2$ - 7,12; $Fe_2O_3$ - 49,20; $Al_2O_3$ - 16,42; $TiO_2$ - 5,60; CaO - 9,62; $Na_2O$ - 3,78.

Оптимальні розміри частинок ЧШ для отримання високих швидкостей навуглецювання повинні бути в діапазоні 10-100 мкм, тобто саме для тієї фракції, яка є основною залізовмісною фракцією ЧШ.

Різні фракції сухого червоного шламу піддавали карбонізації монооксидом у діапазоні температур 530...625 °С. Рентгеноструктурний аналіз кінцевих продуктів навуглецювання вказує на наявність у зразках аморфного вуглецю, графіту, заліза та його карбідів $Fe_3C$, $Fe_2C$.

В роботі зроблено висновок, що для досягнення високої швидкості навуглецювання оптимальні розміри частинок червоного шламу повинні бути в межах 10-100 мкм.

Ключові слова: цементація, червоний шлам, каталізатороутворювальні матеріали, монооксид вуглецю, металовуглецевий матеріал.…….…....…...…....**С.27**

УДК 556. 532 (477-924-52)

Крайнюков О.М. Токсикологічна оцінка якості очищення бурових стічних вод / В.Ю. Іващенко, В.В. Кухар // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія» – 2023. – Вип.28. – С. 83-90.

Мета. Визначення оптимальної комбінації та витрат коагулянтів і флокулянтів при очищенні бурових стічних вод з подальшим визначення гострої летальної токсичності отриманої освітленої рідкої фази.

Методи. Первинне освітлення рідкої фази відходів буріння проводилося методом хімічної коагуляції з використанням у якості коагулянту органічних коагулянтів «Magnafloc» та «ECOFLOC». У разі недостатності ступеню очистки бурових стічних вод методом коагуляції застосовувався додатковий спосіб очищення флокулянтами Zetag 8180 та камеддю целюлозною. Після процесу очищення виконували токсикологічний аналіз бурових стічних вод за методикою біотестування для визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних Ceriodaphnia affinis Lilljeborg.

Результати. Проведено низку дослідів щодо визначення оптимальної витрати коагулянтів та флокулянта для очищення бурових стічних вод. Визначено, що найбільш ефективне очищення відбувається при первинному освітлення рідкої фази відходів буріння методом хімічної коагуляції з використанням органічного коагулянту «Magnafloc» та додатково флокулянтом Zetag 8180 у концентраціях 1,2 г/дм3 та 1 кг/м3, відповідно. При використанні цих хімічних реагентів у вищеозначених концентраціях, в очищених бурових стічних водах визначено 2 рівень гострої летальної токсичності (вода слаботоксична). Встановлено, що найбільш ефективне очищення відбувається при первинному освітлення рідкої фази відходів буріння методом хімічної коагуляції з використанням коагулянту «ECOFLOC» та флокулянтом - камеддю целюлозною у концентраціях 1,2 г/дм$^3$ та 1,3 кг/м$^3$, відповідно. При використанні цих хімічних реагентів у вищеозначених концентраціях, у очищених бурових стічних водах визначено 2 рівень гострої летальної токсичності (вода слаботоксична).

Висновки. Загалом слід зазначити, що такі стічні води потребують більш ретельної доочистки, в разі можливого скиду до водних об’єктів, і їх використання можливе лише у повторних технологічних процесах буріння. Результати біотестування необхідно використовувати для скринінгу високотоксичних екологічно небезпечних хімічних речовин та контролю токсичності різних категорій стічних вод на всіх стадіях їх утворення та на скидах у водні об’єкти як інтегральний показник при контролі їх якості.

Ключові слова: коагуляція, флокуляція, гостра летальна токсичність, метод біотестування, очищення, екологічний стан, підземні води, забруднення води.....….....**С.33**

УДК 504.38.008.1:32(477)

Батрименко О. Декарбонізація як багатосторонній політичний механізм регулювання / О. Батрименко, Д. Чомко, О. Ткач // Вісник Харківського національного університету імені

В. Н. Каразіна, серія «Геологія, Географія, Екологія». – 2024. – Вип. 60. – С. 323-334. – Текст англ.

Стаття присвячена аналізу поточного стану і перспективам проекту декарбонізації та його роль у зовнішній політиці в процесі створення системи торгівлі викидами та механізму нової європейської системи оподаткування імпортних товарів, що залишають великий вуглецевий слід (Control Border Adjustment Mechanism, CBAM) (так званий «вуглецевий кордон»). Проблематика, порушена в даній роботі відповідає цілям сталого розвитку (SDGs), а саме: боротьба зі зміною клімату (13 ціль), які були ухвалені Організацією Об'єднаних Націй у 2015 році як універсальний заклик до дій щодо скорочення бідності, захисту планети та забезпечення того, щоб до 2030 року усі люди жили в мирі і достатку. Проаналізовано, що інституції ЄС (Комісія, Рада чи Європейський парламент) найбільше вплинули на організаційну структуру торгівлі викидами Європейського Союзу (STV). Метою дослідження є аналіз ролі декарбонізації як багатостороннього політичного механізму регулювання вуглецю на кордоні. Використано порівняльний, системний, інституціональний методи дослідження в статті. Спроби Європарламенту істотно змінити децентралізований характер ETS зазнали невдачі. Таким чином, процес оновлення ЄТС та механізм нової європейської системи оподаткування імпортних товарів, що залишають великий вуглецевий слід, відповідає основним положенням міжурядового підходу. Декарбонізація досягається шляхом переходу на низьковуглецеві джерела енергії. Інфраструктура відіграє вирішальну роль у вирішенні проблем зміни клімату. Проєкт «Транскордонне коригування податку на вуглець при вступі світу» дає змогу уникнути негативних наслідків для торгівлі, може створити виграшну ситуацію – в економічному, політичному та екологічному планах. Дослідження проводилось на основі методу відстеження процесу. Стаття доводить, що вирішальним злиттям у формуванні дизайну ETS були держави-члени (баланс інтересів і впливу держав-членів у Раді ЄС). Комісія відіграла значну роль як автора ідеї та модератора компромісів. Комісія та Європейський парламент кілька разів успішно блокували або пом'якшували виправлення держав-членів, які загрожували підірвати зміст торгівлі викидами. Оскільки планета стикається з підвищенням температури та частішими екстремальними погодними явищами, стає зрозуміло, що наша поточна інфраструктурна практика має розвиватися. Щоб пом'якшити наслідки зміни клімату та адаптуватися до них, стійка інфраструктура – це не просто варіант; це необхідність.

Ключові слова: декарбонізація, процес прийняття рішень в ЄС, US, аенергетична політика, кліматична політика, система торгівлі викидами, парникові гази, вуглецеве регулювання, боротьба зі зміною клімату…..……..…….....……..**С.41**

УДК 504.062

Ачасова А.О. Європейський зелений курс та перспективи для України / А.О. Ачасов, А.Б. Ачасов // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2024. – № 41. – С. 33-56.

З січня 2020 року Європейський Союз розпочав реалізацію Європейської зеленої угоди - комплексної програми переходу до нових екологічних стандартів у всіх сферах економіки з метою зробити Європу першим вуглецево нейтральним континентом. З огляду на Європейські амбіції України, для неї важливо розуміти вимоги зеленої угоди і оцінювати можливості врахування цих вимог при повоєнній відбудові країни.

Мета. Розглянути вимоги та актуальні досягнення в реалізації Європейського зеленого курсу з огляду на перспективи повоєнного відновлення України.

Результати. На базі нормативних документів Європейського Союзу, поточних тематичних звітів, статистичних даних та інших публікації з відкритих джерел проводиться аналіз основних складових Європейської Зеленої Угоди в контексті планів та актуальних досягнень з їх реалізації за наступними напрямами: законодавче забезпечення, система торгівлі викидами, механізм регулювання викидів вуглецю на кордоні ЄС, транспорт, енергетика, будівництво, сільське господарство та землекористування, відтворення екосистем та біорізноманіття, фінансове забезпечення та екологічна освіта та наука. Розглядаються деякі перспективні напрями повоєнного відновлення України в контексті зеленого курсу.

Висновки. Незважаючи на гостру критику Європейського зеленого курсу, він є життєво необхідним для подолання найгострішої в історії екологічної кризи, що загрожує сталому розвитку, а можливо й самому існуванню людства. За перші 3 роки впровадження Зеленої Угоди вже досягнуто значних успіхів по скороченню викидів парникових газів, хоча й існують певні труднощі та перешкоди. Україна, має значний потенціал щодо повоєнного відновлення енергетики та промисловості із урахуванням екологічних вимог, однак це буде потребувати значних інвестицій.

Ключові слова: Європейський зелений курс, зміна клімату, зелене зростання, скорочення викидів, альтернативна енергетика, екологічна освіта, вуглецеве землеробство, сталий розвиток……...……...…….....……..**С.53**

УДК 621.311

Оцінка потенціалу джерел відновлюваної енергетики в умовах залізорудних підприємств / С.М. Якимець, М.С. Ходаковський, М.Ю. Олійніченко, В.О. Чорна // Вісник ПДТУ. – 2025. – Вип.50. – С.140-153.

Сучасний світ зіткнувся з подвійною енергетичною кризою: з одного боку, виснажуються запаси викопного палива, з іншого – зростає рівень забруднення навколишнього середовища. У країнах, де основними джерелами енергії залишаються вугілля та нафта, ця проблема особливо гостра, оскільки залежність від традиційних енергоресурсів обмежує економічний розвиток і загрожує екологічній безпеці. Подвійна енергетична криза є серйозним викликом для сучасного світу, але її можна подолати шляхом активного розвитку відновлюваної енергетики. Інвестування у чисті технології, скорочення споживання викопного палива та міжнародне співробітництво у сфері екологічної безпеки допоможуть створити стійку та екологічно чисту енергетичну систему майбутнього. Так, наприклад, металургійні заводи бразильської гірничодобувної компанії Vale S.A., які розташовані в Індонезії, працюють повністю від гідроенергії; гірничорудна транснаціональна корпорація Rio Tinto Group планує інвестувати до 2026 року додаткові 600 мільйонів доларів у будівництво двох сонячних електростанцій потужністю 100 МВт у Пілбарі. Наразі ситуація у гірничо-металургійному комплексі України вкрай складна. Сектор, який до 24 лютого 2022 року забезпечував більшу частину експорту країни, перебуває на межі виживання. З втратою «Азовсталі» та Маріупольского металургійного комбінату імені Ілліча економіка одночасно втратила понад 40% вироблення металу. Через бойові дії знизили виробництво інші металургійні підприємства, працюючи лише на 20%. Періодично призупиняють свою діяльність Інгулецький, Південний та Північний гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК) у м. Кривий Ріг, на 47% скоротився видобуток ГЗК групи Ferrexpo, до складу якої входять Полтавський, Біланівський та Єристівський ГЗК [1]. Заблоковані морські порти та введені

логістичні обмеження та підвищення на 70% тарифів «Укрзалізниці» на вантажні перевезення погіршили і без того важкий стан підприємств галузі. Разом з видобувною галуззю третій рік під терористичними ударами окупантів перебуває енергетична галузь України. Спеціалісти Світового банку оцінюють втрати країни на суму понад 4,4 трильйони грн. Зруйновано 80% відсотків теплової генерації, майже 100% гідроенергетики, більшість вітрових електростанцій та половина фотовольтаїчних станцій [2]. Мінімальний запас міцності забезпечує атомна енергетика, яка теж зазнала суттєвої втрати – захоплення ядерними терористами найбільшої в Україні та Європі ЗАЕС в Енергодарі. В таких критичних для країни умовах як ніколи гостро стоїть питання подальшого розвитку атомної генерації, розосередження (децентралізація) вироблення електроенергії та забезпечення захисту від руйнації об'єктів енергоінфраструктури. Основними джерелами сировини залізорудної промисловості Україниє три басейни: Білозерський залізорудний район (Запорізька область); Керченський залізорудний басейн та Криворізький залізорудний басейн. До складу останнього входять не лише ГЗК м. Кривий Ріг, а також ряд ГЗК, розташованих у м. Горішні Плавні (виробляють руду в межах Криворізько-Кременчуцької структурно-металогенної зони). Зважаючи на той факт, що внесок підприємств Білозерського та Керчинського басейнів у загальний видобуток руди складає менше 10%, а також те, що підприємства Кривого Рогу та Горішніх Плавнів працюють, фактично, в межах одного басейну, в представленій роботі загальний аналіз виконано на основі виробничих даних комбінату групи Ferrexpo Poltava Mining. Це дозволить з достатньою достовірністю формалізувати висновки на всі підприємства залізорудної галузі з відкритим способом видобутку руди. У даній роботі на основі проведених розрахунків виконано порівняльний аналіз потенціалу джерел відновлюваної енергетики в умовах ПрАТ «Полтавський гірничозбагачувальний комбінат». Встановлено, що найбільш перспективним напрямом розбудови розосередженої генерації є вітрові та сонячні електростанції. Зважаючи на особливості експлуатації, подальший потенціал розвитку рекомендовано акцентувати увагу на побудову саме фотовольтаїчних станцій в розглянутих умовах.

Ключові слова: відновлювана енергетика, сонячні панелі, вітрова електростанція, енергія, потенціал, генерація, залізорудне підприємство…….……..….**С.77**

УДК 621.311.25:658.564

Горский В. Ефективність теплового енергоспоживання на промислових підприємствах України в умовах екологічних обмежень / В. Горский // Journal of Kryvyi Rih National University. – 2025. – Том 23, № 1. – С. 32-43. – Текст англ.

Метою дослідження було виявити ключові закономірності теплового енергоспоживання та сформувати аналітичну основу для оптимізації технологічних процесів з урахуванням екологічних вимог. Методологія передбачала поетапний розрахунок коефіцієнта корисного використання тепла, питомих витрат і структури теплових втрат на основі інструментальних даних теплоспоживання публічного акціонерного товариства «Камет-Сталь» за липень-вересень 2024 року. Оцінка ефективності теплового енергоспоживання на підприємстві засвідчила стабільний, однак недостатній рівень використання енергії: середній коефіцієнт становив 81,0 %, тоді як втрати тепла не знижувались нижче 18,9 %. Структурний аналіз показав, що найбільшу частку втрат становили трубопроводи (7,3 %), теплообмінники (5,8 %), охолоджувальні контури (4,1 %) та інші втрати (1,7 %), що свідчить про наявність кількох критичних зон неефективності. Питомі витрати тепла на одиницю продукції варіювалися в межах 0,1815-0,1923 Гкал/т і зростали у вересні попри

зменшення обсягів виробництва, що вказує на інерційність системи постачання. На основі результатів сформовано техніко-аналітичне підґрунтя для реконструкції енергонеефективних елементів інфраструктури з орієнтовним потенціалом зниження втрат на 6-8 %. Представлені висновки також підтвердили доцільність цифрового моніторингу як інструменту стабілізації витрат і підвищення адаптивності до змін виробничого навантаження. Отримані результати можуть бути використані для розроблення техніко-економічних заходів з реконструкції теплотранспортної інфраструктури промислових підприємств, зокрема через оптимізацію режимів теплообміну, модернізацію трубопроводів і впровадження систем рекуперації залишкового тепла. Це дозволить знизити питомі витрати енергії, стабілізувати тепловий баланс і зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище

Ключові слова: коефіцієнт корисного використання тепла; металургійне виробництво; вуглець; трубопровідні мережі; охолоджувальні контури; рекуперація……..…**С.91**

УДК 669.1.061.6: 330.322.54

Дослідження загроз та управління ризиками із впровадженням системи комплаєнс-контролю, як основи економічної безпеки металургійного виробництва / А.П. Мішалкін, В.О. Петренко, А.М. Селегей, Т.А. Фонарьова // Метал та литво України. – 2025. – № 3-4. – С. 64-75.

В умовах сучасного стану на стійкість економічного розвитку підприємств металургійного комплексу України впливають ризики різної природи та видів, й потенційні загрози, що пов'язані з впровадженням, використанням та розвитком технологій і можуть виникати на різних етапах виробництва металопродукції. В таких умовах особливого значення набувають дослідження переваг та недоліків системного, ресурсного, функціонально-цільового та інституційного підходів до вирішення проблеми технологічної та економічної безпеки підприємства. Сучасною тенденцією є врахування національної економічної безпеки, яка трансформується в економічну безпеку підприємств шляхом впровадження законів, постанов, стандартів тощо, які, у свою чергу, впливають на конкурентоспроможність, інвестиційну привабливість та динаміку інноваційного розвитку економіки країни, галузі, підприємства.

Мета дослідження. Дослідити аспекти впровадження сучасних інструментів управління ризиками на підприємствах металургійної галузі таких, як система комплаєнс-контролю, та відповідних спеціальних підрозділів в організаційній структурі управління, які будуть ефективно та своєчасно протидіяти реалізації загроз та ризиків, й випереджати їх виникнення. Цю функцію може успішно реалізувати окремий підрозділ з комплаєнс-контролю на основі обґрунтування спектра функціонального призначення комплаєнсу металургійного виробництва, який забезпечить раціональне використання ресурсів та мінімізацію негативного впливу загроз та ризиків економічного, технологічного, екологічного походження, враховуючи специфіку металургійного виробництва, а саме: пов’язані з обладнанням та інфраструктурою, з програмним забезпеченням, з виробничими процесами, з новими технологіями, з забрудненням навколишнього середовища, з можливістю відшкодування збитків, спричинених технологічними аваріями, з новими вимогами та обмеженнями, які вводяться у зв'язку зі зміною технологій тощо. Систематизація знань про взаємовідносини в системі загроза-ризик-комплаєнс-підприємство, встановлення взаємозв’язків між даними категоріями, джерел та умов виникнення, динаміки розвитку та вірогідних наслідків від реалізації загроз і ризиків, дозволить розробити дієві комплаєнс-заходи. Їх призначення —

випереджальна протидія складовим небезпечних для діяльності та безпеки підприємства ситуацій.

Методика. Теоретичною і методологічною основою дослідження, яке розглядається, є наукові методи з використанням абстрактно-логічного підходу в процесі вивчення загроз та ризиків, зокрема такі: наукового узагальнення, як комплекс послідовних дій об'єднання конкретних одиничних фактів в єдине ціле з метою виявлення типових рис і закономірностей, притаманних досліджуваному явищу при побудові системи комплаєнс-контролю металургійного виробництва на основі вивчення класифікацій економічних загроз та ризиків, діалектичний метод, який вимагає розгляду економічних явищ і процесів в їх безперервному русі, взаємозв'язках і взаємодії, коли накопичення кількісних змін тягне за собою зміни якісні при визначенні загроз та ризиків, а також місця та ролі комплаєнс-контролю в діяльності підприємства, теоретичні положення системного аналізу при декомпозиції діяльності функціонування системи комплаєнс-контролю на різні підсистеми і групи показників, комплексний системний метод наукового обґрунтування раціонального спектра функціонального призначення комплаєнсу для умов металургійного виробництва, що дозволяє на його основі розробити ефективні заходи протидії розвитку та мінімізації наслідків реалізації, небезпечних для стабільної діяльності підприємства, ситуацій. Показано, що джерелом їх походження стають умови невизначеності, а наслідками — загрози та ризики. Для управління ризиками необхідно проводити їх оцінку, розробляти плани реагування на надзвичайні ситуації, забезпечувати навчання персоналу та впроваджувати системи моніторингу та контролю. Доведено, що економічні й технологічні ризики утворюють серйозні наслідки для бізнесу та суспільства, тому їх потрібно враховувати та управляти ним на всіх етапах виробництва металопродукції.

Новизна. Вперше запропоновано складові комплаєнсу за основними етапами загальної схеми виробництва металопродукції. Практична цінність. Розроблені практичні рекомендації щодо: підходів до вирішення проблеми економічної безпеки підприємства, засобів реалізації комплаєнсу металургійного виробництва та їх змісту, основних напрямів комплаєнсу в умовах металургійного виробництва, структурної схеми комплаєнс-контролю на металургійному підприємстві, складових комплаєнсу за основними етапами загальної схеми виробництва металопродукції.

Ключові слова: економічна та технологічна безпека, металургійне виробництво, загрози, ризики, управління, комплаєнс-контроль…….....**С.103**

УДК 622:504:631.4:546.3

Оцінка поведінки та розподілу ртуті та пов'язаних з нею важких металів у забруднених ґрунтах з покинутого ртутного комплексу в регіоні Аззаба (північний схід Алжиру) / Р. Сбагхді, А. Боузензана, Х. Боуяхмед та ін. // Technology Audit and Production Reserves,– 2026. – Том. 1, №3. – С. 6-13.-Текст англ.

Це дослідження стосується забруднення ртуттю та токсичними металами, спричиненого процесами видобутку кіноварних родовищ на занедбаному ртутному комплексі Ісмаїл в Алжирі. Цей комплекс спричинив багато проблем зі здоров'ям та навколишнім середовищем у районі Аззаба. Цей вплив триває дотепер, оскільки токсичні елементи присутні навіть через майже 20 років після закриття об'єкта. Питання про рекультивацію ніколи не розглядалося. Тому ця робота направлена на охарактеризування ґрунту за концентрацією ртуті та пов'язаних з нею металів, а також за фізико-хімічними параметрами. А також направлена на

оцінку поведінки та розподілу токсичних елементів у зразках на основі фізико-хімічних параметрів навколишнього середовища. Результати показують, що всі зразки мають високий рівень токсичних металів (Hg, Zn, Pb, As, Cr, Cu та Sb) із середніми значеннями в ppm, відповідно (1526, 8421, 4372, 238, 134, 389, 124), ці концентрації перевищують норми, що збільшує ризики для навколишнього середовища. Статистичні результати показують кореляцію між pH–(Zn, Pb, Cr), Ec–(Pb, Cr і Cu), CEC–(Zn, Cu і As), OM–Zn і $CaCO_3$–(Zn, Pb, Cr, Cu і Sb), що вказує на те, що фізико-хімічні параметри можуть впливати на поведінку та рухливість металів. За винятком Hg, який поводиться особливим чином. Крім того, згідно з тестами ANOVA, Hg та As рівномірно розподілені по всій досліджуваній території. На відміну від інших металів, Pb, Cu та Sb переміщуються до навколишнього ґрунту або накопичуються на відстані 150 м, тоді як Zn та Cr накопичуються у верхній частині звалища відходів. Це дослідження вивчає, як токсичні елементи розповсюджуються або накопичуються, робить припущення щодо їх геохімічного походження та аналізує їх взаємодію з різними характеристиками ґрунту. Крім того, воно сприяє оцінці екологічних ризиків і надає відповідну наукову підтримку для планування відповідних стратегій дезактивації та відновлення території.

Ключові слова: ртутний район, токсичні елементи, фізико-хімічні властивості, ґрунт, рухливість, накопичення …….....……...……....**С.115**