Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002060

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-05-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ Львівського державного університету безпеки життєдіяльності №855 о/с від 19.08.2024 р.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Конанець Роман Миколайович
2. Roman M. Konanets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2360-4002

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 101

Назва наукової спеціальності: Екологія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Екологія

Дата захисту: 29-07-2024

Спеціальність за освітою: Пожежна безпека

Місце роботи здобувача: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 35.874.016

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 52.01.94, 78.01.94, 87.15.08.27

Тема дисертації:

1. Очищення стічних вод від важких металів сорбентами на основі природних мінералів

2. Wastewater treatment from heavy metals by sorbents based on natural minerals

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вивченню методу очищення стічних вод від іонів важких металів, а саме Cu2+ та Pb2+, природними та модифікованими сорбційними матеріалами на основі цеоліту – клиноптилоліту, та глинистого мінералу – глауконіту. Об'єктом дослідження є забруднення природних вод важкими металами внаслідок гірничодобувної діяльності та бойових дій. Внаслідок огляду останніх досліджень впливу відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище було встановлено, що вміст потенційно токсичних елементів, зокрема важких металів, у ґрунтах прилеглих територій та у підтериконових водах є достатнім для створення тривалої загрози. Наразі не існує системного підходу до вирішення проблеми поводження з відвалами шахт, окрім рекультивації. З початком повномасштабного вторгнення у 2022 році на великій частині території України виникли ділянки, забруднені відходами бойових дій, які містять окрім іншого іони таких важких металів як Cu2+ та Pb2+. Таке забруднення зберігається

протягом десятиліть і створює загрозу для існування екосистем та здоров'я людей. З огляду на це, було прийняте рішення розширити сферу досліджень. Технології зменшення забруднення важкими металами можна розділити на дві групи: відкачування з подальшим очищенням підземних вод ex situ, та спорудження проникного адсорбційного бар'єру (ПАБ) для реабілітації in situ. Серед технологій ex situ важливе місце займають методи адсорбційного вилучення важких металів. Як поглиначі використовують різноманітні матеріали з розвиненою поверхнею, зокрема цеоліти та глинисті мінерали. Найбільш популярним серед природних цеолітів є клиноптилоліт. Однак ці матеріали вимагають додаткової обробки для покращення їх сорбційних властивостей. Збільшення сорбційної здатності природних мінералів також дасть змогу застосовувати їх у технологіях in situ в якості адсорбційних бар'єрів для усунення конкретних екологічних проблем або адаптації до більш складних умов у підземних водах. В якості сорбційних матеріалів підчас експериментальних досліджень використовували природний клиноптилоліт (pH водної витяжки - 7,75; насипна густина - 947 кг/м3) та глауконіт (pH водної витяжки - 8,6; насипна густина - 1049,85 кг/м3). Для покращення адсорбційних властивостей природні зразки попередньо обробляли: прожарюванням при 550°C протягом 3 годин або обробкою мікрохвилями протягом 10 хвилин потужністю 790 Вт. Для дослідження структури та складу експериментальних зразків сорбційних матеріалів застосовували методи рентгенофлуоресцентного, рентгенофазового аналізів, електронної мікроскопії. Концентрацію іонів Cu2+ та Pb2+ визначали методом прямої потенціометрії. Для опису адсорбції у статичних умовах було обрано чотири двопараметричні (Ленгмюра, Фрейндліха, Темкіна, Дубиніна-Радушкевича) та п'ять трипараметричних (Ленгмюра-Фрейндліха, Редліха-Петерсона, Тоса, Арановича, Хілла) ізотермічних моделей. Нелінійне моделювання було виконано за допомогою програмного продукту GraphPad Prism 9.0. Кінетику сорбції аналізували за допомогою чотирьох відомих моделей: моделі Бойда, Морріса-Вебера, моделей псевдопершого та псевдодругого порядку. Для дослідження ефективності сорбції важких металів клиноптилолітом у динамічних умовах був створений експериментальний стенд з чотирма адсорбційними колонками та встановлений у лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Результати рентгенофлуоресцентного аналізу показали, що сорбційна ємність зразків глауконіту щодо іонів Cu2+ перевищує сорбційну ємність клиноптилолітових зразків. Результати вимірювання площі питомої поверхні за методом Брунауера-Еммета-Теллера показали, що глауконіт володіє суттєво більшою питомою поверхнею, аніж клиноптилоліт. Дослідження адсорбції іонів Cu2+ у статичних умовах показали, що термічна та мікрохвильова обробка значно збільшує адсорбційну здатність клиноптилоліту по відношенню до іонів Cu2+ та неістотно збільшує адсорбційну здатність глауконіту. Значення максимальної адсорбційної здатності, визначені за моделлю Ленгмюра, становлять 1,272, 31,051 та 9,047 мг/г для природного, прожареного та мікрохвильового клиноптилоліту відповідно. Натомість значення для природного, прожареного та опроміненого в мікрохвильовій печі глауконіту становлять 5,369, 5,77 та 7,367 мг/г відповідно. Отже, адсорбційна здатність природного клиноптилоліту нижча, ніж природного глауконіту, але попередня обробка значно її підвищує. Моделювання експериментальних результатів поглинання іонів Pb2+ в рамках теоретичних моделей ізотерм адсорбції показало, що найвищі адсорбційні ємності притаманні НВЧ-опроміненому глауконіту та термічно обробленому клиноптилоліту. Дослідження кінетики адсорбції показали, що оброблені в мікрохвильовій печі зразки швидше взаємодіють з забрудником. На оброблених зразках відбувається більша поверхнева адсорбція, ніж на природних, однак з часом вплив внутрішньої дифузії на процес адсорбції зростатиме.

2. The dissertation is devoted to the study of the method of wastewater treatment from heavy metal ions, namely Cu2+ and Pb2+, using natural and modified sorption materials based on zeolite - clinoptilolite, and clay mineral - glauconite. The object of the study is the pollution of natural waters with heavy metals as a result of mining activities and hostilities. A review of recent studies on the environmental impact of coal mine dumps has found that the content of potentially toxic elements in the soils of adjacent territories and in sub-terranean waters is sufficient to pose a long-term threat. Currently, there is no systematic approach to the problem of mine dumps management other than reclamation. With the start of the full-scale invasion in 2022, large parts of Ukraine were contaminated with war waste containing, among other things, heavy metal ions such as copper and lead, which has

persisted for decades and poses a threat to ecosystems and human health. With this in mind, it was decided to expand the scope of research. Technologies for reducing heavy metal contamination can be divided into two groups: ex situ pumping with subsequent groundwater treatment, and construction of a permeable adsorption barrier (PAB) for in situ remediation. Among ex situ technologies, adsorption methods of heavy metal extraction play an important role. Various materials with a developed surface are used as adsorbents, including zeolites and clay minerals. The most popular natural zeolite is clinoptilolite. However, these materials require additional processing to improve their sorption properties. Increasing the sorption capacity of natural minerals will also make it possible to use them in in situ technologies as adsorption barriers to address specific environmental problems or adapt to more difficult conditions in groundwater. The sorption materials used were natural clinoptilolite (pH of the water extract, 7.75; bulk density, 947 kg/m3) and glauconite (pH of the water extract, 8.6; bulk density, 1049.85 kg/m3). To improve the adsorption properties, the natural samples were pretreated by calcination at 550 °C for 3 hours or microwave treatment for 10 minutes at 790 W. Methods of X-ray fluorescence, X-ray phase analysis, and electron microscopy were used to study the structure and composition of the experimental samples of sorption materials. The concentration of Cu and Pb ions was determined by direct potentiometry. Four two-parameter (Langmuir, Freundlich, Temkin, Dubinin-Radushkevich) and five three-parameter (Langmuir-Freundlich, Redlich-Peterson, Toth, Aranovich, and Hill) isothermal models were chosen to describe adsorption under static conditions. Nonlinear modelling was performed using GraphPad Prism 9.0 software. The sorption kinetics was analysed using four well-known models: Boyd, Morris-Weber, pseudo-first-order and pseudo-second-order models. To investigate the efficiency of heavy metal sorption by clinoptilolite under dynamic conditions, an experimental stand with four adsorption columns was assembled and installed in the Laboratory of Environmental Safety of the Lviv State University of Life Safety. The results of the XRD analysis showed that the sorption capacity of glauconite samples for copper exceeded that of clinoptilolite samples. BET surface measurements showed that glauconite has a significantly higher specific surface area than clinoptilolite. Studies of copper adsorption under static conditions have shown that heat and microwave treatment significantly increases the adsorption capacity of clinoptilolite to copper ions and slightly increases the adsorption capacity of glauconite. The values of the maximum adsorption capacity determined by the Langmuir model are 1.272, 31.051 and 9.047 mg/g for natural, calcined and microwave clinoptilolite, respectively. In contrast, the values for natural, calcined and microwave irradiated glauconite are 5.369, 5.77 and 7.367 mg/g, respectively. Thus, the adsorption capacity of natural clinoptilolite is lower than that of natural glauconite, but pretreatment significantly increases it. Modelling of the experimental results of lead absorption within the framework of theoretical models of adsorption isotherms showed that the highest adsorption capacities are inherent in microwave-irradiated glauconite and heat-treated clinoptilolite. Studies of adsorption kinetics have shown that microwave-treated samples interact with the pollutant faster. The surface adsorption on the treated samples is higher than on natural samples, but the influence of internal diffusion on the adsorption process will increase over time.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Konanets, R., Stepova, K. (2024) Nonlinear Isotherm Adsorption Modelling for Copper Removal from Wastewater by Natural and Modified Clinoptilolite and Glauconite. Chemistry and Chemical Technology, 18 (1), 94-102. https://doi.org/10.23939/chcht18.01.094
- 2. Konanets R., Stepova K. (2024) Kinetics of Copper Ions Adsorption from Wastewater by Natural Sorbents. Sciences of Europe, 138, 76-79. https://doi.org/10.5281/zenodo.10957357

- 3. Stepova, K., Sysa, L., & Konanets, R. (2022). Nonlinear Fitting of Iron Sorption on Bentonite to Theoretical Isotherm Models . Physics and Chemistry of Solid State, 23(2), 270-276. https://doi.org/10.15330/pcss.23.2.270-276
- 4. Федів І.С., Степова К.В., Конанець Р.М. (2022). Вплив методу модифікування на сорбційні властивості клиноптилоліту. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 26, 14-19. https://doi.org/10.32447/20784643.26.2022.02
- 5. Конанець Р.М., Степова К.В. Очищення підтериконових вод природними сорбентами. Всеукр. наук.-практ. конф. присвячена 25-річчю кафедри екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету «Подільські читання. Охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття, природнича освіта: проблеми, перспективи, рішення». Хмельницький, ХНУ, 2021. Секція 3. С. 126-127.
- 6. Конанець Р.М., Степова К.В. НВЧ-опромінені бентонітові глини – сорбенти для вилучення іонів феруму зі стічних вод. IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи.». Львів, ЛДУ БЖД, 2021. Секція 2. С. 46-48.
- 7. Конанець Р.М., Степова К.В. Аналіз сорбційних властивостей глин в розрізі очистки вод забруднених іонами важких металів. 6-й Міжнар. мол. конгрес «Сталий розвиток: захист навкол. середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». Львів, НУ ЛП, 2021. С. 60.
- 8. Stepova K.V,.Sysa L.V., Popovych V.V., Konanets R.M. Microwave treated bentonite as adsorbent of Fe3+. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми надзвичайних ситуацій». Харків, НУ ЦЗ, 2021. С. 339 – 340.
- 9. Федів І.С., Конанець Р.М., Степова К.В. Аналіз методів очищення підтериконових вод. Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення». Львів, ЛДУ БЖД, 2022. С. 385 – 389.
- 10. Степова К.В., Федів І.С., Конанець Р.М. Шляхи реформування екологічної поведінки в рамках європейського зеленого курсу з метою досягнення цілей сталого розвитку. Науково – практична конференція «Вплив зміни клімату на розвиток Рівненської області». Рівне, 2022. С. 121 – 123.
- 11. Федів І.С., Степова К.В., Конанець Р.М. Використання модифікованих глинистих мінералів та цеолітів для адсорбції важких металів і фосфатів зі стічних вод. Перші Зимові читання в Синьогорі «Охорона природи в контексті енергетичної та екологічної безпеки України». Стара Гута, НА НУ Національний природний парк «Синьогора», 2023. С. 97 – 100.
- 12. Федів І.С., Конанець Р.М., Степова К.В., Кузик А.Д. Дослідження сорбційних властивостей клиноптилоліту та глауконіту з метою їх використання як наповнювачів для систем очищення. Науковий форум «Протидія терористичним актам у міському середовищі». Київ, 2023. С. 293 – 296.
- 13. Конанець Р.М., Степова К.В., Федів І.С. Використання природних сорбентів в процесах водоочищення. «International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education». Рига, 2023. С. 222 – 224.
- 14. Конанець Р.М., Степова К.В., Федів І.С. Критичний огляд методів адсорбційного очищення підтериконових вод. „Екологістика - вдосконалення управління звалищами у Львівській області". Варшава, Головна Школа Пожежної Служби, 2021. С. 169 – 181.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Виконання

Науково-дослідні статті

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U111559, 0121U113363

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузик Андрій Данилович

2. Andrii D. Kuzyk

Кваліфікація: д. с.-г. н., професор, 06.03.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0118-9493

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=16421030600; https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ua&user=hHW-AdIAAAAJ; https://www.webofscience.com/wos/author/record/1722609

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степова Катерина Вікторівна

2. Kateryna V. Stepova

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2082-9524

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?user=Qs85Q0IAAAAJ&hl=uk&oi=ao; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201620500; https://www.webofscience.com/wos/author/record/J-5675-2017

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павличенко Артем Володимирович

2. Artem V. Pavlychenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4652-9180

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?user=7ZZq-KEAAAAJ&hl=uk; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55522742000; https://www.webofscience.com/wos/author/record/736291

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Челядин Любомир Іванович

2. Liubomyr I. Cheliadyn

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3360-7274

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218688226; https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=I5JPo70AAAAJ; https://www.webofscience.com/wos/author/record/54784309

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мальований Мирослав Степанович

2. Myroslav S. Malovanyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.01, 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3868-1070

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=x8jiXksAAAAJ; https://www.webofscience.com/wos/author/record/746093; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55866662500

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шуплат Тарас Ігорович

2. Taras I. Shuplat

Кваліфікація: к. с.-г. н., 03.00.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3497-2636

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57214818437; https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=O78OT4YAAAAJ; https://www.webofscience.com/wos/author/record/3628368

Повне найменування юридичної особи: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Код за ЄДРПОУ: 08571340

Місцезнаходження: вул. Клепарівська, буд. 35, Львів, 79007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Карабин Василь Васильович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Карабин Василь Васильович

Відповідальний за підготовку облікових документів Федів Ірина

Реєстратор УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна