# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0823U101427

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 23-11-2023

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** № НСВС1624 від 14.02.2024

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Писаренко Сніжана Василівна
2. Snizhana Pysarenko

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5978-487X

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 161

**Назва наукової спеціальності:** Хімічні технології та інженерія

**Галузь / галузі знань:** хімічна та біоінженерія

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Хімічні технології та інженерія

**Дата захисту:** 22-01-2024

**Спеціальність за освітою:** Хімія

**Місце роботи здобувача:** Житомирський державний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02125208

**Місцезнаходження:** вул. В. Бердичівська, буд. 40, Житомир, Житомирський р-н., 10008, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 26.002.61; ID 3263

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

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

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 61.01

### Тема дисертації:

1. Лужне вилуговування ільменітового концентрату Іршанського родовища
2. Alkaline leaching of ilmenite concentrate of Irshansk deposit

### Реферат:

1. Мінерально-сировинна база України включає цінні поклади титанових руд, які зокрема представлені континентальними розсипами ільменіту, що останніми роками активно розробляються. Значна частина ільменітової руди видобувається на території нашої країни, належить до Іршанського родовища. Ільменітова руда є важливим природним ресурсом та має значний потенціал для використання в різних галузях промисловості. Розвиток видобутку і обробки цієї руди може сприяти економічному зростанню та розвитку регіону. Зразки ільменіту Іршанського родовища досліджено за допомогою методу скануючої електронної

мікроскопії з рентгеноспектральним елементним мікроаналізом та встановлено, що досліджена руда має унікальний склад, який відрізняє її від всіх інших, що відомі в науково-технічній літературі. Тому для даної руди необхідно визначити оптимальний спосіб переробки для максимального виходу продуктів переробки. Аналіз науково-технічної літератури показав, що до основних способів переробки ільменіту належать кислотні, зокрема хлоридний та сульфатний. Але кожен з цих способів модифікується та оптимізується відповідно до складу вихідної сировини для максимальної ефективності переробки. Крім основних способів, які використовуються протягом тривалого часу і впроваджені в промислових масштабах, останніми роками більше розвиваються напрямки альтернативних способів переробки, такі як лужне вилуговування, вилуговування слабкими кислотами, такими як ортофосфатна, лимонна, оксалатна. Вибір способу переробки ільменіту залежить від багатьох факторів, серед яких хімічний та мінералогічний склад сировини, галузі використання утворених продуктів, екологічні та економічні аспекти виробничого процесу. Науково-технічна література, яка була опрацьована в рамках проведення дисертаційного дослідження дозволяє стверджувати те, що на даний момент розвитку науки в галузі переробки титанвмісної сировини недостатньо вивченими залишаються спосіб та умови, що стосуються ільменітової руди Іршанського родовища. Тому визначення способу переробки та оптимальних умов хіміко-технологічного процесу переробки ільменіту даного родовища є актуальним завданням, вирішення якого створить передумови для розвитку промисловості в даному регіоні. Дисертаційна робота присвячена дослідженню процесу переробки ільменітового концентрату Іршанського родовища альтернативним способом лужного вилуговування, встановленню оптимальних умов даного процесу, визначенню можливостей застосування одержаного кінцевого та проміжних продуктів, що утворюються в результаті хімічної взаємодії мінеральної сировини та калій гідроксиду. Для того, щоб досягнути мету, що поставлена в даній роботі, необхідно було виконати ряд завдань : дослідити хімічний та мінералогічний склад зразків ільменіту Іршанського родовища; дослідити вплив різних факторів на процес лужного вилуговування, а саме розміру частинок мінеральної сировини, кількісного співвідношення між вихідними компонентами, зміни температурного та часового режимів, для того щоб оптимізувати процес переробки ільменіту; визначити кінетичні та термодинамічні параметри проведення процесу лужного вилуговування ільменіту, визначити умови проведення процесу переробки ільменіту способом лужного вилуговування та розробити технологічну схему; визначити можливі сфери використання кінцевих та проміжних продуктів процесу лужного вилуговування ільменіту. В результаті проведених термодинамічних розрахунків за реакціями, що протікають під час процесів лужного вилуговування ільменіту калій та натрій гідроксидом, вперше встановлено, що утворення калій титанату є енергетично вигіднішим ніж утворення натрій титанату, що також підтверджено експериментально. За результатами проведених експериментальних досліджень, що спрямовані на визначення впливу різних факторів на процес лужного вилуговування ільменіту встановлено, що максимального значення ступінь вилучення титану(IV) досягається при використанні мінеральної сировини з середнім діаметром частинок ≤ 71 мкм. Даний фактор досліджено за мольного співвідношення між вихідними компонентами 1:2 за температури 453 К протягом 3 годин. Крім того, також експериментально встановлено, що для зразків ільменіту Іршанського родовища оптимальним мольним співвідношенням між вихідними компонентами в реакціях лужного вилуговування є 1:2. Збільшення кількості лугу у вихідній суміші до мольного співвідношення 1:6 підвищує ступінь вилучення титану(IV) до 90 %, але значна кількість калій гідроксиду залишається після реакції у вигляді незадіяного реагенту, також ускладнюється процес очистки утвореного продукту. Встановлено, що оптимальний час взаємодії між вихідними компонентами (ільменіт, калій гідроксид) становить 3 години, саме за такого часового проміжку досягається максимальний ступінь вилучення титан(IV). Подальше нагрівання реакційної суміші не збільшує вихід.

2. Ukrainian mineral resource base includes valuable titanium ore deposits, including continental ilmenite deposits, which have been actively developed in recent years. A significant portion of ilmenite ore is mined in our country and belongs to the Irshansk deposit. Ilmenite ore is an important natural resource and has significant potential for use in various industries. The development of mining and processing of this ore can contribute to the economic growth and development of the region. The samples of ilmenite from Irshansk deposit have been studied by

scanning electron microscopy with X-ray elemental microanalysis and it has been found that the studied ore has a unique composition that distinguishes it from all others known in the scientific and technical literature. Therefore, it is necessary to determine the optimal processing method for this ore to maximize the yield of processing products. An analysis of the scientific and technical literature has shown that the main methods of processing ilmenite include acid, including chloride and sulfate. However, each of these methods is modified and optimized according to the composition of the feedstock to maximize processing efficiency. In addition to the main methods that have been used for a long time and implemented on an industrial scale, alternative processing methods, such as alkaline leaching, leaching with weak acids such as orthophosphate, citric, and oxalic, have been developing in recent years. The choice of processing method for ilmenite depends on many factors, including the chemical and mineralogical composition of the raw material, the applications for the products, and the environmental and economic aspects of the production process. The scientific and technical literature has reviewed in the framework of this dissertation study suggests that at the current stage of development of science in the field of processing titanium-containing raw materials, the method and conditions related to the irmenite ore of the Irshansk deposit remain insufficiently studied. Therefore, determining the processing method and optimal conditions for the chemical and technological process of processing ilmenite from this deposit is an urgent task, the solution of which will create the preconditions for the development of industry in this region. The thesis is devoted to the study of the process of processing ilmenite concentrate from the Irshansk deposit by an alternative alkaline leaching method, establishing the optimal conditions for this process, determining the possibilities of using the final and intermediate products obtained as a result of the chemical interaction of mineral raw materials and potassium hydroxide. In order to achieve the goal set in this work, it is necessary to fulfill a number of tasks: - to investigate the chemical and mineralogical composition of samples of ilmenite from Irshansk deposit; - to study the influence of various factors on the process of alkaline leaching, namely the size of particles of mineral raw materials, the quantitative ratio between the initial components, changes in temperature and time regimes in order to optimize the process of processing ilmenite; - to determine the kinetic and thermodynamic parameters of the process of alkaline leaching of ilmenite; - to determine the optimal conditions for the process of processing ilmenite by alkaline leaching and to develop a technological scheme. The thermodynamic calculations of the reactions during the alkaline leaching of ilmenite with potassium and sodium hydroxide revealed for the first time that the formation of potassium titanate is more energy efficient than the formation of sodium titanate, which has been also confirmed experimentally. According to the results of experimental studies aimed at determining the influence of various factors on the process of alkaline leaching of ilmenite, it has been found that the maximum value of the degree of titanium(IV) extraction is achieved when using mineral raw materials with an average particle diameter of ≤ 71 μm. This factor has investigated at a molar ratio of 1:2 between the starting components at a temperature of 453 K for 3 hours. In addition, it has also been experimentally established that for samples of ilmenite from the Irshansk deposit, the optimal molar ratio between the starting components in alkaline leaching reactions is 1:2. An increase in the amount of alkali in the initial mixture to a molar ratio of 1:6 increases the degree of titanium(IV) recovery to 90 %, but a significant amount of potassium hydroxide remains after the reaction as an unused reagent, and the process of purification of the resulting product is also complicated. It has been found that the optimal time of interaction between the initial components (ilmenite, potassium hydroxide) is 3 hours, which is the time interval at which the maximum degree of titanium(IV) extraction is achieved.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0122U002273

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

## Публікації:

- Писаренко, С.В.; Черненко, В.Ю.; Чигиринець, О.Е.; Камінський О.М.; Мироняк, М.О. Лужне вилуговування титану з ільменіту Іршанського родовища. Питання хімії та хімічної технології. 2021, 6. с. 51–56.
- Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Чигиринець, О.Е.; Черненко, В.Ю.; Мироняк, М.О.; Швалагін, В.В. Термодинаміка процесу вилуговування лейкоксенізованого ільменіту. Питання хімії та хімічної технології. 2022, 1, с. 83–87.
- Pysarenko, S.; Kaminskyi, O.; Chyhyrynets, O.; Denysiuk, R.; Anichkina, O.; Chernenko, V. Kinetics of alkaline leaching process of Titanium(IV) from ilmenite. Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2023, 58 (6), pp 1146-1152.
- Писаренко, С. В.; Чигиринець, О. Е.; Фотокаталітична активність калій титанату щодо барвників метиленового синього та конго червоного. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2023. 85 (2). с. 121–126.
- Pysarenko, S.; Kaminskyi, O.; Chyhyrynets, O.; Denysiuk, R.; Chernenko, V. Photocatalytic destruction and adsorptive processes of methylene blue by potassium titanate. Materials Today: Proceedings. 2022, 62 (15), pp 7754–7758.
- Pysarenko, S.V.; Chernenko, V.Yu.; Chyhyrynets, O.E. Production of titanium complex salts from ilmenite concentrate of Irshansk GOK (Ukraine). Сучасні проблеми хімії. Збірник матеріалів XX Міжнародної конференції студентів та аспірантів, Київ, Травень 15- 17, 2019; с. 71.
- Писаренко, С.В. Філософські виміри сучасних технологій розробки природних надр України. Філософія і науково-технічна творчість у хронотопі технічного університету. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, Травень 21, 2020; с. 274–279.
- Писаренко, С.В.; Шмикова, А.А.; Черненко, В.Ю.; Чигиринець, О.Е. Одержання титановмісної основи для косметичних засобів. Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості. Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, Херсон, 2020; с. 104-105.
- Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Чигиринець, О.Е.; Черненко, В.Ю. Вивчення процесу вилуговування Ti 4+ з ільменітового концентрату Іршанського родовища (Україна). Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи. Збірник матеріалів V Всеукраїнської наукової конференції, Житомир, Квітень 15, 2021; с. 106.
- Pysarenko, S.; Kaminskiy, O.; Chyhyrynets, O.; Chernenko, V. Photocatalytic properties of K 2 TiO 3 . EastWest Chemistry Conference 2021. Kyiv, October 7-9, 2021; p. 90–91.
- Писаренко, С.В.; Камінський О.М.; Денисюк, Р.О.; Чигиринець, О.Е.; Онищук, О.О.; Барашивець, І.С. Вивчення залежності ступеня фотокаталізу метиленового синього від маси калій титанату. International scientific innovations in human life : Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Манчестер, 2022; с. 203–205.
- Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Чигиринець, О.Е.; Черненко, В.Ю. Фотокаталітичні властивості калій титанату щодо метиленового синього. Сучасні досягнення в органічному синтезі, хімії полімерів та харчових добавок. Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції, Львів, Грудень 7-8, 2021; с. 146.
- Онищук, О.О.; Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Кичкирук, О.Ю.; Чигиринець, О.Е. Вивчення кінетики фотокаталізу метиленового синього поверхнею немодифікованого TiO 2 . Перспективи хімії в сучасному світі. Збірник матеріалів I Інтернет-конференції молодих вчених, Житомир, Листопад 24, 2021; с.78–79.
- Фурдига, Н.О.; Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Тітов Ю.О.; Чигиринець, О.Е. Термодинамічні розрахунки лужного вилучення калій титанату з ільменітової руди. Перспективи хімії в сучасному світі. Збірник матеріалів I Інтернет-конференції молодих вчених, Житомир, Листопад 24, 2021; с. 86–87.

- Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Денисюк, Р.О.; Чигиринець, О.Е. Механізм процесу одержання калій титанату з ільменіту. Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи. Збірник матеріалів VI Всеукраїнської наукової конференції, Житомир, Жовтень 05, 2022; с. 99–100.
- Фурдига, Н.О.; Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Тітов, Ю.О.; Чигиринець, О.Е. Кінетика процесу лужного вилучення калій титанату з ільменіту. Перспективи хімії в сучасному світі. Збірник матеріалів II Інтернет-конференції молодих вчених, Житомир, Листопад 23, 2022; с. 142–143.
- Ільчук, О.Р.; Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Тітов Ю.О.; Чигиринець, О.Е. Дослідження оптимальних умов лужного вилучення титанатів з ільменіту. Перспективи хімії в сучасному світі. Збірник матеріалів II Інтернет-конференції молодих вчених, Житомир, Листопад 23, 2022; с. 107–108.
- Ходюк, О.В.; Писаренко, С.В.; Камінський, О.М.; Денисюк, Р.О. Технологія видобування та збагачення ільменіту. Перспективи хімії в сучасному світі. Збірник матеріалів II Інтернет-конференції молодих вчених, Житомир, Листопад 23, 2022; с. 23–24.
- Писаренко, С.; Чигиринець, О.; Камінський, О.; Денисюк, Р. Фотокаталітична деструкція метиленовогосинього поверхнею калій титанату. Актуальні проблеми хімії та хімічної технології, Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, Листопад 30, 2022; с. 121–122.
- Блищик, М.О.; Денисюк, Р.О.; Писаренко, С.В. Розмірний ефект при вилученні калій титанату. Хімічні Каразінські читання, Тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, Харків, Квітень 24–26, 2023; с. 164–165.
- Ходюк, О.В.; Денисюк, Р.О.; Камінський, О.М.; Писаренко, С.В. Отримання титанатів із збагаченого ільменіту. Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи, Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції, Житомир, Квітень 19, 2023; с. 147.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0122U002273

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чигиринець Олена Едуардівна
2. Olena Chyhyrynets

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.17.14

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6191-7096

**Додаткова інформація:** ;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6504737988

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ніколенко Микола Васильович

2. Mykola V. Nikolenko

**Кваліфікація:** д. х. н., професор, 02.00.11

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9289-2680

**Додаткова інформація:**
;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003988167;https://scholar.google.com.ua/citations?user=LJ0cNh8AAAAJ&hl=ua;http://orcid.org/0000-0001-9289-2680

**Повне найменування юридичної особи:** Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070758

**Місцезнаходження:** просп. Гагаріна, буд. 8, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сухацький Юрій Вікторович

2. Yurii Sukhatskyi

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-9453-3144

**Додаткова інформація:**

**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:**

**Сектор науки:** Університетський

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Іваненко Ірина Миколаївна
2. Iryna Ivanenko

**Кваліфікація:** к. х. н., доц., 01.04.18

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6885- 366

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Толстопалова Наталія Михайлівна
2. Natalia Tolstopalova

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.17.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7240-5344

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** Сокольський Георгій Володимирович

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Сокольський Георгій Володимирович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Писаренко Сніжана Василівна |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |