

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

(інститут)
Факультет природничих наук і технологій
(факультет)
Кафедра Геології і розвідки родовищ корисних копалин
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Чорного Антона Сергійовича
(ПІБ)
академічної групи 103-18-1
(шифр)
спеціальності 103 Науки про Землю
(код і назва спеціальності)
спеціалізації¹ за освітньою програмою «Геологія»
(за наявності)

(офіційна назва)
на тему Порівняльна характеристика речовинного складу манганових конкрецій
Нікопольського родовища і дна Світового океану
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Куцевол М.Л.	75	добре	
розділів:				
Загального	Куцевол М.Л.	75	добре	
Спеціального	Куцевол М.Л.	75	добре	
Рецензент	Нікітенко І.С.			
Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Геології і розвідки родовищкорисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 18 » квітня 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Чорному А. С. академічної групи 103-18-1
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

спеціалізації за освітньою програмою «Геологія»
 (за наявності)

на тему Порівняльна характеристика речовинного складу манганових конкрецій
Нікопольського родовища і дна Світового океану,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 15.04.2022 № 203-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Аналітичний огляд літератури за темою	02.05.22-16.05.22
	Геологія і мінералогія Нікопольського родовища і манганових покладів Світового океану	
Спеціальний	Методика досліджень	17.05.22-19.05.22
	Речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану	20.05.22-11.06.22

Завдання видано

(підпис керівника)

Куцевол М.Л.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

25.04.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії

16.06.2022

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Чорний А.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 53 с., 11 табл., 15 рис., 4 додатка, 17 джерел.

МАНГАНОВІ КОНКРЕЦІЇ, НІКОПОЛЬСЬКЕ РОДОВИЩЕ, РЕНТГЕНОФАЗОВИЙ АНАЛІЗ, РЕЧОВИННИЙ СКЛАД

Об'єкт дослідження – марганцеві конкреції Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Предмет дослідження – речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Мета роботи – провести порівняльний аналіз речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Результати роботи: за допомогою рентгенофазового і диференційного термічного аналізів вивчено мінеральний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища. Встановлені відмінності у речовинному складі манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану, що пов'язано з геохімічними особливостями середовища їх утворення.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження наукової діяльності кафедри геології і розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в сфері вивчення рудних корисних копалин України.

Сфера застосування – геологічні дослідження родовищ мангану.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – одержані результати можуть бути використані при подальших дослідженнях розподілу корисних і шкідливих компонентів у рудах Нікопольського родовища.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ	6
2 ГЕОЛОГІЯ І МІНЕРАЛОГІЯ НІКОПОЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА І МАНГАНОВИХ ПОКЛАДІВ СВІТОВОГО ОКЕАНУ	10
2.1 Геологія і мінералогія Нікопольського родовища	10
2.2 Манганові конкреції Світового океану	21
3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1 Дослідження речовинного складу з використанням рентгеноструктурного аналізу	27
3.2 Застосування електронної мікроскопії в мінералогічних дослідженнях	28
3.3 Диференційно-термічний аналіз	29
3.4 Хімічний аналіз	31
4 РЕЧОВИННИЙ СКЛАД МАНГАНОВИХ КОНКРЕЦІЙ НІКОПОЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА І ДНА СВІТОВОГО ОКЕАНУ	33
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	48
ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	50
ДОДАТОК Б Відгук	51
ДОДАТОК В Рецензія	52
ДОДАТОК Г Декларація академічної доброчесності	53

ВСТУП

Утворення залізо-марганцевих конкрецій – унікальне природне явище нашої планети. Воно притаманно лише водному середовищу – від величезних акваторій Світового океану до невеликих озер на континентах. Україна є одним з найбільших видобувачів марганцю, повністю забезпечує власні потреби і в значній кількості експортує марганцеві концентрати, феромарганець тощо. Майже всі українські запаси марганцю знаходяться у Нікопольському марганцеворудному басейні, який є найбільшим в Європі за запасами і промисловим значенням. Руди Нікопольського родовища мають осадовий генезис, вони, так само як і залізо-марганцеві конкреції сучасних океанів, утворилися у морському басейні.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена тим, що в минулому єдиним джерелом мінеральних ресурсів були континенти, а в новому тисячолітті є плани освоєння родовищ дна Світового океану. У зв'язку з цим доречно розглянути особливості речовинного складу схожих корисних копалин, які знаходяться на суші і в океанах. Ці особливості пов'язані з умовами утворення корисних копалин і можуть впливати на перспективи майбутнього освоєння ресурсів океану і родовищ України.

Мета дослідження: провести порівняльний аналіз речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Об'єктом дослідження у роботі є марганцеві конкреції Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Предметом дослідження є речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи був наказ ректора НТУ «Дніпровська політехніка» про затвердження тем кваліфікаційних робіт бакалаврів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

Нікопольський мангановий басейн за розмірами його рудоносних площ (родовищ) і промислових запасів руд займає одне з перших місць серед осадових родовищ марганцю в світі. Основні родовища басейну – Нікопольське і Великотокмацьке – розвідані в своїх природних межах після другої світової війни.

Запаси манганових руд і ступінь їх розвіданості повністю забезпечують потреби України. Однак, слід зауважити, що описана технологія збагачення манганових руд не забезпечує високого вилучення металу в концентрат. Значна частина готової продукції є низькоякісною, що не задовольняє потреби виробництва феромангану [1].

Наведені в літературі [2] матеріали підтверджують те, що річки світу щорічно поставляють у Світовий океан 20,4 млн т мангану в підвішеному стані і 0,405 млн у формі розчину. Причому на кордоні річка-море втрачається близько 20% розчиненого мангану і до 40% у формі суспензії.

Таким чином, розмив і винесення мангану річками з навколишньої суші розглядається як основний фактор його накопичення в пізньокайнозойських морських осадах Азово-Чорноморського басейну.

У статті [3] зазначається, що чітке розділення марганцеворудних агрегатів продуктивного горизонту Нікопольського басейну за характером фосфорності на дві групи – це зовсім не випадковість. На етапі діагенезу, при формуванні карбонатних сполук марганцю, осад фосфору з мулового розчину містив кальцій. Утворені при цьому фосфатні сполуки групи франколіту-колофану метасоматично заміщали карбонатні мінерали подібно до того, як це спостерігається в сучасних морських осадах. Мінеральні тіла конкреційної форми, що складаються з манганіту, автор статті вважав найбільш ранніми з усіх окисних сполук марганцю, що складають в даний час рудний пласт. Їх формування відбувалося у верхній, окисній зоні осаду. Умови мінералоутворення були нестабільними, свідком чого є вrostки

силікатних мінералів і продуктів їх руйнування між концентрами конкрецій, а також дрібні включення цих мінералів в щільних манганітових агрегатах, що складають конкреції. Піролюзитові ооліти і конкреції, що часто зустрічаються в середній частині рудного пласта, в більшості своїй є псевдоморфозами по манганітових сферичних утвореннях, що підтверджується результатами спеціальних лабораторних досліджень. При заміщенні манганіту піролюзитом успадковувалася не тільки загальна форма мінерального тіла, а й характер фосфорності.

Дослідженнями [4] встановлено, що рудний пласт сформувався впродовж чотирьох етапів рудоутворення і тісно пов'язаний з тектонічним режимом регіону. Кожному етапу відповідає пачка рудного пласта. Вони, як правило, відокремлюються одна від одної прошарками, лінзами, вкрапленнями глини нонtronітового складу. У поширенні стягнень виявлена закономірність, згідно з якою кількість цих стягнень збільшується до межі окисних і окисно-карбонатних руд і досягає тут максимальних значень.

Встановлено, що кожна пачка характеризується певною збагачуваністю. Вихід вищих сортів марганцевого концентрату залежить від вмісту в другій пачці концентрично-шкаралупчастих стягнень і співвідношення потужності пачок пласта. Виявлена закономірність у поширенні цих стягнень за площею ділянки пояснює причину приуроченості площ з високим виходом вищих сортів марганцевого концентрату саме до границі окисних і окисно-карбонатних руд.

Фізико-географічні умови седиментації марганцевих осадів не були однаковими протягом накопичення руд. Глибина збільшувалася від мінімальної на першому етапі до максимальної на другому етапі, гідродинамічна активність навпаки з поглибленням басейну зменшувалася. На третьому і четвертому етапі глибина і рухливість вод не залишалися постійними, коливаючись між значеннями першого і другого етапів. До кінця рудонакопичення дещо зменшилася температура вод басейну.

Утворення рудного пласта мало складну природу і залежало від рельєфу морського дна, фізико-географічних і фізико-хімічних умов, тектонічного режиму регіону, гідродинаміки затоки та інших чинників. Автори запропонували наступну схему утворення рудного пласта: окисні сполуки марганцю, що випали на морське дно, в період діагенезу редукувалися [5].

Найважливішим показником придатності марганцевих руд як сировини, що має великий попит в хімічній, електротехнічній, електromеталургії та інших галузях промисловості, є високий вміст в них двоокису марганцю. В ході роботи [5] було виявлено, що з нікопольських марганцевих руд можна отримувати пероксидні концентрати з вмістом двоокису марганцю, рівним 60-70 і 70-80%, а вихід їх в середньому складає 20-30%. Найбільш перспективними для виділення пероксидних концентратів названі руди Західної рудоносної площі.

Утворення залізомарганцевих мінералів в океані – унікальне природне явище планети Земля. Воно притаманно лише водному середовищу – від величезних акваторій Світового океану до невеликих озер на континентах [6]. На сьогоднішній день відкрито п'ять типів залізомарганцевих утворень (ЗМУ): конкреції, мікроконкреції, кірки, кіркові конкреційні утворення та низькотемпературні гідротермальні відкладення. У даній статті автор розповідає про декілька способів формування конкреції: седиментаційний, діагенетичний механізм, седиментаційно-діагенетичний механізм, гідротермальне утворення. Також у роботі висвітлена одна з фундаментальних проблем океанського залізомарганцевого мінералоутворення – розшифровка механізмів відкладення ультрадисперсних рудних мінералів марганцю та заліза та наступної їх еволюції до сучасного агрегатного стану у процесі зростання залізо-марганцевих відкладів.

Висновки:

Речовинний склад руд і умови утворення Нікопольського родовища детально вивчалися багатьма дослідниками. З нікопольських марганцевих

руд можна отримувати пероксидні концентрати з вмістом двоокису марганцю, рівним 60-70 і 70-80%, але проблемою при використанні руд родовища є присутність у них фосфору.

Однією з фундаментальних проблем океанічного залізо-марганцевого мінералоутворення є розшифровка механізмів відкладення ультрадисперсних рудних мінералів марганцю та заліза та наступної їх еволюції до сучасного агрегатного стану у процесі зростання залізо-марганцевих відкладів.

103-18-1 ФПН

2 ГЕОЛОГІЯ І МІНЕРАЛОГІЯ НІКОПОЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА І МАНГАНОВИХ ПОКЛАДІВ СВІТОВОГО ОКЕАНУ

2.1 Геологія і мінералогія Нікопольського родовища

Нікопольський марганцеворудний басейн, найбільший в Європі за запасами і промисловим значенням, розташований на території України, в басейні річок Дніпро і Молочна, поблизу міст Нікополь і Запоріжжя.

До складу його входять:

- 1) Нікопольське родовище;
- 2) Великотокмацьке родовище;
- 3) низка невеликих рудоносних площ і рудопроявів, розташованих в долині р. Інгулець південніше Кривого Рогу (від ст. Латівка до Микола-Козельська) і в межиріччі Інгулець-Дніпро, поблизу сіл Велика Костромка, Високопілля, Ново-Воронцівка та ін.

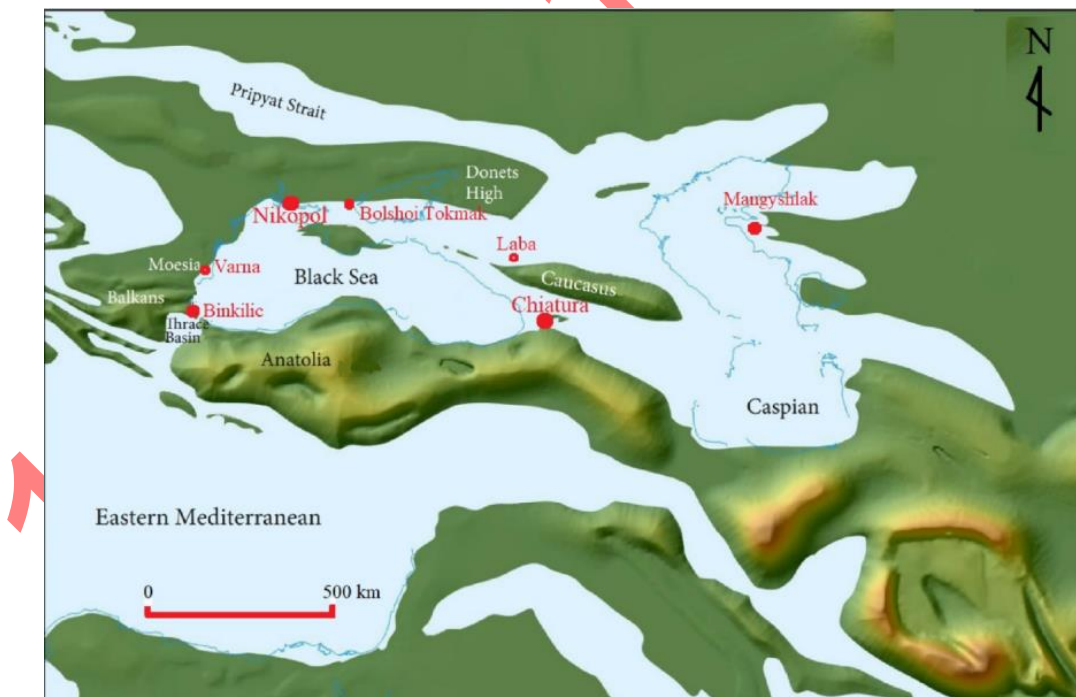


Рисунок 2.1 - Карта, що показує розташування Нікопольського та інших олігоценових марганцевих родовищ і спрощену регіональну палеогеографію раннього олігоцену Східного Паратетиса [7]

Зазначені родовища і рудоносні площі мають генетичний і структурний зв'язок і розташовуються в межах південної частини Українського щита і його схилу у вигляді дугоподібної смуги шириною до 20 км, що обходить його з боку Причорноморської западини протягом близько 250 км від р. Інгулець до південно-західної околиці Приазовської частини щита [1].

За ступенем розвіданості і промислового освоєння в Нікопольському басейні можна виділити три площі.

Перші дві, власне Нікопольська і умовно звана Інгулецькою, розташовані на правобережжі, р. Дніпро, а третя – Великотокмацька – на лівобережжі р. Дніпро, південніше м. Запоріжжя.

Власне Нікопольське родовище розташоване в Нікопольському і Томаківському районах Дніпропетровської області і являє собою велику депресію в кристалічному ложі, виконану третинними опадами, що включають марганцеворудний пласт.

На заході і північному заході природною межею Нікопольського родовища є заплава річок Базавлук і Солона, а на півночі і сході вона проходить по лінії сіл Шолохове, Анастасівка, Біленьке. На Півдні межа окреслюється береговою лінією Каховського водосховища.

Підняті кристалічні породи по балці Мала Кам'янка ділять Нікопольське родовище на дві відокремлені рудоносні площі: західну і східну.

Західна рудоносна площа являє собою безперервну поклад, обмежену з півночі і заходу р. Базавлук з притокою р. Солона, з південного сходу р. Чортомлик і з півдня - береговою лінією Каховського водосховища.

Нікопольський (Придніпровський) басейн включає Великотокмацьке, Марганецьке, Нікопольське і Федорівське родовища, які структурно пов'язані і розміщені в межах дугоподібної смуги довжиною близько 250 км, шириною до 20 км на Півдні УЩ від р. Інгулець на заході до Приазов'я на сході. Родовища відносяться до платформної піролюзитгідрогетит-лептохлоритової формації. Марганцеворудний горизонт залягає в

нижньоолігоценових піщано-глинистих осадах, з розмивом перекриваючи алеврити, вуглисті глини і піски верхнього еоцену або кристалічні породи фундаменту і їх кори вивітрювання (рис. 2.2). Він перекритий пліоценовими глинами, вапняками-черепашиками, мергелями, четвертинними суглинками загальною потужністю 15-80 м.

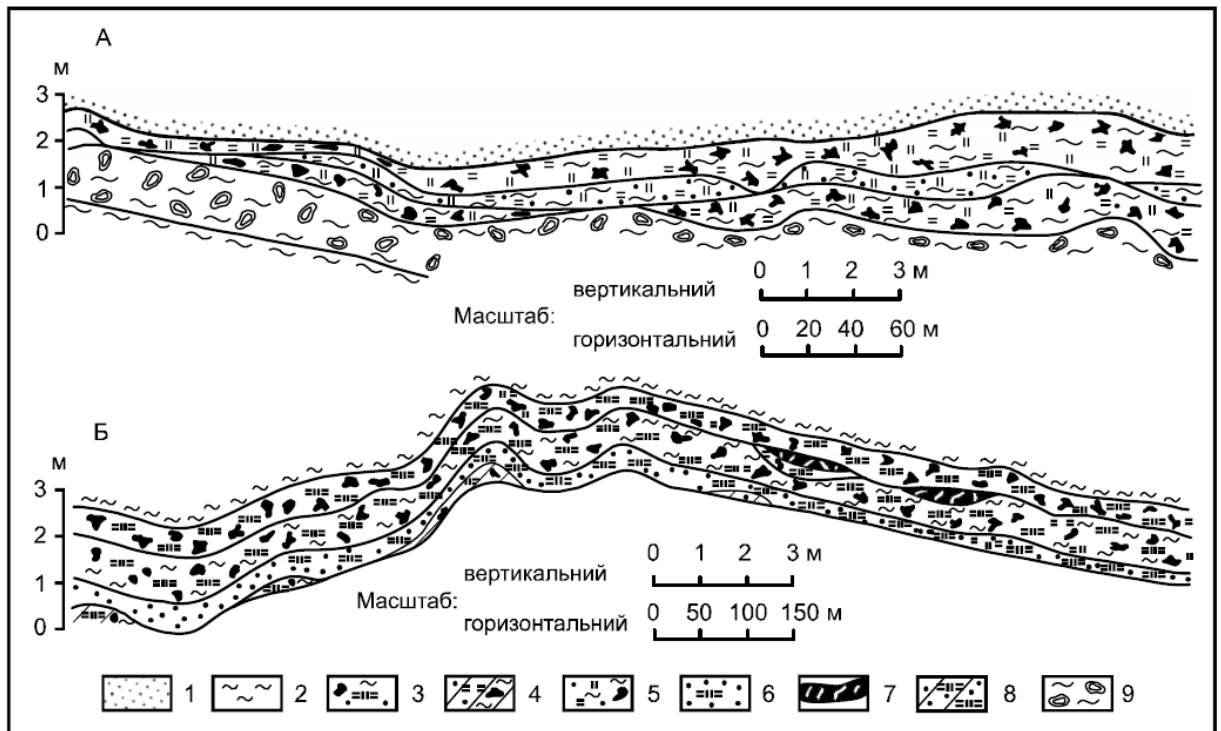


Рисунок 2.2 – Будова рудного пласта по південній стінці Олександрівського кар'єру (А) і рудного пласта за основною траншеєю Богданівського кар'єру (Б) [8]

1 – пісок дрібнозернистий, сірувато-жовтий, алювіальний; 2 – глини зеленувато-сірі, надрудні; 3 – марганцева руда окисна, шматкувато-землиста; 4 – марганцева руда шматкувато-землиста; 5 – марганцева руда конкреційно-землиста; 6 – марганцева руда ооліто-пізоліто-землиста; 7 – суцільна марганцева руда; 8 – марганцева руда оолітова, зцементована карбонатним цементом; 9 – карбонатна марганцева руда.

Нікопольське родовище є найбільшим за площею і запасами в басейні [8]. Воно розташоване на північному березі Каховського водосховища між гирлом річки Базавлуку на заході і містом Нікополем на Сході. Окремі

поклади приурочені до знижень рельєфу докембрійських порід: Західний (північно-західна, Чоловська, Чортомлицько-Олексіївська ділянки) – до Базавлуцької депресії; Сулицький – до Нікопольської. Рудний пласт полого занурюється на південь, ускладнюючись пологою складчастістю. Його потужність змінюється від кількох сантиметрів у крайових частинах до 4-5 м на півдні і в центрі родовища (середня 2-3 м); глибина залягання – 20-80 м. Поклади марганцю були відкриті в 1883 р. геологом Геологічного комітету В.Домгером на лівому березі річки Солона в районі нині діючого Шевченківського кар'єру. В 1886 р. в районі балки Фоміна було засноване гірниче підприємство з видобутку марганцевої руди “Покровські марганцеві копальні”, на якому в 1915 р. видобуток сягнув 276 тис т руди. Протягом цих і наступних років проводиться систематичне вивчення геологічної будови родовища, науково-дослідницькі роботи, публікується ряд монографій, де подається його детальний опис. В результаті геологорозвідувальних робіт 1952-1957 рр. було відкрито і розвідане Великотокмацьке родовище карбонатних руд марганцю, а дещо пізніше, в 1956-1960 рр., виявлені оксидні і карбонатні руди в межиріччі Базавлука й Інгульця. Базавлуцька улоговиноподібна депресія фундаменту, в межах якої знаходиться більша частина Нікопольського родовища, була басейном відкладання осадів (разом з рудоносним горизонтом) олігоцену. Вона має звивистий контур і хвилястий рельєф поверхні. З півночі, заходу і сходу депресія обмежена підняттями кристалічних порід, які в свою чергу прорізані рукавоподібними депресіями; на півдні знаходиться вузьке бар'єроподібне підняття фундаменту. Підняття, що облямовують депресію, складені гранітами і мігматитами, порівняно стійкими до вивітрювання. Сама ж улоговина відтворює контури метаморфічних порід в її основі, котрі вивітрюються набагато інтенсивніше. Рудний пласт у вертикальному розрізі складається з трьох пачок. В нижній (першій) переважають вміщуючі породи (піски, алеврити, піщані глини); кількість рудних утворень нерівномірно зростає вгору, в тому ж напрямку зменшуються розмір уламкових зерен кварцу, вміст нерудних включень в

стяжіннях і частинок піщаної розмірності. В середній (другій) пачці головні текстурні різновиди руд (пізоліти, стяжіння і землиста маса) розташовуються закономірно: стяжіння переважають на півночі покладу (60-80% рудної маси), пізолітів найбільше (50% рудної маси) на початку зони оксидно-карбонатних руд, землистої маси скрізь небагато. В зоні карбонатних руд трапляються дрібні (1-2 см) конкреції, що цементуються карбонатом марганцю кальцитродохрозитового складу. Верхня (третя) пачка має непостійну потужність і землисто-шматкову текстуру; кількість землистої маси збільшується від периферії до зони оксидно-карбонатних руд. Потужність, фаціальні зміни і будова рудного пласта залежать від рельєфу морського дна в момент осадконагромадження. В рудному пласті поширені мінерали групи псиломелану-вернадиту (псиломелан, криптомелан, оксигідроку-рнакіт, вернадит і ін.), піролюзит, манганіт, манганокальцит і кальцієвий родохрозит, а також мінерали вміщуючих піщано-глинистих порід: глинисті, уламкові зерна кварцу і польових шпатів, аутигенні гідроксиди і силікати заліза.

За складом марганецьвмісних мінералів руди басейну поділяються на три типи: оксидні, карбонатні і змішані, кожен з яких складає рудний пласт повністю або його переважну частину. Вони, в свою чергу, можуть бути поділені на підтипи, що дає можливість встановити окремі шари, потужність яких не перевищує кількох дециметрів. Оксидні руди включають вісім мінеральних підтипів, карбонатні – три, змішані – два. В рудному пласті поширені мінерали групи псиломелану-вернадиту (псиломелан, криптомелан, оксигідрокурнакіт, вернадит та ін.), піролюзит, манганіт, манганокальцит і кальцієвий родохрозит, а також мінерали вміщуючих піщано-глинистих порід: глинисті, уламкові зерна кварцу і польових шпатів, аутигенні гідроксиди і силікати заліза. Середній вміст головних компонентів руд для різних ділянок родовища: SiO_2 – від 26.8 до 57.8%, Al_2O_3 – від 3.8 до 8.1%, MnO_2 – від 19.7 до 35.7%, MnO – від 3.9 до 22.5%, а в цілому по родовищу середній вміст марганцю і фосфору в різних типах руд наступний:

оксидні – 25.64 і 0.2%, змішані – 24.58 і 0.208%, карбонатні – 17.22 і 0.188%. У збагаченій руді міститься: SiO_2 – 14.13-19.85%, Al_2O_3 – 2.42-3.27%, MnO_2 – 4.56- 51.28, MnO – 9.12-32.65%. В оксидних рудах після збагачення вміст марганцю становить 39.21%, фосфору – 0.22%; в карбонатних, відповідно, 27.5% і 0.24%. За допомогою додаткових методів збагачення, наприклад магнітної сепарації, можна отримати концентрати вищої якості, однак максимальні вмісти марганцю властиві тим відмінам руд, котрі є кращими вже після попереднього збагачення (промивання).

За текстурними особливостями розрізняють не менше восьми різновидів руди, а саме: суцільну (плитнякову, пошарову), шматкову (жовнову), пізолітову, конкреційну, землисту глинисту, землисту піщану, зцементовану кальцитом (“присуху”), цементаційну. Якщо взяти до уваги особливості мінерального складу, то в межах пласта можна виділити до сімдесяти відмін рудної речовини. Процеси поверхневого окиснення могли зачепити, головним чином, марганцеві руди карбонатного типу. Однак, сучасна зона окиснення карбонатних руд родовищ Придніпровського марганцевого басейну мало виражена, тому що рудний пласт переважно перекритий товщею молодих відкладів і залягає нижче рівня підземних вод. Ознаки давнього окиснення карбонатних руд можна помітити на контакті оксидних і карбонатних руд в перехідній зоні. На думку академіка А.Г. Бетехтіна, окиснені карбонатні руди відзначаються пухким або пористим станом; в них стає більше оксидів кальцію і фосфору. Майже всі оксидні руди, виходячи з цього, відносяться до первинно-оксидних.

За генезисом Нікопольське родовище, як і інші родовища басейну, відноситься до осадної групи екзогенної серії, за формаційним типом – до платформної піролюзит-гідрогетит-лептохлоритової (за П.А. Строною) чи осадної марганцеворудної формації (за І.Г. Магак’яном). Вважається, що з віддаленням від берегової лінії і зануренням дна басейну відбувається зміна формацій осадів: біля берега нагромаджуються піролюзит і псиломелан, потім – манганіт і ще далі – родохрозит, манганосидерит, родохрозит. Якщо

припущення академіка А.Г. Бетехтіна справедливе, то в зоні окиснення карбонатно-силікатні руди низького ґатунку можуть трансформуватися в окиснені піролюзит-вернадитові, подібні до первинно-оксидних, але не ідентичні з ними.

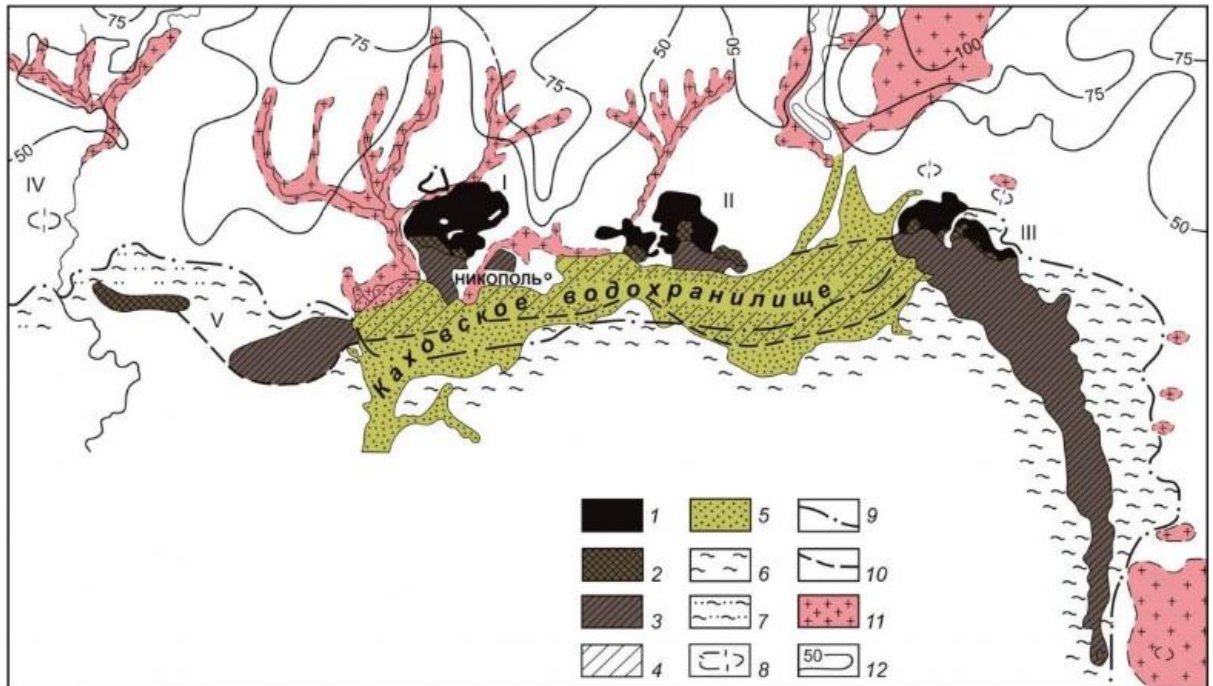


Рисунок 2.3 - Схема розміщення марганцевих площ в Нікопольському басейні (по В. Грязнову, [9])

1-3 - марганцеві руди: 1-окисні, 2-окисні і карбонатні, 3-карбонатні;
 4-площа, на якій карбонатні руди повністю або частково знищені ерозією в постолігоценовий час; 5 — заплава Дніпра (Каховське водосховище); 6 — олігоценові глини; 7 - олігоценові піщані глини; 8 — «острівці» олігоценових відкладів; 9 — північна межа суцільного поля олігоценових відкладів; 10 - передбачувана південна межа накопичення карбонатних руд; 11 — виходи кристалічних порід на поверхню і під Четвертинні відклади; 12 — ізогіпси поверхні докембрійських порід.

Рудоносні площі: I - Західно-Нікопольська, II - Східно-Нікопольська, III - Більше-Токмацька, IV- Інгулецька, V - Межиріччя Дніпро-Інгулець

Південноукраїнський олігоценний басейн і власне Нікопольський марганцеворудний басейн, в яких локалізовані рудні об'єкти (родовища, ділянки, прояви), займають в загальних рисах одну і ту ж територію.

У плані ця територія представляє собою субширотну дугоподібну (S-образну) смугу завширшки 25-50 км, що простягається з заходу на схід на 250 км — від долини р. Інгулець (захід Дніпропетровської обл.) вздовж північного берега Каховського водосховища і далі на південний схід до с. Ново-Василівка (південна частина Запорізької обл., південно-західна межа Приазовського мегаблоку Українського щита). Річка Дніпро поділяє басейн на лівобережну (східну) і правобережну (західну) частини.

У геотектонічному відношенні в межах басейну виділяються (знизу вгору):

1 — докембрійський (архей — палеопротерозой) кристалічний фундамент, що має відносно складний рельєф поверхні, обумовлений поєднаннями підняття, занурень, впадин, депресій та ін.;

2 — мезо-кайнозойські гідрологічні і латеритові кори вивітрювання порід докембрійського фундаменту;

3 — пухкий осадовий чохол південного схилу Українського щита (УЩ), представлений товщами нижньої та верхньої крейди (тільки на лівобережжі р. Дніпро), породами палеогену (еоцен і олігоцен — піски, глини, алевrolіти, марганцеві руди та ін.), неогену і антропогену. Ці фанерозойські товщі залягають полого і виконують депресії або утворюють суцільний покрив.

Антропогенові леси з викопними ґрунтами та алювіальними утвореннями створили суцільний покрив, що лежить або на кристалічних породах докембрію, або на кайнозойських товщах. Палеогенові товщі (палеоцен, еоцен, олігоцен) переважно виконують депресії в кристалічному фундаменті.

Манганомістними є тільки товщі олігоцену, що представляють одноманітні піщано-глинисті утворення і несуть у собі мангановорудний пласт, який, по суті, і являє виявлені родовища.

Смуга олігocenових манганомістних осадів простягається в товщах чохла і частково південного схилу УЩ; вони поступово занурюються і нарощують потужність в бік Причорноморської западини. Характер дорудного (доолігocenового) рельєфу фундаменту басейну структурно-ерозійний, частково тектонічний; у зв'язку з цим мангановорудні поклади розвинені у вигляді роз'єднаних різновеликих площ, а не у вигляді суцільної смуги. Ерозійні розмиви в постолігocenовий час також істотно порушили первинну розгалуженість марганцеворудного пласта, надавши йому в плані певну фрагментарність і складну конфігурацію тіл. Тому контури родовищ визначаються ерозійними кордонами і зонами природнього виклинювання рудного пласта.

Підстилаюча рудний пласт товща представлена переважно кварцево-глауконітовими і кварцовими пісками, іноді піщанистими глинами олігоцену. Місцями в зонах розвитку оксидних руд на виступах докембрійських порід фундаменту і кор їх вивітрювання рудний пласт безпосередньо вистелено конгломератовидними породами і галечниками, які по падінню переходять у піски. Перекривається рудний пласт теригенною, теригенно-морською товщею теж олігоцену, представленої зеленувато-сірими, монтморілонітовими глинами з лінзами глауконітового піску (з цих глин може вироблятися керамзит). Місцями в зонах четвертинного розмиву рудний пласт перекривається алювіальними пісками.

Щодо витримання за стратиграфічним рівнем, простягання і латералі рудний (продуктивний) пласт залягає майже горизонтально, іноді з нахилом на південь в $5-7^{\circ}$. Потужність його від перших сантиметрів до 4.5 м, переважно 1.5—2.3 м., а в середньому 2 м. Вона змінюється насамперед в залежності від рельєфу (нерівностей) підстилаючих комплексів докембрію та

фанерозою, — в западинах потужність досягає 4 і більше метрів, а в місцях підняття зменшується аж до повного виклинювання.

Рудний пласт залягає на глибинах 10-80 м, місцями до 110 м, а у Нікопольській групі родовищ відзначаються глибини і до 130 м. Власне мангановорудний пласт являє піщано-глинисті породи з ув'язненими в них мангановорудними виділеннями (покладами). Будова рудного пласта досить складна обумовлена тим, що вміщує піщано-глинисту, піщано-алевролітову пачку, яка нерівномірно розподілена. Вони складають роз'єднані або пов'язані прошарки, лінзи, відокремлені індивіди. Це неправильні, еліпсоподібні, округлі, та іншої форми виділення (стягнення, конкреції, ооліти, пізоліти, уламки тощо), а також землиста рудна маса. Співвідношення рудних і нерудних компонентів в пласті змінюється в широкому діапазоні як по латералі, так і по вертикалі. Рудні компоненти складають до 40-50% (в середньому 15-25%) обсягу рудного пласта.

На всій території Нікопольського басейну рудний пласт складає три рудні пачки, що розрізняються структурними особливостями, мінеральним і хімічним складом руд і вміщуючих порід, розподілом фауни, гранулометричним складом та іншими критеріями. Слід зазначити, що за розрізом кожна з цих конкретних пачок певного стратиграфічного рівня, що залягають в зонах розвитку оксидних, оксидно-карбонатних і карбонатних руд, несе свої специфічні, відмінні риси. Нижня (перша) пачка на північ фаціально виклинюється, її потужність на півночі від 0 до 0,4 м, а на півдні — до 1,8 м. Тут вміщуючі піщані породи суттєво переважають над рудними компонентами, зміст яких не перевищує 10-18%. Рудні виявлення — неправильні за формою стягнення і землісті маси, зазвичай мають плямисту текстуру. У частинах пласту з оксидними рудами піски містять рідкісні рудні оксидні кутасті виділення, жовна (стягнення), а також землісті агрегати. У пластах з оксидно-карбонатними і карбонатними рудами піски містять рідкісні рудні карбонатні кутасті стягнення (шматки, жовна тощо).

Середня (друга) пачка має досить витриману потужність, зазвичай близько 0,8 м. "Нерудну" основу пачки становлять глини. Її рудні виявлення в кількісному відношенні найчастіше розподілені відносно рівномірно. Пізоліти і стягнення неправильної форми мають пізолітову, пізоліто-кускову і кускову текстуру, остання зазвичай характерна для зони карбонатних руд. Тут же розвинені і рудні землісті маси зазвичай у невеликих кількостях (до 20% рудної речовини). Ця пачка характеризується максимальним вмістом марганцю в пласті (від 20 до 45%, зазвичай 30-35%). У зоні розвитку оксидних руд на півночі переважають рудні оксидні стягнення неправильної форми (40-80% рудної маси). Тут же розвинені оксидні концентрично-шаруваті стягнення (конкреції, пізоліти і ооліти), а також оксидні землісті компоненти. Кількість концентрично-шаруватих стягнень (пізолітів) від півночі на південь до межі розвитку оксидно-карбонатних руд поступово збільшується, а неправильних оксидних стягнень — зменшується. На кордоні з зоною оксидно-карбонатних руд пізоліти, конкреції і ооліти переважають, а далі на південь їх кількість збільшується, в зоні карбонатних руд вони практично не відзначаються. В зоні оксидно-карбонатних руд розвинені оксидні конкреції, пізоліти і ооліти, так само як і рудні карбонатні кутасті стягнення (шматки, жовна тощо). В зоні карбонатних руд рудні утворення представлені карбонатними стягненнями неправильної форми, а також оксидною землістою масою (до 20% рудної речовини). Верхня (третя) пачка залягає на малопотужному глинистому прошарку, який відділяє її від нижчої середньої пачки, місцями він повністю виклинюється. Складають пачку глини, в яких залягають різноманітні марганцеворудні утворення, переважно землісто-кускової текстури. Потужність пачки різноманітна, найбільша відзначена на півдні (в зоні карбонатних руд), досягає 1,8 м. Вміст марганцю в пачці теж дуже мінливий, але переважно становить 18-26%. В зоні оксидних руд в нижній і верхній частині пачки переважають рудні землісті маси, а в середині розвинені оксидні кутасті шматки і жовна (стягнення). В зоні оксидно-карбонатних руд в нижній частині розрізу локалізовані оксидні

і карбонатні кутасті стягнення (шматки і жовна), в середній — оксидні кутасті стягнення, у верхній переважають оксидні землисті рудні маси. В зоні карбонатних руд в глинистій товщі поширені тільки рудні карбонатні кутасті стягнення (шматки, жовна тощо).

2.2 Манганові конкреції Світового океану

Залізомарганцеві відклади зустрічаються у всіх районах Світового океану, але розподілені вони нерівномірно (рис. 2.4). Найбільші їх скупчення відзначаються в трьох різних за фаціальних умов областях. У пелагічних і абісальних улоговинах залягають конкреції різного генезису.

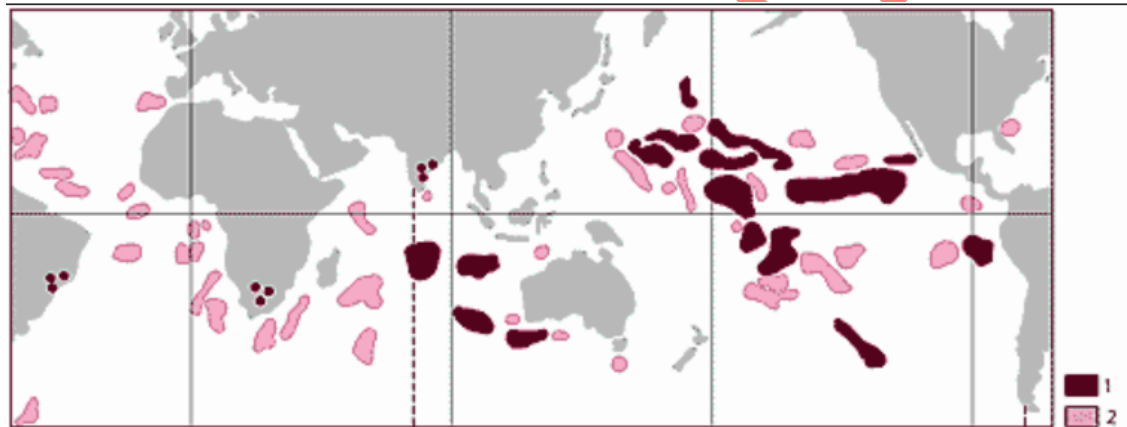


Рисунок 2.4 - Карта поширення рудних полів і площ залізо-марганцевих відкладів у Світовому океані. 1 - $Mn/Fe > 1$; 2 - $Mn/Fe < 1$. Кольорові точки – сучасне положення Mn-родовищ. Штрихова лінія-розмежування двох секторів океану, що відрізняються накопиченням мангану, за [10]

На сьогоднішній день відкрито п'ять типів залізомарганцевих утворень дна Світового океану: конкреції, мікроконкреції, кірки, кіркові конкреційні утворення та низькотемпературні гідротермальні відклади.

У свою чергу, конкреції представлені трьома різновидами – седиментаційними, діагенетичними та седиментаційно-діагенетичними, а

низькотемпературні гідротермальні відкладення – марганцевими корками, нальотами, плівками і залозистими вохристими утвореннями.

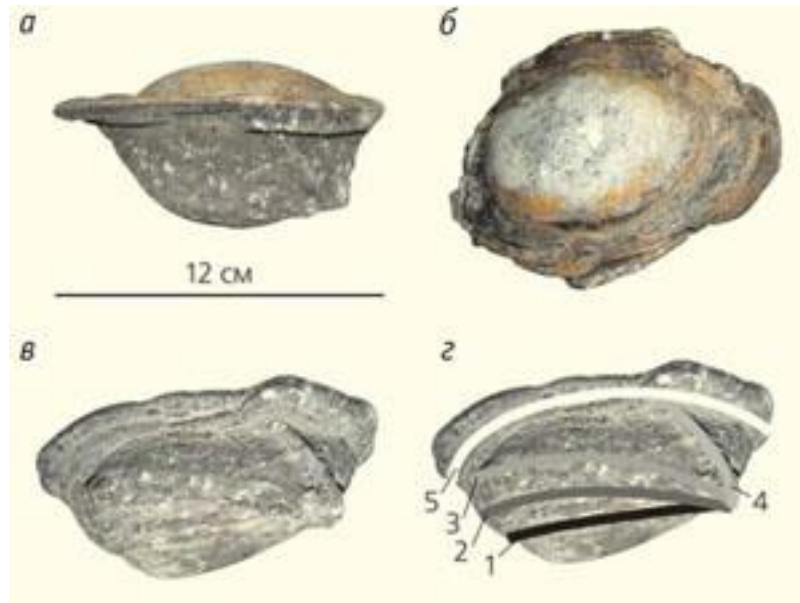


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд манганових конкрецій, за [11]

В осадах вельми часто виявляються мікроконкреції. Підводні височини покриті кобальтоносними корками, корковими конкреційними утвореннями і конкреціями.

До середини 80-х років ХХ ст. сформувалися певні уявлення про механізми утворення залізомарганцевих відкладів (перш за все, конкрецій і кірок), які не втратили своєї актуальності досі.

Вважають, що седиментаційне (гідрогенне) формування конкрецій і кірок відбувається в результаті безпосереднього повільного осадження колоїдних частинок гідроксиду заліза $\text{Fe}(\text{OH})^3$ і розчинених іонів Mn^{2+} з придонного шару води [6]. Вважається, що седиментаційний механізм – єдино можливий при утворенні рудних кірок, коркових конкреційних утворень і конкрецій на поверхні підводних височин. Він домінує і при формуванні конкрецій на поверхні окислених глин, в яких діагенетичного перерозподілу Mn і Fe практично не відбувається.

Діагенетичний механізм формування конкрецій ґрунтується на дифузійному потоці реакційно-здатних іонів металів, і в першу чергу

марганцю, з супутніми йому елементами – знизу, з порових вод осадів, до верхньої межі напіврідкого шару. В цьому випадку конкреції утворюються у зоні геохімічного бар'єру на межі розділу вода-осад, де особливе значення мають фізико хімічні параметри водного середовища: рН, Eh, концентрації кисню і надходять з осадів іонів металів.

Седиментаційно-діагенетичний механізм являє собою різновид перших двох. Його особливість полягає в тому, що в залежності від поставки іонів металів до активної реакційно-здатної поверхні конкрецій швидкість їх зростання різниться. Вона нижче у підосви, обумовлена дифузійною міграцією іонів металів з порових вод, і вище зверху через осадження Mn і Fe з придонної води.

Гідротермальне утворення залізомарганцевих відкладів відбувається при надходженні іонів металів на океанське дно в результаті різних факторів: гідротермальної діяльності в областях високотемпературного теплового потоку, пов'язаного з вулканізмом; за рахунок магматичних джерел або при взаємодії охолодженої лави з холодною океанською водою; з сильно розведеного гідротермального розчину.

Гальміролітичний механізм заснований на надходженні у залізомарганцеві відклади іонів металів за рахунок низькотемпературного вилуговування базальтів, вулканітів та інших порід підводних гір.

Найбільш дискусійним механізмом утворення залізо-марганцевих відкладів вважається біогенний. Його основу становить різна геохімічна поведінка іонів металів при поглинанні їх живими організмами і мікроорганізмами з подальшим переходом у придонний шар води або порові води осадів. Багато з дослідників вважають даний механізм переважаючим або навіть єдино можливим. У біологічних процесах беруть участь різні види мікроорганізмів.

Проте жоден із запропонованих механізмів не відповідає справжнім процесам утворення та подальшого зростання цих унікальних відкладів. Всі вони за своєю суттю розглядають тільки зовнішні умови і лише свідчать про

джерело речовини і його транспортуванні до активних поверхонь для утворення і розвитку рудного компонента в залізо-марганцевих відкладах.

У Тихому океані найбільший район залягання конкрецій і кірок в областях розвитку червоних глин і крем'янистого глибоководного мулу відмічений у поясі, що простягається зі сходу на захід. Причому ЗМК у зоні крем'янистих глибоководних мулів багатші марганцем, нікелем, міддю в порівнянні з конкреціями в червоних мулах. Багата на ЗМК зона Тихого океану між розломами Кларіон та Кліппертон, на південний схід від Гавайських островів. У цьому районі формування ЗМК обумовлено наявністю уламків вулканічних порід. ЗМК мають наступний склад, % (мас.): Mn 22,3-23,5; Fe 4,5-5,7; Co 0,19-0,22; Ni 1,24-1,54; Cu 1,0-1,17; Zn 0,1-0,12.

У Північній Атлантиці великих полів ЗМК не виявлено. Прикладом слабкої поширеності ЗМК в Атлантичному океані є широкий розвиток турбідитів на абісальних рівнинах. Потенційною областю багатих покладів конкрецій є район розвитку глибоководних морських червоних глин на південному заході Північної Атлантики. Південна частина Тихого океану і Південна Атлантика характеризуються широким розмаїттям топографії та батиметрії. У цьому районі світового океану є системи хребет - жолоб, басейни зі спокійним рельєфом, кордильєра Альбатрос, глибокі абісальні рівнини та ін., у поясі розвитку переважно крем'янистих мулів тисячокілометрової ширини та в зоні, обмеженій плато Маніхіки, островами Товариства, Таїті та Хабіссаль, архіпелагом Туамоту.

У Тихому океані виділено чотири основні типи марганцевих конкрецій:

- 1) збагачені залізом (південна частина Тихого океану);
- 2) збагачені марганцем і збіднені міддю та кобальтом (виявлені в континентальному обрамленні США);
- 3) багаті міддю та нікелем (знайдені в пелагічних областях океанів);
- 4) багаті на кобальт (обмежені у своєму поширенні підняттями рельєфу з високоокислювальними умовами).

У відкладах в Атлантичному океані в конкреціях та кірках нікелю і кобальту менше, а заліза більше, ніж у Тихому та Індійському океанах. Відкладення північної частини Атлантичного океану більш багаті нікелем і міддю, ніж південної. Максимальний вміст нікелю в ЗМК (до 1,5%) виявлено в Капській улоговині. Регіональні варіації хімічного складу марганцевих відкладів у Індійському океані переважно збігаються з тихоокеанськими. Вміст заліза в ЗМК пов'язаний із вмістом марганцю обернено пропорційною залежністю. Характер зміни вмісту міді в ЗМК подібний до характеру зміни вмісту нікелю. Дещо відмінний характер розподілу кобальту; найбільш високі його концентрації характерні для підводних гір та інших піднятих зон Атлантичного океану (до 1% Co на підводних горах Келвін) і найнижчі - для западин. Вищі концентрації кобальту виявлено і піднятих ділянках в Індійському океані.

Марганцеві карбонати співіснують із оксидними марганцевими конкреціями. Ці асоціації зустрічаються в морських затоках (максимальна глибина 130-200 м). На сучасних океанічних плато, підводних горах та в мілководних ділянках морів виявлено асоціації марганцевих покладів з фосфоритами. Оксиди марганцю та заліза складають покриви на фосфоритах, а іноді утворюють тісне взаємне проростання, причому оксиди марганцю можуть проникати у фосфорити. У зв'язку з цим у деяких марганцевих покладах міститься багато фосфору, а у фосфоритах – марганцю.

Спостерігаються зміни хімічного складу конкрецій від їхнього ядра до поверхні. Для конкрецій Індійського океану характерно збільшення вмісту нікелю, кобальту, марганцю та міді від ядра до зовнішньої оболонки. На підставі узагальнення численних даних досліджень хімічного складу океанічних відкладів виявлено позитивну кореляцію різних елементів (Ni, Cu, Co, Mo, W, Zn, Ba, Sr) до марганцевих фаз. Із залізовмісними фазами асоціюють елементи: Ti, V, Cr, Al, Pb, Y, Si. Кобальт та деякі інші елементи наближаються як до марганцевих, так і до залозистих фаз. Позитивну

кореляцію марганцю, нікелю, заліза пояснюють утворенням тодорокіту при перекристалізації MnO_2 , у присутності іонів Ni^{2+} та Cu^{2+} .

Висновки:

Нікопольське родовище марганцю, так само як і залізо-марганцеві утворення дна сучасних океанів, сформувалося в умовах морського басейну, в результаті таких процесів як седиментація та діагенез.

Середній вміст головних компонентів руд для різних ділянок Нікопольського родовища наступний: SiO_2 – від 26.8 до 57.8%, Al_2O_3 – від 3.8 до 8.1%, MnO_2 – від 19.7 до 35.7%, MnO – від 3.9 до 22.5%, а в цілому по родовищу середній вміст марганцю і фосфору в різних типах руд відповідає значенням: оксидні – 25.64 і 0.2%, змішані – 24.58 і 0.208%, карбонатні – 17.22 і 0.188%.

Різні райони Світового океану відрізняються за кількістю і хімічним складом залізомарганцевих конкрецій (за співвідношенням Mn/Fe). У деяких марганцевих покладах міститься багато фосфору, а у фосфоритах – марганцю. Конкреції представлені трьома різновидами: діагенетичними, седиментаційними і седиментаційно-діагенетичними.

Більш детальне вивчення процесів формування манганових конкрецій Світового океану могло б допомогти розкрити фізико-хімічну природу фосфору в марганцевих рудах Нікопольського родовища.

3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження речовинного складу манганових руд проводяться з використанням рентгеноструктурного (а саме, рентгенофазового) аналізу, електронної мікроскопії, диференціального термічного, хімічного аналізів [10].

3.1 Дослідження речовинного складу з використанням рентгеноструктурного аналізу

Рентгенографічний аналіз є одним з основних методів дослідження складу та структури кристалічних сполук [12]. У ряді випадків він дає унікальну інформацію про фазовий склад і будову речовин, яка не може бути отримана за допомогою інших аналітичних методів. Експериментальні дослідження в рентгенографії полікристалів, як і в багатьох інших аналітичних методах, безпосередньо не дають цікавої для дослідника інформації про склад, структуру і властивості досліджуваних об'єктів. Ця інформація надходить в результаті обробки експериментальних даних, причому в деяких випадках, навіть за умови застосування ЕОМ, подібна обробка потребує великих зусиль та матеріальних витрат.

Особливість рентгенографічного аналізу полягає в багатоцільовій спрямованості даного методу, що дозволяє здійснювати такі види досліджень:

1. Визначення параметрів кристалічних ґраток, що зводиться до індексування рентгенограм, обчисленню та уточненню параметрів елементарної комірки.

2. Визначення фазового складу речовин або якісний рентгенофазовий аналіз, що здійснюється шляхом ідентифікації рентгенограм досліджуваної сполуки (суміші) за картотекою стандартних рентгенограм.

3. Кількісний рентгенофазовий аналіз, що включає калібрування коефіцієнтів у рівняннях зв'язку концентрацій з вимірюваними інтенсивностями аналітичних рефлексів та обчислення концентрацій речовини, що становить досліджуваний зразок.

4. Інші дослідження.

Хоча рішення перелічених завдань пред'являє деякі специфічні вимоги до етапу експериментальних досліджень, що здійснюються за допомогою автоматизованого дифрактометра, в цілому він зводиться до отримання профілів всіх або деякої частини максимумів рентгенограми шляхом сканування по куту 2θ .

3.2 Застосування електронної мікроскопії в мінералогічних дослідженнях

Застосування електронної мікроскопії в мінералогічних дослідженнях дозволило отримати принципово нові дані. Найбільш важливим відкриттям останніх років було виявлення мікронеоднорідності більшості мінералів [13]. На електронно-мікроскопічному рівні практично не виявилось зовсім чистих мінералів. Це відкриття змінює саме уявлення про те, що слід розуміти під терміном «мінерал», так як будь-який мінерал виступає як складна мікросистема, що складається з матриці і включених в неї численних різноманітних мікрофаз, склад яких може змінюватися за час існування мінералу. З цього принципового положення випливає декілька висновків:

1. Мікроскопічна неоднорідність одного і того ж мінералу з різних генетичних і формаційних типів родовищ різна.

2. Різні генерації одного і того ж мінералу також відрізняються по мікро-неоднорідності одна від одної.

3. Мікро-неоднорідність мінералу в багатьох випадках може бути використана як показник умов його утворення.

4. Прийняті в даний час перерахунки хімічних аналізів на кристалохімічні формули, де всі визначені аналізами елементи включаються в цю формулу, виявляються недостовірними.

Фактично, перед цими перерахунками необхідно виявити ступінь чистоти мінералу, наявність в ньому мікрофаз, тобто необхідний електронно-мікроскопічний контроль.

3.3 Диференційно-термічний аналіз

Вивчення мінералів методом диференційно-термічного аналізу (ДТА) було першим застосуванням термічного методу [14]. В основному ДТА використовувався як метод діагностики та характеристики окремих мінералів за температурами їх термічних ефектів. За довгий період накопичилася велика кількість даних по кривим ДТА і була інтерпретована фізична і хімічна природа ендо- і екзотермічних ефектів для багатьох мінералів. Кожен мінерал при нагріванні зазнає різні перетворення (реакції) в певних температурних інтервалах, які дуже часто, але не завжди характерні тільки для нього. За кривою ДТА нагрівання встановлюється наявність самого факту термічної реакції (перетворення) і температури, при якій відбувається це перетворення, а для інтерпретації фізико-хімічної сутності перетворення іноді необхідно застосовувати і інші методи дослідження, такі як хімічний аналіз, рентгенівський, оптичний, термогравіметричний. Стосовно вивчення мінералів отримання кривих ДТА дає можливість:

1) записувати характерні криві нагрівання для нових, раніше термічно не охарактеризованих мінералів з метою отримання так званих еталонних кривих нагрівання;

2) ідентифікації (визначення) невідомого мінералу або мономінеральної фракції, відібраної та підготовленої для термічного аналізу;

3) визначення мінералів у гірських породах (сумішах мінералів) без їх спеціального виділення;

4) кількісного визначення одного або декількох мінералів в гірських породах (сумішах).

Для вирішення викладених вище завдань спочатку необхідно записати в найкращих умовах криву ДТА з відповідної кількості досліджуваної речовини, мінералу (гірської породи) в залежності від чутливості термічної установки. Потім, виходячи із загального вигляду кривої, визначити знак (екзо-, ендо-) ефекту, а також і температуру, при якій вони мають місце. Ендотермічні піки звернені вниз від базової лінії, а екзотермічні - вгору. Особливе значення необхідно звертати на точність визначення температури початку піку ДТА, особливо для ендотермічної реакції. Практично температура початку піку ДТА визначається точкою перетину екстрапольованої базової лінії з тангенсом до висхідної гілки кривої. Температура піку допомагає діагностувати мінерал, але треба мати на увазі, що максимальне відхилення кривої (пік) від базової лінії не завжди є характерною температурною точкою, так як її значення залежить від маси зразка. Якщо максимум відхилення різкий, тобто крива швидко повертається на базову (нульову) лінію, його можна вважати, але не завжди, кінцем термічної реакції (перетворення). У разі ж плавного заокруглення, коли поворотна лінія кривої ДТА записується полого, кінець реакції визначити часто практично неможливо. Максимум в цьому випадку позначає лише найбільше розходження температур між зразком і еталоном.

Крива ДТА для мінералів з відомим хімічним складом, рентгенівським аналізом, з точним позначенням на ній температур початку максимуму і закінчення, при яких мають місце термічні ефекти (піки) і їх знак (ендо-, екзо-), з чіткими геометричними характеристиками називається етальною. Бажано, якщо представляється можливість, мати фізико-хімічне пояснення термічному ефекту (хімічна реакція, перетворення і т.д)

Визначення невідомого мінералу, для якого отримана крива ДТА, зазвичай проводиться методом порівняння з етальною кривою, відомої з літератури. При порівнянні термограми досліджуваного мінералу з

еталонною кривою ДТА необхідно керуватися перш за все зовнішньою схожістю обох кривих. Також треба звертати увагу на близькість температур схожих ефектів і співвідношення розмірів їх площ для піків термічних ефектів обох кривих. Необхідно підкреслити, що ефективність такого порівняльного методу ідентифікації мінералів досягається тільки тоді, коли еталонна і досліджувана криві ДТА записані на одній і тій же термічній установці в одних і тих же експериментальних умовах (швидкість нагріву, маса зразка і т.д.).

3.4 Хімічний аналіз

Спосіб отримання інформації про хімічний склад аналізованої речовини будь-якими методами один і той самий: склад речовини визначається шляхом вимірювання індивідуальних хімічних, фізико-хімічних або фізичних властивостей компонентів, що визначаються [15]. Прийом або сукупність прийомів порівняння наявності компонента в пробі речовини і вимірюваного вмісту з одиницею вимірювання числа частинок (1 моль) наступний. Порівнюють наявність та величину індивідуальної властивості певного компонента в пробі аналізованої речовини та у еталона, в якому з найвищою точністю відомий вміст певного компонента або будь-якого іншого еквівалентного йому компонента. На сьогоднішній день реалізовано два способи такого порівняння:

- 1) порівнюють хімічні властивості; це хімічний спосіб порівняння, його реалізують у хімічних методах аналізу;
- 2) порівнюють фізичні властивості; це фізичний спосіб порівняння, його реалізують у фізичних методах хімічного аналізу.

Тому, за способом порівняння з еталоном всі методи хімічного аналізу поділяють на дві основні групи методів: хімічні методи аналізу та фізичні методи хімічного аналізу. Використовуваний принцип хімічного аналізу речовини забезпечує можливість вимірювання обраної індивідуальної властивості визначеного компонента, і часто відображений у назві методу,

наприклад, метод гравіметрії (вимір маси речовини), метод кондуктометрії (вимір електричної провідності розчину), метод радіометрії (вимір радіоактивності), метод флуориметрії (вимірювання флуоресценції). Для виконання хімічного аналізу, отже, повинен бути в наявності еталон виду та одиниці виміру числа частинок (1 моль) обраного компонента, розроблений спосіб (метод) та засіб вимірювання для порівняння властивостей визначуваного компонента в пробі аналізованої речовини з еталоном. В якості еталона, що зберігає та відтворює хімічну природу визначеного компонента і одиницю вимірювання числа частинок (1 моль), використовують певні речовини штучного або природного походження, які називають речовинами порівняння.

Висновки:

Є декілька методів аналізу, котрі були описані у цьому розділі. Кожен з них має свої переваги та недоліки. На прикладі методу електронної мікроскопії можна сказати, що хоча цей метод і дуже точний, але потребує електронний мікроскоп, котрий часто недоступний для звичайних рядових досліджень.

Виходячи з усіх методів досліджень, найбільш доступними, точними та в той же час інформативними, є:

- 1) рентгеноструктурний, а саме рентгенофазовий аналіз.
- 2) диференційно-термічний аналіз

Саме ці методи є необхідними, та що найважливіше цілком достатніми для того, щоб вирішити завдання даної роботи.

4 РЕЧОВИННИЙ СКЛАД МАНГАНОВИХ КОНКРЕЦІЙ НІКОПОЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА І ДНА СВІТОВОГО ОКЕАНУ

Матеріалом при дослідженні речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища слугували 10 проб з різних ділянок цього родовища. Речовинний склад був визначений за допомогою рентгеноструктурного та диференційно-термічного аналізів. Потім було проведено порівняння результатів з даними про поклади манганових конкрецій дна Світового океану, наведені у науковій літературі.

Фізичні властивості проби №1: Колір і риска чорні, агрегатна твердість 2-3.

Таблиця 4.1 - Інтенсивність ліній та міжплощинні відстані для проби №1 і піролюзиту

1		2	
I	d	I	d
10	3,12	10	3,118
8	2,41	9	2,404
2	2,23	2	2,202
7	2,12	7	2,108
5	1,98	4	1,954
5	1,77	2	1,786
10	1,62	10	1,622
5	1,57	8	1,555
5	1,43	6	1,434
4	1,39	3	1,393
2	1,31	2	1,308
7	1,32		
2	1,29		
2	1,16	2	1,160
3	1,12	3	1,120
6	1,06	7	1,054
5	1,04	5	1,036

Примітка: 1 – проба, мікрокристалічний агрегат у вигляді конкреції; мінерали за довідником [16]; 2 – піролюзит.

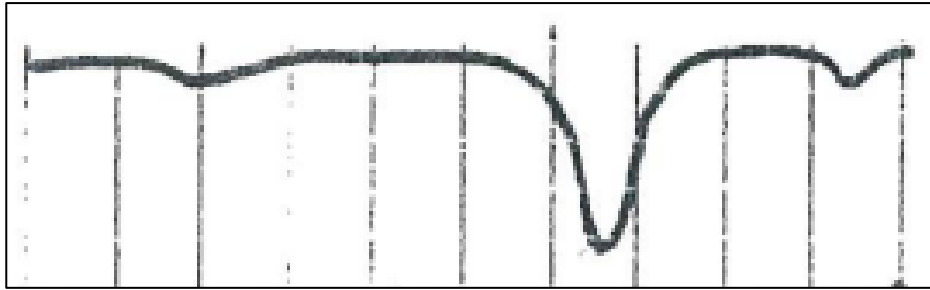


Рисунок 4.1 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №1

На рисунку 4.1 представлена крива диференційно-термічного аналізу проби №1, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. На кривій спостерігається три ендотермічних ефекти.

Фізичні властивості проби №2: Залізно-чорний колір, риска бурочорна, твердість 4.

Таблиця 4.2 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №2 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	D
4	9,7			100	9,65
4	7,10				
2	4,39				
3	3,35				
4	3,13	10	3,118		
10	2,41	9	2,404	10	2,42
2	2,24			5	2,20
2	2,18	2	2,202	10	2,13
2	1,99	4	1,954	10	1,98
2	1,54	8	1,555	10	1,54
5	1,43	6	1,434	5	1,42
3	1,40			5	1,406
7	1,37	3	1,393		
6	1,35				
5	1,29	8	1,302		
4	1,24	1	1,250		
4	1,14	2	1,120		

Примітка: 1 – проба, жовна вугластої форми, агрегат мікрокристалічний; мінерали за довідником [16]: 2 – піролюзит, 3 - тодорокіт.

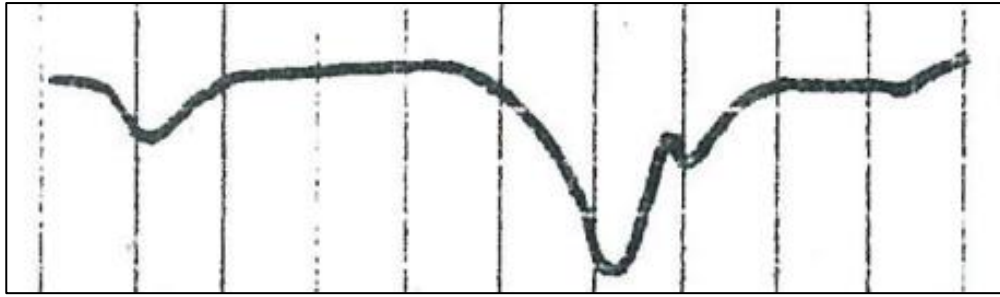


Рисунок 4.2 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №2

Рисунок 4.2 ілюструє результати диференційно-термічного аналізу проби №2, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. На кривій спостерігається три ендотермічних ефекти.

Фізичні властивості проби №3: чорний колір, риска бура, твердість 4.

Таблиця 4.3 - Інтенсивність ліній та міжплощинні відстані для проби №3 та манганіту

1		2	
I	d	I	d
10	3,41	10	3,40
6	2,64	8	2,65
2	2,53	4	2,52
6	2,40	8	2,41
4	2,28	6	2,26
4	2,20	6	2,18
6	1,78	8	1,77
4	1,71	7	1,70
8	1,67	8	1,665
4	1,64	7	1,63
5	1,50	7	1,495
4	1,44	7	1,425
4	1,32	7	1,317
1	1,29	2	1,292
2	1,21	2	1,210

Примітка: 1 – проба, приховано-кристалічні агрегати у вигляді конкреції; 2 – манганіт, за довідником [16].

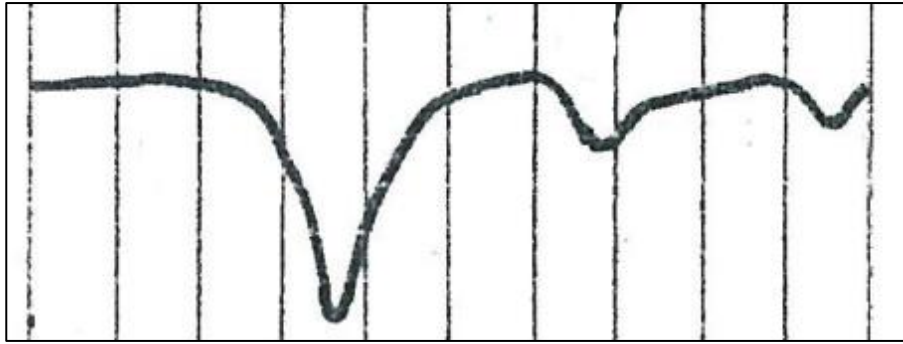


Рисунок 4.3 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №3

На рисунку 4.3 відображена крива диференційно-термічного аналізу проби №3. Цей результат підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. На кривій спостерігається три ендотермічних ефекти. Форма кривої відповідає манганіту [14].

Фізичні властивості проби №4: колір залізно-чорний, риска буро-чорна, твердість 4.

Таблиця 4.4 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №4 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
6	7,10				
3	4,95	4	4,91		
3	3,33				
3	3,10	10	3,084	10	3,118
3	2,45	2	2,46		
10	2,41	8	2,40	9	2,404
3	2,25				
3	2,17	4	2,16		
2	2,00				
1	1,93			4	1,954
2	1,55	5	1,54	8	1,555
2	1,44	4	1,43	6	1,434
2	1,38				
5	1,35	5	1,35		
4	1,29	4	1,295		
3	1,23	2	1,24		
4	1,14	4	1,15		

Примітка: 1 – проба №4, мікрочастинчатий агрегат у формі конкреції; мінерали за довідником [16]: 2 – криптомелан, 3 - піролюзит.

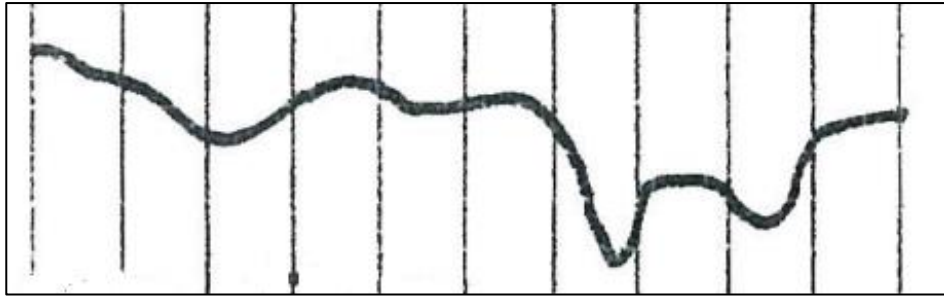


Рисунок 4.4 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №4

На рисунку 4.4 представлений результат диференційно-термічного аналізу проби №4, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. Така форма кривої пояснюється тим, що в пробі знаходилося два мінерали.

Фізичні властивості проби №5: колір темно-сірий, твердість 3,5; активно розчиняється в HCl.

Таблиця 4.5 - Міжплощинні відстані (d, Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №5 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
2	4,26			5	4,24
4	3,70	3	3,70	5	3,68
5	3,34			10	3,34
4	2,93				
10	2,87	10	2,88		
2	2,40	4	2,40		
1	2,23			4	2,231
4	2,19	5	2,19		
1	2,04	4	2,02		
4	1,82			9	1,813
5	1,78				
3	1,54			9	1,539
2	1,38			8	1,380
2	1,37	1	1,37	9	1,372
2	1,33			1	1,320
2	1,24	1	1,253		
1	1,12	4	1,123	1	1,113

Примітка: 1 – проба, жовна вугластої форми; мінерали за довідником [16]: 2 – кальцієвий родохрозит, 3 – кварц.

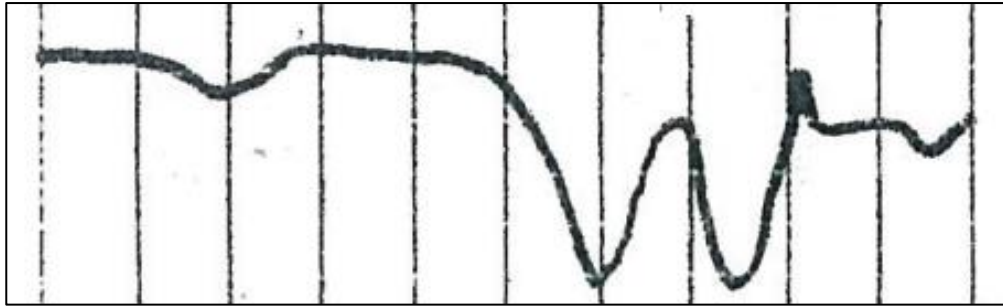


Рисунок 4.5 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №5

Рисунок 4.5 ілюструє результат диференційно-термічного аналізу проби №5, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу.

Фізичні властивості проби №6: колір залізно-чорний, риска темно-коричнева, твердість 4.

Таблиця 4.6 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №6 і еталонних мінералів

1		2		3		4	
I	d	I	d	I	d	I	d
100	3,40	10	3,40				
30	3,34			10	3,34		
10	3,12					10	3,118
55	2,63	8	2,65			1	2,644
18	2,52	4	2,52	2	2,51		
85	2,41	8	2,41			9	2,404
30	2,27	6	2,26				
35	2,19	6	2,18	1	2,176		
40	1,78	8	1,77			2	1,786
18	1,70	7	1,70				
70	1,67	8	1,665	5	1,668		
15	1,63	7	1,63			10	1,622
40	1,50	7	1,495				
40	1,43	7	1,425			6	1,434
50	1,32	7	1,317				
20	1,29	2	1,292				
20	1,27	2	1,263				
40	1,18	4	1,177	7	1,779		

Примітка: 1 – проба №6, конкреція; мінерали за довідником [16]: 2 – манганіт, 3 – кварц, 4 – піролюзит.

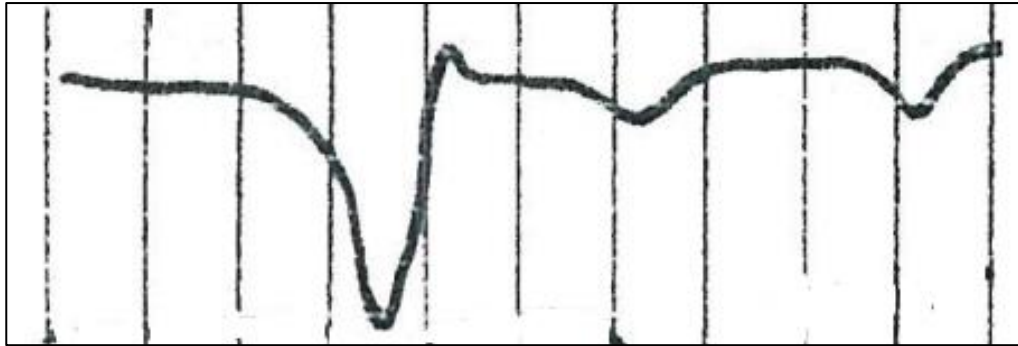


Рисунок 4.6 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №6

На рисунку 4.6 відображена крива диференційно-термічного аналізу проби №6. Цей аналіз підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. На кривій спостерігаються три ендотермічні та один екзотермічний ефекти.

Фізичні властивості проби №7: Колір чорний, риска бурувато-чорна. Агрегатна твердість 2-4.

Таблиця 4.7 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №7 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
12	4,32				
8	3,99				
65	3,39			10	3,40
26	3,33				
100	3,11	10	3,118		
3	2,74				
13	2,64	1	2,644	8	2,65
7	2,50			4	2,52
24	2,46				
56	2,40	9	2,404	8	2,41
7	2,34	1	2,324		
11	2,22	2	2,202	6	2,26
14	2,11	7	2,108		
5	1,97				
13	1,77	1	1,712	8	1,77
17	1,67			8	1,665
31	1,61	10	1,622	7	1,63

Примітка: 1 – проба, конкреція; мінерали за довідником [16]: 2 – піролузит, 3 – манганіт.

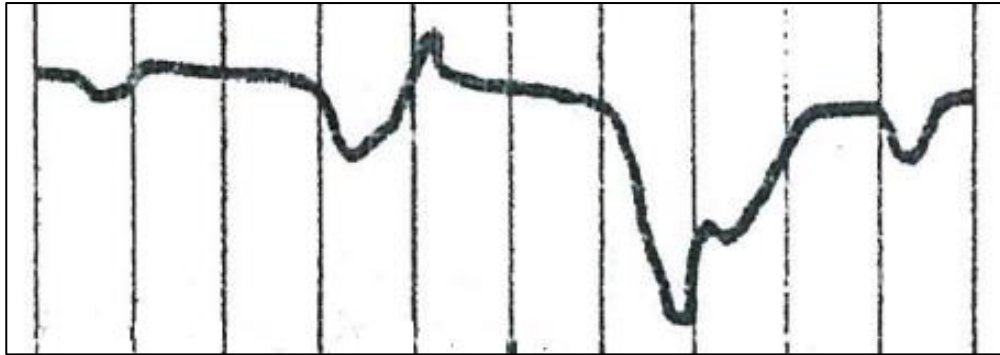


Рисунок 4.7 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №7

На рисунку 4.7 представлена крива диференційно-термічного аналізу проби №7, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу.

Фізичні властивості проби №8: колір залізно-чорний, риска бурувато-чорна, твердість 4.

Таблиця 4.8 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №8 і еталонних мінералів

1		2		3		4	
I	d	I	d	I	d	I	d
52	9,60	10	9,65				
22	8,65						
28	8,18						
40	7,46						
84	6,99			6	6,98		
38	4,90			5	4,929		
36	4,80	8	4,81				
28	4,52	3	4,64				
38	4,25					5	4,24
20	4,19						
20	3,48			2	3,477		
68	3,40						
100	3,34					10	3,34
46	3,11	4	3,20	9	3,115		
19	3,03						
17	2,79						
52	2,45	4	2,4			5	2,45
91	2,41			10	2,390		

Примітка: 1 – проба, жовна приховано-кристалічної будови; мінерали за довідником [16]: 2 – тодорокіт, 3 – вернадит, 4 – кварц.

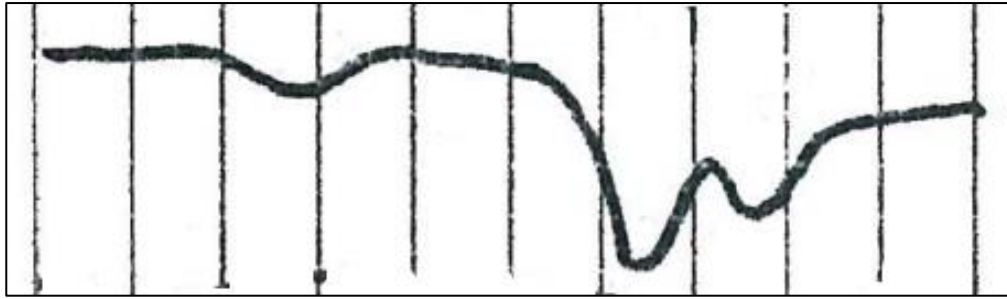


Рисунок 4.8 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №8

Рисунок 4.8 ілюструє результат диференційно-термічного аналізу проби №8, який підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. На кривій спостерігаються 3 ендотермічні ефекти.

Фізичні властивості проби №9: колір залізно-чорний, риска бура, твердість 4.

Таблиця 4.9 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №9 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
10	4,11				
100	3,39	10	3,40		
96	3,12			10	3,118
29	2,64	8	2,65	1	2,644
14	2,52	4	2,52		
90	2,41	8	2,41	9	2,404
14	2,26	6	2,26		
10	2,27				
18	2,19	6	2,18	2	2,202
19	2,11			7	2,108
25	1,77	8	1,77		
16	1,70	7	1,70		
45	1,67	8	1,665		
46	1,62	7	1,63	10	1,622
12	1,56			8	1,555
12	1,56				
24	1,44			6	1,434
17	1,32	7	1,317		

Примітка: 1 – проба, конкреція; мінерали за довідником [16]: 2 – манганіт, 3 – піролюзит.

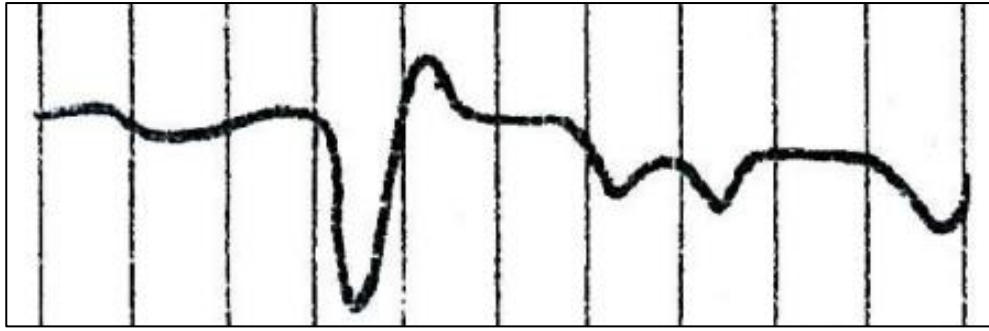


Рисунок 4.9 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №9

Рисунок 4.9 ілюструє криву диференційно-термічного аналізу проби №9, який підтвердил визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. Складна форма кривої спричинена наявністю декількох мінералів у пробі.

Фізичні властивості проби №10: колір чорний, риска чорна, твердість 4,5-5.

Таблиця 4.10 - Міжплощинні відстані (d , Å) та інтенсивність ліній (I) на рентгенограмах проби №10 і еталонних мінералів

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
10	4,24				
20	3,41	10	3,40	1	3,422
100	3,12			10	3,118
10	2,65	8	2,65	1	2,644
10	2,53	4	2,52		
40	2,42	8	2,41		
10	2,27	6	2,26		
8	2,06				
20	2,13				
6	1,99			4	1,954
5	1,83				
7	1,79	8	1,77	2	1,786
4	1,68	7	1,70		
35	1,64	7	1,63		
15	1,55			8	1,555
8	1,54				
10	1,44				
8	1,43	7	1,425	6	1,434

Примітка: 1 – проба, дрібнозернистий агрегат; мінерали за довідником [16]: 2 – манганіт, 3 – піролюзит.

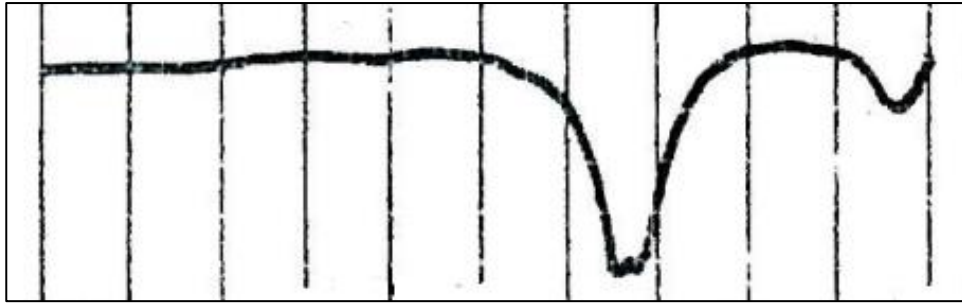


Рисунок 4.10 – Крива диференційно-термічного аналізу проби №10

На рисунку 4.10 відображена крива диференційно-термічного аналізу проби №10. Цей результат підтвердив визначення мінералів за допомогою рентгеноструктурного аналізу. Крива демонструє 2 ендотермічних ефекти.

Після визначення мінерального складу проб Нікопольського родовища було проведено порівняльний аналіз речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану. Результати наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану

Мінерали, визначені у Mn конкреціях Нікопольського родовища	Мінерали, відомі у Mn конкреціях дна Світового океану	Хімічний склад Mn конкрецій Нікопольського родовища	Хімічний склад Mn конкрецій дна Світового океану, за [17]
Піролюзит ¹ Манганіт ¹ Криптомелан ¹ Са-родохрозит ¹ Тодорокіт ¹ Кварц ¹ Вернадит ¹ Рамделіт ²	Бузерит Бернесіт Асболан Тодорокіт Романешит Піролюзит Вернадит Mn-фероксигіт Fe-вернадит Гетит	Mn – 17-63% P – 0,18-0,21%	Mn 22,3-23,5; Fe 4,5-5,7; Co 0,19-0,22; Ni 1,24-1,54; Cu 1,0-1,17; Zn 0,1-0,12

Примітка: 1 – мінерали, визначені в конкреціях при виконанні даної роботи, 2 – мінерали визначені іншими дослідниками.

З цієї таблиці видно, що між мінеральним та хімічним складом Mn конкреції Нікопольського родовища та Mn конкреції дна Світового океану є певна схожість та відмінність.

Наприклад, схожість мінерального складу є в тому, що в конкреціях обох типів зустрічаються такі мінерали як піролюзит, вернадит, тодорокіт. Однак, у рудах Нікопольського родовища піролюзит є головним мінералом, а у океанічних конкреціях – другорядним.

Відмінність стосується також манганіту та Са-родохрозит. У Нікопольському родовищі вони є розповсюдженими мінералами у конкреціях, в той час як у Mn конкреціях Світового океану цих мінералів немає. Крім того, відмінними мінералами з боку Нікопольського родовища є криптомелан, кварц. А з боку океанічних конкрецій – бернесит, бузерит, асболан, романешит, Mn-фероксигіт, Fe-вернадит та гетит.

Найголовніша відмінність хімічного складу полягає у значно більшому вмісті заліза у конкреціях Світового океану. Крім того, в них зазвичай містяться кобальт і нікель, що не є характерним для марганцевих руд Нікопольського родовища.

За вмістом фосфору у Mn конкрецій Нікопольського родовища показують результати у ~0,18-0,21% P, у той час як у Mn конкреціях дна Світового океану цей показник варіює у межах 0,031 - 0,38%. У розділі 2 відзначено, що було виявлено асоціації океанічних марганцевих покладів з фосфоритами. Іноді оксиди марганцю і фосфати утворюють тісне взаємне проростання, тому в деяких марганцевих покладах міститься багато фосфору, а у фосфоритах – марганцю.

Потрібно також зазначити, що хімічний склад океанічних марганцевих конкрецій різних регіонів не зовсім однаковий, пропорційний вміст різних металів у них варіює. Крім того, речовинний склад цих конкрецій

відрізняється в залежності від їх генезису – є відмінності між седиментаційними і діанегетичними конкреціями.

Висновки:

Проаналізовано речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану. За допомогою рентгенофазового аналізу в конкреціях Нікопольського родовища визначені наступні мінерали: піролюзит, манганіт, криптомелан, Са-родохрозит, тодорокіт, вернадит, кварц. Результати були підтверджені за допомогою диференційно-термічного аналізу.

Для мінерального складу манганових конкрецій дна Світового океану характерні мінеральні форми мангану, які збагачені водою (бузерит, вернадит, бернесіт) та залізом (Mn-фероксигіт, Fe-вернадит, гетит).

У мінеральному складі Mn-конкреції Нікопольського родовища та Mn конкреції дна Світового океану є певна схожість та відмінність. Схожість мінерального складу є в тому, що в конкреціях обох типів зустрічаються такі мінерали як піролюзит, вернадит, тодорокіт. Однак, у рудах Нікопольського родовища піролюзит є головним мінералом, а у океанічних конкреціях – другорядним. Відмінність стосується також манганіту. У Нікопольському родовищі він є розповсюдженим мінералом у конкреціях, в той час як у Mn-конкреціях Світового океану цей мінерал не зустрічається. Крім того, головними мінералами Нікопольського родовища є криптомелан, Са-родохрозит, які відсутні у океанічних конкреціях.

Найголовніша відмінність хімічного складу описаних вище конкрецій полягає у значно більшому вмісті заліза у конкреціях Світового океану. Крім того, в них зазвичай містяться кобальт і нікель, що не є характерним для манганових руд Нікопольського родовища.

Описані відмінності речовинного складу Mn конкреції Нікопольського родовища та Mn конкреції дна Світового океану пояснюються різними геохімічними умовами їх утворення.

ВИСНОВКИ

1. Нікопольське родовище марганцю, так само як і залізо-марганцеві утворення дна сучасних океанів, сформувалося в умовах морського басейну, в результаті таких процесів як седиментація та діагенез. Різні райони Світового океану відрізняються за кількістю і хімічним складом залізомарганцевих конкрецій (за співвідношенням Mn/Fe). У деяких марганцевих покладах міститься багато фосфору, а у фосфоритах – марганцю. Океанічні конкреції представлені трьома різновидами: седиментаційними, діагенетичними і седиментаційно-діагенетичними, що відрізняються за речовинним складом.

2. З нікопольських марганцевих руд можна отримувати пероксидні концентрати з високим вмістом двоокису марганцю, але проблемою при використанні руд родовища є присутність у них фосфору. Однією з фундаментальних проблем океанічного залізо-марганцевого мінералоутворення є розшифровка механізмів відкладення ультрадисперсних рудних мінералів марганцю та заліза та наступної їх еволюції до сучасного агрегатного стану у процесі зростання залізо-марганцевих відкладів. Більш детальне вивчення процесів формування манганових конкрецій Світового океану могло б допомогти розкрити фізико-хімічну природу фосфору в марганцевих рудах Нікопольського родовища.

3. Для вирішення завдання даної роботи необхідними та цілком достатніми методами аналізу стали рентгенофазовий аналіз та диференційно-термічний аналіз. Ці методи є доступними, точними, та в той же час інформативними.

4. Для мінерального складу манганових конкрецій дна Світового океану характерні мінеральні форми мангану, які збагачені водою (бузерит, вернадит, бернесіт) та залізом (Mn-фероксигіт, Fe-вернадит, гетит). Найголовніша відмінність хімічного складу описаних конкрецій різних

генетичних типів полягає у значно більшому вмісті заліза у конкреціях Світового океану. Крім того, в них зазвичай містяться кобальт і нікель, що не є характерним для манганових руд Нікопольського родовища. Описані відмінності речовинного складу Mn конкреції Нікопольського родовища та Mn конкреції дна Світового океану пояснюються різними геохімічними умовами їх утворення.

103-18-1 ФПНТ

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Никопольский марганцеворудный бассейн / гол. ред. Бетехин А.Г. М.: Недра. 1964. 532 с.
2. Семененко В.Н., Орловский Г.Н. Основные источники и этапы накопления марганца в Черном море в плиоцене-плейстоцене. Геологічний журнал. 2003. №1. с. 82-88.
3. Куцевол Л.И. Размещение фосфора в минеральных агрегатах продуктивного горизонта Никопольского марганцеворудного бассейна / Национальная горная академия Украины. Сборник научных трудов, 1999. №6. С. 174-177.
4. Панченко Н.А. Минералого-петрографическая и геохимическая характеристика и условия формирования марганцевых руд грушевско-басанского участка Никопольского бассейна / Автореф. дисертації
5. Веселов А.А. Изучение вещественного состава марганцевых руд Никопольского месторождения с целью установления возможности получения пероксидных концентратов, 1979. С 47-51.
6. Новиков Г. Железомарганцевые отложения в океане: от наночастиц до макрообъектов / Природа, 2019. №11. С. 39-49.
7. Ahmet Sasmaza, Vasyl M. Zagnitkob, Bilge Sasmaza. Major, trace and rare earth element (REE) geochemistry of the Oligocene stratiform manganese oxide-hydroxide deposits in the Nikopol, Ukraine / Ore Geology Reviews 126, 2020.
8. Металічні корисні копалини України / О.В. Грінченко та ін., ВПЦ «Київський університет», 2006. 156 с.
9. Никопольское месторождения (Mn) // URL: <https://infopedia.su/21x546d.html> (дата звернення 05.06.2022).
10. Базилевская Е.С. Феномен марганца на Земле. 2003. N 5 URL: http://vivovoco.ibmh.msk.su/VV/JOURNAL/NATURE/05_03/MANGAN.H TM (дата звернення: 05.06.2022).

11. Колокольцев В. Кувыркающиеся железомарганцевые конкреции на дне Финского залива / Природа, 2017. №10. С. 71-73.
12. Васильев Е.К., Нахмансон М.С. Качественный рентгенофазовый анализ, Новосибирск: Наука, 1986. С. 84-87.
13. Гайдукова В.С. Электронная микроскопия для решения практических геолого-минералогических задач. М.: Недра, 1983, 224 с.
14. Топор Н. Д., Огородова Л. П., Мельчакова Л. В. Термический анализ минералов и неограниченных соединений. М.: МГУ. 1987. 190 с.
15. Чернышова Н.Н., Воронова О.А. Основы аналитической химии и химического анализа, Томский Политехнический университет, 2012 (для геологов). 308 с.
16. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов, Москва, 1957, 862 с.
17. Сучков И. А. К минералогии железомарганцевых образований Индийского океана / Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2017, №1. С. 58-63.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			Документація		
1	A4	ТСТ.ОППМ.22.06.ПЗ	Пояснювальна записка	53	
2			Графічні матеріали		Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint	20	Слайди

103-18-1

ДОДАТОК Б

Відгук

на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра на тему
«Порівняльна характеристика речовинного складу манганових
конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану»
студента групи 103-18-1 Чорного Антона Сергійовича

Мета кваліфікаційної роботи полягає у аналізі особливостей речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану.

Актуальність теми роботи пов'язана з тим, що залишаються невирішеними деякі проблеми речовинного складу руд Нікопольського родовища, пояснення яким може бути знайдене при вивченні складу й процесів формування океанічних манганових конкрецій.

При виконанні кваліфікаційної роботи студентом були продемонстровані такі результати навчання як уміння збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю; виконувати геологічне дослідження штуфних проб, зрізків, відколів гірських порід та корисних копалин.

Кваліфікаційна робота виконана самостійно, на основі реальних даних, із застосуванням відповідних методів дослідження. Однак, при аналізі літератури і описі результатів досліджень інформацію подано недостатньо логічно і повно.

Завдання на кваліфікаційну роботу повністю виконане. Пояснювальна записка оформлена згідно з чинними стандартами.

Одержані результати можуть бути використані при проведенні досліджень розповсюдження різних мінеральних форм марганцю, фосфору і заліза у родовищах Нікопольського басейну.

Автор кваліфікаційної роботи Чорний Антон Сергійович заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації бакалавра з наук про Землю за освітньою програмою “Геологія”. Рекомендована оцінка, за умови активного захисту, “добре” (75).

Керівник роботи,
доцент кафедри ГРРКК

Куцевол М.Л.

ДОДАТОК В

Рецензія

на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра на тему
«Порівняльна характеристика речовинного складу манганових
конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану»
студента групи 103-18-1 Чорного Антона Сергійовича

Кваліфікаційна робота присвячена порівняльному аналізу речовинного складу мінеральних утворень мангану Нікопольського родовища та дна Світового океану.

Актуальність даної теми обумовлена тим, мінеральні ресурси Світового океану привертають все більшу увагу дослідників. Це стосується і залізо-манганових конкрецій, котрі, поряд із фосфоритами, вважаються найбільш перспективним для розробки видом сировини.

Завдання кваліфікаційної роботи відповідає вимогам освітньої програми підготовки бакалаврів зі спеціальності 103 Науки про Землю.

Робота містить наступні розділи: «Аналітичний огляд літератури за темою»; «Геологія і мінералогія Нікопольського родовища і манганових покладів Світового океану»; «Методика досліджень»; «Речовинний склад манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану». Пояснювальна записка оформлена з урахуванням чинних стандартів.

В роботі продемонстровані здатність здобувача застосовувати знання і розуміння основних характеристик, процесів, історії і складу Землі як природної системи; аналізувати склад і будову Землі; самостійно досліджувати природні матеріали в польових і лабораторних умовах.

Подана на рецензію робота відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт ступеня бакалавра і заслуговує на оцінку “добре”, а її автор – присвоєння освітньої кваліфікації бакалавра з наук про Землю за освітньою програмою “Геологія”.

Доцент кафедри загальної та
структурної геології, к.геол.н.

Нікітенко І.С.

ДОДАТОК Г

ДЕКЛАРАЦІЯ

академічної доброчесності здобувача вищої освіти

НТУ «Дніпровська політехніка»

Я, Чорний А.С. студент 4-го курсу, денної форми навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», спеціальності 103 Науки про Землю, освітньої програми «Геологія»:

– підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Порівняльна характеристика речовинного складу манганових конкрецій Нікопольського родовища і дна Світового океану» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у статті 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений;

– згоден на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет системи, а також на архівування роботи в базі даних цієї роботи.

09.06.2022

Чорний А.С.