

**Національна академія наук України
Інститут геологічних наук**

ЯРЕМЕНКО ОЛЬГА ВІТАЛІЇВНА



УДК 553.494:553.087(477.42)

**ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗРОБКИ
ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД
УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

спеціальність 04.00.01 – загальна та регіональна геологія

Автореферат дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата геологічних наук

Київ
2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті геологічних наук НАН України

Науковий керівник: доктор геологічних наук, доцент, старший науковий співробітник **Ремезова Олена Олександрівна**, Інститут геологічних наук Національної академії наук України, завідувач відділу геології корисних копалин.

Офіційні опоненти: доктор геологічних наук, доцент, **Альохін Віктор Іванович**, Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, завідувач кафедри геології, розвідки та збагачення корисних копалин;

доктор геологічних наук, **Костенко Микола Михайлович**, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, завідувач відділу геології рудних та нерудних корисних копалин, голова Науково-редакційної ради Державної служби геології та надр України.

Захист дисертації відбудеться «27» січня 2021 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.162.02 в Інституті геологічних наук НАН України за адресою: Україна, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту геологічних наук НАН України за адресою: Україна, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б.

Автореферат розісланий «19» грудня 2020 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради Д 26.162.02
канд. геол. наук

 - Т.М. Сокур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Випереджаючий розвиток мінерально-ресурсної бази титану для забезпечення високотехнологічних напрямів промисловості залишається одним із пріоритетних завдань української економіки. У 2020 р. титан внесений Єврокомісією до переліку критичної сировини ЄС. Розсипи, з яких переважно видобувають ільменітові руди, поступово вичерпуються. Нові детально не розвідуються, а ті, що були виявлені і опошуквані у попередні роки, мають слабкі економічні показники. Тому всебічне вивчення та побудова геолого-генетичної моделі крупного Торчинського апатит - ільменітового родовища нового типу для вітчизняної титанової галузі з метою забезпечення його ефективної розробки в сучасних ринкових умовах, є безумовно досить актуальним та своєчасним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась у відділі корисних копалин Інституту геологічних наук НАН України. Обраний напрям досліджень узгоджений з проектами багаторічних програм НАН України за держбюджетною тематикою: «Основні рудоносні структури території України» (держ. р. №0113U001236) 2013–2016 рр., «Металогенія та прогнозна оцінка титану України» (держ. р. №0113U001236) 2012–2016 рр., а також, за пріоритетною та госпдоговірною тематикою: Договір № 1-09/15 від 01 вересня 2015 р. «Підготовка інвестиційно-привабливих об'єктів для вивчення та подальшого освоєння», 2015–2016 рр., Відповідальні виконавці: ТОВ «Укргеопошук» - ІГН НАН України.

Мета і задачі дослідження. *Метою досліджень* було уточнення геологічної будови Торчинського комплексного апатит-ільменітового родовища з розробленням: структурно-речовинної, еколого-геологічної (включаючи гідродинамічну), геолого-техногенної та геолого-економічної моделей, призначених для інформаційного забезпечення заходів щодо його ефективної експлуатації і закриття з додержанням вимог екологічної безпеки геологічного середовища. При цьому вирішувались такі основні завдання: 1) Аналіз і узагальнення стану геологічної вивченості об'єкту як фактографічної основи для переоцінки даних щодо геологічної будови і обґрунтування методології і методів розробки родовища; 2) Розроблення структурно-речовинної (з генетичною інтерпретацією), еколого-геологічною (включаючи гідргеологічну), геолого-технологічної і геолого-економічної моделей і схем; 3) Визначення перспектив комплексного використання руд Торчинського родовища; 4) Узагальнення отриманих результатів і розроблення технічних рішень і рекомендацій, спрямованих на оптимізацію заходів щодо освоєння родовища за напрямками: комплексна експлуатація (ільменіт, апатити, ванадій і скандій), екологічно безпечне закриття родовища (постмайнінг).

Об'єкт дослідження – рудоносна і перекриваюча товща Торчинського родовища апатит-ільменітових руд з супроводжуючим ванадій-скандійовим зруденінням.

Предмет дослідження – структурно-речовинні породні мінеральні геохімічні характеристики рудної товщі і перекриваючих відкладів, еколого-геохімічні

умови геологічного середовища і оцінка їх впливу і змін при експлуатації і закритті родовища.

Методи дослідження. Вибір геологічного об'єкту серед Іршанської групи родовищ проводився за рахунок геолого-економічного методу, який є перехідним етапом від пошуків до розвідки родовищ корисних копалин і полягає у визначенні промислового значення виявлених перспективних об'єктів. Проводився перерахунок хімічних аналізів порід (стандартні силікатні по штучних пробах із розвідувальних звітів). Цифрове структурно-геологічне та геолого-екологічне моделювання було модифіковане для родовищ залишкового типу і включає відображення таких характеристик: структурних поверхонь; потужностей відкладів; поверхонь стратиграфічних незгідностей; розподілу корисного компоненту. Модель створювалась за допомогою програмного комплексу «ArcMap» та Mathcad.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уточнено геологічну позицію Торчинського родовища, що розташоване на території Коростенського плутону, у південно-східній розширеній ендоконтактової зоні Володарського масиву габро-анортозитів та вплив серії розломів на формування ступеней рельєфу, на яких формувалась кора та відклади. Вперше встановлено новий генетичний тип титанових родовищ в Україні: залишково-суфозійний, який формується за рахунок підсилення підземних водопотоків, регульованих похилою поверхнею припіднятого західного блоку родовища, з ухилом на південний схід. Вміст ільменіту в західній частині родовища значно вищий, ніж у його східній частині. Тут же, в західній частині розвіданої площі, зосереджені всі блоки запасів високих категорій, тоді як блоки із позабалансовими запасами розташовані в її східній частині. Вперше введено поняття геолого-економічного картування і створені карти розподілу прибутку. Доведена доцільність комплексного використання руд Торчинського родовища за технологічною схемою, що передбачає видобування ільменітових і апатитових руд, як базових компонентів, а також супутнього цінного ванадій-скандієвого зруденіння; визначена принципова можливість використання каолінових утворень з одержанням каолінових та польовошпатових продуктів, що обґрунтовує підвищення рентабельності освоєння даного родовища. Вперше запропоновані вдосконалення для раціональної системи розробки Торчинського родовища шляхом послідовної проходки окремих відносно невеликих блоків замість запропонованої раніше проходки єдиного великого кар'єру загальною площею близько 10 км², з чим було пов'язано суттєві негативні екологічні наслідки, а саме формування великих депресивних лійок, зниження рівня водоносних горизонтів до 10 м та відповідного осушення ґрунтів і пошкодження рослинного ландшафту, накопичення великих обсягів відходів. Застосування запропонованого підходу, окрім мінімізації екологічних ризиків, зумовить зменшення терміну окупності витрат на освоєння родовища.

Практичне значення одержаних результатів.

Вперше виділений автором залишково-суфозійний тип, який може бути виявлений на інших родовищах в межах Українського щита, що дозволить наростити в подальшому мінерально-ресурсну базу титану за рахунок таких об'єктів. Розроблений новий підхід і методика переоцінки розвіданих раніше (за

старими критеріями) родовищ дають змогу значно збільшити рентабельність в сучасних умовах. На основі створеної моделі Торчинського залишкового родовища апатит-ільменітових руд обґрунтовано його рентабельність, перспективність та зменшено термін окупності, що підтверджується довідкою про провадження компанією «Титан Апатитова Група».

Особистий внесок здобувача. В основу роботи покладені матеріали, які були автором безпосередньо зібрані, систематизовані, та проінтерпретовані. Автором виконано попередні розрахунки та створена база даних, що включає опрацьовані фактографічних матеріалів зі звітів - 1922 свердловини, на основі якої розроблені авторські моделі об'єкту дослідження цифрова структурно-речовинна (з генетичною інтерпретацією); еколого-геологічна (включаючи гідрогеологічну модель); геолого-технологічна (з урахуванням геолого-економічних аспектів), які становлять методолого-методичну основу для інформаційного забезпечення заходів щодо його ефективної експлуатації та екологічно прийняттого постмайнінгу.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації апробовано на міжнародних та державних науково-практичних конференціях: міжнародна конференція на тему «Фундаментальне значення і прикладна роль геологічної освіти і науки», присвячений до 70-річчя геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. м. Львів, 2015р.; молодіжна наукова конференція «Сучасні напрямки геологічних досліджень в Україні», м. Київ, 2015 р.; друга міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування», м. Київ, 2015 р.; IV міжнародна конференція Geoinformatics 2016, 10-13 травня 2016 р., м. Київ; III міжнародний геологічний форум «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво», 15-20 серпня 2016 р., с. Коблево, Миколаївська обл., Україна; III науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» 4-7 жовтня 2016 р. м. Трускавець, Україна; IV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів». 12-13 квітня 2017 року, м. Житомир, Україна; Науково-практична конференція «Наукові читання 2019», Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна. 17 травня 2019 р.; Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Ринок землі: реалії та очікування», Поліський національний університет, 25-28 травня 2020 р., м. Житомир, Україна. С. 43-45

Публікації. За темою дисертації опубліковано 29 наукових праць, з яких 8 статей, з них 1 одноосібна. 6 статей входять до переліку фахових видань України, 2 статті що додатково відображають зміст дисертації, 21 публікації є матеріалами та тезами наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація загальним обсягом 170 сторінок, складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел в кінці кожного розділу та додатків. Робота містить 22 рисунки, 16 таблиць, 1 додаток та більше 100 найменувань у списку літератури.

Дисертаційну роботу виконано у відділі корисних копалин Інституту геологічних наук Національної академії наук під керівництвом доктора

геологічних наук Ремезової О.О., якому автор щиро вдячний за надання кваліфікованих консультацій та допомогу у вирішенні наукових проблем. Автор також висловлює подяку за численні консультації, поради, настанови та практичну допомогу, без яких написання дисертаційної роботи в її теперішньому вигляді було б неможливим, співробітникам Інституту геологічних наук Галецькому Л.С., Охоліній Т.В., Василенко С.В., Науменко У.З., Кузьманенко Г.О., Сіренко О. А., Хрущову Д.П., співробітнику ДНВП «Геоінформ України» Мельнику І.В. Окрема подяка за консультації та постійну підтримку автор висловлює Комському М.М. співробітнику Державної комісії з експертизи геологічних проектів та кошторисів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, наукову новизну і практичне значення результатів, викладені основні наукові положення до захисту, наведені дані про апробацію і структуру роботи.

У першому розділі «**Аналіз раніше проведених досліджень**» проаналізовано історію дослідження Торчинського родовища апатит-ільменітових руд. Вивченням Коростенського плутону займалися такі відомі дослідники як: В.С. Соколов, В.І. Лучицький А.А. Полканов та інші. Перші знахідки підвищеного вмісту ільменіту в корі вивітрювання основних порід і алювіальних відкладів басейну р. Ірша належать проф. С.В. Бельському - 1924-29 рр. З 1944-49 рр. Н.Т. Вадимовим і В.І. Шунько здійснено геологічну зйомку масштабу 1:50000 Коростенського плутону, завдяки якій тримані перші відомості про підвищений вміст ільменіту в корі вивітрювання основних порід в околицях села Торчин.

У 1968 р. Житомирською експедицією на родовищі відбираються дві лабораторні технологічні проби (по каолінам первинним і жорстві). Позитивні результати збагачення руд кори вивітрювання довели доцільність попередньої розвідки, яка була виконана в 1970-1972 рр. У 1982-83 рр. виконана дорозвідка родовища Житомирською експедицією, у 1984 р. затверджено запаси в ДКЗ СРСР.

Окрім згаданих вище дослідників, в останні десятиліття вивченням родовищ даної групи займалися Л.С. Галецький та О.О. Ремезова, О.В. Митрохин, В.К. Корзун, М.М. Комський, С.П. Василенко, Т.В. Охоліна, І.В. Мельник та багато інших.

У другому розділі «**Методологія та методи досліджень**». Вибір геологічного об'єкту серед Іршанської групи родовищ проводився методом геолого-економічної оцінки, який є перехідним етапом від пошуків до розвідки родовищ корисних копалин і полягає у визначенні промислового значення виявлених перспективних об'єктів. Оціночні роботи проводились серед корінних та залишкових типів родовищ, де були проведені попередня та детальна розвідки, при геологічних дослідженнях масштабу 1:50000 (1:25000) та інших роботах. Після проведення геолого-економічної оцінки Торчинське родовище було виділено як перспективний об'єкт.

Хімічні (стандартні силікатні) аналізи порід взяті були з розвідувальних звітів, вони виконувалися по штуфних пробах. Було розраховано по зазначеним аналізам середні значення порід родовища, та враховані деякі фізичні властивості

порід каолінітового горизонту. Нормативні склади порід розраховано як мінали зазначених мінералів, зі застосуванням методу найменших квадратів. Вони також статистично оброблювались. На побудованих перерізах вміст ільменіту (у кг/т) розраховувався як середньозважений для каолінітового горизонту кори (він на родовищі розвинений повсюдно).

Цифрове структурно – речовинне та геолого-екологічне моделювання - особливості моделювання які модифіковані для родовищ елювіального типу, яке включає відображення таких характеристик: структурних поверхонь (підшви, покрівлі); потужностей відкладів; поверхонь стратиграфічних незгідностей; літостратиграфічного розчленування і літофацій, побудова розподілу корисного компоненту. Методологічною основою запропонованого моделювання є поєднання підходів трьох наукових дисциплін: формаційного аналізу системного підходу, математичного та комп'ютерного моделювання. Модель створювалась за допомогою програмного комплексу «ArcMap» та Mathcad.

У третьому розділі «**Геологічна будова району досліджень**» на підставі широкого огляду літературних та фондових джерел описано геологічну будову Коростенського плутону в межах якого знаходиться Торчинське родовище апатит-ільменітових руд.

Геологічна будова родовища визначається його місцеположенням у межах східного ендоконтакту Володарського масиву габро-анортозитів Коростенського габро анортозит-рапаківігранітного плутону. На габроїдах масиву розвинена кора вивітрювання кристалічних порід та осадові утворення кайнозойського віку. У розділі міститься літолого-петрографічний опис вищезгаданих комплексів, у стратиграфічній послідовності, у відповідності до загальноприйнятих для УЩ вікових схемах. На підставі широкого огляду літературних та фондових джерел описано геологічну будову Торчинського родовища.

Досить бідна – позабалансова рудоносність кори вивітрювання у східній низинній частині родовища знаходиться у повній відповідності з відносно небагатими тут на ільменіт материнськими кристалічними породами. Наявність значно багатшої на руду кори на підвищенні – у західній частині родовища, де материнські породи такі ж самі, у рамки стандартних процесів короутворення вже ніяк не вписуються. За результатами аналізу наявних фактичних даних був зроблений висновок що дане родовище сформувалося під впливом гіпергенних процесів, однак і при значному вкладі явищ, пов'язаних з динамічним режимом підземних вод в епоху утворення кори вивітрювання.

У четвертому розділі «**Рудоносність Торчинського родовища апатит-ільменітових руд**». Як вже зазначено, особливістю даного родовища є його вельми контрастна асиметрія: більш продуктивна західна частина, де зосереджені усі блоки промислових категорій, і менш продуктивна східна. Аналіз наявного геологічного матеріалу дозволив дійти до наступних висновків.

У західній частині у корі загалом суттєво більші вмісти ільменіту (однак, і менші апатиту). Тут же на заході, та у західному напрямку, спостерігається підвищення, як рельєфу денної поверхні, так і покрівлі кори вивітрювання (рис. 1). Спроба пояснити таку просторову асиметрію кори на родовищі більш багатими на руду корінними породами результатів не дала. Материнські породи скрізь тут практично однакові: і за набором та співвідношенням петротипів, і за

розподілом ільменіту. Як відомо, процеси вивітрювання, відтак і короутворення, підсилюються на схилах піднятій (а рельєф тут також асиметричний).

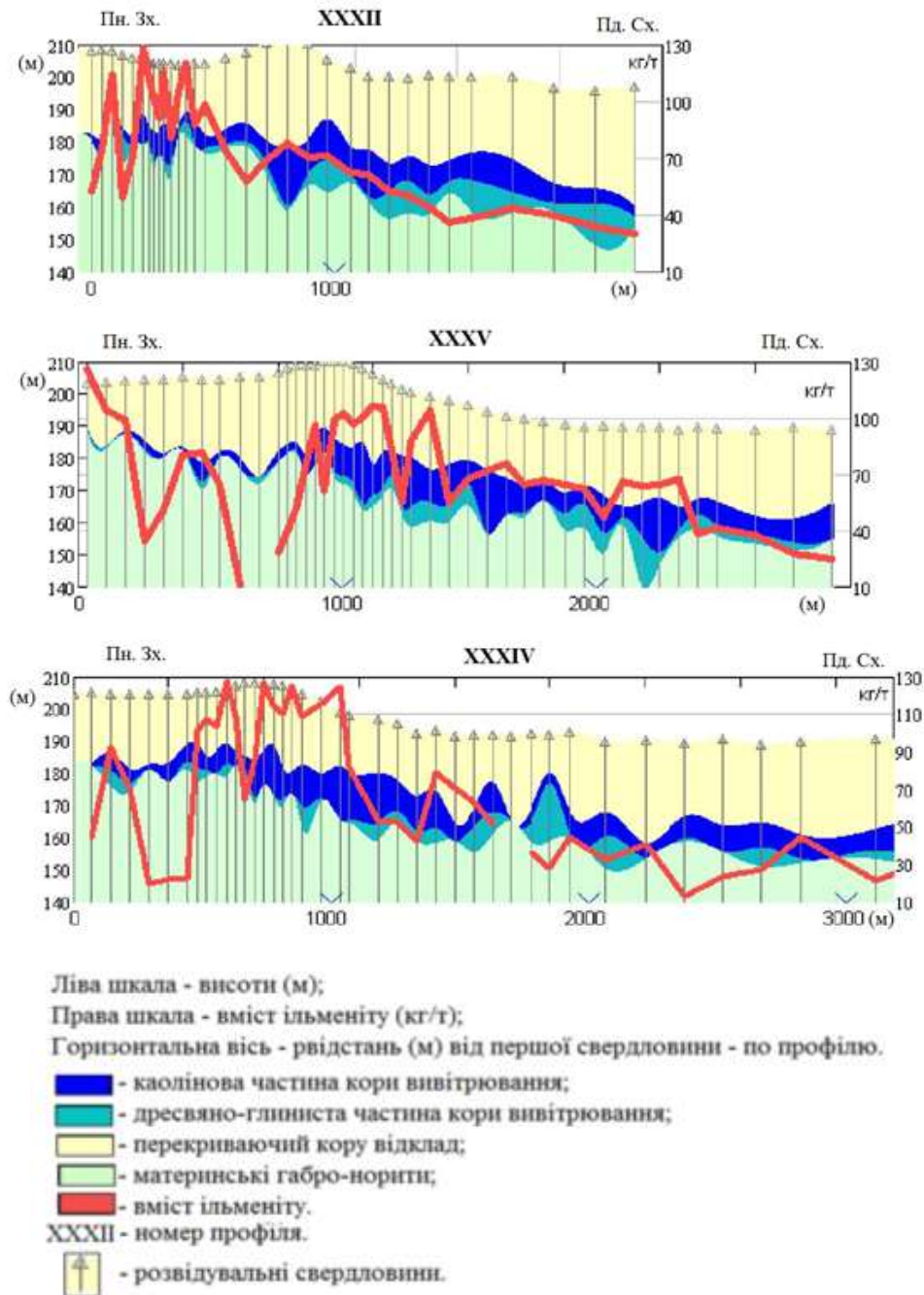


Рис. 1. Розрізи вхрест простягання Торчинського родовища (за аналітичними даними геологорозвідувальних робіт Житомирської геологічної експедиції, 1970-1984 рр.)

Однак, як показують розрахунки, інтенсивніше вивітрювання не призведе до відносного збагачення ільменітом у такій мірі – що спостерігається. Воно ще може пояснити деяке помітне збагачення каолінітом, підсилення виносу лугів і лужних земель, збідніння апатитом. Навіть по хімічним аналізам відносні (порівняно з корою східної частини) підвищення вмістів TiO_2 ледь помітні, якщо аналізи порівнювати у вагових відсотках. А якщо порівнювати ці ж аналізи перераховані у молекулярних відсотках, то така різниця практично зникає. Отже,

силами тільки вивітрювання, рудопрояву у корі не відбудеться, якщо нема рудопрояву у материнській породі.

Для утворення рудопрояву у таких умовах обов'язково потрібен винос ще й частини глинястої складової кори – глинястих часток, у першу чергу каолініту. Тоді вміст ільменіту, що залишається, буде впевнено зростати. Таке могло б статися у латеритному процесі. Але він тут виявлений не був.

Залишається останнє – механічний винос ультрадрібних глинястих часток напором ґрунтових вод, при його підсиленні на схилах. Це явище суфозії, воно загалом, давно відоме гідрогеологам та геологам-інженерам. Саме воно тут добре пояснює тяжіння зруденіння до схилів і підняття у межах родовища.

Такі міркування були б парадоксально-неправомірними, якщо кору розглядати як суцільне глинясте утворення, причому з дня свого утворення. Та вона не завжди була такою. Вона починала з вивітрілої основної кристалічної породи, яка при поступовому вивітрюванні все більш руйнувалася, зазнавала подрібнення, перетворювалася на жорстку, і лише зрештою поступово ставала тою каолінітовою корою, яку ми сьогодні бачимо.

У жорстк'яному стані порода цілком достатньо проникна, і у ній можуть формуватися напори підземних вод які, на схилах підняття, будуть цілком достатні для виносу глинястих новоутворень. Коли вже пустотний простір у породі «заросте», водні потоки і винос глинястих мінералів припиняться – подальша каолінізація піде своїм нормальним повільним шляхом. Та кора вивітрювання, на усіх своїх наступних стадіях формування, буде вже нести суттєво підвищений вміст ільменіту – буде рудоносною.

Викладене ілюструється на нижченаведеному рисунку 2, де показані статистично згладжені залежності потужності кори і середньозваженого вмісту у ній ільменіту від висот денної поверхні (ліворуч) і від висот покрівлі кори (праворуч).

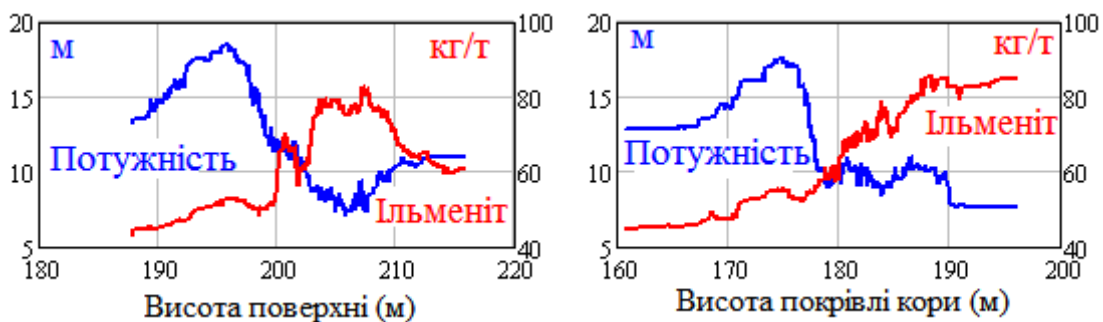


Рис. 2. Потужність кори та вміст ільменіту в залежності від зростання висоти зі сходу на захід: потужність кори - синя лінія, вміст ільменіту - червона лінія.

В обох випадках впадає помітна чітка зворотна залежність потужності кори й вмісту руди. Вона порушується лише у низу схилів та під ними. Вважаємо, що «роздув» кори, який тут утворився, є наслідком поверхневого змиву усіх порід, що виходили тоді на поверхню, з формуванням під схилами конусів виносу, шлейфів тощо. А зворотна залежність вказує, що суфозійний процес виносу, де він проявився – на схилах і піднятті, впливав і на потужність кори, у бік її стоншення. Винос апатиту при утворенні кори теж був підпорядкований суфозійним явищам.

У межах схилів, загалом інтенсифікуються усі процеси вивітрювання. Виявлена зворотна залежність ільменіту й потужності кори нам таку можливість надає. Позначимо вміст ільменіту в корі в низині - у віддаленні від схилу = $\Pi_m(0)$. Тут же - і потужність кори = $M(0)$, а потужність кори в заданій точці $\{i\}$ - на схилі, де кора стає тонкою. До стоншення кори не призводять процеси вивітрювання, а лише суфозія. А якщо так, то зростання вмісту ільменіту в цій точці - за рахунок лише суфозії буде таким:

$$\Pi_m(i) = \Pi_m(0) \frac{M(0)}{M(i)}$$

Розрахунки по формулі зведені (знов таки у статистично - згладженому вигляді) на графіках зображених на рисунку 3.

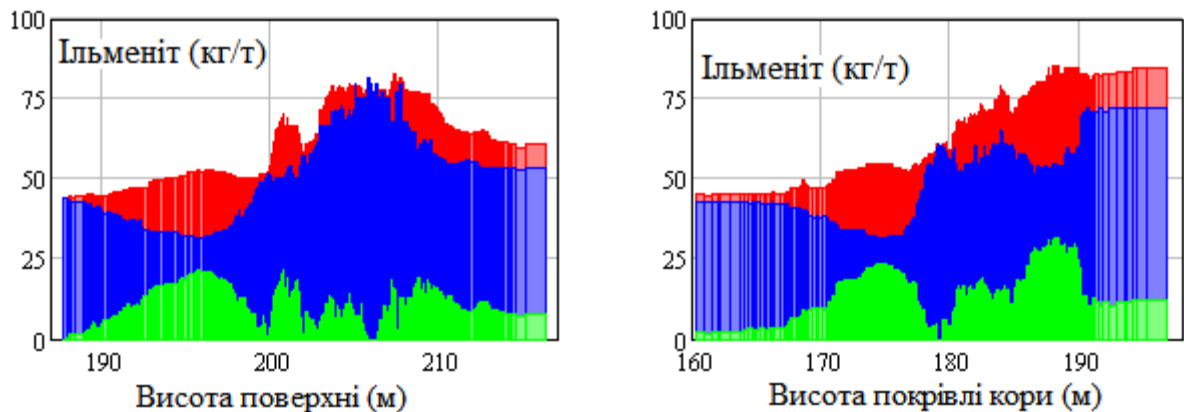


Рис. 3. Зображення розрахункових, по формулі, вмістів ільменіту: утворених лише за рахунок суфозії (верхня границя синьої області); фактичних (реальних) вмістів ільменіту (верх червоної області); верхня границя зеленої області внизу – це різниця перших двох вмістів (розрахованого від реального) ільменіту.

Вочевидь, внесок суфозії у вмісті ільменіту з кори на схилах (західний фланг родовища) є основним і переважаючим. Верхня границя зеленого поля показує внесок інших факторів вивітрювання. Він значно менший і вплив його значно менш закономірний.

Введено поняття геоекономічного картування. По родовищу були взяті розрахунки необхідних витрат: на зняття одиниці обсягу (1 м^3) розкриву, видобутку 1 м^3 руди, виділення важкої фракції з 1 м^3 , на збагачення й доведення концентрату. Була задана вартість одиниці (умовно 150\$ за 1 т) ільменіту. Проведені розрахунки різниці між вартістю ільменіту й сумою витрат, що мають бути понесені при видобутку й вилученні одиниці ільменіту. Результати, які виражають чистий прибуток (у \$) приведені до розміру стовпчику рудного тіла й розкриву, з перерізом в 1 м^2 , по кожній свердловині. Ці результати, у згладженому сплайном вигляді, зведені на нижче представлений карті (рис. 4).

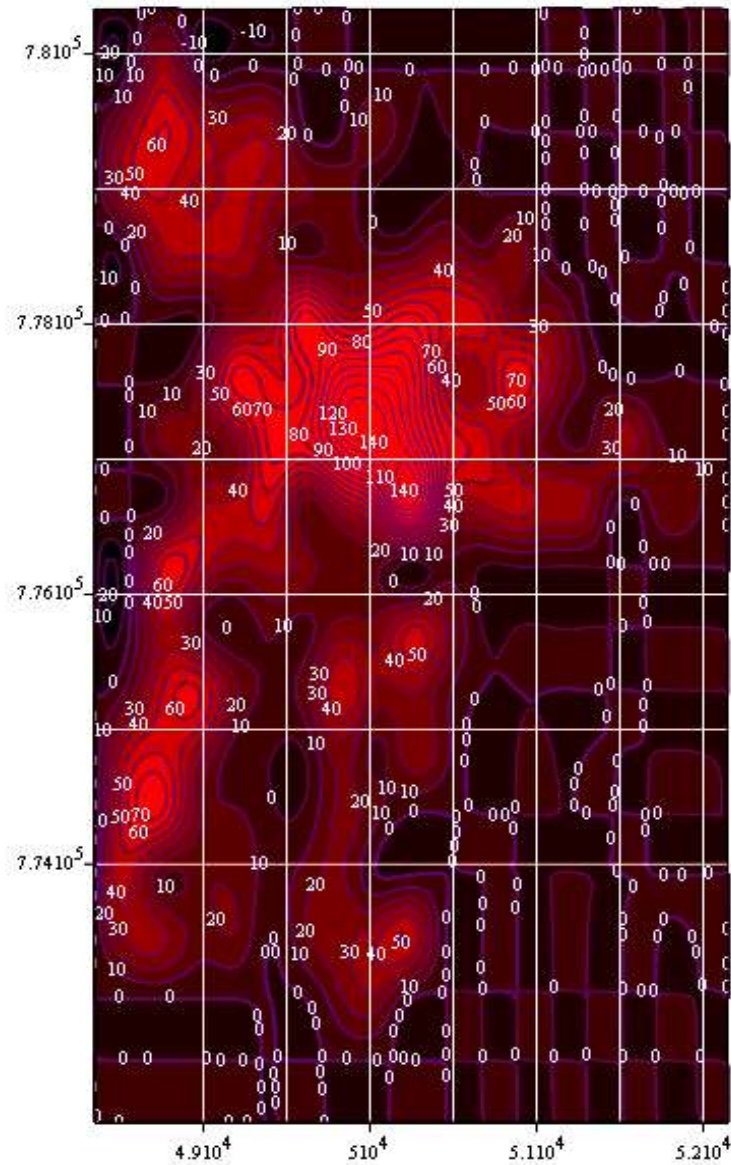


Рис. 4. Карта розподілу прибутку на території родовища.

Вона, як і саме поняття, а також і процедура геоeкономiчного картування, вводиться вперше. Така ж карта була складена i для «питомого прибутку» - прибутку, що дає одиниця рудного тiла (1 м^3 кори на родовищi).

У п'ятому роздiлi «Комплексне освоєння Торчинського родовища апатит-iльменiтових руд». Продуктивний горизонт на родовищi пов'язаний з корою вивiтрювання гiрських порiд основного складу. До руд кори вивiтрювання вiдносяться первиннi каолини, жорства i вивiтрiлi габро. Всi вони є продуктом фiзико-хiмiчного вивiтрювання основних материнських порiд, що вмищують iльменiт, розрiзняються у межах родовища тiльки кiлькiсним сiввiдношенням первинних породоутворюючих i вторинних мiнералiв, також є природними рiзновидами одного технологiчного типу руди.

Дослiдження технологiчних властивостей i речового складу руди кори вивiтрювання проводилися в 1968 р. ГРЕДМЕТ, м. Москва, в 1972 р. i 1975 р. ИРом, м. Сiмферополь, в 1977 р. - ИРом спiльно з Иршанський ГЗК МЦМ СРСР

Всього на родовищі вивчено 10 укрупнених лабораторно-технологічних проб вагою від 300 до 2000 кг і одна дослідно-промислова проба вагою 4 800 т.

Підтверджена в напівпромислових умовах технологічна схема збагачення є єдиною для всіх літологічних різновидів руд. Схема включає наступні операції: дезінтеграцію, подрібнення недезінтегрованої частини руди до +3 мм, обесшамлювання, збагачення зернистої маси на гравітаційних апаратах, магнітну сепарацію гравітаційного концентрату, подрібнення магнітної фракції до 0,3 мм, обесшамлювання, сушку і доведення (вилучення фосфору) чорного ільменітового концентрату електричною сепарацією. Немагнітна фракція є джерелом отримання апатитового концентрату.

Дослідженнями встановлено можливість флотації апатиту на оборотній воді, яка за своїм хімічним складом не має корозійних властивостей, нешкідлива для обслуговуючого персоналу і не вимагає спеціальних заходів очищення, крім відстоювання у хвостосховищі. У процесі збагачення руда розділяється на зернисту частину і шлами. Зерниста частина руди складається з ільменіту, апатиту, титаномагнетиту, не повністю вивітрілих польових шпатів, кварцу, піроксену, біотиту, гідроокису заліза тощо.

У шламах переважають глинисті мінерали – каолініт а також гідрослюди, монтморилоніт, хлорит, нонтроніт і мінерали дрібнозернистої частини руди з розміром частинок менше 0,03.

Застосування розробленої схеми збагачення дозволяє рентабельно отримувати ільменітовий концентрат (після подрібнення до 0,2 мм та електричної сепарації). А також, разом з ільменітом, і апатититовий (після флотації) концентрат. Навіть за умов зубожіння апатитом кори вивітрювання. Встановлено доцільність широкого комплексного використання руд Торчинського родовища, окрім традиційних ільменітового й апатитового концентратів, вигідно буде вилучати з ільменіту супутні рідкісні цінні компоненти – скандій і ванадій. Також визначено принципову можливість використання каолінових утворень для одержання каолінових і польовошпатових продуктів.

У шостому розділі **«Розподіл ільменіту та виділення першочергових ділянок для розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд шляхом GIS-моделювання»**. Встановлення границь блоків з економічно та екологічно обґрунтованими характеристиками було здійснено шляхом побудови геоінформаційних моделей. Одним з нових елементів створюваної моделі є розподіл значень локальної продуктивності кори ільменіту на родовищі. Локальна продуктивність кори - кількість рудного компоненту (ільменіту) у вертикальному стовпчику продуктивної частини розрізу, з перерізом площею 1 м². Картування цього параметру дає просторовий розподіл запасів родовища. Значення цього показника розподілені нерівномірно: максимальні значення 1621-3843 кг/м² зафіксовані в межах північно-західної частини родовища а в східній частині родовища 100-300 кг/м².

Другим параметром, який суттєво впливає на економіку розробки є потужність продуктивного пласта. Потужність розкриву є третім параметром, який визначає економіку робіт. В межах боків категорії А+В вона змінюється в широких межах: від перших десятків сантиметрів до 38,7 м.

Для виділення блоків з оптимальними економічними і геологічними параметрами обчислювався інтегральний показник, який розрахований як різниця між умовною вартістю ільменітового концентрату і витратами на виконання розкривних робіт і переробки продуктивного пласта. Розподіл величини інтегрального показника наведено на рисунку 5. Найбільш рентабельні зони зафарбовані зеленим кольором.

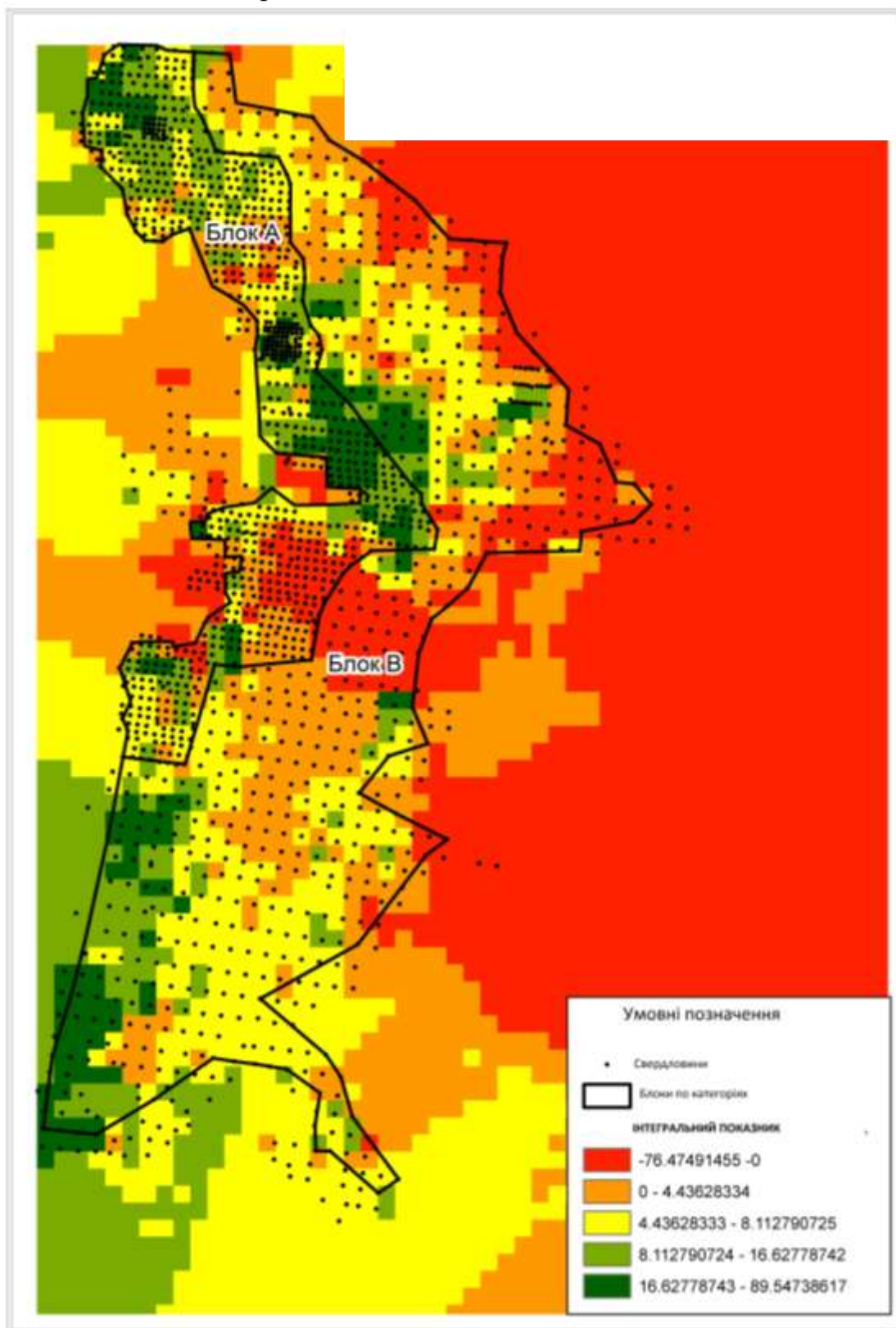


Рис. 5. Розподіл величини інтегрального показника на родовищі.

Розподіл блоків по чергах здійснено у відповідності до значення рентабельності розробки, визначеної за допомогою інтегрального показника, що забезпечує раціональну послідовність та екологічну безпеку при розробці родовища.

Блоки з максимальною рентабельністю видобутку ільменітових руд (перша черга), розташовані в західній частині родовища (рис. 6).

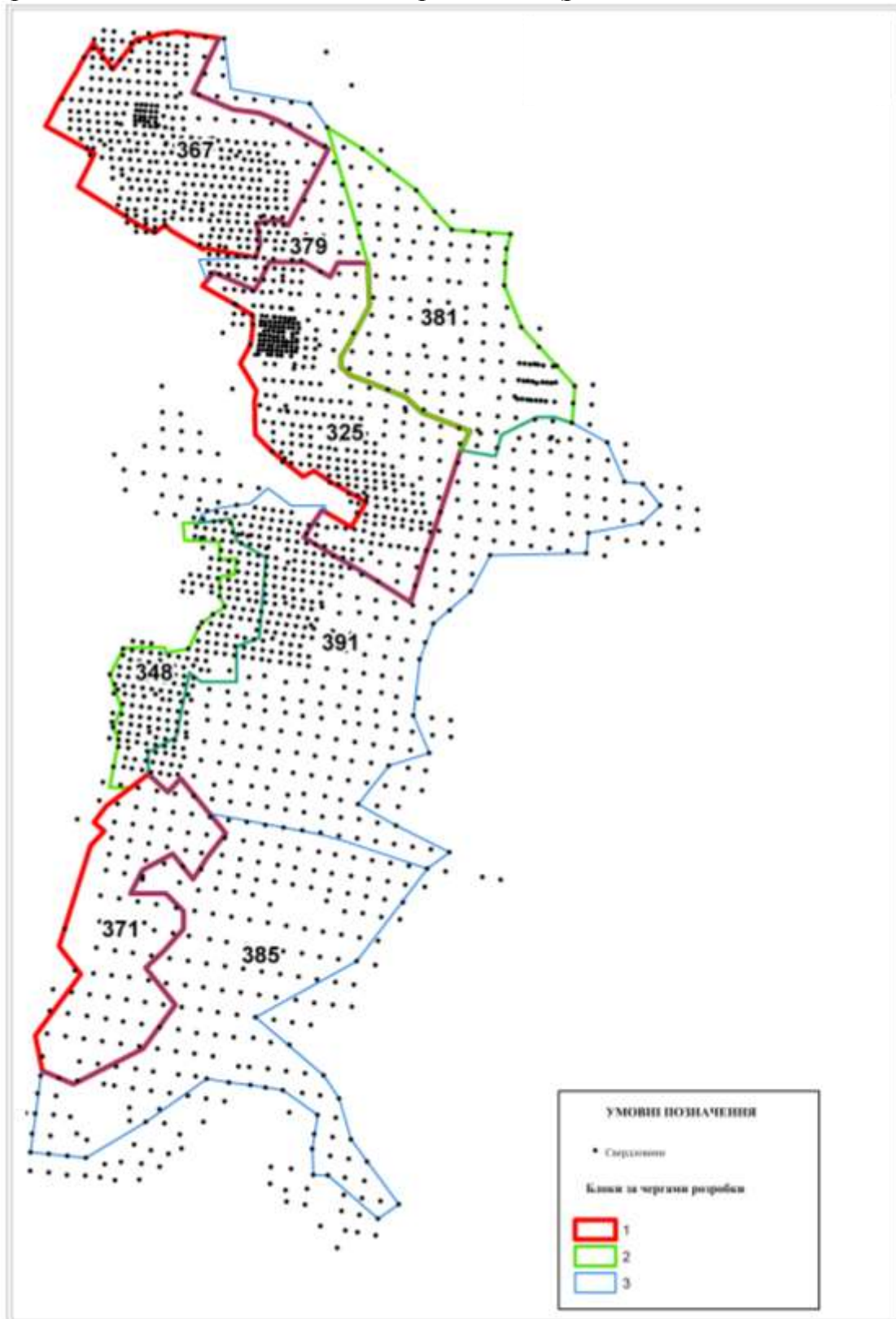


Рис. 6. Ділянки за чергами розробки.

Аналіз параметрів виділених блоків показав, що найкращими за геолого-економічними показниками є блоки: 325, 371, 367, їх геологічні характеристики представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні геологічні характеристики перспективних блоків

ХАРАКТЕРИСТИКА БЛОКУ	БЛОК 325	БЛОК 371	БЛОК 367
Об'єм руди, м ³	16248601	10012924,05	10401977,82
Об'єм розкриття, м ³	24662838	6686318.429	11773423.4
Запаси ільменітового концентрату, кг	1,86*10 ⁹	1002178620	1069298356
Запаси апатитового концентрату, кг	45867950	41965068,45	57103259,17
Середня потужність пласта, м	13,98	12,1	9,9
Середня потужність розкриття, м	21,2	8,0	11,2
Площа блоку, м ²	1162081	830836.98	1048017.038
Об'єм виймання, м ³	40911439	16699242.48	22175401,22

У цьому розділі «Оцінка впливу розробки родовища на стан навколишнього природного середовища». Гідрогеологічні умови розробки родовища. Досвід експлуатації дослідно-промислового кар'єру та виконані заміри водопритоків води вказують на сталий режим фільтрації, що визначає стабільність водопритоків у меженний період (табл. 2.). Стабілізація обґрунтовується рівністю природних ресурсів у межах сформованого радіусу впливу і радіального потоку по периметру кар'єру.

Тому прогноз водопритоків у проектний кар'єр за методом гідрогеологічних аналогів виконаний на період повної стабілізації природних ресурсів і водопритоків.

Таблиця 2.

Основні параметри дослідно-промислового кар'єру

№ з/п	Основні параметри	Значення
1	Глибина кар'єру, м	27,5
2	Площа впливу депресивної воронки, м ²	616000
3	Потужність розкриття, м	16,7
4	Водоприток, м ³ /добу	5016
5	Відстань до поверхневого водотоку, км	6,0
6	Зниження рівня води, м	27,5
7	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	6,3

Розрахований сумарний водоприток до великого проектного кар'єру на прикінцевий термін його розробки складатиме: $Q = 2667 \cdot 2,7$ тис. м³/добу. Величина водопритоків відносно невелика, насоси сумарною продуктивністю у 35 л/сек зможуть підтримувати водовідлив. Але виникає проблема, пов'язана з стійким існуванням депресивної лійки, що суттєво впливатиме на рівень

грунтових вод на відстані до 6 км від борту кар'єру. Зниження рівня ґрунтових вод на 1 м здатне привести до дегенерації природних ландшафтів, а в межах території, де рівень впаде нижче 3 м сільськогосподарське виробництво стане неможливим. В колодязях населених пунктів цієї зони вода існуватиме лише протягом весняного підйому ґрунтових вод.

При видобутку в межах запропонованих ділянок картина суттєво змінюється. Скорочення площі розробки та поступовий рух виїмки по блоку, як показує побудована модель, зменшує зону впливу до 500 м. Крім того, лійка постійно переміщується по мірі відпрацювання кар'єру, не затримуючись в постійних межах більше, ніж на 1 рік. Водоприпливи в такому кар'єрі завдяки його площі не мають суттєвого значення.

Гірничотехнічна рекультивація кар'єру. Гірничотехнічна рекультивація припускає проведення комплексу робіт і заходів щодо засипки розкритими породами гірничих виробок, які утворилися при розробці кар'єру по видобутку ільменіту, плануванню площ до позначок близьких за величиною до колишніх позначок рельєфу місцевості, які були до початку ведення гірничих робіт.

Загальна площа земель, відчужених під кар'єр становить 317 га.

Згідно технології розкритих і видобувних робіт, розкриті породи по безтранспортній системі розробки екскаваторами Hyundai ЕШ-10/70 і ЕШ-6.5/45 укладаються у вироблений простір кар'єру. Хвости збагачення рудних пісків, за винятком перших двох років, гідротранспортом подаються також у вироблений простір, що забезпечує заповнення останнього породами ще в процесі ведення гірничих робіт і проведення робіт із рекультивації площ задовго до закінчення гірничих робіт. Це різко скорочує обсяги гірничих робіт у період проведення гірничотехнічної рекультивації.

Ця технологія дозволяє зберегти рельєф із позначками поверхні, близькими до існуючих до відчуження земель під кар'єр.

При здійсненні робіт з рекультивації зберігається незначний ухил поверхні відповідно до первинного рельєфу місцевості у північному напрямку, що забезпечує поверхневий стік атмосферних вод до річки Велика Вись.

Технічна рекультивація кар'єрного поля здійснюється шляхом розрівнювання всередині кар'єрних відвалів розкритих порід за допомогою екскаватора типу драглайн із засипанням виїмок і подальшим плануванням поверхні бульдозерами.

Ландшафти Українського Полісся, в межах якого розташовано родовище, мають такі характеристики: рослинність представлена сосновими та мішаними лісами, які чергуються з луками, що приурочені до річок та понижень у рельєфі. Доволі характерними є невеликі болота. Ґрунти сірі лісові, дерново-підзолисті, з невисокою родючістю. Ґрунти підстилаються флювіогляціальними пісками. Їх потужність не перевищує 15 метрів. Під ними залягають вивітрені породи кристалічного фундаменту. Подібний розріз визначає гідрогеологічну ситуацію району. Повноцінні напірні водоносні горизонти відсутні. Основним джерелом живлення є ґрунтові води, незахищені від поверхневого впливу. Сільськогосподарська освоєність території складає 70 %.

За даними радіометричної зйомки руди і породи родовища характеризуються низкою активністю - від 5-8 до 15-20 мкР/год і в цілому знаходиться на рівні фону, що був до Чорнобильської аварії (в середньому 11-14 мкР/год).

Виходячи з даних умов, розробка родовища здійснюється з мінімальним впливом на ландшафти. Для мінімізації зони пониження рівнів ґрунтових вод, яка виникає при водовідливі з кар'єру передбачається видобуток у кар'єрах з невеликою площею і рекультивацією відпрацьованої частини кар'єру. Для мінімізації шкідливих викидів у ґрунтові води та гідро мережу основний етап збагачення здійснюється сухим методом без застосування великої кількості води. Використання шкідливих для оточуючого середовища реагентів не передбачається. Всі розкривні породи під час експлуатації складуються у зовнішні відвали, а потім повертаються у відроблений простір. При розкритті кар'єру ґрунтовий шар складається окремо від розкривних порід. Після вилучення продуктивних шарів рекультивація відбувається так, щоб ґрунтовий шар був розподілений наближено до первинного стану.

Передбачувана технологія видобутку та збагачення не дає викидів шкідливих речовин в атмосферу, внаслідок чого вплив підприємства на атмосферу відсутній.

Завдяки невеликим обсягам кар'єру вилучення земель із сільськогосподарського використання здійснюватиметься на відносно короткий період. Застосована технологія рекультивації дасть можливість без суттєвих додаткових заходів повертати землю у сільськогосподарське виробництво.

На об'єкти інфраструктури – дороги, будівлі, інженерні споруди – видобувні роботи негативного впливу не здійснюють.

ВИСНОВКИ

1) Встановлено, що ендоконтактова зона Коростенського плутону відзначається в місці розташування Торчинського родовища наявністю субпаралельної серії розривних порушень з опірючими та субортогональними розривами. Диференційовані рухи відбувалися по зазначеним розривам в т.ч. і у мезозой-кайнозой, коли формувалася кора вивітрювання та формувався сучасний рельєф. Ці рухи призвели до сходинковості рельєфу та розвитку схилових процесів в попередні епохи, що сприяли утворенню промислового зруденіння Торчинського родовища.

2) Є певні відмінності у складі каолінових порід двох висотних груп, при висоті залягання покрівлі кори нижче приблизно 175 м (східна частина родовища) і вище 175 м (західна піднесена частина). Вони, насамперед, проявлені суттєвим зростанням вмістів ільменіту у підвищеній частині. Завдяки цьому можна зробити припущення, що ільменіт накопичувався залишковим шляхом, при механічному винесенні з товщі породи тонких глинистих часток підземними водами – прояві суфозійних процесів. Та, у якійсь мірі, при хімічному розчиненні ряду провідних мінералів материнських порід. Ці процеси протікали на схилі підняття ще у жорсткій корі в епоху її формування.

3) Рентабельність освоєння родовища підвищиться завдяки комплексному використанню ряду супутніх корисних компонентів на родовищі, зокрема ванадію та скандію. Не менш важливим є запропонована схема одержання товарних каолінів, а також вилучення польвошпатової сировини, що потребує додаткових технологічних досліджень у майбутньому.

4) Гірничо-геологічні характеристики виділених автором блоків дозволять значно підвищити визначену раніше рентабельність майже в три рази з 8% до 30% а окупність зменшити з 12 до 3 років. Це гарантує тривалу й успішну роботу кар'єрів, і забезпечує подальшу послідовну розробку всієї площі по запропонованій автором схемі.

5) Екологічний вплив на оточуюче середовище мінімальний. Депресивні лійки, які мають суттєвий вплив на ландшафти та якість життя населення не виходять за межі 500 метрового радіусу впливу та існують на територіях не довше року. Їх переміщення пов'язане з тим, що рекультивация кар'єрів відбувається паралельно з видобутком.

6) Розробка родовища кар'єрним способом повинна здійснюватися невеликими ділянками, починаючи із запропонованих блоків: 325, 367, 371, а в подальшому блоків наступної черги, що забезпечить високу продуктивність робіт, мінімальний вплив на оточуюче природне середовище та розвиток мінерально-сировинної бази для титанової галузі України.

7) На основі створених моделей Торчинського залишкового родовища апатит-ільменітових руд, обґрунтовано його рентабельність, перспективність та зменшено термін окупності, що підтверджується довідкою про впровадження (рис. 7).

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ТИТАН-АПАТИТОВА ГРУПА»

Адреса: 02125, м. Київ, бульвар Перова, будинок 15-В; ЄДРПОУ: 33233445
тел.: +38 067 242 16 15, ел. пошта: dexatorien@inbox.ru

Вих. № 445/16 від " 14 " квітня 2016 р.

ДОВІДКА

**Про впровадження результатів дисертаційної роботи
Яременко Ольги Віталіївни**

**«Геологічні умови формування та розробки Торчинського
родовища апатит-ільменітових руд Українського щита»**

Робота виконана в Інституті геологічних наук НАН України в рамках держбюджет **«Геологічні умови формування та розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд Українського щита»** ни» держ.р. № 0112V00830 (2012-2016 рр.), науковий керівник, проф. Л.С.Галецький.

На основі проведених науково-дослідних робіт вперше в Україні розроблена модель Торчинського родовища, за результатами роботи побудовані карти:

- карта розподілу інтегрального показника;
- карта розподілу вертикального запасу ільменіту;
- карта розподілу потужності продуктивного горизонту;
- карта потужності розкривних порід;

Дана довідка не є підставою для будь-яких фінансових зобов'язань з обох сторін.

Директор ТОВ «Титан-апатитова група»




Д.О. Нікулін

Рис. 7. Довідка про впровадження

Список опублікованих праць за темою дисертації:

Статті в наукових фахових виданнях:

1. Ремезова Е.А., Василенко С.П., Свивальнева Т.В., **Яременко О.В.** Условия накопления циркона в титан-циркониевых месторождениях Приднепровской россыпной зоны Украины. Вестник Воронежского Университета, Серия: Геология. Вып. 3. 2014. С. 79-84. *(Особистий внесок – аналіз літератури щодо попередніх досліджень родовищ Придніпровської розсипної зони, висновки.)*
2. Галецкий Л. С., Хрущев Д.П., Ремезова Е.А., **Яременко О.В.**, Кравченко Е.А. Современная трактовка геологического строения Пержанского касситерит-колумбитового месторождения. Геол. Журнал. №3(356). 2016. С. 7-20. *(Особистий внесок – збір та формування електронної бази даних для подальших побудов моделей Пержанського родовища)*
3. Комський М.М., Ремезова О.О., **Яременко О.В.**, Охолина Т.В., Василенко С.П. Геология та особливості рудоконцентрації перспективного Торчинського родовища ільменіту. Мінералогічний збірник. № 55. Вип. 1, 2016. Львів. С. 16-28. *(Особистий внесок – збір необхідних даних та формування електронної бази даних (1922 свердловини) для подальших побудов моделей Торчинського родовища, інтерпретація даних, висновки.)*
4. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України №4, 2016. С. 8-12.
5. Плотников О.В., Єфименко В.В., **Яременко О.В.** Радіоекологія родовищ залізистих кварцитів Кременчуцького рудного району. Пошукова та екологічна геохімія, №1 (17), 2016. Київ. С. 3-6. *(Особистий внесок – аналіз літератури щодо попередніх досліджень Кременчуцького рудного району та радіоекології родовищ.)*
6. Василенко С.П., Охолина Т.В., Ремезова О.О., **Яременко О.В.** Аналіз розподіл ільменіту у титанових родовищах шляхом GIS – моделювання (на прикладі Торчинського апатит-ільменітового родовища). Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Вип. 13, 2016. Київ. С. 4-16. *(Особистий внесок – автором виконано попередні розрахунки та створена база даних на основі якої розроблені авторські моделі об'єкту, які становлять методолого-методичну основу для інформаційного забезпечення заходів щодо його ефективної експлуатації та екологічно прийнятної постмайнінгу).*

Інші публікації за темою дисертації:

1. Remezova O., Vasylenko S., Okholina T., Yaremenko O. Elaboration of geological and technological models for rational development of titanium deposits. Modernization and engineering development of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2019. - 476 p. ISBN 978-973-741-645-2. *(Особистий внесок – створено бази даних стосовно Торчинського родовища з дійсною прив'язкою до світової системи координат, побудовано його комп'ютерну геолого-технологічну модель).*
2. Охолина Т.В., Ремезова Е.А., Науменко У.З., Василенко С.П., Кузьманенко Г.А., Яременко О.В., Александров А.Л., Новый подход к освоению Торчинского остаточного месторождения апатит-ильменитовых руд (Украинский щит). Титан. №3 (65). 2019. С. 4-7. *(Особистий внесок – в результаті аналізу створених автором моделей родовище розділено на блоки залежно від рентабельності видобутку. За геолого-економічними показниками виділено ділянки першочергового відпрацювання).*

Матеріали та тези конференцій:

1. Комський М.М., Ремезова О.О., **Яременко О.В.**, Охоліна Т.В., Василенко С.П., Геологія та особливості рудоконцентрації перспективного Торчинського родовища ільменіту. Матеріали міжнародної конференції на тему «Фундаментальне значення і прикладна роль геологічної освіти і науки», присвячений до 70-річчя геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. м. Львів, 2015. С. 185-186.
2. **Яременко О.В.**, Ремезова О.О., Комський М.М., Охоліна Т.В., Василенко С.П., Геолого–генетична модель Торчинського родовища ільменіту. Збірник матеріалів молодіжної наукової конференції на тему «Сучасні напрямки геологічних досліджень в Україні». м.Київ, 2015. С. 55-56.
3. Галецький Л.С., Нікулін Д.О., Ремезова О.О., Охоліна Т.В., **Яременко О.В.**, Інвестиційний об'єкт нового типу: Торчинське апатит-ільменітове родовище. Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». м. Трускавець, Україна, 2015. С. 73-76.
4. **Яременко О.В.**, Комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Матеріали третього міжнародного геологічного форуму «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво» 15-20 серпня 2016 р. с. Коблеве, Миколаївська обл., Україна, 2016. С. 329-331.
5. Мельник І.В., Нікулін Д.О., Охоліна Т.В., Ремезова О.О., **Яременко О.В.**, Новий підхід до збільшення економічної привабливості рудних об'єктів (на прикладі Торчинського родовища апатит-ільменітових руд). Матеріали третьої науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» 4-7 жовтня 2016 р. м.Трускавець, Україна, 2016. С. 129-133.
6. Василенко С.П., Охоліна Т.В., Ремезова О.О., **Яременко О.В.**, Розподіл ільменіту у титанових родовищах шляхом GIS – моделювання (на прикладі Торчинського апатит- ільменітового родовища). Матеріали IV міжнародної конференції Geoinformatics 2016 10-13 травня 2016р. м. Київ, 2016. на CD.
7. Галецький Л.С., Ремезова Е.А., Черниенко Н.Н., Науменко У.З., Александров А.Л., Василенко С.П., Охолина Т.В., **Яременко О.В.**, Металлогенический анализ перспективных рудоносных структур Украины. Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. Материалы Международной научной конференции, посвященной 215-летию со дня рождения И. Домейко. Минск 31 июля – 3 августа 2017г.-Минск: СтройМедиаПроект, 2017. С. 100-103.
8. Ремезова Е.А., Охолина Т.В., Василенко С.П., Науменко У.З., **Яременко О.В.**, Металлогения титана юго-запада Восточно-Европейской платформы. Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. Материалы Международной научной конференции, посвященной 215-летию со дня рождения И.Домейко. Минск 31 июля-3 августа 2017 г. Минск: СтройМедиаПроект, 2017. С. 207-210.
9. Vasylenko S., Okholina T., Remezova O., Naumenko U., **Yaremenko O.** Specific features of sedimentary genesis titanium mineralization (Ukrainian shield).

Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки в Респ. Беларусь, Брест, 25–27 сент. 2017 г.: в 2 ч. Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. К. Карабанов [и др.] ; науч. ред. А. К. Карабанов, М. А. Богдасаров. – Брест : БрГУ, – Ч. 1. 2017. Р. 34-37.

10. Охолона Т.В., Василенко С.П., **Яременко О.В.**, Моделювання розсіпних родовищ титану (на прикладі Красноріченського родовища). Матеріали VII Всеукраїнської молодіжної наукової конференції-школи «Сучасні проблеми наук про землю». 19-21 квітня 2017, м. Київ, 2017. С. 18-20.

11. Василенко С.П., **Яременко О.В.**, Ремезова О.О., Охолона Т.В. Комплексна прогнозно-металогенічна оцінка родовищ титану України. Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Четвертої міжнародної науково-практичної конференції: у 2 т. 6–10 листопада 2017 р., м. Трускавець. Державна комісія України по запасах корисних копалин.– К.: ДКЗ, 2017. – Т.1. С. 259-262.

12. Василенко С.П., Охолона Т.В., Ремезова О.О., **Яременко О.В.**, Деякі геолого-економічні аспекти промислового освоєння Торчинського родовища апатит-ільменітових руд пн.-зх. частини УЩ. Тези IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів», 12-13 квітня 2017 р. м. Житомир, Україна. 2017. С. 63-67.

13. Хрущев Д.П., Ремезова Е.А., Дудченко Ю.В., Охолина Т.В., **Яременко О.В.** Агрономические руды Украины. Проблемы геологии Беларуси и смежных территорий. Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Александра Семёновича Махнача, 21–22 ноября 2018 г.. Институт природопользования НАН Беларуси, ред. кол.: А.А. Махнач и др. Минск : СтройМедиаПроект, 2018. С. 183-185.

14. Хрущев Д.П., Ремезова Е.А., Ковальчук М.С., Лобасов А.П., Ганжа Е.А., Охолина Т.В., Крошко Ю.В., Василенко С.П., **Яременко О.В.** Структурно-литологическое моделирование россыпей тяжелых минералов украинского щита и прилегающих регионов . Проблемы геологии Беларуси и смежных территорий, Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Александра Семёновича Махнача, 21–22 ноября 2018 г. Институт природопользования НАН Беларуси, ред. кол.: А.А. Махнач и др. Минск : СтройМедиаПроект, 2018. С. 186-188.

15. **Яременко О.В.**, Умови розробки та раціональне використання земель Торчинського родовища апатит-ільменітових руд. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та шляхи їх вирішення», 7–8 червня 2018. Житомир, 2018. С. 336-340.

16. **Яременко О.В.**, Виділення першочергових ділянок шляхом GIS-моделювання для розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд. Науково-практична конференція “Наукові читання 2019”, Житомирський національний агроекологічний університет, 17 травня 2019 р. Житомир, Україна, 2019. С. 103-104.

17. Хрущов Д.П., Ремезова Е. А., Белевцев Р. Я., Азимов А. П., Лобасов А.П., **Яременко О.В.**, Кузьманенко Г.А., Информационные цифровые структурно-литологические модели перспективных геологических объектов. VI міжнародний геологічний форум «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво», 17-22 червня 2019 р. м. Одеса, Україна, 2019. С. 228-230.

18. Василенко С.П., **Яременко О.В.**, Рациональне використання земель комплексних родовищ важких мінералів українського щита. V Всеукраїнська науково-практична конференція “Сучасні технології землеустрою, кадастру та управління земельними ресурсами”, Національний авіаційний університет, 14-15 березня 2019 р. Київ, Україна, 2019. С. 82-83.

19. S.P. Vasylenko, **O.V. Yaremenko**. Rational using of the land of complex deposits of heavy minerals of Ukrainian Shield. XVIII the international conference on geoinformatics theoretical and applied aspects 13-16 may 2019, Kiev, Ukraine.

20. Khruschov, D.P., Remezova, E.A., Azimov, O.T., Belevtsev, R.Y., **Yakovlev, E.A.**, Yaremenko, O.V. Formational basis of the theory for information support of geological activity (2019) 18th International Conference; Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2019, стаття № 15995.

21. **Яременко О. В.**, Василенко С.П., Врахування розташування родовищ корисних копалин в межах сільськогосподарських угідь за допомогою GIS-моделювання. Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Ринок землі: реалії та очікування», Поліський національний університет, 25-28 травня 2020 р. Житомир, Україна, 2020. С.43-45.

АНОТАЦІЯ

Яременко О.В. Геологічні умови формування та розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд Українського щита. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія. – Інститут геологічних наук НАН України, Київ, 2020.

В дисертаційній роботі розглядається особливості геологічної будови Торчинського родовища, розміщеного в південно-східній ендоконтактовій частині Володарсько-Волинського масиву основних порід і приуроченого до розшарованої товщі габроїдів крайової фації, на яких розвинуті кори вивітрювання. Констатується закономірна кореляція розподілу ільменіту в корі вивітрювання з рельєфом денної поверхні і рельєфом покрівлі самої кори.

Найвищі концентрації ільменіту характерні для відносно підвищених частин кори вивітрювання і на схилах таких підвищень. Запропоновано механізм генезису такої мінералогічної і геохімічної зональності. Родовище не розробляли через великий термін окупності. Але, окрім апатиту й ільменіту, з руд Торчинського родовища можливо отримувати ванадій і скандій, а також каоліни як сировину для виробництва будівельних матеріалів. Комплексний характер цього об'єкта підтвердили результати комп'ютерного моделювання й геолого-економічні розрахунки. Проведені розрахунки, водночас, вказали шлях щодо скорочення терміну окупності до трьох років. Побудовано геолого-технологічну

модель родовища засобами GIS. Проаналізовано розподіл ільменіту в межах родовища, виділено блоки першочергового освоєння. Запропоновано порядок розробки окремих блоків з подальшою рекультивацією, що зумовлює економічну стійкість добувного підприємства від початку розробки до повного освоєння запасів родовища.

Ключові слова: залишкове родовище, ільменіт, кора вивітрювання, гіпсометрія поверхні, вертикальний запас, геолого-технологічна модель, інтегральний показник, елювій, каолін, жорства.

АННОТАЦИЯ

Яременко А.В. Геологические условия формирования и разработки Торчинского месторождения апатит-ильменитовых руд Украинского щита. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.01 - общая и региональная геология. - Институт геологических наук НАН Украины, Киев, 2020.

В диссертационной работе рассматриваются особенности геологического строения Торчинского остаточного месторождения ильменита, размещенном в юго-восточной части Володарск-Волынского массива основных пород и приурочено к расслоенной толще габброидов краевой фации, на которых развиты коры выветривания. Показана закономерность концентрации ильменита в толще коры выветривания от рельефа ее поверхности. Высокие концентрации ильменита характерные для относительно повышенных частей коры выветривания.

Месторождение не разрабатывали через большой срок окупаемости. Но, кроме апатита и ильменита, из руд Торчинского месторождения возможно получать ванадий и скандий, а также каолины как сырье для производства строительных материалов. Комплексный характер этого объекта подтвердили результаты компьютерного моделирования и геолого-экономические расчеты, что позволило уменьшить срок окупаемости до трех лет. Построено геолого-технологическая модель месторождения средствами GIS. Проанализировано распределение ильменита в пределах месторождения, выделены блоки первоочередного освоения. Предложен порядок разработки отдельных блоков с последующей рекультивацией, что приводит экономическую устойчивость добывающего предприятия от начала разработки до полного освоения запасов месторождения.

Ключевые слова: остаточное месторождение, ильменит, кора выветривания, гипсометрия поверхности, вертикальный запас, геолого-технологическая модель, интегральный показатель, элювий, каолин, жорства.

SUMMARY

Yaremenko O. V. Geological conditions of formation and development of the Torchyn deposit of the apatite-ilmenite ore of the Ukrainian shield. – Manuscript copyright.

Dissertation is for the degree of candidate of geological sciences, specialty 04.00.01 – general and regional geology. – Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2020.

In the dissertation the peculiarities of geological structure of Torchyn residual ilmenite deposit developed on the layered gabbroid body, are examined. On the deposit the lower and central zone of the body go to the erosion truncation that is reflected in the ilmenite and titaniferous magnetite distribution.

The presence of differentiated movements of sub-parallel fractures with branch faults and sub-orthogonal fractures determined the formation of step structure of relief where the mantle of weathering was developed.

The regularity of ilmenite concentration within the mantle of weathering depending of its relief is shown.

It is marked the disparity of high ilmenite concentrations in the mantle of weathering to the ore varieties of gabbroids in the layered series.

The highest ilmenite concentrations are characteristic for the relatively elevated parts of the mantle of weathering. On the slopes the partial decreasing of ilmenite content is taking place which is connected with the influence of wash-out of particles by underground waters. In conditions of the highest head of waters in the gruss horizon it is real the manifestation of internal erosion – the mechanical removal from the stratum of rock the fine clay particles by underground waters that is allow to select the specific process of ore forming on this deposit. Taking into account that this deposit is the second on the titanium reserves after Stremyhorod deposit, for the elaboration of the basis for its rational development it is need to research in details the connections of the relief of the mantle of weathering, erosion processes in the different geological epochs and ilmenite content in area and in cut.

This deposit didn't developed because of long-term payback period. Besides apatite and ilmenite it is possible to extract scandium and vanadium from the Torchyn deposit ores. The kaolin is also valuable component for production of building materials is in the Torchyn ores. So, complexity of the Torchyn deposit is confirmed by the results of computer modeling and geological - economical calculation. This allowed to decrease the payback period up to 3 years.

As a result of the conducted researches a database is created on a deposit with actual attachment to the world system of co-ordinates. The geological-technological model of deposit by GIS- facilities is built, the elements of which are the maps of vertical reserve distributing, thickness of ore layer and overburden, integral index that is expected as a difference between the conditional cost of ilmenite concentrate and charges on implementation of stripping works and processing of productive layer. Based on the created computer model, distributing of ilmenite is analyzed in Torchyn deposit and the blocks of the primary mastering are selected. The offered order of separate blocks development with subsequent recultivation gives an extractive enterprise economic stability from the beginning of development to the complete mastering of deposit's reserves.

Keywords: residual deposit, ilmenite, mantle of weathering, hypsometry of the surface, vertical reserve, geologic-technological model, integral index, eluvium, kaolin, gruss.

Підписано до друку 18.12.2020 р.
Формат 60x84/16 Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк 0,9
Наклад 100 прим Зам № 982

Свідоцтво суб'єкта про державну реєстрацію
ДК № 3402 від 23.02.2009 р.
Поліський національний університет, 2020
10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7