

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

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
103 – Науки про Землю

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.В. Яременко

Науковий керівник: **Ремезова Олена Олександрівна** доктор геологічних наук,
доцент, керівник відділу геології корисних копалин ІГН НАН України.

Київ –2020

АНОТАЦІЯ

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

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія (103–Науки про землю). – Інститут геологічних наук НАН України, Київ, 2020.

В дисертаційній роботі розглядається особливості геологічної будови Торчинського залишкового родовища апатит-ільменітових руд, приуроченого до розшарованої товщі габроїдів крайової фації.

Україна займає лідируючі позиції в Європі щодо запасів титану. Наша країна забезпечує розвіданими запасами титанової руди на півтора тисячоліття при сучасному рівні використання запасів. Крім того, титан у 2020 р. віднесений до критичної сировини ЄС. На даний час існує проблема в дефіциті руди, яка представлена "свіжим", нелейкоксенізованим ільменітом.

Ці руди зосереджені в родовищах залишкового та природного генетичного типів. Капітальні витрати на видобуток корисних копалин та будівництво переробного заводу для родовищ залишкового типу вимагають менших вкладень і часу, ніж для інших генетичних типів.

Запропоновано новий підхід до розробки Торчинського родовища, який дозволяє підвищити його економічну ефективність та знизити техногенне навантаження на оточуюче середовище в процесі видобутку.

Адміністративно Торчинське родовище апатит-ільменітових руд розташоване в північній частині Житомирської області на території Черняхівського, Коростишівського та Радомишльського районів.

Це родовище знаходиться у межах Волинського мегаблоку Українського щита на території південно-східної частини Володарськ-Волинського масиву основних порід.

Вибір геологічного об'єкту проводився за геолого-економічним методом, який полягає у визначенні промислового значення виявлених перспективних об'єктів.

Проводився перерахунок хімічних аналізів порід. Цифрове структурно-геологічне та геолого-екологічне моделювання було модифіковане для родовищ залишкового типу. Модель створювалась за допомогою програмного комплексу «ArcMap» та Mathcad.

В геологічній будові Торчинського родовища приймають участь нижньопротерозойські кристалічні породи фундаменту(нижній протерозой), мезокайнозойська кора вивітрювання (MZ-KZ) та розвинуті по ним осадові відклади кайнозою (KZ). Основні рудні поклади сконцентровані в корі вивітрювання.

У межах масиву габроїдні породи крайової фації мають великі ресурси бідних апатит-ільменітових руд із середнім вмістом P_2O_5 до 2,5% і TiO_2 — 3-4%. В той же час в каолінітовому горизонті східної частини родовища вміст ільменіту в середньому становить 30-40 кг/т, рідко зростаючи до 60 кг/т, то в західній частині даний горизонт збагачується понад 80 кг/т, досягаючи 200 кг/т, тобто зональність у корі вивітрювання не успадковує її від материнських порід.

Нижня і центральна зони тіла корінних порід виходять на ерозійний зріз, що відображається в розподілі ільменіту і титанового магнетиту. Фразу розширити, пояснити.

Наявність диференційованих рухів субпаралельних тріщин із розломами гілок та субортогональних тріщин визначило формування східчастої структури рельєфу там, де була сформована кора вивітрювання. Це призвело до розвитку схилових процесів та до видалення осадового матеріалу за межі тіл кори вивітрювання.

Показано закономірність концентрації ільменіту в корі вивітрювання залежно від рельєфу фундаменту, на якому вона формувалась.

Відзначається невідповідність високих концентрацій ільменіту в корі вивітрювання до рудних габроїдів шаруватої серії. Показано процеси формування цього явища.

Найвищі концентрації ільменіту характерні для відносно підвищених частин кори вивітрювання. На схилах відбувається часткове зменшення вмісту ільменіту, що пов'язано з впливом вимивання частинок підземними водами. В умовах найвищого водотоку в ґрунтовому горизонті реальним є прояв внутрішньої ерозії -

механічне видалення шару породи дрібнодисперсних глинистих частинок підземними водами, що дозволяє оцінити конкретний процес утворення руди на цьому родовищі. Беручи до уваги, що це родовище є другим за запасами титану після Стремигородського родовища, для вироблення основи для його раціонального розвитку необхідно детально дослідити зв'язки рельєфу підшви кори вивітрювання, ерозійних процесів у різних геологічних епохах та вміст ільменіту на площі та в розрізі.

Торчинське родовище – залишкового типу. Геолого-генетичні та геолого-технологічні параметри є оптимальними для його ефективного освоєння. Згідно ТЕО(1983р.) родовище планувалося розробити великим кар'єром, площею близько 10 км². Торчинське родовище не розробляли через великий термін окупності (близько 12-ти років) і тому що рентабельність можливого видобутку становила всього 8 %. За таких характеристик доцільність розроблення була під сумнівом протягом 36 років.

Геологічне моделювання засобами ГІС, що включає в себе розробку: 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. Введено поняття геолого-економічного картування. По родовищу були взяті розрахунки необхідних витрат: на зняття одиниці обсягу розкриття, видобутку 1 м³ руди, виділення важкої фракції з 1 м³, на збагачення й доведення концентрату. Була задана вартість одиниці 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 розкриття, з перерізом в 1 м², по кожній свердловині.

Інформація про буріння 1922 свердловин була завантажена в базу даних для створення геолого-технологічної моделі. По кожній свердловині внесені дані по абсолютній відмітці устя, потужності розкриття, а також потужності пласта та вмісту ільменіту і апатиту по продуктивному горизонту з розбивкою на шари каоліну,

жорсткості і вивітрілого габро. Зроблена прив'язка свердловин до реальної системи координат. Середня продуктивність рудних родовищ - 11,1 м. Середня товщина розкриву - 16,7 м. Середній вміст корисних компонентів: ільменіт - 109,79 кг / м³, апатит - 6,77 кг / м³.

На основі цієї інформації побудовані моделі, які розкрили основні закономірності розподілу корисних компонентів. Розподіл вертикального запасу ільменіту в межах родовища є одним із елементів моделі. Цей параметр визначає просторовий розподіл запасів корисної копалини в межах родовища. Значення вертикального запасу ільменіту розподілено нерівномірно: максимум - 1621-3843 кг/м², позначений у північно-західній частині родовища.

Потужність - ще один параметр, який суттєво впливає на розвиток економічних показників освоєння родовища. Він варіює від півметра в південній та південно-східній частині родовища до 37 метрів у центральній частині родовища.

Товщина розкривних порід впливає на рентабельність освоєння цього об'єкту. В середині блоків, виділених за категоріями А + В, товщина коливається від декількох десятків сантиметрів до 38,7 метрів.

Для вибору одиниць з оптимальними економічними та геологічними параметрами були розраховані інтегральний індекс, розрахований як різниця між умовною величиною концентрату ільменіту та вартість обробки розкривних порід. Найвигідніші райони, розташовані в північно-західній частині родовища приурочені до зони похованого масиву, складеного габроїдами. Пріоритет розподілу блоків реалізований відповідно до величини прибутковості за допомогою інтегрального індексу:

– Пріоритетними блоками є № 325, 367, 371. Ці блоки мають максимум рентабельність виробництва ільменітових руд. Вони знаходяться в західній частині родовища.

– Блоки другої черги (№ 348, 381) розташовані в основному на західній та Росії північно-східна частина поля виділена зеленим контуром.

– Блоки третьої стадії (№ 379, 385, 391) є розташовані переважно в центральній частині родовища.

Родовище розробляється невеликими блоками з одночасною рекультивацією відпрацьованих площ. Запропонований порядок розробки окремих блоків надає видобувному підприємству економічної стійкості від початку розробки до повного освоєння запасів родовища.

Це родовище не розроблялося через довгостроковий термін окупності. Окрім апатиту та ільменіту, можна добувати скандій та ванадій із руд Торчинського родовища. Каолін також є цінним супутнім компонентом досліджуваних руд для виробництва будівельних матеріалів.

Отже, складність Торчинського родовища підтверджується результатами комп'ютерного моделювання та геолого - економічного розрахунку. Однак, з запропонованих підходів до освоєння цього родовища призведуть до зменшення періоду окупності до 3 років.

Ключові слова: залишкове родовище, ільменіт, кора вивітрювання, гіпсометрія поверхні, вертикальний запас, геолого-технологічна модель, інтегральний показник, елювій, каолін, 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 of marginal facies, are examined.

Ukraine is a leader in Europe in terms of titanium reserves. Our country provides the proven reserves of titanium ore for a millennium and a half with the current level of reserves usage. In addition, titanium in 2020 attributed to critical EU raw materials. Currently, there is a problem in the shortage of ore, which is represented by "fresh" non-leukoxenized ilmenite.

These ores are concentrated in deposits of residual and natural genetic types. Capital expenditures on mining and construction of a processing plant for residual type deposits require the less investment and time than for other genetic types.

A new approach to the development of Torchyn apatite-ilmenite deposit was proposed. It can increase the economic efficiency of production and reduce human impacts on the environment during operation.

Administratively Torchyn apatite-ilmenite deposits is located in the northern part of Zhytomyr region on the territory of Chernyakhiv, Korostyshiv and Radomyshl areas. This deposit is located within the Volyn megablock of Ukrainian Shield in south-east part of Volodarsk-Volyn basic rocks massif.

The selection of the geological object was carried out according to the geological and economic method, which consists in determining the industrial significance of the identified promising objects. The recalculation of chemical analyzes of rocks was carried out. Digital structural-geological and geological-ecological modeling has been modified for residual type deposits. The model was created using the software package "ArcMap" and Mathcad.

In geological structure of the Torchynske deposit involved crystalline basement rocks of (lower Proterozoic), weathering crust (MZ-KZ) and sedimentary deposits (KZ). The main ore deposits concentrated in the weathering crust.

Within the limits of massif the gabbroidic rocks of marginal facia have large reserves of poor apatite-ilmenite ores with average content of P_2O_5 up to 2,5% and TiO_2 — 3-4%. At the same time in the kaolin horizon of eastern part of deposit the ilmenite content is 30-40 kg/t, sometimes it increases up to 60 kg/t, but in western part this horizon is enriching by ilmenite more than to 80 kg/t, reaching 200 kg/t. Therefore, zonation in the weathering crust does not inherit it from the parent rocks.

The regularity of ilmenite concentration within the mantle of weathering depending of its relief of basement 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 processes of formation of this phenomenon are shown.

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 profile.

Torchynske deposit is a typically residual deposit. It's geological-genetic, and geological-technological parameters are optimal for the effective development. According to the feasibility study (1983), the field was planned to be developed by a large quarry with an area of about 10 km². Torchyn deposit was not developed due to the long payback period

(about 12 years) and because the profitability of possible production was only 8%. Given these characteristics, the feasibility of development has been questioned for 36 years.

Geological modeling by GIS tools, which includes the development of: structural-material, ecological-geological (including hydrodynamic), geological-technogenic and geological-economic models, designed to provide information on measures for its effective operation and closure in compliance with the environmental safety of the geological environment. The concept of geological and economic mapping is introduced. Calculations of necessary costs were taken for the field: for removal of a unit of volume of overburden removal, extraction of 1 m³ of ore, allocation of heavy fraction from 1 m³, for dressing and finishing of concentrate. The unit cost of ilmenite was set. Calculations of the difference between the cost of ilmenite and the amount of costs to be incurred in the extraction and extraction of a unit of ilmenite. The results, which express the net profit (in \$), are reduced to the size of the ore body column and the overburden, with a cross section of 1 m², for each well.

The information on 1922 drilling wells were loaded into the database for creation a geological-technological models. For each hole have been entered data (absolute marking, overburden thickness, ilmenite and apatite content of productive horizon delimited into kaolin, gravel and weathered gabbro layers). Wells linkage to the real coordinates system. The average productive capacity of ore deposits is 11,1 m. The average thickness of overburden is 16,7 m. The average content of useful components are: ilmenite – 109,79 kg/m³, apatite – 6,77 kg/m³.

Based on this information the built models that revealed the main regularities of useful component distribution. Distribution of vertical ilmenite reserve within the deposit is one of the models' elements. This parameter determines the spatial distribution of mineral components within the deposit. The value of vertical ilmenite reserve is unevenly distributed: maximum – 1621-3843 kg/m² marked in the north-western part of the deposit.

The thickness is another parameter that significantly influences on economic field development. It is varies from half a meter in the southern and southeastern part of the deposit up to 37 meters in the central part of the deposit.

Thickness of overburden is another parameter that affects on the exploration economy. Within the blocks allocated on categories A + B, thickness varies from a few tens of centimeters to 38,7 meters.

To select units with optimal economic and geological parameters have been calculated an integral index, calculated as the difference between the conditional value of ilmenite concentrate and the cost of overburden processing. The most profitable areas located in the north-western part of the deposit are confined to the zone of buried ridge location composed by gabbroid. The priority of blocks distribution has been realized according to the value of profitability using the integral index:

- The priority blocks are № 325, 367, 371. These blocks have maximum profitability of ilmenite ores production. They are located in the western part of the deposit;
- Blocks second stage (№ 348, 381) are located mainly in the western and north-eastern part of the field;
- Blocks third stages (№ 379, 385, 391) are located mainly in the central part of the deposit.

The deposit is being developed by small units with simultaneous waste reclamation areas. The proposed order of development of individual blocks provides mining enterprises economic stability from early stages to the full development of reserves of the deposit.

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.

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

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

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. 2014. Вып. 3. 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. 2016. №3(356). 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, Охоліна Т.В., Василенко С.П. Геологія та особливості рудоконцентрації перспективного Торчинського родовища ільменіту. Мінералогічний збірник. Львів, 2016. № 55. Вип. 1. С. 16-28. *(Особистий внесок – збір необхідних даних та формування електронної бази даних (1922 свердловини) для подальших побудов моделей Торчинського родовища, інтерпретація даних, висновк.).*
4. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України. 2016. №4. С. 8-12.
5. Плотников О.В., Єфименко В.В., Яременко О.В. Радіоекологія родовищ залізистих кварцитів Кременчуцького рудного району. Пошукова та екологічна геохімія. Київ, 2016. №1 (17). С. 3-6. *(Особистий внесок – аналіз літератури щодо попередніх досліджень Кременчуцького рудного району та радіоекології родовищ).*
6. Василенко С.П., Охоліна 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. Київ, 2016. Вип. 13. 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 прийняттого 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. 2019. №3 (65). 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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. Охоліна 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., Охоліна Т.В. Комплексна прогностно-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., Охоліна 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., Раціональне 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.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| Вступ..... | 19 |
| Розділ 1. Аналіз раніше проведених досліджень..... | 24 |
| 1.1 Розвиток концепції рудоутворення в залишкових родовищах..... | 24 |
| 1.2 Вивченість Коростенського плутону та прилеглих територій в зв'язку з фосфор-титановою мінералізацією..... | 27 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1..... | 32 |
| Список використаних джерел до розділу 1..... | 33 |
| Розділ 2. Методологія та методи досліджень..... | 36 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2..... | 45 |
| Список використаних джерел до розділу 2..... | 45 |
| Розділ 3. Геологічна будова району досліджень..... | 49 |
| 3.1 Геологічна будова Волинського мегаблоку..... | 49 |
| 3.2 Геологічна будова Торчинського родовища апатит-ільменітових руд..... | 68 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3..... | 98 |
| Список використаних джерел до розділу 3..... | 99 |
| Розділ 4. Рудоносність Торчинського родовища апатит-ільменітових руд..... | 101 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4..... | 110 |
| Список використаних джерел до розділу 4..... | 116 |
| Розділ 5. Комплексне освоєння Торчинського родовища апатит-ільменітових руд..... | 119 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5..... | 127 |
| Список використаних джерел до розділу 5..... | 129 |
| Розділ 6. Розподілу ільменіту та виділення першочергових ділянок для розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд шляхом GIS-моделювання. | 131 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6..... | 139 |

| | |
|---|-----|
| Список використаних джерел до розділу 6..... | 139 |
| Розділ 7. Оцінка впливу розробки родовища на стан навколишнього природного середовища..... | 142 |
| 7.1 Гідрогеологічні умови розробки родовища..... | 147 |
| 7.2 Гірничотехнічна рекультивація запроектованого кар'єру..... | 152 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 7..... | 156 |
| Список використаних джерел до розділу 7..... | 157 |
| Висновки..... | 159 |
| ДОДАТКИ..... | 164 |
| Додаток 1.Список публікацій здобувача..... | 165 |

ВСТУП

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 2015р. «Підготовка інвестиційно-привабливих об'єктів для вивчення та подальшого освоєння», 2015-2016р.р., 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 гідрогеологічну), 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 супроводжуваним 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 штуфних 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 ендоконтактовій зоні Володарського масиву габро-анортозитів та вплив серії розломів на формування ступеней рельєфу, на яких формувалась кора та від. 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. 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 мінімалізації 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 постмаїнінгу.

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, 2015; 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; IV міжнародна конференція Geoinformatics 2016, 10-13 травня 2016, м. Київ; III міжнародний геологічний форум «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво», 15-20 серпня 2016р., с. Коблево, Миколаївська обл., Україна; III науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» 4-7 жовтня 2016р. 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.

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 рисунків, 16 таблиць, 2 додатків 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.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РАНІШЕ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Розвиток концепції рудоутворення в залишкових родовищах.

Перші знахідки підвищеного вмісту ільменіту в корі вивітрювання основних порід і алювіальних відкладів басейну р. Ірша належать проф. С.В. Бельському, який проводив в 1924-29 р.р. трьохверстну геологічну зйомку Волині. По його заявці в 1930-31 р.р. Всесоюзне об'єднання «Минералруд» проводить розвідувальні роботи по оцінці виявлених Гацківського, Рудня Гацківського і Добринського залишкових родовищ, які однак в силу важкості збагачення ільменітоносних каолінів були признані не перспективними для подальшого вивчення.

В наступні перед військові роки в зв'язку з виявленням в західній частині Володарськ-Волинського масиву габро камерних пегматитів з моріоном і самоцвітами зацікавленість до проблеми титану зменшується. Разом з тим, виявлені перспективи по п'єзокварцу звертають до вивчення Коростенського плутону увагу багатьох відомих дослідників, що внесли суттєвий вклад до вивченості петрографії вміщуючих плутон порід [21], його структури [17] і геоморфологічної будови району Волині.

В 1944-49 р.р. Українське геолуправління на значній частині Коростенського плутону здійснює геологічну зйомку масштабу 1:50000, якою покривається і район Торчинського родовища. Н.Т. Вадимов і В.І. Шунько, узагальнили в 1950 р. результати указаної зйомки у вигляді звідної карти масштаба 1: 100000 [18;23] висловились на користь точки зору А.А. Полканова про багатофазне становлення плутону, і формування останнього у вигляді між формаційного хоноліту, що укорінився на границі двох стратиграфічних комплексів: кристалічних порід складчастої основи і рами пісковиків цугачевської свити. Кристалізація магми супроводжується диференційністю, що приводить до утворення лейкократової фації анортозитів зверху і меланократової габроїдної – знизу по перерізу хоноліту. В крайових частинах інтрузиву формується більш меланократові породи типу габро з олощатими текстурами. В наступну, другу фазу відбувається укорінення більш

головних порід типу габро і габро-норитів, в вазершуючу – рапаківіподібних гранітів, що утворюють плитоподібні тіла.

Необхідно відмітити, що з меланократовими породами II фази зв'язана основна кількість титану, вміщеного мінералогічно в ільменіті.

Планомірне вивчення Волинського титанозного району розпочато в 1950-х роках, після виявлення Західно-Українською експедицією МЦМ ССРСР (з 1957 р. Житомирською експедицією МГ УРСР) промислових залягань ільменіту в алювіальних відкладах р. Ірши. Встановлені в ці ж роки цінні якості ільменіту описаного району, що полягали в хорошій розчинності останнього в сірчаній кислоті, і підвищена потреба промисловості в титанових пігментах визначили доцільність детальної розвідки Іршанських розсипів, і проведення широких пошуків з ціллю виявлення нових родовищ титану. Вказані роботи супроводжувались площадними магнітною і гравізіомками відповідно масштабів 1:25000 – 1:100000 і 1:200000, електророзвідувальні роботи методом ВЕЗ в масштабі 1:10000 – 1:25000, якими до 1968 р. була покрита вся площа (800км²) розвитку ільменітоносних габро Володарськ-Волинського масиву.

В ході вказаних робіт були детально розвідані запаси по Іршанським розсипам в кількості 1748,7 тис. т ільменіту по категоріям В+С1 і 943 тис. т по категоріям С2, на базі яких згідно з Постановою Ради Міністрів ССРСР від 9.03.1954 р. було розпочато будівництво першої черги Іршанського ГЗК, а також виявлений ряд похованих розсипів, в тому рахунку такі крупні із них, як Лемненська і Міжрічна .

В 1954-56 рр. Житомирською партією Укргеолуправління було виявлено і розвідано Стремигородське залишкове родовище ільменіту.

За період з 1955 по 1959 рр. Західно-Українською експедицією і Житомирською партією Укргеолуправління в межах Волині виявлено цілий ряд крупних залишкових і розсипних родовищ, і виконується детальна розвідка Лемненської і Міжрічної розсипів. В 1958-59 р. по цім родовищам складений геологічний звіт і виконаний генеральний підрахунок запасів. По Міжрічному, Лемненському, Букинському, Ушицькому, Ушомирському і Катеринівському розсипним родовищам запаси затверджені ДКЗ (протокол № 2757 від 8.VIII.1959 р.); по першим

двом із них балансові запаси категорії В+С1 зіставили 11,4 млн. т ільменіту, по іншим вони прийняті по кат. С2 в кількості 4,2 млн. т. По перспективно оціненим залишковим об'єктам (у тому числі Торчинське родовище) із-за недостатньої їх вивченості і технології збагачення ДКЗ (Державна Комісія по Запасам) запаси не розглядались.

В цілях подальшого розширення мінерально-сировинної бази титану в 1960-1972 р. в басейні верхньої течії р. Ірша були продовжені пошуково-розвідувальні роботи, що привели до виявлення ряду нових, відносно не великих по запасам розсипів (Верхньо-Іршанська, Лівобережна, Правобережна, Красноріченська, Злобицька, Валки-Гацківська та інші).

Виконані об'єми розвідувальних робіт на титан, в поєднанні з кондиційною геологічною зйомкою масштабу 1:50000 здійсненою в межах Волині в 1965-72 рр. свідчать про те, що подальші можливості накопичення запасів за рахунок розсипних об'єктів в Волинському титаноносному районі практично вичерпані. Окрім того, у всіх виявлених розсипах, за виключенням Іршанської, Верхньо-Іршанської, Катеринівської і, частково, Лівобережної ільменіт є певною мірою змінений (лейкоксенізований), що суттєво ускладнює його технологічний переділ за сульфатною технологією, яка прийнята в Україні. Вказана обставина висуває в останні роки важливе завдання розвідки залишкових родовищ титану, чий незмінений ільменіт дозволить здійснювати під шихтовку концентратів із розсипів, а також з успіхом використовуватись для отримання титанових пігментів в «чистому» вигляді. Перспективи ж значного збільшення запасів за рахунок вивчення залишкових об'єктів титану залишаються практично не використаними . Лише в останні роки (1990-2003) були досліджені залишкові родовища титану, утворені по габроїдах розшарованих інтрузій (Федорівської, Кропивенківської, Паромівської).

Враховуючи вказане положення з якістю сировини Рада Міністрів ССРСР розпорядженням №1100-р от 27 травня 1968 р. зобов'язав Міністрів геології посилити пошуки і розвідку родовищ титану, що характеризувалися високою якістю ільменіту і територіальною близькістю місця знаходження до діючого ІГЗК. Враховуючи вищевказане, і приймаючи до уваги клопотання ІГЗК Житомирська

експедиція розпочала в 1970 р. попередню розвідку найбільш крупного на Волині, на той час, Торчинського родовища титану.

1.2 Геологічна вивченість Торчинського родовища апатит-ільменітових руд

Перші дані про підвищений вміст ільменіту в районі Торчинського родовища були отримані як результат геологічної зйомки М 1:50000, виконаної Н. Т. Вадимовим, В. І. Шунько в 1947-48 рр. [7]. В ряді свердловин, пробурених при цьому вздовж східного контакту Володарськ-Волинського масиву в районі с. Торчин-Нераж були встановлені підвищені вмісти ільменіту в корі вивітрювання габро, і перекриваючих піщаних відкладів третинної і четвертинної систем. З метою визначення промислової цінності даної ділянки в 1955 р. Житомирською партією були виконані пошукові роботи шляхом буріння 7-и розвідувальних профілів з відстанню між ними 1600-1000м і між свердловинами 800-400-200м. Проведеними роботами відстежень полоса розповсюдження кори вивітрювання з промисловим вмістом ільменіту довжиною до 12 км при ширині до 6 км.

Наземні геофізичні дослідження в районі Торчинського родовища вперше були розпочаті в 1953 р. Житомирської геофізичної партією, перейменованої потім у Волинську.

У 1953-54 р.р. у зв'язку з пошуками сульфідного нікелю [18;23] виконувалися профільні гравіметричні і магнітометричні спостереження для уточнення положення контактів Володарськ-Волинського і Чоповицького масивів основних порід. Одночасно, на Коростенському плутоні були розпочаті площинні гравіметричні дослідження масштабу 1: 200000, магнітна зйомка масштабу 1: 50000 і виконувалися детальні (масштабу 1: 10000) електророзвідувальні роботи методом природного електричного поля на ділянках розвитку основних порід, виділених за даними граві- і магниторозвідки.

Магнітна зйомка масштабу 1: 50000 в східній частині Володарськ-Волинського масиву, з охопленням площі Торчинського родовища, вперше була виконана в 1955

році [18;23]. У комплексі з гравірозвідкою вона дозволила істотно уточнити положення східного контакту масиву, змістивши його ширину на схід з 6 км на 8 км.

У 1964-67 р.р. в районі родовища з метою геологічного картування проводилися гравіметрична зйомка масштабу 1: 50000 і магнітна зйомка масштабу 1: 25000 [23]. В результаті зйомок виділені контури ділянок розвитку меланократових основних порід, у тому числі ільменітоносних габроїдів, що залягають під родовищем, що дали початок продуктивної кори вивітрювання. У зв'язку з тим, що Торчинське родовище приурочено до продуктів кори вивітрювання, яка за своїми фізичними параметрами не відрізняється від пісків і глин, застосування геофізичних методів пошуків руд такого типу обмежена.

У серпні 1965 р. Житомирська експедиція (до 01.06.1967 р. Колишня Західно-Українська експедиція геологорозвідувального тресту № I Міністерства кольорової металургії СРСР та Житомирська партія Укргеолуправління Міністерства геології та охорони надр і ОН СРСР) з метою вивчення аномалій на предмет виявлення сульфідно-нікелевого зруденіння приступила до проведення широких пошуків в районах розвитку основних порід плутону, в т.ч. на Торчинській, Паромівській, Поруб-Крапивенській і Малинській ділянках. Перші свердловини розкрили ільменітоносну кору вивітрювання і роботи були переорієнтовані на титан.

У 1969 р. ці роботи, поряд з розвідкою розсипних родовищ ільменіту (Міжрічне, Лемненське, Ушицьке, Ушомирське), були завершені написанням зведеного звіту з генеральним підрахунком запасів титану по всій Житомирській області [23].

Пошукові роботи на Торчинській ділянці проведені у дві черги (277 свердловин середньою глибиною 36 м), в результаті яких виявлена ільменітоносна кора вивітрювання на площі 45.7 км² з запасами 42.4 млн.т ільменіту з середнім вмістом ільменіту 72,9 кг / м³, потужністю пласта 12.9 м і потужністю розкривних порід 21 м [23]. Мережа випробування на пошуковій стадії доведена до 1600-800x406-100 м. Матеріали пошуків використані при остаточному підрахунку запасів у повному обсязі.

У 1970 р. в районі родовища (планшети М-35-58-Б, 59-А) проведені геологознімальні роботи масштабу 1: 50000 у супроводі геофізичних і гідрогеологічних досліджень. За результатами досліджень побудовано карти різноманітного змісту, в т.ч. кристалічних порід фундаменту, корисних копалин, прогнозу і т.д. Об'єктів, аналогічних Торчинському, в районі не виявлено .

У 1968 р. Житомирською експедицією на родовищі відбираються дві лабораторні технологічні проби (по каолінам первинним і жорстві) вагою близько 500 кг кожна, які досліджені в інституті "Гіредмет" (м. Москва, Росія). Розроблена інститутом гравітаційно-флотаційна схема збагачення дозволила отримати концентрат ільменіту з вмістом TiO_2 - 45.8% по первинних каолінах та 46.41% по жорстві габро-норитів, при вмісті P_2O_5 в концентраті до 0.2%. Обробка концентрату 5-ти відсотковим розчином соляної кислоти дозволила знизити вміст P_2O_5 до 0.04-0.1%. Витяг ільменіту за вказаними пробам було досягнуто на рівні 76,2 і 65,36%, відповідно, на первинних каолінах та жорстві. Одночасно флотацією був отриманий апатитовий концентрат із вмістом P_2O_5 34 і 38.5% з витяганням 31, 39 і 43.27% від вихідної руди, відповідно, первинних каолінів та жорстві [23].

Позитивні результати збагачення руд кори вивітрювання довели доцільність попередньої розвідки, яка була виконана в 1970-1972 р.р. [18].

У стадію попередньої розвідки на основній частині родовища по корі вивітрювання ільменітоносних порід було пробурено 552 колонкових свердловини (20936 пог.м) по мережі 200x200 і 400 x 400 м; на дослідному квадраті, розміром близько 1 км² - 100 x 100 м. Для вивчення структурного положення корінних габроїдів пробурено 8 свердловин глибиною до 215,4м. Гідрогеологічні умови родовища досліджені в 12 спеціальних свердловинах.

В цей же час ІМРом (м.Сімферополь) продовжені технологічні дослідження руд на матеріалі трьох проб вагою до 2000 кг [23]., на основі яких розроблена гравітаційна схема збагачення з доведенням ільменітових концентратів електричної сепарацією, що дозволила отримати мономінеральні концентрати з вмістом TiO_2 -50- 51.0% P_2O_5 - 0.08-0.1%, при витяганні TiO_2 - 63.8 - 66.8%, ільменіту - 80-82%. З немагнітною фракції гравітаційного концентрату флотацією виділений апатитовий

концентрат з вмістом P_2O_5 - 39-40%, при витяганні 26.6 - 32.6% від вихідної руди [23].

Попередня розвідка підтвердила промислове значення об'єкта. Сумарні балансові запаси ільменіту категорії C1 і C2 на родовищі склали 15,96 млн.т, при середньому вмісті ільменіту 74.7 кг/м^3 , позабалансові - 11.8 млн.т, при середньому вмісті - 44.1 кг/м^3 .

Розрахунками ТЕО тимчасових кондицій [23], виконаних інститутом ВНПРОЗОЛОТО в 1972 р, доведена рентабельність відпрацювання родовища на рівні 11% при наступних параметрах:

- Бортовий вміст ільменіту 25 кг/м^3 ;
- Мінімально-промислове зміст ільменіту 60 кг/м^3 . На кожну одиницю співвідношення потужності розкриву до потужності пласта зміст ільменіту підвищується на 10%;
- Мінімальна потужність продуктивного пласта - 2 м.

Позитивні висновки ТЕО тимчасових кондицій дозволили в 1974 р. приступити до детальної розвідки родовища і в 1977 р. завершити польові роботи, а в 1978 р. видати проектному інституту (Гіредмет) вихідні матеріали для підрахунку ТЕО постійних кондицій [23].

Надалі, у зв'язку з форсуванням Житомирською геологорозвідувальною експедицією робіт на Стремигородському корінному родовищі титану, роботи на Торчинському родовищі тимчасово були припинені до 1982 р.

Розроблене в 1982-83 р.р. інститутом "Гіредмет" техніко-економічне обґрунтування постійних кондицій розглянуто та 16 травня 1984 року затверджено ДКЗ СРСР [23].

Зв'язок титанового зруденіння в корах вивітрювання і в підстилаючих габроїдах, розподіл титанової мінералізації в продуктивній товщі та по площі родовищ раніше вивчався геологами в різних країнах [25;4;5;6;24] в т.ч. і засобами ГІС-моделювання з метою підготовки родовищ для подальшого освоєння [25;14;13]. На даний час в Україні та за кордоном існує досвід створення геолого-технологічних моделей родовищ, в т.ч. корінних та розсипних родовищ титану. Однак у

вітчизняній практиці ці питання не досліджувались, оскільки залишкові родовища не розроблялись.

В останні десятиліття вивченням родовищ даної групи займаються такі дослідники як: С. Н. Цимбал, О. В. Митрохин, В.К. Корзун, І.І.Гінзбург, І.А.Рукавишнікова, А.П.Нікітіна, А.Д.Слукін, Д.Г.Сапожніков, Б.А.Богатирьов, В. П. Петрова, А.Д.Савко, Л.С. Галецький† та О.О. Ремезова , Д.П.Хрущов, М.С.Ковальчук, М.М. Комський, С.П. Василенко, Т.В. Охоліна, І.В. Мельник та О.В. Лаломов, І.О.Чижов та інші.

Значний внесок в розвиток вчення про рудоносні кори вивітрювання внесли співробітники ІГЕМ РАН І.І.Гінзбург, І.А.Рукавишнікова, А.П.Нікітіна, А.Д.Слукін, Д.Г.Сапожніков, Б.А.Богатирьов та інші [3;1;2;10;11;20]. Однак, титаноносні кори ці автори здебільшого обходили увагою. Окремим особливостям кор вивітрювання, їх будові та рудоносності присвячені роботи Бугельського, 1970 р. [2], В. П. Петрова [16], А.Д.Савко із співавторами [19]. В роботах Ю.А. Бурміна проаналізовано будову титаноносних кор вивітрювання різних регіонів світу, зокрема Волині, Австралії та Тургайського прогину [4;6]. У роботах Нормана (1970), Ю.А.Бурміна та Е.Дж.Форса [5;24] показаний зв'язок титанового зруденіння в корах вивітрювання району Роузленд в Австралії з рудопроявами в материнських габроїдах, а також охарактеризовані різні профілі кор вивітрювання. В останній час за кордоном проводяться дослідження щодо освоєння нових об'єктів залишкового типу, зокрема в Австралії [25;26].

В окремих роботах акцентується увага на значенні родовищ кор вивітрювання у розвитку мінерально-сировинної бази України і Росії, однак як і раніше мало уваги приділено питанням геології залишкових родовищ титану [9;15]. Більшість елювіальних родовищ титану Волинського титаноносного району приурочені до площинних кір вивітрювання пізньопалеозойсько-кайнозойського [12] етапу і мають досередньоюрський вік. Спостерігалася залежність ступеню збереження кор вивітрювання від рельєфу [8].

Власне Торчинське родовище, яке займає друге місце в Україні за запасами, відкрите в 50-х роках ХХ століття і вперше описане Н. І. Рубаном і В.А.Дусяцьким,

було розвідане в 70-80-ті роки геологами Житомирської експедиції Г.П.Проскуріним і С.К.Швайберовим [18;23]. Родовище відзначається складним розподілом рудних мінералів, який виявляє чіткі просторові закономірності і обумовлює характерну для даного об'єкту зональну будову. Під час проведення геологорозвідувальних робіт такі особливості будови родовища, як і закономірності його формування, не були досліджені належним чином. Їх розуміння дозволило б розробити раціональну технологію освоєння - як даного, так і подібних об'єктів, тим більш, що зокрема в Україні досі освоювались переважно ільменітові розсипи, а поклади в корі вивітрювання відпрацьовувались фрагментарно.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Проаналізовано історію дослідження Торчинського родовища апатит-ільменітових руд. Перші знахідки підвищеного вмісту ільменіту в корі вивітрювання основних порід і алювіальних відкладів басейну р. Ірша належать проф.. С.В. Бельському - 1924-29 рр. В наступні роки вивченням Коростенського плутону займалися такі відомі дослідники як: В.С. Соболев, В.І. Лучицький А.А. Полканов та інші; 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. Також проводилося дослідження цього району такими дослідниками як: Балабушевич, Міщенко, Єгоров та ін.

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 р.р. Надалі, у зв'язку з форсуванням Житомирської геологорозвідувальної експедицією робіт на Стремигородському корінному родовищі титану, роботи на Торчинському родовищі тимчасово були припинені до 1983 р. 1982-83р.р. виконана дорозвідка родовища Житомирською експедицією. 1984 затверджено запаси в ДКЗ СРСР.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Богатырев Б. А., Жуков В. В., Цеховский Ю. Г. Бокситорудные эпохи фанерозоя. Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. N 6. С. 508–519.
2. Бугельский Ю. Ю. Гидрогеохимия никеленосных кор выветривания и миграция никеля в современных экзогенных условиях. Никеленосные коры выветривания Урала / под ред. И. В. Павлова. М.: Наука. 1970. С. 229–263.
3. Бугельский Ю.Ю., Слукин А.Д., Новиков В.М. Развитие учения о рудоносных корях выветривания: И.И.Гинзбург и его школа. Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. XII Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. 25-29 сентября 2000г. Тезисы докладов. Москва, 2000. С. 59–61.
4. Бурмин Ю.А. Геология металлоносных кор выветривания Москва: Недра, 1984. 237 с.
5. Бурмин Ю.А. Геохимия рудоносных кор выветривания. Москва: Недра, 1987. 228 с.
6. Бурмин Ю.А. Эпохи корообразования и элювиальные россыпи. Москва: Недра, 1988. 253 с.
7. Вадимов Н.Т., Шунько В.И., Крамаренко - Геологическая карта Волынского пьезокварцевого района м-б 1:50000 планшет: М-35-58-Б и М-35-58-Г (с.п.) . ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1948-49. КН.1. 229 с.
8. Веклич М.Ф. Палеогеоморфология області Українського щита. К.-НД, 1966. 119 с.
9. Галецький Л.С., Ремезова О.О. Титанові руди України. Геолог України. 2007. №3. С. 51–61.
10. Гинзбург И.И. Вопросы энергетики реакций процессов выветривания некоторых алюмосиликатов. В кн. Кора выветривания. вып. 5. Изд. АН СССР. Москва, 1963. С. 87–119.
11. Гинзбург И. И., Типы древних кор выветривания, формы их проявления и классификация. В кн.: Кора выветривания. Москва, 1963. в. 6. С. 71–101.
12. Додатко А.Д. Древние коры выветривания и методы их изучения. НГУ. Днепропетровск, 2004. 106 с.

13. Лаверов Н.П., П.Ф. Гожик, Д.П. Хрущев, А.В. Лаломов, А.П. Лобасов, И.А. Чижова, М.С. Ковальчук, Е.А. Ремезова, Р.М. Чефранов, А.А. Бочнева, С.П. Василенко, Е.А. Кравченко, Т.В. Свивальнева, Ю.В. Крошко. Цифровое структурно-литологическое геолого-динамическое моделирование месторождений тяжелых минералов. Киев, Москва, 2014. С. 229 – 237.
14. Левченко Е.Н. Геолого-технологическое картирование титано-циркониевых россыпей (на примере Восточного участка Центрального месторождения). Москва: ИМГРЭ, 2011. 146 с.
15. Орлова Н.И., Быховский Л.З., Воропаева Н.П., Лабутин А.Н., Спорыхина Л.В. - Значение месторождений кор выветривания в развитии МСБ России. - Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. XII Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. 25-29 сентября 2000г. Тезисы докладов. Москва, 2000. С. 272–274.
16. Петров В. П., Основы учения о древних корах выветривания, Москва, 1967. 343 с.
17. Полканов А.А. Плутон габбро-лабрадоритов Волыни УССР. Л.: Изд-во Ленинград. гос. ун-та. 1948. 80 с.
18. Проскурин Г.П. Отчет о результатах предварительной разведки Торчинского месторождения титана в Житомирской обл. УССР, проведенной Житомирской геологической экспедицией в 1970-1972 гг. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1972. КН.1. 144 с.
19. Савко А.Д., Бугельский Ю.Ю., Новиков В.М., Слукин А.Д., Шевырев Л.Т. Кора выветривания и связанные с ними полезные ископаемые. Воронеж, 2007. 355 с.
20. Сапожников Д.Г., Никитина А.П., Слукин А.Д. О связи бокситов с корой выветривания. Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии. М., 1969. Т.1. С. 213–225.
21. Соболев В.С. Петрология восточной части сложного Коростенского плутона. Уч. зап. Львов. ун-та. Сер. геол., 1947. 6. 40 с.

22. Тяпкин К.Ф., Гонтаренко В.Н. Системы разломов Украинского щита. К. Наукова думка, 1990. 184 с.
23. Швайберов С.К. Отчет о результатах детальной разведки, проведенной на Торчинском апатит-ильменитовом месторождении в 1970-1984 гг. в Житомирской области УССР. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1985. КН. 1. 280 с.
24. Force E.R. Geology of Titanium –Mineral Deposits. Geological Society of America, 1991. Special Paper 259. 112 p.
25. Herz N., L. E. Valentine, E. R. Iberall. Rutile and Ilmenite Placer Deposits Roseland District, Nelson and Amherst Counties, Virginia. Contributions to economic geology. Geological survey bulletin, 1970. 1312-F. 23 p.
26. Resource Estimation of the Goondicum Ilmenite Deposit, SE Queensland, Australia. S. Tear, G.Lee, Ch. Desoe. H&S Consultants Pty Ltd, 2014–121 p.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Україна посідає перше місце за запасами титанових руд і виробництву концентрату серед країн СНД [3]. Для утримання та подальшого розвитку цього пріоритету необхідне оперативне розширення сировинної бази титанових руд, насамперед, за рахунок залучення нових родовищ. Розсипи, з яких в основному беруть ільменітовий концентрат для пігментної промисловості поступово вичерпуються, тому для задоволення потреб в ільменітовому концентраті необхідно залучати новий геолого-промисловий тип родовищ – залишковий.

Найбільш типовим є Торчинське апатит-ільменітове родовище, що обумовлює його вибір в якості перспективного об'єкту [1;14].

Аналіз геолого-структурних даних [11]. Наявні дані (тектонічної карти, систем розломів Українського щита, інтерпретації геофізичних даних, та інших) свідчать, що Торчинське родовище приурочене до кори вивітрювання габроїдів коростенського комплексу, які складають велике розшароване тіло (Володарський масив), з кутами падіння 2 -12° на схід. За гравіметричними даними корінь цього тіла знаходиться на південний захід від родовища за його межами і збігаються з положенням Черняхівського глибинного розлому.

На території родовища виявляються системи розривних порушень, які приурочені до ендоконтактової частини масиву габро-анортозитів. Вони помітні у рельєфі денної поверхні, поверхні й будові кори вивітрювання - виникненні карманів й заглиблень її підошви та у структурі осадового чохла. Як буде показано, вони мають пряме відношення щодо формування родовища.

Для математико-картографічного аналізу Торчинського родовища використовувався цілий ряд математичних процедур [6], з яких найбільшого поширення набули картографування розподілу ознак і характеристик об'єктів, кореляційних зв'язків між ними, ансамблів ознак, формальні описи ознак на основі апроксимації їх математичними залежностями і ін. Вони об'єднуються в наступні групи прийомів.

1. Континуалізація даних - побудова безперервного зображення за результатами вибіркового дискретних спостережень шляхів інтерполяції і екстраполяції даних.

2. Формалізований опис полів, в тому числі поділ полів на фонову та локальну складові, тренд-аналіз та ін.

3. Картографування кореляційних і регресійних залежностей між ознаками та їх ансамблями.

4. Картографування результатів розпізнавання образів (в основному результатів прогнозу корисних копалин, геологічних небезпек і інших практичних наслідків дослідження карт).

Графічний аналіз включав дві групи прийомів: а) виділення лінійних структур і вивчення їх розподілу та орієнтування в просторі з побудовою різного роду графічних документів (роз-діаграм, циклограм і ін.); б) побудова за картками різного роду графічних матеріалів-розрізів, панельних розрізів, блок-діаграм і т. п., що складають в подальшому частини всього картографічного твору.

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 [16], зі застосуванням методу найменших квадратів. Це також середні значення. На побудованих перерізах вміст ільменіту (у кг/т) розраховувався як середньозважений для каолінітового горизонту кори (він на родовищі розвинений повсюдно, тоді як жорствяно-гідросюдистий горизонт, подекуди не простежується). Розрахунки проводилися за формулою:

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n l_i C_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

P_m - середньозважений вміст ільменіту в каолінітовому горизонті (кг/т). l_i - інтервал відбору і- проби, C_i - вміст ільменіту у і-пробі.

Слід зазначити, що суцільність випробування було (при виконанні розвідки)

дотримано не завжди, отже $\sum_{i=1}^n l_i$ не завжди відповідатиме потужності всього

горизонту. Окрім того, у товщі кори подекуди зустрічаються кременеві лінзи, конкреції, у значній мірі стерильні - як у відношенні ільменіту, так і інших глинястих мінералів. Інколи (зрідка) трапляються лінзи та прошарки практично чистого каоліну, без будь-яких домішок (хіба що гідроокисів заліза). Їх походження пов'язане із каолінізацією суто плагіоклазових прошарків, у інших випадках - із заповненням каоліном пустот вилуговування та механічного виносу матеріалу первинної породи під час її вивітрювання. У останньому випадку вони діагностуються як вторинні каоліни. Ільменіту у помітній кількості вони практично не містять. У обох випадках це досить рідкісні й не типові явища, тож аналізи таких проб виключалися з розрахунків. Із усіх цих причин, сумарна довжина врахованих нами аналізів проб з керну свердловини по даному горизонту кори, інколи буває меншою ніж потужність горизонту. Якщо б у якості дільника бралась уся потужність горизонту, то, подекуди, мало б місце заниження загального вмісту ільменіту у продуктивній товщі кори вивітрювання - щодо даної свердловини. З причини того, що дана робота спрямована не на перерахунок запасів, а на дослідження генезису руд, вважаємо застосований нами підхід правомірним.

Такий же підхід застосовано і при побудові графіків, де додатково, виконано було згладжування кривих потужності кори, вмісту ільменіту у материнських кристалічних породах (габро, габро-анортозити, габро-монцоніти) та у каолінітовому горизонті кори по 5-и метровим інтервалам глибини залягання кривлі кори вивітрювання (каолінітового горизонту).

Статистичні розподіли вмісту ільменіту у породах родовища, будувалися звичайним шляхом. Вони відображені у дещо незвичному вигляді - лініями, з причини необхідності розміщення на одному графіку 5 таких розподілів. Задля їх порівняння.

Загальновідомо, що головні проблеми, пов'язані з обробкою геологічної інформації, викликані тим, що вона має просторовий розподіл і складну природу. Засоби GIS дозволяють обробляти просторово впорядковані дані з врахуванням і обчисленням відповідних параметрів (відстані, площі, взаємне розташування, тощо). Разом з тим, GIS дозволяє виконувати процедури та обчислення, доступні у

звичайних базах даних (статистичні обчислення, математичні операції над даними, тощо). При побудові моделі родовища були використані обидва прикладні аспекти геоінформаційних систем.

Методологія геолого-технологічного моделювання базується на принципах типізації літологічних (породо-верстових) асоціацій [7], системного підходу, а також математичного і комп'ютерного моделювання [4;5] із інтерпретацією побудов за технологічними параметрами. Характеристика літологічних асоціацій та їх підрозділів складається з кількісного визначення породних компонентів у розрізах, за яким виділяється спільнота, виявлення характеру тіл різного ієрархічного статусу (верства, літосома, градація, асоціація), аналізу закономірностей зміни порід у певному розрізі та у сусідніх розрізах, опису структур і текстур підрозділів асоціації. Окреслювання форми тіла, виділеного як літологічна асоціація, проводиться шляхом аналізу будови конкретних розрізів і кількісного врахування розподілу в них відмін порід та їх поєднань. Асоціація кір вивітрювання представлена розрізами елювію. Кору вивітрювання слід розглядати як особливу геологічну формацію, яка має такі особливості: 1) регіональне поширення на великих площах та майже горизонтальне залягання; 2) вертикальна (або інколи і горизонтальна) петрографо-мінералогічна зональність профілю вивітрювання; 3) специфічні фізичні властивості продуктів вивітрювання із зменшенням угору за розрізом об'ємної ваги порід і відповідним збільшенням їх дисперсності, пористості і гіпергенних змін, при майже повсюдному збереженні текстурних і структурних особливостей материнських порід; 4) глинястий склад основної маси і продуктів вивітрювання; 5) концентрація великих покладів корисних копалин. Залежно від комплексу умов (структурно-тектонічні, петрографічні, гідрогеологічні, палеогеографічні) розвиваються різні типи профілю кір, в яких не завжди присутні всі зони [8].

Особливості створення бази даних для залишкового родовища базуються на виділенні в обсязі кір вивітрювання породних компонентів та аналізу характеру залягання геологічних тіл [12]. Фіксуються якісні та кількісні показники тіл, такі як: вміст корисних компонентів; висотні відмітки денної поверхні; висотні відмітки підосви та покрівлі пласта, та інші.

Для визначення просторового розподілу запасів ільменіту по розрізу і площі застосовано показник вертикальних запасів та введено інтегральний показник для оцінки блоків запасів щодо черговості їх відпрацювання.

Послідовність робіт полягає в наступних кроках: 1) розробка ієрархічної структури об'єкта; 2) літологічне наповнення виділених породних компонентів (каолін первинний, жорства і вивітріле габро); 3) створення бази даних для побудови комп'ютерної моделі; 4) первинна обробка наявної інформації по Торчинському родовищу; 5) на основі бази даних побудовані моделі розподілу: вертикального запасу ільменіту, потужності продуктивного горизонту на родовищі, потужності розкриву на родовищі, інтегрального показника, ділянок за чергою розробки, які дозволили виявити основні закономірності розподілу компонентів продуктивного шару [10]; 6) верифікація моделі. Для побудови моделі оброблено масив даних по 1922 свердловинах (рис. 2.1).

| Well | Line | Skin | Vert | Spd | Z | Solid M | I. lmenhit | A. apatit | B. res M | D. lmenhit | D. apatit | G. lmenhit | G. apatit | Cred. mesh | S. lmenhit | S. apatit | Tort | |
|------|--------|------|-----------|---------|--------|---------|------------|-----------|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------|------|
| 25 | KI-330 | 1811 | 779452 | 4859 | 291.2 | 5.5 | 78.5 | 0.1 | 0.7 | 55.1 | 22.7 | 0.9 | 55.1 | 22.7 | 7.1 | 72.3 | 5.2 | 7.1 |
| 26 | KI-330 | 4838 | 779453 | 4858 | 281.1 | 3.5 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | KI-330 | 1812 | 779452 | 4859.4 | 291.94 | 8.5 | 86.7 | 0.2 | 0.6 | 57.3 | 6.8 | 0.4 | 57.3 | 6.8 | 8 | 70.5 | 8.8 | 8.2 |
| 28 | KI-330 | 1815 | 779444 | 48793 | 283.2 | 8.2 | 72 | 0.1 | 2.1 | 29.8 | 6.2 | 0.4 | 29.8 | 6.2 | 10.3 | 63.3 | 1.4 | 8.2 |
| 29 | KI-330 | 4846 | 779446 | 4858 | 281.45 | 4.8 | 76.1 | 1.4 | 2.6 | 32.6 | 8.5 | 2.7 | 32.6 | 14.8 | 9.9 | 54.8 | 8.8 | 9.4 |
| 30 | KI-330 | 1814 | 779437 | 4882 | 283.7 | 10.4 | 58.4 | 5.8 | 3.6 | 43.8 | 8.8 | 4.6 | 43.8 | 7.7 | 24.8 | 82.5 | 8.7 | 8.4 |
| 31 | KI-330 | 4811 | 779436.8 | 4881.8 | 284.7 | 1.8 | 58.3 | 2.5 | 5.2 | 58.8 | 11 | 0.4 | 58.8 | 7.7 | 6.8 | 58.8 | 8.4 | 13.3 |
| 32 | KI-330 | 1815 | 779428.4 | 4882.8 | 294.88 | 17.3 | 48.3 | 2.7 | 0.4 | 0.4 | 1 | | 4.8 | 4.8 | 76.3 | 48 | 2.8 | 8.8 |
| 33 | KI-330 | 4842 | 779426.4 | 4880.4 | 285.82 | 7.7 | 58.7 | 0.881 | 2.1 | 48.8 | 2.4 | 3.8 | 48.8 | 3.2 | 12.4 | 82.7 | 1.8 | 12.5 |
| 34 | KI-330 | 1816 | 779421.85 | 4882.7 | 294.87 | 15.1 | 47.2 | 0.9 | 0.4 | 0.4 | 4.8 | | 38.4 | 2.7 | 18.8 | 44.6 | 1.4 | 11.8 |
| 35 | KI-330 | 1817 | 779414.1 | 48182.5 | 294.17 | 14 | 41.8 | 1.8 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 14 | 41.8 | 1.6 | 14 |
| 36 | KI-330 | 1818 | 779408.2 | 4822 | 284.82 | 9.2 | 48.8 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 11.5 | 44.6 | 0.8 | 21.8 |
| 37 | KI-354 | 5713 | 779418.8 | 4858.4 | 188.8 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 3.8 | 88.6 | 2 | 7.5 | 88.6 | 5.8 | 11.1 | 85.3 | 4.8 | 16.1 |
| 38 | KI-354 | 5214 | 779409.8 | 4882 | 188.82 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 4.8 | 78.3 | 2.4 | 14.3 |
| 39 | KI-354 | 1820 | 779406.2 | 4882 | 208.53 | 8.2 | 78 | 2 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 74 | 22.2 | 12 | 16.3 |
| 40 | KI-354 | 4842 | 779402.8 | 4884 | 281.5 | 4 | 52.6 | 3.8 | 2.2 | 65.2 | 5.3 | 3.2 | 49.1 | 18.8 | 8.4 | 53.2 | 8.2 | 8.8 |
| 41 | KI-354 | 1821 | 779388 | 4873.4 | 282.2 | 8.8 | 57.2 | 8.8 | 1.4 | 48.7 | 12.5 | 7.8 | 48.3 | 12.8 | 10.1 | 88.2 | 18.2 | 8.4 |
| 42 | KI-354 | 4844 | 779384 | 4871.8 | 282.6 | 4.8 | 76.8 | 0.881 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 11 | 48.6 | 16.2 | 8.2 |
| 43 | KI-354 | 1822 | 779381 | 4882 | 282.47 | 5.1 | 74.4 | 3.7 | 1.1 | 47.8 | 3.8 | 0.4 | 0.4 | | 8.2 | 89.6 | 3.7 | 8.4 |
| 44 | KI-354 | 4846 | 779387 | 4888.8 | 283.7 | 12.1 | 58.3 | 5.4 | 2.6 | 24.8 | 8.8 | 1.8 | 43 | 14.7 | 16.8 | 82.8 | 7 | 12 |
| 45 | KI-354 | 1823 | 779384 | 4881.8 | 284.3 | 7.8 | 52 | 3.5 | 1.8 | 78.7 | 4.5 | 2.4 | 48.4 | 18.2 | 12 | 47.4 | 5 | 11 |
| 46 | KI-354 | 4848 | 779380 | 4882 | 284.82 | 7.1 | 45.7 | 2.8 | 2.3 | 38.6 | 11 | 0.4 | 0.4 | | 8.4 | 44 | 4.8 | 15.4 |
| 47 | KI-354 | 1824 | 779377 | 4883.4 | 285.84 | 8.3 | 58.8 | 8.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 1.5 | 41.3 | 11.3 | 8.8 | 64.5 | 2.1 | 12.5 |
| 48 | KI-354 | 4841 | 779375 | 4888.4 | 284.7 | 18.5 | 58.6 | 1.8 | 1.3 | 41.8 | 8 | 0.4 | 0.4 | | 78.8 | 50 | 2.1 | 7 |
| 49 | KI-330 | 1828 | 779373 | 4878 | 188.7 | 9.7 | 108 | 11.4 | 1.7 | 18.1 | 28.7 | 0.4 | 0.4 | | 11.4 | 188.2 | 10.8 | 18.2 |
| 50 | KI-330 | 4848 | 779364.4 | 4882 | 288.83 | 9.7 | 118.6 | 15.3 | 1.8 | 38.8 | 6 | 3.8 | 32.8 | 27.6 | 15.6 | 82.3 | 17.2 | 12.2 |
| 51 | KI-330 | 1829 | 779361.2 | 4882 | 281.82 | 4.3 | 82.2 | 11.2 | 7.8 | 18.8 | 12.2 | 0.4 | 0.4 | | 12.4 | 78.4 | 12 | 11.2 |
| 52 | KI-330 | 44 | 77881.42 | 48752.2 | 282.45 | 7.3 | 88.8 | 3.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 7.3 | 88.8 | 3.4 | 8.8 |
| 53 | KI-330 | 4886 | 779362 | 4882 | 283.53 | 4.8 | 58.2 | 2.1 | 0.8 | 51.8 | 18.5 | 2.2 | 46.1 | 18.8 | 7.8 | 54.8 | 8.1 | 18.4 |
| 54 | KI-330 | 1838 | 779357.8 | 4882.8 | 283.6 | 8.2 | 78.1 | 3.8 | 0.8 | 38.5 | 4.8 | 0.4 | 0.4 | | 6.8 | 74.4 | 4 | 18.8 |
| 55 | KI-330 | 4891 | 779354 | 4888.4 | 284.86 | 17.5 | 57.7 | 1 | 1.4 | 28.4 | 6 | 1 | 37.8 | 18.8 | 17 | 81.8 | 4.8 | 6.8 |

Рис. 2.1. Фрагмент бази даних в програмі ArcMap по Торчинському родовищу

По кожній свердловині внесені дані по абсолютній відмітці устя, потужності розкриву, а також потужності пласта та вмісту ільменіту і апатиту по продуктивному горизонту з розбивкою на шари каоліну, жорстви і вивітрілого

габро. Свердловини прив'язані до дійсних координат. На рис. 2.2 показано карту з свердловинами минулих років, та свердловинами пройденими для завірки інформації та відбору технологічних проб.

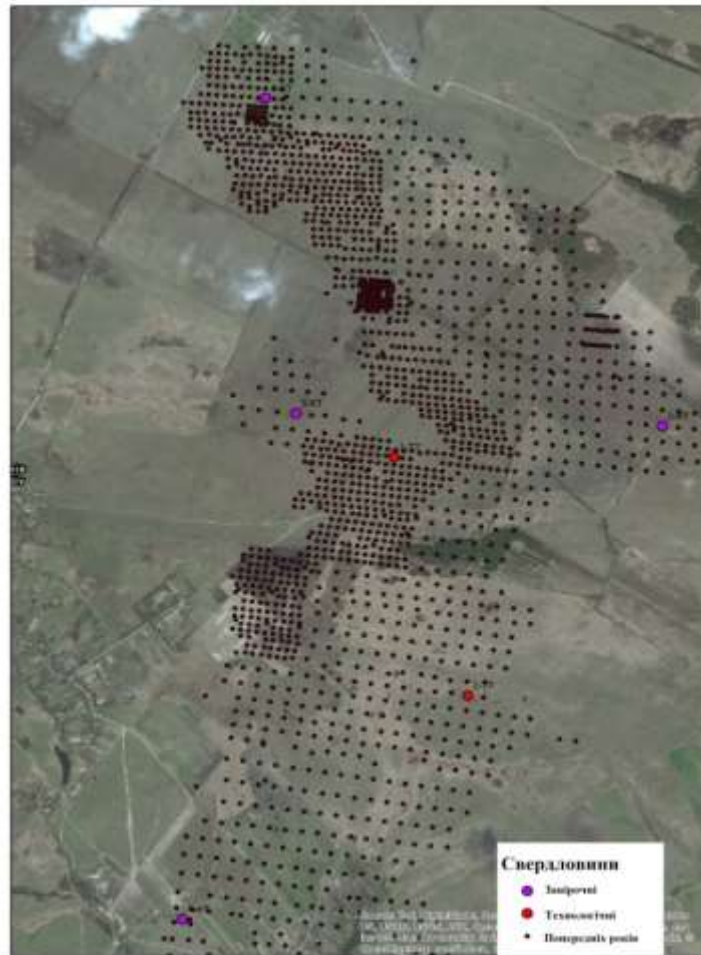


Рис. 2.2. Карта свердловин минулих років, та свердловин пройдених для завірки інформації та відбору технологічних проб

Введено поняття геолого-економічного картування. По родовищу були взяті розрахунки необхідних витрат (рис.2.3): 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 1т) ільменіту. Проведені розрахунки різниці між вартістю ільменіту й сумою витрат, що мають бути понесені при видобутку й вилученні одиниці ільменіту.

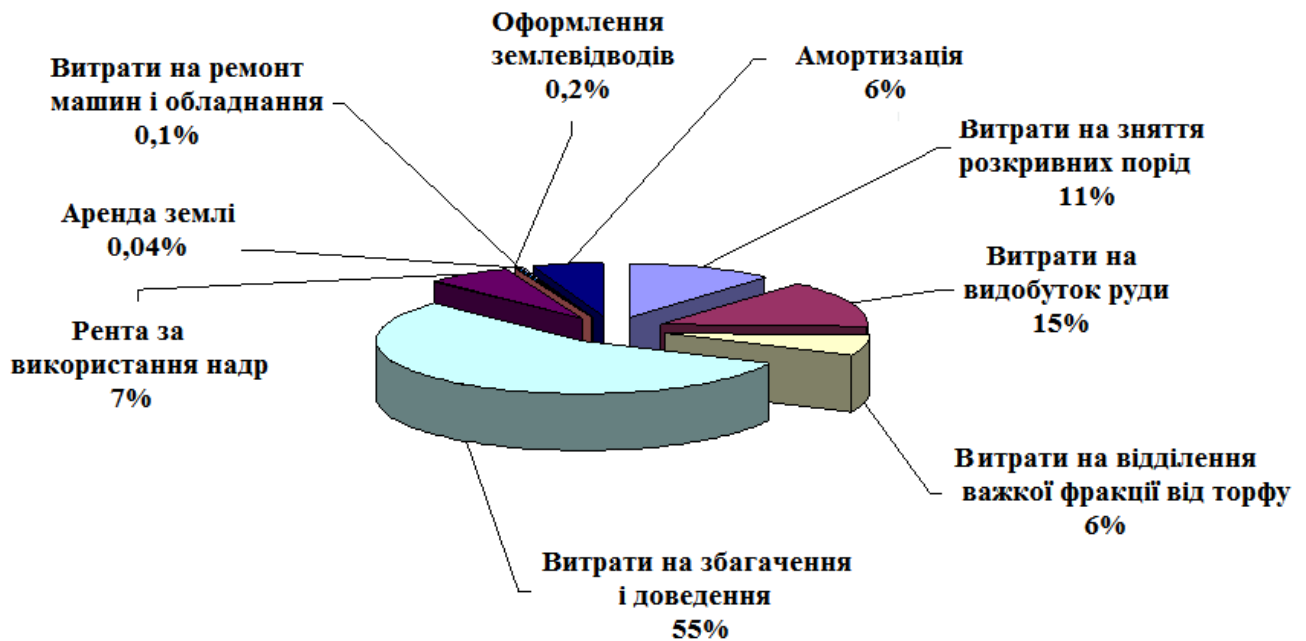


Рис. 2.3 Структура необхідних витрат

Результати, які виражають чистий прибуток (у \$) приведені до розміру стовпчику рудного тіла й розкриву, з перерізом в 1 м^2 , по кожній свердловині (табл. 2.1). Ці результати, у згладженому сплайном вигляді, зведені на нижче представлений карті (рис. 2.4).

Таблиця 2.1. – Необхідних витрат

| з/п | Статті витрат | Норматив | Од.виміру |
|-----|--|----------|-------------------|
| 1 | витрати на зняття розкривних порід | 2,1 | \$/м ³ |
| 2 | витрати на видобуток руди | 3,2 | \$/м ³ |
| 3 | витрати на відділення важкої фракції від торфу | 1,5 | \$/м ³ |
| 4 | витрати на збагачення і доведення | 60 | \$/м ³ |
| 5 | рента за використання надр | 5% | |
| 6 | аренда землі | 128 | \$/га |
| 7 | оформлення землевідведень | 6,8 | тыс.\$ /га |
| 8 | витрати на ремонт машин і устаткування | 14 | тыс.\$/ год |
| 9 | амортизація | 1,5 | тыс.\$ |

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

Також опрацьовано матеріали щодо гіпергенних родовищ українського щита, особлива увага приділялась Торчинському родовищу апатит-ільменітових руд. Саме Торчинське родовище апатит-ільменітових руд стало темою, що була включена в розділ «Гіпергенні родовища українського щита» для монографії «Титан України».

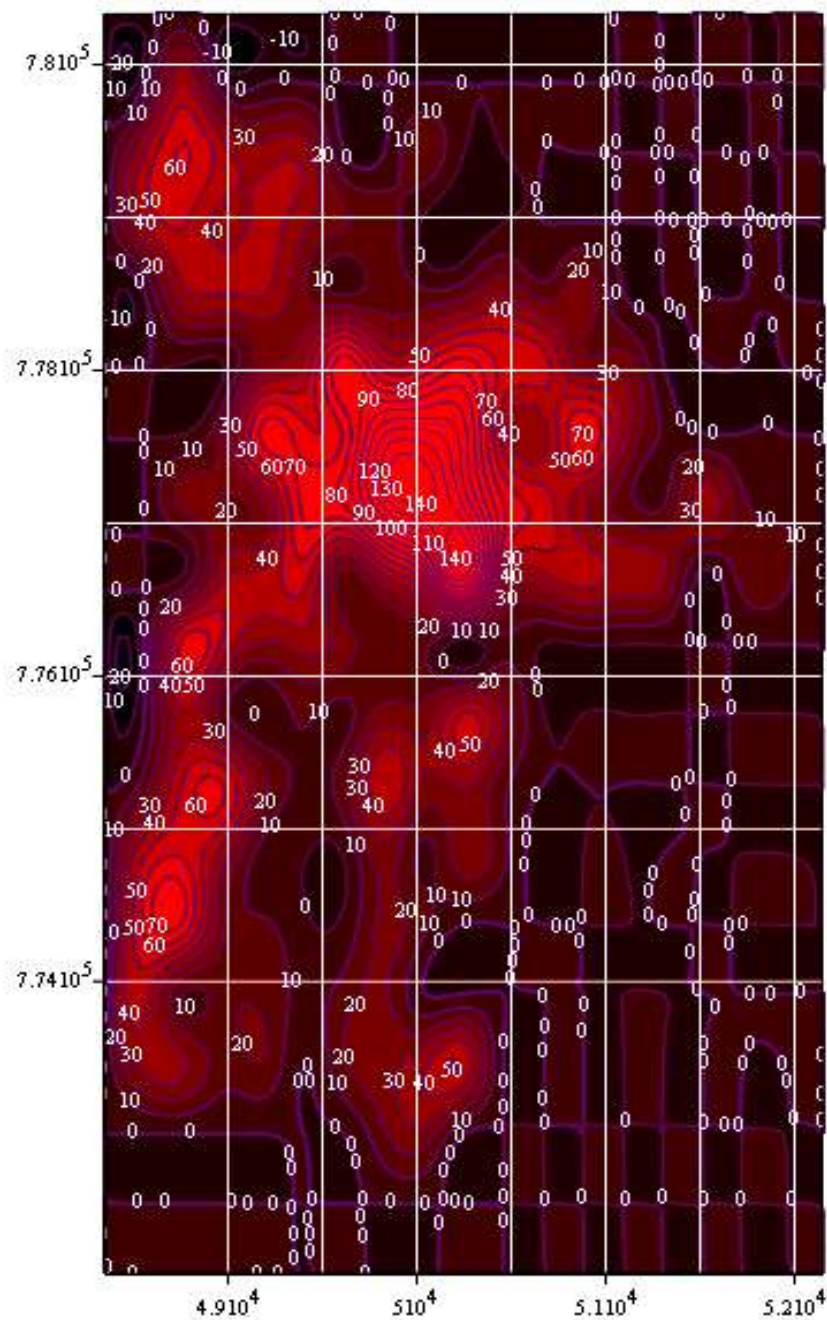


Рис. 2.4. Карта розподілу прибутку на території родовища

Отже, висвітлено комплекс методів, який виявився ефективним при побудові моделі родовища та аналізу закономірностей його будови, а саме:

- Вибір геологічного об'єкту проводився за рахунок геолого-економічного методу. Розташування об'єкту робіт у високоперспективній титаноносній зоні, вичерпання вже існуючих родовищ та загальні риси геологічної будови свідчать про необхідність отримання спеціального дозволу на розробку Торчинського родовища.,

- Для визначення структурного положення родовища, використовуючи геолого-структурний метод, внаслідок чого було обґрунтовано, що родовище сформувалося в складному вузлі перетину різнонаправлених розломів, які характеризуються найбільшою геодинамічною активністю з проявами знакоперемінних процесів стиснення та розтягнення;

- 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 [5], зі застосуванням методу найменших квадратів. Це також середні значення. На побудованих перерізах вміст ільменіту (у кг/т) розраховувався як середньозважений для каолінітового горизонту кори (він на родовищі розвинений повсюдно, тоді як жорствяно-гідрослюдистий горизонт, подекуди відсутній);

- Цифрове структурно – геологічне [2;20;21] та геолого-екологічне моделювання - особливості моделювання які модифіковані для родовищ елювіального типу [24;25], яке включає відображення таких характеристик: структурних поверхонь (підшви, покрівлі); потужностей відкладів; поверхонь стратиграфічних незгідностей; літостратиграфічного розчленування і літофацій, побудова розподілу корисного компоненту [26;27]. Методологічною основою запропонованого моделювання є поєднання підходів трьох наукових дисциплін [17;18;19]: формаційного аналізу [13;15;16] системного підходу [9], математичного та комп'ютерного моделювання [22;23]. Модель створювалась за допомогою програмного комплексу «ArcMap», Mathcad.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Вибір геологічного об'єкту 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 поштуфних 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.

Список використаних джерел до розділу 2

1. 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.
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. 2016. №3(356). С.7–20.
3. Гошовський С.В. Український щит як перспективний регіон для подальшого розширення мінерально-сировинної бази України. Мінеральні ресурси України. 1998. № 4. С. 5–8.
4. Гребенніков С.Є., Лобасов О.П. Геолого-математичне моделювання і географічні інформаційні системи в задачі моніторингу седиментаційних басейнів. Вісник Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка. Геологія. 2001. Вип. 19. С. 28–31.
5. Гребенніков С.Є., Лобасов О.П. Моделювання будови осадових басейнів в середовищі ArcView. Мінеральні ресурси України. 2003. № 4. С. 25–31.

6. Жуков В.Т., Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. Математико-картографическое моделирование в географии. Москва: «Мысль», 1980. 224 с.
7. Казанский Ю. П. и др. Осадочные породы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 211 с.
8. Казанский Ю. П. и др. Осадочные породы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 266 с.
9. Карагодин Ю.Н. Региональная стратиграфия. Москва: Недра, 1985. 180 с.
10. Коржнев М.М., Михайлов В.А. Міщенко В.С. та ін.. «Основи економічної геології», «Логос», Київ, 2006. 223 с.
11. Лукієнко О.І. Структурна геологія. Київ: КНТ, 2008. 291 с.
12. Наукове супроводження геологічних об'єктів з метою оптимізації використання ресурсів надр (моніторинг надрокористування) / за ред. Г.І. Рудька. Київ, 2015. 592 с.
13. Рухин Л. Б. Основы литологии. Л.: Гостоптехиздат, 1961. 780 с.; 2-е изд. 1969. 704 с.
14. Свивальнева Т.В. Геолого-экономическая оценка титановых месторождений Волынского титаноносного района с построением модели одного из перспективных объектов. Зб. наук. пр. ІГН НАН України. 2013. Вип. 6. С. 123–128
15. Страхов Н. М. Проблемы современного и древнего осадочного процесса [Текст]: в 2 т., Т. 2: Закономерности древнего литогенеза и рудообразования. Рос. АН, Геол. ин-т. Москва: Наука, 2008. 497 с.
16. Тимофеев В.М. Структурна геоморфологія Коростенського плутону. Зб. «Фізична географія та геоморфологія», вид-во КДУ, 1973. вип. 9.
17. Хрущов Д.П., Ковальчук М.С., Ремезова О.О., Лобасов О.П., Босевська Л.П., Кирпач Ю.В. Цифрове структурно-літологічне моделювання як метод інформаційно-аналітичного забезпечення досліджень та робіт з використання й охорони надр. Зб. наук. статей ІХ Міжн. конф. «Геоінформатика:теоретичні та прикладні аспекти» (11-14 травня 2010, Київ, Україна). Київ, 2010. А 110.
18. Хрущов Д.П., Галецкий Л.С., Ремезова Е.А., Лобасов А.П., Кирпач Ю.В., Компьютерное моделирование рассыпных месторождений титановых руд. Зб. наук.

статей IX Міжн. конф. «Геоінформатика:теоретичні та прикладні аспекти» (11-14 травня 2010, Київ, Україна). Київ, 2010. А 107.

19. Хрущов Д.П., Галецкий Л.С., Ремезова Е.А., Лобасов А.П., Кирпач Ю.В., Свивальнева Т.В. Компьютерные структурно-литологические модели осадочных месторождений титановых руд (на примере Злобичского месторождения ильменита). Матеріали третьої Всеукраїнської науково-краєзнавчої конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання». Володарськ-Волинський, 2010. С. 128–138.

20. Хрущов Д.П., Компанец Г.С. Литология галогенных и красноцветных формаций Предкарпатья. Киев: Наукова думка, 1988. 196 с.

21. Хрущов Д.П. Цифрові структурно – літологічні моделі Злобичського і Мотронівсько – Аннівського розсипного родовищ титано-цирконієвих руд. Геолог. Журнал, 2013. № 2. С 26–36.

22. Хрущов Д.П., Лобасов А.П., Гейченко М.В., Ковальчук М.С., Ремезова Е.А., Босевская Л.П., Кирпач Ю.В., Степанюк А.В. Структурно-литологические модели перспективных осадочных формаций. Мінеральні ресурси України, 2010. № 4. С. 39–44.

23. Хрущов Д.П., Лобасов А.П., Ремезова Е.А., Кирпач Ю.В., Степанюк А.В., Свивальнева Т.В. Цифровые структурно-литологические модели как информационно-аналитическая основа для принятия решений по эксплуатации и охране минеральных ресурсов и геологической среды. // V Міжнародна наук.-практ. конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (7-11 вересня 2009 р., м. Алушта). Зб. наук. статей. Т. II. Харків: Райдер, 2009. С. 60–65.

24. 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.

25. 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.
26. 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.
27. Khrushchov, 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, статья № 15995.

РОЗДІЛ 3 ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Геологічна будова Волинського мегаблоку

В структурно-тектонічному відношенні район робіт розташований у північно-західній частині Українського щита, що знаходиться в межах Волинського мегаблоку, для якого характерна двоповерхова будова: нижній структурний поверх являє собою докембрійський складнодислокований кристалічний фундамент, а верхній - фанерозойський осадовий платформний чохол. Слід зазначити, що особливості геологічної будови Волинського мегаблоку по-різному позначились на процесах морфолітогенезу та утворенні різновікових форм палеорельєфу. Наприклад, глибинні розломи, як правило, контролюють контури поширення відкладів та зміну генетичних типів рельєфу.

Становлення плутону відбувалось у палеопротерозої протягом тривалого тектоно-магматичного циклу, який охоплював близько 60 млн років. На ранніх його етапах сформувались породи габро-анортозитової, а на пізніх – переважно рапаківігранітної формацій.

В геологічній будові району беруть участь три основні вікові підгрупи порід протерозою, представлені гнейсами тетерівської серії, гранітоїдами і мігматитами житомирського, і основними породами та гранітоїдами коростенського комплексів. Значний розвиток також отримала кора вивітрювання кристалічних порід та осадові утворення крейдяно-кайнозойського віку.

Літолого-петрографічний нарис у стратиграфічній послідовності, у відповідності до загальноприйнятих для УЩ вікових схем

Геологічна будова Волинського мегаблоку

ПРОТЕРОЗОЙСЬКА СИСТЕМА

Нижній протерозой

Тетерівська серія

Найбільш древніми утвореннями в районі являються утворення Тетерівської серії. До складу яких входять різноманітні гнейси, переважно біотитові. Біотитові

гнейси, іноді з гранітом, містять різні за потужністю горизонти гнейсів, силіманіто-біотитових, графіто-біотитових, амфіболових, біотито-плагіоклазових та іноді мармурів.

У складі Тетерівської серії виділяються *Кочерівська та Станішовська світи*.

Кочеровська світа складена в основному товщею біотитових і амфіболітових гнейсів, іноді кварцитів, які перешаровуються, і у покрівлі котрих виділяється значна за потужністю пачка карбонатних порід, що в свою чергу містить прошарки силіманітових, біотитових і амфіболових гнейсів і сланців.

Відклади Кочеровської світи виділені в районі м. Радомишль, у південно-східній частині території. З півночі вони контактують з рапаківіподібними гранітами Коростенського комплексу, з заходу – з гранітодіоритами Житомирського комплексу та габроїдами Володарськ-Волинського масиву.

Нерозчленовані відклади Тетерівської серії зустрічаються у північно-західній та південній частині району. Представлені мармурами, гнейсами біотитовими, амфіболо-біотитовими, амфіболовими орто- і пара амфіболітами, силіманіт і графітовмісними гнейсами, двослюдяними сланцями, конгломератами.

Житомирський комплекс [11]. Житомирські граніти та їх мігматити спостерігаються у вигляді невеликих тіл у північно-східній, і витягнутих полів у південній частині району.

Граніти і мігматити житомирські утворюють невеликі масиви від 16 і більше км². Заслужують уваги два із них – *Млинівський* (92 км²) і *Копищанський* (160 км² у межах України). Масиви мають амебевидну форму, всеціло розміщені в межах розповсюдження гранітів, діоритів осницького комплексу, а також гнейсів городської світи. Породи закартовані в районі сс. Біловіж, Млинок, Нахапетівка, Копище, Глушковичі, Майдан.

На більшій частині площі вони перекриті відкладами мезозой-кайнозою (15–23 м) і, в незначній кількості, – нижньобілокоровицькими сланцями і пісковиками. Виходи на денну поверхню зустрінуті в районі сс. Майдан, Глушковичі. На південній околиці останнього граніти розкриті кар'єром розміром 150–250 м.

Переходи між гранітами і мігматитами нечіткі. Часто серед гранітів зустрічаються ксеноліти біотитового гнейсу. Для мігматитів характерна чітка смугастість, обумовлена чергуванням смуг гранітного і гнейсового складів. Простягання смугастості північно-західне ($330\text{--}310^\circ$), кут падіння – $65\text{--}85^\circ$.

Описані породи розкриті численними свердловинами при проведенні геологічної зйомки масштабу 1:50 000 [9] і ГГК-200 [6].

Макроскопічно – це світло-сірі, сірі, іноді рожевувато-сірі і темно-сірі дрібнозернисті і середньозернисті масивні породи, в яких темнокольорові мінерали часто розподілені нерівномірно у вигляді гнізд і смуг.

Структура гранітів гіпідіоморфнозерниста, гранітна, іноді з елементами гранобластовою. Мінеральний склад (у %): плагіоклаз – 35–40, калішпат – 25–35, кварц – 25–30, біотит – 5–15, мусковіт – 1–8, вторинні – серицит, хлорит, епідот, цоїзит, акцесорні – апатит, сфен, циркон; рудні – магнетит, ільменіт, пірит.

Описувані граніти мають нечіткі переходи з мігматитами, які, в свою чергу поступово змінюються гнейсами. Часто можна спостерігати такий поступовий ряд: гнейс – мігматит – граніт.

Мігматити володіють тим же якісним мінеральним складом, що і граніти, але характеризуються більшим вмістом темнокольорових мінералів, особливо біотиту, і меншою кількістю кварцу.

Для них характерна добре виражена смугастість, обумовлена чергуванням смуг гранітного (складених майже повністю із польових шпатів і кварцу) і гнейсового (збагачених темнокольоровими мінералами, особливо біотитом) складів.

У породі темнокольорові мінерали розміщені звичайно план-паралельно, що пояснюється чисто успадкованою структурою і текстурою гнейсів.

Макроскопічно мігматити являють собою сірі до темно-сірих, рідше рожевувато-сірі, дрібно-середньозернисті смугасті породи, що виявляють під мікроскопом лепідогранобластову структуру, яка чергується з гіпідіоморфнозернистою. Мінеральний склад (у %): плагіоклаз – 30–50, калішпат – 10–20, кварц – 10–30, біотит – 10–35, мусковіт – 1–8; вторинні – серицит, хлорит, карбонат, епідот; акцесорні і рудні – сфен, апатит, циркон, рутил, магнетит.

Геохімічний спектр гранітів характеризується підвищеною кількістю торію і рідкісних земель (присутність монациту). Понижений вміст рідкісних лугів провокує високі значення калій-рубідієвого відношення (більше 200).

Середній протерозой.

Пугачівська світа.

Пісковики пугачовської світи спостерігаються у вигляді ксенолітів посеред гранітів і габро коростенського комплексу в районі с. Березівка. Вони являють собою світло-сіру з рожевим відтінком дрібнозернисту до середньозернистої породи, складену, переважно, кварцом.

Коростенський інтрузивний комплекс. Коростенським комплексом складена найбільша в межах Українського щита інтрузія – Коростенський плутон, що займає на сучасному ерозійному зрізі біля 12 тис. км². В будові цього плутону і у складі коростенського комплексу беруть участь дві різні формації: габроанортозитова та рапаківігранітна. До складу першої входять габронорити, габро, габроанортозити та анортозити, що вкорінювалися у дві фази, розділені незначним віковим інтервалом. Цими породами складена приблизно 1/5 частина плутону, представлена кількома відокремленими масивами: Володарськ-Волинським (1250 км²), Чоповицьким (830 км²), Дубровським (60 км²), Пинязевицьким (40 км²), Кривотинським (30 км²) та Ушомирським (15 км²). У плані ці масиви ізометричні або неправильної форми, а по вертикалі кожен з них, за геофізичними даними, має обмежену потужність (0,3–3 км). Це субгоризонтальні плитоподібні тіла з крутопадаючими підвідними каналами дайкової форми, що утворюють переривчасті кільцеві контури довкола окремих масивів. Дайки складені переважно дрібнозернистими габроноритами і приурочені до довгоживучих розломів глибокого закладення, по яких відбувалося послідовне укорінення диференціатів основного розплаву, з яких кристалізувалися габронорити, габро, габроанортозити і анортозити.

Переважаюча частина плутону складена рапаківі та рапаківіподібними гранітами.

Габро, габронорити на вивченій території представлені також двома масивами – Юрівським і Селізовським, які відносяться до габроанортозитової формації

коростенського комплексу і мають залізо-титан-ванадієву металогенічну спеціалізацію.

Граніти рапаківіподібні біотитові і біотит-роговообманкові безовоїдні і дрібноовоїдні. Описувані породи широко розповсюджені на території аркуша М-35-V і займають площу 1870 км². На значній площі вони перекриті кайнозойськими осадами потужністю 7–30 м і утвореннями овруцької ефузивно-осадової серії потужністю до 1200 м. У північному борті Овруцької западини граніти картуються вузькою смугою і контактують з сирницькими гранітами по крупному тектонічному розлому. Зона контакту вивчена свердловиною 2445 і представлена інтенсивно переробленими і мілонітизованими породами потужністю 35 м. Із заходу описувані породи межують з дивлінськими граніт-порфірами, а у південному і східному напрямках виходять за межі вивченої території. На денну поверхню граніти виходять у долині р. Норинь і її притоки р. Мощаниця. Поблизу сс. Норинськ і Красносілка граніти розкриті кар'єрами (суміжна територія).

Магнітне і гравітаційне *поля* в межах розвитку рапаківіподібних гранітів спокійні, від'ємні. Породи характеризуються магнітною сприйнятливістю, яка коливається у межах $0-712 \times 10^{-5}$ од. SI (середня 30×10^{-5} од. SI) і густиною 2,50–2,73 г/см³ (середня – 2,64 г/см³). Граніти добре вивчені при проведенні геологічної зйомки масштабу 1:50 000 [10]. При проведенні ГГК [6 граніти розкриті і вивчені у свердл. 2519, 2520, 2522, 2553, 2442, 2504, 2505, 2560, 2445 [10].

Макроскопічно вони являють собою рожеву, рожевувато-сіру, рідше сіру і зеленувато-сіру дрібно-середньозернисту породу з частими овоїдами розміром від декількох міліметрів до 1,5–2 см.

Овоїди представлені округлими виділеннями калієвого польового шпату, облямовані пойкилопегматитовими, рідше – плагіоклазовими оторочками або ланцюжком ізометричних зерен кварцу. В інших випадках центральна частина овоїда виконана альбіт-олігоклазом з мікропертитовою оторочкою. У вигляді нечітких порфірових виділень часто зустрічаються таблитчасті зерна мікроклін-пертиту з переривчастою гранофіровою оторочкою.

П.М. Структура породи пойкилопегматитова, пойкилоаплітова, гранофірова, рідше гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад (у %): мікроклін-пертит – 40–60, плагіоклаз – 15–20, кварц – 20–30, біотит – 2–5, рогова обманка – 1–3, хлорит, серицит, циркон, апатит, флюорит, ільменіт.

Нижче приводиться хімічний склад описуваних гранітів (табл.3.1) і геохімічна спеціалізація порід коростенського комплексу (табл. 3.2).

Таблиця 3.1. – Хімічний склад гранітів коростенського комплексу

| Окиси | Вагові % | | | |
|--------------------------------|---|---|---|--|
| | Граніт середньо-зернистий, свердл. 2445, інт. 190,0–193,2 м, с. Ясенець | Граніт біотит-роговообманковий, свердл. 2462, інт. 203,0–206,0 м, хут. Тала І | Граніт біотитовий, свердл. 2442, інт. 198,0–201,0 м, с. Дівошин | Граніт, свердл. 2442, інт. 214,0–217,0 м, с. Дівошин |
| SiO ₂ | 71,88 | 74,60 | 70,50 | 75,68 |
| TiO ₂ | 0,40 | 0,15 | 0,49 | 0,36 |
| Al ₂ O ₃ | 13,08 | 13,77 | 12,98 | 10,72 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,02 | 0,90 | 2,26 | 1,54 |
| FeO | 2,72 | 1,64 | 2,49 | 1,76 |
| MnO | 0,046 | 0,06 | 0,05 | 0,03 |
| MgO | - | 0,22 | 0,27 | 0,08 |
| CaO | 1,44 | 0,80 | 0,98 | 0,63 |
| Na ₂ O | 2,80 | 4,20 | 2,83 | 2,40 |
| K ₂ O | 5,56 | 3,60 | 5,56 | 5,54 |
| P ₂ O ₅ | 0,073 | 0,06 | 0,099 | 0,039 |
| в.п.п. | 1,22 | 0,22 | 1,19 | 0,93 |
| сума | 100,24 | 100,22 | 99,70 | 99,71 |

Таблиця 3.2. – Геохімічна спеціалізація порід коростенського комплексу

| з/п | Назва порід | Геохімічна характеристика (кларк концентрації), середнє значення |
|-----|--|--|
| 1 | Габроанортозити, анортозити | Yb – 9.75, Zr – 6.8, Ba – 4.8, Be – 3.75, Pb – 3.5, Sr – 1.5, Zn – 1.19, Co – 1.0, Sc – 0.8, Y – 0.65, Cu – 0.63, V – 0.34, Cr – 0.25, Ni – 0.24 |
| 2 | Габронорити | P – 7.3, Yb – 2.9, Pb – 2.2, Ba – 1.8, Co – 1.4, Sr – 1.2, Be – 0.8, La – 0.7, Sc – 0.4, Y – 0.52, Zn – 0.37, V – 0.35, Cr – 0.31, Ni – 0.3, Cu – 0.21 |
| 3 | Габросієніти | Yb – 4.2, Zr – 4.1, Cu – 3.4, Pb – 3.1, Cr – 2.4, Zn – 2.2, Ba – 1.7, Y – 1.7, V – 1.1, Co – 1.1, Sr – 1.0, Ni – 0.4 |
| 4 | Граніти рапаківіподібні біотитові, амфібол-біотитові | Zr – 1.5, Ce – 1.5, La – 1.3, Zn – 1.3, Y – 1.1, Pb – 1.0, Yb – 1.0, Co – 1.0, Cu – 0.9, Ag – 0.9, Cr – 0.7 |
| 5 | Граніт-порфіри | Cu – 4.8, Zr – 3.5, La – 3.0, Pb – 2.6, Yb – 2.5, Y – 2.3, Ni – 1.2, Ba – 1.1, Cr – 1.0, Be – 1.0, Zn – 0.8, Sr – 0.8, Co – 0.8, V – 0.6 |

Габро-анортозити, анортозити доволі широко поширені, складаючи значну частину масиву основних порід.

Габро, габро-норити, габро-діабази. В межах району габроїдні породи мають широке поширення і прослідковуються у вигляді невитриманої за шириною полоси вздовж майже всього південно-східного контакту і центральної частини Володарськ-Волинського масиву, а також утворюють ряд крупних тіл у межах Чоповицького габро-анортозитового масиву.

Макроскопічно це темно-сірі, іноді майже чорні породи, дрібно-середньозернисті.

Складені темно-сірим, середньозернистим плагіоклазом і темноколірними мінералами, представленими піроксеном. Окрім цього в породі постійно присутні рудні мінерали, представлені ільменітом, піритом, рідше піротином. Розподіл темноколірних мінералів по породі нерівномірний. Серед загальної дрібно- та середньозернистої маси породи присутні і більш крупні виділення плагіоклазу розміром від 1 см. до 3 см., що надає породі порфіровий облік. Їх кількість у породі зазвичай незначна і тільки у рідких випадках спостерігається порівняно збагачені ділянки.

Текстура габроїдів масивна, але часто і планпаралельна або трахітоїдна.

Структура у більшості випадків однорідна, на окремих ділянках – діабазова, у зв'язку з чим порода визначається, як габро-діабаз.

Перидотити, габро-перидотити, піроксеніти. Породи типу габро-перидотитів, перидотитів і піроксенітів зустрічаються в районі с. Рижани.

Макроскопічно перидотити представляють собою темно-сірі, сірі, масивні породи з нечітко вираженою лінійно орієнтованою текстурою. Мінералогічний склад: олівін (70%), авгіт (15%), ільменіт (15%). У вигляді рідких ксеноморфних зерен відмічається лабрадор.

Перидотити асоціюють з габро-перидотитами, які відрізняються від перших меншим вмістом темноколірних мінералів (40-60%) і більшим вмістом плагіоклазу (40-60%).

Піроксеніти представляють собою темно-сірі, дрібно- середньозернисті, масивні породи з нечітко вираженою лінійно орієнтованою текстурою, причому у подошві тіл у піроксенітах спостерігається зменшення вмісту темноколірних мінералів і порода по складу наближається до габро-піроксенітів. Склад породи: піроксен (65%), біотит (10%), олівін (7%), плагіоклаз (3%), ільменіт (10-15%). З акцесорних мінералів зустрічається апатит.

Гібридні породи (γ, ν, ε) представлені контамінованими гранітами, граносієнітами, сієнітами, гранодіоритами, габро-сієнітами, монацитами, габро-монацитами, що утворюються у результаті взаємодії різноманітних за складом (кислих і основних) порід, безпосередньо на контакті або на невеликій відстані від нього. Спостерігаються поступові переходи до вмшуючи порід. Гібридні породи вкрай не витримані за складом і структурою.

Контактовий метаморфізм гранітоїдів по відношенню до габро виражається у виявленні специфічної серії контактово змінених порід об'єднуючих габро-монцоніти, монцоніти, кварцові монцоніти.

Макроскопічно габро-монцоніти, монцоніти у більшості випадків мало відрізняються від нормальних габро і тому для їх визначення необхідні мікроскопічні дослідження.

Основні породи Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву відрізняються підвищеним вмістом титану, який зустрічається в основному у вигляді ільменіту та титаномagnetиту. За своїм типом титанове зруденіння є сингенетичним з вмшуючи ми породами, серед яких рудні мінерали містяться у вигляді розсіяної вкрапленості, а також іноді утворюють лінзовидні скупчення і невеликі гнізда, приурочені до ділянок розвитку темноколірних мінералів (олівіну і піроксену).

Рудоносність основних порід в межах масиву не має рівномірного розповсюдження, внаслідок чого найголовніші їх різновиди характеризуються різним вмістом TiO_2 , що показано в таблиці 3.3 [10]:

Таблиця 3.3. – Таблиця середніх складів різновидів основних порід

| Окси | Анортозити | Габро-анортозити | Габро-норити, габро | Габро-перидотити, перидотити | Монцоніти, габро-монцоніти |
|--------------------------------|------------|------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| SiO ₂ | 53,48 | 51,73 | 50,87 | 32,61 | 55,79 |
| TiO ₂ | 0,36 | 0,94 | 2,21 | 6,38 | 1,57 |
| Al ₂ O ₃ | 24,25 | 20,34 | 15,58 | 5,37 | 15,92 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,44 | 2,89 | 3,42 | 8,76 | 2,16 |
| FeO | 3,21 | 5,68 | 10,29 | 26,79 | 9,63 |
| MnO | 0,04 | 0,09 | 0,01 | 0,27 | 0,09 |
| MgO | 2,1 | 3,67 | 4,19 | 7,22 | 1,96 |
| CaO | 9,56 | 8,11 | 8,28 | 9,71 | 1,55 |
| Na ₂ O | 3,5 | 4,11 | 3,19 | 0,82 | 3,92 |
| K ₂ O | 0,93 | 0,06 | 1,4 | 0,39 | 3,06 |
| P ₂ O ₅ | 0,78 | 0,09 | 0,45 | 1,52 | 0,35 |
| H ₂ O ⁺ | 0,29 | - | 0,28 | - | - |
| H ₂ O ⁻ | - | - | 0,05 | - | - |
| п.п.п. | 0,78 | 1,43 | 0,6 | - | - |

Як показують дані мінімальні вмісти ільменіту відмічені у анортозитах і габро-анортозитах. Найбільша кількість ільменіту зосереджена у меланократових гірських породах – в олівінових дрібнозернистих габро, габро-норитах, габро-перидотитах, які являються основним джерелом ільменіту при формуванні залишкових та розсипних родовищ.

В основних породах присутній ільменіт двох генерацій.

Ільменіт першої генерації представлений мікроскопічними виділеннями, тонко проростаючими зернами піроксенів, олівінів, плагіоклазів. Це говорить про те, що частина титану, вірогідно, виділилася у фазу формування породоутворюючих мінералів.

Ільменіт другої генерації представлений у вигляді самостійних зерен у проміжках між породоутворюючими мінералами. Розміри досить різні: від 0,01 мм., до 5мм. в перетині.

Крім того, дрібні (розміром 0,1-0,5 мм) зерна ільменіту іноді заміщують породоутворюючі мінерали, що свідчить про виділенні основної маси титану на заключних етапах формування розглянутих основних порід. Особливо типовий вміст ільменіту другої генерації для габро-норитів і габро, сформованих в конкретній стадії становлення основної магми.

Гранітоїди коростенського комплексу. Рапаківіподібні граніти коростенського комплексу облямовують масиви основних порід. Усі граніти цієї формації утворюють єдиний генетичний ряд, пов'язані між собою поступовими переходами, характеризуються близькими петрохімічними особливостями, проте відрізняються по ряду текстурних і структурних ознак.

Граніти-рапаківі зустрічаються в основному на північ від східної та південно-західної окраїни Володарськ-Волинського масиву. Вони відслонюються у ряді місць вздовж р. Тростяниця, а також у районі сіл Селянщина, Луки, Гута Потієвська.

Макроскопічно це біотит-роговообманкові рожеві, рожевувато-червоні, рідше зеленовато-рожеві, крупнозернисті, масивні породи з чітко проявленими овоїдами, що мають плагіоклазову оторочку. Порфірові виділення нерівномірно розподілені в породі і складають 30-50% усієї маси. Представлені вони крупними еліпсоподібними, округло-таблитчастими і таблитчастими виділеннями калієвого польового шпату.

Структура основної маси під мікроскопом гранітова, місцями гранулітова.

Мінералогічний склад гранітів: мікроклін-мікропертит (45%), плагіоклаз (20-25%), кварц (25%), рогова обманка (5%), біотит (1-2%), поодинокі зерна піроксену і олівіну. Рудні мінерали представлені ільменітом; акцесорні – апатитом, цирконом, флюоритом.

Граніти біотитові – рожеві, червонувато-рожеві, сірувато-зеленувато-рожеві, крупнозернисті, зі слабо проявленою овоїдною будовою і безовоїдні, масивні. Порфіровидні виділення розподілені в породі нерівномірно і складають близько 30% всієї маси породи.

Зустрічаються між селами Івановичі, Грушки і Новопілля, де утворюють невеличкий масив, а також огинають зі сходу Чоповицький масив.

Мінералогічний склад породи: мікроклін-пертит (50%), плагіоклаз (10-20%), кварц (30%), біотит (5%), рогова обманка (0,5%), іноді олівін та піроксен. З акцесорних мінералів зустрічаються флюорит, ортит, циркон, апатит. Рідкісні мінерали – ільменіт і магнетит.

Структура загальної маси порід під мікроскопом гранітна з елементами гранулітової.

Граніти рапаківіподібні майже з усіх сторін обрамляють Володарськ-Волинський масив і тягнуться далі у північну частину району, де утворюють доволі великий масив. Це біотит-амфіболітові, рідше піроксенові, рожеві і сірі, середньозернисті, з великою кількістю чітких овоїдів, масивні породи. Легко діагностуються по наявності структур проростання. Кількість овоїдів складає 30-50% від усієї маси порід.

Основна маса порід середньозерниста, рідше крупнозерниста, з нечітко вираженими порфіровими виділеннями, які нерівномірно розподілені у породі. Кварц в основній масі сірий, димчасто-сірий, ізометричний, часто у агрегатних зростках.

Мінералогічний склад: мікроклін-пертит (50%), плагіоклаз (10-20%), кварц (30%), рогова обманка (5%), біотит (2-3%), іноді олівін і піроксен. Акцесорні мінерали: флюорит, ортит, циркон, апатит. Рудні мінерали: ільменіт, магнетит.

Граніти рапаківіподібні (коростенські) утворюють дрібні ізольовані тіла (на захід від м. Черняхів), а також спостерігаються у вигляді полоси вздовж контакту з нечітко порфіро видними гранітами.

Представлені біотит-амфіболітовими, часто з олівіном та піроксеном, рожевими, сірими, зеленувато-сірими, дрібно- середньозернистими, дрібно- крупноовоїдними, масивними породами. Овоїди складають 20-40%, представлені округлими, округло-таблитчастими виділеннями калієвого польового шпату.

Основна маса середньозерниста, іноді дрібнозерниста, майже повсюдно зі структурою графічного проростання.

Мінералогічний склад: мікроклін (40-50%), плагіоклаз (20%), кварц (25%), рогова обманка (5%), біотит (1-2%), поодинокі зерна олівіну і піроксену. Рудні мінерали – ільменіт; акцесорні – апатит, циркон (малакон, циртоліт), флюорит.

Структура основної маси під мікроскопом гранофірова, рідше гранітова.

Граніти біотитові – розу вато-червоні (лизниківські) утворюють невеликий масив у районі сіл Лизники-Топорище.

Макроскопічно це розу вато-червоні, червоні, середньозернисті, безоводні з виділеннями біотиту: та характерними червоподібними подовженими зернами кварцу.

Мінералогічний склад: мікроклін-пертит (50-60%), плагіоклаз (5-15%), кварц (25-40%), біотит (3-5%). Акцесорні мінерали – флюорит і циркон.

Граніти біотитові, дрібнозернисті, аплітовидні, є найбільш розповсюдженими з усіх порід коростенського комплексу. Зустрічаються в районі Житомира, Кривотина і у західній частині Чеповичського масиву основних порід, де утворюють невеликі штокоподібні тіла.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін-мікропертит (50%), потім ідуть плагіоклаз (15-20%), кварц (20-30%), біотит (2-3%). У значно менших кількостях присутні рогова обманка, піроксен, олівін. Акцесорні мінерали – апатит, циркон, флюорит.

МЕЗОЗОЙ – КАЙНОЗОЙ

Кора вивітрювання кристалічних порід

На докембрійських породах широко розвинута древня кора вивітрювання площинного типу, потужність якої коливається від 0м до 48м і навіть 75м (по окремим свердловинам).

Нижня границя розповсюдження кори вивітрювання зумовлена рівнем проникнення процесів вивітрювання у кристалічні породи.

Перекрита товщею четвертинних, ріже палеогенових і неогенових відкладів, кора дуже рідко виходить на денну поверхню. У той же час глибина залягання її покрівлі лише у окремих випадках перевищує 35-40 м.

Поверхня кори вивітрювання показує загальний, доволі рівномірний нахил у північно-східному напрямку. Покрівля її складена цілим рядом заглиблень різних напрямків, відповідаючи річним долинам сучасних і похованих ерозійних систем. Як правило на цих ділянках кора відсутня або ж у значній мірі розмита.

Там, де кора вивітрювання збереглась від розмиву, вона зазвичай представлена повним профілем, складеним з трьох головних зон:

1. Зони початкового вилуговування та дезінтеграції.

2. Зони часткової каолінізації.

3. Зони повної каолінізації.

Приведений склад розрізу витримується не завжди – нерідко один чи два горизонти відсутні.

Така будова профілю характерна для розрізу древньої кори вивітрювання усіх порід району.

Зона початкового вилугування та дезінтеграції представлена суттєво вивітряними корінними породами, які при невеликому механічному навантаженні розсипаються на дрібні уламки, а також жорствою з різним ступенем розкладу. Ця зона проявлена досить нерівномірно; потужність її коливається від 0,5 до 4-8 м, іноді досягаючи 15-20 м. Максимальне її значення звичайно приурочене до депресій у кристалічному фундаменті.

Перехід до вищезалігаючої зони виражений доволі чітко, однак у багатьох інших випадках він буває поступовим і проводиться у певній мірі умовно (по вмісту в породі жорстви). У даній зоні зазвичай добре зберігаються структурні і текстурні особливості початкових порід, з переважанням збережених зерен породоутворюючих мінералів над новоутвореними. Основні зміни мінерального складу полягають у частковому вилугуванні польових шпатів і утворенні по ним каолініту, серициту, і гідрослюди, а по піроксенам – хлориту і рідше – бейделіту; слюди заміщаються гідрослюдами.

Забарвлення порід різноманітне: бурувато-сіре, жовтувато і сірувато-буре, а на ділянках, збагачених хлоритом, набуває також і зеленуватого відтінку. Колір зазвичай залежить від складу материнських порід.

Зона часткової каолінізації характеризується поєднанням значної кількості слабо вивітрянних породоутворюючих мінералів (в основному, польових шпатів і кварцу), з інтенсивно вивітряними та новоутвореними мінералами. Текстура і структура основних порід в цілому добре зберігається, і у зв'язку з цим мінералам зони властиве строкате біло-сіро-зелено-буре плямисте забарвлення. Для нижньої частини зони зазвичай характерне більш темне, однорідне забарвлення і відносно переважання слабо вивітрянних породоутворюючих мінералів.

Верхня частина зони зазвичай має строкате, плямисте забарвлення; у цих межах польові шпати знизу вгору поступово стають все більш вивітряними, перетворюючись у світлу порошкоподібну масу, в якій переважає каолініт-гідрослюдястий матеріал. Темноколірні мінерали майже повністю заміщені гідрослюдами, хлоритом, гідро хлоритом і бейделітом.

Зона повної каолінізації представлена доволі однорідною, білою, сіруватою чи забарвленою гідроокисами заліза в жовтуватий колір глинистою (каоліновою) масою, що майже повністю складена з продуктів розкладання породоутворюючих мінералів материнських порід, посеред яких добре зберігається кварц.

Перехід від нижчезалягаючої зони часткової каолінізації в дану поступовий. У нижній її частині в породі зберігаються голубувато-зеленуваті плями вивітрянних темноколірних мінералів, що дають уявлення про текстуру і структуру материнських порід, вище ж ці ознаки доволі часто зникають.

В мінералогічному відношенні матеріал зони представлений в основному каолінітом; окрім того добре збережена більшість акцесорних, рудних мінералів і кварц. Іноді в породах зустрічаються релікти каолінізованого польового шпату, тому на дотик порода у цих випадках шорстка.

Як було згадано вище, для більшості основних порід характерний підвищений вміст титану, який пов'язаний з високим вмістом ільменіту. Кількість присутнього в корі титаномagnetиту відносно не велика; вона трохи збільшується лише в габро-перидотитах, розповсюдженість яких обмежена. Крім того, титаномagnetит під дією процесів вивітрювання досить легко руйнується.

Характер поведінки ільменіту в корі вивітрювання має ряд особливостей, зумовлених процесами фізичного і хімічного вивітрювання. В зоні дезінтеграції та початкового вилуговування більша частина ільменіту заключна в уламках породи, у зростках з породоутворюючими мінералами. Під дією проникаючих розчинів виділення ільменіту поступово вивільняються з породотвірних мінералів, а також розщеплюються по внутрішнім тріщинам і площами спайності з загальними втратами механічного зв'язку між окремими частинами, але без втрати загальної

форми виділень. Таким же чином всередину виділень потрапляє вільний кисень, що зумовлює початок окислення двовалентного заліза.

У напрямку до зони часткової каолінізації розпад зростків породоутворюючих мінералів і виділень ільменіту на окремі зерна швидко прогресують.

У зоні часткової каолінізації, а особливо у її верхній половині переважають зерна від 0,2 до 1 мм, скупчення яких ще зберігають контури первинних виділень.

З переходом до зони повної каолінізації контури первинних виділень ільменіту поступово розпливаються одночасно з кінцевим розкладом породоутворюючих мінералів з вивільненням розпорошених між ними зернами тонких виділень ільменіту. Це видно по збільшенню вмісту двоокису титану у глинистій фракції порід із зони повної каолінізації.

Поряд з фізичним вивітрюванням ільменіту відмічається зміна його природнього складу, як у хімічному так і в мінералогічному відношенні. Зі збільшенням ступеню вивітреності ільменіту спостерігається його збагачення TiO_2 . По даних хімічних аналізів видно, що вміст TiO_2 в ільменіті кір вивітрювання вище, чим у тих самих мінералах материнських порід.

На частковий розвиток процесів хімічного вивітрювання і зумовлену ним міграцію титану в корі вивітрювання основних порід вказують дані про вміст TiO_2 у складі новоутворених гіпергенних мінералів, що можливо також і у результаті захоплення цими мінералами дрібних часток ільменіту.

На завершення відмітимо наступні основні закономірності по вмісту титану основних порід:

1. Вміст ільменіту в корі вивітрювання основних порід на одиницю маси значно вищий (на 10-15%, іноді більше 20%), ніж у відповідних їй габроїдах кристалічної основи. Останнє пояснюється виносом під час вивітрювання значних мас заліза, магнію, марганцю, натрію і інших елементів, нестійких і рухливих у зоні гіпергенезу з породи.

2. Промислові вмісти ільменіту характерні перш за все для кір вивітрювання, що розвиваються по меланократових габроїдам. Останнє повинно враховуватися при пошуках нових родовищ титану

3. Ільменіт з кори вивітрювання основних порід є практично незмінним, або слабозмінним, що на відміну від концентратів з розсипів, що зумовлює його високу якість та позитивні властивості при технологічному розділі на титанові пігменти. Тому в перспективі залишкові родовища титану на Волині будуть складати головну основу мінерально-сировинної бази титану Іршанського ГЗК [10].

КРЕЙДОВА СИСТЕМА

Крейдова система представлена нижнім і середнім відділом.

Нижня крейда представлена континентальними відкладами апт-альбських ярусів, приурочених до найбільш понижених у рельєфі ділянок кристалічного фундаменту.

Вони залягають на кристалічних породах та корі вивітрювання, перекриваються верхньокрейдяними або четвертинними утвореннями.

Представлені наступними генетичними типами: делювіальними, алювіально-делювіальними. У літологічному відношенні – це грубозернисті піски, вторинні каоліни. Потужність яких змінюється від 1-2 м до 17,5 м.

Верхня крейда на території району представлена туронським ярусом. Відклади останнього мають острівне розповсюдження, в основному, у долинах річок, і зв'язані з долиноподібними пониженнями в рельєфі кристалічного фундаменту. У нижній частині складені глауконітовими пісками, потужністю від 1-2 м до 10 м і піщано-кремністими породами – різноманітними за розмірами стяжіннями кременів, проміжки між якими заповнені різнозернистими пісками або вторинним каоліном. Потужність туронських відкладів коливається від 0,5 до 19,5 м.

КАЙНОЗОЙСЬКА ГРУППА

У складі кайнозойської групи виділені відклади палеогенової, неогенової і четвертинної системи.

ПАЛЕОГЕНОВА СИСТЕМА

У районі робіт відклади палеогенової системи зустрічаються рідко. Представлені бучацькою та київською світами еоцену.

Буцацька світа

Відклади буцацької світи розвинуті на дуже обмеженій території і залягають незгідно на розмитій поверхні кори вивітрювання кристалічних порід.

Представлені озерно-алювіальними утвореннями; супісками, пісками, глинами.

Супіски – сірі, темно-сірі до чорних, іноді з зеленуватим відтінком, щільні з прошарками і гніздами дрібнозернистого піску.

Піски – сірі, темно-сірі до чорних, іноді жовтувато-сірі, жовтувато-бурі, різнозернисті з домішкою більш крупних зерен кварцу, польвошпато-кварцеві, в різній мірі каолінові, глинисті, іноді з прошарками лігніту.

Глини – іноді зустрічаються посеред пісків. Глини жовтувато-сірі, сірі, пластичні.

Київська світа

Відклади київської світи мають порівняно невелике поширення. Залягають на розмитій поверхні кристалічних порід, рідше на інших відкладах. Складені пісками, пісковиками, глинами, алевритами, гравійним матеріалом.

Піски – зеленувато-сірі, жовтувато-зеленувато-сірі, світло зелені з охристо-жовтими прошарками. Різнозернисті з переважанням дрібно-середньозернистих. Часто містять домішку гравійного матеріалу. Домішка глинистого матеріалу нерівномірна.

Пісковики – зеленувато-сірі, сірі, з охристо-жовтими прошарками і бурими плямами, тонко-дрібнозернисті, рідше середньозернисті. Шаруватість горизонтальна. Виділяються опоковидні, глинисті та кременисті різновиди пісковиків. У кременистих пісковиках містяться уламки фауни.

Глини – зелені, сірі з зеленим відтінком, з охристо-бурими плямами, щільні, в'язкі, пластичні, жирні.

НЕОГЕНОВА СИСТЕМА

У складі неогенової системи виділяються відклади Новопетрівської світи та нерозчленовані відклади верхнього міоцену – нижнього пліоцену.

Новопетрівська світа

Частіше за все відклади новопетрівської світи залягають на розмитій поверхні кори вивітрювання. Літологічно вони представлені каоліновими пісками слабо зцементованими пісковиками і вторинними каолінами.

Піски сірі, світло-сірі до білих, іноді з охристо-жовтими, вишневими, з іржаво-бурими плямами, рідко з прошарками піску сірого зі слабким зеленуватим відтінком, тонко- дрібнозернистого. Склад піску суттєво кварцовий.

Вторинні каоліни частіше за все приурочені до нижніх частин розрізу новопетрівських відкладів. Це світло-сірі, сірі та з голубуватим, рідше з зеленуватим відтінком, білі породи, щільні, в'язкі, добре пластичні, піщанисті, іноді з домішкою напівобкатаних зерен кварцу розмірами 2-4 мм у діаметрі.

Пісковики утворюють прошарки серед пісків. Це світло-сірі, сірі, бурувато-сірі, іноді з жовтуватим відтінком, рідше охристо-бурі, дрібнозернисті, з домішкою крупно-грубозернистого матеріалу, часто шаруваті, цемент пісковиків каоліновий.

Верхній міоцен. У літологічному відношенні товща представлена строкато забарвленими глинами. Іноді до низу аргілітоподібними, сильно піщанистими з прошарками та лінзами піску, рідко вторинних каолінів. Розповсюджені широко по всій території.

Глини сірі, бурувато-сірі, темно-сірі з малиновими, охристо-червоними, вишнево-червоними, помаранчево-жовтими плямами та розводами, що переходять в оливково-сіру, зеленувато-сіру, блакитнувату, бурувато-синьовато-сіру; іноді у низах розрізу глина темно-сіра, темно-коричнева до чорної.

Глини у різній мірі щільні, в'язкі, жирні на дотик, пластичні, грудкуваті, важкі. У нижніх частинах товщі глини більш чисті, пластичні, менш забруднені гідроокисами заліза. В темно-сірих глинах відмічається велика кількість рослинних останків. У строкато забарвлених глинах часто відмічаються мергелясті і карбонатні стяжіння, а також залізо-марганцеві «боби». Серед них спостерігаються прошарки та лінзи кварцового піску сірого, брудно-сірого.

Часом у глинах відмічаються малопотужні прошарки вторинних каолінів, які зазвичай приурочені до нижніх горизонтів. Каоліни світло-сірі, білі, місцями зі слабким жовтуватим відтінком, рідше – з охристо-іржавими плямами.

ВІДКЛАДИ ЧЕТВЕРТИННОЇ СИСТЕМИ

Четвертинні відклади у межах досліджуваної території доволі широко розповсюджені і представлені різноманітними генетичними типами порід.

Наявність відкладів еоплейстоцену та нижнього неоплейстоцену у значній мірі проблематична. Вони повсюдно виділялися в полі розвитку сарматських глин, з якими пов'язані поступовими переходами. Розчленування їх було майже неможливим і датування відкладів мало досить умовний характер. Представлені суглинками, алевритами і пісками.

Середньонеоплейстоценові відклади. Середньонеоплейстоценові відклади плащоподібно залягають в межах всієї території досліджень і представлені льодовиковими, водно-льодовиковими, озерно-льодовиковими породами. Підморенні відклади, носять покривний характер і приблизно порівну розподілені в межах всієї вивченої території.

Представлені флювіогляціальними, озерно-льодовиковими відкладами. У літологічному плані це в основному піски жовтувато-сірі, різнозернисті, польовошпат-кварцеві, іноді зі слідами косої шаруватості. Часом містять прошарки зеленувато-сірих мулистих супісків та бурих глинистих прошарків грубозернистих пісків.

Льодовикові відклади (морена) мають покривний характер розповсюдження в межах Українського щита, але на досліджуваній території зустрічаються лише невеликі відокремлені останці.

Представлені червоно-бурими, жовто-бурими, грубими, різнозернистими, несорттованими, глинистими, сильно глинистими пісками і суглинками, що містять доволі велику кількість крупно-уламкового матеріалу – гравію, гальки і валунів.

Надморенні флювіогляціальні відклади зустрічаються у вигляді окремих плям. Представлені надморенні відклади жовтувато-сірими, сірими, різнозернистими

польовошпат-кварцевими, іноді косошаруватими пісками з рідкими малопотужними прошарками (10-20см), що містять гальку кристалічних порід.

Верхньонеоплейстоценові відклади. У складі верхньонеоплейстоценових відкладів виділяються алювіальні і елювіально-делювіальні осади.

Алювіальні відклади другої надзаплавної тераси відслонюються тільки у басейні р. Ірші. Представлені жовтуватого-світло-сірим, жовтуватого-сірим, крупно-середньозернистими кварцовими косошаруватими пісками, іноді з малопотужними прошарками гравіюю

Алювіальні відклади першої надзаплавної тераси менш поширені, ніж другої. Представлені жовто-сірим, жовтими різнозернистими каоліновими пісками, іноді з лінзами галечників.

Елювіально-делювіальні відклади не сильно поширені. Представлені щебенем, суглинками з уламками корінних порід.

Верхньонеоплейстоценові - голоценові нерозчленовані відклади. Представлені на даній території озерними, озерно-болотними, алювіально-делювіальними, делювіальними відкладами вододільних низин, долин річок, котлованів стоку.

Алювіально-пролювіальні та озерно-болотні відклади зазвичай тісно взаємопов'язані між собою. Літологічний склад цих відкладів часто у значній мірі залежить від характеру підстилаючих відкладів. Частіш за все це сизувато-сірі, зеленувато-сірі, тонкі, голкуваті супіски і суглинки з прошарками дрібнозернистих пісків.

Голоценові відклади. Включають осадки річкових долин, а також пролювіально-делювіальні, еолові, озерно-алювіальні, елювіальні. Представлені торфами, мулами, суглинками, супісками, пісками, гравієм, ґрунтами.

3.2 Геологічна будова Торчинського родовища апатит-ільменітових руд

В геологічній будові Торчинського розсипного родовища ільменіту, яке розташоване на території Коростенського плутону беруть участь нижньопротерозойські кристалічні породи фундаменту, мезокайнозойська кора вивітрювання по ним, та осадові відклади кайнозою.

НИЖНІЙ ПРОТЕРОЗОЙ

Коростенський інтрузивний комплекс. Торчинське родовище елювіальних титанових руд знаходиться в південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід і приурочено до кори вивітрювання габроїдів, що складають моноклінально залягаюче розшароване тіло, з кутами падіння 2-12° на схід. У плані тіло займає площу близько 160 км. кв. (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Оглядова карта розташування Торчинського апатит - ільменітового родовища

На сході тіло габро контактує з гранітами формації рапаківі, на заході – з габро-анортозитами. По гравіметричним даним корні цього тіла знаходяться на південному заході від родовища за його границями і просторово співпадають з положенням Черняхівського глибинного розлому.

Підстеляється тіло габроїдів безрудними габро-анортозитами Володарськ-Волинського масиву. По складу, структурі і фізичним властивостям тіло габроїдів поділяється на три пачки порід: нижня – габро-норити лейкократові; центральна (внутрішня) – габро-норити мезократові і верхня – мангеритова (калішпатові габро-норити) (рис. 3.2).

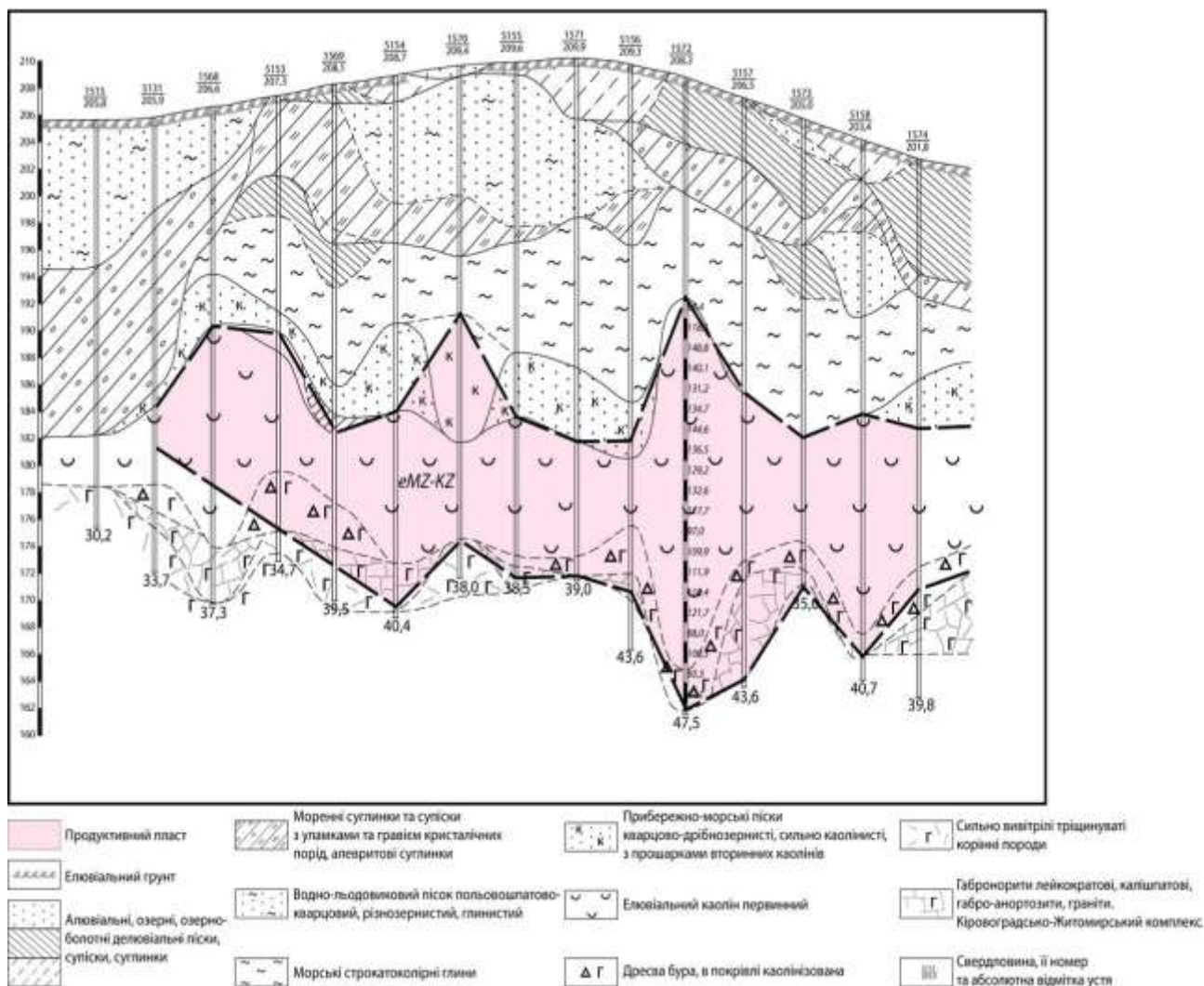


Рис. 3.2. Геологічний розріз Торчинського апатит-ільменітового родовища

Безпосередньо на родовищі на ерозійному зрізі виходять нижня і центральна пачки (рис.3.3). В свою чергу центральна пачка складається з двох горизонтів: нижнього, збагаченого ільменітом і верхнього, збагаченого титаномagnetитом. Перший із цих горизонтів дав багату (більше 100 кг/м^3) кору вивітрянню уздовж західного контакту родовища (запаси категорії В і частково C_1). Кора вивітрянню з вмістом ільменіту рівня $50\text{-}70 \text{ кг/м}^3$ на іншій частині родовища а також майже всі запаси категорії C_2 на півночі, розвинута по породам горизонту збагаченого титаномagnetитом.

На сході і північному сході родовища відмічені невеликі тіла жильних гранітів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. – Мінеральний склад корінних порід родовища

| Мінерали | Габро-норити | | Габроанортозити | Мангеритові породи | Граніти жильні |
|----------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------------|----------------|
| | Лейкокр. | Мезокр. | | | |
| Плагіоклаз | 60-70 60 | 40-45 42 | 70-83 78 | 40-65 50 | 10-15 12 |
| Клино-піроксен | 6-10 8 | 8-12 10 | 0-8 6 | 4-6 3 | 0-2 1 |
| Ортопіроксен | 12-25 22 | 4-8 10 | 0-1 0,5 | | |
| Олівін | 1-4 3 | 5-8 6,5 | 10-15 12 | 4-15 6 | |
| Рог. обманка | 0-1 0,5 | 2-6 4 | | 5-8 4 | 0-6 3 |
| Біотит | 1-1,5 1 | 3-6 4 | 0-0,5 0,2 | 3-4 2 | 0-3 1 |
| Калишпат в т.ч. мезопертит | 2-3 2,2 | 10-15 12 | 0,5-1 1,4 | 5-35 20 | 45-55 50 |
| Кварц | 0-2 1 | 5-9 7 | 0-0,4 0,2 | 5-20 12 | 22-35 30 |
| Рудний | 1-25 1,2 | 5-8 6,8 | 0-0,5 0,2 | 2-5 3 | 0,8-1,2 0,6 |
| Апатит | 0,5-1 0,6 | 3-6 4,5 | 0,5-0,8 0,6 | 1-4 1 | 0-0,6 0,3 |
| Н | 87 | 160 | 123 | 35 | 6 |

Примітка: В чисельнику – коливання вмісту мінералів; в знаменнику – середнє їх значення; Н – кількість аналізів.

Мінеральний і петрохімічний склад вміщуючих родовище порід, їх рудоносність, структурно-текстурні особливості вивчені з великою детальністю (більш ніж 2 тис. шліфів і аналізів, 89 силікатних аналізів, протолочок, близько 600 хімічних аналізів) і характеризуються наступними особливостями.

Габро-анортозити

Рудоносні габронорити родовище з заходу, південного-заходу та південного-сходу оточені габро анортозитами. Останні, окрім того, зустрічаються у вигляді своєрідних «вікон» всередині родовища на припіднятих ділянках і підстиляють рудні габроїди.

Досить типові також релікти-ксеноліти габро-анортозитів в при контактних габро-норитах, де вони мають характер шлірів, прошарків невеликих уламків або

окремих ксенокристалів. Остання обставина слугує причиною виділенню геологами-пошуковцями своєрідного порфоровидного габро, різка невитриманого по структурі та складу, кількість так званих вкрап ленників (ксенокристалів) плагіоклазу в яких саме різноманітне.

Вміщуючі габро-анортозити в будь якому їх проявленні мають звичайні для цієї серії порід Коростенського плутону склад, відрізняються тільки рясною іризацією в насичених синьо-голубих і, рідше, жовтувато-зелених тонах. Серед темнокольорових різко переважає клінопіроксен, при підлеглій ролі олівіну. Рудні мінерали, а також апатит зустрічаються в досить обмеженій кількості і знаходяться в тісній парагенетичній асоціації з темно кольоровими мінералами.

Плагіоклаз є основним породоутворюючим мінералом. Він утворює таблитчасті зерна з коливаннями розмірів в широких рамках від 4-6 мм до 2,0-5,0 см, з двійниковані, як і в більшості масивів, по альбітовому та альбіт-карлсбадському законам. Переважають іризовані плагіоклази темно-сірого кольору, рідше зустрічаються світло-сірі різновиди зі слабкою іризацією.

Численні оптичні вимірювання, хімічний, рентгено-структурний аналізи показали відносно витриманий склад плагіоклазу в межах 46-51% An з проміжною структурною впорядкованістю.

Вивчення фазового складу показало наявність в ньому до 27% калішпату, мікроскопічно підтвержені наявністю антипертитових вrostків.

Клінопіроксен утворює ксеноморфні або кутасті виділення в інтерстиціях таблиць плагіоклазу. Забарвлений в густий бурий колір з численними пластинчатими вrostками ільменіту по тріщинах спайності. По хімічному складу він, згідно існуючої класифікації, відноситься до авгіту.

Примітно, що піроксени габро-анортозитів володіють мінімальною серед основних порід плутону залізистістю, що прогресивно збільшується вверх по розрізу.

Олівін кількісно підпорядковується клінопіроксену і різною мірою заміщений вторинними шаруватими силікатами. Кристалізувався він в нестабільних фізико-хімічних умовах, про що свідчать різноманітні реакційні окантування. В порівнянні

з іншими породами плутону олівін із габро-анортозитів, аналогічно піроксену, відрізняється мінімальною залізистістю. Кристалічні дані ($N_g=1.773$, $N_p=1.732$, $2V=-78$), хімічний склад і рентгеноструктурний аналіз свідчать про належність його до гіалосидериту.

Хімічний аналіз габро-анортозитів показав їх виняткове збагачення на глинозем, вміст якого досягає 27%.

Габро-норити лейкократові

Залягають безпосередньо на габро-анортозитах і у вивчених розрізах протягом 6-8км мають досить витриману потужність в межах 50м. Однак спостерігається тенденція до її збільшення на схід по напрямленню загального занурення тіла габроїдів. Так, поблизу контакту з гранітоїдами потужність лейкократових габро-норитів складає 150м. Макроскопічно це світло-сірі мілко зернисті породи з чіткою директивною текстурою, що обумовлена субпаралельним орієнтуванням лейстовидних таблиць плагіоклазу. Зазвичай це породи гомогенні по складу і структурі і лише поблизу з габро-анортозитами в різній степені збагачуються ксеногенними таблицями плагіоклазу або оплавленими уламками перших, що досить часто мають чітку іризацію. В зоні контакту кількість таких включень плагіоклазу різко зростає.

Мінерально-петрографічні особливості лейкократових габроноритів зводяться до наступного. Чітко ідіоморфний плагіоклаз основної маси володіє максимальною основністю, що складає 38% An. Він абсолютно свіжий і здвійникований по альбітовому закону. Ксенокристали плагіоклазу, згідно вимірів показників приломлення та визначень на столику Федорова, показали високу основність у межах 55-55% An, що підтверджує приналежність їх до контактуючих габро-анортозитів.

Темнокольорові мінерали складають не більше 40% і представлені клино-і-ортопіроксенами, а також олівіном. Всі вони мають мінімальну залізистість серед габро-норитів і позбавлені будь-яких реакційних оторочок. Олівін по складу відповідає гортоноліту ($2v=72$, $N_m=1.740$, $FeSiO_4=55\%$).

Калішпат представлений тільки криптопертитом в інтерстиціях плагіоклазу. Рудні мінерали складають близько 1,5-2%.

Габро-норити мезократові

Вверх по розрізу лейкократові габро-норити поступово переходять в мезократові-рудні, які суттєво відрізняються від перших. Як і лейкократові породи вони утворюють досить витриманий (без врахування ерозії) горизонт потужністю близько 60м, що залягає паралельно контакту з габро-анортозитами і нижче залягаючими лейконоритами. Макроскопічно вони відрізняються більш крупним розміром складаючи мінералів (середньозернисті утворення) і меншим вмістом ксеногенних вкраплень. Мікроструктура їх типово габрова з приблизно однаковою кількістю фемічних і салічних мінералів. Із рудних мінералів у підвищеній кількості мітиться ільменіт, при практично повній відсутності в нижній частині горизонту титаномагнетиту. Суттєво підвищується в цих породах кількість мезопертиту, що кристалізується одночасно і трохи пізніше плагіоклазу з утворення своєрідних мезопертитових габро-норитів з елементами монсонітової структури.

Взаємоперходи вказаних мезократових різновидів практично нульові, тому проведені нами розділяючі границі являються досить умовними. В цілому разом габро-норити характеризуються деякими, тільки їм притаманними особливостями:

1. Наявністю сильно розкисленого, плямистого по згасанню плагіоклазу;
2. Постійними домішками мезопертиту двох генерацій – у вигляд криптопертиту і в симлектитовому співвідношенні з плагіоклазом (мікропертит);
3. Широком розвитком гідроксилвміщуючих силікатів (біотиту, рогової обманки та інші);
4. Наявністю ільменіту в нижній частині горизонту;
5. Переважанням титаномагнетиту над іншими рудними мінералами у верхній частині горизонту;
6. Присутністю підвищених вмістів апатиту (P_2O_5) в центральній частині горизонту (у верхах ільменітової верстви).

Плагіоклаз в мезократових габро-норитах на відміну від лейкократових (нижній шар) стає більш крупнозернистим і утворює вже ізометричні таблиці, знизу

незначні, а зверху сильно розкислені і мають плямисту будову з відокремленням ортоклазової складової. Двійниковані вони крізь по альбітовому і естерельському законам. Основність прогресивно понижується знизу до гори по розрізу ($Ab_{49} An_{38} Or_{13} - Ab_{51} An_{32} Or_{17}$). Структурна упорядкованість вивчених плагіоклазів в цілому проміжна і не залежить від вмісту в ньому ортоклазової складової.

Калішпат (мезопертит) представлений двома генераціями: більш раннім бурим криптопертитом і більш пізнім мікропертитом, в якому багаточисленні вrostки олігоклазу мають саму різноманітну форму: - крапель, прямокутників, серповидних розрізів і своєрідної графіки. Такий високотемпературний калі шпат кристалізувався одночасно або дещо пізніше плагіоклазу і був названий мезопертитом а породи вміщуючи його – мангеритами. Слід відмітити, що вверх по розрізу криптопертит кількісно поступається мікропертиту, а останній в самому верхньому шарі заміщується звичайним стрічковим низькотемпературним калішпат-пертитом гранітного типу з утворенням цілої гама порід проміжного складу, які по аналогії з іншими регіонами (Західна Латвія, Саяни, Норвегія) можна віднести до високотемпературних утворень мангеритової фації.

Олівін присутній в підлеглий кількості, його вміст дещо збільшується тільки в мезократових габроїдах тобто позитивно корелюється з рудними титано-окисними мінералами.

Для габро-норитів родовище характерний двопіроксеновий парагенезис. Роль кожного із них як породоутворюючого мінералу приблизно однакова. Однак добре виражена тенденція зменшення кількості ортопіроксенів вверх по розрізу аж до повного зникнення його в мангеритизованих породах.

Клинопіроксени представлені авгітом і субкальцієвим авгітом, рідше зустрічається саліт. Забарвлені вони в бурій або рожевувато-бурій колір, що свідчить про наявність Ti^{3+} в кристалічній решітці [9]. Залізистість клинопіроксену корелюється з основністю зростає вверх по розрізу. Коефіцієнт окисненості складає в середньому 5%.

Ортопіроксени в породах, що описуються, представлені інвертованим піжонітом. Утворюють вони ізометричні ксеноморфні табличчасті зерна розміром 2-

3мм, забарвлені в блідо-салатовий колір з помітним плеохроїзмом до рожевого по N_p . Повсюдно він складає пластинчасті вrostки клінопіроксену «бушвельдського типу» в формі субпаралельно орієнтованих смуг з однаковою оптичною орієнтацією. Досить часті двійники «ялиноподібної» структури завдяки вrostкам клінопіроксену. Наявність такого типу структури свідчить про належність цього ортопіроксену до піжоніту, що зазнав інверсію.

Біотит в габро-норитах зустрічається обмеженій кількості, досягаючи свого максимуму в мангеритизованих різновидах – верхній горизонт (калішпатова відмінагабро-норитів), одночасно свідчить про підвищений тиск летких компонентів у магмі. Окрім звичайних біметасоматичних оторочок на стику рудного і плагіоклаза він утворює гломеровидні скупчення або крупні пластинки розміром до 5мм, пофарбовані в ярий рудовато-коричневий колір. Залізистість біотита середня ($N_m=1.640$), звичайна для порід габро-анортозитової формації. Для нього типова парогенетична асоціація з калішпатом, роговою обманкою і титаномagnetитом.

Рогова обманка, як і біотит, в нижніх горизонтах практично відсутній. Помітна кількість її відмічається тільки в верхніх горизонтах, що насичені леткими компонентами і, зокрема, водою. Вона має колір густий зеленовато-бурий і розвивається на контакті клінопіроксена і плагіоклаза і нерідко псевдоморфно заміщує перший. Розмір зерен коливається від 0,5-3мм.

Кварц зустрічається в одиничних мілких зернах неправильної кутастої форми з однаковою оптичною орієнтацією і зазвичай входить в склад кварц-калішпатової евтектики.

Апатит в описаних породах не утворює суттєвих концентрацій, однак свого відносного максимуму досягає в мезократових (мезопертитових) відмінах, і проявляє більш тісний кореляційний зв'язок з залізом, ніж з титаном. По формі виділень і асоціативним зв'язкам можна виділити дві генерації апатиту. Більш ранній, початкової стадії кристалізації, має вірне ідіоморфне огранювання і незначний розмір зерен. В рівних кількостях з ним присутні і більш пізні товстотаблитчатий і відносно крупнозернистий апатит, який просторово і генетично

асоціюється з біотитом, амфіболом і рудним мінералом. Для нього типові також футлярподібні форми виділень.

По хімічному складу апатити із габро-норитів і вміщуючих габро-анортозитів практично не відрізняються (табл. 3.5), відносяться вони до високотемпературного фторапатиту, що містить до 0,89% рідких земель.

Таблиця 3.5. – Хімічний склад порід родовища [6]

| Оксиди | Габроанортозити | Габро-норити | | | Магнетитові породи |
|--------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--|--------------------|
| | | Лейко-кратові | Мезо-кратові | Мезократові з калієвим польовим шпатом | |
| SiO ₂ | 53,08 | 53,71 | 49,07 | 49,94 | 60,00 |
| Al ₂ O ₃ | 20,91 | 16,57 | 13,99 | 13,09 | 12,60 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,58 | 1,35 | 2,17 | 2,97 | 1,35 |
| FeO | 6,40 | 8,91 | 11,93 | 14,07 | 10,72 |
| TiO ₂ | 0,96 | 1,25 | 4,52 | 3,51 | 1,21 |
| CaO | 8,56 | 7,80 | 7,22 | 6,86 | 3,78 |
| MgO | 23,46 | 4,56 | 4,15 | 3,62 | 0,75 |
| P ₂ O ₅ | 0,32 | 0,31 | 0,76 | 1,30 | 0,30 |
| MnO | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,10 |
| K ₂ O | 1,07 | 1,30 | 1,52 | 1,72 | 4,52 |
| Na ₂ O | 3,66 | 3,30 | 3,04 | 3,86 | 3,86 |
| n.n.n. | 0,83 | 0,85 | 1,50 | 0,61 | 0,61 |
| Сума | 99,88 | 99,98 | 99,98 | 99,80 | 99,80 |
| n. | 22 | 20 | 20 | 12 | 3 |
| F | 61,90 | 53,84 | 63,38 | 70,72 | 62 |

Примітка: аналізи виконані в лабораторії ЖДПЕЖГРЕ де: n.-кількість аналізів; F-залізистість порід

Залізо-титанові рудні мінерали

Рудні мінерали в межах родовища, як і всього Коростенського плутону, досить постійні: це ільменіт, титаномagnetит, magnetит, піротин, пірит і халькопірит. Найбільше значення мають ільменіт і титаномagnetит. Ці мінерали розповсюджені практично по всьому родовищу, однак вміст їх непостійний і змінюється, прямо корелюється з меланократовістю складу рудовміщуючих порід. Вони частіше за все спостерігаються в вигляді рівномірних вкраплень, при малих концентраціях відокремлені у невеликі гніздоподібні або шліроподібні скупчення.

Кількісне співвідношення між ільменітом і титаномagnetитом не залишаються постійними і змінюються не тільки по різновидам порід, але і всередині кожного різновиду в залежності від положення в геологічному розрізі і умов формування.

Так, вміщуючі габро-анортозитах на частку ільменіту припадає 92-97% рудного компоненту. В габро-норитах нижнього лейкократового шару і в рудних мезократових габроїдах проміжної зони зберігається приблизно таке ж співвідношення рудної речовини. Вище по розрізу поступово відбувається збільшення кількості титаномагнетиту і у верхній частині зони мангеретизованого (мезопертитового) габро місцями спостерігаються вже переважання його над ільменітом.

В корінних рудоносних породах родовища можна виділити декілька форм відокремлення ільменіту і титаномагнетиту:

1. Індивідуалізовані зерна різноманітних кристалографічних обрисів;
2. Вростки в клинопіроксені;
3. Мірмекітові зростки з темнокольоровими мінералами;
4. Магнетит в ільменіті і ільменіт в титаномагнетиті, як продукт розпаду твердого розчину;
5. Включення в силікатах.

Ільменіт являється найбільш розповсюдженим рудним мінералом в основних породах родовища. В габро-анортозитах він утворює крупні зерна розміром до 2см в поперечнику, нерідко згруповані в гнізда і тісно асоціюються з темно кольоровими мінералами. Для цих порід характерні також мірмекітові зростки ільменіту з фемічними мінералами, особливо широко розповсюджені в пегматоїдному габро і виникають на заключних стадіях кристалізації розплаву під впливом летучих компонентів.

В рудних мезократових габро-норитах родовища переважають відокремлені ксеноморфні зерна ільменіту розміром 0,2-0,6мм з нерівними краями, а вище по розрізу в мангеритизованому габро ільменіт дещо крупніший і частіше зустрічається у зростках з титаномагнетитом. Широким розвитком тут користується пластинчасті вростки ільменіту в клинопіроксені, що являються структурами розпаду твердого розчину.

У відокремлених виділеннях ільменіту нерідко відмічаються глобулярні відокремлення силікатів, тобто розкристалізовані краплі розплаву.

В метаморфізованих різностях габроїдів на контакті з жилами гранітів ільменіт має жердинчастий вигляд, а у зонах дроблення він суттєво лейкоксенізований.

Ільменіт, як продукт розпаду твердого розчину, зустрічається практично у всіх габро-норитах. Також ільменіт характерний у вигляді включень в породоутворюючих силікатних мінералах. При цьому ільменіт, як правило, має неправильну краплевидну кулевидну форму і чіткі межі з мінерало-господарем.

Співвідношення хімічних аналізів ільменіту з різноманітних утворень свідчить про його стабільний склад, за виключенням концентрацій деяких малих елементів. Так, в ільменіті придонній частині габроноритів, в порівнянні з вище лежачими, відбувається збільшення кількості Cr_2O_3 в декілька разів.

Титаномагнетит лейкогабро-норитах з низьким вмістом рудних мінералів, як правило, знаходиться в зростках з ільменітом. В мезо- і меланократоврих породах, де вміст титаномагнетиту досягає суттєвих концентрацій, він в ряді з ільменіт-титаномагнетитовими агрегатами утворює і відокремлені різко ксеноморфні зерна зі зрізаними краями. Вони виконують інтерстиції між темнокольоровими мінералами і плагіоклазом. Розмір зерен титаномагнетиту пропорційний до мінералів, що складають породу і збільшуються в загальному випадку в бік крупнозернистих лейкократових утворень – габро-анортозитів і пегматоїдного габро. Досить часто містить мілкі включення апатиту і силікатних мінералів, а вивчення аншліфів показало наявність продуктів розпаду ільменіту і мілких пластинок шпінелі.

Хімічний аналіз титаномагнетиту, що окрім основних компонентів він містить домішки магнію, марганцю, алюмінію, титану і ванадію, що входять в кристалічну решітку шляхом ізоморфізму ($Fe^{2+} \leftrightarrow Mg, Mn, Zn$, та інші; $Fe^{3+} \leftrightarrow Al, Ti, V, Cr$).

У зв'язку з низькими вмістами корисних мінералів (ільменіту та апатиту), корінні породи практичного значення на даному етапі не мають.

1. Кора вивітрювання кристалічних порід

На Торчинському родовищі кора вивітрювання (к.в.) мезокайнозойського віку має площинне розповсюдження. В її розрізі виділяють три послідовно змінюючи один одного зони (знизу – до гори):

- Зона початкового вивітрювання;

- Зона дезінтеграції і часткової каолінізації;
- Зона повної каолінізації.

Переходи між зонами поступово, хоча кожна з них в цілому характеризується своїм набором мінеральних асоціацій, стійких в певних фізико-хімічних умовах.

Вивітрені породи

Процес екзодіагенезу гірських порід починається з утворення мікротріщин, в зальбандах яких під впливом водних розчинів відбувається не повне заміщення піроксену, олівіну з утворенням глинистих і гідроокисних мінералів, внаслідок чого порода здобуває плямисту окраску. З наближенням до денної поверхні інтенсивність цього процесу збільшується, збільшується кількість тріщин, заміщення охоплює всю масу породи, з'являються пустоти вилуговування заповнені гідроокисами заліза, але порода хоча і зберігає первинну структуру і ціліність, при незначній дії (ударі молотка) легко розпадається на різної величини уламки, мілкий щебінь і жорства. В покрівлі вивітрених порід появляється гідрослюда і вторинні глинисті мінерали- каолініт, монтморилоніт, нонтроніт, але кількість їх в порівнянні з вище лежачими породами ще невелика і не перевищує -10-20%.

Зазвичай у геологічній документації породи зони початкового вивітрювання описані як у різному ступені вивітрени.

На родовищі вивітрени породи розповсюджені широко, але не скрізь. Потужність їх варіюється від перших десятків сантиметрів на при піднятих і еродованих ділянках кристалічного фундаменту до 10-12 і навіть до 28 м (св. 4645). Відповідно і гіпсометричні відмітки підшви цих порід змінюються від 170-185 до 130-135м (св. 1390) [10]. Покрівля і підшва вивітрених порід не рівні, з невеликими поглибленнями і опуклостями, що залежать від степеня тріщинуватості і структурно-текстурних особливостей, що безпосередньо впливають на інтенсивність процесу вивітрювання [6].

Розподіл головного рудного мінералу - ільменіту у вивітрених породах в цілому підпорядковується тій самій закономірності, що і для опису вище свіжих різностей кристалічних порід і знаходиться в прямій залежності від вмісту його в останніх.

Питоме його збільшення відбувається, як правило, за рахунок виносу лужних і залізистих компонентів [6].

Просторово підвищені концентрації ільменіту приурочені до площі виходу на ерозійну поверхню пачки мезократових порід і, насамперед, її нижнього шару, збагаченого на ільменіт, де по ньому утворилась найбільш продуктивна кора вивітрювання на заході родовища. Кора вивітрювання по верхньому слою мезократової пачки менш збагачена ільменітом. Однак і серед в цілому рудоносною пачки мезократових порід зустрічаються шари, збагачені на ільменіт в 2-3 рази інтенсивніше, що ще раз підтверджує наявність розшарування (в т.ч.прихованого) основних порід Торчинського родовища.

Вміст ільменіту по свердловинам в вивітрених породах в межах родовища варіюють від 20-30 до 200 кг/м³, що складає в середньому близько 90 кг/м³.

Більш складна картина спостерігається в розподілі апатиту. Якщо в верхній частині продуктивного пласта кори вивітрювання відмічається пряма кореляційна залежність між вмістами ільменіту і апатиту, то в підшві, при загальному збереженому рівні концентрації ільменіту, вміст апатиту різко знижується. В цілому кількість ільменіту і апатиту характеризується відношенням 2-4:1, рідко 6-8:1.

Середній вміст апатиту по родовищу складає 12-13кг/т, при коливаннях по свердловинам від знакових до 30-40кг/т, без видимої закономірності розподіл в плані, і в цілому підпорядковується загальній закономірності, притаманній корінним породам.

Ільменіт з нижньої частини кори вивітрювання в більшості своїй (до 90%) знаходиться в зростках з породоутворюючими мінералами і для його вивільнення на початковій стадії збагачення необхідно додроблення руди, що і передбачено розробленою технологічною схемою.

Як встановлено багаточисленними дослідженнями ільменіт з вивітрених порід характеризується досить незначною змінністю.

Знаковою особливістю вивітрених порід Торчинського родовища являється наявність магнетиту в кількості до 10-30 кг/т і титаномагнетиту – до 5 кг/т, в цілому повторюваних концентрацій цих мінералів в свіжих материнських породах.

Породи зони дезінтеграції і часткової каолінізації

Породи цієї зони, умовно називають жорствою, залягають безпосередньо на вивітрених породах і мають з ними візуально важко вловимі, поступово взаємопереходи. Розділення їх в розрізі здійснюється по фізичному стану і наявності новоутворень світлих мінералів. Жорства, як правило, більш рихла, в верхніх частинах розрізу розтирається в пальцях до стану тонкої пудри; в нижніх – з'являються вторинні глинисті мінерали в кількості до 20-40%, при замочуванні і дезінтеграції водою залишаються мілкі зерна калієвих польових шпатів, що неповністю розкладаються, плагіоклазів і рудних мінералів, частина яких (близько 10-20%) знаходяться в зростках і для їх вивільнення потребується додроблення.

Колір породи, на відміну від нижніх частин кори поступово від бурого переходить до сірого і зеленкувато-сірого з чорними плямами гідрослюд і бурими гідроокисами заліза.

Потужність порід зони дезінтеграції і часткової каолінізації і межах родовища змінюється від перших десятків сантиметрів до 5-10 і навіть до 16,3м, при середньому порядку 4,1м. Інколи, в місцях глибокого ерозійного врізу сучасної (і верхньочетвертинної) гідросітки жорства практично повністю відсутня (район північного-заходу с. Торчин, захід с. Пилиповичі).

Гіпсометричне положення жорстви повністю підлягає положенню кори вивітрювання в цілому, повторюючи конфігурацію вивітрілих порід. Мінімальні відмітки її підосви опускаються до 142,8м, покрівля іноді підіймається до 202м.

В мінералогічному складі глинистої фації жорстви по даним рентгенівських і термічних аналізів переважають каолініт, мінерали групи монтморилоніт – нонтроніту, гідрослюди, зазвичай присутні пелітоморфні гідроокиси заліза (гетит).

Сумарна кількість глинистих мінералів з розмірами менше 50мікрон поступово збільшуються знизу-вверх по розрізу від 8-10 до 40-50%, складаючи в середньому 26,8%. Решта об'єму породи припадає на зернисту частину, що складена

плагіоклазами, калієвим шпатом, кварцом (при його наявності у вихідних габро-монцонітах), грудочками каоліну, рідко сидеритом, а також рудними мінералами-ільменітом, магнетитом, титаномангнетитом і апатитом. Із всієї кількості зернистої фації близько 60% припадає на долю польових шпатів і 30% на рудні мінерали. Вміст сидериту, за звичай знакове.

Усереднений гранулометричний склад порід зони часткової-каолінізації, повні відомості роздільно по груповим і рядовим пробам, відібрані по продуктивному пласту з якого видно, що жорства складає 7% фракції більше 1мм, близько 50% зерен розміром 0,1-1,0мм, 16,5% зерен розміром 0,1-0,05мм, 26,8% тонкої фракції менше 50мікрон і, таки чином, породу можна назвати тонкожорствяною.

Окрім перерахованих вище мінералів, в шліхах жорствянистої частини кори вивітрювання фіксується ще близько 10 мінералів в т.ч. лимоніт, хлорид, піроксени, амфіболи.

Ільменіт в жорствяній зоні, як і в цілому по корі вивітрювання, несуттєво змінений. Процесами лейкоксенізації порушені тільки незначні ділянки поверхні зерен, які набувають буре або кремове забарвлення у вигляді мілких плям. На загальному чорному, типовому для ільменіту, фоні.

Будь-які закономірності в інтенсивності лейкоксинізації ільменіту в плані на родовищі виявити не вдалося.

Усереднений хімічний склад жорстви такий: TiO_2 – 50,07% (при розкидах від 47,74-54,09%), FeO – 37.23, Fe_2O_3 – 9.32%, співвідношення TiO_2 до загального заліза 1,0:0,9.

Вміст малих оксидів (Cu_2O_3 , P_2O_5 , Y_2O_5 та інші) знаходяться на рівні вмістів в ільменітах із корінних порід.

Зона повної каолінізації

Виділена зона, складена первинним каоліном, завершує розріз кори вивітрювання, залягаючи практично суцільним поривом по всій площі родовища. Відсутня вона в заплавах сучасних і середньочетвертинних долин за межами родовища.

Контакт зони повної каолінізації з нижче лежачою зоною жорстви дуже поступовий, який важко зафіксувати і в цілому завжди умовний. Здійснюється він частіше за все за сукупністю ознак: при відсутності неповністю розкладених польових шпатів (визначається на дотик розтиранням в пальцях і по відсутності скрипіння під ножем), зникненням чорних плям гідрослюд, які повністю заміщуються каолінітом, фізичним станом – природно вологі первинні каоліни більш пластичні в порівнянні з жорствою.

Нижня межа зони, як видно на геологічних розрізах, нерівна, полого-хвиляста, з пологими підняттями та перепадами висот на незначних (100 м) відстанях до 8-10 м, на дослідному кар'єрі (біля с. Моделів) на відстані 25 м відмічений перепад в 2 м.

В цілому рівень підшови верхньої зони закономірно понижується з заходу на схід з максимальними перепадами висот в 53 м (від 193 до 140 м), що може скласти певні труднощі при його розробці.

Положення покрівлі кори вивітрювання в цілому залежить від ерозійних процесів, що існували в період накопичення осадових відкладах кайнозою, які ускладнили первинне згладжування поверхні, утворивши пологі впадини і мілкі підняття з загальним нахилом в східному напрямку. Максимальні відмітки покрівлі підіймаються до 199,7 м; мінімальні опускаються до 150 м. В контурі промислових запасів максимальна різниця відміток рідко досягає 15-20 м, на відстані 200-400 м, а частішу складає 2-10 м.

Первинні каоліни мають практично мономінеральний склад, в них переважає глинистий мінерал – каолініт, в невеликих кількостях присутні гідрослюди і монтморилоніт.

Безпосередньо в покрівлі кори вивітрювання під осадовими відкладами, де проходить інтенсивний водообмін, нерідко відмічається озалізнення, каолін набуває буре забарвлення, горизонтально шарувато- смугасту текстуру і дещо більш щільний склад. Потужність цієї зони не перевищує 10-20 см.

В цілому товща первинних каолінів зберігає структурні елементи вихідної породи і впевнено діагностується при описі свердловин.

Потужність порід зони повної каолінізації в мужах родовища різноманітна і залежить від двох факторів: 1 – першочергової глибини розповсюдження де головну роль відіграє інтенсивність фізико-хімічного вивітрювання, текстурно-структурні особливості корінних порід, наявність тектонічних ослаблених і тріщинуватих зон; 2 – глибини ерозійних процесів, що зачепили сформовану кору в період пізнього (кайнозойського) осадоутворення. Всі ці фактори обумовлюють нерівномірну потужність каолінів, яка мінється без будь-якої закономірності від перших десятків сантиметрів до 29,1 м, при середніх значеннях порядку 5-8 м. Помічено, що на підвищених ділянках древнього рельєфу потужність каолінів іноді значно менша в порівнянні з від'ємними формами рельєфу.

Гранулометричний склад каолінів характеризується переважанням в ньому пелітової (0,017 мм) фракції, склад якої варіює від 4,5 до 60-65%, що складає в середньому 32,2%. Кількість частинок таких розмірів збільшується знизу вгору досягаючи максимальних значень в покрівлі каолінів.

За даними полу промислової проби вагою 3,700 т, що була відібрана із дослідного кар'єру південніше с. Моделів, каоліни містять близько 48% глинистих мінералів розміром менше 0,056 мм [1;2].

Зерниста частина породи представлена стійкими в зоні гіпергенезу мінералами: ільменітом, магнетитом, апатитом, кварцом; новоутвореними – лимонітом, сидеритом, хлоритом, а також залишками («скелетами») польових шпатів і агрегатними грудочками каолініту.

Нижче приводяться короткі відомості про фізичні властивості і склад основних рудних мінералів кори вивітрювання.

Ільменіт розподілений в породах кори вивітрювання зазвичай у вигляді рівномірно розсіяних одиничних зерен або агрегатних скупчень (розміром 1-3 мм). Переважаюча його форма невірро-кутаста, таблитчаста, ізометрична або подовжена. Поверхня зерен гладка або шорсткувата, або іноді з поглибленнями від вивітрілих породоутворюючих мінералів і включень мілких зерен апатиту, а також примазками гідрооксиду заліза. Зустрічаються полісинтетичні двійники. Колір ільменіту чорний, блиск металічний.

Щільність – 4,68-4,62 г/см³, мікротвердість – 350-670 кг/м².

Гранулометричний склад ільменітів з каолінів в цілому аналогічний такому ж із жорстви. Переважаючий (87,4%) розмір зерен 0,1-0,5 мм.

Хімічний склад ільменіту із каолінів характеризує його незначну змінність в порівнянні з жорствою і корінними рудами: вміст TiO₂ варіює від 48,62 до 62,85%, при середньому 52,11%, FeO – 30,80%, Fe₂O₃ – 14,26%, співвідношення TiO₂ до заліза в загальному 1:0,85.

Апатит утворює призматичні кристали шестигранної форми, гладкої або шороховатої поверхні. Колір мінералу блідо-зелений, безбарвний, білий, іноді забарвлений оксидами заліза в світло рожеві і іржаво-бурі тон.

Щільність вільних від включень зерен – 3,2 гр/см³. Розмір зерен 0,2-0,5 мм. Окрім ільменіту і апатиту в корі вивітрювання встановлені: магнетит – до 3,99 кг/т, лимоніт – 2,13 кг/т, хлорид – 1,99 кг/т, сидерит – 0,84 кг/т, циркон – 0,11 кг/т, рутил – 0,01 кг/т, лейкоксен – 0,36 кг/т.

3. Кайнозой

Палеоген

Верхній еоцен

Київська світа

Безпосередньо на частково розмитій поверхні кори вивітрювання рівня 175-190 м залягають відклади київської світи, що отримали на родовищі обмежене розповсюдження у вигляді окремих різноманітних по розмірам плям, що збереглись від наступної ерозії, в основному, в північній частині вивченої площі.

Стратиграфічне положення цих порід цілком певне, так як це єдина група фауністично охарактеризованих осадків району.

Перекриваються відклади київської світи осадами неогену або четвертинного віку.

Нижній контакт порід палеогену чітко фіксується по межі з первинними каолінами, де відмічається базальний горизонт, складений піщано-галечниковими утвореннями діагенезованими в окислюючі умовах, на що вказує присутність

глауконіту. Форма гальок – витягнута, злегка сплющена. Розмір до 20 см по довгій і до 12 см по короткій осях. Орієнтування на північний-захід.

Первинний склад гальок визначити неможливо, так як порода суцільно каолінізована.

Заповнювачами в базальному горизонті являються мілкій кварцовий пісок і глинистий (каолінітовий) матеріал приблизно в рівних кількостях.

Верхній контакт, в випадку залягання цих осадів під полтавськими пісками, встановлюється не завжди впевнено і визначається частіше за все по кольору і відсутності глауконіту. Колір палеогенових осадів, в зв'язку з наявністю в них поряд зі світлими мінералами - кварцом і каолінітом зеленого глауконіту (до 25-40%), практично повсюди зелений з різноманітними відтінками, або бурувато-зелений за рахунок присутності гідроксидів заліза.

Генезис палеогенових осадів морський, лагунного типу, в наслідок чого тонкозернисті породи (або, алеврити, вторинні каоліни) часто мають паралельно-горизонтально-розшаровану текстуру, обумовлену чергуванням шарів різноманітного кольору і зернистістю, що являється надійною ознакою стратифікації.

Потужність відкладів палеогену, що збереглися від розмиву на родовищі досить непостійна, залежить від денного рельєфу кори вивітрювання і більш пізнього ерозійного врізу, що варіює від перших сантиметрів до 10 м.

В фаціальному відношенні в складі палеогенових осадів, поряд з пісками (близько 60-70%), присутні вторинні каоліни, алеврити і піщаники. Іноді вся товща складена тільки одним або двома літологічними різновидами, із яких переважають піски, алеврити або вторинні каоліни.

Зведений літолого-стратиграфічний розріз київських відкладів такий (знизу-вверх):

–На корі вивітрювання (первинних каолінах) досить часто залягають вторинні каоліни плямистої текстури, нижні частини яких важко відрізнити від первинних, так як представлені їх делювієм, тобто уламками повністю каолінізованих підстилаючих порід з збереженою структурою, проміжки між якими заповнені

перевідкладеним каоліном з невеликою кількістю мілкого кварцового піску. Потужність цього шару зазвичай не перевищує 10-20 см.

–Вище, делювіальні вторинні каоліни змінюються добре відмінними візуально вторинними каолінами морського походження буровато-жовтого кольору, пластинчатої текстури, розшарованість яких обумовлена ритмічним чергуванням прошарків потужністю 1-2 см різного кольору. Розподілення кластичного матеріалу, представленого піском і гравієм кварцу, досить нерівномірно – ділянками відмічені лінзи розміром до 1,5 м по довгій осі і до 3 см потужністю, збагачені кварцом до 10-20%, а частіше – це мономінерально-каолінітові породи з вкрапленням рівномірно розсіяного мілкого (пиловидного) ільменіту.

–Ще вище буро жовті вторинні каоліни змінюються малопотужними світлими (білими) каолінами, а потім – горизонтом глауконітово-кварцевих, дрібних, сильно каолінистих (30-40%), масивних пісків.

В покрівлі відкладів київської свити залягають алеврити (лесовидні суглинки) темно-зеленувато-сірого, з прошарками бурого і білого кольору, тонко піщанисті, паралельно-горизонтально розшаровані. Розшарованість, як і у вторинних каолінах, обумовлено чергуванням прошарків (шарів потужністю 0,5-15 мм), різноманітного кольору. Кількість піщаного матеріалу в алевритах досягає 30-40%. Накопичення їх відбувається в замкнених басейнах лагунного типу.

Алеврити в порівнянні з вторинними каолінами менш щільні, м'які на дотик, пластичні, нерідко обводнені.

Піщаники в об'ємі товщі займають підпорядковане значення (менше 1%). Вони зустрічаються в окремих свердловинах, складаючи іноді весь розріз палеогену, а частіше це малопотужні (5-30 см) прошарки та лінзи серед пісків або вторинних каолінів.

Склад піщаників-кварцовий, цементом є каолінітовий матеріал, зазвичай в них відмічається окремніння у вигляді білих або кремових плям розміром понад 10 см в поперечнику і тоді піщаники набувають опоко видний відблиск.

Скрізь до цього горизонту приурочені відбитки або уламки стулок раковин пелєципод палеогенового віку.

Вміст ільменіту у відкладах київської свити, в силу їх стратиграфічного положення, підвищений порівняннi зі всіма вище залягаючими осадами. Особливо наочно це видно у відкладах із нижніх частин розрізу, що залягають безпосередньо на ільменітоносній корі вивітрювання.

З літологічних різновидів перевага належить вторинним каолінам, в яких концентрації ільменіту іноді знаходяться на рівні або навіть дещо вище, ніж в підстилаючих первинних каолінах і складають 25-30, а іноді навіть 180 кг/т.

Скоріш за все при накопиченні вторинних каолінів в окремих частинах покладу відбуваються відповідні збагачення рудним мінералом і винос глинистих часток.

Аналогічна картина відмічається для вторинних каолінів, пісків і алевритів морського генезису, однак підвищені концентрації (до 60-100 кг/т) носять тут спорадичний характер і в цілому ця товща менш заражена ільменітом.

В покрівлі палеогенової товщі, частіше за все представленій пісками і алевритами, вміст ільменіту знаходиться на рівні 0,5-2,0 кг/т.

Проби з вмістом ільменіту вище бортового вмісту, прийнятого для підрахунку запасів в корі вивітрювання, включені в продуктивний пласт, однак частка участі їх в об'ємі покладу досить незначна (до 1%).

Ільменіт осадових відкладів палеогену, що знаходився тривалий час в окислювально-відновній обстановці теплого еоценового моря, піддався значному по інтенсивності процесу гідратації, аж до утворення деякої кількості лейкоксену.

Так, наприклад, якщо в ільменітах із свіжих кристалічних порід вміст TiO_2 заходиться на рівні 49%, жорстви – 50%, первинних каолінів – 52%, тов. палеогенових осадах збільшується до 56-58%, а в більш молодих утвореннях понижується до рівня 54-55%.

Крім ільменіту у відкладах київського віку по даних повних мінералогічних аналізів шліхів, в непромислових кількостях присутні більш ніж 20 мінералів, зокрема апатит – 0,08 кг/т, сидерит 0,48 кг/т, лимоніт – 2,15 кг/т, рутил – 0,04 кг/т, циркон – 0,17 кг/т, магнетит – 0,47 кг/т.

Міоцен

В будові продуктивного покладу відклади міоцену не приймали участі, вони є розкритими породами і в процесі експлуатації підуть у відвали.

Новопетрівська світа

Відклади новопетрівської світи отримали на родовищі широке розповсюдження, перекриваючи практично суцільним покривом всі більш стародавні утворення в північній і центральній частинах родовища. Залягають вони на осадах київського віку, а при їх відсутності безпосередньо на корі вивітрювання на рівні 160-165 м на сході до 190-195 м на заході родовища. Потужність цих порід варіює від перших сантиметрів до 17,2 м і в цілому збільшуються з заходу на схід.

Літологічний склад осадів досить одноманітний, переважно ці мілко зернисті, сильно каоліністі кварцові піски білого, сірого або кремового (жовтого) кольору, масивної текстури. Піски досить рихлі, часто обводнені, володіють пливунними властивостями. Іноді серед пісків (в їх покрівлі або підшві) відмічаються прошарки і лінзи вторинних каолінів білого або жовтого кольору, а також кварцових піщаників на каолінітовому цементі. Іноді весь розріз складений тільки вторинними каолінами, ще рідше – піщаниками.

На відміну від більшості ільменітових розсіпів району, піски безрудні (0,5-2,0 кг/т ільменіту), що пояснюється палеогеоморфологічними умовами (відсутність пасток). Іноді в нижніх частинах розрізу відмічаються підвищені концентрації ільменіту, які досягають 15-20 кг/т.

В будові продуктивного покладу відклади міоцену не приймали участі, вони є розкритими породами і в процесі експлуатації підуть у відвали.

Міоцен – пліоцен

Строкато-кольорові відклади

На нижньо-середньоміоценових відкладах, на сході родовища часто безпосередньо на корі вивітрювання, широко розвинуті глинисті осади строкато-кольорової товщі.

Гіпсометричні відмітки підосви глин закономірно понижуються з заходу на схід від 185-190 м до 170-175 м і в цілому повторюють покрівлю відкладів новопетрівської світи, контакт з якими чіткий.

Верхня межа строкато-кольорової товщі поступово змінюється глинистим осадом еоплейстоцену-нижнього неоплейстоцену, тому віднесення відкладів до будь-якої вікової групи порід не завжди однозначне.

В літологічному складі строкато-кольорової товщі переважають глини; вторинні каоліни і піски непротяжних лінз і прошарків займають менше ніж 1% об'єму, суглинки складають, частіше за все, покрівлю товщі, і являються перехідним різновидом до нижньоплейстоценових осадів, займають близько 10% об'єму.

Глини щільні, різноманітного забарвлення від сірих і жовтих до чорних і червоно-бурих, іноді плямисті, а частіше в покрівлі сірі і чорні, в підосві – бурі і червоні за рахунок великої кількості гідроксидів заліза і залізо-марганцевих конкрецій, вміст яких іноді досягає 40-50% об'єму породи.

В складі глин присутній кварцовий пісок в кількості до 10% вапнякові стяжіння до 1,11%, що робить їх непридатними для виробництва цегляно-черепичних виробів, в зв'язку з високою чутливістю до сушки [3;4;5].

Суглинки – на відміну від глин, в своєму складі містить більше піщаного матеріалу (до 40-50%), менш щільні, колір їх темно сірий до чорного, іноді жовтуваті, ніколи набувають вишнево-червоними.

Вторинні каоліни – добре відсортовані, пластичні, різноманітного кольору, з невеликими домішками кластичного, здебільшого мілко піщаного матеріалу. Зустрічаються досить рідко, селективне їх видобування неможливе.

Піски – кварцові, мілко зернисті, добре обкатані і відсортовані, сильно глинисті (каолінисті), різноманітного забарвлення, без рудні.

В окремих випадках весь розріз міоцен-пліоцену складений тільки вторинними каолінами або суглинками. Суглинки займають іноді до 50% об'єму товщі, а частіше за все ними закінчується розріз неогену.

Потужність товщі строкатих глин непостійна в межах родовища, закономірно збільшується в західному та північному напрямках від сантиметрів до 10-15 і навіть 32,7 м, складаючи близько 50% об'єму розкривних порід.

Глинисті породи неогену без рудні (до 1,5-2,0 кг/т), за виключенням декількох перетинів, де типові для міоцен-пліоцену вторинні каоліни, що перекривають слабо ільменітоносну кору вивітрювання і містить до 35,1 кг/т ільменіту. В зв'язку з тим, що підвищені концентрації ільменіту зустрічаються досить рідко, то продуктивні відклади міоцен-пліоцену в будові покладу участі не приймають, всі вони являються розкривними породами.

ЧЕТВЕРТИННА СИСТЕМА

Плейстоцен

Розчленований плейстоценових відкладів великає особливі труднощі в зв'язку з наявністю в різних стратиграфічних горизонтах великої кількості подібних між собою фауністичних німих літологічних різновидів порід різноманітного генезису.

В їх складі виділяються: еоплейстоценові та нижньонеоплейстоценові елювіально-озерні і озерно-болотні; середньонеоплейстоценові водно-льодовикові, озерно-льодовикові і льодовикові (моренні); верхньонеоплейстоценові алювіальні, алювіально-озерні і озерно-болотні; сучасні-алювіальні, делювіальні, озерні, болотні і елювіальні утворення.

Основним маркуючим горизонтом тут є моренні утворення, а при їх відсутності стратиграфічне положення визначається за принципом тотожності осадів з раніш вивченими районами, ділянками, розрізами та іншим. Окрім того, при побудові геологічних розрізів враховані мінералогічний склад і гіпсометричне положення утворень, а також рідкі знахідки верхньочетвертинної флори.

Нижньоплейстоценові відклади

Отримали на родовищі досить обмежене розповсюдження у вигляді мало потужних, непротяжних лінз пісків, мулу, суглинків, супісків, супісків, що залягають під моренами і водно-льодовиковими осадами на глинах або (в районі дослідного кар'єру) пісках, іноді, алевритах палеогену.

Піски сірі, зеленувато-сірі, темно-сірі або бурі, різнозернисті, іноді з домішками до 30-40% грубозернистого галькового матеріалу, польовошпатово-кварцеві до 25-30%, паралельно-горизонтально або (в покрівлі) косо шаруваті, глинисті.

Шаруватість пісків обумовлена чергуванням прошарків різної зернистості, кольору або лінзами мулів.

Зерна кварцу зазвичай добре обкатані, польові шпати – злегка вивітрелі, з сірою або білою патиною.

Малопотужні (до 1,5-2 см) лінзочки зеленувато-сірих перешарованих мулів підкреслюють алювіально-озерні походження пісків. З збільшенням піщаної складової мули фаціально заміщуються супісками та суглинками тогож сірого та зеленувато-сірого кольору.

Розкриті свердловинами розрізи нижньо четвертинних відкладів безрудні, однак в дослідному кар'єрі с. Моделів в товщі пісків зустрічаються лінзи потужністю до 1,5-2 см чистого ільменітового шліху. Практичного значення ці знахідки не мають.

Середньонеоплейстоценові відклади

До неоплейстоценових віднесені відклади Дніпровського льодовика – водно-льодовикові піски, озерно-льодовикові супіски і моренні суглинки.

Водно-льодовикові піски зустрічаються ділянками у вигляді різноманітних по площі плям, що залягають під моренними суглинками на глинах неогену, пісках полтавської свити або безпосередньо на корі вивітрювання за межами західної межі родовища.

Найбільш крупні площі їх розповсюдження знаходяться на північному сході від с. Горбулів в районах камів, виражених в сучасному рельєфі підняттям над навколишньою місцевістю на 5-10 м. Тут же відмічені максимальні потужності водно льодовикових пісків, що досягають 23,5 м, та приурочені до ядрових (центрального) частинам камів.

Гіпсометричні відмітки ложі водно-льодовикових осадів знаходяться на рівні 185-190 м, їх покрівля в районах камів підіймається до відмітки 212 м, де виходить на денну поверхню.

Піски польвошпатово-кварцеві (з різноманітним співвідношенням польового шпату і кварцу), несортвані, різно орієнтовані, буровато сірі, жовті, глинисті, іноді з великою (50-60%) кількістю місцевого або принесеного льодовиком валуно-галькового матеріалу. Розмір валунів досягає 10-20 см в діаметрі.

Озерно-льодовикові відклади

Приурочені загалом до камоподібних утворень, залягаючи у вигляді лінз або крупних пластів потужністю 1-3 рідше 5-10 м безпосередньо в товщі водно льодовикових пісків під моренними суглинками.

Вони представлені сірувато-жовтими алевритовими, пластичними суглинками незрозуміло розшарованої текстурою з поступовими переходами до вміщуючи їх пісків.

Моренні відклади отримали на родовищі широкого, але не загального розповсюдження, в основному, в північній частині родовища. Місцями площа розповсюдження морени, що збереглася від розмиву у верхньо четвертинний і сучасний час, досягає 1 км².

Підосва морени з середніми відмітками 185-190 м в цілому несуттєво нахилена в північно-східному напрямку, має полого-хвилясту поверхню з перепадами висот в 5-6 м на відстані 300-500 м і тільки в районах наявності канів куполоподібно підіймається на 15-20 м до відмітки в 210 м. В долинах виорювання підосва їх опускається до рівня 160 м.

Іноді морена оголюється на денній поверхні, постачає матеріал для більш пізніх осадів.

Потужність моренних відкладів коливається від 10-20 см до 5-6 м, збільшується на схилах камів до 15,6 м.

В літологічному відношенні моренні відклади представлені повщею суглинків.

Суглинки бурі, сірі, коричневі, щільні зі змінною кількістю піщаного, уламкового і валунно-галькового матеріалу, розподіл якого в товщі досить нерівномірний. В цілому кількість кластичного матеріалу збільшується до підосви, де досягає 30-40%. Іноді на невеликих ділянках уламковий матеріал в морені відсутній.

Розмір валунів, присутніх в моренних суглинках – 2-10 см, рідко досягає 20-30 см, в дослідному кар'єрі був знайдений валун розміром 1м в поперечнику.

При всьому різноманітті уламкового і валунно-галичничкового матеріалу в його складі виділяється дві групи порід – місцеві і принесені льодовиком. До місцевих відноситься габро, габро-анортозити, діабазити, пегматити і різноманітні граніти Коростенського плутону. Принесені льодовиком овруцькі піщаники, аркозові і аргилітоподібні піщаники, пірофіліти, різного складу гнейси, граніто-гнейси, магматити, вапняки, ракушняк, діорит, ефузивні породи, опали (чорні і бурі), сірий кварц та інші. Валунні меланократових і карбонатних порід в процесі седиментації і зазнали фізичного вивітрювання, тому при незначному посиленні розсипаються на дрібні зерна або розтираються в пальцях до глинистих часток.

Нерозчленовані верхньонеоплейстоценові - голоценові відклади

Відклади цього віку широко представлені на родовищі озерними, алювіально-озерними, озерно-болотними і делювіальними утвореннями замкнених водоймищ, перекривають більшу частину території.

Залягають вони, частіше за все, на моренних суглинках зрідка еродують весь розріз осадової товщі до кори вивітрювання, покрівлею їм слугують сучасні елювіальні ґрунти.

Алювіально-озерні відклади приурочені до непряжних глибоко врізаних ділянкам верхньонеоплейстоценових долин; озерні, озерно-болотні і делювіальні – виконують мілкі від'ємні форми рельєфу, перекриваючи всі осади практично суцільним покривом. Сумарна потужність осадів всіх генетичних типів варіює в широкому діапазоні від 10-50 см до 10-12 і навіть 25,7 м, що складають в середньому близько 2-3 м.

Нижня частина осадів глибоких долин по набору споро-пилкових спектрів і в особливості великої кількості пилку ліщини і полину впевнено датується микулинським міжльодовиков'ям з віком близько 110 000 років [6].

Після заповнення долино подібних поглиблень озерні осади микулинського міжльодовиков'я розповсюджуються на бортах долин і далі у вигляді суцільного шару покривають велику частину території. Верхні частини цих відкладів по

набору в споро-пилкових комплексів визначені як ранньовалдайські з віком близько 70 000 років. Ще вище по розрізу ранньовалдайські осади змінюються сучасними.

Складена охарактеризована товща пісками, суглинками, супісками, мулами, іноді гумусова ними з рідкими лінзами торфами. В об'ємі відкладів піски займають близько 50%, суглинки і супіски 45-48% і близько 2-5% припадає на долю мулів.

Піски – польвошпатово-кварцові, мілкі, різноманітні, жовті, сірі, прошарками бурі, глинисті, горизонтально-або косо розшаровані.

Суглинки і супіски сірі, жовтувато сірі, темно-коричневі, тонковідмучені, часто розшаровані, пластичні, легкі. В склад піщаного матеріалу, кількість якого досягає (в суглинках) 40-60%, переважають обкатані зерна кварцу розміром від часток міліметру до 1-3 мм і мілкі зерна польвового шпату.

Мули фаціально заміщують суглинки і супіски, залягають в покрівлі охарактеризованої товщі, або в вигляді лінз в товщі пісків. Мули пластинчасті, горизонтально-розшаровані, легкі, сірого, зеленувато-сірого, жовтого кольору.

Голоценові відклади

Сучасні відклади представлені алювіальними осадами водотоків струмків Верхолужжя і Коробочка та інші, делювієм по більш давнім відкладам і елювіальними ґрунтами. Максимальна потужність алювію, що встановлена по свердловині 4646 досягає 21,4 м.

Літологічний склад осадів характеризує всі фації, що притаманні алювію. Фація розмиву представлена грубозернистим добру обкатаним піском (потужність їх не перевищує 10-30 см), старикова фація складена сірувато-бурими і темно-сірими пластичними супісками і суглинками, в заплавну стадію накопичувались жовтувато сірі і світло-сірі, мілко зернисті, добре обкатані піски з прошарками легких пластичних суглинків.

Делювіальні утворення сучасного віку перекривають суцільним покладом (потужність від перших сантиметрів до 5-8 м) всі більш давні породи. Представлені буровато-темно-сірими супісками, суглинками і мілкими сильно глинистими пісками, що фаціально заміщують один одного. Увінчують розріз осадової товщі елювіальні ґрунти. Потужність ґрунтового шару коливається від 5-15 см на

підвищених ділянках сучасного рельєфу до 0,5-1,0 м в заболочених низинах і в середньому складають 0,3 м. Ґрунти родовища дерново-підзолисті і сірі опідзолені, супіщані, легкосуглинкові, маловрожайні, характеризуються низьким вмістом гумусу (9,73-2,18%), типові для Полісся [8].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

На підставі широкого огляду літературних та фондових джерел описано геологічну будову Коростенського плутону в межах якого знаходиться Торчинське родовище апатит-ільменітових руд.

В структурно-тектонічному відношенні район робіт розташований у північно-західній частині Українського щита, в межах південно-східної частини Коростенського плутону [12].

В геологічній будові району приймають участь три основні вікові підгрупи порід протерозою, представлені гнейсами тетерівської серії, гранітоїдами і мігматитами Житомирського, і основними породами та гранітоїдами Коростенського комплексів. Значним розвитком також характеризується кора вивітрювання кристалічних порід та осадові утворення крейдяно-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.

В геологічній будові Торчинського залишкового родовища ільменіту, яке розташоване на території Коростенського плутону беруть участь нижньопротерозойські кристалічні породи фундаменту, мезокайнозойська кора вивітрювання по ним, та осадові відклади кайнозою.

Родовище залишкового типу сформувалося у зоні гіпергенезу за рахунок винесення літофільних компонентів та утворення потужних каолінових товщ. Виникає суперечливість у вмісті ільменіту в корінних породах та корі вивітрювання по ним. Це можна пояснити розвитком суфозійних процесів, тобто з виносом водними потоками механічно та хімічно уразливих компонентів.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Геолого-минералогическое изучение остаточных и коренных месторождений титана Волыни с целью выделения технологических типов руд. Фонды ЖГРЭ, Симферополь, 1977.
2. Иршанский ГОК Отчет по теме: «Опытно-промышленные испытания технологии обогащения рыхлых руд и разработка схемы обогащения в лабораторных условиях плотных руд «Торчинского месторождения», часть 1,2. Фонды ЖГРЭ, Симферополь – Иршанск, 1977.
3. НИИСМИ Отчет о лабораторных исследованиях глины, песка, отходов обогащения, доставленных Житомирской геологической экспедицией. Фонды ЖГРЭ, Киев, 1974.
4. НИИСМИ Отчет о лабораторных испытаниях проб глинистого сырья Житомирской области. Фонды ЖГРЭ, Киев, 1975.
5. НИИСМИ Отчет о лабораторных испытаниях проб каолининовой глины и песка обогащенного Торчинского месторождения житомирской области. Фонды ЖГРЭ, Киев, 1980.
6. Проскурин Г.П. Отчет о результатах предварительной разведки Торчинского месторождения титана в Житомирской обл. УССР, проведенной Житомирской геологической экспедицией в 1970-1972 гг. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1972. КН.1. 144 с.
7. 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.
8. Укрземпроект Технический отчет о почвенно-агрохимической характеристике Торчинского и Стремигородского месторождений Житомирской области. Фонды ЖГРЭ, Житомир, 1979.
9. Хэтч Ф., Уэллс А., Уэллс М. Петрология магматических пород. Москва: Мир, 1975.

10. Швайберов С.К. Отчет о результатах детальной разведки, проведенной на Торчинском апатит-ильменитовом месторождении в 1970-1984 гг. в Житомирской области УССР. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1985. КН. 1. 280 с.
11. Щербаков И. Б. Петрология Украинского щита. Львів: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
12. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України №4, 2016. С. 8-12.

РОЗДІЛ 4

РУДОНОСНІСТЬ ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД

Торчинське родовище утворює рудне тіло, простежене за простяганням із півночі на південь на 11,6 км, при ширині 9 км. Воно представлене рудними накопиченнями в корі вивітрювання каолінітового профілю. Кора, як зазначено вище, утворилася тут по габро-норитах і лейко-габро-норитах в південно-східному ендоконтакті Володарськ-Волинського масиву основних порід [10;19]. У межах родовища, вона у своїй верхній, зазвичай найбільшій по потужності частині (в середньому 7 м), каолінітова. Нижче, з вельми поступовим переходом, жорствяно-глиниста і жорствяна (2,7 м). Так само поступово жорствяні породи переходять знизу в охоплені тріщинуватістю та інтенсивно вивітрені габроїди.

У складі верхнього горизонту переважає каолініт. Інші глинисті мінерали: монтморилоніт, хлорити, гідрослюди, разом з каолінітом, розвинені нижче - представляють глинисту фракцію в жорствяній частини кори. Вони ж із різною інтенсивністю заміщають тут первинні мінерали (польові шпати, піроксени і олівін) в уламках корінних порід і, ще нижче, в вивітрених габро їдах [17]. Сліди вивітрювання, у вигляді продуктів окиснення ймовірно магнетиту, частково закисного заліза із зруйнованих піроксенів і олівіну, а також надмірний, мабуть, привнесений із зони короутворення, вторинний кварц (табл. 4.1), виявляються і в материнських кристалічних породах. Наявні в цих породах глинисті мінерали – хлорити, смектити та гідрослюди на самостійні норми не розраховувались, а їх складові оксиди включені в норми піроксенів та польових шпатів.

Вміст ільменіту, за даними геологорозвідувальних робіт [13;21], складає в середньому по корі $139,1 \text{ кг / м}^3$ (блоки з запасами категорії В). Як вказано вище, характерною рисою даного родовища є чітко виражена зональність у продуктивності кори вивітрювання, особливо виразно це проявлено в її найбагатшій - каолінітовій частині.

Таблиця 4.1. – Хімічний склад (середнє значення, масова частка у відсотках) та деякі фізичні властивості кристалічних порід і кори вивітрювання Торчинського родовища

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N | 58 | 21 | 53 | 10 | 14 | 10 | 33 | 17 |
| SiO ₂ | 53.08 | 53.43 | 51.69 | 52.15 | 47.14 | 47.91 | 45.06 | 48.81 |
| TiO ₂ | 1.09 | 1.47 | 3.23 | 2.51 | 2.91 | 3.42 | 5.06 | 3.71 |
| Al ₂ O ₃ | 20.64 | 17.09 | 14.12 | 16.32 | 22.76 | 14.80 | 23.41 | 18.70 |
| FeOt | 7.98 | 10.05 | 13.06 | 12.09 | 12.90 | 15.53 | 12.10 | 13.12 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.13 | 2.42 | 3.43 | | | | | |
| FeO | 6.06 | 7.88 | 9.97 | | | | | |
| MnO | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.14 | 0.48 | 0.14 | 0.38 | 0.37 |
| MgO | 2.58 | 3.56 | 3.33 | 1.61 | 0.50 | 1.06 | 0.57 | 0.93 |
| CaO | 8.28 | 7.55 | 6.95 | 5.74 | 1.07 | 5.67 | 1.52 | 3.99 |
| Na ₂ O | 3.51 | 3.37 | 3.10 | 3.20 | 0.39 | 2.79 | 0.53 | 2.35 |
| K ₂ O | 1.18 | 1.44 | 1.73 | 1.46 | 1.29 | 1.73 | 1.15 | 1.43 |
| P ₂ O ₅ | 0.31 | 0.33 | 0.67 | 1.08 | 0.53 | 1.89 | 0.66 | 0.71 |
| впп | 1.07 | 1.07 | 1.47 | 2.67 | 8.47 | 3.38 | 8.49 | 4.65 |
| Ілт | 20.7 | 28.0 | 61.4 | 47.6 | 55.3 | 65.1 | 96.1 | 70.4 |
| Ар | 7.5 | 7.9 | 16.1 | 26.0 | 12.8 | 45.5 | 15.8 | 17.0 |
| Анортит | 18.5 | 16.1 | 17.9 | | | | | |
| Альбіт | 27.0 | 27.1 | 27.1 | | | | | |
| Калішпат | 10.0 | 11.3 | 10.2 | | | | | |
| Кварц | 5.5 | 6.9 | 5.1 | | | | | |
| Каолініт | 0.3 | 0.0 | 0.1 | | | | | |
| Апатит | 1.7 | 1.5 | 1.7 | | | | | |
| Олівін | 0.1 | 0.0 | 0.1 | | | | | |
| Піроксен ромбічний | 21.2 | 20.8 | 21.5 | | | | | |
| Піроксен моноклінний | 9.5 | 11.1 | 10.1 | | | | | |
| Ільменіт | 3.8 | 3.2 | 4.0 | | | | | |
| Рутил | 0.8 | 0.7 | 0.8 | | | | | |
| Магнетит | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | |
| Гематит | 1.5 | 1.1 | 1.3 | | | | | |
| δ (г/см ³) | | | | | 1.37 | | 1.43 | |
| d (г/см ³) | | | | | 2.68 | | 2.80 | |
| f (%) | | | | | 50.51 | | 48.46 | |
| K _p | | | | | 1.04 | | 1.00 | |

Примітки: 1. FeOt - залізо загальне у формі FeO; впп - втрати при прокаленні; Ілт - ільменіт, перерахунок з TiO₂, (кг/т); Ар - апатит, перерахунок з P₂O₅, (кг/т); δ - об'ємна вага скелету породи; d - питома вага; f - пористість; K_p - коефіцієнт пористості; N - кількість проб.

1 - габро-анортозит; 2 - габро лейкократове; 3 - габро-норити; 4 - габро-норити інтенсивно вивітрілі; 5-6 - горизонти східного флангу родовища: 5 - каолінітовий, 6 - жорствяний; 7-8 - горизонти західного флангу родовища: 7 - каолінітовий, 8 - жорствяний. Вміст оксидів та втрати при прокаленні надані у вагових відсотках, мінералів (норм) у молекулярних відсотках.

Саме, вміст ільменіту в західній частині родовища значно вищий ніж в східній частині. Тут же, в західній частині розвіданої площі, зосереджені всі блоки запасів високих категорій, тоді як блоки з позабалансовими запасами розташувалися в її східній частині. Якщо в каолінітовому горизонті східної частини родовища вміст ільменіту в середньому становить 30-40 кг/т, рідко зростаючи до 60 кг/т, то в західній частині даний горизонт збагачується понад 80 кг/т, досягаючи 120, іноді вище, до 170 - та, навіть, 200 кг/т.

У районі родовища і поблизу, (у т. ч. і в його західній - найпродуктивніший частині), рудні габроїди не зустрічалися, незважаючи на досить значні обсяги виконаних тут пошукових і розвідувальних робіт. Торчинське родовище унікальне в тому сенсі, що воно є виключно залишковим. Його унікальність полягає в тому, що руди кори вивітрювання не успадковують тут рудні накопичення (які тут майже відсутні) в корінних кристалічних породах. Зазначені твердо встановлені факти:

а) існування виразної просторової рудної зональності в корі, при відсутності такої в кристалічних породах;

б) відсутність на території збагачених ільменітом корінних порід, а всупереч цьому, присутність незвично високих вмістів ільменіту в самій корі, явно суперечать один одному, і тим самим - вражають.

Розуміючи всю суперечливість встановлених автором фактів, геологи, які виконали розвідку родовища, намагалися залучити для пояснення вищевказаної картини гіпотезу різних за складом материнських габроїдів на західній і східній площах. Габроїди на заході несуть, на їх думку, підвищені концентрації ільменіту, в той час як для габроїдів на сході характерна титаномагнетитова мінералізація, а ільменітом вони порівняно бідні. Якщо повністю спиратися на концепцію жорсткого спадкування рівнів вмісту залишкових мінералів в корі їх концентраціям в корінних материнських породах, то наведене висловлювання видається справедливим, а дана точка зору - єдино можливою. У той же час, величезний аналітичний фактаж, наведений в розвідувальних звітах, не підтверджує таку точку зору.

Представлені суперечливі факти і, взагалі, незвичайні особливості Торчинського родовища, вимагають пояснення. Якщо високі концентрації рудних

мінералів в корі не обов'язково повинні успадковувати такі в материнських породах і можуть виникати якимось іншим шляхом, то де ще можна зустріти подібне явище? Так що ця проблема має пряме відношення до прогнозу і пошуків нових рудних об'єктів.

При погляді на розрізи (рис.4.1), розташовані вхрест простягання родовища, відразу ж впадає в очі помітне підвищення в західному напрямку - і рельєфу денної поверхні, і поверхні покрівлі кори вивітрювання. Тож, високі концентрації ільменіту, як з'ясовується, приурочені до краю підняття і до його схилів. Розташоване в західній частині підняття, визначає, таким чином, просторову зональність родовища [1;2]. Ще яскравіше ця тенденція виявляється на графіку (рис. 4.2), де представлені згладжені залежності - від висоти покрівлі кори: вмістів ільменіту в каолінітовій частині кори (крива 3), його ж вмістів в підстилаючих кору вивітрених габроїдах (крива 2), а також і потужності кори (крива 1). Тут видно, що концентрації рудного компонента в вивітрених материнських породах (під жорствяних горизонтів кори) розподіляються інакше, ніж такі концентрації в каолінітовому горизонті. Якщо в зниженій східній частині успадкування корою розподілу ільменіту в габроїдах ще дотримується, то вище по схилу підняття кореляція між відповідними кривими концентрацій повністю руйнується.

І там, де рівень концентрацій ільменіту в каолінах найбільш високий, в габроїдах він навпаки, знижується.

З усього цього випливає, що високі вмісти ільменіту в західній частині родовища - на піднятті і його схилах, ніяк не відображають вмісти в материнських породах і не успадковують їх. Це означає, що просторова рудна зональність родовища, до підстилаючих материнських порід відношення не має. Правомірність такого висновку досить висока, оскільки він ґрунтується на дуже великому аналітичному матеріалі.

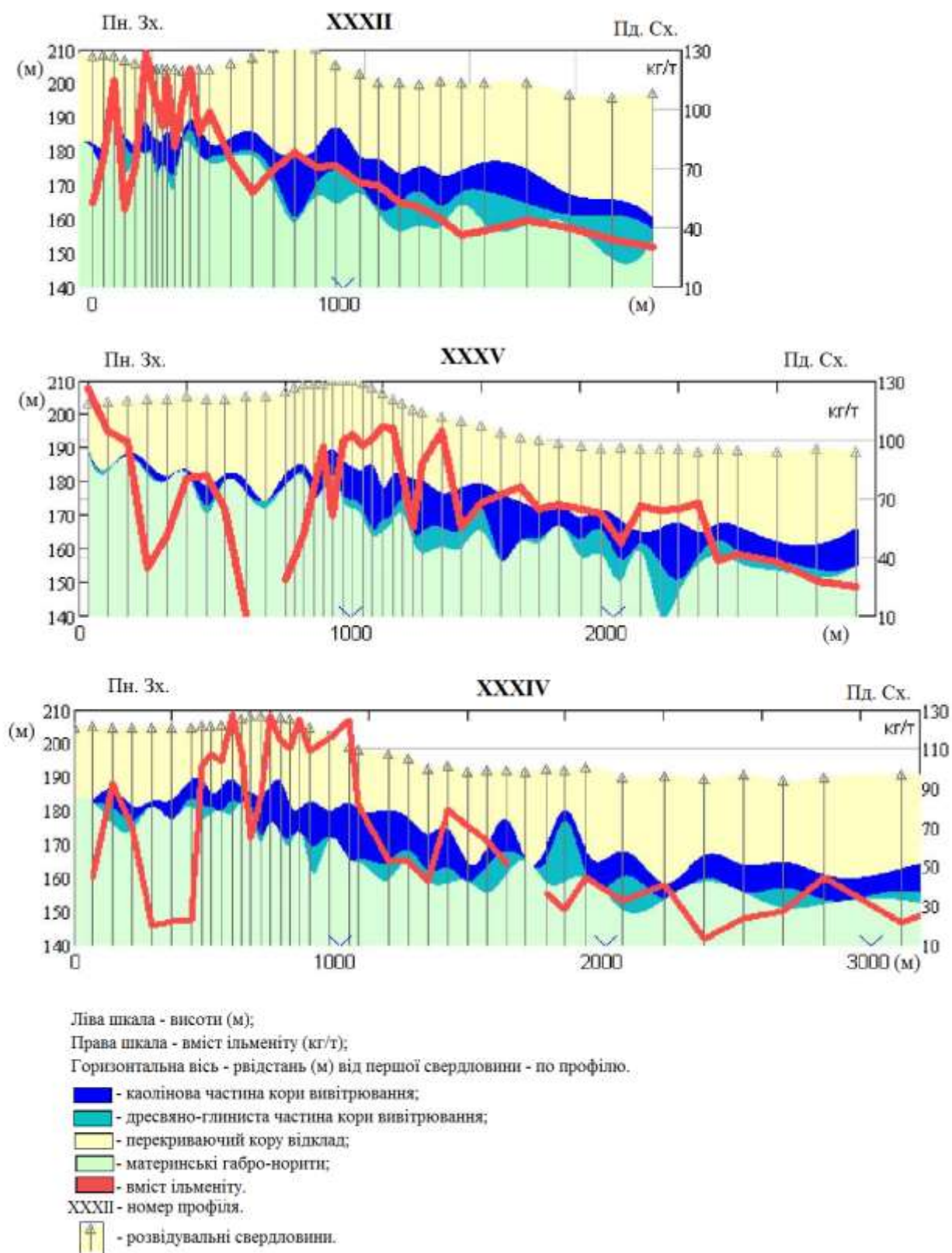


Рис. 4.1. Розрізи по Торчинському родовищу ільменіту

Деяка відмінність кори вивітрювання на схилах піднять, як показано на рис. 4.2, а саме, збільшення подекуди її потужності, порівняно з такою на самих підняттях і в межах знижених територій, явище відоме [6].

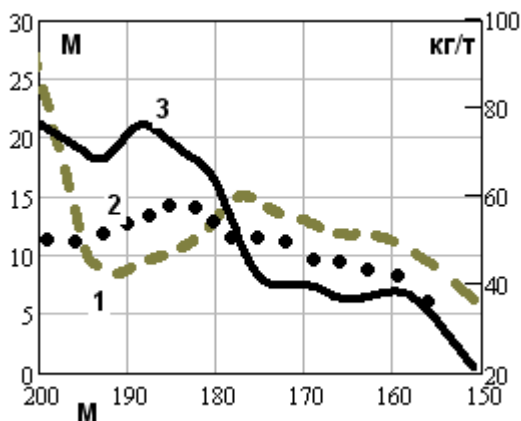


Рис. 4.2. Залежність потужності кір вивітрювання:

(крива 1, ліва шкала) і вмісту у: звітних габроїдах (крива 2, права шкала, $N = 1059$), каоліновому горизонті (крива 3, права шкала, $N = 478$) - від висоти залягання покрівлі кори вивітрювання Торчинського родовища. (Криві згладжені по 5-метровим висотним інтервалам. N - кількість середньозважених по свердловинам значень в звітних габроїдах і в каоліновому горизонті (за аналітичними даними геологорозвідувальних робіт Житомирської ГЕ, 1970-1984 рр.).

Воно відзначалося в різних місцях на території Східно-Європейської платформи, в т.ч. і в межах Українського щита [11], і в інших місцях. Причину цього явища знаходять зазвичай в найбільш сприятливих на схилах (в місцях перепаду палеогіпсометричних відміток) умовах для глибокого проникнення активних вадозних вод. Додамо тільки, що на нашу думку, зростання потужності кори на схилах є наслідком не тільки більш глибокого проникнення вадозних вод, але і посилення інтенсивності тут на схилах екзогенних процесів взагалі, і короутворення зокрема. Але, відповідно, і ерозія кори на схилах проявляється інтенсивніше, що звичайно порушує цю струнку картину.

На представлених розрізах виявляється ще одна особливість. Часто, хоча і не завжди, підвищені концентрації ільменіту в каолінах тяжіють до «кишень» - до локальних понижень підшви кори, які відповідно супроводжуються її роздувами в цих місцях. Такі «провали» підшви кори зустрічаються на родовищі і на краю підняття, на його схилах, і в східній частині - за межами підняття. Відомо, що подібні «кишені» зі збільшенням потужності кори, характерні для зон тектонічних порушень, де роздробленість і підвищена проникність кристалічних порід сприяють,

як збільшенню амплітуди їх промивання, так і посиленню процесів короутворення і формуванню, зрештою, заглибленої структурної кори вивітрювання [15;20].

У світлі вищевикладеного можна зробити висновок, що збагачення кори ільменітом на краю підняття і його схилах, а іноді й над зонами тектонічних порушень може мати відношення до інтенсивності короутворюючих процесів. З метою ідентифікації цих процесів, аналітичні дані, представлені в фондових матеріалах розвідки родовища, були розділені по висоті залягання покрівлі кори вивітрювання на дві групи. Граничною була взята висотна відмітка в 175 м. За цими аналітичними даними обидві групи порівнювалися між собою. Передбачалося з'ясувати - в чому відмінність кори на схилі і самому піднятті від кори за межами підняття. Виходячи з цих відмінностей, ми намагалися вирішити дану задачу.

На рис. 4.3. зведені криві розподілу ільменіту¹ (перерахованого з силікатного аналізу TiO_2) в габроїдах родовища в цілому (лінія 1); за даними прямих

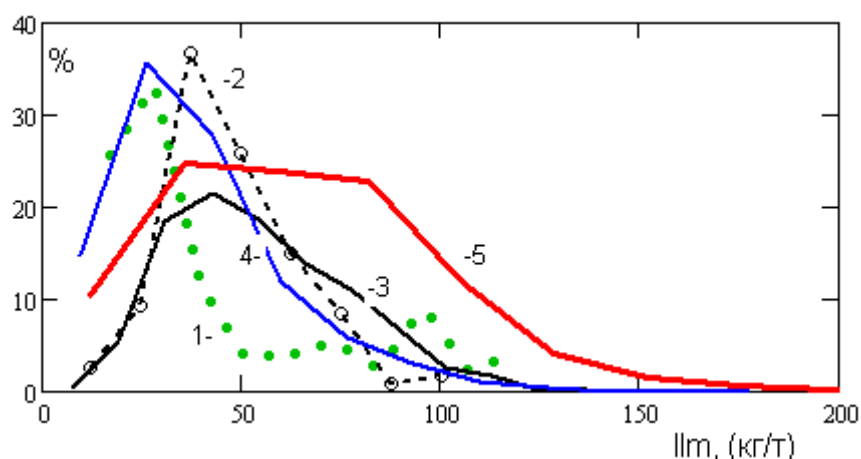


Рис. 4.3. Розподіл вмісту ільменіту в:

- 1 - габроїдах родовища. Перерахунок хім-аналізів TiO_2 на ільменіт ($N = 133$);
- 2 - там же, під корою, з відмітками її покрівлі нижче 175 м. ($N = 120$);
- 3 - там же, під корою, з відмітками її покрівлі вище 175 м. ($N = 939$);
- 4 - каоліновому горизонті, з відмітками її покрівлі нижче 175 м ($N = 996$);
- 5 - каоліновому горизонті, з відмітками її покрівлі вище 175 м ($N = 1468$).

Для розподілів 2 - 5 використані прямі визначення вмісту ільменіту. (Аналітичні дані Житомирської ГЕ).

¹. З метою відображення на одному графіку даних по декількох вибірках тут використані не звичні стовпчасті гістограми, а «криві» розподілу ільменіту.

визначень ільменіту (аналізи для підрахунку запасів) в габроїдах під корою з відмітками покрівлі менше 175 м (лінія 2); те ж, під корою з відмітками вище 175 м (лінія 3) і в каолінітовому горизонті кори, з відмітками покрівлі нижче 175 м (лінія 4) – займають близькі позиції і утворюють єдиний ансамбль. Розподіл (лінія 5) ільменіту в каолінах з відмітками покрівлі кори вище 175 м явно вибивається з цього ансамблю. Він виявляє сильний розкид даних і виразне зміщення вправо, в бік високих вмістів рудного компоненту. Характер розподілів 1-4 цілком підтверджує зроблені вище висновки про відносну однорідність (за вмістом ільменіту) материнських габроїдів на території родовища, а також, відомості (наприклад [14]) про незмінність або малих змінах вмістів ільменіту в процесі утворення кір каолінітового профілю. Розподіл 5 разуче суперечить цим даним. Так що у відношенні ільменіту, відмінності каолінів в межах підняття в контурі родовища, від усіх інших розглянутих вибірок – безумовні [8;9].

На рис 4.4. в чотирьох перших графіках представлені результати силікатних аналізів проб каолінів² обох «висотних» груп і кілька аналізів вивітрених габроїдів по нижній частині кори. Параметр R представляє тут суму окисів лужних земель (крім закисного заліза, унаслідок входження його до складу ільменіту) і лугів. Ці окиси пов'язані в польових шпатах (луги, CaO), в піроксенах (CaO, MgO, MnO), в глинистих мінералах (крім каолініту). У глинистих породах Al₂O₃ в найбільшій кількості присутній в каолінітах, в габроїдах - в польових шпатах і, частково, в аутигенних глинистих мінералах. Втрати при прокаленні пов'язані в основному з виділенням кристалізаційної води. Найбільше цієї води міститься в каолініті.

Різні петрогенетичні зв'язки (або їх відсутність), що демонструють ці графіки, цілком зрозумілі, та вони не мають до нашого завдання відношення. Але вони демонструють, крім того, повну схожість каолінів низини і підняття. Останній графік (глинозем - титан) більш складний. Фігуративні точки аналізів формують тут дві гілки. Одна з них демонструє наявність зв'язку (не сильного) алюмінію та титану

² Розглянуті лише склади порід каолінітових горизонтів. Вони, мабуть, найбільш представницькі, як кінцеві продукти вивітрювання. Зрештою, даних силікатних аналізів жорстви у розпорядженні авторів було недостатньо.

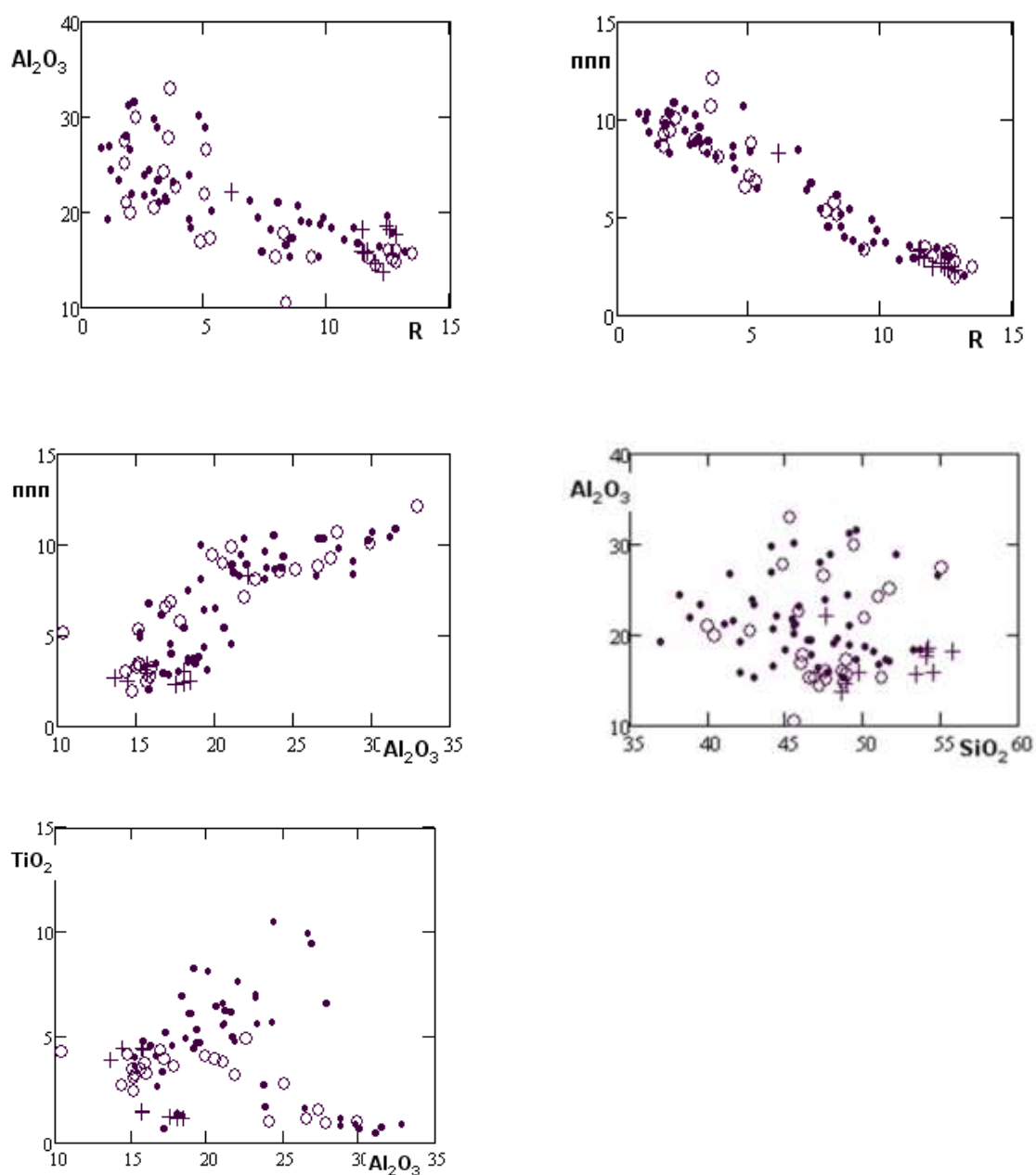


Рис. 4.4. Діаграми хімічного складу порід кори вивітрювання Торчинського родовища (без поділу по її горизонтах).

Аналізи проб, відібраних з:

`+` – вивітрілих габроїдів (N = 10);

o – кори, покрівля нижче 175 м. (N = 24);

• – кори, покрівля вище 175 м. (N = 50).

$R = MnO + MgO + CaO + Na_2O + K_2O$;

впп - втрати при прокаленні (в даних породах пов'язані головним чином з водою).

Дані представлені у вагових відсотках.

і зростання вмістів обох компонентів в каолінах підняття. Відносно глинозему це може бути пояснено інтенсифікацією каоліноутворення на схилі підняття, що цілком зрозуміло, у світлі сказаного вище. Що ж стосується двоокису титану, то пояснити його значне накопичення набагато меншим рівнем накопичення глинозему навряд чи буде коректним [12].

Ймовірно зв'язок між даними оксидами парагенетичний, накопичення титану пов'язано з іншим процесом, який, як і каолінізація виявляє тенденцію до посилення в межах підняття.

Другу гілку фігуративних точок на графіку (зменшення вмісту двоокису титану зі зростанням кількості глинозему) зрозуміти складніше. Вона, як буде показано нижче, може мати відношення суто до формування високих концентрацій ільменіту в корі на схилах. Зараз же відзначимо, що в цілому, істотних відмінностей в речовинних складах між каолінами двох висотних рівнів, крім помітного розходження у вмістах двоокису титану, не спостерігається [23].

Вельми мало значущі відмінності двох груп каолінітових, а також і таких груп жорствяно-глинистих порід, виявляються і в їх гранулометричних спектрах. Спектри обох груп (в межах, кожного горизонту) майже подібні, хоча спектри каолінів, і жорствяних порід трохи більш диференційовані (в основному в області частинок алевритових і дрібнопіщаних розмірностей) в межах підвищеної частини території. Знову ж це цілком пояснюється більш активною дезінтеграцією уламків корінних порід, але про істотне розходження тут говорити не доводиться. Так що ці дані теж не проливають світло на проблему [22].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Отже, відчутні відмінності у складі каолінових порід двох висотних груп, при висоті залягання покрівлі кори нижче 175 м (східна частина родовища) і вище 175 м (західна піднесена частина), крім вмістів самого рудного компонента, а також у спектрах по розмірності частинок породи, не спостерігаються. Є підстави вважати, що такі відмінності практично відсутні і в породах нижньої - жорствянистої частини кори вивітрювання родовища. За таких обставин, формуємо проблему наступним чином. Що могло послужити причиною контрастного накопичення ільменіту в корі

однієї - піднятої частини території в порівнянні з іншою - опущеною, якщо ця причина не полягає у складі материнських порід, до того ж, і не сприяла якимось адекватним змінам складу порід кори в цілому?

1. Можна зробити висновок, що ільменіт накопичувався залишковим шляхом, при видаленні всіх інших мінералів.

2. Видалення всіх інших мінералів означає і видалення каолініту, інакше контрастного накопичення залишкового ільменіту не відбудеться. Тому і чисто хімічне вивітрювання теж відпадає бо, каолініт практично не розкладається в кліматичних умовах формування кори вивітрювання каолінітового профілю. До того ж, в іншому випадку, ми мали б в зоні розкладання каолініту, чи поряд з нею, латеритні утворення і руди бокситів. Але вони тут не виявлені, як і взагалі вільні оксиди алюмінію.

3. Залишається механічне винесення (у т.ч. й каолініту), причому не поверхневими водами, оскільки ільменіт концентрується у всій товщі кори. «Внутрішнє» механічне винесення крізь товщу практично не проникних каолінів, уявити собі, на перший погляд, взагалі не можливо.

4. Подивимося на ситуацію в геоісторичному її аспекті (залучимо у систему міркувань ще часову координату). Кожна ділянка каолінової породи, як і всі сусідні, не завжди була такою як зараз. Вона була кристалічною породою, руйнувалася силами вивітрювання, потім перетворилася на жорстку. Жорсткості стадію проходили і сусідні ділянки. Послідовно, спочатку верхні, потім, з розвитком вивітрювання на глибину, все більш заглиблені. Коли верхні ділянки вже перетворювалися на каолін, нижні, на той момент, ще тільки ставали жорсткою.

5. Допустити високу водопроникність, жорстких порід вже цілком реально. Тож, реально уявити собі і активний рух води в таких породах.

6. Чим вище швидкість рухомої води, тим активніше йдуть процеси розкладання первинних мінералів з утворенням глинистих часток. Швидше привноситься водневий іон і розчинений кисень (активні агенти в умовах каолінового короутворення), інтенсивніше виносяться продукти розкладу -

розчинені лужні землі і луги, частково кремнезем і закисне залізо, частина якого при цьому окислюється і втрачає рухливість [3].

7. У певних умовах найбільш високого напору вод в жорствяному горизонті стає можливим прояв суфозійних процесів - механічного виносу з товщі породи тонких глинистих часток рухливими підземними водами.

Суфозія - винос деяких дрібних компонентів осадової породи підземними водами [7]. У разі виносу твердих (глинистих) часток - це механічна суфозія, розчинених солей - хімічна суфозія, і тих і інших - суфозія змішаного типу [4]. Умови протікання суфозії такі: а) Порода повинна мати неоднорідний гранулометричний склад: великі пори, утворені великими частками (наприклад уламками кристалічних порід) повинні вільно пропускати дрібні (зазвичай глинисті) частинки, які, відтак, здатні виноситися. Так що жорствяні і жорствяно-глинисті породи - це те, що потрібно; б) Напір води в породі повинен бути достатньо високим. Вважається, що гідравлічний градієнт повинен перевищувати 1. Критичні швидкості підземних вод (розмиваючі швидкості) при яких починається рух частинок певного розміру, оцінюються по-різному. Зазвичай розмиваючі швидкості води для різних розмірів частинок представляються таблицями (наприклад, [18]). Дається така таблиця (табл.4. 2):

Таблиця 4.2. – Розмиваюча швидкість води для різних розмірів частинок.

| Розмір частинок: мм | Розмиваюча швидкість, м/хв. | Розмір частинок: мм | Розмиваюча швидкість, м/хв. |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 5 | 13,23 | 0,1 | 1,83 |
| 3 | 10,37 | 0,08 | 1,67 |
| 1 | 5,91 | 0,05 | 1,31 |
| 0,8 | 5,3 | 0,03 | 1,04 |
| 0,5 | 4,18 | 0,01 | 0,59 |
| 0,3 | 3,08 | | |

Ці табличні дані добре апроксимуються формулою:

$$f(X) = (5,906 X^{0,504} - 0,0017) / 60$$

(f(X) розмиваюча швидкість, м/сек, X – розмір частинок, мм).

Розрахунки по якій дають, зокрема, наступні швидкості: для часток з розміром 0,005 мм - 0,0068 м/сек, з розмірністю 0,001 мм - 0,003 м/сек, 0,0005 мм -

0,0021м/сек, 0,0001 мм - 0,0009 м/сек. Згідно [14] розміри зерен каолініту коливаються в межах від <0,0005 мм до 0,01-0,03 мм, складаючи в середньому 0,0005 мм. При всьому тому у водорясні періоди, швидкості води в жорствянистих породах могли перевищувати, 2 мм/сек.

8. Своїх найбільших значень напори води та її рухливість в проникних жорствяних породах досягали якраз на схилах і на краю підняттяв. Особливо при існуванні тут зон тріщинуватості. Тобто процеси суфозійного виносу активізуються там же, де взагалі процеси короутворення були найбільш інтенсивними.

9. Можна припустити, що в своєму самому активному вираженні, суфозія здатна «збалансуватися» з темпами утворення глинистих мінералів в уламках порід. Тоді вона може сприяти збільшенню проникності породи і, подальшої інтенсифікації всього процесу, з руйнуванням і видаленням всіх мінералів породи, крім самих стійких. У нашому випадку – стійким є ільменіт (у корі розміри його часток, в переважній більшості, десяті долі міліметра).

Коли ж вивітрювання зміщується глибше, перетворюючи наступну частину кристалічної породи в жорству, сюди ж зміщується поступово і водний потік, а вище (на старому місці) він з часом слабшає, і порода, поступово «заростає» глинистою речовиною повільно перетворюючись на каолінову.

10. До переміщення потоку з даної конкретної ділянки жорствяної породи вниз, ця ділянка вже виявляється збідненою усіма своїми складовими в порівнянні з ільменітом. Природно, що утворена згодом тут каолінова порода успадкує цю картину. В іншому, вона нічим не буде відрізнятися від каолінової кори за межами підняття. Так що кількість «нерухомого» ільменіту відобразатиме тут вже не тільки (і навіть не стільки) рівень його вмістів в материнських породах, скільки інтенсивність суфозійного процесу.

11. У жорств'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 припиниться – 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 4.5, де показані статистично згладжені залежності потужності кори і середньозваженого вмісту у ній ільменіту від висот денної поверхні (ліворуч) і від висот покрівлі кори (праворуч).

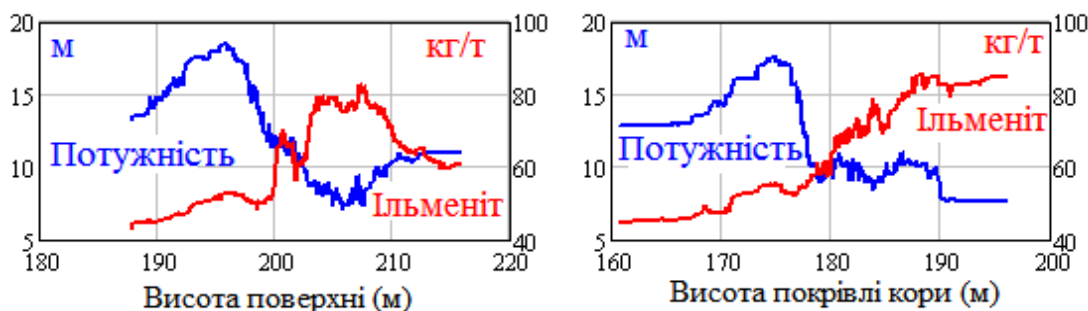


Рис. 4.5. Потужність кори та вміст ільменіту в залежності від зростання висоти зі сходу на захід: потужність кори - синя лінія, вміст ільменіту - червона лінія.

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. Лінія згладжених вмістів апатиту – ледь не повторює лінію потужності (рис. 4.6). Це вказує, що винос фосфору при короутворенні теж був підпорядкований суфозійним явищам.



Рис. 4.6. Потужність кори та вміст ільменіту в залежності від зростання висоти зі сходу на захід: потужність кори - синя лінія, вміст апатиту - червона лінія.

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 4.7.

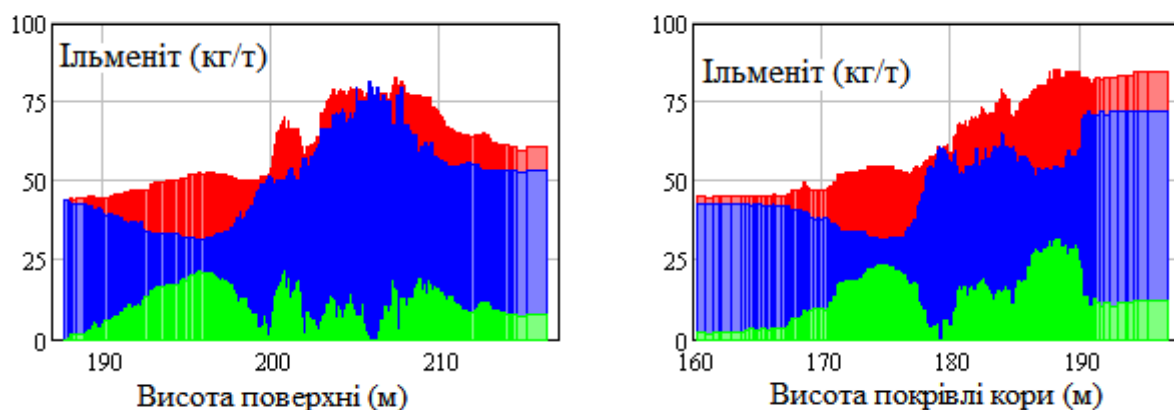


Рис. 4.7. Зображення розрахункових, по формулі, вмістів ільменіту: *утвореним лише за рахунок суфозії (верхня границя синьої області); фактичних (реальних) вмістів ільменіту (верх червоної області); верхня границя зеленої області внизу – це різниця перших двох вмістів (розрахованого від реального) ільменіту.*

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.

Отже, єдиними конкретними речовими підтвердженнями суфозійних процесів в корі на схилі і на піднятті, якими ми володіємо, виявляються тільки високі (порівняно з низиною) вмісти стійкого щодо вивітрювання ільменіту та саме відсутність будь-яких інших вагомих відмін. І хоча вищевикладені погляди безумовно потребують залучення додаткових даних по інших рудоносних об'єктах і

подальшого розвинення, можна зробити висновки щодо утворення Торчинського родовища. Враховуючи його геоморфологічну позицію та характер розподілу ільменіту, слід вважати це родовище суфозійно-залишковим. Вплив морфології поверхні кристалічних порід проявляється у розвитку суфозійних процесів на слабо розчленованих схилах підняття кристалічного фундаменту. Про те, що такі процеси відбувались, свідчать прошарки вторинних каолінів у деяких розрізах Торчинського та деяких інших родовищ.

Список використаних джерел для розділу 4

1. Бетехтин АГ. Минералогия. Гос. изд. геол. лит. Москва, 1950. 956 с.
2. Берри Л., Мейсон Б. Дитрих Р. Минералогия. Москва: Мир, 1987. 592 с.
3. Гинзбург И.И. Вопросы энергетики реакций процессов выветривания некоторых алюмосиликатов. В кн. Кора выветривания. вып. 5. Изд. АН СССР. Москва, 1963. С. 87-119.
4. Гольдберг В.М. Проницаемость и фильтрация в глинах. Москва: Недра, 1986. 161 с.
5. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения. Пер. с англ. Москва: Мир, 2001. 430 с.
6. Каледа Г.А. Изменчивость отложений на тектонических структурах. Москва: Наука, 1985. 192 с.
7. Керкис Е.Е. Методы изучения фильтрационных свойств горных пород. Ленинград: Недра, 1975. 231с.
8. 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.
9. Комський М.М., Ремезова О.О., Яременко О.В., Охоліна Т.В., Василенко С.П. Геологія та особливості рудоконцентрації перспективного

Торчинського родовища ільменіту. Мінералогічний збірник. № 55. м. Львів, 2016. Вип. 1. С. 16-28.

10. Котельников Д. Д., Конюхов А. И. Глинистые минералы осадочных пород. Москва: Недра, 1986. 247 с.

11. Кузьманенко, Г. О. Первинні каоліни північно-західної частини Українського щита [Текст] : автореферат... канд. геол. наук, спец.: 04.00.01 - загальна та регіональна геологія. Київ: Ін-т геологічних наук, 2014. 23 с.

12. Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. Москва: Недра, 1965. 272 с.

13. Проскурин Г.П. Отчет о результатах предварительной разведки Торчинского месторождения титана в Житомирской обл. УССР, проведенной Житомирской геологической экспедицией в 1970-1972 гг. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1972. КН.1. 144 с.

14. Русько Ю.А. Каолинизация и каолины Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1976. 157 с.

15. Рухин Л.Б. Основы литологии. Гостоптехиздат. 1961. 779 с.

16. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород. Справочное пособие. Москва: Недра, 1985. 511 с.

17. Справосник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. – Москва: Недра, 1990. 480 с.

18. Справочник гидрогеолога. Москва: Госгеолтехиздат, 1962. 616 с.

19. Справочник по литологии / Под ред. Н. Б. Вассоевича, В. Л. Либровича, Н. В. Логвиненко, В. И. Марченко. Москва: Недра, 1983. 509 с.

20. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. АН. СССР, 1962. Т-1, 212с. и Т-2, 550с.

21. Швайберов С.К. Отчет о результатах детальной разведки, проведенной на Торчинском апатит-ильменитовом месторождении в 1970-1984 гг. в Житомирской области УССР. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1985. КН. 1. 280 с.

22. 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.

23. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України №4, 2016. С. 8-12.

РОЗДІЛ 5

КОМПЛЕКСНЕ ОСВОЄННЯ ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД

Торчинське родовище розташовано в південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід. Велика внутрішня частина масиву складена безрудними лейкократовими породами (анортозитами і габроанортозитами), а його ендоконтактова частина — слабо і помірно рудоносними габроноритами крайової фації. Останні ритмічно розшаровані на меланократові рудні, мезократові слабо рудні і лейкократові практично безрудні шари і пачки порід. В межах масиву породи крайової фації володіють великими ресурсами бідних апатит-ільменітових руд з середнім вмістом P_2O_5 до 5% (Володарськ-Волинський, Рижани-Поромівський та інші ділянки). Однією з таких ділянок є первинні слабо рудні габронорити Торчинського родовища, які утворюють полого нахилену на схід ($4—10^\circ$) пачку в ендоконтакті масиву потужністю 40—60 м. Пачка складається з трьох шарів (одного ритму): верхній шар збагачений магнетитом, титаномагнетитом, ільменітом і апатитом; середній шар істотно ільменітовий, у верхах — з апатитом; нижній шар не містить значущих концентрацій рудних мінералів. В підшві пачки залягають безрудні анортозити і габроанортозити. В корінних рудах родовища середній вміст P_2O_5 складає 3,3%, тобто вони не мають практичного значення [1;3].

У зоні гіпергенезу за рахунок винесення літофільних компонентів сформувалося залишкове родовище ільменіту. Потужності зон кори вивітрювання: виветрілого габро — від сантиметрів до 30 м, в середньому 1,5 м; жорстви до 15 м, в середньому 2,6 м; первинних каолінів — від десятків сантиметрів до 28 м, в середньому 7,0 м. В контурі підрахунку запасів середня потужність продуктивної кори вивітрювання складає 11,1 м. В каолінах міститься біля 65% запасів, в жорстві 20—25%, у вивітрілих габроїдах близько 10%.

Накладення зон гіпергенезу на субгоризонтальну первинну розшарованість руд зумовило певну внутрішню зональну рудного покладу. Багатшою є нижня частина покладу, що виходить на ерозійний зріз уздовж західного краю покладу і розвинена по другому шару розшарованої пачки продуктивних габроноритів. Поклад крупний,

його довжина і ширина вимірюється кілометрами. Промислове рудне тіло розташовано в її центрально-західній частині. Середній вміст ільменіту складає 110 кг/м³ (в таблиця 5.1. представлений хімічний склад ільменіту), апатиту — 13 кг/м³. Ільменіт свіжий, не лейкоксенізований, містить 51,2% TiO₂ і придатний для отримання вищих сортів пігментного TiO₂ за сульфатною технологією.

Попутними компонентами є ванадій і скандій в ільменіті. Частину глинистих відходів збагачення можна використовувати у виробництві грубої будівельної кераміки [5].

Рудний поклад родовища перекритий піщано-глинистими відкладами неоген-четвертинного віку, їх середня потужність в контурах проектного кар'єру 16,7 м.

Торчинське родовище заслуговує освоєння у складі першої черги Стремигородського ГЗК і у зв'язку з близькістю речовинного складу його залишкових руд і аналогічних руд Стремигородського родовища і меншої потужності розкриву його рудного тіла. Зокрема, в Торчинському родовищі, разом з титаном в ільменіті, сконцентровано і P₂O₅— 563 тис. т у формі апатиту. Середній вміст апатиту в рудній масі 9 кг/м³ [6].

Корисними копалинами на родовищі є кора вивітрювання гірських порід основного складу.

До руд кори вивітрювання належать первинні каоліни, жорства і виветрїлі породи (по габро, габроноритах). Усі вони є продуктом єдиного процесу фізико-хімічного вивітрювання ільменітоносних материнських порід, різняться тільки кількісними співвідношеннями первинних породотвірних і вторинних мінералів, будучи природними різновидами одного технологічного типу руди [2].

Хімічний склад руд у загальному випадку відбиває інтенсивність і закономірність фізико-хімічних процесів, що відбуваються в гірських породах. В умовах вологого тропічного клімату, що існував у попередні геологічні епохи у районі, відбувався винос закисного заліза, кальцію, магнію, калію, кальцію, натрію й привнесення окисного заліза, про що свідчить табл. 5.2.

Таблиця 5.1. – Хімічний склад ільменіту [4]

| Окисли | Каолін | | | | Жорства | | | | Габро вивітріле | | | | Середнє по каоліну + жорства | Середнє по корі вивітрювання |
|--------------------------------|---------------|-----------|-------|---------|---------------|-----------|-------|---------|-----------------|-----------|-------|---------|------------------------------|------------------------------|
| | кількість ан. | Коливання | | середнє | кількість ан. | Коливання | | середнє | кількість ан. | Коливання | | середнє | | |
| | | від | до | | | від | до | | | від | До | | | |
| TiO ₂ | 204 | 41,46 | 65,32 | 52,11 | 117 | 46,35 | 53,21 | 50,07 | 102 | 43,47 | 53,45 | 49,50 | 51,57 | 51,1 |
| FeO | 204 | 2,17 | 42,15 | 30,88 | 117 | 23,15 | 42,75 | 37,23 | 102 | 36,49 | 43,89 | 38,81 | 32,5 | 33,7 |
| Fe ₂ O ₃ | 204 | 5,62 | 38,37 | 14,26 | 117 | 2,37 | 19,50 | 9,32 | 102 | 0,34 | 13,0 | 7,82 | 12,96 | 12,0 |
| Cr ₂ O ₃ | 204 | сл. | 0,078 | 0,009 | 117 | 0,001 | 0,048 | 0,01 | 102 | сл. | 0,074 | 0,011 | 0,009 | 0,01 |
| P ₂ O ₅ | 204 | 0,006 | 0,129 | 0,09 | 117 | 0,008 | 0,131 | 0,088 | 102 | 0,007 | 0,203 | 0,056 | 0,089 | 0,081 |
| V ₂ O ₅ | 204 | 0,01 | 0,71 | 0,220 | 86 | сл. | 0,420 | 0,216 | 102 | сл. | 0,414 | 0,237 | 0,219 | 0,224 |
| Sc | 130 | 0,003 | 0,009 | 0,006 | 38 | 0,004 | 0,009 | 0,006 | 33 | 0,009 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |

Таблиця 5.2. – Хімічний склад руд за даними технологічних проб [4]

| Компоненти | Жорства, % | | | | | | | | Каолін-жорства, Дослідно-промислова проба суміш 3:1 | Середньозважене по каолинах+ жорства 3:1 | Вивітріле габро, % | | | Середнє по корі вивітрювання |
|--------------------------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|----------|----------------------------------|-------------|---------|---|---|--------------------|-------------|---------|---------------------------------|
| | Проба 73 | Дослідно- промислова проба | Розвід. св. | Середнє | Проба 74 | Дослідно- промислова проба | Розвід. св. | Середнє | | | Проба 99 | Розвід. св. | Середнє | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| SiO ₂ | 42,1 | 52,84 | 44,42 | 42,47 | 49,67 | 53,22 | 48,78 | 49,48 | 53,63 | 49,93 | 49,28 | 52,65 | 42,44 | 46,78 |
| TiO ₂ | 3,63 | 4,58 | 5,73 | 3,85 | 3,35 | 3,40 | 3,2 | 3,29 | 4,1 | 3,75 | 3,46 | 2,28 | 3,40 | 3,57 |
| Al ₂ O ₃ | 16,46 | 18,92 | 21,0 | 16,96 | 14,60 | 17,06 | 17,26 | 15,85 | 18,55 | 16,76 | 15,57 | 16,60 | 15,60 | 16,17 |
| Fe ₂ O ₃ | 15,88 | 3,27 | 12,06 | 15,33 | 9,52 | 7,75 | 11,59 | 10,30 | 3,87 | 14,25 | 8,62 | 7,89 | 8,58 | 11,30 |
| FeO | 2,59 | 2,52 | 3,62 | 2,59 | 4,16 | 1,64 | 3,29 | 3,66 | 2,65 | 2,80 | 5,13 | 4,44 | 5,10 | 3,98 |
| MnO | 0,11 | 0,049 | 0,088 | 0,10 | 0,09 | 0,056 | 0,159 | 0,117 | 0,049 | 0,11 | 0,12 | 0,142 | 0,12 | 0,11 |
| CaO | 2,08 | 2,22 | 1,66 | 2,04 | 55,21 | 4,45 | 4,80 | 4,99 | 2,94 | 2,62 | 5,66 | 5,94 | 5,67 | 4,20 |
| MgO | 0,62 | 0,67 | 0,75 | 0,63 | 0,86 | 0,87 | 1,13 | 0,97 | 0,58 | 0,70 | 1,62 | 1,92 | 1,63 | 1,18 |
| Na ₂ O | 0,76 | 0,62 | 0,57 | 0,68 | 2,70 | 1,79 | 2,62 | 2,62 | 1,05 | 1,05 | 3,08 | 3,29 | 3,09 | 2,13 |
| K ₂ O | 1,51 | 1,68 | 1,26 | 1,45 | 2,04 | 1,68 | 1,54 | 1,81 | 1,62 | 1,55 | 1,80 | 1,45 | 1,78 | 1,67 |
| P ₂ O ₅ | 0,70 | 1,08 | 0,696 | 0,70 | 1,45 | 1,58 | 1,118 | 1,32 | 1,22 | 0,83 | 1,22 | 0,929 | 1,21 | 1,02 |
| SO ₃ | н.в. | 0,042 | 0,02 | 0,22 | сл. | 0,035 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| V ₂ O ₅ | сл. | 0,052 | н.в. | 0,001 | - | 0,04 | н.в. | 0,004 | 0,043 | 0,002 | 0,02 | н.о | 0,02 | 0,01 |
| Cr ₂ O ₃ | н.в. | сл. | н.в. | сл. | - | сл. | н.в. | - | сл. | сл. | 0,01 | н.о | 0,01 | 0,009 |
| п.п.п | 13,37 | 8,93 | 7,98 | 12,77 | 5,81 | 6,68 | 3,98 | 5,08 | 8,83 | 11,25 | 2,36 | 2,31 | 2,36 | 8,05 |
| Сума | 99,81 | 98,47 | 99,91 | 99,59 | 99,46 | 100,2 | 99,46 | 99,50 | 99,5 | 99,61 | 97,90 | 99,86 | 91,04 | 100,20 |

Гранулометричний склад руд неоднорідний і перебуває у прямому зв'язку з положенням їх у розрізі кори вивітрювання. При збереженому повному профілі кори вивітрювання зверху-униз по розрізу в рудах добре простежується зменшення кількості глинистих (алевритових) часток (розміром 0,03мм) і збільшення великоуламкового жорствяно-щебеневого матеріалу.

У природньому заляганні за даними технологічних проб у первинних каолінах кількість часток менше 0,05 мм коливається від 49 до 65,3% (середнє 58,27%), на частки розміром 0,7-0,16 мм припадає 43.91%, на клас 0,05-0,16 мм – 26.97% і 28.03% на клас 0,7-2,0 мм (приблизно нарівно) (табл. 5.3).

Жорства складена на 13,9-32,48% частками менш 0,05 мм (середнє 14,66%), на 32-43% частками 0,7-0,16 мм, на зерна крупніше 2 мм припадає 10-20%, на зерна розміром 0,05-0,16 і 0,7 - 2,0 мм припадає 15-20%.

У вивітрілому габро вихід зерен крупніше 2 мм - 50-60%.

Механічний склад каолінів і жорстви технологічних проб після дезінтеграції й дроблення на валках характеризується наступними цифрами: вміст класу +0,5+1,25 мм - 21,1%, -0,5+0,2 мм - 21%, -0,2+0,5 мм - 26,1%, менш 0,05 мм - 31,8%.

Руди вивітрілого габро, представлені жорствяно-щебенистим матеріалом, після потрібної переєкспавації в кар'єрі стадіально дробляться на фабриці збагачення до необхідного розміру часток.

При залученні у відпрацьовування вивітрелого габро вихід продукту, що надходить на операцію дроблення й здрібнювання, підвищиться й складе приблизно половину від усієї зернистої маси руди, що вимагає дроблення. Таким чином, усі різновиди руд ільменітоносної кори вивітрювання, включаючи вивітріле габро, будуть надходити на фабрику спільно й зазнавати дезінтеграції. Нерозмивна частина руди піде на дроблення й подрібнювання.

Таблиця 5.3. – Мінералогічний склад руд за даними технологічних проб [4].

| Мінерали | Жорства | | | | | | | | | Каолін+жорст ва Дослідно- промислова | Середнє по каолінам і | Вивітріле габро проба 99 | Середнє по пласту |
|---|----------|----------|-----------------------------------|---------|----------|----------|-----------|-----------------------------------|---------|--|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | проба 73 | Проба 78 | Дослідно- промислов а проба | середнє | Проба 74 | Проба 79 | Проба 79А | Дослідно- промислов а проба | Середнє | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Ільменіт | 5,25 | 5,26 | 7,64 | 5,29 | 5,2 | 5,26 | 5,3 | 6,24 | 5,29 | 6,93 | 5,3 | 5,8 | 5,46 |
| Апатит | 0,92 | 0,81 | 1,02 | 0,83 | 2,0 | 1,5 | 1,7 | 2,1 | 1,67 | 1,2 | 1,34 | 1,9 | 1,52 |
| Титаномаг- нетит, магнетит | 0,94 | 0,17 | - | 0,26 | 0,16 | 0,34 | 0,4 | - | 0,36 | - | 0,32 | 0,32 | 0,31 |
| Окисли, гідроокисли заліза, слюда, лейкоксен, сидерит | 2,58 | 2,38 | 1,09 | 2,39 | 1,72 | 3,69 | 2,64 | 1,56 | 2,83 | 0,97 | 2,85 | 10,1 | 5,09 |
| Плагіоклаз | 15,32 | 16,76 | 8,4 | 16,48 | 49,73 | 44,0 | 48,81 | 24,8 | 47,42 | 13,7 | 36,15 | 43,5 | 37,89 |
| Калі-натровий польовий шпат | 5,65 | 6,3 | 6,1 | 6,22 | 12,83 | 19,0 | 17,90 | 8,3 | 17,71 | 7,85 | 13,16 | 13,5 | 13,27 |
| Піроксени | 0,23 | 0,7 | - | 0,63 | 1,39 | 0,73 | 0,68 | - | 0,74 | - | 0,70 | 5,4 | 2,24 |
| Кварц | 2,72 | 4,6 | 19,8 | 4,56 | 4,32 | 9,0 | 8,14 | 20,6 | 8,16 | 21 | 0,81 | 0,3 | 4,68 |
| Гідрослюда | 4,25 | 7,23 | 3,8 | 6,82 | 3,9 | 3,3 | 6,51 | 3,3 | 6,99 | 3,5 | 6,90 | 1,5 | 5,13 |
| Інші мінерали | 2,09 | 5,29 | 3,9 | 4,88 | 2,15 | 1,18 | 1,93 | 2 | 1,75 | 3,6 | 2,98 | - | 2 |
| Клас -0.03мм (шлами) | 60,2 | 51,03 | 48,25 | 52,13 | 16,6 | 7 | 6 | 31,1 | 7,31 | 41,25 | 25,01 | 17,7 | 22,61 |
| Сума | | | | 100,49 | | | | | 100,21 | | | | 100,21 |

Основним титанвмісним мінералом на родовищі є ільменіт. Титаномagnetит і лейкоксен присутні в кількості до 1% (середнє 0,3%) і в розрахунках не враховуються.

З великими класами ільменіту зв'язано від 78,0 до 96,0% TiO_2 . Інша частина двоокису титану припадає на частку дрібного ільменіту, який існуючими методами збагачення не вилучається.

Вміст ільменіту на родовищі варіює у широких межах (від перших кілограмів до 100-200 кг/м³) і в досить рівномірно знижується від західного контакту на схід.

Вміст п'ятиокису ванадію міняється в ільменітах по пробах від слідів до 0,71% і за даними хімічних аналізів монофракцій 392 групових проб, відібраних із продуктивного шару, у середньому становить 0,224%. Вміст скандію за даними вивчення проб монофракцій ільменіту нейтронно-активаційним методом коливається від 27 до 67 г/т, становлячи в середньому 60 г/т.

Апатит є другим корисним мінералом у рудах родовища. Вміст його коливається від знакових кількостей до перших десятків кілограм на кубічний метр руди й трохи знижується зверху- униз по розрізу. Помітний кореляційний зв'язок між концентраціями апатиту й ільменіту відсутній.

Апатит утворює призматичні кристали, неправильно кутасті й округлі, безбарвні й білі (непрозорі) зерна із гладкою й шорсткуватою поверхнею.

З апатитом зв'язане близько 50% P_2O_5 у рудах, інша частина розсіяна в глинистих або породотвірних мінералах у вигляді ізоморфних домішок, колоїдних примазок або дрібних включень.

Розроблена на лабораторній стадії й підтверджена в напівпромислових умовах технологічна схема збагачення є єдиною для всіх літологічних різновидів руд. Схема включає наступні операції: дезінтеграцію, подрібнювання недезінтегрованої частини руди до +3 мм, знешламлювання, збагачення зернистої маси на гравітаційних апаратах, магнітну сепарацію гравітаційного концентрату, доподрібнення магнітної фракції до - 0,3 мм, знешламлювання, сушіння й доведення (знефосфорування) чорного ільменітового концентрату електричною

сепарацією. Немагнітна фракція гравітаційного концентрату піддається флотації з метою одержання апатитового концентрату.

Застосування розробленої схеми збагачення дозволяє одержувати ільменітовий (після подрібнення до 0,2 мм і електричної сепарації) і апатитовий (флотацією) концентрати такого складу.

Вміст ільменіту в ільменітовому концентраті в середньому дорівнює 98%, апатиту в апатитовому концентраті - 93%.

Вилучення ільменіту й двоокису титану з різних різновидів руд перебуває приблизно на одному рівні, за винятком проб жорстви [4]. Однак, уже суміш каолінів і жорстви в співвідношенні 3:1 - близькому до природнього розрізу, дозволяє підняти витяг ільменіту до 78% - 85%.

По розрахунках ІМРа очікувані кінцеві показники збагачення суміші первинних каолінів, жорстви й вивітрілого габро в співвідношенні 3:1:1 повинні бути не нижче:

- витяг в ільменітовий концентрат TiO_2 - 67,4%

Ільменіту - 83%

- витяг в апатитовий концентрат P_2O_5 - 34,6%

Апатиту - 90%

Резервом для підвищення цих показників може служити збагачення шламів методом електричної сепарації й довитягання ільменіту з непровідникової фракції.

Порівняння хімічного й гранулометричного складу ільменітових концентратів з кори вивітрювання Торчинського родовища з діючими технічними умовами підтверджує їхню високу якість. Практично всі вони за своїми показниками відповідають кращим маркам КІІ - 1 і КІІ - 2. Розроблена технологія глибокого очищення ільменіту дозволяє знизити вміст п'ятиокису фосфору до 0,06% і, тим самим, випускати концентрати найвищої якості.

Технологічна схема збагачення Торчинських руд заснована на процесах, використовуваних у цей час на діючих підприємствах Іршинського ГЗК для збагачення ільменітоносних пісків росипних родовищ із підшихтовкою їх

продуктивною корою вивітрювання. Зокрема, ця технологія освоєна на Лемненській фабриці й кар'єрі по відпрацьовуванню терасової частини Іршинського родовища. Апаратурне оформлення схем практично аналогічне, за винятком вузла.

Розроблена в ЧФНПРОІНС стосовно Торчинських ільменітових концентратів технологічна схема одержання пігментного двоокису титану не відрізняється від застосовуваної на діючих підприємствах хімічної промисловості (Сумський хімзавод).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Продуктивний горизонт на родовищі пов'язаний з корою вивітрювання гірських порід основного складу.

До руд кори вивітрювання відносяться первинні каоліни, жорства і вивітрілі габро. Всі вони є продуктом єдиного фізико-хімічного вивітрювання ільменітоносних материнських порід, розрізняються тільки кількісним співвідношенням первинних породоутворюючих і вторинних мінералів, будучи природними різновидами одного технологічного типу руди.

Руди родовища характеризуються набором одних і тих же мінералів і мінеральних асоціацій, що змінюються в кількостях.

Чітка закономірність простежується в збільшенні глинястості (каолінових) мінералів, що відносяться до шламів, знизу - вгору по розрізу (від вивітрілих порід до каолінів) і зменшенні в цьому напрямку зерен плагіоклазу, калішпатів і піроксенів.

Кількість ільменіту, у зв'язку з його стійкістю в зоні гіпергенезу, залишається практично постійною.

Поведінка апатиту в корі вивітрювання більш складна і часто залежить від кліматичного і гідродинамічного режимів, що існували в період утворення кори вивітрювання і кислотності елювіальних вод [7]. Як встановлено численними дослідженнями, в корі вивітрювання найчастіше відбувається часткове розчинення апатиту і винесення п'ятиокису фосфору або перехід у більш стійку

форму гідрогелю, сорбованого у вигляді плівок на новостворених мінералах, що не вловлюються мінералогічними аналізами.

Хімічний склад руд в загальному випадку відображає інтенсивність і закономірність фізико-хімічних процесів.

Дослідження технологічних властивостей і речового складу руди кори вивітрювання проводилися в 1968 р. ГІРЕДМЕТ, м. Москва, в 1972 р. і 1975 р. ІМРом, м.Сімферополь, в 1977 р. - ІМРом спільно з Іршанський 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 електричної сепарацією. Немагнітна фракція є джерелом отримання апатитового концентрату.

Принципова схема збагачення руд кори вивітрювання, прийнята в напівпромислових дослідженнях і рекомендована для промислового освоєння.

При флотації апатиту використано сира талова олія хвойних або листяних порід (0,75 кг/т), сода (0,5 кг/т) і рідке скло (150-200 г/т).

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 - каолінит, гідрослюди, нонтроніт, а також мінерали зернистої частини руди з розміром частинок менше 0,03.

Застосування розробленої схеми збагачення дозволяє отримувати ільменітовий (після подрібнення до 0,2 мм та електричної сепарації) і апатититовий (після флотації) концентрати. Встановлено доцільність комплексного використання руд.

Торчинського родовища, а саме: окрім вивченого традиційного ільменітового й апатитового зруденіння, потрібно вилучати з ільменіту супутні компоненти – скандій і ванадій [5]. Також визначено принципову можливість використання каолінових утворень для одержання каолінових і польвошпатових продуктів.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Гурский Д. С., Есипчук К. Е., Калинин В. И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины : у 2-х т. К.–Львов: Центр Европы, 2005. 783 с.
2. 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.
3. 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.
4. Швайберов С.К. Отчет о результатах детальной разведки, проведенной на Торчинском апатит-ильменитовом месторождении в 1970-1984 гг. в Житомирской области УССР. ДНВП "ГЕОІНФОРМ УКРАЇНИ". Киев, 1985. КН. 1. 280 с.
5. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України №4, 2016. С. 8-12.
6. 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.

7. 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.

РОЗДІЛ 6

РОЗПОДІЛ ІЛЬМЕНІТУ ТА ВИДІЛЕННЯ ПЕРШОЧЕРГОВИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ РОЗРОБКИ ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА ШЛЯХОМ GIS-МОДЕЛЮВАННЯ

Торчинське родовище при затвердженні запасів планували розробляти величезним кар'єром площею близько 10 км². Рентабельність підприємства становила всього 8,3 % за цінами 1983 р. Термін окупності капітальних вкладів дорівнював 12,5 років, а термін розробки родовища – 21 рік [10]. За таких характеристик доцільність розробки цього об'єкта була сумнівною.

Метою дослідження є аналіз розподілу ільменіту в Торчинському родовищі та розробка на цій основі нового підходу до освоєння, який дає змогу підвищити його економічну ефективність та знизити техногенне навантаження на навколишнє середовище в процесі видобутку [1;4;13]. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- збір і аналіз первинних даних та узагальнення стану геологічних досліджень з визначенням подальших напрямів досліджень;
- створення бази даних щодо родовища з дійсною прив'язкою до світової системи координат для побудови геолого-технологічної моделі засобами GIS, елементами якої є карти розподілу вертикального запасу, потужності рудного пласта і розкриття та інтегрального показника;
- побудова і аналіз елементів створеної моделі родовища для виділення блоків з максимальною рентабельністю видобутку ільменітових руд [2;7;11].

Роботи з виділення ділянок були виконані камеральним шляхом без проведення польових робіт. За основу були взяті результати геологорозвідувальних робіт виконаних протягом 1970-1984 років на Торчинському апатит-ільменітовому родовищі Житомирською геологорозвідувальною експедицією [10]. Затверджені у 1984 році запаси, розраховані за параметрами, які не відповідають сучасним економічним реаліям. Блоки категорій А і В на родовищі пропонувалося розробляти одним суцільним кар'єром, що є неприйнятним в нинішніх умовах. Відповідно, було проведено

виділення границь ділянок всередині блока категорій А+В з урахуванням поточних економічних, екологічних та соціальних умов [9].

Встановлення границь блоків з економічно та екологічно обґрунтованими характеристиками було здійснено шляхом побудови геоінформаційних моделей. Одним з елементів створеної моделі є розподіл значень локальної продуктивності кори ільменіту (вертикального запасу) на родовищі (рис.6.1). Локальна продуктивність кори ільменіту показує його кількість, що припадає на 1 м^2 площі родовища. Цей параметр визначає загальні запаси родовища. Максимуми значень цього показника розподілені не рівномірно: максимальні значення $1621\text{--}3843\text{ кг/м}^2$ зафіксовані в межах північно-західної частини родовища, найменші $115\text{--}1182\text{ кг/м}^2$ – у південно-східній частині родовища. Такий розподіл пояснюється створенням уступів рельєфу де ільменіт накопичувався залишковим шляхом з видаленням інших мінералів під час механічного винесення з товщі породи тонких глинистих часточок підземними водами (тобто внаслідок прояву суфозійних процесів). Ці процеси відбувалися на схилах підняття в жорсткій частині кори в епоху її формування і зумовили утворення багатшого покладу у західній частині родовища, де знаходяться блоки запасів категорії В. Саме цю частину родовища ми розглядали як першочергову для освоєння [3;6;12].

Другим параметром, який суттєво впливає на економіку розробки є потужність продуктивного пласта. Його розподіл наведено на Рис. 6.2. Максимальні значення (18–37 м) потужності пласта зафіксовано на північному заході родовища, а також в його центральній частині.

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 (Рис. 6.3). На північному заході родовища потужність розкриву не перевищує 14 м за найбільших показників вертикального запасу та збільшеної потужності пласта, що є сприятливим фактором для відпрацювання цієї частини об'єкта. Для виділення блоків з оптимальними економічними і геологічними параметрами обчислювався інтегральний показник,

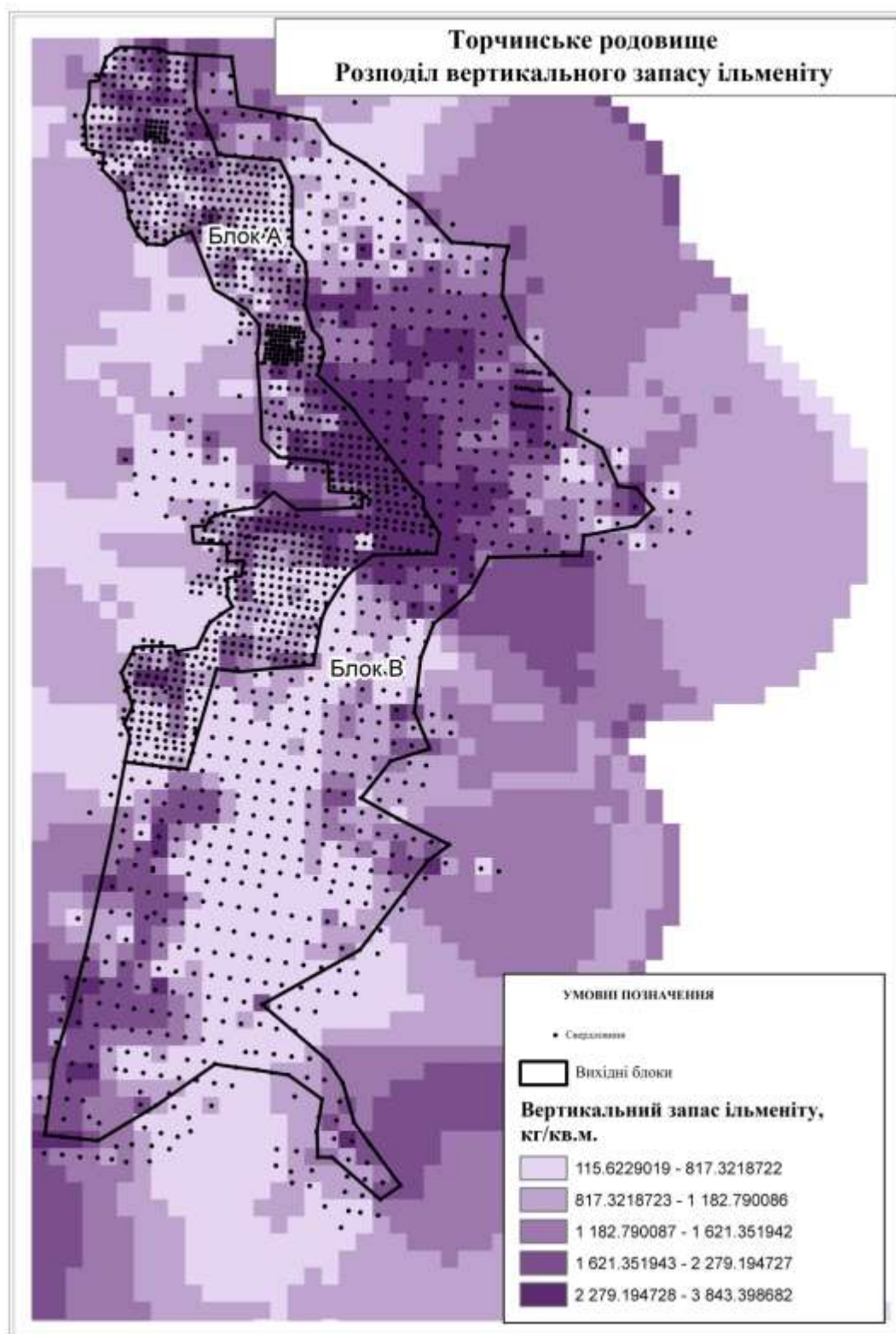


Рис. 6.1. Розподіл вертикального запасу ільменіту на родовищі в блоках А і В

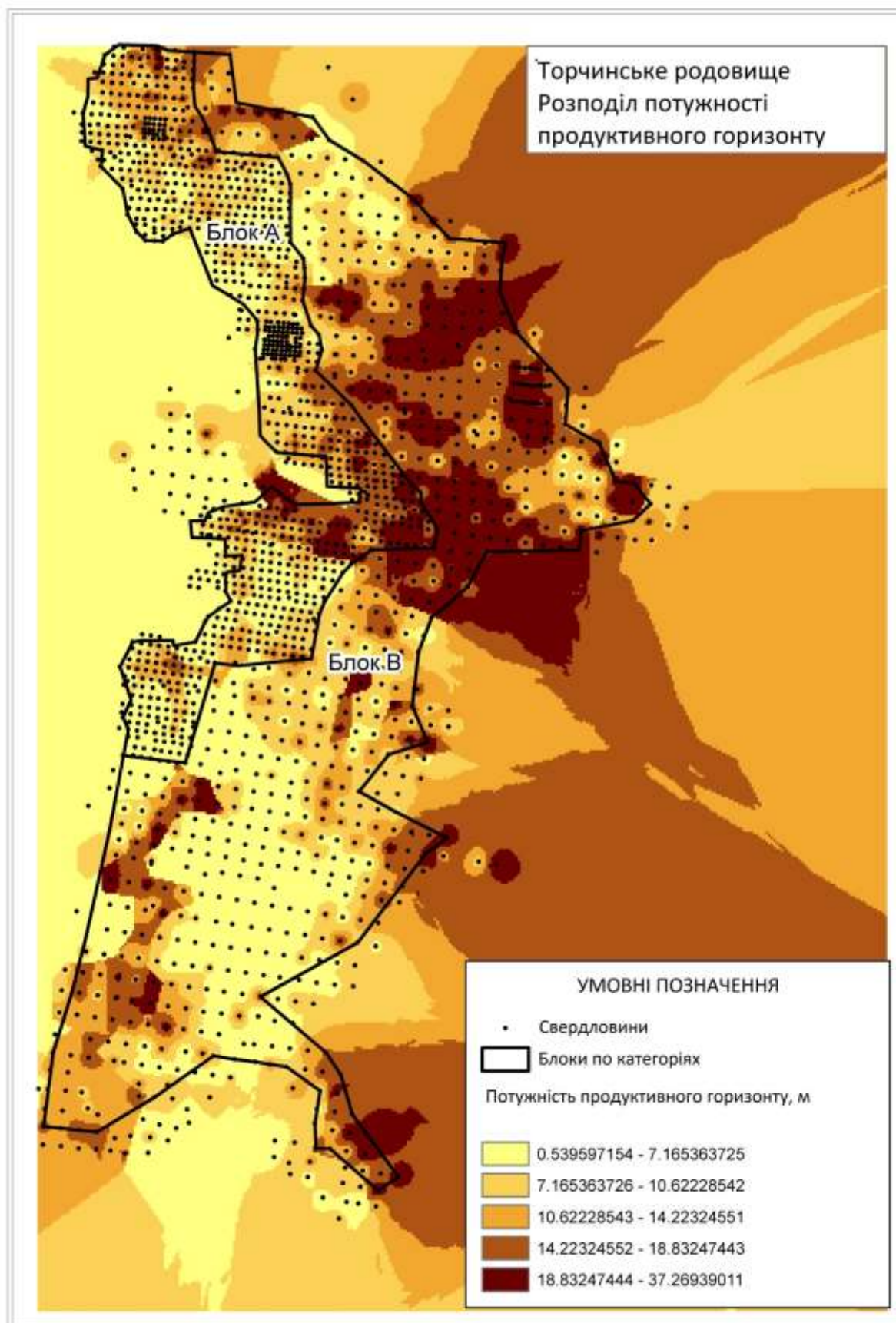


Рис. 6.2. Розподіл потужності продуктивного горизонту на родовищі.

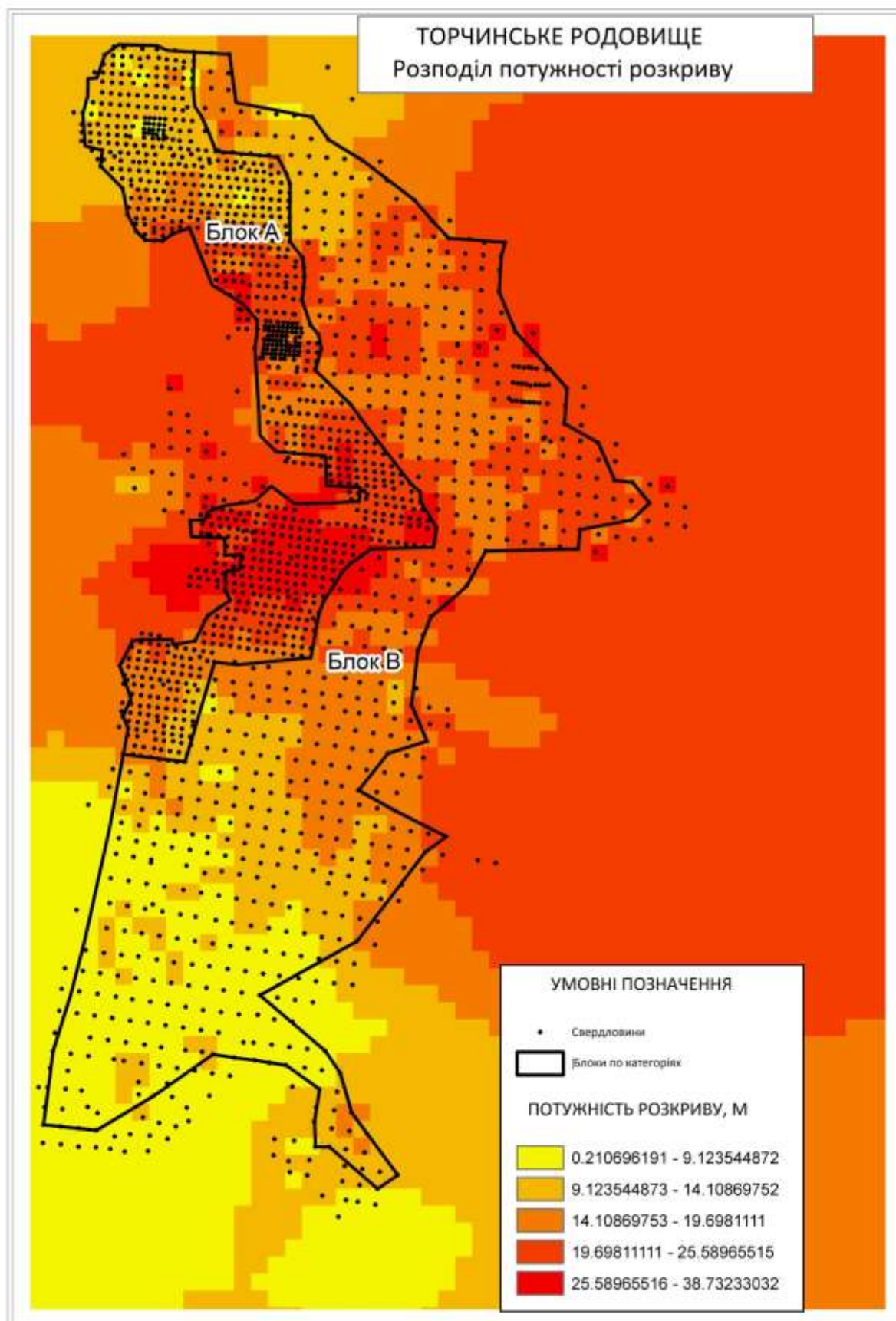


Рис. 6.3. Розподіл потужності розкриття на родовищі.

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 Рис. 6.4.

Застосування цього показника дає змогу визначити розподіл блоків за черговістю відпрацювання. Найрентабельніші зони зафіксовано у північно-західній, західній та південно-західній частинах родовища (Рис. 6.5). Першочерговими до розробки за геолого-економічними показниками рекомендуються блоки 325, 371, 367. Іншими словами, ділянки першочергового відпрацювання розташовані в західній частині родовища і утворюють своєрідний ланцюжок відповідно до структурно-геологічних умов.

Запропоновану схему виділення ділянок і технологія видобутку побудовано згідно із сучасними економічними реаліями та екологічними вимогами. Визначення середнього вмісту ільменіту в блоках свідчить про рентабельну розробку родовища в нинішніх економічних умовах. Контури блоків, запропоновані до кар'єрної розробки, мають відносно невелику площу (від 83 до 116 га), їх відпрацьовуватимуть один за одним по черзі [5;8].

Аналіз параметрів виділених блоків показав, що найкращими за геолого-економічними показниками є блоки: 325, 371, 367. (Табл.6.1.)

Таблиця 6.1. – Основні геологічні характеристики перспективних блоків

| <i>ХАРАКТЕРИСТИКА БЛОКУ</i> | <i>БЛОК 325</i> | <i>БЛОК 371</i> | <i>БЛОК 367</i> |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Об'єм руди, м³</i> | 16 248 601 | 10 012 924 | 10 401 977 |
| <i>Об'єм розкриву, м³</i> | 24 662 838 | 6 686 318 | 11 773 423 |
| <i>Запаси ільменітового концентрату, кг</i> | 1 860 000 000 | 1 002 178 620 | 1 069 298 356 |
| <i>Запаси апатитового концентрату, кг</i> | 45 867 950 | 41 965 068 | 57 103 259 |
| <i>Середня потужність пласта, м</i> | 13,9 | 12,1 | 9,9 |
| <i>Середня потужність розкриву, м</i> | 21,2 | 8,0 | 11,2 |
| <i>Площа блоку, м²</i> | 1 162 081 | 830 836 | 1 168 017 |

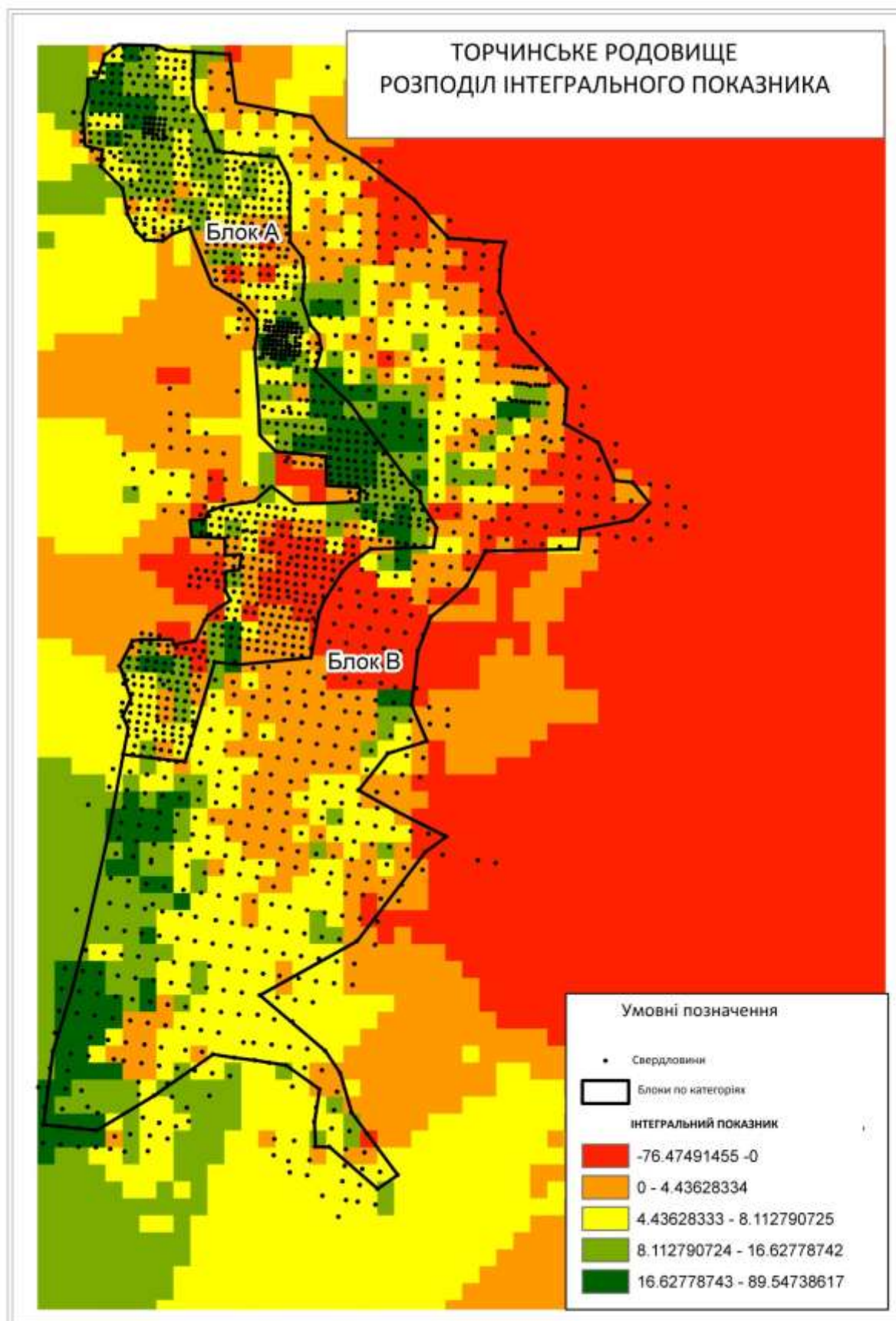


Рис. 6.4. Розподіл величини інтегрального показника на родовищі.

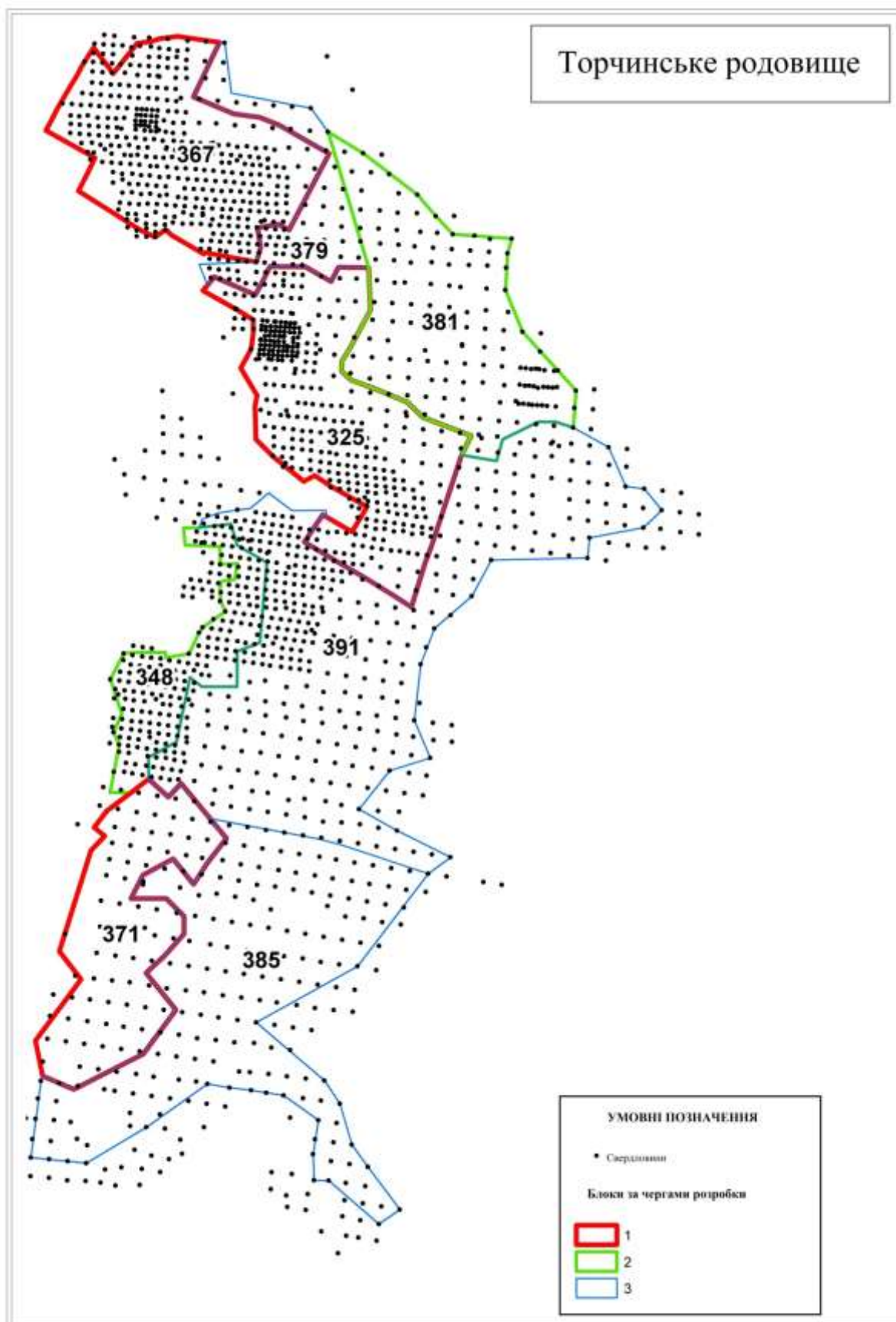


Рис. 6.5. Ділянки за чергами розробки

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

Таким чином, виходячи із вищенаведеного, 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. Техніко-економічне обґрунтування виділених блоків дозволить 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 схемі.

На основі створених моделей Торчинського залишкового родовища апатит-ільменітових руд, обґрунтовано його рентабельність, перспективність та зменшено термін окупності, що підтверджується довідкою про провадження компанією “Титан Апатитова Група”.

Список використаних джерел до розділу 6

1. 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.
2. Василенко С.П., Охоліна 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. Київ, 2016. Вип. 13. С. 4-16.
3. 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.

4. Василенко С.П., Яременко О.В., Ремезова О.О., Охоліна 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.
5. Василенко С.П., Охоліна 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.
6. 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.
7. 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. 2019. №3 (65). С. 4-7.
8. Охоліна Т.В., Василенко С.П., Яременко О.В., Моделювання розсипних 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.
9. Смирнов В.И. Прокофьев А.П. Подсчёт запасов месторождений полезных ископаемых. Госгеолтехиздат. Москва, 1960.
10. Швайберов С.К., Фещенко Л.П., Глухова Г.Н. и др Торчинское апатит-ильменитовое месторождение: Отчет о результатах детальной разведки, проведенной в 1970–1984 гг. в Житомирской обл. УССР (Подсчет запасов по

состоянию на 1.08.1984 г.). К.: Северо-Украинское производственное геологическое объединение “Севукргеология”, 1984. Кн. 1. 280 с.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

РОЗДІЛ 7

ОЦІНКА ВПЛИВУ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Родовище розташовано в межах Українського Полісся. Відповідно ландшафти мають наступні 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 відкладами складеними переважно 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.

8.1 Гідрогеологічні умови розробки родовища.

Досвід експлуатації дослідно-промислового кар'єру та виконані заміри водопривлів води вказують на сталий режим фільтрації, що вказує на стабільність водопривливу у меженний період (Табл. 7.1.). Стабілізація обґрунтовується рівністю природних ресурсів у межах сформованого радіусу впливу і радіального потоку по периметру кар'єру.

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

Таблиця 7.1. – Основні параметри дослідно-промислового кар'єру

| №№ п/п | Основні параметри | Значення |
|--------|---|----------|
| 1 | Глибина кар'єру, м | 27,5 |
| 2 | Площа впливу депресивної воронки, м ² (По першочерговому кар'єру) | 616000 |
| 3 | Потужність розкриву, м | 16,7 |
| 4 | Водопривив, 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 |

Використовуючи дані по дослідно-промислового кар'єру водопривив у проектний кар'єр великої площі для умов, коли формування водопривлів

відбувається за рахунок інфільтраційного живлення по площі депресивної лійки по формулі [2]:

$$Q_T = Q_\phi \frac{(2H - S_p)S_p}{(2H - S_\phi)S_\phi} \sqrt{\frac{F_p}{F_\phi}}, \text{ де}$$

Q_T – можливий загальний водоприплив води, м³/добу;

S_p – проектне зниження рівня води, м;

F_p – площа проектного кар'єру, м²

Q_ϕ – фактичний водоприплив, м³/добу;

S_ϕ – зниження рівня, м;

F_ϕ – площа кар'єру, м²;

$$Q_T = 5016 \frac{16,8^2}{27,5^2} \sqrt{\frac{10000000}{616000}} = 2585 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Додатково визначається кількість атмосферних опадів, що безпосередньо потрапляють на площу кар'єру за формулою:

$$Q_{\text{атм}} = \eta \frac{FN}{365}; \text{ тут:}$$

η - коефіцієнт, яким враховуються втрати на випаровування;

F - площа кар'єру, м²;

N - кількість атмосферних опадів за рік, мм.

Вихідні дані та результати розрахунків наведені у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. – Розрахунок водоприпливу атмосферних опадів

| $F, \text{ м}^2$ | $N, \text{ мм/рік}$ | η | $Q_{\text{атм.}}, \text{ м}^3/\text{добу}$ |
|------------------|---------------------|--------|--|
| 10000000 | 512 | 0,7 | 982 |

Таким чином, сумарний водоприплив до великого проектного кар'єру на прикінцевий термін його розробки складатиме:

$$Q = 2667 \approx 2,7 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$$

Величина водоприпливу 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 ґрунтових вод на відстані до 6 км від борту кар'єру. Результати побудови моделі такої лійки наведені на Рис. 7.1. 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



Рис. 7.1. Зниження рівнів ґрунтових вод внаслідок кар'єрного водовідливу.

стане неможливим. В колодязях населених пунктів цієї зони вода існуватиме лише протягом весняного підйому ґрунтових вод. Триватиме цей процес протягом всього періоду існування кар'єру [4;5].

При видобутку в межах запропонованих ділянок картина суттєво змінюється. Скорочення площі розробки та поступовий рух виїмки по блоку, як показує побудована модель (Рис. 7.2) зменшує зону впливу до 500м.

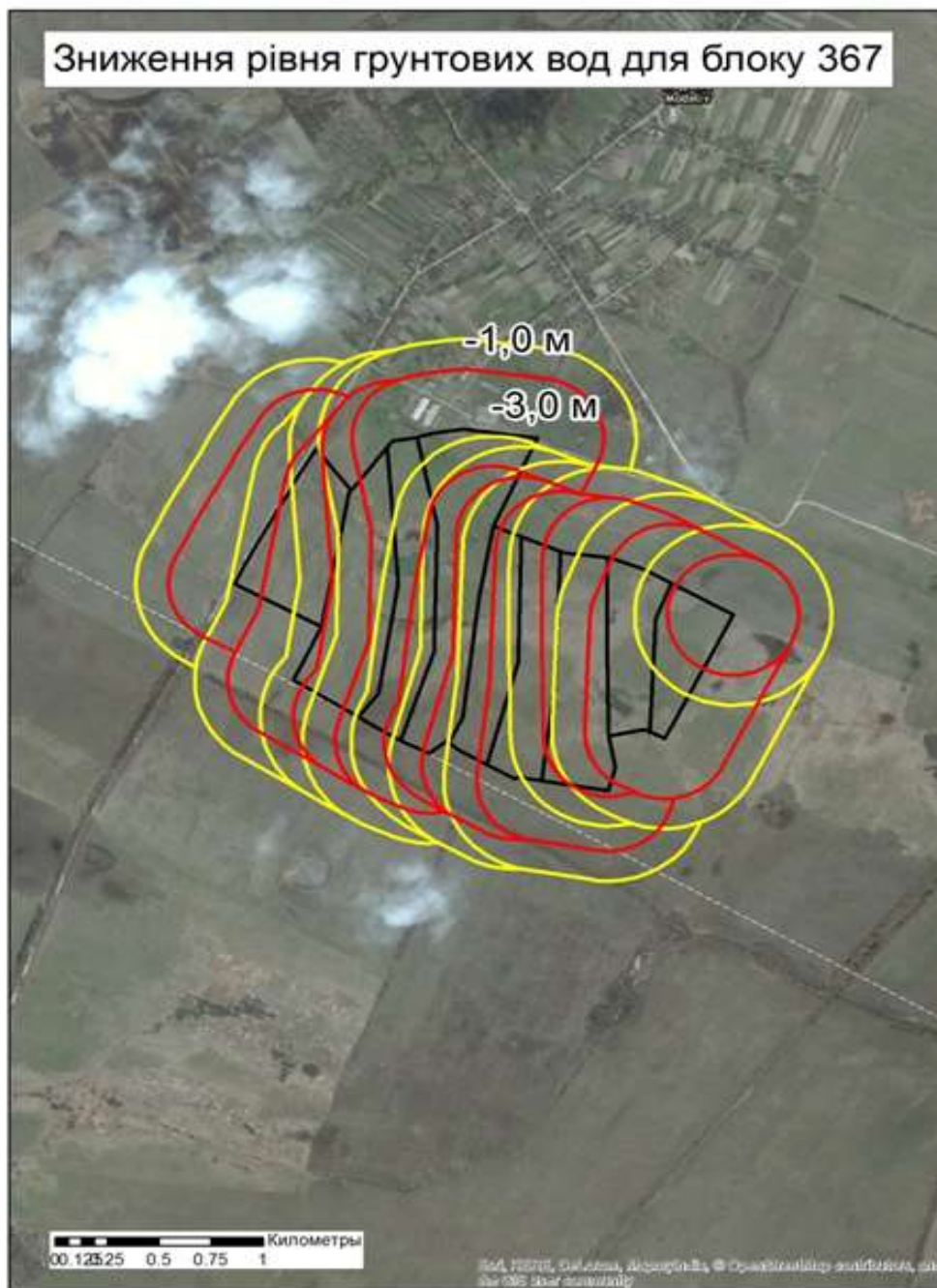


Рис. 7.2. Зниження рівнів ґрунтових вод внаслідок кар'єрного водовідливу для блоку 367.

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.

7.1 Гірничо-геологічні умови розробки родовища

Рудне тіло представлене трьома літологічними різновидами каолінової кори вивітрювання: верхній шар – первинний каолін, середньою потужністю 7,0 м; середній шар – жорства, середньою потужністю 2,6 м; нижній шар – вивітрене габро, середньою потужністю 1,5 м [1].

Породи розкриву складені пісками, глинами і суглинками у співвідношенні піщаних і зв'язаних порід 1,5:1.

Піски різного віку різного ступеня зернистості (від пилюватих до крупнозернистих) і глинистості (до 10-20%) залягають у розрізі у вигляді лінз і шарів потужністю від декількох сантиметрів до 5-10 і навіть 25 метрів.

Неглибоке залягання продуктивних товщ (загальна потужність розробки рідко перевищує 30 м, а також пухкий склад порід безумовно передбачають відкритий спосіб розробки родовища. Це обумовлює проведення відпрацювання рудної товщі кар'єром із попереднім розкритом «торфів».

Відпрацювання Торчинського родовища пісків ільменіту передбачено виконувати відкритим способом кар'єром продуктивністю 2,3 млн м³ із застосуванням, на розкритих роботах, безтранспортної системи розробки і внутрішнім відвалоутворенням. В перший рік розробки для збільшення продуктивності гірничо-збагачувального комплексу до 2,4 млн м³ передбачено з III кварталу введення в дію паралельно діючій ще однієї вибійної установки в роботу терміном на 0,5 роки.

Розробка розкритого пласта здійснюється з використанням двох екскаваторів ЕШ-10/70 і ЕШ-6,5/45 двома уступами, екскаватори розташовується на підступі. Укладання порожніх порід виконується з переекскавацією у відпрацьований простір кар'єру по мірі просування фронту гірничих робіт. Для збільшення продуктивності по гірничопідготовчим роботам з III кварталу

першого року розробки родовища терміном на 0,5 року розкрив паралельно виконувати п'ятьма екскаваторами Hyundai R 320LC-7 (зворотна лопата) по без транспортній схемі з пере екскавацією порожніх порід у відпрацьований простір.

Відвальні роботи не виконуються як окремий вид робіт. Відвали формуються у виробленому просторі кар'єру в процесі виконання розкривних робіт по без транспортній технологічній схемі екскаваторами-драглайнами ЭШ-10/70 і ЭШ-6,5/45.

Відпрацювання уступу видобування здійснюють екскаваторно-гідравлічним способом із застосуванням на виїмці рудних пісків екскаватора ЭШ 6,5/45. На розмиві корисної копалини і приготуванні пульпи застосовуються гідромонітори ГМД-250. Приготована пульпа перекачується ґрунтовими насосними установками 16/12 Гр-II-(7)-840R-РЕТ на збагачувальне виробництво гідравлічним транспортом по напірним пластиковим трубопроводам Ш 500 мм.

В процесі збагачення рудних пісків на збагачувальному виробництві за допомогою гравітаційних та магнітних методів збагачення отримують товарний ільменітовий концентрат із вмістом ільменіту не менше 96 %.

Прийнята в проекті система розробки забезпечує можливість складування розкривних порід, а на пізнішому етапі відпрацювання і хвостів збагачення, у відпрацьований простір кар'єру, що дозволить раціональніше використовувати земельні ресурси, виключаючи необхідність відчуження додаткових площ земельних угідь під укладання розкривних відвалів і організацію зовнішніх хвостосховищ. При даній організації робіт значно скоротяться витрати на гірничо-технічну рекультивацию земель, порушених при виробництві гірничих робіт, яку необхідно виконати після закінчення терміну служби підприємства.

Продуктивність кар'єру і режим роботи. Продуктивність кар'єру по видобуванню, виходячи з вимог затвердженого технічного завдання на проектування складає – 3,0 млн.м³/рік.

Режим роботи гірничо-збагачувального комплексу прийнятий відповідно до вимог "Норм технологічного проектування підприємств кольорової металургії при розробці родовищ відкритим способом":

- кількість робочих днів в році 340;
- кількість робочих днів в тиждень 7;
- кількість робочих змін в добі 2;
- тривалість робочої зміни 11,5 год.

Продуктивність кар'єру по гірничій масі приведена в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3. – Продуктивність кар'єру по гірничій масі

| №№п.п. | Найменування показників | Одиниця вимірювання | Величина показників |
|--------|--|---------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Річна продуктивність кар'єру по видобутку | тис. м ³ | 3000,0 |
| 2 | Річна продуктивність кар'єру по розкриву | тис. м ³ | 20 930,0 |
| 3 | Сумарна річна продуктивність кар'єру по гірничій масі | тис. м ³ | 26 930,0 |
| 4 | Добова продуктивність кар'єру по видобутку | тис. м ³ | 13,52 |
| 5 | Добова продуктивність кар'єру по розкриву | тис. м ³ | 61,56 |
| 6 | Сумарна добова продуктивність кар'єру по гірничій масі | тис. м ³ | 75,08 |

Розкриття родовища. Гірничо – підготовчі роботи. Розкриття родовища проводиться шляхом поетапного проведення розрізної траншеї вздовж виїмки попереднього блоку, що забезпечує доступ видобувного і технологічного обладнання до рудного покладу. Як основне транспортно - виймальне обладнання, при виробництві гірничо-підготовчих робіт, застосовуються два екскаватори ЕШ-10/70 і ЕШ-6,5/45, за допомогою яких передбачається розкриття:

- розкриття уступу без виробок із підступу, коли екскаватор, знаходячись на підступі розкриття уступу, виконує виїмку порід із розрізної траншеї шириною по низу 30 ч 60 м при змінній ширині траншеї по верху, яка залежить від товщини розкриття на конкретній ділянці;

- добувний уступ з в'їзною траншеєю з поверхні землі до поверхні рудного пласту, на якій встановлюється видобувний екскаватор ЕШ-6,5/45 і землесосні установки 16/12 Гр-П-(7)-840R-РЕТ. На поверхні рудного пласту траншея має ширину 30 ч 60 м, а на плотуку – перемінна й залежить від товщини рудних пісків на даному поперечнику.

Гірничо-підготовчі роботи передбачають розкриття рудного покладу родовища та забезпечення підготовлених до виїмки запасів обсягом не менше 1-о місячного нормативу, а також необхідних умов для ведення видобувних робіт із забезпеченням необхідної проектної потужності кар'єру.

Перед початком виробництва робіт виконується зняття і переміщення рослинного шару бульдозером SD-7 за контур розкривної виробки, з подальшим його навантаженням, за допомогою фронтального ковшового навантажувача Hyundai HL760-7, в кар'єрні самоскиди HYUNDAI-HD370, що виконують його транспортування за межі кар'єрного поля. Складування чорнозему і формування його у відвали проводиться на площі, призначеній для розміщення родючого шару, з використанням бульдозера SD-7.

У зв'язку з тим, що родовище знаходиться на узгір'ї, розкриття його, проводиться напівтраншеями.

Пласт розкривних порід, потужність якого коливається від 1 м до 47 м, розробляється поетапно за 2 – 4 ходи крокуючого екскаватора в залежності від товщини розкривних порід. Для кожного експлуатаційного блоку в проекті розраховано паспорт виконання гірничих робіт (див. арк.ТГ-5 графічної частини) у відповідності до якого виконуються роботи.

Система розробки. Вибір системи розробки по розширенню продуктивності кар'єру і освоєнню запасів родовища цим проектом розглянуто по трьом основним напрямкам:

1. Ведення розкривних робіт.
2. Ведення відвальних робіт.
3. Ведення робіт видобування.

На розробці порід розкривного уступу кар'єру родовища у робочому проекті прийнята безтранспортна система розробки з переєкскавацією розкривних порід у відпрацьований простір та гідротранспортом рудних пісків на збагачувальну фабрику замкнутого циклу.

На виконання відвальних робіт, які ведуться у відпрацьованому просторі кар'єрного поля, не застосовується окрема техніка, так, як відвалоутворення є

невід'ємною частиною безтранспортної системи ведення гірничо-підготовчих робіт. Частково в процесі робіт по дорозкриву родовища та переєкскавації розкривних порід задіюється видобувний екскаватор ЭШ–6,5/45. Планування робочих стоянок здійснюється бульдозерами SD 7.

Основні достоїнства запропонованої системи розробки:

- достатньо висока повнота виїмки корисної копалини (втрати – 2,37 %);
- проста організація робіт;
- оптимізація процесів дезінтеграції продуктивних пісків під час їх розмиву гідромоніторами і при русі пульпи по трубопроводах;
- мінімізація витрат на виробництво робіт по гірничотехнічній рекультивації земель, порушених гірничими роботами, за рахунок внутрішнього відвалоутворення розкривних порід.

Технологія ведення гірничих робіт. Розкривні роботи. При розробці порід розкривного уступу, при освоєнні кар'єру на родовищі, прийнято безтранспортну систему розробки з внутрішнім відвалоутворенням і кратною переєкскавацією порожніх порід у відпрацьованому просторі кар'єрного поля.

У зв'язку з мінімальним відводом земель під гірничі роботи, укладка розкривних порід на неробочий борт кар'єра провадиться тільки в період відробітку початкових для кар'єрного поля блоків, що обумовлює розміщення порід розкриву або відразу у вироблений простір кар'єру, за умови наявності простору, або укладку розкривних порід на робочий борт кар'єру з наступною перевалкою їх у виробку. Тому дуже важливо мінімізувати обсяги переєкскавації, для чого розкрій кар'єрного поля в проекті обрано вздовж ГРЛ, враховуючи складні контури розсипу.

Необхідно відзначити, що на вибір варіанта розкрою вплинуло й становище ємностей для складування хвостів збагачувальної фабрики, що розміщені на кар'єрному полі, виходячи з умови забезпечення максимально можливої ємності за рахунок потужностей виїмки.

Планування робочих майданчиків і екскаваторних стоянок виконується із застосуванням бульдозерів SD 32.

Роботи видобування. Роботи видобування проводяться екскаваторно-гідролічним способом із застосуванням екскаватора ЕШ 6,5/45, пересувних забійних установок 16/12 Гр-II-(7)-840R-РЕТ, обладнаних зумпфом і двома гідромоніторами ГМД-250 з дистанційним управлінням.

Видобувний екскаватор безпосередньо із забою проводить виїмку рудних пісків, з укладанням їх на розмив в радіус дії струменя гідромонітора до зумпфа забійного ґрунтового насоса. При розмиві гідромоніторами, відбувається дезінтеграція продуктивних порід і приготування пульпи, яка по трубопроводу, діаметром 500 мм [7], транспортується на збагачувальне виробництво для отримання товарного концентрату із вмістом ільменіту не менше 96%.

Для забезпечення ритмічної роботи комплексу видобування, необхідно забезпечити достатній резерв обладнання, по основних позиціях, в наступній кількості:

- три пересувні забійні установки: одна – робоча, друга – резервна, третя - в ремонті;
- шість гідромоніторів ГМД–250: два – в роботі, два – в резерві, два – в ремонті;
- два приміщення гідромоніторників, обладнаних дистанційним пультом управління: одне – робоче, одне – резервне;
- два забійні зумпфи: один – робочий, один – резервний.

Гідромонітори, для оптимізації процесів розмиву, повинні бути обладнані змінними насадками, які, залежно від щільності породи, підбираються за наступним рядом діаметрів, мм: 80; 100; 110; 125.

Витрати води, при розмиві, прийняти в проекті $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$, при робочому тиску $(8 - 10) \text{ кг}/\text{см}^2$.

Продуктивність ЕШ 6,5/45 за видобуванням і подачі промислових пісків на розмив до гідромоніторів складає $3\ 000\ 000 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Крок пересування забійних установок рівний сумі максимальних радіусів

черпання і розвантаження екскаватора видобування, із урахуванням величини закидання ковша, геометричних параметрів формованого відвала промислових пісків і дальності польоту струменя гідромонітора [2]. Виходячи з цих параметрів, розрахункові параметри відпрацьованого одного блоку видобування складуть:

$$Ш_{\text{п}} = R_{\text{ч}} + R_{\text{р}} + B_{\text{в}} + L_{\text{стр.}}, \text{ м}$$

де $Ш_{\text{п}}$ – крок пересування забійної установки, м; $R_{\text{ч}}$ – радіус черпання ЭШ 6,5/45 = 42,5 м; $R_{\text{р}}$ – радіус розвантаження ЭШ 6,5/45 = 48,5 м; $B_{\text{в}}$ – ширина по низу відвалу промислових пісків = 30 м; $L_{\text{стр.}}$ – дальність польоту струменя гідромонітора ГМД–250 при величині тиску $8 \text{ кг/см}^2 = 30 \text{ м}$.

$$Ш_{\text{п}} = 42,5 + 48,5 + 30 + 30 = 151 \text{ м.}$$

Об'єм відпрацьованого блоку видобування з одного місця установки вибійної станції, складе:

$$V = Ш_{\text{п}} Ч h Ч B_{\text{з}}, \text{ м}^3,$$

де h – середня потужність рудного пласта (6,56) м; $B_{\text{з}}$ – ширина видобування заходки (45 м).

$$V = 151 Ч 6,56 Ч 30 = 29\,717 \text{ м}^3.$$

Продуктивність комплексу видобутку по переробці рудних пісків складає $3800 \text{ м}^3/\text{добу}$, отже, інтенсивність виконання монтажних робіт по перенесенню вибійних установок, складатиме два рази за місяць.

Відвальні роботи. Відвали розкривних порід формуються у відпрацьованому просторі в процесі виконання гірничо-підготовчих робіт без транспортним способом і не потребують додаткових робіт по їх формуванню та догляду за їх стійкістю. Проміжки між грядами відвалів використовуються для закачки в отримані між ними ємності хвостів збагачення вміщуючих ільменіт пісків з збагачувального виробництва.

Кар'єрне обладнання. Перелік кар'єрного обладнання приведений в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4. – Перелік обладнання, задіяного на кар'єрі

| №№ п.п. | Найменування устаткування | Кількість, шт. | |
|------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|
| | | Розкривні роботи | Роботи видобутку |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Екскаватор ЕШ 10/70 | 1 | |
| 2 | Екскаватор ЕШ 6,5/45 | 1 | 1 |
| 3 | Бульдозер SD 7 | 2 | 1 |
| 4 | Грунтові насоси 16/12 Гр-II | | 3 |
| 5 | Гідромонітори ГМД-250 | | 6 |
| 6 | Навантажувач Hyundai HL770-7 | 1 | |
| 7 | Кар'єрні самоскиди HYUNDAI-ND370 | 5 | |
| 8 | Трубоукладач SP25Y | | 1 |
| 9 | Трактор Т-150 | | 1 |
| 10 | Трактор ЮМЗ-8244.2 | | 1 |
| 11 | Водовідливна установка ГРАТ-350/40 | 2 | 2 |
| 12 | Якно 6 кВ | 2 | 2 |
| 13 | КТП-250 кВА | | 3 |
| 14 | Бурова установка УРБ-2А2 | | 1 |
| 15 | Зумпф забійної землесосної установки | | 4 |
| 16 | Приміщення забійної установки | | 4 |
| 17 | Приміщення гідромоніторщика | | 4 |
| 18 | Пульпопровід (кар'єрний) Ш 500 мм | | 1000 м |
| 19 | Водопровід (кар'єрний) Ш 500 мм | | 1000 м |
| 20 | Гнучкий рукав (водовідливу) Ш 219 мм | | 500 м |
| 21 | Кран КТА-25 | | 1 |

Транспорт рудних пісків на збагачувальну фабрику. У проекті для розробки пласта промислових пісків прийнято екскаваторно-гідравлічну систему розробки і трубопровідний транспорт для подачі кар'єрної пульпи на збагачувальне виробництво.

Кар'єрний водовідлив. За даними гідрогеологічних досліджень представлених в звіті про результати детальної розвідки родовища очікувані притоки води до кар'єру на стадії його експлуатації складуть 209 м³/год [2].

Згідно "Правил безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом" розроблених Державним комітетом України по нагляду за охороною праці (НПАОП 0.00-1.33—94 р.) сумарна подача робочих насосів головної водовідливної установки повинна забезпечити протягом 20 годин відкачування

максимально очікуваного добового припливу води. Установа повинна мати резервні насоси з сумарною подачею, що дорівнює 20...25% подачі робочих насосів. Насоси головної водовідливної установки повинні мати однаковий напір.

Для відкачування вод з кар'єру проектом передбачено монтаж двох насосних станцій кар'єрного водовідливу (робоча і резервна) обладнаних ґрунтовими насосами (два насоса на кожен станцію: робочий ГРАТ-350/40 та резервний ГРАТ-170/40) вертикального виконання змонтованих на плаваючих понтонах, які будуть розташовані в торці видобування заходки і переміщатись по мірі просування фронту робіт видобутку. Для забезпечення максимального осушення очисного забою, водовідливні установки встановлюють на заздалегідь облаштований зумпф у підшві промислового пласта. По мірі просування гірничих робіт, в підшві пласта рудних пісків проходить дренажна канавка для скиду води в вищезгаданий зумпф. Скид ґрунтових вод у природні водотоки не передбачається. Вся вода, що відкачується кар'єрними насосними установками, направляється у зумпф пересувної кар'єрної забійної установки для поповнення системи оборотного водопостачання гірничо-видобувного комплексу.

Прийняті в проекті насосні установки, продуктивністю 350 та 170 м³/годину, забезпечать відкачування максимальних притоків води протягом 20 годин на добу, що відповідає "Правилам безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом".

Подача води від насосної станції здійснюється по гнучких рукавах, діаметром 100 мм, до зумпфа пересувної кар'єрної забійної установки, що, також позитивно позначиться на стабілізації водного балансу для забійного насосного агрегату, і разом з кар'єрною пульпою відкачується на фабрику первинного збагачення.

7.2 Гірничотехнічна рекультивація запроєктованого кар'єру

Даний розділ розглядає питання гірничотехнічної рекультивації земель, порушених веденням гірничих робіт. 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 до початку ведення гірничих робіт рельєфу місцевості.

Загальна площа земель, відчужених під кар'єр становить 316,1 га.

Згідно технології розкривних і видобувних робіт, розкривні 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 [6]. Це різко скорочує обсяги гірничих робіт у період проведення гірничотехнічної рекультивації.

Ця технологія дозволяє зберегти позначки рекультивованої площі на рівні прилягаючої до кар'єру території, тобто 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 розкривних порід за допомогою екскаватора типу драглайн із засипанням виїмок і подальшим плануванням поверхні бульдозерами.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 7

Вироблений простір кар'єру передбачається частково рекультивувати шляхом нанесення родючого шару ґрунту на сплановану поверхню внутрішнього відвалу. Після проведення агрохімічних заходів на рекультивованій ділянці проектом передбачається створити сільськогосподарське угіддя - рілля.

Після проведення планувальних робіт це буде ділянка з рівною поверхнею (ухил до 1°).

Спочатку передбачається проведення технічного, а потім біологічного етапу рекультивації.

Технічна рекультивація ділянки полягає в тому, що на ділянку відсипану безвідвальним способом (внутрішнім відвалоутворенням) покривними породами в процесі розробки кар'єру та попередньо сплановану, із тимчасового складу доставляється родючий шар ґрунту і покривається висотою 0,6 м до проектних відміток. При цьому рельєф ділянки, що рекультивується, погоджується з рельєфом ділянки прилягаючої території, а прийняті проектом поперечний (до 1°) і повздовжній ухили (до 1°) сприяють максимальному вбиранню вологи в ґрунт і стоку надмірних вод без розвитку ерозії ґрунту.

Біологічна рекультивація проводиться на ділянці з метою відновлення ґрунтоутворення рекультивованої ділянки. Полягає вона в тому, що на рекультивованій ділянці створюється травостій злаково-бобових трав. Протягом п'яти років ділянка перебуватиме в стадії тимчасової консервації [3].

Список використаних джерел до розділу 7

1. 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.
2. Методичні вказівки для практичних занять з курсу «Рекультивація земель порушених відкритими гірничими виробками». Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. 70 с.
3. 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.
4. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України №4, 2016. С. 8-12.
5. 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.

6. 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.
7. 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.

ВИСНОВКИ

Торчинське родовище апатит-ільменітових руд є одним із найбільш повно вивчених серед родовищ даного геолого-генетичного типу. Розподіл корисних компонентів, гірничо-геологічні умови видобутку детально вивчені. При роботах по завершенню детальної розвідки у 1983 році був розроблений пакет документів, який відкривав можливість до початку робіт з розробки родовища. Відповідно до підготовлених на той час документів передбачалося видобуток ільменітового і апатитового концентрату здійснювати відкритим способом. Площа запроєктованого кар'єру склала 10 км². Рентабельність підприємства складала всього 8,3 %. Строк окупності капітальних вкладень складав 12,5 років. Термін розробки родовища - 21 рік. За цей час планувалося видобути близько 572,7 тис. т ільменітового та 49,6 тис. т апатитового концентрату.

Як показали проведені нами попередні дослідження реалізація подібного проекту в нинішніх умовах є неможливою. Мінімальна рентабельність, яка передбачалася проектом у зв'язку з стрімким подорожчанням енергоносіїв та зміни системи податків на теперішній час стала недосяжною. Потужний екологічний вплив кар'єра на прилеглі території в сучасних умовах є згубним. Нами було встановлено, що водовідлив із кар'єра великої площі призведе до суттєвих змін гідрогеологічних умов на значній території (близько 700 км²). За рахунок зниження рівня ґрунтових вод при водовідливі утвориться депресійна лійка в межах якої поверхневі ландшафти суттєво постраждають від дефіциту води. В зовнішній зоні відбудеться певне пригнічення ландшафтів, а на відстані до 3 км від борту кар'єра дефіцит води стане критичним. Агрolandшафти вимагатимуть постійного зрошення. В населених пунктах, які попадають в цю зону в колодязях вода буде відсутня протягом 9 місяців у році. Наявні болота в наслідок пересихання будуть небезпечні з точки зору торфових пожеж.

Встановлено, що ендоконтактова зона Коростенського плутону відзначається в місці розташування Торчинського родовища наявністю субпаралельної серії розривних порушень з опіряючими та субортогональними розривами. Диференційовані рухи відбувалися по зазначеним розривам в т.ч. і у

мезозої-кайнозої, 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.

Побудова КЕГМ дозволила розв'язати ряд завдань, що дозволила розв'язати ряд завдань, пов'язаних з екологічно безпечною розробкою (і закриттям) родовища на основі ЦСЛМ доведено структурно-речовинна характеристика родовища з відображенням геологічної структури, просторового розміщення рудних тіл. Додаткові дані було отримано в результаті побудови літо-геохімічної під моделі. На базі структурних і літологічних характеристик ЦСЛМ, а також геохімічної і гідрологічної підмоделей запропонована інноваційна схема експлуатації родовища.

На основі отриманих структурно-літологічної і літо-геохімічної моделей запропонована схема рудної зональності Торчинського родовища. Механізм формування в західній, піднятій частині кори вивітрювання високих вмістів ільменіту, суттєво перевищуючих його вміст в материнських габро їдах полягав у розвитку суфозійних процесів. Ці процеси протікали на схилі підняття в жорсткості частині кори під час її формування. Явище суфозійно-залишкового рудоутворення, щодо стійких до вивітрювання рудних мінералів в корах, напевно може реалізовуватися не тільки на одному лише Торчинському родовищі. Якщо це підтвердиться, то можна буде декларувати суфозійно-залишковий тип зруденіння в корах вивітрювання. Зазначене рудоутворення може проявлятися при наступному поєднанні сприятливих обставин: а) Формування кори на материнських породах, збагачених будь-якими цінними стійкими мінералами, хоча б і зовсім не обов'язково до промислово-значущих рівнів. У випадку габроїдів це ільменіт (приклад - Торчинське родовище), або рутит та ільменіт. На гранітних породах - це циркон, монацит, ортит, а у зв'язку з рідкометалевими гранітами або пегматитами - каситерит, колумбіт-танталіт. На лужних інтрузіях - циркон, монацит, колумбіт, брітоліт, інші мінерали рідкісних земель. На кристалічних породах, що містять стійкі до вивітрювання різновиди коштовного

каміння; б) Існування тут перепадів гіпсометричних (палео-гіпсометричних) відміток залягання кори вивітрювання. Інтерес представляє кора на краю підняття фундаменту і на їхніх схилах; в) Особливо сприятливим буде наявність в корінних породах під корою - як на схилах, так і на самому піднятті, зон тектонічних порушень (одночасно, при виконанні умови а). Першочерговим завданням вважаємо виявлення таких обставин (і, звичайно, ділянок їх суміщення) в межах масивів основних порід Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів, на метасоматичних рідкометалевих гранітах Пержанського рудного поля, на лужних інтрузивних масивах Приазовського блоку, на територіях рідкіснометалевих пегматитових поясів.

Важливим є комплексне використання всіх супутніх корисних компонентів на родовищі, зокрема ванадій (V_2O_5) та скандій (Sc). Не менш важливим є запропонована схема одержання товарних каолінів, а також вилучення польвошпатової сировини. Є попередні домовленості з відповідними збагачувальними установами про проведення спеціальних технологічних досліджень для вирішення цих завдань, що дозволить значно збільшити рентабельність розробки родовища.

В запропонованій нами схемі, яка передбачає розробку родовища невеликими ділянками відсутні недоліки приведені вище. Техніко-економічні параметри виділених блоків, які є запропонованими ділянками, забезпечують необхідну рентабельність і гарантують тривалу і успішну роботу кар'єрів. Сумарна річна продуктивність трьох ділянок першої черги складає: ільменітового концентрату 707,1 тис.т, та апатитового концентрату 24,8 тис.т.

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 двох років. Їх переміщення пов'язане з тим, що рекультивация кар'єрів відбувається паралельно з видобутком.

Таким чином, виходячи із вищенаведеного, розробка родовища кар'єрним способом повинна здійснюватися невеликими ділянками в межах запропонованих

блоків: 325, 367, 371, що значно підвищити визначену раніше рентабельність майже в три рази з 8% до 30% а окупність зменшити з 12 до 3 років, а також завдасть мінімальний вплив на оточуюче природне середовище. Це гарантує тривалу й успішну роботу кар'єрів, і забезпечує подальшу послідовну розробку всієї площі по запропонованій схемі для забезпечення рудної бази титану України.

На основі створених моделей Торчинського залишкового родовища апатит-ільменітових руд, обґрунтовано його рентабельність, перспективність та зменшено термін окупності (рис.1).

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. № 19/від "19" листопада 2016 р.

ДОВІДКА

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

**«Геолого-структурні умови формування Торчинського родовища ільменітових
руд Українського щита»**

Робота виконана в Інституті геологічних наук НАН України в рамках держбюджетної теми «Металогенія та прогнозна оцінка титану України» 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 розкритих порід;

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

Директор ТОВ «Титан-апатитова група»




Д.О. Нікулін

Рис.1 Довідка про впровадження

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА***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. 2014. Вып. 3. 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. 2016. №3(356). 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., Охоліна Т.В., Василенко С.П. Геологія та особливості рудоконцентрації перспективного Торчинського родовища ільменіту. Мінералогічний збірник. Львів, 2016. № 55. Вип. 1. С. 16-28. *(Особистий внесок – збір необхідних даних та формування електронної бази даних (1922 свердловини) для подальших побудов моделей Торчинського родовища, інтерпретація даних, висновк.).*
4. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. Мінеральні ресурси України. 2016. №4. С. 8-12.
5. Плотников О.В., Єфіменко В.В., Яременко О.В. Радіоекологія родовищ залізистих кварцитів Кременчуцького рудного району. Пошукова та екологічна геохімія. Київ, 2016. №1 (17). С. 3-6. *(Особистий внесок – аналіз літератури щодо попередніх досліджень Кременчуцького рудного району та радіоекології родовищ).*
6. Василенко С.П., Охоліна 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. Київ, 2016. Вип. 13. 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 прийняттого 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. 2019. №3 (65). 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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., Охолина 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. Охоліна 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., Охоліна 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., Охоліна 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

Махнач, 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 Махнач, 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., Раціональне 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-модельовання. 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.