

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.4.335324>

УДК 553.3/.9(477)

Ільменітоносність різновікових літофацій продуктивного пласта Поромівського родовища

E-mail: oag2909@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-8510-5618>;
starodubets.kirill@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0002-0887-1543>;
lunev_00@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0002-9999-8565>;
gerasimetsirina@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-4670-0216>

Received / Надійшла до редакції:
14.07.2025

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
29.09.2025

Accepted / Прийнята:
10.11.2025

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
O.A. Ganzha, oag2909@gmail.com

Keywords: lithofacies, ilmenite,
Poromivske deposit, productive layer.
Ключові слова: літофації, ільменіт,
Поромівське родовище, продуктивний
пласт.

O.A. Ganzha^{1*}, K.M. Starodubets¹, Ye.S. Lunov², I.M. Lunova²

¹Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна; ²Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна

Ilmenite content of the different age lithofacies from the Poromivske deposit productive layer

O.A. Ganzha^{1*}, K.M. Starodubets¹, Ye.S. Lunov², I.M. Lunova²

¹Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine; ²M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The ilmenite content of the different age lithofacies from Poromivske deposit (Volyn titanium region) was characterized. The main lithological rock types in the well sections were identified and characterized; lithofacies profiles within the deposit were constructed and analyzed; the connection between lithofacies features of the deposits and the distribution of ilmenite was investigated.

The Poromivske field's productive layer is composed of weathering crust (69%), Paleocene-Eocene (27%), Neogene (2.3%) and Quaternary (1.8%) formations. The base of the productive layer is formed by the weathering crust, in which the ilmenite content ranges from 5.6 to 257.8 kg/m³, the average is 61.1 kg/m³. The ilmenite content almost always increases towards the upper parts of the weathering crust, with the highest values being typical for the kaolinite-mica zone. It has been established that the placer formation within the Poromivske ilmenite deposit is due to a combination of a number of geological, morphostructural and climatic factors that contributed to the formation of ilmenite placers, in particular in Paleogene and Mesozoic-Cenozoic sediments. The formation of the placers involved geomorphic processes of different ages that caused the transfer and accumulation of ilmenite at different stratigraphic levels.

Despite the higher ilmenite content in the Paleocene-Eocene alluvial-deluvial sediments (from 5 to 636.6 kg/m³, average 74.8 kg/m³), their share in the productive layer is 27%, which is due to their lower thickness compared to the weathering crust. In contrast to the eluvium, the ilmenite content increases towards the bottom of the section and is confined to the bends and floodplain depressions of the ancient valley. Secondary kaolins are the most enriched in ilmenite among the rocks of this stratum. Neogene continental (Lower-Middle Miocene) and coastal-marine (Miocene-Pliocene) sediments are limited in distribution over the Poromivske field area and have lower ilmenite content (45 kg/m³ on average) compared to weathering crust and Paleocene-Eocene sediments, which is why they have a small share in the productive layer. Quaternary formations are characterized by the greatest diversity of facies types of sediments (lake, alluvial, alluvial-deluvial, glacial submoraine, moraine, and supramoraine sediments of the Dnipro climatolithic). The average ilmenite content in them is 68.20 kg/m³. Thus, the ore layer of the Poromivka ilmenite deposit is composed of 13.7% sands of various grains, 2.0% clay, 15.1% secondary kaolins, 57.7% primary kaolins, and 11.5% micas.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Цитування: Ганжа О.А., Стародубець К.М., Луньов Є.С., Луньова І.М. Ільменітоносність різновікових літофацій продуктивного пласта Поромівського родовища. *Геологічний журнал*. 2025. № 4 (393). С. 29–42. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.4.335324>

Citation: Ganzha O.A., Starodubets K.M., Lunov Ye.S., Lunova I.M. 2025. Ilmenite content of the different age lithofacies from the Poromivske deposit productive layer. *Geologichnyi zhurnal*, 4 (393), 29–42. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.4.335324>

Вступ

Титан є стратегічно важливим металом для оборонної, авіаційної, хімічної та енергетичної галузей. З середини ХХ ст. споживання титанових металів зросло в сотні разів (Perks, Mudd, 2020). Економічні концентрації мінералів титану можуть міститись в акцесорних мінералах у первинних магматичних і метаморфічних породах (Dill et al., 2012), але основна економічна сировина пов'язана з осадовими відкладами – прибережно-морськими (пляжними та мілководно-морськими) розсипами з незначною участю алювіальних та еолових (дюнних) розсипів важких мінералів (McKellar, 1975), які забезпечують приблизно 70 % титанової сировини (Perks, Mudd, 2021).

На відміну від світової гірничодобувної промисловості, де переважають сучасні берегові розсипи (Dröllner et al., 2025), для України (Самотканське, Бирзулівське, Межирічне та ін. (Титановые..., 1967; Металічні..., 2006)), Казахстану (Сатпаєвське (Myrzakulov et al., 2024)), Шокашське й Обухівське (Akhmetova et al., 2020)) та росії (Центральне, Новозибківське, Ярега та ін.) характерні родовища, пов'язані з похованими прибережно-морськими й алювіальними відкладами.

З огляду на зростаючий інтерес світової спільноти до титану, дослідження рудоносності, структурних і фаціальних особливостей ільменітових родовищ України набуває беззаперечної актуальності.

Поромівське родовище ільменіту є одним із перспективних об'єктів титанової сировинної бази України. Його вивчення має важливе значення для геологічного моделювання рудоносних структур Волинського розсипного району.

Метою роботи є характеристика рудоносності різновікових літофацій продуктивного пласта Поромівського родовища ільменіту.

У зв'язку з цим постає низка наукових завдань:

- виділити й охарактеризувати основні літологічні типи порід у розрізах свердловин району, зокрема ті, що містять підвищені концентрації ільменіту;
- побудувати та проаналізувати літофаціальні профілі в межах Поромівського родовища;
- встановити кореляцію між фаціальними особливостями відкладів і розподілом ільменіту.

Огляд попередніх досліджень

З 1955 по 1967 р. Житомирською експедицією в межах Волинського титанового району виявлено та розвідано ряд великих розсипних і залишкових родовищ ільменіту (Межирічне, Лемненське, Катеринівське, Поромівське (залишкове), Ушицьке, Ушомирське, Торчинське та ін.), відомих під узагальненою назвою Іршанської групи родовищ (Рубан и др., 1959; Кальная, 1962; Кальная, Лунько, 1967).

В 1969–1972 рр. проведено новий етап пошуків, який привів до відкриття ряду розсипів (Злобицького, Шершневецького, Червоноріченського, Правобережного та ін.) (Проскурин и др., 1969, 1972).

У 1970–1973 рр. виконана попередня розвідка групи Верхньоіршинських розсипних ільменітових родовищ (Валки-Гацьківське, Правобережне, Поромівське, Злобицьке та ін.) (Проскурин и др., 1972).

У 1985–1990 рр. у північно-західній частині Українського щита здійснено пошуки апатитових руд у межах Видибор-Федорівського, Давидківського, Поромівського, Словечанського та інших масивів (Швайберов, 1990). Детальна розвідка Поромівського родовища виконана під керівництвом Л.М. Базалійської (Базалійська, 2016).

А.П. Василенко та В.В. Сукач включили Поромівське родовище (кора вивітрювання та корінні руди) до переліку перспективних за ресурсами корінних апатит-ільменітових руд (Василенко, Сукач, 2023).

У попередніх дослідженнях Поромівського родовища авторами було охарактеризовано геологічну будову, мінералогічні особливості (Ганжа та ін., 2025), рудоносність та просторовий розподіл ільменіту в межах родовища, створено геоінформаційну базу та побудовано ряд візуалізацій з використанням методу структурно-літологічного моделювання (Кузьманенко та ін., 2023). Поза увагою залишилися дослідження, пов'язані з приуроченістю промислових вмістів ільменіту до певних літофаціальних типів порід.

Літофаціальний аналіз дозволяє реконструювати умови формування розсипів, встановити генетичні типи вмісних порід, визначити їхній літологічний склад і просторові зв'язки літофацій з рудними тілами. У випадку Поромівського родовища, що розташоване в межах Волинського титанового району, це дослідження відкриває нові можливості для розуміння регіональних процесів, що зумовили концентрацію титанових мінералів.

Методи досліджень

Дана стаття є взаємодоповнюючим елементом робіт по Поромівському екзогенному родовищу, в яких були використані методи структурно-літологічного моделювання, мінералогічних досліджень та літофаціального аналізу. За основу досліджень було взято дані пошуково-рекогнос-

тувальних робіт на титан у межах Коростенсько-го плутону (1974–1976 рр., керівник – Г.П. Проскурін (Проскурин, 1976) та розвідки Поромівського розсипного родовища ільменіту (Базалійська, 2016). Ці дані слугували підґрунтям для створення комплексної бази даних по Поромівському родовищу ільменіту.

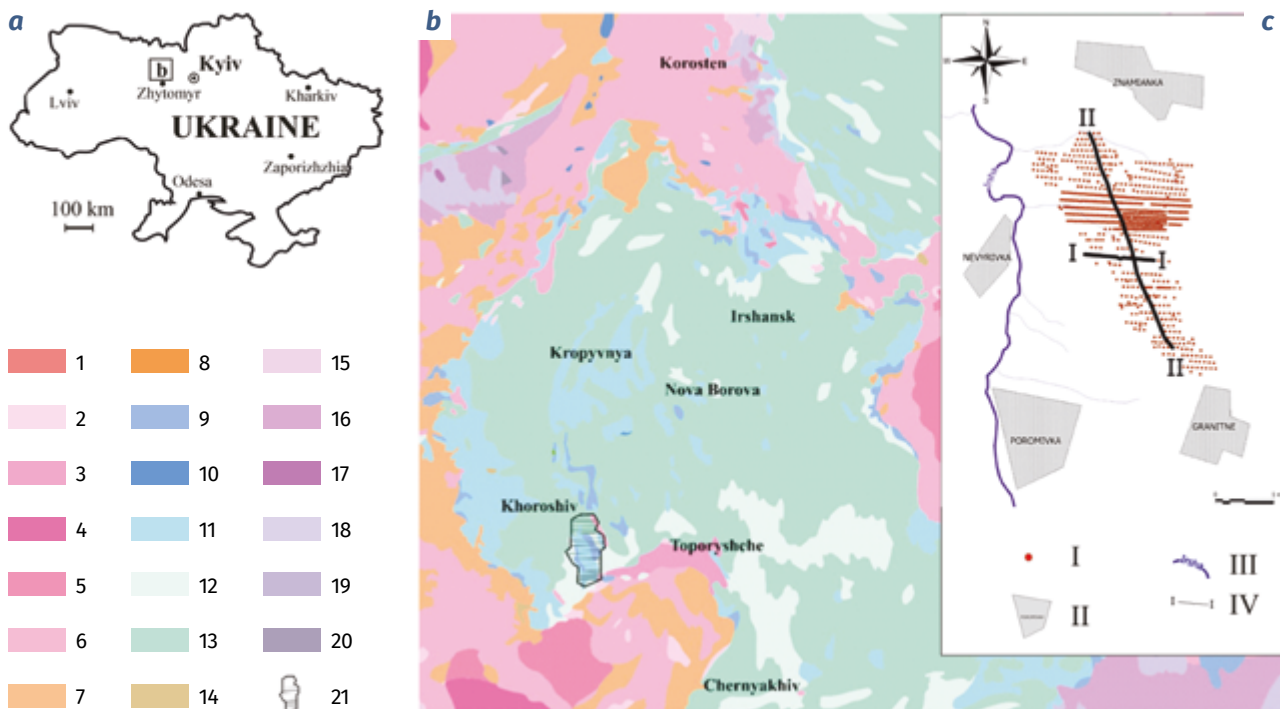


Рис. 1. Географічне розташування Поромівського родовища ільменіту: **a)** Волинський титаноносний район на карті України. **b)** Карта кори вивітрювання Волинського титаноносного району: Верхній протерозой: 1 – гранітоїди коростенського комплексу (нерозчленовані); 2 – граніти дрібнозернисті біотитові та роговообманково-біотитові, іноді порфіритові; 3 – граніти середньозернисті біотитові червоні (лизниківські); 4 – граніти крупнозернисті біотитові та роговообманково-біотитові, зі слабо вираженою овоїдною будовою та безовоїдні (степанівські); 5 – граніти рапаківі крупнозернисті, біотитово-роговообманкові, з чітко вираженими овоїдами (малинські); 6 – граніти рапаківіподібні середньо- та дрібнозернисті, часто порфіровидні, з чітко вираженими овоїдами та структурами простягання (коростенські); 7 – гранітоїди гібридного складу (гібридні граніти, grano-сієніти, grano-діорити, сієніти); 8 – граніти порфірові контаміновані; 9 – гранітизовані та гібридні різновиди основних порід (кварцові габро, габро-сієніти, монзоніт, габро-діорит); 10 – габроїди (нерозчленовані на різновиди породи основного складу); 11 – габро, габро-норити середньо- та дрібнозернисті, темно-зелені; 12 – анортозити, лабродіорити переважно крупнозернисті; 13 – габро-анортозити; 14 – пісковики та кварцити частково гранітизовані (пугачівські). Середній протерозой: 15 – граніти біотитові порфіробластові трахітоїдні (кіровоградські) та їх мігматити; 16 – граніти біотитові рівномірно-дрібнозернисті (житомирські) та їх мігматити. Нижній протерозой: 17 – амфіболіти та амфіболітові сланці; 18 – гнейси біотитові, біотитово-плагіоклазові; 19 – гнейси біотито-силіманітові; 20 – гнейси амфіболітові, піроксено-амфіболітові; 21 – територія Поромівського родовища. **c)** Розташування свердловин та ліній літофаціальних профілів у межах Поромівського родовища: I – пробурені свердловини; II – населені пункти; III – ріки; IV – лінії літофаціальних профілів у межах родовища

Fig. 1. Geographical location of the Poromivske ilmenite deposit: **a)** Volyn titanium region on the map of Ukraine. **b)** Map of the weathering crust of the Volyn titanium region: Upper Proterozoic: 1 – granitoids of the Korosten complex (undissected); 2 – fine-grained biotite and hornfels-biotite granites, sometimes porphyritic; 3 – medium-grained red biotite granites (Lyzniki); 4 – coarse-grained biotite and hornfels-biotite granites, with a weakly pronounced ovoid structure and without ovoids (Stepaniv); 5 – coarse-grained rapaki granites, biotite-hornfels, with clearly pronounced ovoids (Malyn); 6 – medium- and fine-grained rapaki granites, often porphyritic, with clearly pronounced ovoids and strike-slip structures (Korosten); 7 – granitoids of hybrid composition (hybrid granites, granosyenites, granodiorites, syenites); 8 – contaminated porphyry granites; 9 – granitized and hybrid varieties of basic rocks (quartz gabbro, gabbro-syenite, monzonite, gabbro-diorite); 10 – gabbroids (not divided into varieties of basic rock composition); 11 – gabbro, gabbro-norites medium- and fine-grained, dark green; 12 – anorthosite, labradorite mainly coarse-grained; 13 – gabbro-anorthosite; 14 – sandstones and quartzites partially granitized (Pugachev). Middle Proterozoic: 15 – biotite porphyroblastic trachytoid granites (Kirovograd) and their migmatites; 16 – biotite even-sulfur-fine-grained granites (Zhytomyr) and their migmatites. Lower Proterozoic: 17 – amphibolites and amphibolite schists; 18 – biotite, biotite-plagioclase gneisses; 19 – biotite-sillimanite gneisses; 20 – amphibolite, pyroxene-amphibolite gneisses; 21 – territory of the Poromivske deposit. **c)** Well locations and lithofacies profile lines within the Poromivske field: I – drilled wells; II – settlements; III – rivers; IV – lithofacies profiles lines within the field

На основі сформованої бази даних з геологічною інформацією про Поромівське родовище ільменіту та з урахуванням проведених раніше досліджень авторами було виконано літофаціальні побудови по вибраних профілях (рис. 1) у межах родовища та наочно представлено розподіл середніх концентрацій ільменіту по літофаціях.

Для розрахунку вмісту ільменіту по літофаціях у межах Поромівського родовища було використано метод зваженого середнього за інтервалами.

Якщо інтервал літофації перетинав кілька інтервалів, в яких визначалися концентрації ільменіту, то середня концентрація в межах літофації обчислювалася як зважене середнє значення:

$$C_{nim} = \frac{\sum_i C_i \cdot \Delta h_i}{\sum_i \Delta h_i},$$

де C_{nim} – середня концентрація ільменіту для літофації; C_i – концентрація ільменіту у певному інтервалі; Δh_i – довжина певного інтервалу в межах літофації.

Такий підхід дав змогу об'єктивно оцінити середню концентрацію ільменіту для кожної літофації, навіть за умови невідповідності інтервалів відбору проб встановленим межам літофацій.

Геологічна будова родовища

Поромівське розсипне родовище ільменіту приурочене до південної частини Володарськ-Волинського масиву основних порід, який знаходиться в межах Коростенського плутону.

У геологічній будові родовища задіяні кристалічні породи палеопротерозою з потужною мезозойською корою вивітрювання, перекриті утвореннями мезозой-кайнозойського та четвертинного віку.

Кристалічні породи представлені породами кислого й основного складу. Порооди кислого складу коростенського інтрузивного комплексу – це граніти сублужного ряду групи рапаківі, граніт-порфіри, гібридні породи, монзоніти, грано-сієніти. Основні породи (габро, габро-норити, перидотити, габро-анортозити) мають залізо-фосфор-титанову спеціалізацію та є корінними джерелами для розсипів ільменіту (Базалійська, 2016).

Габро-анортозити займають 80–85 % площі Поромівського родовища, габро та габро-перидотити – близько 15 %, окремі жилоподібні тіла дрібнозернистих аплітоїдних гранітів – менше 5 %. Габроїди часто збагачені рудними мінералами,

що містять титан (титаномagnetит, ільменіт та ін.). Вміст TiO_2 в основних породах досягає промислових концентрацій – 4–5 %.

Кора вивітрювання кристалічних порід має площовий характер і представлена повним профілем (знизу вверху): 1 – зона початкового вилугування та дезінтеграції; 2 – зона часткової каолінізації; 3 – зона повної каолінізації (каолініт-гідрокслюдиства).

Зона повної каолінізації кори вивітрювання представлена породою білого, світло-сірого, зеленуватого та бурого кольорів, в'язка, щільна, легко дезінтегрується за надлишку води на зернисту та глинисту фракції. Зона складена невеликою кількістю частково розкладеного польового шпату та плагіоклазу, вільними від зростків з породотвірними рудними мінералами – ільменітом і лейкоксенованим ільменітом. Акцесорні мінерали: рутил, циркон, апатит, титаномagnetит, сидерит, пірит тощо. Глиниста фракція складена каолінітом і гідрокслюдами (Базалійська, 2016).

Зона часткової каолінізації кори вивітрювання представлена слабко зцементованими жорсткими утвореннями з незначною складовою глинистого матеріалу, в якій збереглася частина первинних мінералів (польового шпату та темноколірних мінералів). Уламки рудних мінералів відповідають крупно-середньозернистим піскам (0,5–2,0 мм) і легко дезінтегруються з виділенням зернистої фракції.

Зона початкового вилугування та дезінтеграції представлена слабко каолінізованими, вивітряними породами з мікротріщинами. За розмірами уламки відповідають щебеню та є природним пло-тиком алювіального розсипу (Базалійська, 2016).

Глибина залягання кори вивітрювання від поверхні змінюється від 1,0–3,0 до 10,0–14,0–18,0 і навіть до 19,0–20,0 м (північна частина родовища) залежно від рельєфу поверхні кристалічного фундаменту.

На корі вивітрювання залягають відклади палеогенового, неогенового та четвертинного віку (рис. 2). Рудний пласт знаходиться в межах палеогенових і частково неогенових і четвертинних відкладів.

Нерозчленовані палеоцен-еоценові утворення потужністю 3–8 м повсюдно залягають на частково розмитій корі вивітрювання, перекриваються неогеновими відкладами полтавської серії або четвертинними утвореннями, іноді виходять на денну поверхню. У будові продуктивної товщі відклади займають близько 26,9 %, що містять титан (титаномagnetит, ільменіт та ін.). Вміст TiO_2 в основних породах досягає промислових концентрацій – 4–5 %.

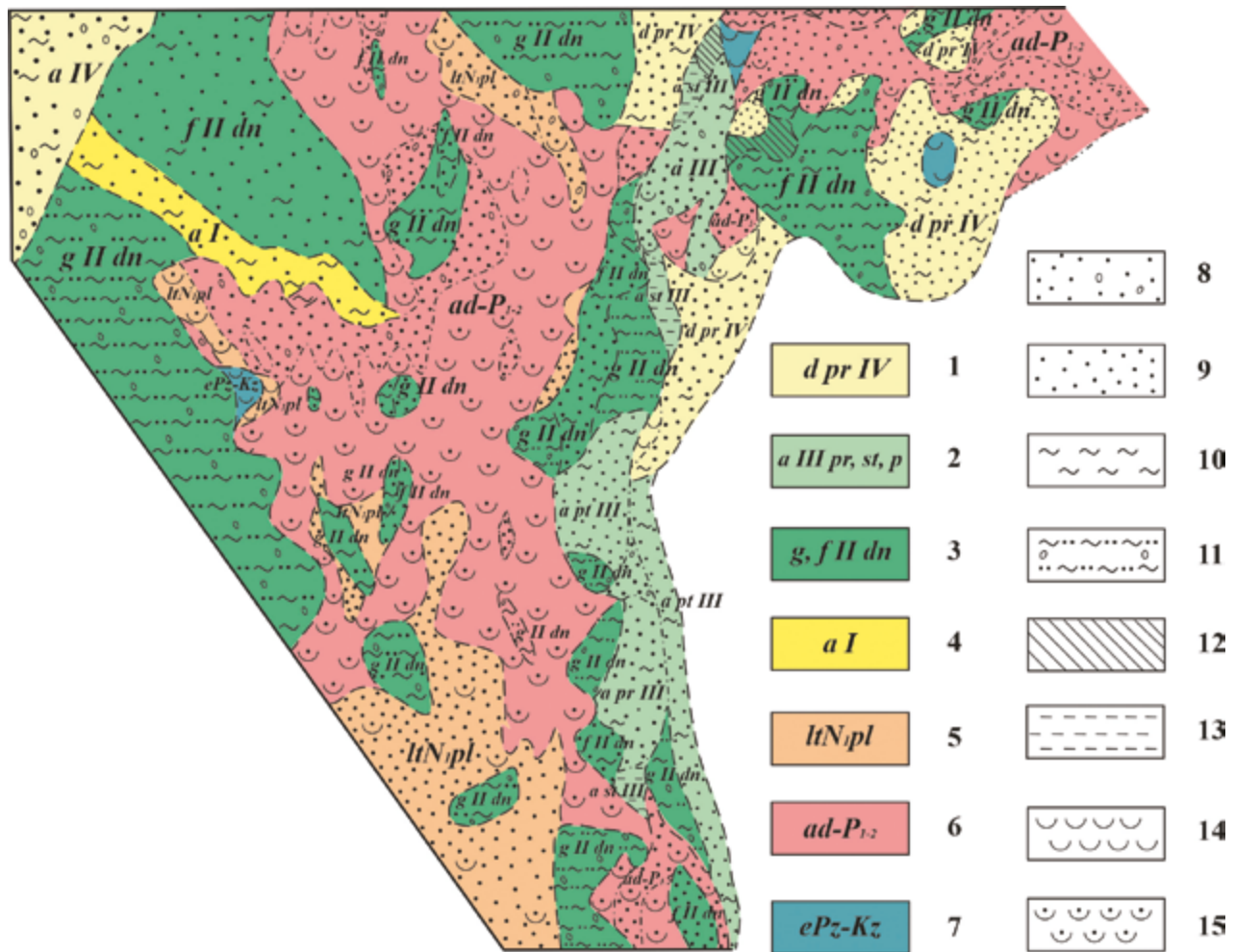


Рис. 2. Карта розповсюдження генетичних типів відкладів Поромівського родовища (за матеріалами роботи (Кальная и др., 1974)): 1 – делювіально-пролювіальні відклади, четвертинна система, плейстоценовий період; 2 – заплавні, озерні та руслові відклади, четвертинна система, верхній відділ; 3 – льодовикові, водно-льодовикові відклади, четвертинна система, середній відділ; 4 – алювіальні відклади, четвертинна система, нижній відділ; 5 – прибережно-морські відклади, неогенова система; 6 – континентальні алювіально-делювіальні відклади, палеогенова система; 7 – кора вивітрювання, палеозой–кайнозой; 8 – пісок різнозернистий; 9 – пісок дрібно-середньозернистий; 10 – глина; 11 – суглинок моренний; 12 – суглинок над- і підморенний; 13 – алевроит; 14 – каолін первинний; 15 – каолін вторинний

Fig. 2. Map of distribution of genetic types of sediments of the Poromivske deposit (using data from (Kalnaya et al., 1974)): 1 – deluvial and proluvial sediments, Quaternary, Pleistocene; 2 – floodplain, lacustrine and streambed sediments, Upper Quaternary; 3 – glacial, water-glacial sediments, Middle Quaternary; 4 – alluvial sediments, Lower Quaternary; 5 – coastal-marine sediments, Neogene; 6 – continental alluvial-deluvial sediments, Paleogene; 7 – weathering crust, Paleozoic-Cenozoic; 8 – different grains sand; 9 – fine-medium sand; 10 – clay; 11 – moraine loam; 12 – over- and under-moraine loam; 13 – siltstone; 14 – primary kaolin; 15 – secondary kaolin

з них 11,8 % – піски, 15,1 % – вторинні каоліни. У межах промислових запасів ільменіту потужність рудних палеогенових відкладів становить 1,1 м.

У складі неогенових відкладів виділяються нижньо-середньоміоценові (новопетрівська світа) та нерозчленовані міоцен-пліоценові морські утворення «строкатоколірної товщі». Промислові вмісти ільменіту встановлено лише в межах новопетрівської світи.

Неогенові відклади представлені дрібно- (0,1–0,25 мм) і середньозернистими (0,25–0,5 мм) пісками, іноді з прошарками середньо- та грубо-

зернистого зі значною кількістю глинистого матеріалу. Вторинні каоліни трапляються у вигляді малопотужних невеликих лінз серед піщаного матеріалу (Базалійська, 2016).

Потужність рудного пласта в неогенових відкладах незначна, коливається від 0,5 до 6,5 м (середня 0,2 м). У складі продуктивного пласта ці відклади мають підпорядковане значення, в геологічних запасах займають 2,3 %, з них 1,5 % – пісок, 0,8 % – глина.

В межах рудного покладу четвертинна система представлена нижньоплейстоценовими (озерними, алювіальними), середньоплейстоценовими

(водно-льодовиковими підморенними, моренними, надморенними відкладами дніпровського кліматоліту), верхньоплейстоценовою ланкою та голоценовим відділом (нерозчленованим) – алювіально-делювіальними, алювіальними, озерними сучасними відкладами (Базалійська, 2016).

Нижньочетвертинні відклади в межах родовища складені різнозернистими пісками, рідше – глинами.

Підморенні піски мають обмежене поширення, а надморенні збереглися від розмиву невеликими ділянками, в основному на локальних підняттях. Представлені матеріалом делювіально-пролювіальних відкладів потужністю від 1–2 до 4,5 м. Ці відклади практично безрудні.

Льодовикові відклади, складені моренними суглинками та супісками, дуже поширені, потужність їх становить 2–5 м. Вміст ільменіту в морені незначний і промислового значення не має (Базалійська, 2016).

Відклади верхнього плейстоцену (нижньочетвертинні) представлені осадами першої надзапальної тераси р. Поромівка та алювієм реліктових водотоків. Ці відклади мають обмежене поширення, заповнюють поховані бокові притоки згаданої річки. Складені різнозернистими польовошпат-кварцовими пісками з великою кількістю гравію (1–2 мм).

Плейстоцен-голоценові сучасні утворення представлені алювіальними та алювіально-делювіальними відкладами – дрібно-середньозернистими пісками, глинистими супісками (Базалійська, 2016).

Літофаціальний аналіз родовища

На рис. 3 наведено літофаціальний профіль Поромівського родовища ільменіту вздовж лінії I-I, орієнтований у напрямку захід–схід. Профіль побудований на основі 17 свердловин, пробурених під час розвідки родовища, з відстанню між свердловинами від 50 до 100 м і глибинами від 9 до 34,7 м. Розріз профілю складений відкладами четвертинного, неогенового, палеогенового періодів, а також нерозчленованими відкладами мезозою–кайнозою.

У табл. 1 наведено умовні позначення та опис літофацій до рис. 3–6.

На рис. 4 представлено літофаціальний профіль I-I з розрахованою середньою концентрацією ільменіту. Найвищі концентрації ільменіту характерні для вторинних каолінів палеогенового віку, в яких C_{nim} для всього профілю становить 87,2 кг/м³. Варто зазначити, що в східній частині профілю концентрація ільменіту у вторинних каолінах палеогенового віку перевищує 100 кг/м³. Значні вмісти ільменіту, в межах зазначеного профілю, характерні для відкладів палеогенового періоду та нерозчленованих відкладів мезозою–кайнозою. Вміст ільменіту у відкладах четвертинного та неогенового періодів не перевищує 12,5 кг/м³ (табл. 2).

У табл. 2 наведено значення середньої концентрації ільменіту в літофаціях уздовж профілю I-I.

На рис. 5 представлено літофаціальний профіль Поромівського родовища ільменіту вздовж лінії II-II.

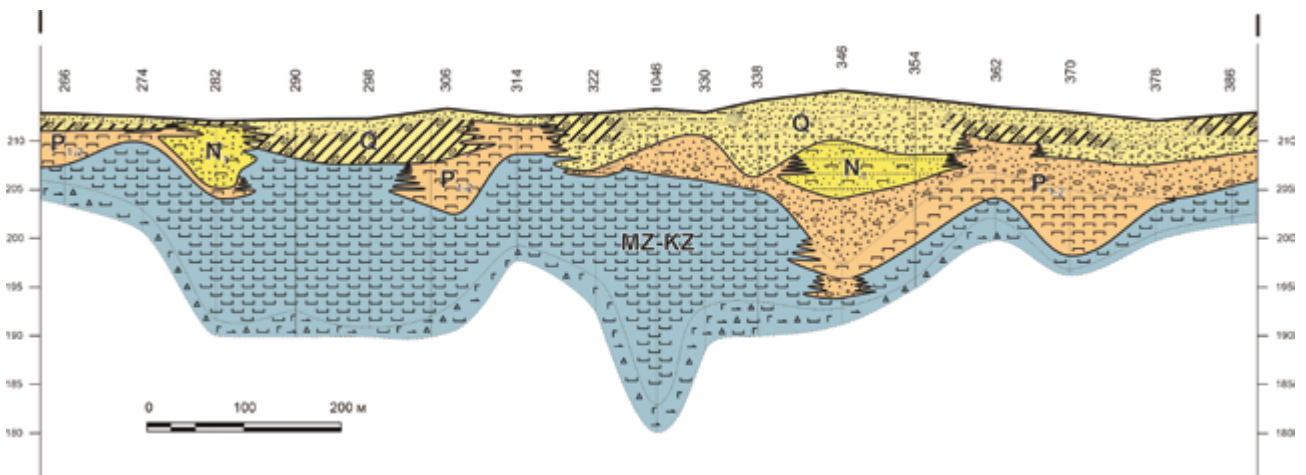
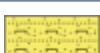


Рис. 3. Літофаціальний профіль Поромівського родовища вздовж лінії I-I

Fig. 3. Lithofacies profile of the Poromivske deposit along the I-I line

Таблиця 1. Умовні позначення до рис. 3–6**Table 1.** Symbols for Figs. 3–6

Четвертинний період		
Плейстоценова епоха	Верхній плейстоцен	 Озерні, алювіально-делювіальні відклади. Піски дрібно-середньозернисті, глинисті, жовто-сірі
		 Водно-льодовикові надморенні відклади. Піски жовто-бурі, середньозернисті, глинисті, безрудні
		 Водно-льодовикові підморенні відклади. Піски жовто-бурі, середньозернисті, глинисті, безрудні
		 Льодовикові відклади – власне морена. Суглинки жовто-бурі, сіро-бурі, бурі
		 Озерні, алювіально-делювіальні відклади. Суглинки
		 Озерні, алювіально-делювіальні відклади. Глини
	 Озерні, алювіально-делювіальні відклади. Суглинки	
	Нижній плейстоцен	 Озерні, алювіальні відклади. Піски сірі, темно-сірі, глинисті
		 Озерні, алювіальні відклади. Глини
		 Озерні, алювіальні відклади. Торф
 Озерні, алювіальні відклади. Суглинки		
 Озерні, алювіальні відклади. Алеврити		
Неогеновий період		
Міоценова епоха	 Новопетрівська світа. Піски світло-сірі, дрібно-середньозернисті, кварцові, неоднаковою мірою каоліністі, з гравієм кварцу, кременю та кварцового пісковика	
	 Новопетрівська світа. Піски світло-сірі, дрібно-середньозернисті, кварцові, неоднаковою мірою каоліністі, з гравієм кварцу та кременю	
	 Товща строкатих глин. Глини темно-сірі, зеленувато-сірі, щільні	
Палеогеновий період		
Палеоцен-еоценова епоха	 Піски різнозернисті, каоліністі, глинисті, сіро-жовті, жовто-бурі, темно-сірі, кремені, гравійно-гальковий горизонт	
	 Вторинні каоліни сірі, темно-сірі	
	 Глини	
	 Суглинки, торф	
Мезозойський період – Кайнозойський період		
	 Кора вивітрювання кристалічних порід. Каоліни первинні сіро-зелені, зеленувато-сірі, пластичні жорсткості	
	 Кора вивітрювання кристалічних порід. Жорстка зеленувато-сіра, сіро-зелена, каолініста	

Таблиця 2. Середня концентрація ільменіту Поромівського родовища в літофаціях уздовж профілю І-І (за даними роботи (Базалійська, 2016))
Table 2. Average concentration of the Poromivka deposit in lithofacies along the I-I profile (using data from (Bazaliyska, 2016))

Літофації	Середня концентрація ільменіту в свердловинах, кг/м ³																C _{іт.} по профілю
	885 266	885 274	885 282	885 290	885 306	885 314	885 322	885 330	885 338	885 346	885 354	885 362	885 370	885 378	885	885	
Озерні, алювіально-делювіальні відклади, верхній плейстоцен	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	2,5	4,9	Н	5,7	1,1	5,8	Н	Н	3,9
Водно-льодовикові підморенні відклади, верхній плейстоцен	-	5,5	-	-	-	-	9,3	1,1	4	7,9	2,9	10,6	-	17,6	74	12,5	12,5
Льодовикові відклади – власне морена, верхній плейстоцен	3,5	5,5	-	33,2	13,5	6,6	-	9,7	-	-	-	13,7	8,2	-	4,5	11,4	11,4
Озерні, алювіально-делювіальні відклади, верхній плейстоцен	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Озерні, алювіальні відклади, нижній плейстоцен	-	-	-	-	-	-	-	3	7,2	-	-	-	-	-	-	-	5,3
Континентальні відклади, новопетрівська світа	-	-	6,1	-	-	-	-	-	-	9,2	13	-	-	-	-	-	8,4
Гравійно-гальковий горизонт, палеоцен-еоцен	-	-	-	-	-	-	-	3,5	10,3	52,4	32,6 43,5*	32	46,1	99,9	147,7	156	58,5
Вторинні каоліни, палеоцен-еоцен	49,7	77,9	37,4	-	-	15,3	12	-	-	49,7	116,5	99,7	153,5	422,8	-	-	87,2
Суглинки, торф, палеоцен-еоцен	-	-	-	-	-	-	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,2
Зона повної каолінізації кори вивітрювання	53,7	30,9	77,7	44,3	30,6	65,2	18,8	23,3	15,8	89,6	50,9	9,6	21,1	26	53,3	54,6	42,3
Зона часткової каолінізації кори вивітрювання	4,8	31,9	-	13,8	-	37,1	17	21,9	16,6	143,4	81,1	9,6	22,3	26,4	26	38,6	44,5

Примітка: «Н» – літофація наявна в свердловині, але її концентрація не визначалася. «риска» – літофація відсутня в свердловині.
Note: “Н” – lithofacies are presented in the well, but its concentration was not determined. “dash” – lithofacies are absent in the well.

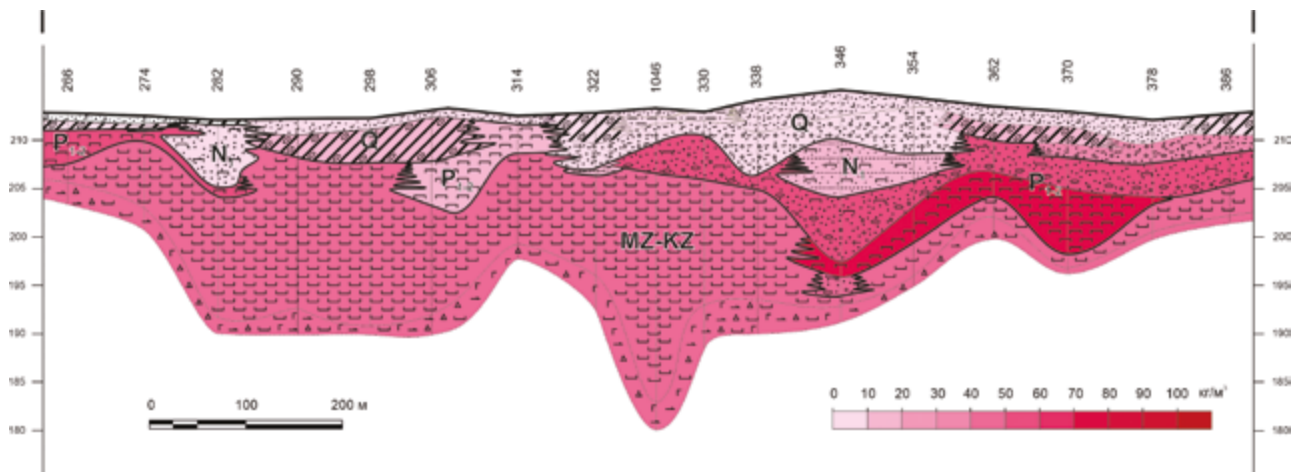


Рис. 4. Літофаціальний профіль Поромівського родовища з розрахованим середнім вмістом ільменіту вздовж лінії I-I
Fig. 4. Lithofacies profile with the calculated average ilmenite content of the Poromivske deposit along the I-I line

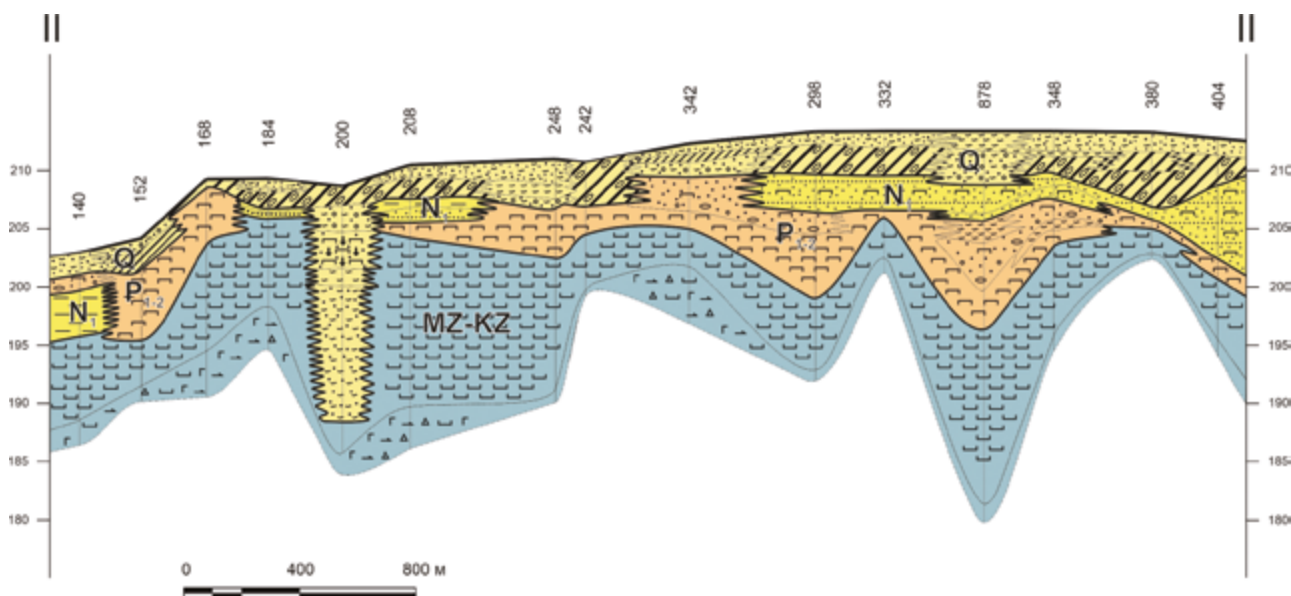


Рис. 5. Літофаціальний профіль Поромівського родовища вздовж лінії II-II
Fig. 5. Lithofacies profile of the Poromivske deposit along the II-II line

Профіль орієнтовано у напрямку північний захід–південний схід. Для побудови профілю використано 15 свердловин, пробурених під час розвідки родовища з відстанню між свердловинами від 100 до 500 м і з глибинами від 11 до 34 м. Розріз профілю складено відкладами четвертинного, неогенового, палеогенового віку та нерозчленованими відкладами мезозою–кайнозою.

На рис. 6 представлено літофаціальний профіль II-II з розрахованою середньою концентрацією ільменіту. Найвищі концентрації ільменіту характерні для вторинних каолінів і пісків палеогенового періоду, в яких $C_{\text{літ}}$ для всього профілю становить 98,7 та 104,1 кг/м³, відповідно. Варто

зазначити, що в центральній та південно-східній частинах профілю концентрація ільменіту у вторинних каолінах і пісках палеогенового періоду перевищує 100 кг/м³. Значні вмісти ільменіту в межах побудованого профілю характерні для відкладів палеогенового періоду та нерозчленованих відкладів мезозою–кайнозою. Вміст ільменіту у відкладах четвертинного та неогенового періодів є досить нерівномірним, залежить від фаціальної належності та змінюється від 2,4 до 46,6 кг/м³ (табл. 3).

У табл. 3 наведено значення середньої концентрації ільменіту в літофаціях уздовж профілю II-II.

Таблиця 3. Середня концентрація ільменіту Поромирського родовища в літофаціях уздовж профілю ІІ-ІІ (за даними роботи (Базалійська, 2016))
Table 3. Average concentration of ilmenite of the Poromirivka deposit in lithofacies along the ІІ-ІІ profile (using data from (Bazaliyska, 2016))

Літофації	Середня концентрація ільменіту в свердловинах, кг/м ³															C _{min} по профілю	
	864 140	865a 152	870a 168	872a 184	873a 200	875b 208	878 248	879 242	884 342	887 298	889 332	891 878	894 348	897 380	899 404		
Озерні, алювіально-делювіальні відклади, верхній плейстоцен	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	2,4	Н	2,4	2,4
Водно-льодовикові надморенні відклади, верхній плейстоцен	-	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Водно-льодовикові підморенні відклади, верхній плейстоцен	-	Н	-	-	4	-	54,7	-	Н	-	-	Н	-	-	-	24,3	24,3
Льодовикові відклади – власне морена, верхній плейстоцен	-	-	Н	Н	Н	Н	-	6,3	-	8,1	7,7	-	Н	15,8	Н	9,6	9,6
Озерні, алювіально-делювіальні відклади, верхній плейстоцен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	-	3,7	3,7
Озерні, алювіальні відклади, торф, нижній плейстоцен	-	-	-	-	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	9,6
Озерні, алювіальні відклади, глина, нижній плейстоцен	-	-	-	-	5,1	-	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	10,5	10,5
Озерні, алювіальні відклади, піски глинисті, нижній плейстоцен	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	3,4
Озерні, алювіальні відклади, суглинки	-	46,6	-	-	-	-	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	46,6	46,6
Континентальні відклади, новопетрівська світа	-	-	-	27,2	-	5,9	-	-	-	11,9	22,7	22,4	21,6	12,5	5,2	13,2	13,2
Морські відклади, строката товща, міоцен	44,7	-	-	Н	-	Н	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,7	44,7
Глини, палеоцен-еоцен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	58,2	-	-	22,5	22,5
Гравійно-гальковий горизонт, палеоцен-еоцен	14,1	-	-	-	-	-	-	-	35,3	17,8	-	298,8	10,8	14,1	-	104,1	104,1
Вторинні каоліни, палеоцен-еоцен	-	15,9	33,5	-	-	38,6	106,6	156	58,3	242,3	14,3	164	67,2	-	52,4	98,7	98,7
Зона повної каолінізації кори вивітрювання	67,3	24,8	29,8	45	34,6	43,8	43,6	102	58,1	33,7	6,2	83,6	16,8	68,4	27,6	47,6	47,6
Зона часткової каолінізації кори вивітрювання	40	1,9	50,9	32,8	-	32,9	43,3	46,5	61,4	13,4	6,5	2,3	30,5	115,3	71	40,2	40,2

Примітка: «Н» – літофація наявна в свердловині, але її концентрація не визначалася. «-» – літофація відсутня в свердловині.
Note: "Н" – lithofacies are presented in the well, but its concentration was not determined. "-" – lithofacies are absent in the well.

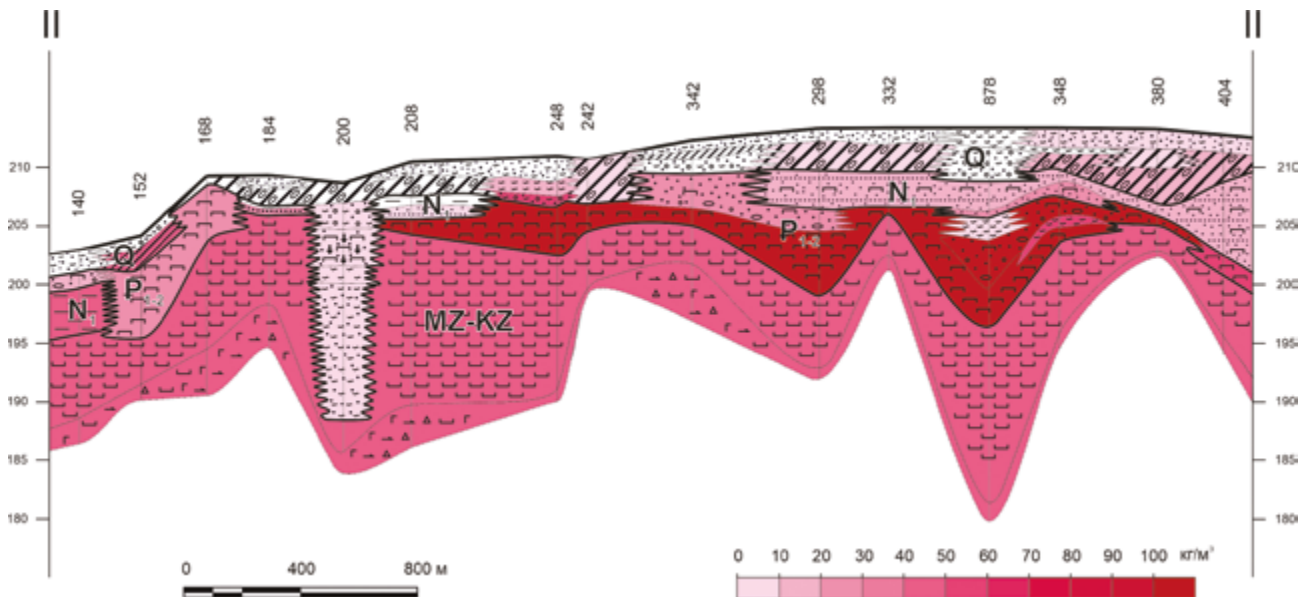


Рис. 6. Літофаціальний профіль Поромівського родовища з розрахованим середнім вмістом ільменіту вздовж лінії II-II
Fig. 6. Lithofacies profile with the calculated average ilmenite content of the Poromivske deposit along the II-II line

На підставі аналізу продуктивного пласта Поромівського родовища встановлено таке:

1. В будові продуктивного пласта родовища кора вивітрювання займає близько 69 %, з них 57,7 % – каолін первинний, 11,5 % – жорства. Вміст ільменіту в корі вивітрювання коливається від 5,6 до 257,8 кг/м³, в середньому 61,1 кг/м³. Кількість свердловин, в яких середні концентрації ільменіту знаходяться в межах 0–50 кг/м³, складає 41 %; 50–100 кг/м³ – 50,2 %; 100–200 кг/м³ – 8,4 %; понад 200 кг/м³ – 0,4 %. Основний рудний мінерал – ільменіт розподілений в породі нерівномірно у вигляді дрібних вкраплень або гніздоподібних скупчень. Вміст ільменіту майже завжди зростає до верхніх частин кори вивітрювання, найвищі значення характерні для каолініт-гідрослюдистої зони.
2. Вміст ільменіту у палеоцен-еоценових відкладах коливається від 5 до 636,6 кг/м³, в середньому 70–80 кг/м³. Розподіл ільменіту в піщаній товщі нерівномірний, у вторинних каолінах він знаходиться у вигляді більш-менш рівномірних вкраплень, гніздоподібних скупчень, частково невеликих прошарків. У вертикальному розрізі неодноразово збільшення концентрації ільменіту характерне до низів товщі, у плані – збагачення рудним мінералом палеогенових відкладів з півночі на південь, а найбільш багаті руди приурочені до поворотів і заплавоподібних заглиблень давньої долини.
3. У складі продуктивного пласта неогенові відклади становлять лише 2,3 %, з них 1,5 % – пі-

сок, 0,8 % – глина. Це пов'язано з обмеженим поширенням неогенових відкладів у будові родовища. Максимальні значення ільменіту спостерігаються по західному борту долини (до 283,5 кг/м³), в основному в нижній частині товщі, середній вміст ільменіту в межах родовища сягає близько 45 кг/м³.

4. У четвертинних відкладах ільменіт приурочений до нижніх горизонтів і, як правило, до різнозернистих пісків. Вміст ільменіту в пробах незначний (2,0–7,0 кг/м³), в окремих пробах, які приєднані до продуктивного пласта, досягає 49,0–80,0 кг/м³; у західній, центральній та південній частинах родовища – 105,4–274,9 кг/м³. Усереднений вміст ільменіту в четвертинних відкладах становить 68,20 кг/м³. Середня потужність четвертинних відкладів сягає 0,2 м.
5. Найчастіше плейстоцен-голоценові відклади з підвищеним вмістом рудного матеріалу залягають безпосередньо на більш давніх продуктивних утвореннях. У будові продуктивного покладу четвертинні відклади займають 1,8 %, з них 0,7 % – піски, 1,1 % – глинисті супіски та суглинки.

Висновки

У ході дослідження було виконано аналіз літолого-фаціальних особливостей порід Поромівського району з розрахунком середніх концентрацій ільменіту по літофаціях. Встановлено, що геологічна будова досліджуваної території сприяла формуванню розсіпів ільменіту, зокрема у палеогенових і мезозой-кайнозойських відкладах.

Розсипоутворення в межах Поромівського родовища ільменіту зумовлено поєднанням низки геологічних, морфоструктурних і кліматичних чинників, що сприяли вивільненню, перенесенню й акумуляції титановмісних мінералів із первинних порід. Родовище формувалося в умовах тривалого денудаційного режиму, що сприяв інтенсивному руйнуванню кристалічних порід і вивільненню стійких важких мінералів, зокрема ільменіту.

Головними джерелами розсипного ільменіту були лужно-ультраосновні й анортзитові комплекси протерозойського віку, які містять первинні титанові мінерали. Внаслідок вивітрювання та гідродинамічної переробки ільменіт, як мінерал з високою стійкістю до хімічного розкладу, акумулювався в алювіальних і делювіальних відкладах. У формуванні розсипів задіяні різновікові геоморфологічні процеси, які спричинили перенесення та нагромадження ільменіту на різних стратиграфічних рівнях.

Вперше на основі літофаціального та математико-статистичного аналізів подано характеристику рудоносності різновікових відкладів продуктивного пласта Поромівського родовища ільменіту. На підставі аналізу літофаціальних профілів у межах Поромівського родовища вдалося встановити зв'язок між стратиграфічними горизонтами та розподілом ільменіту в них:

1. Продуктивний пласт Поромівського родовища представлений корою вивітрювання, палеоцен-еоценовими, неогеновими та четвертинними утвореннями. Основу продуктивного пласта складає кора вивітрювання (69 %), в якій вміст ільменіту досягає 257,8 кг/м³. Найбільші концентрації ільменіту містяться в первинних каолінах.

2. Незважаючи на те, що вміст ільменіту у палеоцен-еоценових відкладах досягає 636,6 кг/м³, їхня частка в продуктивному пласті становить лише 27 %, що зумовлено їх меншою товщиною порівняно з корою вивітрювання. На відміну від елювію, вміст ільменіту зростає в напрямку до підшови розрізу. Серед порід цієї товщі найбільш збагачені ільменітом вторинні каоліни.

3. Неогенові відклади з вмістом ільменіту до 283,5 кг/м³ становлять лише 2,3 % від загального обсягу продуктивного пласта, що пов'язано з їх розмивом у більш пізній час. Найбільші вмісти ільменіту характерні для нижньої частини товщі та пов'язані з піщаними відкладами.

4. Четвертинні відклади з вмістом ільменіту до 274,9 кг/м³ становлять 1,8 % від загального обсягу продуктивного пласта. Для цих утворень характерне найбільше розмаїття фаціальних типів відкладів. Найвищий вміст ільменіту характерний для підморенних піщаних відкладів. Таким чином, рудний пласт складений на 13,7 % пісками різної зернистості; 2,0 % – глинистими відкладами; 15,1 % – вторинними каолінами; 57,7 % – первинними каолінами; 11,5 % – жорствою.

Отримані результати мають важливе значення для подальшої оцінки мінерально-сировинного потенціалу району.

Дослідження виконано в рамках гранту НАН України «Умови утворення екзогенних ільменітових родовищ Волинського розсипного району» дослідницьким лабораторіям / групам молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки на 2024–2025 роки.

Охарактеризовано ільменітоносність різновікових літофацій продуктивного пласта Поромівського родовища (Волинський титаноносний район). Виділено й охарактеризовано основні літологічні типи порід у розрізах свердловин; побудовано та проаналізовано літофаціальні профілі в межах родовища. Досліджено зв'язок між літофаціальними особливостями відкладів і розподілом ільменіту.

Продуктивний пласт Поромівського родовища представлений корою вивітрювання (69 %), палеоцен-еоценовими (27 %), неогеновими (2,3 %) та четвертинними (1,8 %) утвореннями. Основу продуктивного пласта складає кора вивітрювання, в якій вміст ільменіту коливається від 5,6 до 257,8 кг/м³, в середньому 61,1 кг/м³. Вміст ільменіту майже завжди зростає до верхніх частин кори вивітрювання, найвищі значення характерні для каолініт-гідроксидної зони. У формуванні розсипів задіяні різновікові геоморфологічні процеси, які спричинили перенесення та нагромадження ільменіту на різних стратиграфічних рівнях.

Незважаючи на вищі вмісти ільменіту у палеоцен-еоценових алювіально-делювіальних відкладах (від 5 до 636,6 кг/м³, в середньому 74,8 кг/м³), їх частка в продуктивному пласті становить 27 %, що пов'язано з меншою їх товщиною в порівнянні з корою вивітрювання. На відміну від елювію, вміст ільменіту зростає в напрямку до підшови розрізу та приурочений до поворотів і заплавоподібних заглиблень давньої долини. Серед порід цієї товщі найбільш збагачені ільменітом вторинні каоліни.

Неогенові континентальні (нижньо-середньоміоценові) та прибережно-морські (міоцен-пліоценові) відклади мають обмежене поширення по площі Поромівського родовища та нижчі, порівняно з корою вивітрювання та палеоцен-еоценовими відкладами, вмісти ільменіту (в середньому 45 кг/м³), тому і мають незначну частку в продуктивному пласті.

Для четвертинних утворень характерне найбільше розмаїття фаціальних типів відкладів (озерні, алювіальні, алювіально-делювіальні, водно-льодовикові підморенні, моренні, надморенні відклади дніпровського кліматоліту). Усереднений вміст ільменіту в них становить 68,20 кг/м³.

З'ясовано, що рудний пласт Поромівського родовища ільменіту складений пісками різної зернистості на 13,7 %, глинистими відкладами – на 2,0 %, вторинними каолінами – на 15,1 %, первинними каолінами – на 57,7 %, жорствою – на 11,5 %.

Список літератури

- Базалійська Л.М. Звіт про геологорозвідувальні роботи розвідки Паромівського розсипного родовища ільменіту. Київ: ДП «Українська геологічна компанія», 2016. 259 с.
- Василенко А.П., Сукач В.В. Нарощування мінерально-сировинної бази України новими об'єктами титанових руд. *Мінерал. журн.* 2023. Т. 45, № 3. С. 97–105. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.03.097>
- Ганжа О.А., Луньова І.М., Стародубець К.М., Луньов Є.С., Литвиненко Ю.О. Мінералогічна характеристика Поромівського екзогенного родовища ільменіту, Волинський титаноносний район. *Мінерал. журн.* 2025. Т. 47, № 3. С. 35–47. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.03.035>
- Кальная М.М. Отчет о результатах геологопоисковых работ, проведенных Житомирской экспедицией в средней части Житомирской области УССР. Киев, 1962.
- Кальная М.М., Галецкий Л.С., Зайцева А.И. Отчет по теме «Изучение зависимости качества пигментной двуокиси титана от вещественного состава ильменита». Киев, 1974.
- Кальная М.М., Лунько В.Ф. Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных Житомирской экспедицией УССР в 1964–1967 гг. Киев, 1967.
- Кузьманенко Г.О., Охолона Т.В., Ганжа О.А., Яременко О.В. Рудоносність Поромівського родовища ільменіту. *Мінер. ресурси України.* 2023. № 3. С. 3–7. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.3.3-7>
- Металічні і неметалічні корисні копалини України. Т. I: Металічні корисні копалини. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І., Куліш Є.О., Нечаєв С.В., Третяков Ю.І., Шумлянський В.О. Наук. ред. М.П. Щербак, О.Б. Бобров. Київ; Львів: Центр Європи, 2006. 785 с.
- Проскурин Г.П., Тимофеев В.М., Кошик Ю.А., Швайберов С.К., Токарская Л.Г. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на титан, проведенных в пределах Коростенского плутона в 1974–1976 гг. Киев: Житомирская ГЗ, 1976. Кн. 1. 263 с.
- Проскурин Г.П., Токарская Л.Г., Вознюк А.И. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на титан, проведенных Житомирской экспедицией в Володарск-Волинском районе Житомирской области УССР в 1967–1969 гг. Киев, 1969.
- Проскурин Г.П., Токарская Л.Г., Швайберов С.К., Вознюк А.И. Отчет о результатах геологопоисковых работ на титан, проведенных в бассейнах рек Ирши и Ужа Житомирской экспедицией в 1969–1972 гг. Киев, 1972.
- Рубан Н.И., Дусяцкий В.А., Патрикий Р.П., Личак И.Л. Отчет о результатах геологопоисковых и разведочных работ, выполненных Житомирской экспедицией в бассейнах р. Ирша и верхнего течения р. Ужа в Житомирской области за 1953–1958 гг. Киев, 1959.
- Титановые и титано-циркониевые россыпи Украинской ССР: Семененко Н.П. (гл. ред.), Веклич М.Ф. (отв. ред.). Киев: АН УССР, Ин-т геол. наук, Сектор географии, Ин-т экономики, СОПС, М-во геологии УССР, Ин-т минер. ресурсов, 1967. 850 с.
- Швайберов С.К. Поиски апатитовых руд в северо-западной части УЩ на Коростенском плутоне в границах Выдыбор-Федоровского, Давидковского, Паромовского, Словечанского и других участков, 1985–1990 гг. Киев, 1990.
- Akhmetova K.S., Kenzhaliev B.K., Trebukhov S.A., Nitsenko A.V., Burabaeva N.M. Achievements in the titanium production development. *Metalurgija*. 2020. Vol. 59 (4). P. 567–570.
- Dill H.G., Weber B., Klosa D. Morphology and mineral chemistry of monazite-zircon mineral assemblages in continental placer deposits (SE Germany): Ore guide and provenance marker. *Journal of Geochemical Exploration*. 2012. Vol. 112. P. 322–346. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.10.006>
- Dröllner M., Barham M., Kirkland C.L., Zametzer A., Schulz M. Australian continental-scale heavy mineral patterns track climate, weathering and erosion. *Sedimentology*. 2025. Vol. 72, No. 5. <https://doi.org/10.1111/sed.70008>
- McKellar J.B. The Eastern Australian rutile province. In *Economic Geology of Australia and Papua New Guinea Monograph Series* 5. (Ed. C.L. Knight). Parkville, Victoria: Australasian Institute of Mining & Metallurgy, 1975. P. 1055–1062.
- Myrzakulov M.K., Jumankulova S.K., Barmenshinova M.B., Martyushev N.V., Skeebe V.Y., Kondratiev V.V., Karlina A.I. Thermodynamic and Technological Studies of the Electric Smelting of Satpaevsk Ilmenite Concentrates. *Metals*. 2024. Vol. 14 (11). P. 1211. <https://doi.org/10.3390/met14111211>
- Perks C., Mudd G. A detailed assessment of global Zr and Ti production. *Mineral Economics*. 2020. Vol. 34 (3). P. 345–370. <https://doi.org/10.1007/s13563-020-00240-5>
- Perks C., Mudd G. Soft rocks, hard rocks: the world's resources and reserves of Ti and Zr and associated critical minerals. *International Geology Review*. 2021. Vol. 64, No. 7. P. 1–22. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1904294>

References

- Akhmetova K.S., Kenzhaliev B.K., Trebukhov S.A., Nitsenko A.V., Burabaeva N.M. 2020. Achievements in the titanium production development. *Metalurgija*, 59 (4), 567–570.
- Bazaliyska L.M. 2016. Report on the geologic exploration of the Poromiv placer ilmenite deposit. Kyiv: SE “Ukrainian Geological Company”. 259 p. (in Ukrainian).
- Dill H.G., Weber B., Klosa D. 2012. Morphology and mineral chemistry of monazite-zircon mineral assemblages in continental placer deposits (SE Germany): Ore guide and provenance marker. *Journal of Geochemical Exploration*, 112, 322–346. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.10.006>
- Dröllner M., Barham M., Kirkland C.L., Zametzer A., Schulz M. 2025. Australian continental-scale heavy mineral patterns track climate, weathering and erosion. *Sedimentology*, 72, 5. <https://doi.org/10.1111/sed.70008>
- Ganzha O.A., Lunyova I.M., Starodubets K.M., Lunyov E.S., Lytvynenko Yu.O. 2025. Mineralogical characteristics of the Poromivka exogenous ilmenite deposit, Volyn titanium region. *Mineral. Journal*, 47, 3, 35–47. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.03.035> (in Ukrainian).
- Kalnaya M.M. 1962. Report on the results of geological prospecting carried out by the Zhytomyr Expedition in the central part of the Zhytomyr Region of the UkrSSR. Kyiv (in Russian).
- Kalnaya M.M., Galetsky L.S., Zaitseva A.I. 1974. Report on the topic «Study of the dependence of the quality of pigment titanium dioxide on the material composition of ilmenite». Kyiv (in Russian).
- Kalnaya M.M., Lunko V.F. 1967. Report on the results of geological exploration work carried out by the Zhytomyr Expedition, Ukrainian SSR in 1964–1967. Kyiv (in Russian).
- Kuzmanenko H.O., Okholina T.V., Ganzha O.A., Yaremenko O.V. 2023. Ore-bearing of the Poromivske ilmenite deposit. *Mineral resources of Ukraine*, 3, 3–7. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.3.3-7> (in Ukrainian).
- McKellar J.B. 1975. The Eastern Australian rutile province. In *Economic Geology of Australia and Papua New Guinea Monograph Series* 5. (Ed. C.L. Knight). Parkville, Victoria: Australasian Institute of Mining & Metallurgy, pp. 1055–1062.
- Metallic and non-metallic minerals of Ukraine. Vol. 1: Metallic minerals. Gursky D.S., Yesypchuk K.Yu., Kalinin V.I., Kulish E.O., Nechayev S.V., Tretayakov Y.I., Shumlyansky V.O. Scientific editors M.P. Shcherbak, O.B. Bobrov. 2006. Kyiv; Lviv: Publishing House of Europe Center, pp. 149–173 (in Ukrainian).
- Myrzakulov M.K., Jumankulova S.K., Barmenshinova M.B., Martyushev N.V., Skeebe V.Y., Kondratiev V.V., Karlina A.I. 2024. Thermodynamic and Technological Studies of the Electric Smelting of Satpaevsk Ilmenite Concentrates. *Metals*, 14 (11), 1211. <https://doi.org/10.3390/met14111211>
- Perks C., Mudd G. 2020. A detailed assessment of global Zr and Ti production. *Mineral Economics*, 34 (3), 345–370. <https://doi.org/10.1007/s13563-020-00240-5>

- Perks C., Mudd G. 2021. Soft rocks, hard rocks: the world's resources and reserves of Ti and Zr and associated critical minerals. *International Geology Review*, 64, 7 1–22. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1904294>
- Proskurny G.P., Timofeev V.M., Koshyk Yu.A. Shvaiberov S.K., Tokarskaya L.G. 1976. Report on the results of exploration and reconnaissance work on titanium, carried out within the limits of the Korosten pluton in 1974–1976. Kyiv: Zhytomyr Geological Expedition. Book 1. 263 p. (in Russian).
- Proskurny G.P., Tokarskaya L.G., Vozniuk A.I. 1969. Report on the results of search and reconnaissance work on titanium carried out by the Zhytomyr expedition in the Volodarsk-Volyn district of the Zhytomyr region of the Ukrainian SSR in 1967–1969. Kyiv (in Russian).
- Proskurny G.P., Tokarskaya L.G., Shvaiberov S.K., Voznyuk A.I. 1972. Report on the results of geological prospecting for titanium carried out in the basins of the Irsha and Uzh rivers by the Zhytomyr expedition in 1969–1972. Kyiv (in Russian).
- Ruban N.Y., Dusyatsky V.A., Patrikhan R.P., Lychak I.L. 1959. Report on the results of geological prospecting and exploration work carried out by the Zhytomyr Expedition in the basins of the Irsha River and the upper course of the Uzh River in the Zhytomyr Region for 1953–1958. Kyiv (in Russian).
- Shvaiberov S.K. 1990. Prospecting for apatite ores in the northwestern part of the Ukrainian Shield on the Korosten pluton within the boundaries of the Vydor-Fedorovsky, Davidkovsky, Paromovsky, Slovechansky and other sites, 1985–1990. Kyiv (in Russian).
- Titanium and titanium-zirconium placers of the Ukrainian SSR: Semenchenko N.P. (Editor-in-Chief), Veklich M.F. (Executive ed.). 1967. Kyiv: AN UkrSSR, Institute of Geological Sciences, Sector of Geography, Institute of Economics, SOPS, Ministry of Geology of the UkrSSR, Institute of Mineral resources. 850 p. (in Russian).
- Vasylenko A.P., Sukach V.V. 2023. Increasing the mineral and raw material base of Ukraine with new titanium ore objects. *Mineral. Journal*, 45, 3, 97–105. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.03.097> (in Ukrainian).