УДК 553.311:622.06 (477.64)

<https://doi.org/10.31996/mru.2020.3.3-12>

О. А. ЛИСЕНКО, канд. геол. наук, директор з геологічних питань (Товариство з обмеженою відповідальністю “Атомні енергетичні системи України”), alanlysenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4847-9116>,

Р. П. КОЛОТІЄВСЬКИЙ, головний геолог (Приватне акціонерне товариство “Запорізький залізорудний комбінат”), ruslan.kolotievskiy@zgrk.com.ua, <https://orcid.org/0000-0003-3472-3234>,

А. С. СТАНКІН, провідний геолог (Товариство з обмеженою відповідальністю “Атомні енергетичні системи України”), astankin@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7107-6940>

О. LYSENKO, PhD (Geol.) (Nuclear Energy Systems of Ukraine LLC), alanlysenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4847-9116>,

R. KOLOTIEVSKYI, Chief Geologist, (Private joint stock company “Zaporizhzhia Iron Ore Plant”), geo@zgrk.com.ua, <https://orcid.org/0000-0003-3472-3234>,

A. STANKIN, Senior Geologist, (Nuclear Energy Systems of Ukraine LLC), astankin@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7107-6940>

ГЕОЛОГІЧНЕ ВИВЧЕННЯ І ПРОМИСЛОВЕ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ БІЛОЗЕРСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РАЙОНУ

GEOLOGICAL EXPLORATION AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE BILOZERSKYI IRON ORE REGION

Узагальнено новітню інформацію щодо геолого-структурної позиції і геологічної будови родовищ багатих залізних руд Білозерського залізорудного району, схарактеризовано стан їхнього промислового освоєння. Під час експлуатації Південно-Білозірського і Переверзівського родовищ завдяки геологічному вивченню, проведенню експлуатаційної розвідки й дорозвідки глибоких горизонтів, виконанню спеціалізованих досліджень і геолого-економічної переоцінки отримано великий обсяг нових геологічних даних. Це дало змогу істотно уточнити умови залягання, морфологію й внутрішню будову рудних покладів, якісні та фізико-механічні властивості руд і вміщувальних порід, гідрогеологічні, інженерно-геологічні й гірничотехнічні умови розробки корисної копалини. У статті наведено результати аналізу й інтерпретації отриманої геологічної інформації і фактичних даних з розробки родовищ – сучасні уявлення щодо геологічної будови об'єктів, характеристику основних природних умов і параметрів, які впливають на ефективність промислової розробки багатих залізних руд.

Ключові слова: Білозерський залізорудний район, багаті залізні руди, рудні поклади, розвідка родовища, промислове освоєння родовища, умови розробки руд.

The latest information on geological and structural position and geological structure of deposits of rich iron ores of the Belozerskyi iron ore district is summarized, and the state of their industrial development is characterized. During the exploitation of the Pivdenno-Bilozirske and Pereverzivske deposits, due to geological study, mining exploration and additional exploration of deep horizons, specialized and feasibility study a significant amount of new geological data has been received. This data allowed to clarify the position, morphology and internal structure of ore bodies, qualitative, physical and mechanical properties of ores and enclosing rocks, hydrogeological, geological, engineering and mining conditions. The article presents the results of the analysis and interpretation of the latest geological information and actual data on the mine development of deposits – modern views on the geological structure of objects, the characteristics of the basic natural conditions and parameters that affect the efficiency of industrial mining of rich iron ores.

The state of geological prospecting in the region is very uneven. The most studied are the Pivdenno-Bilozirska and Pereverzivska fields, which are currently being developed.

The rich iron ores of these deposits are classified as high quality in both Ukraine and Europe. These ores do not require beneficiation and are suitable for agglomeration and open-hearth process. This circumstance helps to reduce the cost of mining and increase the commercial efficiency. For the mine development of both deposits, a common infrastructure is used – permanent mine openings, mine shafts, support facilities and services. Joint development of the deposits will ensure the long-term stable operation of the plant without reducing the production of rich iron ores.

The deposits are characterized by difficult mining and technical operating conditions. The ore deposits are covered by a cover up to 250–350 meters of loose water-saturated sedimentary deposits. The iron ore strata and the host rocks have heterogeneous physical and mechanical properties.

Iron ores are mined using a productive level-room system. Empty rooms are filled consolidating stowing. The advanced drainage and continuous groundwater withdrawal from mines are used in the mining process.

The progressive system of iron ores mining ensures: preservation of the productivity and quality of aquifers, which are used for municipal water supply; preservation of the earth's surface from avalanches and landslides in the mining area; stable environmental conditions at the plant area and in the surrounding area; efficiency and completeness of extraction of iron ores from the bowels; the optimal level of economic indicators of the enterprise.

Keywords: Belozerskyi iron ore region, rich iron ores, ore deposits, field exploration, industrial development of deposits, ore mining conditions.

Вступ

За металогенічним районуванням Білозерський рудний район визначено як підрозділ Дніпровсько-Приазовської субпровінції [1], проте він більше відомий як “залізорудний район”; у межах якого виявлено великі поклади залізних руд – магнетитових кварцитів і природно багатих окиснених руд. Саме з назвою “залізорудний” цей район розглянуто у фун-

даментальній узагальнювальній монографії “Металічні корисні копалини” [2].

Білозерський залізорудний район (БЗР) розміщений у крайовій південно-східній частині Українського щита (УЩ) у межах Середньопридніпровського мегаблока (рис. 1) і приурочений до Білозерської зеленокам'яної структури, витягнутої в субмеридіальному напрямку на 65 км від Каховського водосховища на півночі до с. Веселе на півдні. Залізорудний район займає площу близько 1200 км², видовжений

Рис. 1. Схема розміщення зеленокам'яних структур Середньопридніпровського мегаблока Українського щита

1 – зеленокам'яні структури; 2 – масиви плагіогранітів сурського комплексу; 3 – постзеленокам'яні двопольовошпатові граніти; 4 – утворення аульського структурно-формаційного комплексу; 5: а) – міжблокові зони розламів УЩ; б) головні розлами (римські цифри в прямокутниках): I – Комісарівський; II – Дніпродзержинський; III – Дерезуватський; IV – Девладівський; V – Хортицький; VI – Мокромосковський (Малокатеринівський); 6 – цифри в кружках – назви основних зеленокам'яних структур: 1 – Верхівцівська, 2 – Сурська, 3 – Софіївська, 4 – Криворізька, 5 – Чортомлицька, 6 – Конкська, 7 – Білозерська

на 40 км і частково охоплює території Василівського, Михайлівського та Веселівського адміністративних районів Запорізької області.

До складу БЗР входять Північно-Білозерське, Південно-Білозерське, Переверзівське, Південне родовища багатих (гематитових) руд, а також родовище Північного замикавання центральної синкліналі, Західна ділянка й ділянка свердловини 188 з подібними рудами (рис. 2). Розвідані запаси багатих руд БЗР за даними геологічної служби Запорізького залізорудного комбінату становлять (у млн тонн) приблизно 850 із середнім умістом заліза загального – 57,69 %, зокрема Переверзівського – 382,5; Південно-Білозерського – 166,3; Північно-Білозерського – 49; Північного замикавання – 68,2; Південного родовища – 160.

Багаті руди залягають у межах потужних (50–250 м) пластів залістих кварцитів. Але чимала частина залістих кварцитів є окисненою, а отже не придатною для економічно ефективного відпрацювання. Проте збереглися ділянки неокиснених (магнетитових) кварцитів, які мають великий потенціал. За різними оцінками запаси й ресурси магнетитових кварцитів становлять від 6 до 8 млрд т. За сприятливих економічних умов їх можна залучити до промислового розроблення.

На сьогодні в БЗР експлуатують Південно-Білозерське й Переверзівське родовища. Багаті залізні руди добуває підприємство з іноземними інвестиціями у формі приватного

Рис. 2. Схематична геологічна карта Білозерського залізорудного району й геологічний розріз по лінії I-I (за матеріалами Білозерської ГРЕ з коригуваннями й доповненнями авторів)

Сурський комплекс: 1 – діорити; 2 – плагіограніти. Конкська серія: 3 – сурська світа (амфіболіти, сланці плагіоклаз-хлорит-амфіболітові й тальк-карбонат-серпентин-амфіболітові, прошарки рудних і безрудних кварцитів, серпентиніти); 4 – чортомлицька світа (метабазальти, метадацити, метаріодацити, метадолерити); 5 – солонівська світа (метаріодацити, метаріоліти, метадацити). Білозерська серія: 6 – михайлівська світа (кварцові, аркозові метатісковики, метагравеліти, метаконгломерати, сланці філітоподібні та вуглецеві, метаріодацити); 7 – запорізька світа (сланці і кварцито-сланці кварц-хлоритові, кварц-карбонат-хлоритові); 8 – залізорудний горизонт запорізької світи (магнетитові, гематит-мартитові, хлорит-гематит-мартитові кварцити та багаті залізні руди, сланці магнетит-амфібол-кварцеві); 9 – теплівська товща – метакоматіти (серпентиніти, актиноліти, тремоліти, сланці карбонат-талькові); 10 – ультрабазити варварівського комплексу (серпентиніти, тремоліти); 11 – головні розлами (арабські цифри у квадратах): 1 – Центральний; 2 – Діагональний; 3 – Західний; 4 – Північно-Східний; 12 – родовища заліза (римські цифри в кружках): I – Північно-Білозерське; II – Західна ділянка; III – ділянка свердловини 188; IV – Північне замикавання; V – Південно-Білозерське; VI – Переверзівське; VII – Південне

акціонерного товариства “Запорізький залізорудний комбінат” (ПрАТ “ЗЗРК”) (фото 1). Родовища розробляють у складних гідрогеологічних і гірничотехнічних умовах підземним способом, оскільки рудні поклади перекриті чохлом обводнених осадових порід потужністю 250–350 м.

Історія вивчення і освоєння району

Уперше багаті залізні руди БЗР було виявлено поблизу с. Мала Білозерка в 1955 р. (Настенко, Халло). Основою для проведення геологорозвідувальних робіт слугували матеріали геофізичних досліджень, виконаних у період 1950–1953 рр. До 1961 року тут розвідали Північно-Білозерське родовище, запаси якого на той час за категорією C_1 оцінили в 32 млн тонн. Родовище, яке й донині не розробляють, зарахували до резерву.

Наприкінці 1956 р. було відкрито Південно-Білозерське родовище, розміщене за 10 км на південний схід від Північно-Білозерського (рис. 2). Детальну розвідку об'єкта завершили в 1960 р. (Халло та ін.). З 1961 року на базі Південно-Білозерського родовища почали будувати Запорізький залізорудний комбінат, який увели в експлуатацію 1969 року. Розвідані запаси багатих залізних руд до глибини 1200 м на цьому родовищі на початок 1976 року за категоріями $B + C_1 + C_2$ оцінювали в 322 млн тонн.

Після отримання ПрАТ “ЗЗРК” спеціального дозволу на користування надрами з метою видобування багатих залізних руд назва родовища трансформувалася в Південно-Білозерське родовище і наразі вживається так, як офіційно зафіксована в спецдозволі.

Разом з Південно-Білозерським родовищем розвідувальні роботи проводили й на північному замиканні Центральної синкліналі, що контролює геолого-структурне положення південної групи родовищ БЗР (IV–VII, рис. 2). Поклади багатих залізних руд виявили в східному крилі Північного замикання. Аналогічно до Північно-Білозерського родовища руди цього об'єкта перебувають у резерві.

Переверзівське родовище було відкрито 1959 року (Халло та ін.). Детальні розвідувальні роботи проведено в 1962–1967 рр., 1967–1975 рр. (Качанов та ін.), за результатами яких затверджено 352 млн тонн запасів багатих руд у межах центральної й південної частин родовища за категоріями $B + C_1 + C_2$. У 2015 році Переверзівське родовище залучено до промислової експлуатації.

Фото 1. Центральный офіс ПрАТ “Запорізький залізорудний комбінат”

Майже одночасно з Переверзівським дещо південніше від нього було виявлено Південне родовище. Геологічне вивчення цього об'єкта обмежено стадією попередньої розвідки.

У період з 1955 по 1961 рр. активними пошуково-розвідувальними роботами й глибокими свердловинами було також розкрито багаті залізні руди Західної ділянки та ділянки свердловини № 188 (рис. 2). Проте в подальшому на цих об'єктах і на Південному родовищі детальних розвідувальних робіт і геолого-економічної оцінки не виконували.

У 2011 і 2016 рр. на Південно-Білозерському родовищі, а в 2014 і в 2018–2019 рр. на Переверзівському виконано геолого-економічну переоцінку (ГЕО) та перераховано запаси багатих залізних руд, що було зумовлено накопиченням нових геологічних даних, зміною економічних і технічних умов добування корисної копалини, зміною законодавчої бази у сфері надрокористування. За результатами ГЕО уточнено техніко-економічні й фінансові показники господарської діяльності ПрАТ “ЗЗРК”, визначено коефіцієнти рентабельності, які засвідчують економічну доцільність подальшої експлуатації родовищ, розроблено рекомендації щодо забезпечення ефективної діяльності підприємства.

Промислове значення магнетитових кварцитів Переверзівського родовища оцінено в 2017 р. Техніко-економічними розрахунками підтверджено, що освоєння запасів магнетитових кварцитів у сучасних умовах є недоцільним, оскільки призведе до істотного погіршення економічної ефективності відпрацювання родовища загалом.

Родовища Південне й Північного замикання, а також Західну ділянку й ділянку свердловини 188 до цього часу детально не вивчали. Розвідувальні роботи й ГЕО не проводили через гірші, ніж на інших залізорудних об'єктах району, параметри зруденіння й складні умови залягання корисної копалини.

Висвітлення БЗР у літературі

Питання геологічної будови залізорудних родовищ Білозерського району, а також стану їхнього промислового освоєння від часу відкриття й до наших днів у літературі висвітлено вкрай несистематично. Основні обсяги геологорозвідувальних робіт і спеціалізованих досліджень, а отже й звітів і наукових публікацій, припали на період відкриття цих об'єктів і початок промислового освоєння району, що збігається з роками розквіту радянської геології й геологічної науки.

Залізорудні родовища вивчала Дніпропетровська група відділів Інституту мінеральних ресурсів (ІМР) під час тематичної роботи зі складання геолого-промислового нарису Білозерського рудного району (В. Ф. Гузенко та ін., 1965).

Геологічну будову, геолого-структурну позицію, мінералогічні і якісні особливості руд та інші характеристики нововиявленого Білозерського району й залізорудних родовищ ґрунтовно досліджували С. М. Доброхотов, В. Ф. Халло, Г. Ф. Гузенко, В. Д. Ладієва тощо. У 80-х роках ХХ сторіччя завдяки стабільному геологічному вивченню району регулярно виходили публікації М. В. Кушинова, В. М. Кравченко, В. І. Ганюцького, Є. М. Качанова та інших дослідників.

Докладну інформацію про унікальний Білозерський залізорудний район можна знайти також у монографіях [2, 4, 11], наукових публікаціях [5, 8–10], дисертаційній роботі М. В. Рузіної [15], звітах науково-дослідних робіт (В. М. Кравченко, 1983, 1996) та ін.

Наприкінці ХХ – початку ХХІ сторіччя обсяги геолого-розвідувальних робіт, наукових і тематичних геологічних досліджень як Білозерського району, так і України загалом

неабияк скоротилися, що зумовило цілковитий брак актуальної геологічної інформації в друкованих виданнях. Проте варто віддати належне М. В. Рузіній, наукові публікації якої з питань геології, рудоносності й металогенії Білозерської зеленокам'яної структури як самостійні [14, 16 та ін.], так і в співавторстві з В. М. Кравченко та ін. періодично, у ці часи, з'являлися на сторінках геологічних журналів і збірників тез наукових конференцій.

В останніх наукових працях щодо залізорудних об'єктів ПрАТ "ЗЗРК" висвітлено результати повторних ГЕО, дані експлуатаційної розвідки, дорозвідки глибоких горизонтів родовищ і тематичних досліджень [12, 13].

Мета цієї публікації – проаналізувати новітню геологічну інформацію, отриману під час експлуатації Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ, експлуатаційної розвідки й дорозвідки глибоких горизонтів і флангів, а також повторної геолого-економічної оцінки цих об'єктів. Багаті залізні руди залягають у дуже складних гідрогеологічних і гірничотехнічних умовах, тож їхній видобуток пов'язаний із застосуванням передових високопродуктивних та ефективних технологій. Інформація щодо геологічної будови, морфології рудних покладів і умов їхнього залягання, якісних і технологічних властивостей, природних умов видобування руд, сучасної системи розроблення корисної копалини цих унікальних родовищ заслуговує на всебічне висвітлення для ознайомлення широкого кола фахівців і науковців геологічної галузі й гірничодобувної промисловості.

Геологічна будова району і родовищ

У геолого-структурному плані БЗР приурочений до Білозерського синклінорію, якому відповідає Білозерська зеленокам'яна структура (БЗС) (рис. 2). Синклінорну структуру наповнюють метаморфічні породні комплекси мезоархею – утворення конкської й білозерської серій і парагенетично пов'язані з ними гранітоїди сурського комплексу.

Породи білозерської серії розвинені в межах кількох синклінальних складок, до яких приурочені залізорудні родовища району. У складі серії виділено (знизу – вгору) михайлівську, запорізьку й переверзівську світи [3].

Михайлівська світа представлена переважно теригенними, а також незначною мірою хемогенними залізо-кременистими утвореннями й кислими метавулканітами та є найпоширенішою.

У складі запорізької світи, що містить залізні руди родовищ, виділяють метапісковиково-сланцевий (нижній), залізорудний і кварцито-сланцевий (верхній) горизонти. Залізорудний горизонт розвинений у вигляді вузьких смуг і також поділяється на три складники (підгоризонти): нижній – хлорит-магнетит-карбонатний; середній – магнетитових кварцитів і покладів багатих залізних руд; верхній – хлорит-карбонат-магнетитових кварцитів і сланців.

Залізисті кварцити окиснені зазнали процесів інтенсивного вилугування, завдяки чому перетворюються на багаті залізні руди. Водночас магнетит заміщується мартитом, залізо-магнетитові карбонати – дисперсним гематитом, хлорит – глинистими мінералами й гематитом. Неокиснені різновиди кварцитів збереглися здебільшого в лежачому й висячому боках продуктивного горизонту.

За вмістом головних рудоутворювальних мінералів і кількісних співвідношень їхніх різновидів серед багатих залізних руд виділяються такі основні типи: дисперсногематит-мартитові, мартитові, дисперсногематитові.

Багаті окиснені залізні руди БЗР за походженням і властивостями належать до саксаганського геолого-промислового типу (Халло, 1960; Михалевська, 1990; [2]). Просторово й генетично вони пов'язані із залізистими кварцитами. Зрудення належить до глибинного ярусу й занурюється від поверхні кристалічних порід на глибину понад 1500 м.

Переверзівська світа, яка займає верхнє положення в розрізі білозерської серії, складена асоціацією кварц-серицитових, кварц-карбонат-хлорит-серицитових, вуглецево-серицитових сланців, метапісковиків і безрудних кварцитів.

Вище залягають метавулканіти ультраосновного, основного й середнього складу теплівської товщі середнього архею [3].

В. М. Кравченко пропонував у складі білозерської серії виділити також тимошівську товщу, яка, на його думку, завершує розріз структури й паралелізується з верхами розрізу Кривого Рогу.

Інтрузивні утворення на площі родовищ представлені зміненими ультрабазитами варварівського комплексу, перетвореними на серпентиніти. Зазвичай вони приурочені до стратиграфічного контакту михайлівської й запорізької світ, але часто апофізи міжпластових тіл серпентинітів перетинають продуктивні горизонти запорізької світи. Доволі широко в районі розвинені дайки кварцових кератофірів і альбітофірів та епідіабазів (метадолеритів?) пізнішого віку.

Залізорудні поклади й комплекс уміщувальних архейських порід перекриті товщею мезо-кайнозойських відкладів (крейди, палеогену, неогену, четвертинної системи) потужністю до 250–350 м, що характеризуються субгоризонтальним заляганням і збільшенням потужності в південному напрямку внаслідок занурення фундаменту.

У тектонічному плані Білозерський синклінорій є складнобудованою структурою, у межах якої виділяють серію синклінальних складок, вивопнених породами білозерської серії (рис. 2). Н. В. Кушинов [9, 10] на площі БЗР виділив шість лінійних антиклінальних і синклінальних складок.

Північно-Білозерське родовище розміщується в межах Північно-Білозерської синкліналі, яка має лінійну форму завдовжки близько 6–7 км і простягається в південно-східному, близькому до субмеридіонального, напрямку (рис. 2). За даними розвідки (1961 р.) і тематичної роботи зі складання геолого-промислового нариса БЗР (1965 р.) родовище приурочено до ізоклінальної синклінальної складки, яка має простягання 345–350° і перекинена на захід. Падіння складки стрімке – 75–80°. Одне крило зрізане повздовжнім тектонічним порушенням (рис. 3). Родовище складається з двох уособлених рудних покладів – Південного, розміщеного в південній замковій частині синкліналі, і Північного, що залягає в центральній її частині.

Поклад Південний має плаstopодібну форму й простягається на відстань 600 м за потужності від 3 до 65 м. Північний поклад має лінзоподібну форму, довжина його становить близько 400 м, потужність – 75–80 м. Серед багатих залізних руд вирізняються переважні гематитові (до 97 %) і карбонат-магнетитові мартитизовані. Гематитові руди також розділяють на мартитові, дисперсно-гематит-мартитові (найпоширеніші) і мартит-дисперсногематитові.

Багаті руди містять понад 60 % заліза загального, вміст сірки й фосфору низький. Але внаслідок низької міцності для мартенівського виробництва без попередньої підготовки може бути придатною дуже невелика кількість руд.

Загальні запаси Північно-Білозерського родовища за висновком авторів тематичних досліджень (1965 р.) завдяки дорозвідці можна збільшити до 50–70 млн тонн. У подальшо-

Рис. 3. Схематичний структурний розріз Північно-Білозерської синкліналі (за Г. Ф. Гузенко та ін., 1965, із коригуваннями авторів)

Запорізька світа: 1 – метакісовики й сланці нижнього горизонту; 2 – сланці й кварцити-сланці кварц-хлоритові, кварц-карбонат-хлоритові; 3 – горизонт залістистих кварцитів і багатих залізних руд; 4 – тектонічні порушення; 5 – розвідувальні свердловини

му розвідувальні роботи й геолого-економічну оцінку на родовищі не проводили.

Родовища Південно-Білозерського рудного поля – Південно-Білозерське, Переверзівське, Південне, Північне замикавання – приурочені до Центральної синкліналі, що орієнтована в субмеридіональному напрямку й простежується на відстані понад 20 км (В. Ф. Халло, 1960; В. Ф. Гузенко та ін., 1965). Перші три із зазначених родовищ розміщуються в західному крилі структури, а родовище Північного замикавання – у північно-східному крилі.

Південно-Білозерське родовище має дугоподібну форму, оскільки розміщується поблизу північного замикавання Центральної синкліналі. Простягання залізрудних покладів і вмщувальних порід з півдня на північ поступово змінюється з північно-західного на північно-східне. Переверзівське родовище майже стабільно простягається в субмеридіональному напрямку на 6 км.

Метаосадова товща запорізької світи й залізовмісна пачка в межах Південно-Білозерського й Переверзівського ро-

довищ мають доволі стрімке перемінне падіння на схід, яке змінюється від 60–65° до субвертикального. Поклади й тіла багатих залізних руд залягають загально субзгідно до вмщувальних порід.

Досить широко на залізрудних родовищах району проявлені тектонічні порушення як плікативного, так і диз'юнктивного типів. Найбільш потужними й протяжними є поздовжні розлами. Неабияк ускладнюють рудні поклади й структуру родовищ поперечні дислокації. У тілах залістистих кварцитів і пов'язаних із ними багатих залізних рудах за даними гірничо-експлуатаційних робіт встановлено розвиток потужної складчастості, яка додатково ускладнює морфологію й умови залягання корисної копалини.

У крайовій південній частині Південно-Білозерського рудного поля розміщується Південне родовище, яке майже продовжує Переверзівське. Родовища мають багато подібних ознак, проте Південне характеризується меншими запасами багатих залізних руд, зростанням потужності осадового чохла мезо-кайнозойського віку внаслідок поступового занурення фундаменту.

Родовище Північного замикавання Центральної синкліналі залягає в аналогічних умовах, що й інші об'єкти Південно-Білозерського рудного поля, вирізняючись північно-західним простяганням залізрудної товщі.

Загалом родовища Південне й Північного замикавання характеризуються недостатнім рівнем геологічної вивченості й потребують докладніших досліджень і відповідної оцінки.

Вивчення родовищ у процесі промислового розроблення

Після детальної розвідки Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ тривало планове геологічне вивчення й поетапна дорозвідка різних поверхів і флангів. На Південно-Білозерському також постійно виконували експлуатаційну розвідку, а з 2004 року поновили дорозвідку глибоких горизонтів.

На північному фланзі Переверзівського родовища в 1986–1991 рр. виконано попередню розвідку магнетитових кварцитів, запаси яких враховані державним балансом ПрАТ “ЗЗРК” і за категоріями $C_1 + C_2$ становлять 233,8 млн тонн із середнім умістом заліза магнетитового 24,5 %.

Роботи з геологічного вивчення родовищ у процесі їхньої експлуатації геологічна служба ПрАТ “ЗЗРК” проводить згідно з Інструкцією з геологічного обслуговування гірничорудних підприємств [6], що визначає головні завдання щодо забезпечення ефективного видобутку залізних руд, виконання вимог з охорони надр і якнайповнішого вилучення корисної копалини, раціонального й комплексного її використання.

У результаті проведених додаткових розвідувальних робіт і довивчення в процесі експлуатації істотно уточнено уявлення щодо геології та структури родовищ і БЗР загалом, умов залягання, морфології й внутрішньої будови залізрудних покладів, якісних і технологічних властивостей корисної копалини, гідрогеологічних, інженерно-геологічних і гірничотехнічних умов промислової експлуатації родовищ.

Південно-Білозерське й Переверзівське родовища за складністю геологічної будови згідно з Інструкцією [7] належать до 2-ї групи як об'єкти зі складною геологічною будовою, мінливою потужністю й порушенням заляганням рудних покладів.

Багаті руди залягають лише в межах потужного горизонту залістистих кварцитів. Падіння кварцитів і багатих руд стрімке в східному напрямку з кутами від 60–65° до 80–85°.

Залягання покладів багатих руд загалом згідне або близьке до згідного щодо нашарування вміщувальних порід.

Розміри залізрудних покладів за простяганням перевищують сотні метрів за потужності від кількох до 70–110 м. За падінням чимала кількість рудних покладів продовжується нижче горизонту – 1200 м.

Трапляються “сліпі” плаstopодібні тіла, які не виходять на поверхню кристалічного фундаменту або залягають нижче горизонтів, де наразі добувають багаті руди. На нижніх горизонтах Південно-Білозірського родовища такі тіла поєднуються в більші за розмірами рудні поклади, як-от поклад “Новий”.

Рудні поклади Південно-Білозірського родовища мають стовбувату, пласто-, гніздо-, лінзоподібну, а також комбіновану форму, зумовлену суміщенням стовбуватої й складної плаstopодібної форм. На Переверзівському родовищі переважають плаstopодібні рудні тіла з непостійними потужностями за простяганням і падінням, частим їхнім розгалуженням (рис. 4).

Контакти тіл багатих руд і вміщувальних залізистих кварцитів зазвичай доволі різкі, макроскопічно вирізняються. Зі сланцями контакти багатих руд однозначно є чіткими й різкими. На виклинуванні рудних тіл характер контактів різноманітний – від різких до доволі поступових, від “тупої” форми до зубчастої. Це залежить від інтенсивності тектонічного пророблення й структурної форми контактної ділянки, а також від інтенсивності метасоматичних процесів. Саме в контактних зонах завширшки до кількох метрів найвиразніше проявлені лінзовий будинач і дрібна складчастість.

На залізисті кварцити й багаті залізні руди доволі часто накладена складчастість четвертого, п'ятого й вищих порядків. Гірничо-експлуатаційними роботами встановлено також широкий розвиток тріщин окремоті – стрімкопадних і пологих. Простягання стрімкопадних тріщин окремоті здебільшого 350°, а пологих – 250–75°. Іноді по тріщинах спостерігаються кварцові жили й рудні брекчії як уламки залізистих кварцитів і руд, зцементованих дисперсним гематитом.

Зруденіння як за простяганням, так і падінням розподілено нерівномірно. Найбільшим за запасами багатих залізних руд Південно-Білозірського родовища є поклад “Головний”, у якому, за результатами останньої ГЕО (2016 р.), зосереджено 64,4 % корисної копалини, а Переверзівського – поклади № 4 та № 7, які за результатами ГЕО 2014 р., разом містять 62 % сумарних запасів родовища (17 та 45 % відповідно).

Характерними для родовищ є такі явища, як скупчення покладів і тіл багатих руд, кулісоподібне залягання дрібних покладів, наявність залишків залізистих кварцитів у рудних тілах у вигляді лінз і прошарків, розвиток відгалужень від тіл багатих руд і залізистих кварцитів за падінням і простяганням (рис. 4).

Комплексні дослідження в процесі експлуатації родовищ підтверджують, що багаті залізні руди є монометальними. Супутніх корисних компонентів промислового значення вони не містять.

Головним рудотвірним мінералом є гематит, що становить 80–98 % рудної маси. Абсолютне переважання в рудах гематиту зумовило належність до гематитового мінерально-го типу.

Гематит представлений трьома різновидами – дисперсним гематитом, мартитом і залізною слюдкою, з яких перші два є найпоширенішими. Відповідно й руди поділяють на три головні підтипи: мартитові (зокрема й залізо-слюдково-мартитові), дисперсногематит-мартитові (зокрема й залізо-слюдково-дисперсногематит-мартитові) та дисперсногематитові

(зокрема й мартит-дисперсногематитові), які мають відмітні фізичні властивості.

Мартитові руди Південно-Білозірського родовища становлять 30 % загальної кількості багатих руд, дисперсногематит-мартитові – 68 %, дисперсногематитові – 2 % (рис. 5, 6). Уміст заліза в рудах змінюється від 48 % (бортовий уміст для підрахунку запасів) до 69 % і становить у середньому 62,8 %.

Головною товарною продукцією ПрАТ “ЗЗРК” є агломераційна руда, уміст заліза загального в якій має становити не менш як 61 %. Частка цієї руди в річному обсязі виробництва підприємства становить понад 90 %. Другий різновид товарної продукції – мартенівська руда з умістом заліза приблизно 58 %.

Вимоги до якості багатих залізних руд регламентуються технічними умовами ПрАТ “Запорізький залізрудний комбінат”, які поширюються на агломераційні й мартенівські заліз-

Рис. 4. Узагальнений геологічний розріз Переверзівського родовища

Запорізька світа: 1 – сланці й кварцито-сланці кварц-хлоритові, кварц-карбонат-хлоритові; 2 – залізисті кварцити; 3 – руди мартит-гематитові. Теплівська товща: 4 – метаконатити (серпентиніти, актиноліти, тремоліти, сланці карбонат-талькові); 5 – розвідувальні свердловини; 6 – абсолютні позначки горизонтів, м

Рис. 5. Руда мартитова, тонкосмуриста, плейчата, кавернозна, тріщинувата

Рис. 6. Руда дисперсногематит-мартитова, тонкосмуриста, плейчата, порувата, кавернозна

ні руди Південно-Білозірського й Переверзівського родовищ, призначені для перероблення на металургійних підприємствах.

У 2015 році за рекомендацією ДКЗ України на Південно-Білозірському родовищі уточнено фізичні властивості руд і вміщувальних порід. За результатами досліджень УкрДГРІ об'ємна маса багатих залізних руд становить у середньому 3,95 т/м³, поруватість – 18,72 %, вологість – 4,36 %. З'ясовано, що об'ємна маса руд залежить здебільшого не так від вмісту заліза, як від їхньої поруватості й закономірно збільшується від дисперсногематитових руд до дисперсногематит-мартитових і мартитових.

Умови експлуатації родовищ і стан гірничих робіт

Залізорудні родовища Білозерського району характеризуються дуже складними гідрогеологічними, інженерно-геологічними й гірничотехнічними умовами. Це пов'язано з наявністю потужного водонасиченого осадового чохла перекривних мезокайнозойських відкладів, а також неоднорідністю фізико-механічних властивостей залізгорудної товщі й уміщувальних порід.

На родовищах, у різних їхніх частинах, розвинені від семи до дев'яти водонесних горизонтів. П'ять верхніх із них пов'язані з пухкими відкладами осадового чохла, потужність якого сягає 250–350 м. Нижні горизонти приурочені до кори вивітрювання кристалічних порід, зони тріщинуватості фундаменту й залізгорудних покладів.

Три водонесні горизонти, які залягають на глибинах до 130 м від денної поверхні, вище за глинисто-мергельну олігоцен-еоценову товщу, належать до першого (верхнього) водонесного комплексу. До другого комплексу належать во-

доносні горизонти в еоценових (бучацьких), крейдових відкладах, тріщинуватих кристалічних породах і рудах.

Водонесні горизонти осадового чохла надійно ізольовані від горизонтів у відкладах тріщинуватих кристалічних порід і руд, тому осушувальні роботи під час освоєння родовищ на їхній режим не впливають. Цьому сприяло інженерне рішення щодо розробки Південно-Білозірського й Переверзівського родовищ із закладанням виробленого простору.

Руди й уміщувальні породи родовищ характеризуються широким діапазоном міцності. Коефіцієнт міцності за Протод'яковим змінюється від 1–2 до 15–16. Найнижчі значення мають поруваті й кавернозні гематит-мартитові руди й тальк-карбонатні породи, максимальні – кварцити. Переважають руди й породи середньої міцності, тому загалом умови родовища є сприятливими для розробки корисної копалини підземним способом. Але окремі ділянки, передусім у зонах тріщинуватості, потребують укріплення гірничих виробок торкретбетоном, а іноді й металевими арками.

Інженерно-геологічні й гірничотехнічні умови розроблення багатих руд належать, згідно з працею [6], до складних, що пов'язано з потужним обводненням гірничих виробок, вторинним обводненням гірничого масиву під час закладання, неможливістю проведення гірничих робіт без випереджального дренажу. Головний чинник, який визначає складність гірничо-геологічних умов розроблення Південно-Білозірського й Переверзівського родовищ – чималі водопритливи до гірничих виробок.

ПрАТ “ЗЗРК” для забезпечення ефективного відпрацювання багатих руд у цих складних умовах запровадив низку заходів: випереджальний дренаж для запобігання обводненню рудного масиву й гірничих виробок, закладання відпрацьованого простору спеціальними твердкими сумішами, постійний контроль за станом гірничих виробок і охоронного цілика. Це дало змогу успішно застосовувати високопродуктивну підповерхово-камерну й поверхово-камерну системи розроблення з масовим відбоям руди.

Схема розкриття й відпрацювання родовищ є доволі складною, але оптимальною, що охоплює шахтні стовбури, людський, вантажний і транспортні ухили. Рудні поклади Південно-Білозірського родовища, яке розробляють з 1969 р., розкрито 24 горизонтами. На Переверзівському родовищі добувні й підготовчі роботи проводять на поверхсі 340–640 м. Розвинена на сьогодні спільна для обох родовищ система капітальних підземних гірничих виробок перевищує 110 км. Загальна довжина підземних гірничих виробок – понад 300 км.

Залізні руди Південно-Білозірського родовища добувають на поверхсі між горизонтами 301–1040 м, на поверхсі 940–1040 м одночасно проводять гірничопідготовчі роботи для продовження розроблення корисної копалини на глибших горизонтах. На Переверзівському родовищі добувні роботи здійснюють на поверхсі 480–560 м, гірничопідготовчі – на поверхсі 340–640 м. Нині виробнича потужність підприємства становить понад 4,5 млн тонн руди за рік.

В експлуатації одночасно перебуває від 15 до 22 камер. Відпрацьований простір надр заповнюють закладною сумішшю, для приготування якої на поверхні збудований закладний комплекс продуктивністю 1,5 млн м³ на рік.

Запроваджена система розроблення багатих залізних руд забезпечує: збереження продуктивності верхніх водонесних горизонтів, які використовують для водопостачання південно-західної частини Запорізької області; повне збереження поверхні землі від завалів і зсувів на площі ведення гірничих робіт і гірничого масиву, що оточує гірничі виробки; запобі-

гання потраплянню води продуктивних водоносних горизонтів до гірничих виробок.

Комбінат постійно вдосконалює технології видобутку й перероблення руди, оновлює технічне обладнання. На зміну скреперним лебідкам, буровим машинам СБКН і навантажувальним ППН прийшла новітня імпортна самохідна техніка (фото 2, 3). Втілення програми технічного переобладнання дає змогу ПрАТ “ЗЗРК” підвищувати продуктивність виробництва, поліпшувати умови праці гірників, розв’язувати проблеми якості й економічної ефективності роботи підприємства.

За якісними й технологічними показниками багаті залізні руди БЗР є найліпшими серед аналогічних об’єктів України і Європи. Середній уміст заліза загального в них становить близько 62 %. Руди не потребують збагачення й відповідають вимогам до агломераційних і мартенівських руд. Завдяки своїй якості “Білозерська” руда має великий попит за кордоном: половина продукції йде на експорт – у Словаччину, Чехію, Австрію, Польщу. На внутрішньому ринку основну частину продукції постачають на металургійний комбінат “Запоріжсталь”.

Запаси багатих залізних руд Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ на сьогодні оцінені до горизонту -1200 м. У разі дотримання запланованої річної продуктивності робота підприємства буде забезпечена більше ніж на 50 років. Перспективи ПрАТ “ЗЗРК” у подальшому можуть бути пов’язані з глибокими горизонтами (-1500 – -1600 м), до яких простежені багаті руди, а також із запасами магнетитових кварцитів Переверзівського родовища, які за сприятливих економічних умов також можуть бути залучені до промислового освоєння.

Південно-Білозерське й Переверзівське родовища відпрацьовують разом підземним способом єдиною системою гірничих виробок. Як підтверджує світова практика, одночасне розроблення кількох родовищ корисних копалин зусиллями одного підприємства є доволі поширеним явищем. Подібну систему застосовують і вітчизняні гірничі підприємства, зокрема в залізодобувній галузі. Така практика є поширеною на Криворіжжі, де гірничозбагачувальні комбінати підземним способом одночасно розробляють кілька родовищ і навіть суміщають поверхневу й підземну системи відпрацювання залізних руд. У Кременчуцькому залізорудному районі ВАТ “Полтавський ГЗК” розробляє одним кар’єром Горішньо-Плавнинське й Лавриківське родовища.

Одночасне відпрацювання Південно-Білозерського і Переверзівського родовищ має певні особливості, а також технічні та економічні переваги.

Для розроблення залізних руд цих родовищ, які є окремими об’єктами надкористування, використовується спільна інфраструктура – капітальні гірничі виробки, шахтні стовбури, дробарно-сортувальна фабрика, цех виготовлення закладки для виробленого простору й допоміжні об’єкти і служби – водовідведення, транспорт, ремонтно-механічна майстерня, електрозабезпечення, вентиляції, компресорна тощо.

Під час відпрацювання шахтного поля ПрАТ “ЗЗРК” застосовано нетрадиційну схему розкриття Переверзівського родовища – рудний стовбур розміщується поза його межами. Проект розроблення Переверзівського родовища передбачає застосування сучасної техніки імпортного виробництва (фото 2, 3). Електровозне відкочування порід і руди застосовуватимуть лише в разі створення виробок горизонту 480 м, який проходять від Південно-Білозерського родовища, та на концентраційному горизонті 640 м для відкочування добутої руди до рудопідіймальних стовбурів. Відстань перевантаження становить до 2 км і більше.

Групу шахтних стовбурів (два рудопідіймальні й один допоміжний) пройдено в центральній частині Південно-Білозерського родовища на віддаленні 1,2–1,3 км на захід від залізорудних покладів (фото 4). Пройдено, крім того, Південний і Північний вентиляційні й дренажний стовбури, а також 5 “сліпих” стовбурів для вентиляції, підіймальні й допоміжний. На Переверзівському родовищі пройдено “Переверзівський стовбур”, який обладнають скіповим механізмом для підняття руди на поверхню й людської кліті, і планують пройти вентиляційний Південний стовбур у південній частині покладу № 7.

Підприємство використовує унікальну систему осушення шахтного поля, створену для ефективного добування багатих залізних руд у дуже складних гідрогеологічних і гірничотехнічних умовах. Сучасний підземний водовідливний комплекс із восьми насосних станцій щогодинно випомповує до 2100 м³ шахтних вод у двосекційні відстійники, а після відстоювання води сталевим трубопроводом завдовжки 87,5 км спрямовуються до ставка-випарювача Утлюцького лиману Азовського моря. Порожнини відпрацьованих ділянок надр для запобігання обвалуванням заповнюють твердою сумішшю.

Розробляючи корисну копалину обох родовищ водночас, ПрАТ “ЗЗРК” має змогу маневрувати, щоб забезпечити виконання запланованих виробничих показників, регулювати якість і рентабельний обсяг видобутку корисної копалини, підтримувати потрібний середній уміст заліза загального в

Фото 2. Машина фірми Sandvik для навантаження й перевезення руди

Фото 3. Пристрій фірми Sandvik для буріння шпурів

Фото 4. Центральна група шахтних стовбурів ПрАТ “Запорізький залізорудний комбінат”

рудах для їхньої відповідності агломераційним і мартенівським рудам, ефективніше й оптимальніше використовувати техніку та виробничий персонал, регулювати й оптимізувати рівень інвестицій у гірничо-капітальне будівництво, реконструкцію, гірничі й спеціальне обладнання, підтримувати оптимальний рівень економічних показників виробничої діяльності підприємства.

Після виведення Переверзівського родовища на заплановану потужність очікується, що річна продуктивність ПрАТ “ЗЗРК” сягне 6 млн тонн руди за рік. Спільне розроблення Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ, згідно з проектними рішеннями, забезпечує довготривалу стабільну роботу комбінату без зниження обсягів видобутку багатих залізних руд.

ПрАТ “ЗЗРК” на сьогодні один з найбільших, передових і успішних серед подібних йому в залізодобувній сфері завдяки ефективній виробничій діяльності в сучасних складних економічних умовах на основі передових технологій, високопрофесійних технічних рішень і ефективного менеджменту.

Висновки

Територія БЗР характеризується вкрай нерівномірним і загалом невисоким рівнем геологічної вивченості, за винятком розроблюваних Південно-Білозерського й Переверзівського та ділянок розвіданих раніше родовищ.

У процесі промислового розроблення багатих залізних руд триває геологічне вивчення Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ – проводяться експлуатаційна розвідка й дорозвідка глибоких горизонтів, виконуються спеціалізовані науково-дослідні роботи. Завдяки цьому отримано великий обсяг нових геологічних даних, які можна інтерпретувати й поширювати на площу БЗР загалом.

Багаті залізні руди Південно-Білозерського й Переверзівського родовищ мають найвищу якість як в Україні, так і Європі. Руди не потребують збагачення й відповідають вимогам агломерації й мартенівського виробництва, що сприяє зменшенню витрат на добування корисної копалини й підвищенню економічної ефективності експлуатації родовищ.

Залізрудні родовища БЗР характеризуються складними природними умовами, що набагато ускладнює їхнє промислове розроблення. Поклади корисної копалини перекриті потужним чохлом до 250–350 м водонасичених осадових мезо-кайнозойських відкладів, а залізрудна товща й уміщувальні породи мають неоднорідні фізико-механічні властивості.

Для розроблення залізних руд використовують продуктивну поверхово-камерну систему із закладенням відпрацьованого простору твердкими сумішами. Добування корисної копалини забезпечується застосуванням випереджального дренажу й постійним відведенням підземних вод із гірничих виробок.

Прогресивна сучасна система розроблення багатих залізних руд, яку застосовує ПрАТ “ЗЗРК”, забезпечує: збереження продуктивності і якості водонесних горизонтів, використовуваних для водопостачання південно-західної частини Запорізької області; повне збереження поверхні землі від обвалів і зсувів на площі ведення гірничих робіт; стабільні екологічні умови в районі комбінату й на прилеглий території; запобігання потраплянню води продуктивних водонесних горизонтів до гірничих виробок; ефективність і повноту вилучення з надр корисної копалини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войновський А. С., Бочай Л. В., Нечаєв С. В. та ін. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:500 000. Пояснювальна записка. – К.: Укр ДГРІ, 2003. – 336 с.
2. Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Металічні корисні копалини України. – Київ – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 2006. – 740 с.
3. Єсипчук К. Ю., Бобров О. Б., Степанюк Л. М., Щербак М. П. та ін. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита. Пояснювальна записка. – К.: УкрДГРІ, 2004. – 30 с.
4. Железисто-кремнистые формации Украинского щита/Отв. ред. Н. П. Семененко. – Киев: Наукова думка, 1978. – Т. 2. – 367 с.
5. Ільвицький М. М. Кумулятивні періодити Південно-Білозерського ультрамафітового масиву (Український щит)/Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – № 4. – Кривий Ріг: Мінерал, 1997. – С. 9–10.
6. Інструкція з геологічного обслуговування гірничорудних підприємств, які розробляють залізні руди підземним способом. Концерн гірничорудних підприємств України “Укррудпром”. – Кривий Ріг, 1997. – 55 с.
7. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ руд чорних металів (заліза, марганцю та хрому): затверджена наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 18.10.2002 № 155 та зареєстрована в Міністерстві юстиції України 11.11.2002 № 881/7169: чинна з 01.01.2003/Державна комісія України по запасах корисних копалин. – К., 2002.
8. Кравченко В. М., Жулід В. П., Рузина М. В. Металлогеніческое значение белозерской серии докембрия Украинского щита// Вісник Дніпропетровського університету. – 1998. – № 1. – С. 3–10.
9. Кушинов Н. В. К вопросу геологического строения Белозерского района//Геол. журн. – 1981. – № 4. – С. 14–19.
10. Кушинов Н. В. Новое о тектоническом строении Белозерского железорудного района//Геол. журнал. – 1981. – № 6. – С. 112–117.
11. Лазько Е. М., Сиворонов А. А., Ярошук М. А. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Зеленокаменные пояса и роль вулканизма в формировании месторождений. – Киев: Наукова думка, 1990. – 171 с.
12. Лисенко О. А., Колотієвський Р. П. Особливості спільної розробки Південно-Білозерського і Переверзівського родовищ залізних руд//Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції у 2 томах, 6–10 жовтня 2018 р., м. Трускавець, Україна, ДКЗ. – Т. 1. – С. 70–78.
13. Лисенко О. А., Колотієвський Р. П., Ковтун О. В. Південно-Білозерське родовище багатих залізних руд//36. наук. праць УкрДГРІ. – 2018. – № 3–4 – С. 30–53.
14. Рузина М. В. Рудоносность и металлогеническое значение позднеархейских формаций белозерской серии Украинского щита//

Тез. докл. Всерос. сов. "Осадочные формации докембрия и их рудоносность" – Санкт-Петербург: ИГД РАН, 1998. – 62 с.

15. Рузина М. В. Рудоносність стратотипу білозерської серії в Білозерській зеленокамі'яній структурі Українського щита: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.11. – Дніпропетровськ: НГА, 2000. – 20 с.

16. Рузина М. В., Терешкова О. А., Иванов В. Н., Смирнов А. Я. Формационный, фациальный состав и рудоносность белозерской серии докембрия Украинского щита в зеленокаменных структурах Среднего Приднепровья//Наук. вісн. НГУ (м. Дніпропетровськ). – 2013. – № 5. – С. 17–23.

REFERENCES

1. Voinovskiy A. S., Bochai L. V., Nechaiev S. V. et al. Complex metamorphic map of Ukraine. Scale 1:500 000. Explanatory note. – Kyiv: UkrDHRI, 2002. – 336 p. (In Ukrainian).

2. Hurskyi D. S., Yesypchuk K. Yu., Kalinin V. I. et al. Metal and nonmetal minerals of Ukraine. Volume 1. Metal Minerals. – Kyiv-Lviv: Vyd-vo "Tsentr Yevropy", 2006. – 740 p. (In Ukrainian).

3. Yesypchuk K. Yu., Bobrov O. B., Stepaniuk L. M., Shcherbak M. P. et al. Stratigraphic correlation diagram of Precambrian of Ukrainian Shield. Explanatory note. – Kyiv: UkrDHRI, 2004. – 30 p. (In Ukrainian).

4. Siliceous iron-formation of the Ukrainian shield/Managing Editor N. P. Semenenko. – Kiev: Naukova dumka, 1978. – Vol. 2. – 367 p. (In Russian).

5. Ilvytskyi M. M. Cumulative peridotites of the Southern-Bilozersky ultramaphite massif (Ukrainian shield)//Vidomosti akademii hirnychkh nauk Ukrainy. – 1997. – № 4. – Kryvyi Rih: Mineral, 1997. – P. 9–10. (In Ukrainian).

6. Instruction on geological service of mining enterprises that develop iron ores by underground mining methods. Concern of mining enterprises of Ukraine "Ukrudprom" – Kryvyi Rih, 1997. – 55 p. (In Ukrainian).

7. Instruction on the Application of the Classification of Mineral Reserves and Resources of the State Fund of Mineral Reserves to Ferrous Metals (Iron, Manganese and Chromium): Approved by the Order of the State Commission of Ukraine for Mineral Resources of October 18, 2002 No. 155 and registered with the Ministry of Justice of Ukraine 11.11.2002 N 881/7169: effective as of 01.01.2003 / State Commission of Ukraine for Mineral Reserves. – Kyiv, 2002. (In Ukrainian).

8. Kravchenko V. M., Zhulid V. P., Ruzina M. V. Metallogenic significance of the Belozersk series of the Precambrian Ukrainian Shield //Visnyk Dnipropetrovskoho Universytetu. – 1998. – № 1. – P. 3–10. (In Russian).

9. Kushynov N. V. On the issue of the geological structure of the Belozersky District//Geol. zhurnal. – 1981. – № 4. – P. 14–19. (In Russian).

10. Kushynov N. V. New data on the tectonic structure of the Belozersky iron ore district//Geol. zhurnal. – 1981. – № 6. – P. 112–117. (In Russian).

11. Lazko E. M., Sivoronov A. A., Yaroshchuk M. A. et al. Precambrian iron-siliceous formations of european part of the USSR. Greenstone belts and the role of volcanism in the formation of deposits. – Kiev: Naukova dumka, 1990. – 171 p. (In Russian).

12. Lysenko O. A., Kolotiiivskiy R. P. Features of joint mine development of the Pivdenno-Bilozirske and Pereverzhovske deposits of iron ore//Nadrokorystuvannia v Ukraini. Perspektyvy investuvannia. Materialy 5-i mizhn. naukovo-prakt. konf. u 2 tomakh, October 6–10, 2018, Truskavets, Ukrainian, SCMR. – Vol. 1. – P. 70–78. (In Ukrainian).

13. Lysenko O. A., Kolotiiivskiy R. P., Kovtun O. V. Pivdenno-Bilozirske deposit of rich iron ore//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2018. – № 3–4. – P. 30–53. (In Ukrainian).

14. Ruzina M. V. Ore bearing and metallogenic significance of the Late Archaean formations of the Belozersky series of the Ukrainian Shield//Tezisy dokladov Vseros. Sov. "Oсадочные формации Докембрия и их рудоносность" – Sankt-Peterburg: IGGD RAN, 1998. – 62 p. (In Russian).

15. Ruzina M. V. The ore-bearing stratotype of the white-bearing series in the Belozerska green-stone structure of the Ukrainian shield: The author's abstract of the dissertation of the candidate of geological sciences: 04.00.11. – Dnipropetrovsk.: NHA, 2000. – 20 p. (In Ukrainian).

16. Ruzina M. V., Tereshkova O. A., Ivanov V. N., Smirnov A. Ya. Formation, facies composition and ore content of the Belozerska series of the Precambrian Ukrainian Shield in the greenstone structures of the Middle Dnieper region//Naukovy visnyk NHU (m. Dnipropetrovsk). – 2013. – № 5. – P. 17–23. (In Russian).

Рукопис отримано 25.06.2020.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

З метою подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на наступне:

1. Кожна публікація не англійською мовою супроводжується анотацією англійською мовою обсягом не менш як 1800 знаків (з ключовими словами). Якщо видання не є повністю українськомовним, кожна публікація не українською мовою супроводжується анотацією українською мовою обсягом не менш як 1800 знаків (з ключовими словами, урахувавши пропуски).

2. Вимоги до анотацій англійською мовою: інформативність (без загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; без повторення відомостей, що містяться в заголовку статті.

3. Прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації (з української — відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27.01.2010 "Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею"; з російської — відповідно до "Системы транслитерации Библиотеки конгресса США"). Зазначення прізвища в різних системах транслітерації призводить до створення в базі даних різних профілів (ідентифікаторів) одного автора.

4. Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Дані про публікації автора використовуються для отримання повної інформації щодо наукової діяльності організації і загалом країни. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою заповнітиме втрачені в системі аналізу організації та авторів. Бажаючи вказувати в назві організації її відомство за належністю.

5. В аналітичній системі SCOPUS потрібні пристатейні списки використаної літератури латиницею. Можливості SCOPUS дають змогу проводити такі дослідження: за посиланнями оцінювати значення визнання робіт конкретних авторів, науковий рівень журналів, організацій і країн загалом, визначати актуальність наукових напрямів і проблем. Стаття з представленим списком літератури демонструє професійний кругозір та якісний рівень досліджень її авторів.

6. Правильний опис джерел, на які посилаються автори, є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано в процесі оцінювання наукової діяльності її авторів, а отже й організації, регіону, країни. За цитуванням журналу визначається його науковий рівень, авторитетність тощо. Тому найважливішими складниками в бібліографічних посиланнях є прізвища авторів і назви журналів. В опис статті треба вносити всіх авторів, не скорочуючи їхньої кількості. Для уникнення неточностей в ідентифікації авторства й визначення персональних метрик (показників) бібліометрії авторам наукових публікацій потрібно використовувати персональні коди ORCID.

7. Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така: автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація), вихідні дані, у дужках — мова оригіналу, ідентифікатор DOI.

8. Список використаної літератури (References) для SCOPUS та інших закордонних баз даних наводиться повністю окремим блоком, повторюючи список літератури до українсько- та російськомовної частини незалежно від того, містяться в ньому чи ні іноземні джерела. Якщо в списку є покликання на іноземні публікації, їх повністю повторюють у списку, який створюють у латинському алфавіті.

Рукопис статті до редакції автори подають зі своїми підписами.