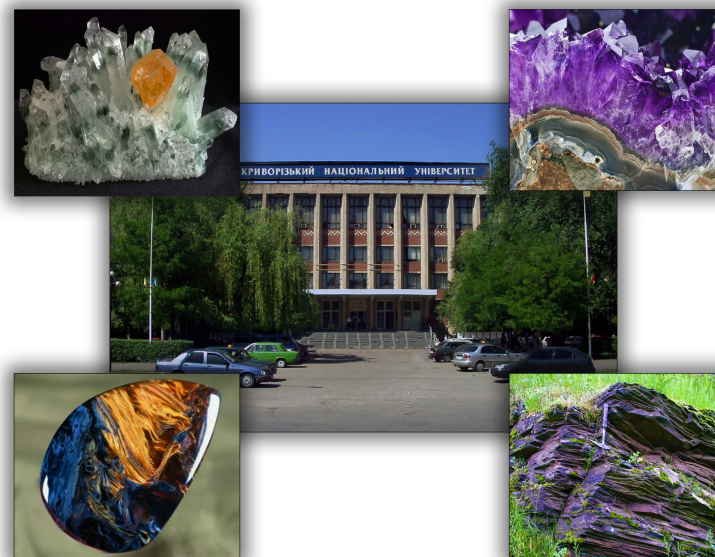


Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет

Міжнародна науково-технічна конференція
**«РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ
ТА СУСПІЛЬСТВА»**

Секція 5
Геологія і прикладна мінералогія
Матеріали конференції



Кривий Ріг
23-25 травня 2018 р.

Розвиток промисловості та суспільства. Секція 5. Геологія і прикладна мінералогія. Кривий Ріг 2018

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Криворізьке відділення морської геології і осадочного рудоутворення
НАН України
Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг)
Криворізька комплексна геологічна партія
Львівський національний університет імені Івана Франка
Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Науково-дослідний гірничорудний інститут (м. Кривий Ріг)
Науково-дослідний і проектний інститут «Кривбаспроект»
Північний гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг)
Приватне підприємство «Геоаспект» (м. Кривий Ріг)
Проектно-вишукувальний інститут «Дніпродіпроводгосп» (м. Дніпро)

Міжнародна науково-технічна конференція

РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СУСПІЛЬСТВА

Секція 5.

Геологія і прикладна мінералогія

23-25 травня 2018 р.

Матеріали конференції

Кривий Ріг
2018

УДК 549 : 55 : 504
ББК 26.31 + 26.34

В збірнику матеріалів конференції опубліковані оригінальні відомості з геології, мінералогії, геохімії, металогенії родовищ корисних копалин і масивів вмісних гірських порід. Наведені дані можуть бути корисними для працівників наукових, навчальних і виробничих організацій, аспірантів і студентів геологічних, мінералогічних, геохімічних, гірничих, екологічних спеціальностей.

Бібліографія в кінці статей.

Редакційна колегія збірника

Головний редактор:

доктор геолого-мінералогічних наук професор **В.Д.Свєтхов**.

Вчений секретар:

кандидат геологічних наук **С.В.Тіхлівець**.

Члени редакційної колегії:

Аблець В.В., кандидат геолого-мінералогічних наук;

Альохін В.І., доктор геологічних наук, професор;

Березовський А.А., доктор геологічних наук, професор;

Блоха В.Д., кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент;

Брик О.Б., доктор фізико-математичних наук,

член-кореспондент НАН України, професор;

Свєтхов С.В., кандидат геологічних наук, доцент;

Жовинський Е.Я., доктор геолого-мінералогічних наук,

член-кореспондент НАН України, професор;

Іванченко В.В., кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент;

Лавриненко О.М., доктор хімічних наук;

Пирогов Б.І., доктор геолого-мінералогічних наук, професор;

Рузіна М.В., доктор геологічних наук, професор;

Скакун Л.З., кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент;

Стеценко В.В., кандидат геологічних наук, доцент;

Трунін О.М., кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент;

Чепіжко О.В., доктор геологічних наук, професор.

Адреса редакції:

50002, м. Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 37.

Криворізький національний університет.

Тел. (056) 409-61-13.

e-mail: evtekhov@gmail.com

Реєстраційне свідоцтво
КВ № 6886 від 22.01.2003

© Криворізький національний
університет, 2018

ЗМІСТ

<i>Карелов Р.І., Скакун Л.З. Цезієві слюди в рідкіснометальних пегматитах Жовторіченського уран-залізо-скандій-ванадієвого родовища</i>	5
<i>Шепелюк М.О., Євтехов В.Д., Смірнов О.Я., Стрельцов В.О. Изменчивость качественных показателей магнетитовых кварцитов Ингулецкого и Скелеватского месторождений с увеличением глубины их отработки</i>	10
<i>Березовский А.А., Сатановская Т.Ю. Род Lithophyllon (Scleractinia) в верхнем эоцене Днепра</i>	14
<i>Пошелюк О.В., Евтехов В.Д., Чуприй С.В. Вертикальна мінералогічна зональність покладу первинного каоліну Павлівського родовища .</i>	20
<i>Сапун Т.О. Концентрація важких металів у ґрунтах Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини</i>	23
<i>Демченко О.С., Евтехов Е.В., Евтехов В.Д. Оптимизация обращения с минеральными отходами горнообогатительных комбинатов Криворожского бассейна</i>	29
<i>Березовский А.А. О пограничных эоцен-олигоценых отложениях Южного Кривбасса</i>	35
<i>Зайченко В.В., Стеценко В.В., Евтехов В.Д. Мінералогічна варіативність залізистих кварцитів продуктивної товщі Петрівського родовища</i>	45
<i>Аблець В.В. Процедури оцінки впливу на навколишнє середовище та оцінки впливу на довкілля: проблеми реалізації на початковому етапі дії Закону України «Про оцінку впливу на довкілля»</i>	48
<i>Евтехов В.Д. Повышение содержания железа в составе гематитовых агломерационных руд</i>	54
<i>Березовский А.А., Систерова М.Э. Об одном виде Mastra (Bivalvia) из среднего сармата (миоцен) Кривбасса</i>	58
<i>Стеценко А.І. Будова розрізу та особливості мінерального складу осадових порід Павлівського родовища</i>	68
<i>Демьянов В.В. Изменчивость гастропод мандрыковских слоев (верхний эоцен) Рыбальского карьера Днепра. I. Изменчивость вида Eotrivia prosera (Fehse)</i>	71
<i>Мечніков Ю.П., Волков О.Г. Порівняння температурного фону Криворізької (НГ-8) і Кольської (НГ-3) надглибоких свердловин</i>	76
<i>Аблець В.В., Аблець Є.В. Екологічні особливості життєвого циклу народного житла</i>	79
<i>Филенко В.В., Тихливец С.В., Евтехов В.Д., Грицай О.Ю. Состав феррохром-содержащего шлака и продуктов его сепарации</i>	84

<i>Куразєєва Л.В., Льїна А.С., Іванченко В.В., Бєлицька М.В. Нові дані про сульфідну мінералізацію донних відкладів рік Азово-Чорноморського басейну</i>	88
<i>Трунін О.М., Откидач В.О., Гайдар А.В. Сульфіди в складі магнетитових кварцитів продуктивної товщі Петрівського родовища (Криворізький басейн)</i>	90
<i>Андрейчак В.О., Євтехова А.В., Євтехов В.Д. Етапи формування жильних утворень залізисто-кремнистої формації Кривбасу</i>	94
<i>Короткі відомості про авторів</i>	97

УДК 549.623.5 : 546.65 : 553.31 (477.63)

Карелов Р.І., Скакун Л.З.

ЦЕЗІЄВІ СЛЮДИ В РІДКІСНОМЕТАЛЬНИХ ПЕГМАТИТАХ ЖОВТОРІЧЕНСЬКОГО УРАН-ЗАЛІЗО-СКАНДІЙ-ВАНАДІЄВОГО РОДОВИЩА

Гранітні пегматити є важливим джерелом рідкісних металів, включаючи літій, тантал, ніобій, берилій, цезій, скандій, олово, торій, уран, рідкісні землі (REE), які все більше використовуються в нових технологіях. Дослідження походження, класифікації пегматитів займають геологів понад століття. Сучасна класифікаційна схема пегматитів, складена Петром Черни (Petr Černý), включає п'ять класів, десять підкласів, тринадцять типів та сім підтипів. Він також запропонував дві петрогенетичні групи пегматитів з аббревіатурами LCT (літій-цезій-тантал) та NYF (ніобій-ітрій-фтор) за назвами найбільш характерних хімічних елементів [5].

Слюди можуть бути важливим індикатором походження пегматитів (визначення LCT або NYF групи; типу гранітної магми – А-тип чи S-тип). Тренд фракціонування хімічних елементів у слюдах подібний до тренду польових шпатів і турмалінів, отже слюди записують та відображають ступінь магматичної еволюції речовини в пегматитових розплавах. Екзотичні слюди з високим вмістом Rb та Cs в міжпакетному просторі утворюються у високодиференційованих LCT пегматитах. Тому дослідження Cs слюд з пегматитів є важливим для побудови повної картини тренду та ступеня диференціації хімічних елементів у складі пегматитових жил, у тому числі Жовторіченського родовища. В поточний час відома та описана незначна кількість Cs-вмісних слюд, до них відноситься Cs аналог мусковіту – нанпінгіт (Cs=25,29 mass.%; Yang та ін., 1988); цезієві різновиди аніту (Cs=18 mass.%) і флогопіту (Cs=24,76 mass.%) з пегматитового тіла Red Cross Lake, Манітоба, Канада [4]; Cs-вмісний лепідоліт (Cs=19,79-25,81 mass.%) із топаз-лепідолітового граніту Йичун [6].

U-Fe-Sc-V Жовторіченське родовище знаходиться в межах одноіменної смуги метаморфічних порід криворізької серії. Основна геологічна структура родовища – крута синклінальна складка. Ядро її формують верстви мономінеральних, силікатних кварцитів, доломітових мармурів, графіт-вмісних сланців гданцівської та глеюватської світі; крила – верстви мусковіт-кумінгтоніт-кварцбіотитових сланців, які чергуються з верствами залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, кумінгтоніт-магнетитових, магнетит-кумінгтонітових кварцитів саксаганської світі [1].

Вперше пегматити в межах Жовторіченської смуги були виявлені в 1957 році при бурінні однієї з розвідувальних свердловин [2]. Мінеральний склад та поширення пегматитів в межах родовища було описано Б.М.Савіним і В.Д.Євтеховим [3]. За результатами їх досліджень, пегматитові тіла поширені в межах усіх світів криворізької серії. Потужність їх коливається від перших

сантиметрів до декілька десятків метрів. Цей показник, а також кількість жил зростає від ядра складки до західного контакту товщі метаморфічних порід із гранітами та мігматитами Кіровоград-Житомирського комплексу, що вказує на просторовий та генетичний зв'язок між ними [3].

За результатами мінералогічних досліджень авторів цього повідомлення, які співпадають з даними [3], породотвірними мінералами пегматитів є альбіт, кварц, мікроклін, сподумен; найбільш поширені акцесорні мінерали – танталіт, колумбіт, пірохлор, мікроліт, полуцит, апатит, турмалін (ельбаїт, шерл, дравіт) та слюди, представлені лепідолітом, мусковітом, цинвальдитом, біотитом. Високий вміст Cs характерний тільки для біотиту.

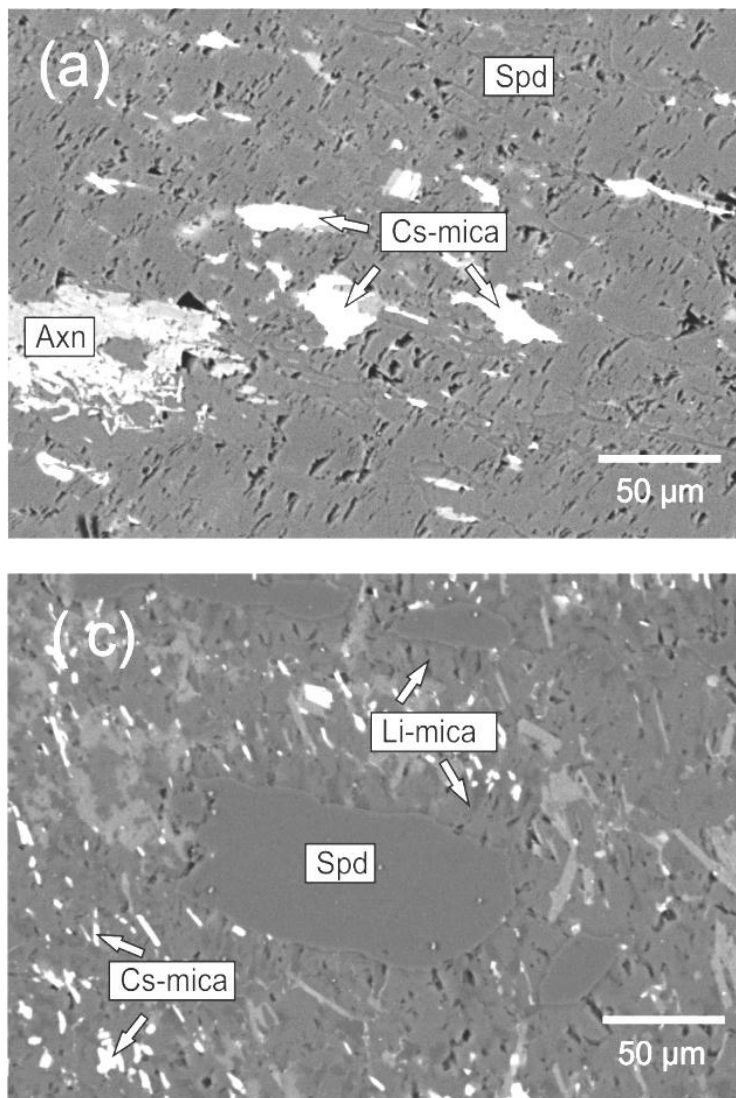


Рис. 1. BSE-зображення кристалів Cs аніту: а – в асоціації сподумену та альбіту в ендоконтактової зоні пегматитового тіла; с – заміщення сподумену лепідолітом та цезієвим анітом.

Cs-mica – цезієвий аніт, *Li-mica* – лепідоліт, *Spd* – сподумен, *Axn* – аксиніт.

Дослідження хімічного складу Cs слюд проводилось у лабораторії науково-технічного і навчального центру низькотемпературних досліджень Львівського національного університету імені Івана Франка методом скануючої електронної мікроскопії (SEM) за допомогою растрового електронного мікроскопа-мікроаналізатора РЕММА-102-02.

За вмістом Fe та Mg, цезієвий біотит був поділений на Cs аніт та Cs флогопіт, які характеризуються різним поширенням у пегматитових жилах і кристалізувались у різних мінеральних асоціаціях.

Цезієвий аніт зустрічається в ендоконтактних зонах пегматитових жил в асоціації зі сподуменом, альбітом, шерлом, іноді з аксинітом у вигляді дрібних лусок розміром $<50 \mu\text{m}$ (рис. 1a). Хімічний склад Cs аніту характеризується високим вмістом Cs_2O (15,05-25,68 mass.%). Вміст K_2O становить 0,25-2,41 mass.%; FeO – 12,82-19,09 mass.%; MgO – 4,33-6,48 mass.%. Кристалізація Cs аніту в асоціації з шерлом та аксинітом, які заміщували сподумен в ендоконтактних частинах жил, свідчить, що пегматитова система на певних етапах була відкрита, це зумовлювало надходження з вмісних порід Fe, Ca, Mg. Дрібні ($<10 \mu\text{m}$) луски цезієвого аніту були виявлені в проміжній (альбіт-сподумен-лепідолітовій) зоні жил. Особливістю цих дрібних лусок є те, що вони заміщували лепідоліт, який розвивався за рахунок сподумену (рис. 1c). Таке заміщення було пов'язане із високою концентрацією Cs у пізньостадійних субсолідусних розчинах.

Cs флогопіт зустрічається в проміжних зонах пегматитових жил в асоціації з альбітом і кварцом, а також у зонах ендоконтактів із вмісними гірськими породами (діопсидовими кварцитами) в асоціації з дравітом, апатитом, альбітом (рис. 2a). Дослідження хімічного складу цезієвого флогопіту показало, що вміст Cs_2O в його складі коливається від 16,34 до 20,73 mass.%, K_2O – в межах від 0,22 до 1,5 mass.%; MgO – від 13,94 до 19,2 mass.%; FeO – від 1,57 до 6,99 mass.%. Формування Cs флогопіту в ендоконтактних частинах пегматитових жил з діопсидовими кварцитами свідчить про високу концентрацію цезію в пегматитовому розплаві та відкритість системи. Оскільки мінерали Cs формувались на кінцевому етапі кристалізації пегматиту, можна сказати, що в системі надходив уже первинно віддиференційований розплав. Визначальну роль у доведенні цієї гіпотези відіграє наявність у екзоконтактних зонах пегматитових жил Cs біотиту, який заміщував біотит у складі кварц-біотитових сланців (рис. 2b). Вміст Cs_2O в складі Cs біотиту змінюється від 17,10 до 18,42 mass.%, K_2O – від 0,56 до 0,69 mass.%.

Висновки

1. Утворення цезієвих мінералів відбувалось на завершальному етапі формування пегматитів, кристалізація їх, зазвичай, відбувалась у центральних частинах пегматитових жил.

2. Формування Cs слюд було обумовлене надходженням до тріщин у товщі залізисто-кремнистої та вмісних формацій початково фракціонованого пегматитового розплаву та його взаємодією з вмісними метаморфічними породами різного мінерального складу. Як наслідок, у ендоконтактах пегматитових жил відбувалась кристалізація Cs слюд в асоціації з турмалінами, аксинітом, апатитом. Заміщення біотиту Cs біотитом в екзоконтактах жил підтверджує, що розплав був уже диференційований.

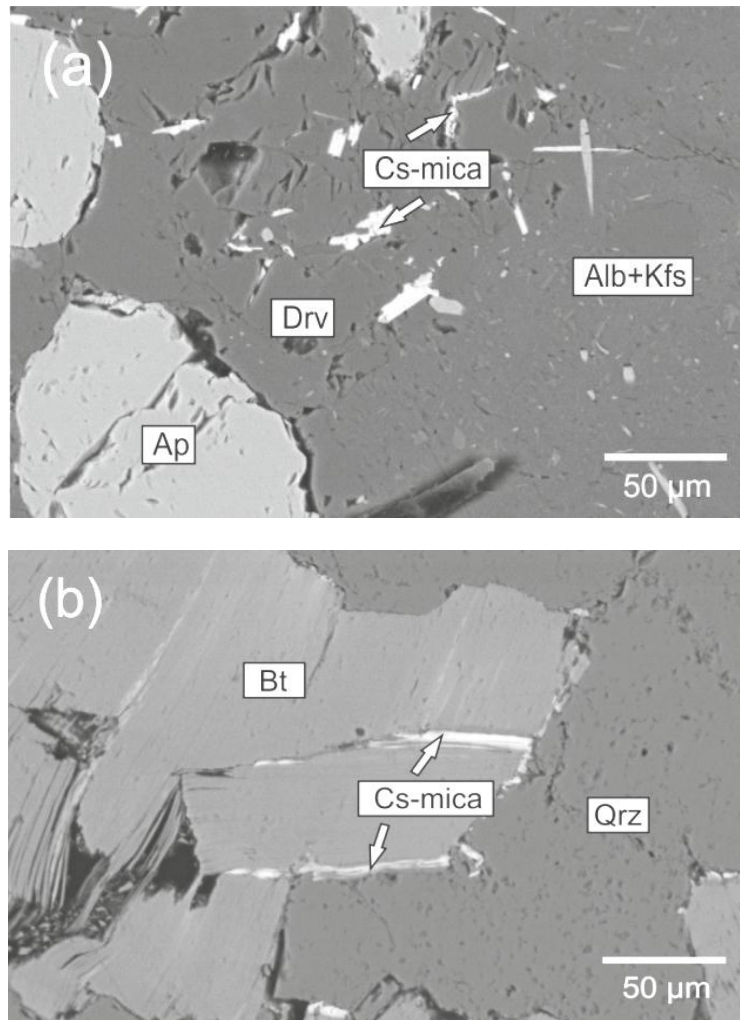


Рис. 2. BSE-зображення кристалів Cs флогопіту: *a* – в ендоконтактовій зоні пегматитової жили в асоціації з дравітом, альбітом та мікрокліном; *b* – в екзоконтактовій зоні жили (заміщення біотиту Cs біотитом).

Cs-mica – цезієвий флогопіт; *Drv* – дравіт; *Ap* – апатит; *Bt* – біотит; *Qrz* – кварц; *Alb* – альбіт; *Kfs* – калієвий польовий шпат.

3. Генезис цезієвих слюд у проміжних зонах пегматитових жил був пов'язаний на певних етапах з відкриванням пегматитової системи. Утворення Cs аніту або Cs флогопіту контролювалось складом вмісних порід.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. *Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том I. Металічні корисні копалини* // Київ-Львов: Центр Європи, 2006.

2. Кушев В.Г. *Сподуменовые пегматиты в Криворожье* // *Минералогический сборник (Львов).* – 1960. – №14. – С. 357-362.

3. **Савин Б.М., Евтехов В.Д.** Локализация и минералогическая зональность гранитных пегматитов Желтореченского района (Украина) // *Минералогический журнал (Киев)*.– 1993.– Т. 15, №3.– С. 85-91.

4. **Černý P., Chapman R., Teertstra D.K., Novák M.** Rubidium- and cesium-dominant micas in granitic pegmatites // *American mineralogist*.– 2003.– V. 88.– P. 1832-1835.

5. **Černý P., Ercit T.S.** The classification of granitic pegmatites revisited // *Canadian Mineralogist*.– 2005.– V. 43.– P. 2005-2026.

6. **Wang R.Ch., Hu H., Zhang A.Ch., Huang X.L., Ni P.** Pollucite and the cesium-dominant analogue of polyolithionite as expressions of extreme Cs enrichment in the Yichun topaz-lepidolite granite, Southern China // *Canadian Mineralogist*.– 2004.– V. 42.– P. 883-896.

УДК 553.31 (477.63)

Шепелюк М.О., Євтєхов В.Д., Смірнов О.Я., Стрельцов В.О.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ИНГУЛЕЦКОГО И СКЕЛЕВАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ГЛУБИНЫ ИХ ОТРАБОТКИ

Общие сведения. Месторождения бедных магнетитовых руд (магнетитовых кварцитов) Криворожского бассейна разрабатываются, начиная с 1955 г. В настоящее время руды добывают в 9 карьерах пяти горно-обогатительных комбинатов (ГОКов). Из исходного сырья с общим содержанием железа ($Fe_{\text{общ.}}$) в среднем около 35 мас.% и содержанием железа в составе извлекаемого минерала магнетита ($Fe_{\text{магн.}}$) около 25 мас.% методом мокрой магнитной сепарации производят железорудный концентрат с содержанием $Fe_{\text{общ.}}$ от 64 до 68 мас.%.

Актуальность работы. Проектирование ГОКов, планирование буровзрывных, добычных, погрузочно-разгрузочных работ, дробления, измельчения, обогащения руд было основано на результатах изучения их состава и свойств, которое проводилось в 40-60 гг. XX ст. Были разработаны соответствующие классификации руд. За прошедшие 60-70 лет глубина отработки рудных залежей значительно увеличилась, превысив уровень -400 м, значительно расширились фронты работы карьеров. В отработку постепенно вовлекались руды, все более отличающиеся от руд начальных лет работы ГОКов по минеральному, химическому составу, структуре, текстуре, то есть показателям, определяющим плотностные, прочностные характеристики руд, их поведение при рудоподготовке и обогащении. Следствием является увеличение числа случаев отклонения фиксируемых параметров руд от прогнозных, в соответствии с принятыми их классификациями. Для всех ГОКов Кривбасса назрела необходимость актуализации данных о составе, технических, технологических свойствах руд на основе детального изучения вариативности их минералогических показателей.

Цель работы – определение основных тенденций изменения содержания $Fe_{\text{общ.}}$ и $Fe_{\text{магн.}}$ с увеличением глубины ведения добычных работ на Ингулецком и Скелеватском месторождениях.

Объект исследования – магнетитовые кварциты продуктивной толщи Ингулецкого и Скелеватского месторождений.

Предмет исследования – минеральный и химический состав магнетитовых кварцитов.

Исходный материал и методика работы. Были проанализированы полученные в течение последних 10 лет результаты около 1500 сокращенных фазовых анализов, содержащих сведения об общем содержании железа ($Fe_{\text{общ.}}$) и содержании железа в составе магнетита ($Fe_{\text{магн.}}$) для руд всех минеральных разновидностей, которые выделяются в продуктивных толщах Ингулецкого и

Скелеватского месторождений. Результаты химических анализов были получены в фондах Ингулецкого и Южного ГОКов и Криворожского национального университета. В процессе создания банка исходных данных, их обработки и анализа использовались стандартные пакеты статистических компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. Залежами бедных магнетитовых руд являются железистые горизонты саксаганской свиты криворожской серии [2]. Ингулецкое и Скелеватское месторождения значительно отличаются по строению продуктивных толщ, минеральному, химическому составу руд, ступени метаморфизма магнетитовых кварцитов и вмещающих сланцев, техническим и технологическим характеристикам руд.

Скелеватское месторождение расположено в замковой части и в прилегающих к ней крыльях Западно-Ингулецкой синклинали. Продуктивной толщей месторождения является четвертый железистый горизонт саксаганской свиты. Термодинамические условия динамотермального метаморфизма магнетитовых кварцитов месторождения соответствуют условиям зеленосланцевой фации. К основным факторам вариативности состава и свойств руд относятся: аутигенная минералогическая зональность четвертого железистого горизонта; локальное проявление эпигенетических процессов дизъюнктивного тектогенеза, окварцевания, карбонатизации руд; частичное гипергенное замещение магнетитовых кварцитов на уровне верхних гипсометрических горизонтов продуктивной толщи [3, 8, 9].

Ингулецкое месторождение, расположенное в замковой части Лихмановской синклинали, является уникальным для Криворожского бассейна по количеству стратиграфических горизонтов, входящих в состав его продуктивной толщи – пять железистых (от второго до шестого) и четыре сланцевых (от третьего до шестого). Это – главная причина вариативности состава и свойств руд. Кроме того, их неоднородность обусловлена также проявлением аутигенной минералогической зональности железистых и сланцевых горизонтов; дроблением магнетитовых кварцитов в зонах разрывных нарушений; метасоматическими их изменениями (рибекитизация, эгиринизация, окварцевание и др.); гипергенными изменениями руд [1-7, 9]. Магнетитовые кварциты месторождения испытали динамотермальный метаморфизм более высокой ступени – эпидот-амфиболитовой – по сравнению с рудами Скелеватского месторождения.

Таким образом, Скелеватское и Ингулецкое месторождения существенно отличаются по строению продуктивных толщ, происхождению и составу руд. В связи с их полярностью по геологическим, минералогическим, геохимическим и другим показателям, они были выбраны для решения задачи настоящего сообщения.

В использованной авторами выборке данных сокращенных фазовых анализов были в относительно равной мере представлены руды всех стратиграфических горизонтов, всех минеральных разновидностей и всех гипсометрических горизонтов, на уровне которых производились или в настоящее время производятся горнодобычные работы.

Статистическая обработка данных выявила общую тенденцию к росту показателей содержания обеих форм железа с увеличением глубины отработки рудных залежей и расширением фронта горнодобычных работ (рис. 1, 2).

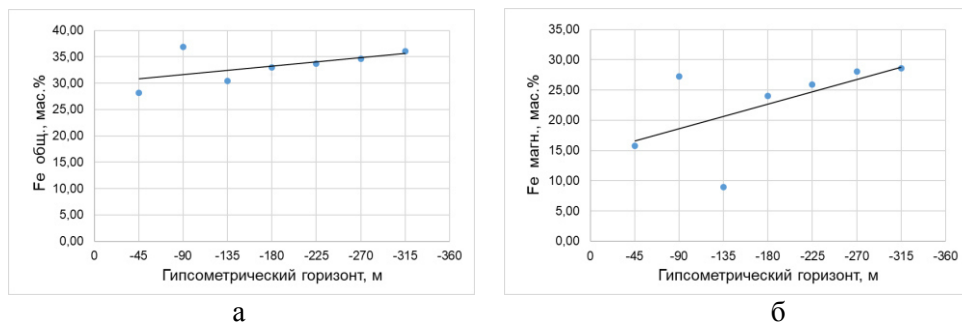


Рис. 1. Характер изменения содержания $Fe_{общ.}$ (а) и $Fe_{магн.}$ (б) в рудах всех минеральных разновидностей с глубиной отработки Скелватского месторождения.

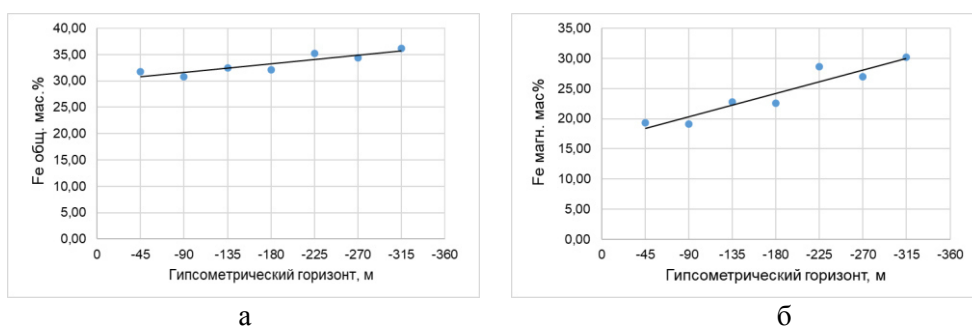


Рис. 2. Характер изменения содержания $Fe_{общ.}$ (а) и $Fe_{магн.}$ (б) в рудах всех минеральных разновидностей с глубиной отработки Ингулецкого месторождения.

По мнению авторов, закономерное увеличение содержания железа в составе руд в процессе разработки месторождений может быть связано с проявлением двух геологических явлений:

- миграцией химических компонентов в разрезе коры выветривания железисто-кремнистой формации и связанным с ней переотложением железа, растворенного на уровне верхних гипсометрических горизонтов (от +60 до -100 м), в залежах руд более глубоких гипсометрических горизонтов (более -250 м);
- преимущественным растворением и миграцией кремнезема из крыльев формирующихся Лихмановской и Западно-Ингулецкой синклиналей в направлении от крыльев к их замковым частям и связанным с этим повышением содержания железа в рудах крыльев, которые на протяжении последних лет все в большей степени вовлекаются в отработку [8].

Возможно совместное влияние обоих факторов на химический состав руд.

Изменения химического состава магнетитовых кварцитов месторождений не только повлияли на их качественные показатели, но также вызвали изменения их плотностных, прочностных характеристик. В связи с этим необходимо комплексное изучение изменений свойств руд с глубиной и актуализация существующих минералого-генетической, минералого-технической, минералого-

технологической классификаций магнетитовых кварцитов, на которых основана оптимизация современного оценивания качества руд, проведения буровзрывных, горнодобычных работ, транспортировки рудной массы, дробления, измельчения и обогащения руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ахкозов Ю.Л., Куповец В.А., Копертехин И.А.** Некоторые геолого-минералогические факторы, определяющие свойства руд Ингулецкого месторождения // Горный журнал.– 1982.– № 2.– С. 9-10.

2. **Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И., Мельник Ю.П., Каляев Г.И., Фоменко В.Ю., Загоруйко Л.Г., Молякко Г.И., Половко Н.И., Довгань М.Н., Ладиева В.Д., Жуков Г.В., Епатко Ю.М., Щербаков Б.Д.** Геология криворожских железорудных месторождений // Киев: Наукова думка, 1962.– Т. 1.– 484 с.

3. **Каляев Г.И.** Тектоника докембрия Украинской железорудной провинции // Киев: Наукова думка, 1965.– 190 с.

4. **Кушев В.Г.** Щелочные метасоматиты докембрия // Ленинград: Недра, 1972.– 190 с.

5. **Евтехов В.Д., Зарайский Г.П., Балашов В.Н., Валеев О.К.** Экспериментальное исследование натриевого метасоматоза в железистых кварцитах докембрия / Метасоматиты докембрия и их рудоносность // Москва: Наука, 1989.– С. 248-259.

6. **Педан М.В.** Особенности ритмичной слоистости железистых пород южного замыкания Лихмановской синклинали / Геологическое строение и перспективы рудоносности Кривого Рога на больших глубинах // Киев: Наукова думка, 1973.– С. 81-84.

7. **Пирогов Б.И., Евтехов В.Д., Архипов А.С., Хартанович П.Н.** Некоторые минералого-геохимические закономерности метасоматоза железистых кварцитов Северного Криворожья // Минералогический сборник.– 1975.– №29, вып. 1.– С. 35-41.

8. **Тохтуев Г.В., Чубарь Г.Г.** О перераспределении железа в железистых кварцитах при тектогенезе (на примере Южного и Новокриворожского ГО-Ков) / Геологическое строение и перспективы рудоносности Кривого Рога на больших глубинах // Киев: Наукова думка, 1973.– С. 63-67.

9. **Ходюш Л.Я.** Аутигенно-минералогическая зональность как один из критериев расчленения и сопоставления железорудных толщ в железисто-кремнистых формациях докембрия (на примере Белозерского железорудного района) / Проблемы изучения геологии докембрия // Ленинград: Наука, 1967.– С. 243-249.

УДК 563.6 : 551.781.4 (477.63)

Березовский А.А., Сатановская Т.Ю.

РОД *LITHOPHYLLON* (SCLERACTINIA) В ВЕРХНЕМ ЭОЦЕНЕ ДНЕПРА

Введение. В Рыбальском карьере г. Днепра находится единственное местонахождение верхнеэоценовых кораллов Украины, в котором они достаточно разнообразны в таксономическом и многочисленны в количественном отношении (порядок напластования палеогеновых пород Рыбальского карьера можно найти в работе [8]). В связи с этим чрезвычайно актуальным вопросом является всестороннее изучение кораллового комплекса Рыбальского карьера и выявление диапазона жизни отдельных его представителей, что в дальнейшем позволит их использовать для расчленения и корреляции верхнеэоценовых пород.

Приходится признать, что в настоящее время, несмотря на имеющуюся монографию Е.И.Кузьмичевой, в которой описан 21 вид кораллов из Рыбальского карьера [7], их состав выявлен не полностью, а видовые определения, сделанные Е.И.Кузьмичевой, часто неточны. Кроме этого, в действующих стратиграфических схемах палеогена Украины кораллы не только не используются для расчленения и корреляции, но и не указываются даже для палеонтологического обоснования отдельных ее стартонов.

В последнее время из верхнеэоценовых осадков Рыбальского карьера на основе проведенной ревизии описаны кораллы родов *Astreopora* [3], *Siderofungia* [6], *Trochosmilia* [2], *Acropora* [4] и *Oculina* [5]. В настоящем сообщении приведено описание и изображение обломков колоний кораллов рода *Lithophyllon*, обнаруженных в процессе многолетних сборов ископаемой фауны из верхнеэоценовых отложений Рыбальского карьера. Представители рода из этого местонахождения ранее были описаны Е.И.Кузьмичевой [7]. Изучив несколько обломков *Lithophyllon*, она отнесла их к виду *L. priorum* (Oppenheim, 1901) [7, с. 96]. В нашем распоряжении имеется значительно больший в количественном отношении материал. Его исследование и сравнение с описанием и изображением типового экземпляра *L. priorum* из эоцена северо-восточной части Австрии [9], позволяет утверждать, что украинские экземпляры *Lithophyllon* к виду *L. priorum* не относятся, а принадлежат новому, ранее неизвестному виду.

Следует отметить, что Е.И.Кузьмичева к виду *L. priorum* отнесла и экземпляры из среднеэоценовых осадков южных окрестностей г. Кривого Рога (с. Старо-Добровольское), которые были переданы ей для изучения [7, табл. 11, фиг. 3, 4]. В южной части г. Кривого Рога в среднеэоценовых породах, вскрытых карьером Ингулецкого горнообогатительного комбината (ИнГОКа), один из авторов этой статьи обнаружил свыше двадцати обломков *Lithophyllon*, подобных тем, которые Е.И.Кузьмичева отнесла к виду *L. priorum*. Их изучение и сравнение с образцами *Lithophyllon* из Рыбальского

карьера показало, что они также относятся к новому виду, описание и изображение которого планируется привести в будущем.

Таксономическая часть. Колониальные кораллы рода *Lithophyllon* Rehberg, 1892 (типовой вид *Leptoseris edwardsi* Rousseau, 1854) обладают внутриващечным почкованием. Их колонии с более или менее радиальными меандрами, стенки которых, сливаясь, образуют «хребты». Септы пористые, состоят из сложных трабекул, расположенных веерообразно (одна система дивергенции). Боковые поверхности септ покрыты зернами. Дистальные края септ с острыми зубцами. Стенка синаптикулотека ребристая снаружи, не пористая. Столбик парietetальный, обычно развит слабо [1].

По литературным данным, род *Lithophyllon* появился в олигоцене, но в Украине их представители обнаружены в породах среднего и позднего эоцена, поэтому стратиграфическое распространение рода необходимо опустить до среднего эоцена.

Описательная часть. Ниже описан новый вид *Lithophyllon*, обнаруженный в верхнеэоценовых детритовых песках северного борта Рыбальского карьера г. Днепра. Целые колонии этого рода не обнаружены. На рис. 1 показан типичный обломок колонии.

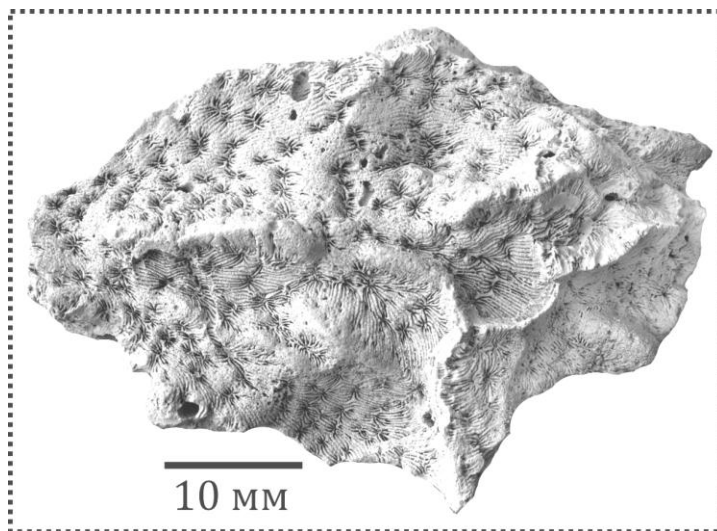


Рис. 1. *Lithophyllon comptus* Berezovsky et Satanovska, sp. nov.
Экземпляр № Sc-12/5, внешний вид наибольшего из найденных обломков колонии. Вид сверху. Натуральная величина.
Рыбальский карьер, г. Днепр, Украина; верхний эоцен.

Семейство Fungiidae Dana, 1848

Lithophyllon Rehberg, 1892

Lithophyllon comptus Berezovsky et Satanovska, sp. nov.

Рис. 1-5.

Lithophyllon priorum (Oppenheim, 1901) – Кузьмичева, 1987, стр. 96, табл. 11, фиг. 5, non 3, 4.

Название вида от *comptus*, лат. – изящный.

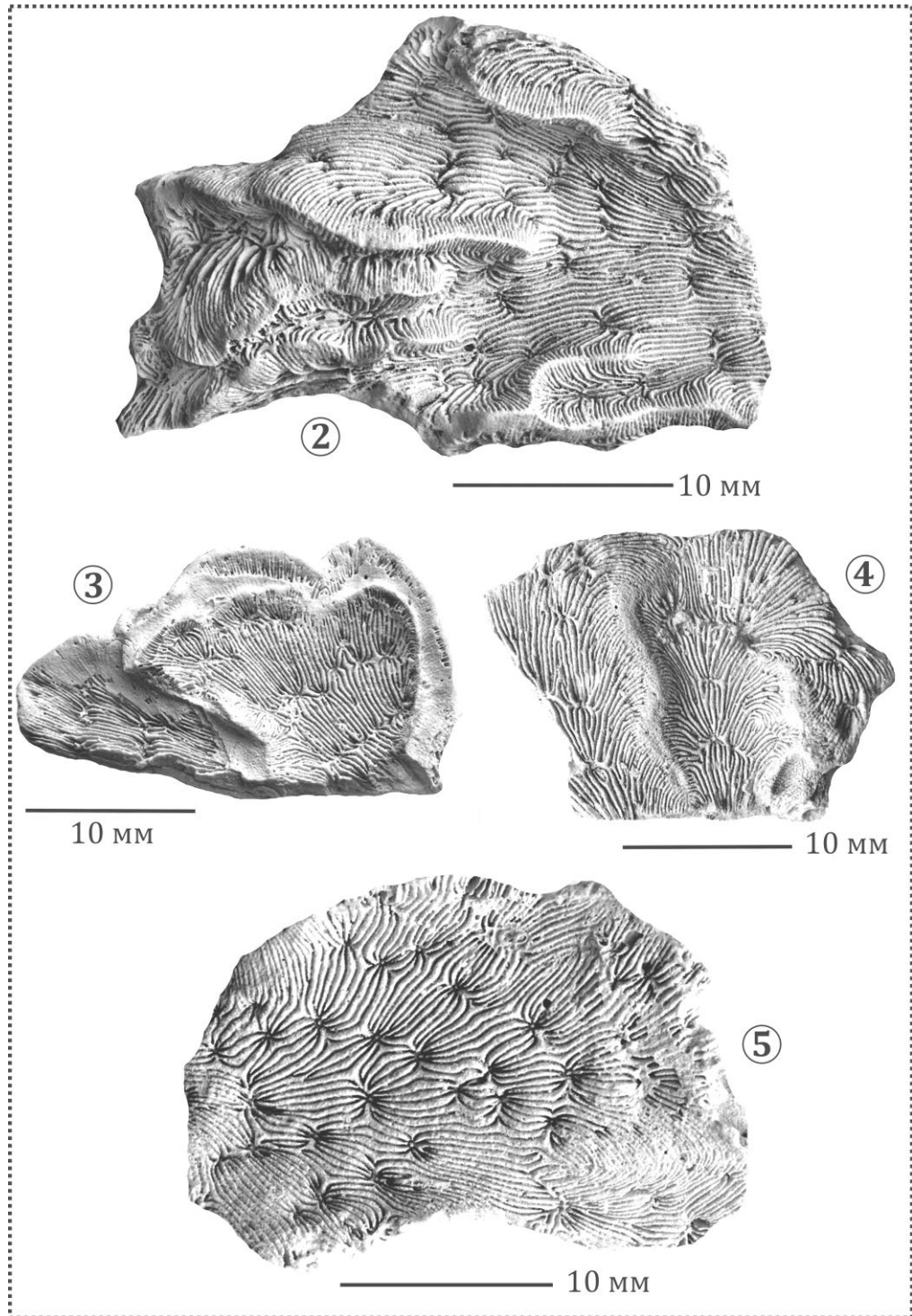


Рис. 2-5. *Lithophyllon comptus* Berezovsky et Satanovska, sp. nov.
 Обломки колоний, вид сверху: 2 – экз. № Sc-12/1, голотип; 3 – экз. № Sc-12/2; 4 – экз. № Sc-12/3; 5 – экз. № Sc-12/4.
 Рыбальский карьер г. Днепра; верхний эоцен.

Размеры (в мм).

Экз. №	Длина	Ширина	Толщина
Sc-12/1	28,3	18,9	2,5
Sc-12/2	25,1	15,4	3,0
Sc-12/3	23,0	18,8	3,7
Sc-12/4	26,4	18,7	2,9

Голотип – геологический музей Криворожского национального университета, экземпляр № Sc-12/1, обломок колонии, Рыбальский карьер, г. Днепр, Украина; верхний эоцен.

Описание. Обломки колоний листоподобного типа имеют до 6 см в поперечнике, сравнительно тонкие (до 5-10 мм толщиной), волнообразно искривленные. На их верхней поверхности хорошо развиты валики (с округленной вершиной) и хребты (с заостренной вершиной), в основном радиальной ориентации. Вершины валиков и хребтов возвышаются на 3-5 мм от верхней поверхности колонии. Секторы, разграниченные этими образованиями, имеют различную ширину – от 3 до 30 мм.

В середине колонии имеется кластер центральных кораллитов (их 2-4), вне центра располагаются периферические кораллиты, цепочки которых ориентированы радиально (в основном) или концентрически (изредка). Часто периферические кораллиты цепочек не образуют, а разбросаны по верхней поверхности колонии хаотически. Нижняя поверхность колонии тонкорребристая, гладкая или с очень слабо проявленными ребрами. На заостренной вершине ребер находится один ряд маленьких бугорков.

Септы представляют собой бисептальные пластины, они не пористые, состоят их сложных трабекул, расположенных веерообразно. Боковые поверхности септ украшены многочисленными маленькими заостренными бугорками, которые в некоторых местах превращаются в тонкие, короткие шипы. Иногда бугорки или шипы образуют ряды, тянущиеся примерно параллельно дистальному краю септ. Дистальные края септ ровные или слабоволнистые, не зазубрены. На участке колонии длиной 1 мм умещается 5-6 септ. Кораллиты имеют отчетливый грифелевидный столбик, вершина которого немного возвышается над дистальными краями септ. Со столбиком соединены 8-11 септ. Имеются диссепименты. Расстояние между соседними дугообразными пластинками диссепиментов в одном вертикальном ряду составляет 2-3 мм.

Сравнение. От *Lithophyllum priorum* (Oppenheim) данный вид хорошо отличается наличием многочисленных периферических кораллитов. У изображенного у Оппенгейма экземпляра [9] они не просматриваются, поэтому он относится к одиночным кораллам, в то время как описанный выше вид – к колониальным. Е.И.Кузьмичева объяснила этот факт тем, что Оппенгейм описал молодую колонию. Из Рыбальского карьера в нашей коллекции имеется около десятка фрагментов молодых колоний. У всех них имеются многочисленные периферические кораллиты. Таким образом, объяснять наличие многочисленных периферических кораллитов у днепровского вида возрастной изменчивостью нельзя.

Меньшими размерами кораллитов и заметно большим их количеством на единицу площади поверхности колонии описанный вид отличается от *L.*

benardellii (Oppen.), впервые описанного из эоцена северо-востока Австрии (1901 г.).

Замечание. Описанный вид обладает незазубренными дистальными краями септ, что не свойственно для представителей этого рода. Все остальные морфологические признаки вполне соответствуют диагнозу рода *Lithophyllon*.

Морфологически похожим узором обладают представители рода *Cyathoseris* (= ? *Baroniseris*), которые встречаются в верхнеэоценовых песках Рыбальского карьера совместно с описанными выше экземплярами *Lithophyllon*. Но кораллы *Lithophyllon* отличаются наличием в центре колонии кластера из центральных кораллитов, а не достаточно глубокой чашечной ямки, заметно более толстыми септами (более, чем в два раза) и наличием на их боковых поверхностях маленьких бугорков или шипов, а не мощных карин.

Распространение. Верхний эоцен Украины, мандриковские слои.

Материал. Свыше 90 обломков колоний.

Выводы

1. Кораллы *Lithophyllon* из верхнеэоценовых отложений Рыбальского карьера г. Днепра, определяемые как *L. priorum* (Oppenheim), этому виду не принадлежат. Они являются новым видом, описание и изображение которого приведены в настоящем сообщении. При описании экземпляров этого вида Е.И.Кузьмичева допустила некоторые неточности. В частности, она указала, что у данного вида диссепименты отсутствуют, хотя на самом деле они достаточно хорошо различимы.

2. Кораллы *Lithophyllon* из среднеэоценовых отложений южной части г. Кривого Рога, ранее относимые к *L. priorum* (Oppenheim), к этому виду не относятся. Они также являются новым видом, описание и изображение которого планируется привести в следующей публикации.

3. В связи с находками представителей *Lithophyllon* в средне- и верхнеэоценовых отложениях Украины нижний диапазон жизни этого рода необходимо сместить от олигоценового возраста до среднеэоценового.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бендукидзе Н.С., Чиковани А.А. Подкласс Hexacoralla. Шестилучевые кораллы / Основы палеонтологии. Губки, археоциаты, кишечнополостные, черви // Москва: Изд. АН СССР, 1962.– С. 357-422.

2. Березовский А.А., Матвийко В.Д. Морфологические особенности одного вида кораллов рода *Trochosmilia* из верхнего эоцена г. Днепра / Матеріали 13 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» // Кривий Ріг.– 2017.– С. 118-120.

3. Березовский А.А., Попова Ю.В. Некоторые виды *Astreopora* (Scleractinia, Antozoa) из верхнеэоценовых отложений г. Днепропетровска / Матеріали 11 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» // Кривий Ріг.– 2015.– С. 12-17.

4. Березовский А.А., Сатановская Т.Ю. Род *Acropora* (Scleractinia) в среднем эоцене Кривбасса / Матеріали 13 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» // Кривий Ріг.– 2017.– С. 18-20.

5. Березовский А.А., Сатановская Т.Ю. Об одном виде кораллов семейства Oculinidae (Scleractinia) из верхнего эоцена Днепра / Матеріали 13 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» // Кривий Ріг.– 2017.– С. 47-52.

6. Березовский Д.А. Род *Siderofungia* (Scleractinia, Antozoa) из верхнего эоцена г. Днепропетровска / Матеріали 11 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» // Кривий Ріг.– 2015.– С. 134-139.

7. Кузьмичева Е.И. Верхнемеловые и палеогеновые кораллы СССР // Москва: Наука, 1987.– 189 с.

8. Berezovsky A.A. Upper Eocene Bivalves from Dnepropetrovsk, Ukraine: Nuculida and Arcida // Paleontological Journal. Pleiades Publishing, Ltd.– 2015.– Vol. 49.– No.9.– P. 987-1099.

9. Oppenheim P. Ueber einige alttertiäre Faunen der Osterreichisch-Ungarischen Monarchie // Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. Mitteilungen des Paläontologischen Institutes der Universität Wien.– Band 13.– 1901.– S. 145-296.

УДК 549 : 553.612 (477.65)

Пошелюк О.В., Евтехов В.Д., Чуприй С.В.

ВЕРТИКАЛЬНА МІНЕРАЛОГІЧНА ЗОНАЛЬНІСТЬ ПОКЛАДУ ПЕРВИННОГО КАОЛІНУ ПАВЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Павлівське родовище є одним з декількох родовищ і проявів первинного каоліну зони обрамлення розташоване в південній частині Інгуло-Інгулецької міжблокової зони, яка розділяє Кіровоградський і Середньопридніпровський мегаблоки Українського щита (УЩ). В геологічній будові родовища беруть участь гнейси, амфіболіти, які зазнали інтенсивної мігматизації та заміщені гранітоїдами. Масиви порід кристалічного фундаменту перекриті пухкими відкладами палеогенового, неогенового та четвертинного віку.

В структурно-тектонічному відношенні Павлівське родовище розташоване на західному схилі Христофорівської депресії, яка виповнена кайнозойськими відкладами, в тому числі верствами бурого вугілля одноіменного родовища.

Материнськими породами первинних каолінів були гранітоїди, серед яких переважають граніти та мігматити Долинського масиву, який входить до складу Кіровоградсько-Житомирського комплексу нижньопротерозойського віку. Безпосередньо в межах Павлівського родовища кристалічні породи, які були перебудовані опорними свердловинами, представлені лейкократовими дрібно-середньокристалічними, рівномірнокристалічними плагіоклаз-мікрокліновими гранітами, в масиві яких присутні малопотужні реліктові лінзоподібні тіла біотит-мікроклін-кварц-плагіоклазових гнейсів.

Середній хімічний склад гранітів родовища (мас.%): SiO₂ 72,65; TiO₂ 0,41; Al₂O₃ 14,47; Fe₂O₃ 0,42; FeO 1,15; MgO 1,14; CaO 1,59; Na₂O 3,10; K₂O 4,80; P₂O₅ 0,30; в.п.п. 0,65.

Мінеральний склад гранітів стабільний (об'ємні %): польові шпати 60-65; кварц 30-35; біотит 3-5; мусковіт близько 1; акцесорні мінерали: циркон, апатит, магнетит, ільменіт, монацит.

У вертикальному розрізі кори вивітрювання гранітів чітко фіксуються три зони (знизу догори): дезінтеграції; гідрослюдисто-каолінітова; каолінітова. Переходи між зонами поступові.

Зона дезінтеграції являє жорстково-щербінчасту кору вивітрювання з частково каолінітованими польовими шпатами. Потужність зони 1-3 м. Дезінтегрованість гранітів зростає знизу догори за розрізом зони. В нижній її частині граніти тріщинуваті, але зберігають гранітову структуру. У верхній – продукти вивітрювання більш інтенсивно вивітрені, зберігають реліктову гранітову структуру, але при розминанні в долоні перетворюються на жорстку частинку кварцу та вивітреного мікрокліну. В складі жорсткої плагіоклаз практично повністю заміщений каолінітом, присутні його різко ксеноморфні релікти та незначна кількість освітленої слюди – гідробіотиту та гідромусковіту. Таким чином, стійкість мінералів до дії факторів вивітрювання в межах родовища зростала в ряду: плагіоклаз → мусковіт → біотит → мікроклін → кварц. Колір

жорстви світлосірий, з рожевим, рідше жовтувато-бурим відтінком. Відтінки обумовлені присутністю дисперсного гематиту, меншою мірою дисперсного гетиту.

Зона гідролудисто-каолінітова характеризується невитриманістю потужності (від 0 до 7), представлена локально, за результатами розвідувального буріння зафіксована лише декількома свердловинами. Продукти вивітрювання гранітів тут зберігають гранітову структуру, але легко розминаються в долоні. Від зони дезінтеграції ця зона відрізняється більш інтенсивними змінами мінерального складу первинних гранітоїдів. Плагіоклаз тут повністю замінений каолінітом, мікроклін також значною мірою каолінітизований. Відсутній гідробіотит, слюди зустрічаються рідше, представлені освітленими різновидами білого або білого з золотистим відтінком кольору. Останній, вірогідно, є продуктом вивітрювання біотиту. Таким чином, продукти вивітрювання гранітів у цій зоні представлені кварцом, каолінітом, каолінітованим мікрокліном з незначною домішкою освітлених гідролуд. Колір порід світлосірий з жовтувато-бурим, іноді рожевим відтінком. Переважання буруватих відтінків свідчить, що з наближенням до поверхні вивітрювання гранітоїдів співвідношення в складі продуктів вивітрювання дисперсного гетиту та дисперсного гематиту змінюється на користь першого.

Каолінітова зона, за даними розвідувального буріння, характеризується потужністю від 1-2 м в західній частині родовища до 8-12 м у центральній та до 38-41 м у східній. У крайній північно-західній частині розвіданої території породи каолінітової зони відсутні через розмив перед формуванням кайнозойської осадової товщі. Первинні каоліни цієї зони характеризуються жирністю на дотик, білим, світлосірим кольором, іноді з жовтуватими плямами, обумовленими присутністю незначної кількості дисперсного гетиту. Рожеві плями дисперсного гематиту відсутні. Порода рихла, землиста. Структура непорушених частин масиву за розташуванням реліктових кристалів кварцу в каоліновій основній тканині подібна до гранітової. Крім кварцу та каолініту в незначній кількості (до 3 об'ємн.%) присутній мікроклін, представлений різко ксеноморфними дрібними реліктами, а також дуже зрідка – дрібні (до 1 мм) лускуваті частинки гідромусковіту.

Результати геологорозвідувальних робіт свідчать про наявність значної кількості різноспрямованих розривних порушень у масиві первинних гранітів. Вздовж розломних зон виявлені прояви епігенетичних процесів мінералоутворення: грейзенізації, альбітизації, мікроклінізації, окварцування первинних гранітоїдів. Як гранітоїди, так і метасоматити зазнали дроблення, брекчіювання, катаклазування, іноді мілонітизації. Вірогідно, тектоногенне розущільнення гранітоїдів сприяло формуванню потужної кори вивітрювання протягом тривалого палеопротерозой-палеогенового гіпергенезу. Загальна потужність зони гіпергенних змін гранітів коливається від декількох метрів у межах плащової кори вивітрювання до 50 м у межах лінійних кір.

Вірогідно, поклад первинних каолінів був частково розмитий у зв'язку з середньопалеогеновою трансгресією моря в північному напрямку. Розмив відбувався нерівномірно, про що свідчить значна різниця потужності покладу в західній і східній частинах родовища.

Поклад переkritий осадовим чохлам порід палеогенового, неогенового, антропогенового віку, який залягає практично горизонтально. Палеогенові відклади представлені вуглистими глинами, які поширені, переважно, в північно-

східній частині родовища. Неогенова товща користується більш значним поширенням, складена верствами пісків і строкатоколірних глин. Утворення четвертинного віку представлені лесоподібними суглинками та ґрунтово-рослинним шаром. Наявність верстви глин, вірогідно, сприяла послабленню інфільтрації гідроксидів заліза з верств суглинків до покладу первинного каоліну. Це, як і незначна кількість залізо-вмісних мінералів у складі первинних гранітоїдів, обумовило високу якість первинних каолінів родовища за вмістом гідроксидів заліза, які є шкідливою домішкою в складі каолінітової сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Акименко Н.М., Белевцев Я.Н., Горошников Б.И., Дубинкина Р.П., Ищенко Д.И., Каршенбаум А.П., Кулишов М.П., Лященко К.П., Максимович В.Л., Скуридин С.А., Сироштан Р.И., Тохтуев Г.В., Фоменко В.Ю., Щербакова К.Ф.* Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна // Москва: Госгеолтехиздат, 1957.– 280 с.

2. *Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И., Мельник Ю.П., Каляев Г.И., Фоменко В.Ю., Загоруйко Л.Г., Молякко Г.И., Половко Н.И., Довгань М.Н., Ладиева В.Д., Жуков Г.В., Епатко Ю.М., Щербаков Б.Д.* Геология криворожских железорудных месторождений // Киев: Изд. АН УССР, 1962.– 484 с.

3. *Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И., Белевцев Р.Я., Возняк Д.К., Галабурда Ю.А., Галий С.А., Квасница В.Н., Кульчицкая А.А., Мельник Ю.П., Мельников В.С., Павлишин В.И., Пирогов Б.И., Туркевич Г.И.* Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977.– 544 с.

4. *Личков Б.Л.* К характеристике каолиновых месторождений окрестностей Кривого Рога // Вістник УВГК. Відділ застосовної геології.– 1926.– Вип. 9, ч. 1.

УДК 502.521 : 546.3 : 504.5 (477.64)

Сапун Т.О.

КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГРУНТАХ ПРИЧОРНОМОРСЬКОЇ НИЗОВИНИ ТА АЗОВО-ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Актуальність роботи. Важкі метали є одними з найбільш небезпечних забруднювачів ґрунтового покриву Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини. Результати дослідження їх розподілу в ґрунтах свідчать, що більшість металів накопичується у верхньому 30-ти сантиметровому шарі ґрунту. Непромивний характер водного режиму цих ґрунтів та їх низька буферність (здатність зменшувати наслідки забруднення) не дозволяють сподіватися на самодовільне покращення екологічного стану ґрунтового покриву дослідженої території.

Результати раніше виконаних досліджень. На території України проблема накопичення важких металів у ґрунтовому покриву загострилась у середині ХХ ст. в зв'язку з активним розвитком промисловості. Більшість досліджень була спрямована на визначення фонових показників вмісту металів у межах міських агломерацій та промислових вузлів [1, 4]. Але активна взаємодія шкідливих речовин з навколишнім середовищем сприяє міграції важких металів далеко за межі промислових об'єктів. Тому доцільно розглядати цю міграцію на рівні геоморфологічних утворень [2, 3, 5, 6].

Метою роботи був аналіз показників концентрації важких металів у ґрунтовому покриві регіональних структур Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини.

Вихідний матеріал і методика досліджень. Відбір проб ґрунту проводився методом конверту на ділянці розміром 5×5 м. Розташування точок відбору проб було відносно рівномірним по території досліджень, визначалось з урахуванням поширення ґрунтів різних видів та потужності. Поінтервальне вивчення ґрунтів виконувалось по профілях послідовно зі сходу на захід з використанням бура Едельмана, який за конструкцією забезпечує послідовне вивчення ґрунтового покриву. В кожному пункті відбирались по дві проби ґрунту в інтервалах 0-0,05 м і 0,05-0,25 м. Всього були відібрані 20 проб з 10 точок. Глибини розвідувальних свердловин визначались глибиною залягання покривлі підстиляючих порід із заглибленням у них не менше ніж на 0,2 м.

Одержані результати та їх аналіз. Територія району досліджень знаходиться в південній частині Східноєвропейської платформи, а в геоструктурному відношенні – в межах південно-східного виступу Приазовського мегаблоку Українського щита та східного замикання мезозой-кайнозойської Причорноморської западини. Відповідно до геоморфологічного районування, територія відноситься до двох регіональних структур: Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини, які в свою чергу, поділяються на різні класи, роди і види ландшафтів. Для Причорноморської низовини виокремлений наступний природний клас ландшафту [1, 3]:

– хлоридно-сульфатний (солонці, солончаки) – характеризується наявністю вологої пухкої сольової кірки, під якою розташований піщаний або супіщаний шар з великою кількістю черепашок; на глибині 1-2 м виявляється гірко-солонна вода; ґрунтовий профіль сильно засолений хлоридами; якісний склад засолення, який встановлюють за співвідношенням аніонів та катіонів у водній витяжці, наступний (мг-екв/дм³): Cl⁻ – 1; SO₄²⁻ – 0,2; рН водної витяжки 7,6-8,5.

Для Азово-Придніпровської височини виділені класи ландшафтів:

– хлоридно-натрієвий (лугово-солонцюваті ґрунти і солончаки), розвинутий при близькому заляганні мінералізованих ґрунтових вод; якісний склад засолення (мг-екв/дм³): Cl⁻ > 2; Na⁺ > 2; рН водної витяжки 7,6-8,5;

– кальцієвий (чорноземні ґрунти) розвивається під степовою та різнотравно-степовою трав'янистою рослинністю.

За результатами геолого-екологічних досліджень встановлено [1], що територія району зазнала значного техногенного впливу. Природні ландшафти, за винятком солонців, солончаків та пригирлових частин рік Берда, Обитічна, перейшли в розряд ландшафтів, частково перетворених господарською діяльністю або природно-техногенних ландшафтів. До перших відносять природні ландшафти, які змінили природний біологічний кругообіг і знаходяться під короточасним антропогенним впливом. Серед природно-техногенних ландшафтів (знаходяться під постійним або довготривалим антропогенним навантаженням) найбільш значними за територією є міські та сільські агломерації (селітебні зони), території зрошувальних систем, комунікаційних ліній, транспортних шляхів (залізні дороги, основні автомобільні траси), гірничих виробок. Про загальний високий рівень техногенного навантаження свідчить велика кількість джерел забруднення геологічного середовища. В Запорізькій області модуль техногенного навантаження складає 400-800 т/км², локально – 4000-5000 т/км² [4].

Дані аналізу матеріалів раніше виконаних досліджень [5, 6], свідчать, що ґрунтовий покрив сформувався в умовах чітко проявленої геоморфологічної двошаровості. В структурі ґрунтового покриву височинної частини переважають малогумусові південні чорноземи в комплексі зі слабо солончакуватими та продуотворювальними, для низинної частини характерні дернові нерозвинені ґрунти піщаного, глинисто-піщаного та супіщаного складу в комплексі зі слабогумусованими пісками. Ці ґрунти суттєво різняться за стійкістю до забруднення, тобто за акумуляцією забрудників у ґрунтовій товщі, надходженням їх до рослин та природних вод. Провідними факторами, що визначають стійкість до забруднення, є важкий гранулометричний склад ґрунту височинної частини дослідженого регіону та їх лужна реакція – в низинній частині. Ґрунти низинної частини мають малу поглинаючу властивість, внаслідок чого їх стійкість до забруднення речовинами, рухомість яких не залежить від реакції середовища, є низькою.

В якості критерію стійкості ґрунтів до забруднення супутніх середовищ важкими металами ми використали показник буферності ґрунтів. Методика його визначення полягає в ранжуванні значущості основних властивостей ґрунтів, які обумовлюють інактивацію надлишкових іонів ґрунтів, та в підрахунку загальної кількості балів, отриманих за рахунок цих показників. Бальна оцінка буферності ґрунтів дозволила виокремити райони, в межах яких забруднення ґрунтів найбільш небезпечне.

Нижче наведені показники концентрації важких металів у складі ґрунтового покриву геоморфологічних структур Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини, які базуються на аналізі даних попередніх досліджень [2, 3, 4].

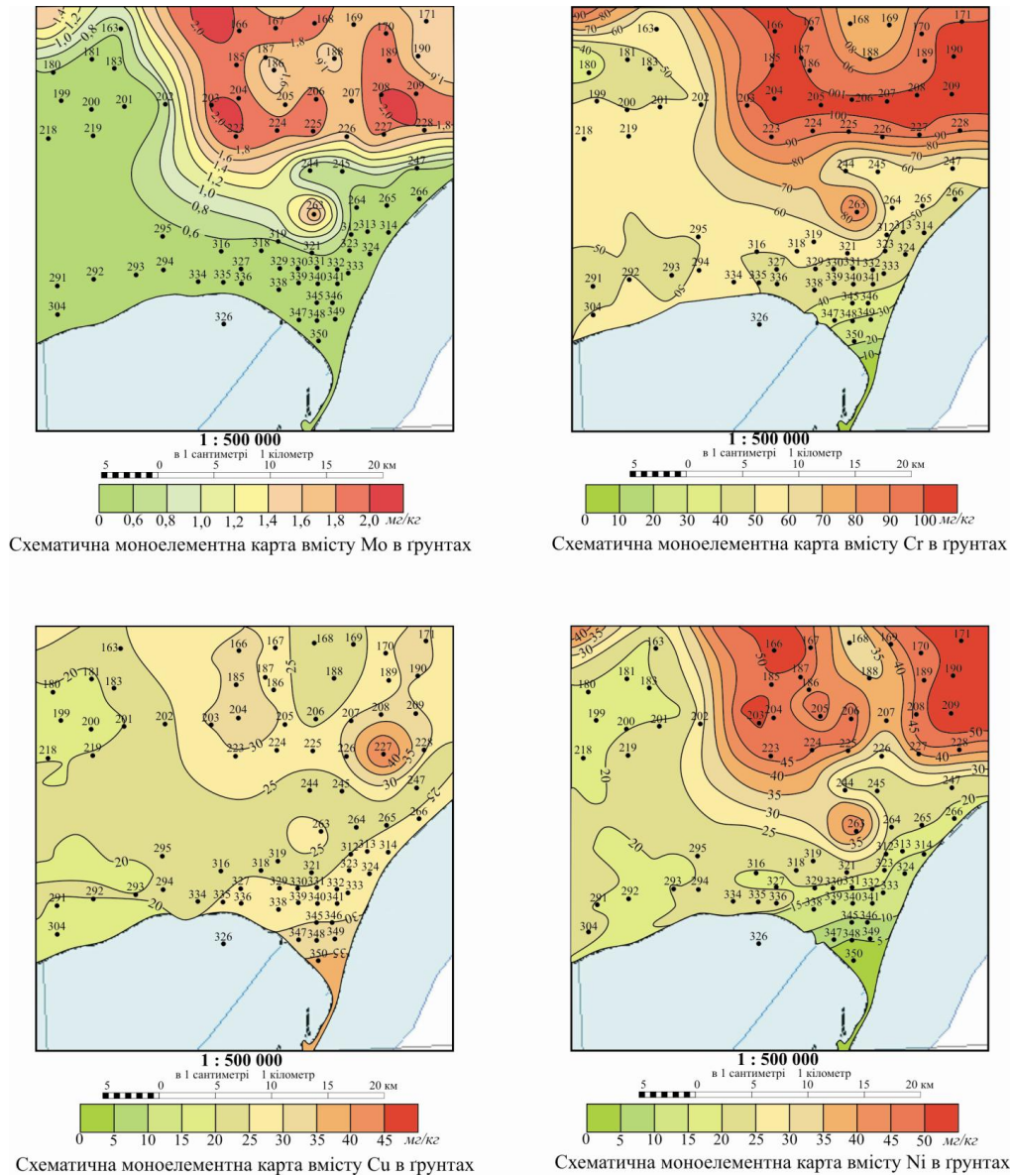


Рис. 1. Схематичні карти варіативності вмісту Mo, Cr, Cu, Ni в складі ґрунтів, мг/кг.

Найбільше площинне поширення (~ 964 км²) має молібден (2 клас небезпеки, УБФ 1 мг/кг). Вміст молібдену в складі ґрунтів змінюється від 0,5 до 2,0 мг/кг, в середньому становить 1,1 мг/кг в складі ґрунтів та від 0,8 до 4 мг/кг в складі пляжових пісків (рис. 1).

Вміст хрому в складі ґрунтів району досліджень змінюється від 5 до 111 мг/кг, у тому числі в межах Бердянської коси досягає 30 мг/кг.

Вміст міді (2 клас небезпеки, УБФ 25 мг/кг) варіює від 4 до 50 мг/кг, середні показники: 23,3 мг/кг у складі ґрунтів; 10,86 мг/кг у складі пісків при фоновому вмісті в складі чорноземів 4-30 мг/кг. 50% аномальних точок розташовані в околицях міст, що обумовлено впливом промислових підприємств.

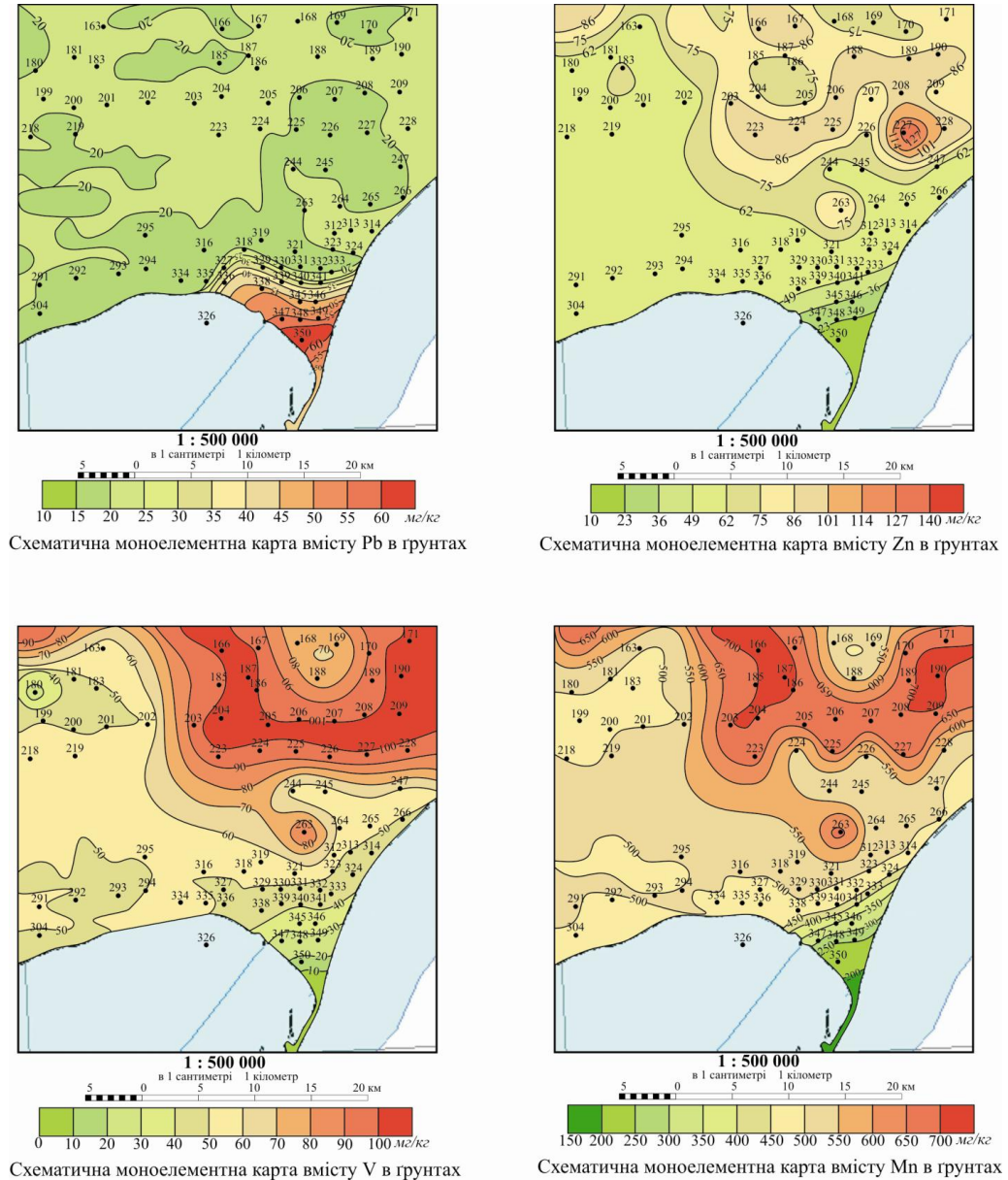


Рис. 2. Схематичні карти варіативності вмісту Pb, Zn, V, Mn в складі ґрунтів, мг/кг.

Вміст нікелю (2 клас небезпеки, УБФ 38 мг/кг) коливається в межах 14-72 мг/кг, в середньому становить 30,5 мг/кг для ґрунтів, при фоновому значенні

для чорноземів і каштанових ґрунтів – 46-72 мг/кг. В межах Бердянської коси вміст нікелю в складі ґрунтів не перевищує 15 мг/кг.

Вміст кобальту (2 клас небезпеки, УБФ 15 мг/кг) змінюється в межах 1-20 мг/кг, середнє значення 14 мг/кг у складі ґрунтів, 3 мг/кг у складі пісків, при фоновому значенні для ландшафтів кальцієвого класу 11-13 мг/кг.

Практично для всієї території вміст свинцю (1 клас небезпеки, УБФ 17,5 мг/кг) визначений у межах 15-20 мг/кг у складі ґрунтів, 13 мг/кг у складі пісків, при фоновому значенні для ландшафтів кальцієвого класу 10-13 мг/кг. Для Бердянської коси були зафіксовані підвищені показники вмісту свинцю – до 30-70 мг/кг (рис. 2).

Вміст цинку (1 клас небезпеки, УБФ 70 мг/кг) в межах дослідженої території змінюється від 0 до 93 мг/кг, в середньому складає 64 мг/кг у складі ґрунтів та 0,03 мг/кг у складі пляжових пісків, при фоновому значенні для чорноземів і каштанових ґрунтів 52-62 мг/кг.

Кількість ванадію (3 клас небезпеки, УБФ 78 мг/кг) коливається від 0 до 100 мг/кг, середній показник 68 мг/кг у складі ґрунтів, 10 мг/кг у складі пісків, при фоновому значенні для ландшафтів кальцієвого класу 79-145 мг/кг.

Вміст мангану (1 клас небезпеки, УБФ 600 мг/кг) змінюється від 500 до 650 мг/кг, в середньому становить 575 мг/кг у складі ґрунтів. В складі пісків цей показник знижуються до 150 мг/кг.

Вміст вольфраму (3 клас небезпеки, УБФ 1,5 мг/кг) у межах району відповідає УБФ як у складі ґрунтів, так і пісків. Для ландшафтів кальцієвого класу наявність вольфраму не характерна.

Вміст ніобію (2 клас небезпеки, УБФ 15,8 мг/кг) змінюється від 5 до 20 мг/кг, в середньому складає 13,7 мг/кг у складі ґрунтів і 5,6 мг/кг у складі пісків.

Вміст берилію (1 клас небезпеки, УБФ 1 мг/кг) у складі як ґрунтів, так і пісків району не перевищує УБФ.

Висновки

1. Результати дослідження ґрунтів Причорноморської низовини та Азово-Придніпровської височини свідчать про більшу забрудненість ґрунтів височини.

2. В складі ґрунтів загальне перевищення вмісту важких металів над фоном досить високе: для Причорноморської низовини цей показник становить 14,43-25,62 (в середньому 15,33), для Приазовської височини – 15,1-31,35 (в середньому – 23,2).

3. За загальним показником концентрації важких металів, ґрунти відносяться до слабо забруднених (СПК 8-19) у межах Причорноморської низовини та до середньо забруднених (СПК 20-32) у межах Азово-Придніпровської височини.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Бондарець Д.С., Дмитрук О.Ю.** Рекреаційні ландшафти Запорізької області // Київ: Альфа-ППК, 2013.– 196 с.

2. **Даценко Л.М., Молодиченко В.В., Непша О.В. та ін.** Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоекологічний стан // Мелітополь: Видавництво Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Б.Хмельницького, 2014.

3. **Зав'ялова Т.В., Непша О.В.** Екологічний стан земельного фонду та ґрунтів Запорізької області / Екологічний стан природно-територіальних комплексів Запорізької області і суміжних територій в умовах сучасного природокористування // Мелітополь, 2006.– С. 151-156.

4. **Іванова В.М., Непша О.В.** Сучасний геоекологічний стан ґрунтів Запорізької області / Соціальні та екологічні технології: актуальні проблеми теорії і практики. Матеріали X Міжнародної інтернет-конференції // Мелітополь: Колор Принт, 2018.– С. 95-97.

5. **Прохорова Л.А., Непша О.В., Кондратенко А.І.** Ґрунтоутворювальні породи як фактор ґрунтоутворення Запорізької області / Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції // Умань, 2017.– С. 88-89.

6. **Сапун Т.О.** Загальний геолого-геоморфологічний огляд північного узбережжя Азовського моря / Актуальні проблеми дослідження довкілля. Матеріали V міжнародної наукової конференції (Суми, 23-25 травня 2013 р.) // Суми: Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка, 2013.– Т. 2.– С. 241-243.

УДК 549 : 622.7 (477.63)

Демченко О.С., Евтехов Е.В., Евтехов В.Д.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЯ С МИНЕРАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ КРИВОРОЖСКОГО БАССЕЙНА

В процессе работы горнообогатительных комбинатов Криворожского бассейна образуются отходы горнодобычных работ и обогащения руд. Они накапливаются в отвалах, в хвостохранилищах, в меньшем количестве в специально организованных складах. К началу 2018 г. общее количество лежалых отходов в Кривбассе превысило 10 млрд. т.

Промышленные отходы занимают значительную часть территории бассейна. Отвалы и хвосто-, шламоохранилища являются причиной нарушения гидрологического, гидрогеологического, экологического, климатического режима. В связи с этим Совет экологического планирования г. Кривого Рога 21 марта 2018 г. принял решение о необходимости определения путей снижения негативного техногенного давления на регион. Одним из направлений этой работы является использование минерально-сырьевой составляющей промышленных отходов, комплексная их переработка и утилизации.

В предыдущих работах [1-6] характеризовались особенности накопления отходов, их состав, влияние на окружающую среду, отмечалось, что часть накопленных отходов можно рассматривать как техногенные залежи природного минерального сырья, которое может найти применение в разных отраслях народного хозяйства. Ниже в обобщенном виде рассмотрены наиболее перспективные направления использования отходов горнообогатительных комбинатов Кривбасса и пути снижения объемов их накопления.

Ингулецкий ГОК.

1. Вовлечение в отработку залежей гематитовых (окисленных) кварцитов пятого и шестого железистых горизонтов, залежи которых вскрыты в северном забое карьера. Остаточное количество гематитовых кварцитов в карьере до глубины 500 м оценивается в 400 млн. т. В связи с планируемым продвижением карьера в северном направлении этот показатель превысит 1 млрд. т. В настоящее время в процессе вскрытия залежей магнетитовых кварцитов – гематитовые кварциты складированы в отвалах комбината. Среднее содержание железа в составе гематитовых кварцитов около 37 масс.%, что превышает соответствующий показатель магнетитовых кварцитов. Ранее были проведены исследования с целью разработки технологической схемы производства из гематитовых кварцитов железорудного концентрата. Низкая эффективность предложенных схем связана с недостаточным учетом минералогических особенностей гематитового сырья (соотношение извлекаемых и неизвлекаемых железо-содержащих минеральных фаз, морфология индивидов и

агрегатов рудных и нерудных минералов, минералогическое обоснование оптимальных режимов рудоподготовки (измельчения) и обогащения). Авторы настоящего сообщения геологически, минералогически и технологически обосновали оптимальную схему производства из гематитовых кварцитов железорудного концентрата с содержанием железа 67-69 масс.%. Выход концентрата составляет 30-35%. Полученные технологические решения реализованы в трех действующих обогатительных установках производительностью 1 млн. т гематитового сырья в год (две установки в г. Кривом Роге, одна в г. Желтых Водах). Строительство обогатительной установки позволит дополнительно производить высококачественный гематитовый концентрат, имеющий более высокую металлургическую ценность по сравнению с магнетитовым концентратом, а также снизить себестоимость концентрата, уменьшить объемы складирования скальных вскрышных горных пород.

2. Селективная добыча богатых гематитовых руд «утерянных» залежей бывшего рудника «Ингулец». Залежи богатых железных руд, удаленные от главных участков ведения добычных работ в шахтах рудника, а также апофизы крупных рудных тел были оставлены в недрах. В настоящее время они вскрыты в северном забое карьера. Содержание железа в составе руд изменяется от 46 до 65 масс.%, средний показатель около 53 масс.%. В настоящее время ежегодно 150-250 тыс. т. богатых гематитовых руд совместно с другими компонентами скальной вскрышной массы вывозится в отвалы. Совместно с богатыми рудами извлекаются обогащенные гематитовые кварциты – ежегодно в количестве 200-250 тыс. т. Среднее содержание железа в составе обогащенных гематитовых кварцитов около 43 масс.%. Суммарное количество извлекаемого обогащенного гематитового сырья до 500 тыс. т в год. Существует проверенная в лабораторных и полупромышленных условиях технология производства из богатых гематитовых руд и обогащенных гематитовых кварцитов разных полезных конечных продуктов (в зависимости от глубины рудоподготовки): рядовой агломерационной руды (57-59 масс.% железа), высококачественной агломерационной руды (59-62 масс.%), аглоконцентрата (62-64 масс.%), рядового концентрата (64-67 масс.%), высококачественного концентрата (67-69 масс.%). Выход продуктов обогащения, в зависимости от их качества, от 25 до 50%.

3. Повторное обогащение хвостов обратной флотации черного магнетитового концентрата (обогатительная фабрика №2). Хвосты образуются в процессе доводки черного магнетитового концентрата, производимого из тонковкрапленных магнетитовых кварцитов пятого, шестого железистых и пятого сланцевого горизонтов. Содержание железа в составе хвостов изменяется от 30 до 50 масс.%, в среднем составляет около 40 масс.%. В лабораторных условиях промоделированы процессы рудоподготовки и обогащения хвостов обратной флотации. Получен концентрат с общим содержанием железа 66-68,5 масс.%; выход концентрата колебался в границах 35-40%.

Южный ГОК.

1. Утилизация гематитовых (окисленных) кварцитов четвертого, пятого и шестого железистых горизонтов, залежи которых вскрыты в северном забое карьера. Их остаточное количество в карьере оценивается в 50 млн. т. Кроме того, около 1 млрд. т этого железорудного сырья накоплено в автомобильном и железнодорожном складах. Для гематитовых кварцитов характерно

высокое значение среднего содержания железа – около 37 масс.%. Предыдущими исследователями были проведены работы с целью составления технологической схемы производства из гематитовых кварцитов железорудного концентрата. Низкая эффективность предложенных схем связана с недостаточным учетом минералогических особенностей гематитового сырья, отсутствием геологического и минералогического обоснования оптимальных технологий рудоподготовки и обогащения гематитовых кварцитов. В настоящее время рациональная технологическая схема разработана, с ее внедрением возможно производство из гематитовых кварцитов Скелеватского месторождения концентрата с содержанием железа 67-69 масс.% и выходом 30-35%.

2. Повторное обогащение хвостов обогатительной фабрики. В начале 2000-х годов лежалые хвосты комбината изучались как исходное сырье для повторного обогащения с целью производства магнетитового концентрата. В ходе этих работ не были учтены некоторые минералогические особенности хвостов, в том числе количественные соотношения раскрытых частиц и сростков магнетита, а также присутствие в хвостах гематита. Разработанные ранее технологические схемы необходимо актуализировать на основе обновленных минералого-технологических данных. Строительство установки повторного обогащения лежалых хвостов позволит получить дополнительное количество железорудного (гематит-магнетитового) концентрата с содержанием железа не менее 67 масс.%, снизить объемы складирования хвостов, организовать их комплексную переработку с производством компонентов строительных материалов и др.

ГОК комбината «АМКР»

1. Внедрение оптимальной технологии производства концентрата из гематитовых кварцитов четвертого, пятого и шестого железистых горизонтов, залежи которых вскрыты в южном и восточном забоях карьера №3. Их остаточные запасы оцениваются в 300 млн. т. Кроме того, около 1 млрд. т этого железорудного сырья накоплено в автомобильном и железнодорожном складах. Среднее содержание железа в составе гематитовых кварцитов около 37 масс.%, что соответствует содержанию железа в добываемых в настоящее время магнетитовых кварцитах. Разработано минералогическое обоснование и составлена технологическая схема обогащения гематитовых кварцитов с целью производства рядового (65-67 масс.% железа) и высококачественного (67-69 масс.%) железорудного концентрата. Отдельные элементы технологической схемы реализованы в работающих в настоящее время промышленных установках. Строительство обогатительной установки позволит дополнительно производить высококачественный железорудный концентрат, снизить его себестоимость, уменьшить объемы складированных отходов.

2. Повторное обогащение хвостов обогатительной фабрики. Отходы обогащения магнетитовых кварцитов заскладированы в двух хвостохранилищах – Миролобовском и Объединенном. В аварийной емкости ГОКа накоплено около 10 млн. т лежалых хвостов со средним суммарным содержанием гематита и магнетита около 20 масс.%. В шламохранилище агломерационной фабрики сбрасываются отходы с общим содержанием железа 40-50 масс.%; в настоящее время в нем накоплено около 0,5 млн. т отходов агломерационного производства. Лежалые хвосты аварийной емкости и шламохранилища изучены как исходное сырье для производства концентрата с содержанием железа

от 65-66 до 68-69 масс.% и выходом от 25% (аварийная емкость) до 40% (шламохранилище). Лежалые отходы обогащения Миролубовского и Объединенного хвостохранилищ изучены как комплексное минеральное сырье, из которого возможно получение гематит-магнетитового концентрата с содержанием железа не менее 67 масс.% и техногенного песка для производства строительных материалов, дорожного строительства и пр.

Центральный ГОК

1. Использование гематитовых кварцитов пятого, шестого и других железистых горизонтов, складированных в настоящее время в отвалах комбината. В процессе вскрытия залежей магнетитовых кварцитов в карьере №1 комбината извлекаются гематитовые кварциты, которые совместно со скальными вскрышными породами сбрасываются в отвалы. Среднее содержание железа в составе гематитовых кварцитов около 35 масс.%. По этому показателю они близки к магнетитовым кварцитам, добываемым как основное сырье комбината. Минералогически обоснована и в лабораторных, полупромышленных условиях промоделирована технология производства из гематитовых кварцитов концентрата, содержание железа в котором, в зависимости от глубины рудоподготовки, изменяется от 65-66 до 68-69 масс.%. Выход концентрата от 25 до 40%.

2. Обработка «утраченных» залежей богатых гематитовых руд закрытых карьеров и шахт, располагавшихся в границах горного отвода карьера №1. Небольшого размера залежи богатых железных руд, апофизы крупных рудных тел оставались в недрах на протяжении всего периода эксплуатации месторождений прилегающих шахт и карьеров. Содержание железа в составе руд изменяется от 46 до 69 масс.%, средний показатель около 54 масс.%. Совместно с обогащенными гематитовыми кварцитами обрамляющих тел (среднее содержание железа около 43 масс.%) общие объемы извлекаемого из недр высокожелезистого гематитового сырья составляет 300-400 тыс. т. в год. Разработана технология производства из богатых гематитовых руд и обогащенных гематитовых кварцитов концентрата с содержанием железа от 65-66 до 68-69 масс.%. Выход концентрата в первом случае составляет 45-50%, во втором – до 40%.

3. Повторное обогащение хвостов обогатительной фабрики. В хвостохранилище комбината содержится около 600 млн. т лежалых хвостов. Часть из них образовалась как продукт обогащения восстановленных гематитовых кварцитов на обогатительной фабрике, работавшей по «обжиг-магнитной» технологии. Содержание железа в этих хвостах достигало 40 и более масс.%. Эти хвосты практически полностью отработаны. В настоящее время в хвостохранилище сбрасываются отходы обогащения магнетитовых кварцитов с общим содержанием железа около 15 масс.%, содержанием железа в составе магнетита 3-4 масс.% и в составе гематита около 3 масс.%. Таким образом, суммарное содержание железа в составе рудных минералов – 6-7 масс.%. Опыт работы обогатительной установки фирмы Транс-Трейд (г. Желтые Воды) показывает, что экономически целесообразным является повторное обогащение лежалых хвостов с минимальным содержанием железа 6 масс.%. Следовательно, рядовые лежалые отходы обогащения хвостохранилища Центрального ГОКа можно использовать как исходное сырье для производства гематит-магнетитового

концентрата. Повышению экономической целесообразности технологии будет способствовать попутное производство технического песка.

Северный ГОК

1. Утилизация низкокондиционных магнетитовых кварцитов «висячей пачки» Анновского месторождения. Магнетит-силикатные кварциты образуют толщу мощностью от 50 до 250 м, залегающую в висячем боку продуктивной толщи месторождения. В процессе вскрытия рудных залежей вместе с другими скальными вскрышными породами они вывозятся в отвалы. Более половины ресурсов висячей пачки можно использовать для производства магнетитового концентрата с содержанием железа от 64-66 масс.% до 68-69 масс.%. Полупромышленные испытания аналогичного низкокачественного сырья Полтавского ГОКа, проведенные с использованием вертикальных мельниц сухого измельчения фирмы LOESCHE подтвердили это. Строительство установки по обогащению магнетит-силикатных кварцитов висячей пачки позволит в 1,5 раза увеличить минерально-сырьевую базу Анновского месторождения, получить дополнительное количество магнетитового концентрата, снизить объемы складирования скальной горной массы в отвалах, более половины хвостов обогащения складировать в сухом виде в отвалах, а не в хвостохранилище.

2. Повторное обогащение лежалых хвостов аварийной емкости. В донной части емкости накоплено около 2 млн. т высокожелезистых (45-60 масс.%) лежалых хвостов разного состава с разным содержанием магнетита и гематита. Процесс накопления хвостов продолжается, ежегодно этот показатель возрастает на 100-200 тыс. т. При освобождении емкости земснаряды откачивают накопившийся материал в основное хвостохранилище комбината. В процессе активизации лежалого материала насосом земснаряда происходит гравитационная дифференциация осадка. Во всасываемом материале преобладают кварц и силикаты. Раскрытые частицы магнетита и гематита концентрируются на дне аварийной емкости. По предварительным расчетам, в ней скопилось около 2 млн. т высокожелезистого продукта. Добычу его следует производить с использованием высокоинтенсивных насосов, например, фирмы Lowaga (Италия); обогащение хвостов в полупромышленных условиях промоделировано с помощью винтовых сепараторов фирмы Спирит (г. Иркутск). Разработана технология повторной переработки лежалых хвостов аварийной емкости с производством магнетитового концентрата высокого (67-69 масс.% железа) качества. Она реализована в действующей обогатительной установке на комбинате АрселорМиттал Кривой Рог, перерабатывающей шламы металлургического производства.

Для всех ГОКов Кривбасса можно рекомендовать **внедрение в технологические схемы обогатительных фабрик вертикальных мельниц сухого помола фирмы LOESCHE.** Мельницы обеспечивают сухой помол дробленого рудного материала с крупностью частиц 150-0 мм в одну стадию до крупности частиц менее 0,071 мм (при необходимости – менее 0,050 мм; менее 0,040 мм). Воздушная классификация измельченного рудного материала на выходе из мельниц позволяет без обогащения получить «головку» концентрата с содержанием железа 70-70,5 масс.% (выход 20-25%), а также сухие хвосты с содержанием $Fe_{\text{магн.}}$ 0,5-1 масс.% (выход 30-35%) и промежуточный продукт, нуж-

дающийся в мокром обогащении, с содержанием железа около 40 масс.% (выход 40-45%). Полупромышленные испытания измельчения магнетитовых кварцитов на экспериментальной обогатительной фабрике фирмы LOESCHE (г. Дортмунд, Германия) подтвердили приведенные выше данные. Внедрение предлагаемой технологии рудоподготовки позволит: отказаться от третьей стадии дробления руды; заменить одной мельницей три шаровые мельницы мокрого измельчения; в 2-2,5 раза уменьшить количество складываемых мокрых шламов; в 1,3-1,4 раза снизить себестоимость концентрата; уменьшить площадь, занимаемую технологическим оборудованием; значительно уменьшить количество потребляемой технической воды.

Реализованные в технологических схемах горно-обогатительных комбинатов результаты испытаний руд, включающих данные об их минеральном, химическом составе, структуре, текстуре, физических, технических и технологических свойствах, были получены в 40-х гг. XX ст. перед проектированием комбинатов. За прошедшие 50-70 лет эти характеристики руд значительно изменились. В связи с этим можно рекомендовать:

- доизучение руд и вмещающих пород разрабатываемых ГОКами месторождений и с учетом полученных данных – актуализацию используемых минералого-генетических, минералого-технических и минералого-технологических классификаций руд;

- выполнение геолого-минералогического и технологического мониторинга технологических узлов комбината, начиная от забоев карьеров через участки усреднения руд, дробильные и обогатительные фабрики до складов концентрата и хвостохранилищ с целью выявления неоптимальностей технологий и определения направлений повышения эффективности производства концентрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Валовой А.И., Попруга Д.В., Герб П.И.** *Возможность комплексного малоотходного использования минеральных сырьевых ресурсов на горно-обогатительных комбинатах* // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2007. – Вип. 17. – С. 171-174.
2. **Губін Г.Г., Губіна В.Г.** *Ресурсно-екологічний стан Криворізького басейну* // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2011. – Вип. 27. – С. 117-123.
3. **Евтехов В.Д., Паранько И.С., Евтехов В.Д.** *Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна* // *Кривой Рог: Изд. Криворожского технического университета, 1999.* – 70 с.
4. **Жуков С.А., Федоренко С.А.** *Системные принципы и производственные реалии комплексного освоения недр* // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2010. – Вип. 25. – С. 32-38.
5. **Куделя А.Д.** *Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных обогатительных комбинатов УССР* // *Киев: Наукова думка, 1984.* – 496 с.
6. **Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В., Луценко Л.П.** *Влияние антропогенных загрязнений на химические и биохимические изменения почв Криворожья* // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2011. – №27. – С. 123-127.

УДК 551.781 (477.63)

Березовский А.А.

О ПОГРАНИЧНЫХ ЭОЦЕН-ОЛИГОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО КРИВБАССА

Введение. Осадочный чехол Криворожского железорудного бассейна сложен палеогеновыми (средний эоцен и нижний олигоцен), неогеновыми (средний и верхний миоцен, плиоцен) и четвертичными отложениями, мощность которых в южной части Кривбасса достигает 100-110 м.

Традиционно в составе палеогеновых пород геологи разных горных предприятий Кривбасса выделяют осадки (снизу-вверх) бучакского (черные и серые углистые песчано-глинистые породы и подстилающие их неуглистые серые пески), киевского (серо-зеленые или зелено-серые песчано-алевритоглинистые породы) и харьковского (некарбонатные зелено-серые, с охристыми пятнами глины, в подошве которых залегают пласты марганцевой руды) стратонтов, которые в различные времена именовались как ярусы, слои, свиты, горизонты, а в последнее время – как региоярусы.

Использование таких названий для стратонтов при расчленении палеогеновых отложений Южного Кривбасса в настоящее время является анахронизмом. К примеру, харьковской свиты уже не существует, она была упразднена в 1988 г. [11]. К тому же в Днепровско-Донецкой впадине (в районе стратотипического распространения осадков бывшей харьковской свиты) и на территории Украинского щита ее возраст всегда трактовался как верхнеэоценовый, а в Кривбассе к отложениям харьковской свиты причисляют нижнеолигоценные породы. Палеогеновые отложения Кривбасса являются осадками моря, воды которого покрывали территорию Причерноморской впадины, а также южный склон Украинского щита. Для этой местности применяется своя региональная стратиграфическая схема (южноукраинская), в которой бучакский, киевский и «харьковский» региоярусы не фигурируют: они являются подразделениями североукраинской региональной стратиграфической схемы палеогена. В южноукраинской схеме место среднеэоценовых бучакского и киевского региоярусов занимают симферопольский, новопавловский и кумский региоярусы. Верхнеэоценовые породы принято относить к альминскому региоярису, а нижнеолигоценные – к планорбелловому [11, 12].

Учитывая палеогеографическую обстановку бассейна осаднения, литологический состав толщи, состав присутствующих в ней остатков морской фауны беспозвоночных, для территории Кривбасса была предложена местная стратиграфическая схема палеогена в составе новокурской, рахмановской, малиновской, староингулецкой и борисфенской свит [2-5, 7]. Эта схема будет использоваться в данной работе для расчленения и корреляции описываемых отложений.

Объект исследований. В связи с тем, что палеогеновые осадки Кривбасса перекрыты достаточно мощным (до 60 м) чехлом неогеновых и четвертичных пород, их природные обнажения в настоящее время отсутствуют. Палеогео-

новые породы вскрыты только в бортах действующих (карьер Ингулецкого горнообогатительного комбината – ИнГОКа) и заброшенных (Визирка 1 и Визирка 2) карьеров по добыче железной руды. В карьере ИнГОКа отложения палеогена вскрыты в юго-западном, северо-восточном и восточном бортах на протяжении 1,6-2,0 км, достигают мощности 35 м. В карьере Визирка 1 (находится на западной окраине г. Ингульца, примерно в 3 км к северу от карьера ИнГОКа) палеогеновые осадки вскрыты в западном и северном бортах на протяжении около 200 м, частично они затоплены и возвышаются над зеркалом воды уступом, высота которого в некоторых местах достигает 5 м.

Порядок напластования палеогеновых слоев в этих карьерах, их литологический состав, состав палеофауны автор изучает с 1986 г. Но на протяжении всего этого времени контакт между эоценовыми и олигоценowymi породами в карьерах ИнГОКа и Визирка 1 был засыпан осыпью или не вскрыт. И только в последние годы граница между этими отложениями обнажилась и стала доступна для детального изучения. Это позволило по данным полевых исследований установить порядок напластования пород на контакте среднего эоцена и нижнего олигоцена.

Изложение результатов исследований. Общий вид южной части уступа северо-западного борта карьера ИнГОКа, где вскрыт контакт эоценовых и олигоценowych отложений, показан на рис. 1. Общий вид северной части этого уступа показан на рис. 4. На рис. 5 показана схема залегания слоев в этом уступе. Строение разреза приведено на рис. 2 и 3.

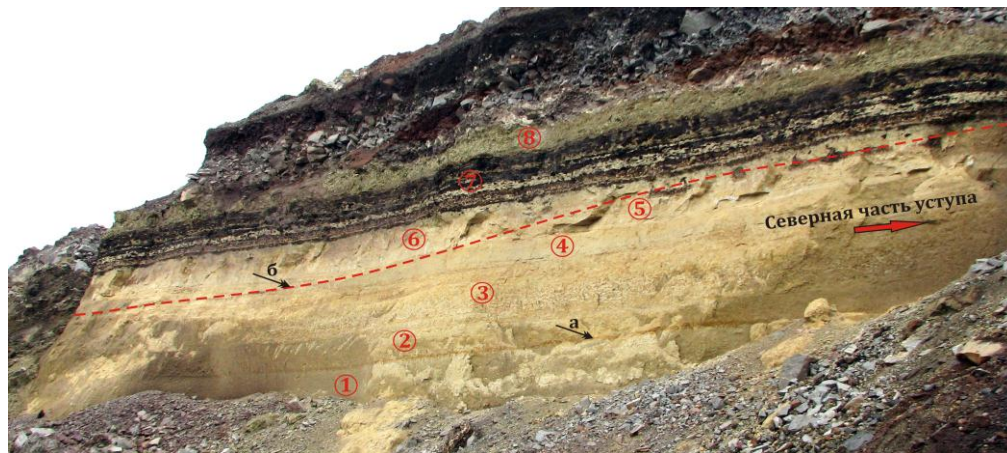


Рис. 1. Общий вид южной части уступа северо-западного борта карьера ИнГОКа, где вскрыта граница между эоценовыми и олигоценowymi отложениями.

Цифрами обозначены номера слоев, стрелкой «а» показан контакт между слоями 1 и 2, стрелкой «б» и пунктирной линией показано дно эрозионной ложбины, которую заполняют горные породы слоя 6.

Слой 1 относится к кровле «пачки Б» могилевских слоев староингулецкой свиты среднего эоцена Кривбасса [4]. Граница между слоями 1 и 2 резкая, в виде уплотненной поверхности напластования. В самой северной части уступа над слоем 1 залегает слой 1б охристой алеврито-глинистой породы, который

также относится к «пачке Б» могилевских слоев. Почти на всем протяжении уступа слой 1б уничтожен эрозией. В южной части уступа эрозией уничтожен не только слой 1б, но и верхняя часть слоя 1.

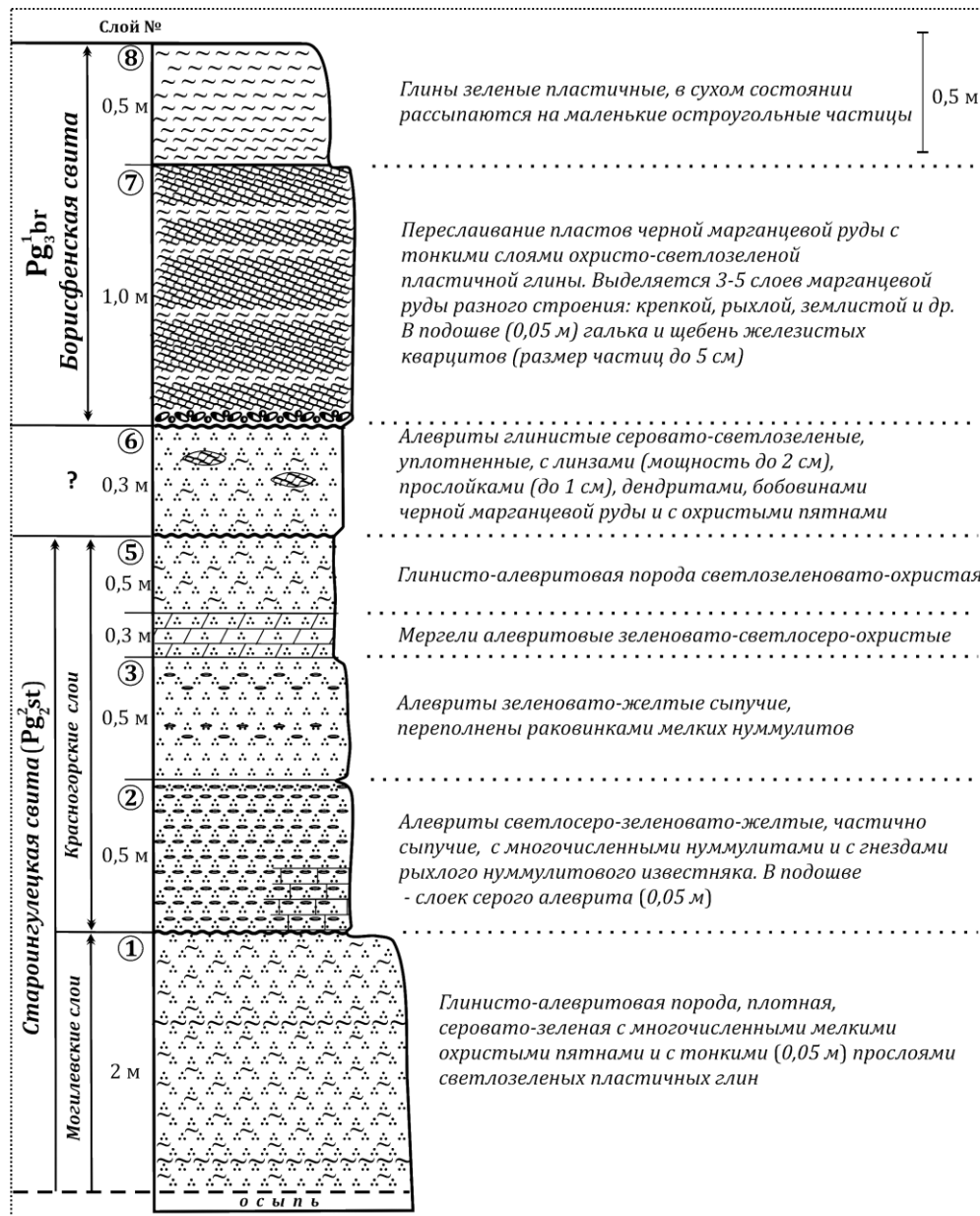


Рис. 2. Строение разреза палеогеновых отложений в центральной части уступа, вскрывшего контакт эоценовых и олигоценых пород в карьере Ин-ГОКа.

Слои 2 и 3 относятся к ранее выделенной «пачке В» могилевских слоев староингулецкой свиты среднего эоцена Кривбасса [4]. Эта пачка в карьере Ин-ГОКа начинается сравнительно мощным (0,5 м) слоем сыпучего охристого

алеврита, включающим огромное количество мелких раковин нуммулитов *Nummulites variolarius* Lamarck (в пачке Б также имеются слои охристого и серого сыпучего алеврита с большим количеством раковин нуммулитов, но здесь их мощность никогда не превышает 3 см). Границы между слоями 2, 3 и 4 резкие, в виде уплотненных поверхностей напластования.



Рис. 3. Характер кровли и подошвы (показаны точечными линиями) слоя 6.

Слои 4 и 5 объединяют породы завершающего этапа осадконакопления староингулецкой свиты. В отличие от нижележащих слоев 2 и 3 здесь не встречаются раковины нуммулитов. Эти слои палеонтологически немые, слагающая их порода не реагирует с соляной кислотой. Для этой части разреза характерно наличие большого количества небольших охристых пятен. Глинисто-алевритовые мергели слоя 4 вскоре по простиранию в этом борту карьера замещаются глинистыми алевритами светлозеленовато-охристого цвета, в которых встречен отпечаток руководящего вида могилевских слоев – *Chlamys refa* Verezhovsky [4]. Граница между слоями 4 и 5 резкая, в виде уплотненной поверхности напластования.

«Пачку В» (слои 2, 3), ранее входившую в состав могилевских слоев, предлагается выделить в новое стратиграфическое подразделение – «красногорские слои», к которым отнесены также слои 4 и 5. Стратотип – геологический разрез, вскрытый в северо-западном борту карьера ИнГОКа (рис. 1, 2, 4). Название стратона – от села Красная Горка, находящегося вблизи карьера Визирка 1. Основной причиной выделения этого интервала в особый стратон является то, что породы слоев 2-5 заполняют эрозионную ложбину, врезанную в толщу «пачки Б» могилевских слоев (рис. 4, 5), что свидетельствует о наличии перерыва осадконакопления.

Слой 6 заполняет эрозионную ложбину, врезанную в толщу слоев 4 и 5, которая в южной части уступа вырезает также и верхнюю часть пород слоя 3 (рис. 1 и 5). В нем не встречены палеонтологические остатки, на основании которых можно было бы установить точную стратиграфическую принадлеж-

ность этого интервала разреза. Особенностью этого слоя является наличие линз и прослоев с окисной марганцевой рудой. На юге Украины марганцевая руда характерна только для нижнеолигоценовых отложений борисфенской свиты. Но, уверенно сопоставить слой 6 с борисфенской свитой мешает наличие четкой эрозионной границы перерыва осадконакопления в кровле этого слоя, выше которой начинается типичная толща пород борисфенской свиты, включающая марганцевую руду (слой 7). По цвету этот слой резко отличается от нижележащей пачки слоев 2-5. В нем преобладающим является зеленый цвет, в то время как в слоях 2-5 преобладающим цветом является желто-охристый. Граница между слоями 5 и 6 резкая, эрозионная, неровная, с небольшими «карманами» (рис. 3). Слой 7, несомненно, принадлежит никопольской подсвите борисфенской свиты (нижний олигоцен).

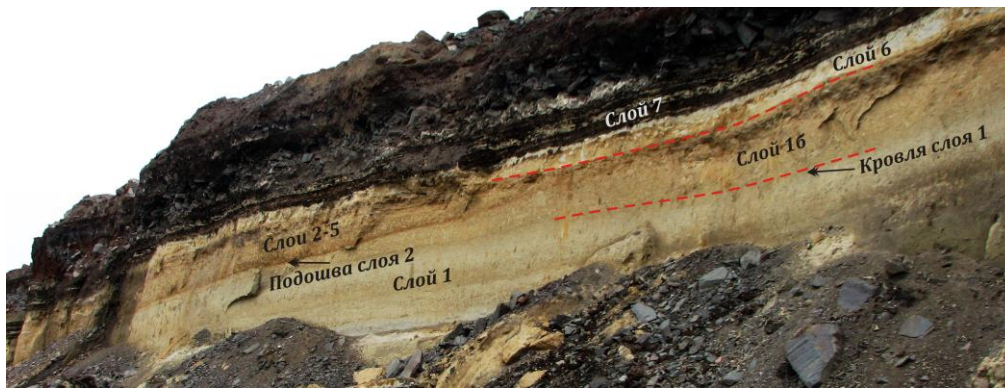


Рис. 4. Характер залегания пачки слоев 2-5 в северо-западном борту карьера ИнГОКа.

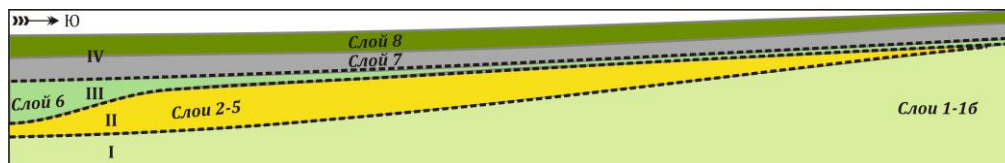


Рис. 5. Характер залегания слоев 1-8 на участке длиной 500 м в северо-западном борту карьера ИнГОКа.

I-IV – циклы осадконакопления верхней части палеогеновых отложений: I – цикл накопления пород среднеэоценовых могилевских слоев староингулецкой свиты; II – среднеэоценовых пород красногорских слоев староингулецкой свиты; III – пород слоя 6, пограничного слоя между среднеэоценовыми и нижнеолигоценовыми осадками; IV – нижнеолигоценовых пород борисфенской свиты.

Перерывы осадконакопления показаны пунктирными линиями.

Наличие эрозионных ложбин, одна из которых заполнена толщей слоев 2-5, вторая – породами слоя 6, а третья отложениями, объединенными в слой 7, свидетельствует о том, что осадки принадлежат разным циклам палеогенового

осадконакопления в Кривбассе, между которыми был континентальный перерыв. К первому циклу относятся слои 1 и 1б, ко второму – слои 2-5, к третьему – слой 6, к четвертому – слой 7 (рис. 5).

В северо-западной части карьера Визирка 1 над осыпью вскрыта верхняя часть палеогенового разреза (рис. 6), описание которой приведено на рис. 7. Подробная литологическая характеристика, видовой состав обнаруженных моллюсков и описание залегания палеогеновых пород в этом борту карьера содержатся в работе Д.Е. Макаренко и Л.С. Белокрыса [10].

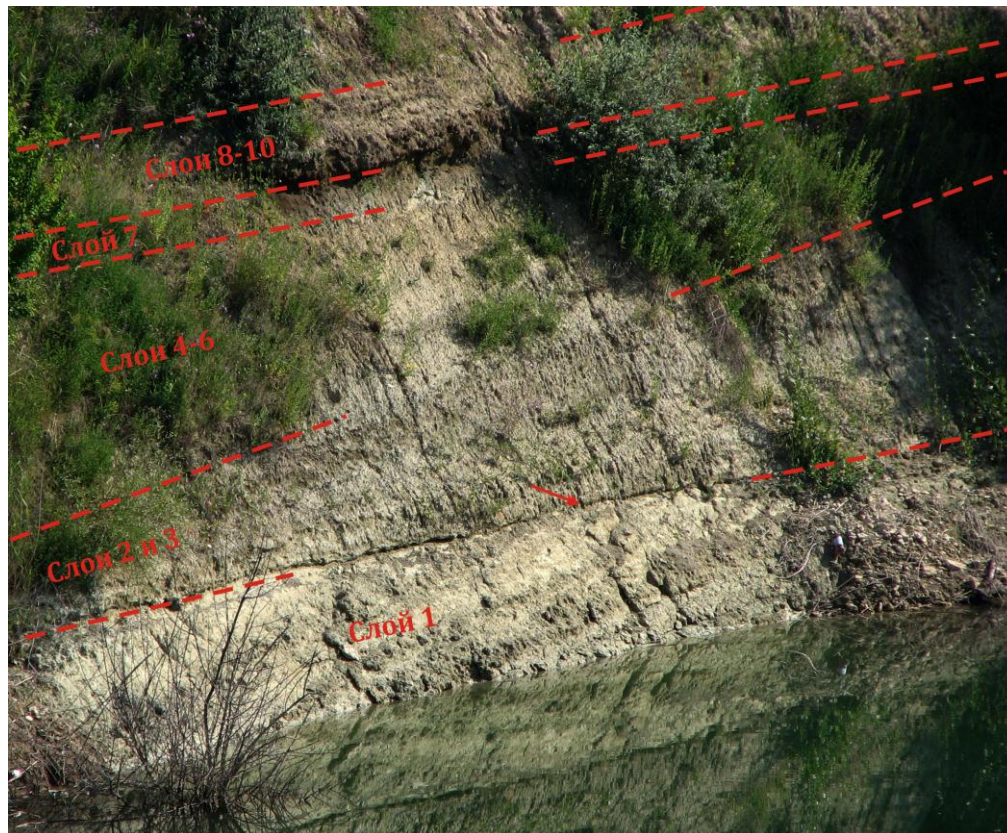


Рис. 6. Общий вид обнажения палеогеновых пород в северном борту карьера Визирка 1.

Стрелкой показан прослой, сложенный окремненными желваками.

Слой 1 относится к кряжевским слоям староингулецкой свиты [4], для которых характерно наличие алевролитовых желваков окремнения и нерастворенных арагонитовых створок моллюсков. Состав моллюсков этого слоя аналогичный комплексу моллюсков кряжевских слоев, вскрытых в карьере ИнГОКа [4].

Слои 2 и 3 принадлежат могилевским слоям староингулецкой свиты [4]. Их особенностью является то, что арагонитовые створки моллюсков полностью растворены. Они представлены только отпечатками и ядрами. Кальцитовые же створки моллюсков (*Ostrea*, *Chlamys*, *Anomia*, *Vulsella*) не растворились. Для разреза могилевских слоев, вскрытых в северном борту карьера Визирка 1,

присуще большое количество обломков гигантских устриц *Pycnodonte gigantea* (Solander). Породы слоев 2 и 3 обладают примерно одинаковым цветом, отличаются от пород слоя 1 более зеленым оттенком. Доминирующий цвет пород слоя 1 – светлосерый. Между кряжевскими и могилевскими слоями в карьере Визирка 1, так же как и в северо-западном борту карьера ИнГОКа, имеется перерыв осадконакопления.

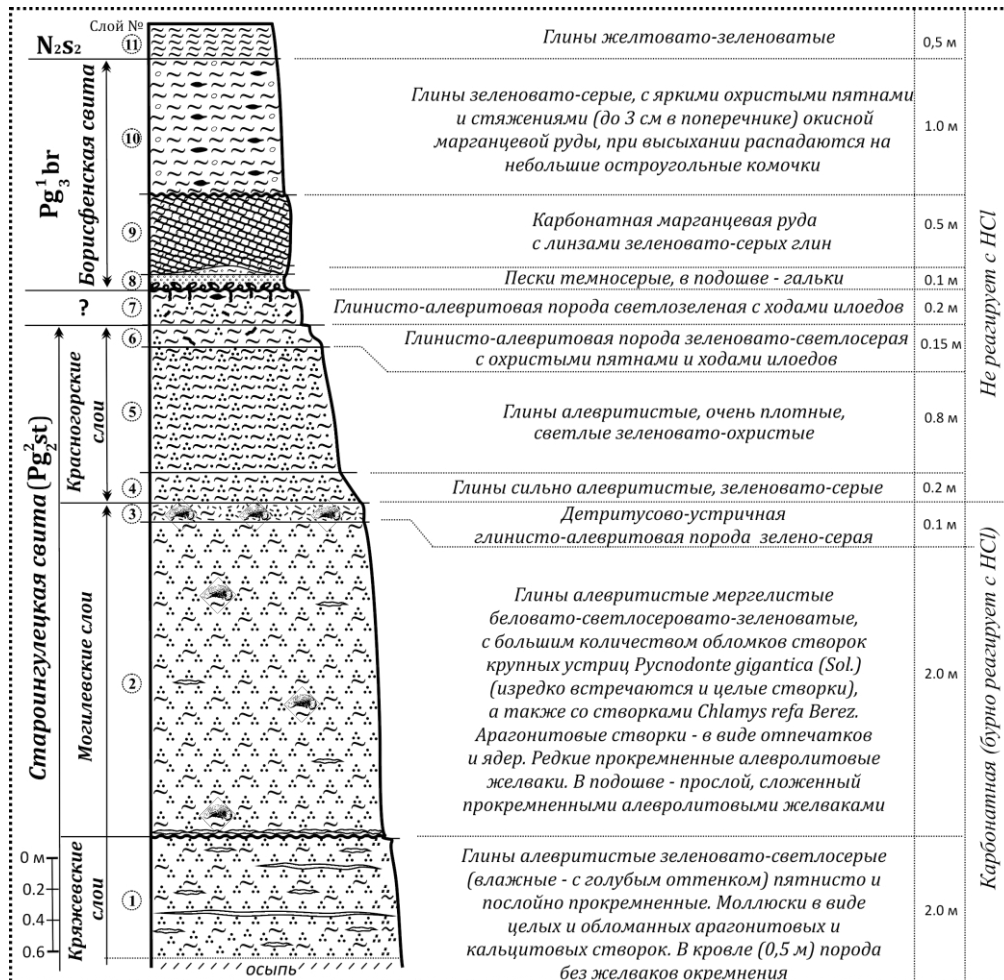


Рис. 7. Строение геологического разреза палеогеновых отложений на контакте эоценовой и олигоценовой толщ в северной части карьера Визирка 1.

Слои 4-6 принадлежат выделенным выше красногорским слоям староингулецкой свиты.

Слой 4 не отличается по цвету, по количеству и размеру зерен кварца от нижележащего слоя 2. Но в нем присутствуют мелкие (до 1 см в длину) гнезда и «черточки» почти белого цвета. Эти вкрапления состоят из глинистого светлосерого, почти белого алеврита. В слое очень редко встречаются полурастворенные мелкие обломки *Pycnodonte gigantea* (Solander). В отличие от обломков этих же устриц из нижележащих слоев они не серого, а почти белого

цвета и очень хрупкие, легко разрушаются при надавливании, в то время как обломки устриц из пород, лежащих ниже, очень крепкие. Порода с соляной кислотой не реагирует.

Слой 5 своим охристым оттенком резко выделяется среди всех слоев разреза верхней части палеогеновых отложений карьера Визирка 1. В нем много мельчайших (до 0,15 мм) комочков глауконита. В этом слое также встречаются мелкие гнезда и короткие «черточки» светлосерого глинистого алевролита. Это позволяет объединить слои 4 и 5 в одну пачку. Фауна не обнаружена. Порода с соляной кислотой не реагирует, но по внешнему виду напоминает мергелевые алевролитовые глины.

Слой 6 по цвету подобен слоям 3 и 4. В нем встречаются ходы илоедов, заполненные кварцевым песком из слоя 8 (между частицами кварца находится темносерое глинистое вещество). Присутствуют комочки глауконита диаметром до 0,15 мм. Этот слой более светлого оттенка, чем вышележащий. С соляной кислотой порода слоя не реагирует. Ископаемая фауна отсутствует.

Порода слоя 7 во влажном состоянии пластичная, светлозеленого цвета (без охристого оттенка), в сухом – зеленовато-светлосерая. С соляной кислотой не реагирует. Примерно половину ее объема занимают зерна кварца диаметром 0,05-0,1 мм. Содержит большое количество комочков глауконита размером 0,05-0,1 мм. Пронизана ходами илоедов, длина которых достигает 10 см, а диаметр – 10-15 мм. Ходы заполнены хорошо окатанными зернами кварца (диаметр до 1,0-1,5 мм), которые скреплены темносерым глинистым веществом, пропитанным оксидами марганца. Материал, заполняющий ходы илоедов, принадлежит вышележащему слою разнородного песка. В отличие от слоя 6 здесь нет охристых пятен и значительно больше ходов илоедов, а зеленый цвет проявлен более явственно. В кровле этого слоя (интервал мощностью 0,1 м) встречаются небольшие (до 5 см в поперечнике) гнезда черной и темносерой землистой марганцевой руды. Зерна глауконита и ископаемая фауна отсутствуют. Для установления геологического возраста слоя 7 нет данных. По литологическим признакам, этот слой хорошо коррелируется со слоем 6 геологического разреза верхней части палеогеновых отложений карьера ИнГОКа (рис. 2).

Толща слоев 4-6 заполняет эрозионную ложбину, которая врезана в толщу слоев 2 и 3 (рис. 6). Характер залегания слоя 7 не выяснен. Слои 8-11 залегают горизонтально. Границы между всеми описанными слоями резкие, в виде поверхностей напластования.

Слои 8-10 датируются ранним олигоценом, относятся к никопольской подсвите борисфенской свиты. В марганцевой руде обнаружена крупная раковина брахиоподы рода *Terebratula*, которые на территории южной Украины встречаются исключительно в нижнеолигоценовых отложениях.

Выводы

На основании полевых исследований, впервые в Южном Кривбассе выявлен порядок залегания пластов горных пород в геологическом разрезе зоны контакта среднеэоценовых и нижнеолигоценовых отложений. Изучение и сравнение верхних частей разрезов палеогена, вскрытых в карьерах ИнГОКа и Визирка 1, позволяет сделать следующие выводы.

1. В наиболее полных геологических разрезах в бортах карьеров ИнГОКа и Визирка 1 строение верхней части палеогеновых отложений примерно одинаково.

2. Учитывая условия залегания (эрозионный контакт как с выше-, так и с нижезалегающими толщами), предлагается слою 2-5 геологического разреза северо-западного борта карьера ИнГОКа (рис. 1-4) и слою 4-6 разреза северного борта карьера Визирка 1 (рис. 6 и 7) выделить в отдельное стратиграфическое подразделение («слои с географическим названием»), подчиненное староингулецкой свите. Этот стратон предлагается назвать «красногорские слои». Возраст – средний эоцен, бартонский ярус. Бартонский возраст стратону присвоен на основании анализа коколитофорид из тонких глинистых прослоев, залегающих в толще слоя 5 разреза карьера ИнГОКа (эти слойки встречены примерно в 500 м южнее описанного выше разреза). По устному сообщению известного специалиста по нанопланктону Н.Г.Музылева (Геологический институт, г. Москва), здесь обнаружен комплекс зоны NP 17, которая характерна только для бартонских отложений. Для верхней части пород красногорских слоев присуща бескарбонатность и полное отсутствие остатков ископаемой макрофауны (за исключением подошвы, где встречены маленькие полурастворенные обломки кальцитовых крупных устриц). Комплекс нанопланктона, обнаруженный в нижележащих осадках могилевских слоев карьера ИнГОКа, по данным Н.Г.Музылева (устное сообщение), А.С.Андреевой-Григорович [1] и С.А.Люльевой [8], соответствует нанопланктонной зоне NP 16.

3. «Пачка В» могилевских слоев староингулецкой свиты упраздняется в связи с ее выделением в красногорские слои.

4. В карьере Визирка 1 имеется только верхняя бескарбонатная часть красногорских слоев; нижняя часть, для которой характерна известковистость и большое количество раковин нуммулитов, отсутствует.

5. Слой 6 геологического разреза карьера ИнГОКа и слой 7 разреза карьера Визирка 1 резко отличается от нижележащих отложений присутствием в нем гнезд и тонких прослоев землистой оксидной марганцевой руды, находящихся в коренном залегании, и отсутствием зерен глауконита, которые в изобилии встречаются в нижележащих слоях. В карьере ИнГОКа эти породы заполняют эрозионную ложбину (рис. 1 и 5). Наличие сравнительно большого количества пиролюзита и псиломелана в эоценовых породах ранее не фиксировалось. Для Южной Украины такое количество марганцевых минералов свойственно только для нижнеолигоценовых пород борисфенской свиты. Нижняя граница слоя 6 резкая, в карьере ИнГОКа она неровная, с небольшими «карманами», в карьере Визирка 1 – в виде ровной поверхности напластования. Ископаемая фауна не обнаружена (в том числе фораминиферы), поэтому возраст этого уровня по палеонтологическим данным пока определить невозможно. На основании наличия сравнительно большого количества марганцевых минералов возраст слоя 6 разреза карьера ИнГОКа и слоя 7 разреза карьера Визирка 1 можно было бы трактовать как раннеолигоценовый и относить к нижней (рубановской) подсвите борисфенской свиты. Но типичные породы этой подсвиты развиты значительно южнее. К аналогам рубановской подсвиты на данной широте иногда относили подрудный слой нижнеолигоценовых песков (слой 8, рис. 7). Но в карьере Визирка 1 типичные нижнеолигоценовые «рубановские» пески с отчетливым стратиграфическим перерывом залегают выше слоя 7. Поэто-

му стратиграфическая принадлежность слоя 6 разреза карьера ИнГОКа и слоя 7 разреза карьера Визирка 1 остается невыясненной.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андреева-Григорович А.С., Березовский А.А., Вага Д.-Д.О.** Наннопланктон и моллюски эоценовых отложений Криворожского железорудного бассейна / Теоретичні та прикладні аспекти сучасної біостратиграфії фанерозою України. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук // Київ: ІГН НАН України, 2003.– С. 3-5.

2. **Березовский А.А.** О местной стратиграфической схеме палеогеновых отложений Кривбасса // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины (Днепропетровск).– 1998.– Т. 2., №3.– С. 93-95.

3. **Березовский А.А.** Местная стратиграфическая схема палеогена Криворожского бассейна / Біостратиграфічні та палеоекологічні аспекти подійної стратиграфії. Тези доповідей 23 сесії Українського палеонтологічного товариства // Київ, 2000.– С. 43-45.

4. **Березовский А.А.** Староингулецкая свита (средний эоцен, Кривбасс): расчленение, возраст и корреляция // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету.– 2009.– №1-2 (21-22).– С. 35-66.

5. **Березовский А.А.** Рахмановская свита (средний эоцен, южный склон Украинского щита): возраст, распространение и корреляция // Розвиток промисловості та суспільства. Секція 5. Геологія і прикладна мінералогія. Екологія. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2017.– С. 11-16.

6. **Березовский А.А., Вага Д.-Д.О.** Корреляция среднеэоценовых стратонев Украины по наннопланктону и моллюскам / Сучасні проблеми геологічної науки. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук // Київ, 2003.– С. 287-290.

7. **Березовский А.А., Колесник В.И.** Стратиграфия палеогеновых отложений карьера Ингулецкого ГОКа (Кривбасс) // Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців. Матеріали 11 Всеукраїнської науково-практичної конференції // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2015.– С. 66-69.

8. **Зернецкий Б.Ф., Люльева С.А., Рябоконт Т.С.** Стратиграфическое и палеогеографическое значение среднеэоценовых микрофоссилий южного склона Украинского щита // Геологический журнал (Киев).– 1994.– № 2.– С. 32-36.

9. **Зернецкий Б.Ф., Зосимович В.Ю., Макаренко Д.Е. и др.** Стратиграфическая схема палеогеновых отложений южных областей Украины. Графическое приложение // Киев: Наукова думка, 1993.– 1 лист.

10. **Макаренко Д.Е., Белокрыс Л.С.** Среднеэоценовые отложения среднего течения реки Ингульца // Палеонтологический сборник (Львов).– 1985.– №22.– С. 78-84.

11. **Макаренко Д. Е., Зелинская В. А., Зернецкий Б. Ф. и др.** Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Украины (унифицированная) // Киев: Наукова думка, 1987.– 116 с.

УДК 549 : 553.31 (477.65)

Зайченко В.В., Стеценко В.В., Євтехов В.Д.

МІНЕРАЛОГІЧНА ВАРІАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ ПРОДУКТИВНОЇ ТОВЩІ ПЕТРІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Петрівське родовище розташоване в південно-західній частині Правобережного залізрудного району Українського щита (УЩ). Основна на корисна копалина родовища – магнетитові кварцити артемівської світи. Головна геологічна структура родовища – стиснута синклінальна складка, спрямована замковою частиною на південь і відкритою на північ. Ядро складки вповнене родіонівською світою, складеною верствами кварц-силікатних сланців, скарноїдів, силікатних кварцитів. Обрамлюють синкліналь верстви гнейсів, мігматитів, кристалічних сланців зеленоріченської світи.

Детальне дослідження мінерального складу залізистих кварцитів продуктивної товщі родовища проводилось у 80 роках минулого століття [2]. Вивчались руди центральної частини родовища, яка на поточний час відпрацьована. Перспективний напрямок подальшого видобутку руди – східне крило синкліналі. В зв'язку з цим об'єктом досліджень авторів цього повідомлення були руди східного крила Петрівської синкліналі.

Продуктивну товщу родовища складають магнетитові, гематит-магнетитові, магнетит-гематитові, магнетит-вмісні гематитові, силікат-магнетитові, магнетит-силікатні, магнетит-вмісні силікатні кварцити.

При дослідженні мінералогічної варіативності продуктивної товщі східного крила родовища автори цієї публікації використали результати скорочених фазових аналізів магнетитових кварцитів і вмісних гірських порід, які були отримані під час дорозвідки родовища в 2016-18 рр. Для візуалізації взаємної залежності мінералогічних і хімічних показників магнетитових руд була використана діаграма в координатах Мм-Мо (де $Mm = Fe_{\text{магн.}}/Fe_{\text{заг.}}$, $Mo = Fe_2O_3/(FeO + Fe_2O_3)$), вперше опублікована В.Д.Євтеховим [1-3].

В роботах попередників [1-6] зазначалось, що для Петрівського родовища, як і інших подібних родовищ Українського щита та інших регіонів планети в напрямку від товщ вмісних гірських порід до центральних частин ідеальних залізистих горизонтів спостерігається наступна зміна мінеральних різновидів залізистих порід: сланці кварц-силікатні (гнейси) → сланці кварц-силікатні (гнейси) магнетит-вмісні та кварцити силікатні магнетит-вмісні → кварцити магнетит-силікатні → кварцити силікат-магнетитові → кварцити магнетитові → кварцити магнетитові з гематитом → кварцити гематит-магнетитові → кварцити магнетит-гематитові → кварцити гематитові з магнетитом → кварцити гематитові [2]. Ця зональність є результатом прояву універсальної аутигенної мінералогічної зональності залізистих горизонтів докембрійської залізисто-кремнистої формації [3-6].

В реальних умовах ідеальна мінералогічна зональність фіксується дуже рідко, але зональність продуктивної товщі Петрівського родовища близька до

ідеальної. В будові східного крила синкліналі автори встановили таку черговість зміни верств мінеральних різновидів руд (в напрямку від товщ вмісних суттєво силікатних порід до центральної частини продуктивної товщі): кварцити силікатні з магнетитом → кварцити магнетит-силікатні → кварцити силікат-магнетитові → кварцити магнетитові → кварцити магнетитові з гематитом → кварцити гематит-магнетитові → кварцити магнетит-гематитові → кварцити гематитові з магнетитом. Гематит у їх складі представлений залізною слюдкою; силікати – кумінгтонітом, меншою мірою біотитом, синьо-зеленою роговою обманкою.

Фігуративні точки залізистих кварцитів різного мінерального й хімічного складу закономірно розташувались на діаграмі Мм-Мо (рис. 1).

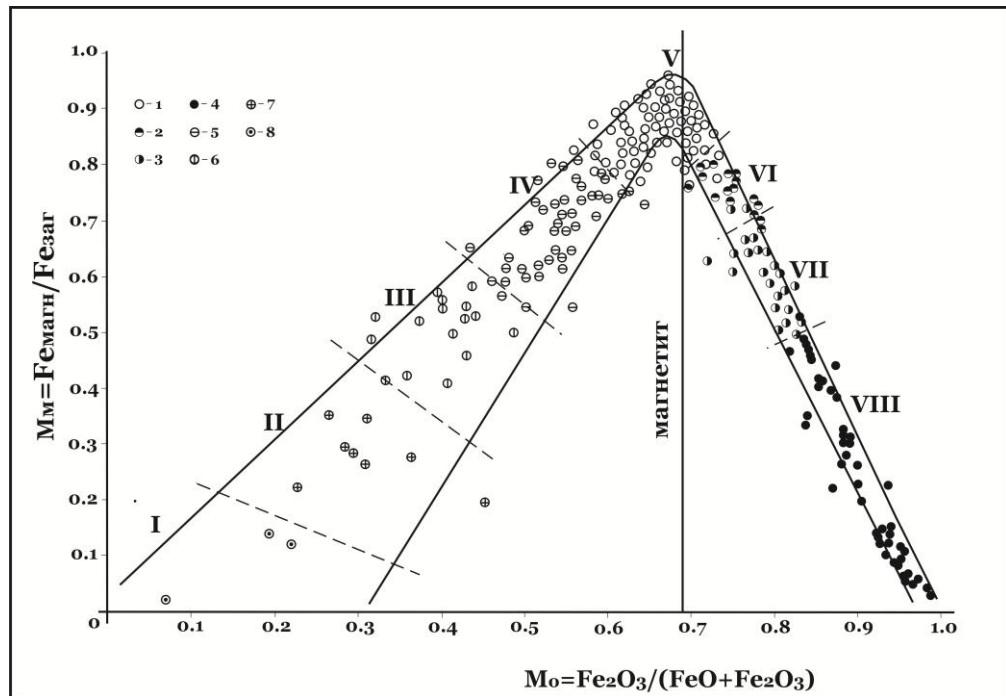


Рис. 1. Поля поширення фігуративних точок укрупнених мінеральних різновидів руд і вмісних гірських порід Петрівського родовища в координатах Мм-Мо (за даними мінералого-технологічного опробування керну розвідувальних свердловин).

Укрупнені мінеральні різновиди руд: 1 – кварцити магнетитові (поле V); 2 – кварцити магнетитові з гематитом (VI); 3 – кварцити гематит-магнетитові (VII); 4 – кварцити магнетит-гематитові і гематитові з магнетитом (VIII); 5 – кварцити силікат-магнетитові (IV); 6 – кварцити магнетит-силікатні (III); 7 – кварцити силікатні з магнетитом (II).

На лівій гілці діаграми розмістились поля поширення фігуративних точок кварц-силікатних сланців і силікат-вмісних магнетитових кварцитів. Перехід від поля I до поля IV відповідає поступовому зменшенню вмісту в складі руд силікатів і зростанню – магнетиту. В цьому напрямку поступово збільшується також вміст кварцу – головного нерудного мінералу магнетитових кварцитів.

В полі V розташовані фігуративні точки практично бімінеральних (магнетит+кварц) залізистих кварцитів з незначною (до 5 мас.%) домішкою силікатів (по лівий бік від лінії магнетиту) або гематиту (по правий бік).

На правій гілці діаграми розташовані поля фігуративних точок гематит-вмісних залізистих кварцитів. Від поля VI до поля VIII вміст гематиту в їх складі зростає, кількість магнетиту зменшується. В зв'язку зі зростанням вмісту гематиту, кількість кварцу поступово зменшується.

Таким чином, за даними скорочених фазових аналізів заліза та результатами петрохімічних розрахунків, у складі продуктивної товщі східного крила Петрівської синклінали виділені 7 різновидів залізистих кварцитів (поля від II до VIII). Складені ними верстви закономірно залягають у розрізі продуктивної товщі.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Евтехов В.Д.** *Минералогические особенности метасоматических изменений железистых кварцитов Северного Криворожья (на примере Первомайского месторождения) / Автореферат диссертации ... кандидата геолого-минералогических наук // Львов: Львовский госуниверситет, 1978. – 25 с.*

2. **Евтехов В.Д., Меньшиков Д.М.** *Изменчивость минерального состава продуктивной толщи Петровского месторождения // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету. – 1999. – №1. – С. 41-43.*

3. **Евтехов В.Д., Карпенко С.В., Евтехова А.В.** *Использование петрохимической диаграммы Мм-Мо при изучении аутигенной зональности железисто-кремнистой формации докембрия // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету. – 2007. – №2 (18). – С. 30-44.*

4. **Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д., Ахкозов Ю.Л., Аркос-Видадь Х.Ф., Вальтер А.А., Каталенец А.И., Кудинова Л.А., Кушеев В.В., Малых В.М., Пирогова В.В., Раевская М.Б., Романищак А.А., Тарасенко В.Н., Холошин И.В., Шатрубов Л.Л., Ярошук М.А.** *Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия // Киев: Наукова думка, 1989. – 168 с.*

5. **Страхов Н.М.** *Основы теории литогенеза. – Москва: Изд. АН СССР, 1962. – Т.2. – 575 с.*

6. **Ходюш Л.Я.** *Аутигенно-минералогическая зональность как один из критериев расчленения и сопоставления железорудных толщ в железисто-кремнистых формациях докембрия (на примере Белозерского железорудного района) // Проблемы изучения геологии докембрия. – Ленинград: Наука, 1967. – С. 243-249.*

УДК 624.04 : 502

Аблець В.В.

ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ: ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ НА ПОЧАТКОВОМУ ЕТАПІ ДІЇ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО ОЦІНКУ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ»

Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» введений у дію 18 грудня 2017 р. [4]. Він торкнувся правових та організаційних питань оцінки впливу на довкілля планованої господарської діяльності. В цілому, Закон має прогресивне спрямування, особливо, з точки зору забезпечення безпосередньої участі громадськості в процесі прийняття рішень, які стосуються впровадження екологічно небезпечної діяльності. Але перші спроби практичної реалізації положень Закону викликали труднощі у всіх учасників (суб'єктів) проектування та оцінювання впливу господарчої діяльності на довкілля.

Відсутність законодавчо та нормативно встановленого зв'язку між процедурами оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) та оцінки впливу на довкілля (ОВД) є в поточний час проблемою. Із введенням у дію Закону про ОВД слід було б чекати змін у державних будівельних нормах ДБН А.2.2-3:2014 [3] та ДБН А.2.2-1-2003 [2]. Але цих змін немає.

Матеріали ОВНС продовжують бути частиною проектної документації. У відповідності з Законом України (ст. 31) [5], до проектної документації на будівництво об'єктів, які підлягають оцінці впливу на довкілля згідно з Законом [4], додаються результати оцінки впливу на довкілля. Звертаємо увагу: результати оцінки впливу на довкілля не є частиною проектної документації, а тільки додаються до неї. На якому етапі і для яких цілей додаються результати оцінки впливу на довкілля до проектної документації, в Законі [5] нічого не сказано. Тобто, експертиза проектів будівництва повинна проводитись експертними організаціями відповідно до чинних вимог («Порядок затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи», затверджений постановою [6]) без розгляду та врахування матеріалів оцінки впливу на довкілля, які розглядаються за окремою процедурою у відповідності з чинними вимогами.

В Порядку [6] нічого не сказано про ОВД. Для проведення експертизи її замовник подає експертній організації проект будівництва, оформлений у відповідності з вимогами державних стандартів [6, п. 13]. Але, не дивлячись на те, що звіт та інші матеріали ОВД не є проектною документацією, вони та сама процедура ОВД можуть суттєво впливати на проектні рішення та викликати необхідність їх корегування.

При розгляді проекту будівельною експертизою він може одержати позитивний висновок, а в ході проведення процедури ОВД плановані рішення при громадському обговоренні можуть одержати зауваження та пропозиції (які

можуть прийматися або обґрунтовано відхилятися), а в процесі розгляду матеріалів ОВД експертна комісія може визначити «суворі» екологічні умови щодо провадження планованої діяльності. Більше того, провадження такої діяльності експертною комісією може бути обґрунтовано недопустимим.

В свою чергу, врахування зауважень та пропозицій громадськості до екологічних параметрів планованої діяльності, а також виконання екологічних умов експертних комісій щодо охорони довкілля під час будівельних робіт та провадження планованої діяльності викликає необхідність корегування проектних рішень. Це корегування визначатиме необхідність додаткового проходження будівельної експертизи і, більш за все, необхідність проведення повторного процесу ОВД. Таким чином, необхідне налаштування зв'язку між процесами проектування, ОВНС, будівельної експертизи, з одного боку, та ОВД і розгляду матеріалів ОВД спеціалізованими експертними комісіями, з другого. Сьогодні цей зв'язок законодавчо та нормативно не встановлений.

З введенням процедури ОВД з'являються дві категорії виконавців екологічної оцінки планованої діяльності: 1) виконавці ОВНС (сертифіковані виконавці за напрямком «інженерно-будівельне проектування в частині забезпечення безпеки життя та здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища»; 2) виконавці звіту з ОВД (автори (виконавці) із зазначенням їх кваліфікації згідно з додатком 4 до «Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля», затвердженого постановою [8]). Вимоги до кваліфікації виконавців не оговорюються.

Також подібно будуть існувати дві категорії експертів: 1) експерти в складі експертних організацій, які проводять експертизу проектної документації на будівництво; вони повинні мати кваліфікаційний сертифікат відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створення об'єкту архітектури, за напрямком «експертиза проектної документації в частині забезпечення безпеки життя та здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища, забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення»; 2) експерти в складі експертних комісій з оцінки впливу на довкілля, утворених відповідним уповноваженим центральним органом чи уповноваженим територіальним органом з питань екології та природних ресурсів; вони призначаються строком на три роки; уповноважений центральний орган веде реєстр експертів, з числа яких можуть призначатись члени експертної комісії з оцінки впливу на довкілля [4, ст. 10]. Кваліфікаційні вимоги до останніх експертів сьогодні не визначені.

Не врегульований зв'язок між процедурами громадського обговорення в процесі розробки ОВНС та в процесі ОВД. Зокрема, це стосується обговорення Заяви про наміри (як складової процесу ОВНС та матеріалів ОВНС) та Повідомлення про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля (складається на початковому етапі ОВД). Ці процеси деякою мірою дублюють один одного, і це дублювання ускладнює процес проектування та громадського обговорення, не буде сприйматись громадськістю однозначно. Це стосується обговорення й інших «головних» документів: власне матеріалів ОВНС, Заяви про екологічні наслідки діяльності та Звіту з ОВД.

В діючих чинних законодавчих, підзаконних та нормативних документах не встановлено, яким чином процес оцінки впливу на довкілля пов'язаний з проектуванням та його стадійністю. Чи необхідно повторювати процес ОВД на

кожній стадії проектування, коли змінюються параметри планованої діяльності? На якій стадії проектних (а можливо, й передпроектних робіт) слід розпочинати процедуру ОВД? У багатьох представників громадськості та замовників планованої діяльності сьогодні є переконання, що результати ОВД повинні вже бути на початкових стадіях проектування, а то й уже на етапі передпроектних робіт. До того ж – для чого вкладати гроші в проектування, якщо планована діяльність за результатами ОВД може виявитись екологічно неприйнятною. З іншого боку, як можна повноцінно оцінити плановану діяльність, якщо не відомі детальні технологічні та інші параметри цієї діяльності, які можуть бути визначені тільки в процесі розробки проектної документації. Єдине місце в законі [4], де є натяк на зв'язок ОВД та проектної документації, – це стаття 9: однією з умов у висновку з оцінки впливу на довкілля уповноваженого органу може бути необхідність здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля на «іншій стадії проектування». Які саме маються на увазі стадії проектування, не уточнюється. Очевидно, мова йде про стадії техніко-економічної оцінки та проектування. Зрозуміло, що в результаті зміни проектних рішень можливе виконання додаткової оцінки й на стадії створення робочої документації.

Згідно з Законом [5, ст. 32], до об'єктів з незначними наслідками (СС1) не можуть бути віднесені такі, що підлягають оцінці впливу на довкілля у відповідності з Законом [4]. Отже, такими можуть бути об'єкти з середніми (СС2) та значними наслідками (СС3), для яких здійснюється проектування: для СС2 – в дві стадії (проект та робоча документація) або три стадії (ескізний проект (техніко-економічна оцінка – ТЕО), проект та робоча документація); для СС3 – в три стадії (ескізний проект (техніко-економічна оцінка), проект та робоча документація) [3].

Слід звернути увагу на одну відмінну особливість розробки матеріалів ОВНС і звіту ОВД щодо альтернатив планованої діяльності. Якщо ТЕО розробляється в декількох варіантах, то розділ ОВНС виконується після погодження замовником вибраного варіанту [3]. В той же час, у повідомленні про плановану діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля, та звіті про оцінку впливу на довкілля значна увага приділяється характеристиці планованої діяльності та її впливу на довкілля саме за альтернативами [4, 8].

Матеріали ОВНС входять до складу проекту, пов'язані з проектними рішеннями і з екологічних позицій оцінюють проектні рішення, наведені в інших конкретних частинах проектної документації. В той же час, матеріали ОВД не є проектною документацією. Крім цього, в Законі про ОВД та відповідних підзаконних актах не говориться, згідно з якою документацією характеризується та оцінюється планована діяльність у матеріалах ОВД: процедура ОВД повинна розглядати конкретні вихідні документи, згідно з якими планується здійснювати «зафіксовану» плановану діяльність (не забуваємо, що в цій документації обов'язково повинні бути передбачені технічні та територіальні альтернативи).

Щодо категорій видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля й підлягають оцінці впливу на довкілля [4], слід зауважити наступне. Планована діяльність (або об'єкт) може передбачатись не в цілому для виписаних «екологічно небезпечних» об'єктів та діяльності, а бути частиною цієї діяльності. Наприклад, будівництво нових аспіраційних споруд на екологічно небезпечному «категорійному» об'єкті чорної металургії підпадає під дію закону чи ні? Дивно, але в цьому випадку необхідність вико-

нання ОВД буде визначатись не тільки параметрами планованої діяльності, а й тим, яку вона має назву. Крім того, можлива вірогідність того, що планована діяльність буде штучно поділятися на окремі проекти (можлива приналежність цих об'єктів різним суб'єктам) зі зниженням граничних величин для визначення категорій планованої діяльності та об'єктів: один об'єкт може підпадати під дію закону, а два-три невеликих – не підпадати.

До діяльності, що потребує процедури ОВД, віднесені операції поводження з небезпечними відходами (зберігання, обробка, переробка, утилізація, видалення, знешкодження, захоронення), але не наведені класи небезпечності відходів, гранична їх кількість. Справа в тому, що практично будь яка виробнича діяльність пов'язана з такими операціями поводження з небезпечними відходами різних класів та в різній кількості.

Нажаль, в наведеній категорійності об'єктів та діяльності [4, ст. 3] відсутній єдиний підхід за класифікаційними ознаками, зокрема, технологічними та розмірними. Наприклад, до I категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля, віднесено потужності для зберігання нафти, нафтохімічної або хімічної продукції місткістю 200 тисяч тонн або більше. В той же час до II категорії віднесено в складі енергетичної промисловості наступну діяльність:

– зберігання та переробка вуглеводневої сировини (газу природного, газу сланцевих товщ, газу, розчиненого в нафті, газу центрально-басейнового типу, газу (метану) вугільних родовищ, конденсату, нафти, бітуму нафтового, скрапленого газу);

– поверхневе та підземне зберігання викопного палива чи продуктів його переробки на площі 500 квадратних метрів і більше або об'ємом (для рідких або газоподібних) 15 кубічних метрів і більше.

Зауваження: для зберігання та переробки вуглеводневої сировини не наведені граничні об'єми, I та II категорії однотипних об'єктів наведені з різними технологічними ознаками, кількість речовин наведена в різних одиницях.

Будівництво залізничних колій і споруд, трамвайних колій, які потрапляють до II категорії, не обмежене жодними кількісними параметрами. В об'єкти II категорії потрапив ремонт устаткування для інфраструктури залізничного транспорту. А виробництво автомобільного транспорту та його ремонт не потрапило до переліків взагалі.

Незрозуміле формулювання наступної діяльності: «господарська діяльність, що призводить до скидання забруднюючих речовин до водних об'єктів, та забір води з водних об'єктів за умови, що водозабір підземних вод перевищує 300 кубічних метрів на добу». Об'єднані різні поняття: скидання забруднюючих речовин до водних об'єктів, забір води з водних об'єктів, водозабір підземних вод. Граничні величини наведені тільки для водозабору підземних вод.

Нажаль, з введенням нового Закону не знайшов розвитку такий важливий елемент екологічної оцінки при проектуванні, ОВНС та ОВД, як екологічні вишукування. Хоча всі підстави для цього є (проект «ДБН А.2.1-1:2014. *Інженерні вишукування для будівництва*» має суттєву екологічну складову [1]). Оцінка впливу на довкілля планованої діяльності не буде давати достовірні результати без проведення нормативно регульованих вишукувань, які дадуть змогу давати більш-менш реальну картину сучасного стану довкілля в районі планованої діяльності, та правильно оцінювати його майбутній стан.

Важливим у Законі є необхідність оцінки можливого впливу на довкілля планованої діяльності, обумовленого кумулятивним впливом інших наявних об'єктів планованої діяльності та об'єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності, з урахуванням усіх існуючих екологічних проблем, пов'язаних з територіями, які мають особливе природоохоронне значення, на які може поширитися вплив або на яких може здійснюватися використання природних ресурсів. Якщо «інших наявних об'єктів» небагато, то кумулятивний вплив можна оцінити за час, сумірний з часом проектування. Але для крупних промислових вузлів це питання, на наш погляд, занадто складне. Наприклад, тільки викиди до атмосферного повітря в таких вузлах можуть здійснюватись із сотень, а то й тисяч джерел. Оцінювати вплив на довкілля, очевидно, повинен кожний вкладник у комплексне забруднення, але насамперед це повинен робити той забруднювач, який має найбільший внесок в забруднення навколишнього середовища (не тільки з точки зору кількості джерел забруднення та кількості викидів, а й з точки зору небезпечності речовин та внеску в формовані приземні концентрації забруднюючих речовин). В цьому контексті виникає необхідність проведення комплексної ОВД для промислових вузлів, які складаються як з «категорійних» об'єктів, так і з багатьох «некатегорійних». Необхідно розуміти, як процедурно розробляти та пристосовувати комплексну ОВД при проектуванні конкретних об'єктів.

Окремого розгляду потребує питання порівняння складу та змісту складової частини проектної документації – розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище» та головної частини документації процесу ОВД – «Звіту про оцінки впливу на довкілля». З метою уникнення дублювання екологічних процедур та документів, необхідно визначити можливість чіткого об'єднання (чи розділення) цих документів з утворенням для них однієї (або різної) нормативної основи. При цьому необхідно враховувати рівень екологічної небезпечності різних категорій планованих об'єктів та їх діяльності. Багато питань виникає при аналізі критеріїв визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля [7, додаток 2], ми їх також розглянемо в окремій публікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. **ДБН А.2.1-1:2014.** Інженерні вишукування для будівництва (проект, друга редакція).
2. **ДБН А.2.2-1-2003.** Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
3. **ДБН А.2.2-3:2014.** Склад та зміст проектної документації на будівництво.
4. **Закон України «Про оцінку впливу на довкілля».**
5. **Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».**
6. **Постанова Кабінету Міністрів України №560 від 11 травня 2011 р.** «Про затвердження Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України».
7. **Постанова Кабінету Міністрів України № 1010 від 13 грудня 2017 р.** «Про затвердження критеріїв визначення планованої діяльності, яка не підлягає оцінці впливу на довкілля, та критеріїв визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля».

8. **Постанова** Кабінету Міністрів України № 1026 від 13 грудня 2017 р. «Про затвердження Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля та Порядку ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля».

УДК 549 : 622.7 (477.64)

Евтехов В.Д.

ПОВЫШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В СОСТАВЕ ГЕМАТИТОВЫХ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ РУД

Перед Криворожским (КЖРК), Запорожским (ЗЖРК) железорудными комбинатами, рудником Сухая Балка стоят проблемы повышения содержания железа в производимой агломерационной руде и снижения содержания в ее составе балластных (кремнезем, глинозем и др.) и вредных (сера, фосфор, мышьяк, натрий, калий, хлор и др.) примесей. Были разработаны предложения, направленные на решение этих проблем [1, 6-9]. Большинство технологических схем основывалось на использовании гранулометрического разделения дробленого рудного материала, «сухой» магнитной сепарации, механической рудоразборки кусковой рудной массы. Но при разработке каждого предложения, как правило, не учитывались минералогические особенности сырья, в связи с чем большинство предложенных технологий оказались недостаточно эффективными.

Главные особенности богатых гематитовых руд Криворожского бассейна, Белозерского железорудного района, которые мешают повышению содержания железа в составе аглоруды с использованием традиционных технологий, следующие.

1. Присутствие магнетита – как в частицах богатой руды, так и в частицах рядовых гематитовых кварцитов, других вмещающих пород. Этот минерал как сильный ферромагнетик активнее реагирует на магнитное поле повышенной интенсивности по сравнению со слабым антиферромагнетиком – гематитом. В связи с этим при дообогащении аглоруды методом высокоградиентной магнитной сепарации в магнитный (полезный) продукт попадают не только частицы богатой руды, но и частицы магнетит-содержащих низкожелезистых горных пород.

2. В сильном магнитном поле (обычно более 0,5 Тл) частицы магнетита (в большей мере) и гематита (в меньшей мере) склонны к формированию флокулов – временных агрегаций, в которые механически вовлекаются частицы не только богатых руд, но также низкожелезистых и безжелезистых горных пород. Уменьшение размера частиц при рудоподготовке (передрабывание, переизмельчение) повышает степень их флокулируемости.

До настоящего времени были разработаны несколько технологий повышения содержания железа в составе товарных агломерационных руд, производимых на дробильно-сортировочных фабриках (КЖРК, Сухая Балка) или без них (ЗЖРК). К апробированным не только в лабораторных, но и в полупромышленных, промышленных условиях можно отнести следующие.

1. Использование сухой магнитной сепарации аглоруды с крупностью частиц менее 10 (менее 15) мм. Наиболее полно технология реализована в установках А.А.Лозина и др., производимых НПФ Продэкология (Ровно). С их помощью можно повысить содержание железа в полезном конечном продукте на

1-3 масс.%. Отходы обогащения характеризуются высоким содержанием железа (45-50 и более масс.%) и выхода (не менее 30%). Таким образом, наряду с позитивами (сухой метод обогащения, простота технологии, налаженное производство оборудования в Украине) выявлены недостатки технологии (большие потери железа в хвостах, высокий их выход).

2. Использование механической рудоразборки кусковой руды (размер частиц от 20 до 70 мм) с помощью установок В.М.Волошина и др. (НПФ «Промтехнологии», г. Кривой Рог) и А.А.Азаряна и др. (Криворожский национальный университет). Принцип работы установок разный (магнитный, радиометрический и другие методы), но процесс сепарирования рудных и нерудных частиц аналогичный: разделения их действием струи сжатого воздуха или механического толкателя. Использование установок позволяет в промышленных условиях повысить содержание железа в рудном материале на 1-3 масс.%. К негативам относится невозможность дообогащения материала с крупностью частиц менее 20 мм и необходимость дробления материала с крупностью частиц более 70 мм. Недостатком является также высокое содержание железа в отходах обогащения (обычно не ниже 45-50 масс.%) и высокий их выход (не ниже 25-35%).

3. Ганулометрическое обогащение путем выделения из аглоруды мелкозернистой составляющей, характеризующейся повышенным содержанием железа. Для товарных руд КЖРК и рудника Сухая Балка в результате высеивания фракции 6-0 мм из рудного материала с крупностью частиц 15-0 (20-0) мм удается поднять содержание железа в товарной аглоруде от 57-59 до 60-62 масс.%. Позитивы технологии – простота аппаратного обеспечения, небольшие размеры установки. Недостатки – высокое содержание железа в отходах обогащения (надрешетном продукте) (не ниже 45-50 масс.%), высокий выход хвостов (до 40 и более %), а также ненадежность работы с увлажненной рудой.

4. Гравитационное обогащение дробленной до крупности частиц менее 10 мм агломерационной руды с использованием отсадочных машин. Технология была реализована в 60-х гг. на двух центральных обогатительных фабриках (ЦОФ) Кривбасса – на шахтах им. В.А.Валявко и Большевик. Обогащению подвергались руды с низким содержанием железа (46-52 масс.%), после отсадки этот показатель возрастал до 53-55 масс.%. Процесс сопровождался образованием двух видов отходов: 1) тонкозернистого (крупность частиц менее 0,1 мм) с общим содержанием железа в среднем около 42 масс.%; 2) крупнозернистого (размер частиц 7-10 мм) с общим содержанием железа около 40 масс.%. В 80-х гг. ЦОФ были закрыты в связи с закрытием части шахт и переходом оставшихся шахт на обогащение руд на дробильно-сортировочных фабриках (ДСФ).

5. К достаточно эффективной в отношении качества полезного конечного продукта (содержание железа не ниже 64-65 масс.%), простой и надежной была использовавшаяся на шахтах Кривбасса в 40-60 гг. XX ст. технология ручной рудоразборки рудного материала с крупностью частиц более 20 мм. Аппаратное обеспечение установки было очень простым: медленно движущийся конвейер с оросителем в его голове и бункеры для сбора мартеновского куска. От этого метода отказались в связи с внедрением более индустриальной технологии ДСФ и в связи с уходом от однообразного ручного труда. Содержание железа в составе отходов обогащения было наиболее низким по сравнению с ранее охарактеризованными технологиями – не более 40-45 масс.%;

выход хвостов зависел от качества подвергавшейся рудоразборке исходной руды.

Другие технологии (сухое гравитационно-магнитное обогащение, воздушная классификация и др.) существуют пока только в лабораторном исполнении.

Из охарактеризованных выше предпочтительной по эффективности работы, надежности аппаратного обеспечения, апробированности представляется технология НПФ Продэкология.

Проблему образования высокожелезистых хвостов при работе этой, а также других установок можно решить более глубоким обогащением хвостов путем измельчения до выбранной крупности (от 2-3 до менее 0,1 мм) [2-5]. Гравитационное обогащение продуктов измельчения позволит получить один или несколько (по выбору) полезных конечных продуктов: рядовую аглоруду (58-60 масс.% железа), высококачественную аглоруду (60-62 масс.% железа), аглоконцентрат (62-64 масс.%), рядовой концентрат (64-66 масс.%), высококачественный концентрат (66-69 масс.%). Эти продукты могут быть реализованы индивидуально или их можно подмешивать в товарную агломерационную руду с целью повышения содержания железа в ее составе. Технология производства этих продуктов, минералогически обоснованная и неоднократно апробированная на кафедре геологии и прикладной минералогии Криворожского национального университета (КНУ), реализована в трех обогатительных установках (две в г. Кривом Роге, одна в г. Желтых Водах).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Азарян А.А., Колосов В.А., Ломовцев Л.А., Учитель А.Д.** Качество минерального сырья // *Кривой Рог: Минерал*, 2001. – 203 с.
2. **Демченко О.С., Євтехов В.Д.** Склад відсіву дробарно-сортувальних фабрик Криворізького басейну як вторинної залізорудної сировини // *Мінералогічний журнал (Київ)*. – 2017. – №4 (39). – С. 89-96.
3. **Демченко О.С., Євтехов В.Д., Георгиева Е.П.** Минеральный состав богатых железных руд – одного из компонентов крупнозернистого отсева дробильно-сортировочных фабрик Криворожского бассейна // *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*. – 2017. – №2(77). – С. 77-81.
4. **Демченко О.С., Євтехов В.Д., Євтехова А.В.** Морфологічні різновиди гематиту та їх перерозподіл по продуктах збагачення відсіву дробильно-сортувальних фабрик шахт Криворізького басейну // *Вісник Дніпропетровського національного університету. Геологія. Географія*. – 2018. – №1. – С. 75-79.
5. **Євтехов В.Д., Євтехова А.В., Демченко О.С., Смирнов А.Я.** Минералогическая оценка эффективности технологий повторного обогащения крупнозернистого отсева дробильно-сортировочных фабрик Криворожского бассейна // *Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету*. – 2014. – №1-2 (31-32). – С. 61-69.
6. **Николаенко К.В., Фищина В.В.** Технично-економическое обоснование целесообразности повышения качества товарной аглоруды // *Вісник Криворізького технічного університету*. – 2007. – Вип. 16. – С. 74-78.
7. **Прилипенко В.Д., Дробот В.А., Авраменко А.А., Прилипенко Е.Д., Николаенко К.В., Улубабов Р.С.** Технология и оборудование для увеличения массовой доли железа в аглоруде с целью повышения эффективности аглодомного производства // *Вісник Криворізького технічного університету*. – 2006. – Вип. 12. – С. 72-75.

8. **Ткач В.В., Бас С.В., Бас В.М.** Повышение качества железорудного доменного сырья в условиях Кривбасса // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2004. – №3. – С. 103-107.

9. **Трачук А.А.** Сортировка железорудного сырья радиометрическим методом // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2006. – Вип. 11. – С. 154-157.

УДК 564.1 : 551.782 (477.63)

Березовский А.А., Сыстеровва М.Э.

ОБ ОДНОМ ВИДЕ *MACTRA* (BIVALVIA) ИЗ СРЕДНЕГО САРМАТА (МИОЦЕН) КРИВБАССА

Введение. Для неогеновых сарматских отложений Украины двустворчатые моллюски рода *Maetra* Linnaeus, 1767 (эоцен-ныне) являются руководящими ископаемыми. Обнаружение тех или иных видов мактр в сарматских осадках позволяет достаточно надежно произвести их расчленение и корреляцию [1, 4].

Изучением представителей *Maetra* в сарматских отложениях южной Украины долгое время занимался Л.С.Белокрыс, который выявил таксономический состав рода для этой территории, пределы изменчивости отдельных видов и возрастной диапазон их жизни [1].

Исследованиями Л.С.Белокрыса и других палеонтологов в сарматских отложениях Украины выявлены десять видов мактр. В породах нижнего сармата распространен вид *M. eichwaldi* Laskarew; среднего сармата – *M. pallasi* Baily, *M. fabreana* Orbigny, *M. turkmena* Neveskaja, *M. podolica* Eichwald и *M. vitaliana* Orbigny; верхнего сармата – *M. timida* Zhizhchenko, *M. bulgarica* Toula, *M. caspia* Eichwald и *M. alata* Macarovic [1, 2].

В начале шестидесятых годов XX века Л.С.Белокрыс составил детальную схему эволюционного развития представителей рода *Maetra* для неогенового времени на территории Украины [1]. Эта схема на протяжении 20 лет используется студентами специальности «Геология» («Науки о Земле») Криворожского национального университета при полевых исследованиях неогеновых отложений Южного Кривбасса во время прохождения геолого-съёмочной практики. Опыт применения схемы показал, что она является надежным инструментом для расчленения и корреляции толщи сарматских пород.

Материал. С 1992 года до настоящего времени в процессе прохождения геолого-съёмочной практики в окрестностях г. Ингулец (город-спутник г. Кривого Рога) проводилось ежегодное изучение неогеновых отложений и ископаемой фауны, которую они содержат. Полученные данные использовались при составлении учебной геологической карты осадочных образований этого района масштаба 1:25 000 и стратиграфической колонки. На протяжении этого времени неоднократно изучались все основные геологические разрезы неогеновых отложений и производился сбор ископаемой фауны. Отметим, что в окрестностях г. Ингулец (южная окраина пос. Широкое) находится разрез, который в 1972 г. был предложен Л.С.Белокрысом в качестве лектостратотипа сарматского региоярса [3], поэтому полученные данные важны для уточнения стратиграфии сарматских отложений и их палеонтологической характеристики. В этих исследованиях постоянно принимал участие один из авторов этого сообщения, что благоприятно сказалось на единообразии изучения литологии, условий залегания и фоссилий неогеновых пород района.

При изучении неогенового разреза в западном и южном бортах заброшенного карьера Визирка-3 (окрестности г. Ингулец) в кровле пород среднего са-

рмата (рис. 1) было обнаружено большое количество небольших (длиной до 16 мм) отпечатков и ядер двустворчатых моллюсков рода *Mastra* sp., характерная особенность которых – наличие на наружной поверхности заднего поля отчетливых редко расставленных пластинчатых концентрических ребер (рис. 2).

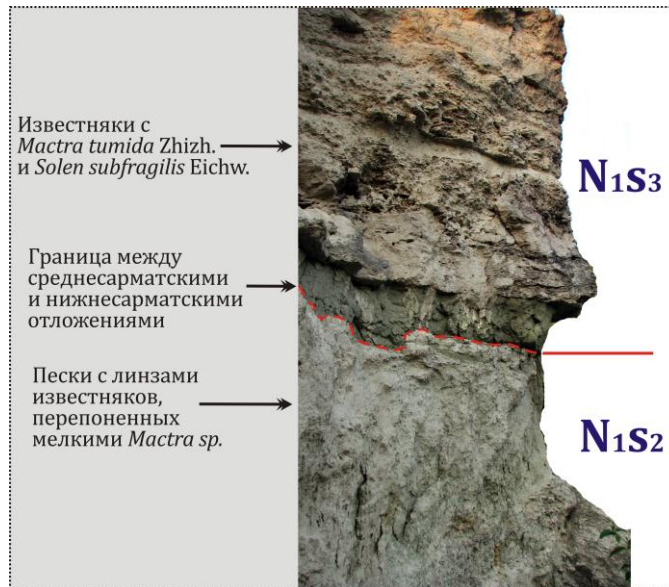


Рис. 1. Обнажение сарматских пород в южном борту карьера Визирка-3 с интервалом пород, в котором найдены отпечатки и ядра мелких *Mastra belokrysia* sp. nov. (на рисунке – *Mastra* sp.).

Мощность изображенного интервала разреза 3,5 м.

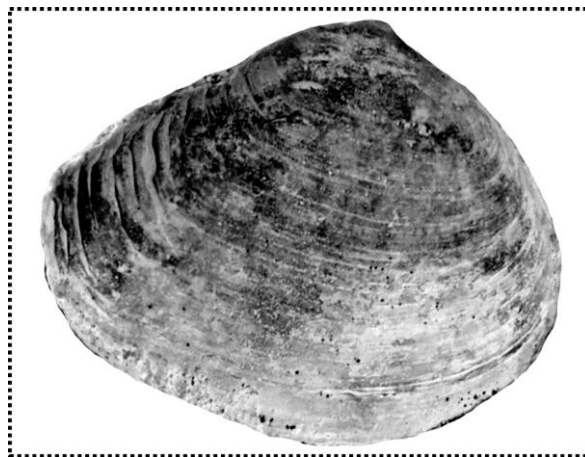


Рис. 2. Отпечаток створки *Mastra belokrysia* sp. nov. длиной 14,0 мм (экз. S-01/4).

На заднем поле отчетливо видны пластинчатые концентрические ребра. Вид со стороны переднего перегиба, вследствие этого очертание створки искажено.

Несмотря на хорошую изученность сарматской мактровой фауны, видовая идентификация обнаруженных мактр, вызвала определенные затруднения. Ни к одному из пяти известных видов мактр среднесарматских отложений Украины найденные экземпляры причислить не удалось. Это обстоятельство заставило провести их всестороннее изучение и тщательное сравнение с известными видами мактр.

Стратиграфическая часть. Отложения, в которых были обнаружены мелкие мактры, приурочены к кровле среднесарматской толщи и представлены рыхлыми известняками, а также известняковыми песками и алевритами светлосерого цвета с пятнами и тонкими полосами охристого цвета. Они прослеживаются как в западном, так и в южном бортах карьера Визирка-3. Геологический разрез западного борта, его стратиграфическое расчленение и интервал, в котором выявлены мелкие мактры, показаны на рис. 3 (слой 3 и 4).



Рис. 3. Геологический разрез западного борта карьера Визирка-3 и стратиграфическое расчленение вскрытой им осадочной толщи.

Этот разрез начинается светлоокрашенными сыпучими среднесарматскими песками, которые залегают на коре выветривания докембрийских железистых кварцитов. Выше сарматских отложений находятся мэотические и понтические осадки неогена, которые перекрыты четвертичными красно-бурыми суглинками.

Совместно с «неизвестными» мелкими мактрами в слоях 3 и 4 были обнаружены редкие отпечатки и ядра *Maetra podolica* Eichw., *Cerastoderma obsoletum nefandum* (Koles.) и *Gibbula subturriculoides* (Sinz.). Их присутствие позволяет отнести этот интервал разреза к среднесарматскому региоярису. В слое 4 часто встречаются отпечатки и ядра *Plicatiforma fittoni* (Orb.), *Maetra fabreana* Orb., *Cerastoderma obsoletum nefandum* (Koles.). Такой состав моллюсков характерен только для днепропетровских слоев среднесарматского региоярису. К этому же стратону относятся и нижележащие пески (в них обнаружены редкие *Plicatiforma fittoni* (Orb.) и *Maetra fabreana* Orb.).

В слое 5 фоссилии не обнаружены. В слое 6 в изобилии встречаются отпечатки и ядра *M. tumida* Zhizhchenko и *Solen* sp., аналогичные изображенным в работе Л.С.Белокрыса на рис. 8 [1]. Состав палеонтологических остатков позволяет надежно отнести отложения слоя 6 к верхнесарматскому региоярису.

Описательная часть. Сравнение мелких мактр из слоя 3, 4 (рис. 3) с другими видами мактр позволило сделать вывод, что мактры из кровли среднесарматских отложений принадлежат новому виду. Этот вид за счет наличия на наружной поверхности заднего поля отчетливых пластинчатых концентрических ребер хорошо отличается от всех похожих по форме мактр. Мактры с подобной скульптурой ранее не были известны. Обычно наружная поверхность раковин мактр без ребер, она несет только линии нарастания или остановки роста. Ниже приводится описание и изображение нового вида среднесарматских мактр.

Род *Maetra* Linnaeus, 1767

Maetra (Sarmatymaetra) belokrysia Berezovsky, sp. nov.

Рис. 2, 4-9.

Н а з в а н и е в и д а – в честь известного специалиста по фауне и стратиграфии сарматских отложений Украины Леонида Сергеевича Белокрыса.

Г о л о т и п – экз. №S-01/1, ядро раковины; паратип – экз. № S-01/4, отпечаток левой створки; карьер Визирка-3, северо-западная окраина г. Ингулец; средний сармат.

О п и с а н и е. Раковины длиной до 16 мм, субовальные, укороченные или удлиненные, слабо выпуклые, не зияющие, с незначительно выступающими, более или менее смещенными вперед макушками и с косо усеченной задней частью. Степень удлиненности раковин (отношение ее высоты к длине) от 0,55 до 0,77. Задний край короткий, прямой или очень слабо выпуклый, наклонен к горизонтальной линии, проходящей от переднего края к заднему под углом 65-85°. Задняя часть немного заужена в сравнении с передней частью раковины. Нижний и передний края отчетливо дугообразные. Передняя и задняя ветви кардинального края слабо вогнутые (передняя немного сильнее). Задний перегиб очень низкий, округленный. Заднее поле узкое, уплощенное. Наружная поверхность заднего поля у всех имеющихся экземпляров покрыта отчетливыми очень тонкими пластинчатыми концентрическими ребрами. У створки

рок с максимальным развитием скульптуры различаются основные ребра, более высокие и второстепенные, более низкие и тонкие, располагающиеся между основными ребрами (в количестве до трех штук).

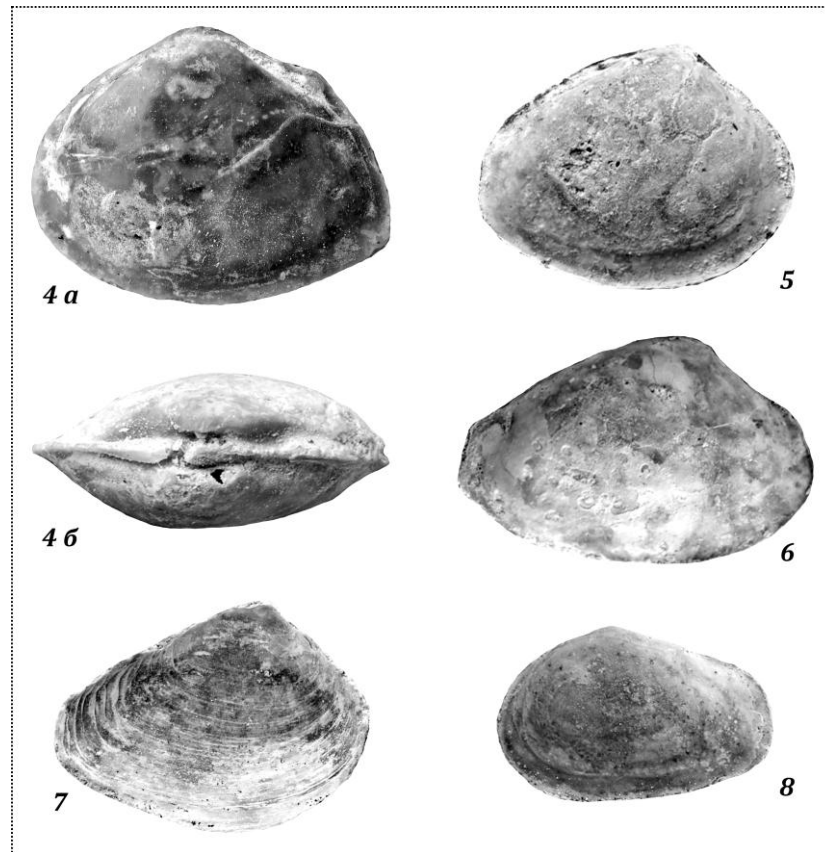


Рис. 4-8. Отпечатки и ядра *Mastra belokrysia* sp. nov.

4 – экз. № S-01/1, голотип, ядро раковины: а – вид со стороны левой створки; б – вид со стороны макушек; 5 – экз. № S-01/5, ядро правой створки; 6 – экз. № S-01/2, ядро правой створки; 7 – экз. № S-01/4, паратип, отпечаток левой створки; 8 – экз. № S-01/3, ядро молодой левой створки.

Увеличено в 3 раза.

Карьер Визирка-3, г. Ингулец; средний сармат.

У подобных экземпляров концентрические ребра пересекают задний перегиб и протягиваются по всему центральному полю, разбивая его поверхность на слабо выпуклые концентрические ленты. Но обычно развиты только основные ребра, которые располагаются только на заднем поле. В районе заднего перегиба эти ребра постепенно исчезают, поэтому центральное поле несет только линии нарастания и остановки роста. У створок высотой около 10 мм различается 12-14 основных ребер на заднем поле. Причем на верхней 1/3 части заднего поля ребра или отсутствуют или едва намечены.

Несмотря на то, что встречены исключительно отпечатки и ядра этого вида, на внутренних ядрах в некоторых случаях можно рассмотреть строение замоч-

ного аппарата. В правой створке он состоит из одного кардинального зуба и четырех латеральных зубов (два передних и два задних). Причем нижние латеральные зубы заметно сильнее развиты, чем верхние (они более высокие и более толстые). В замочном аппарате левой створки хорошо просматривается один передний лямбдовидный кардинальный зуб, обе пластинки которого расставлены под углом около 50° , а также два мощных латеральных (передний и задний) зуба. Замочная площадка узкая. Нимфа отчетливая, представлена короткой, высокой, тонкой пластинкой. Изгиб мантийного синуса явственный, но неглубокий (рис. 9). Он округленный, оттянут в сторону передней ветви кардинального края. Мышечные отпечатки овальные, маленькие.

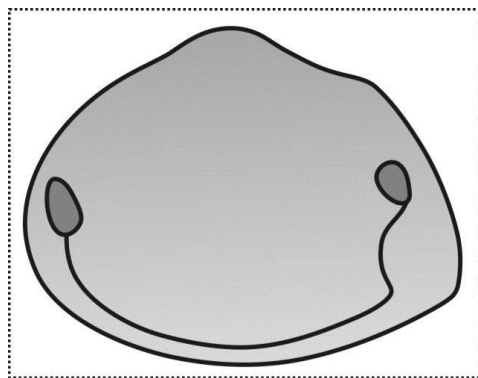


Рис. 9. Форма и глубина мантийного синуса створок *M. belokrysia* sp. nov. Зарисовка синуса сделана с ядра голотипа длиной 15,7 мм (экз. S-01/1).

Размеры (мм) и соотношения

Экз. №	Д	В	Вп	ДЗК	СУ	СВ	СР
S-02/1	15,7	12,0	3,3	10,0	0,76	0,28	0,64
S-02/2	15,0	9,5	-	8,5	0,63	-	0,57
S-02/3	12,5	7,5	3,2	6,5	0,60	0,43	0,52
S-02/3	14,0	10,0	3,1	7,8	0,71	0,31	0,56

Здесь и далее: Д – длина отпечатка или ядра; В – высота; Вп – выпуклость створки; СУ – степень удлиненности (В/Д); СВ – степень выпуклости (Вп/В); СР – степень равносторонности (ДЗК/Д).

И з м е н ч и в о с т ь. Форма раковин меняется от неправильно трапецеидальной до субовальной.

С р а в н е н и е. Вид хорошо отличается от всех известных таксонов мактр наличием постоянных пластинчатых ребер на заднем поле.

Описанный таксон сильно напоминает среднесарматский вид *M. vitaliana* Orbigny, но отличается заметно меньшими размерами взрослых экземпляров (*M. vitaliana* в окрестностях г. Ингульца достигают длины около 30 мм), обычно более острым углом, образующимся при соединении заднего края с задней ветвью замочного края (значения этого угла у *M. vitaliana* изменяются в пределах $140-170^\circ$ (обычно $150-160^\circ$), у *M. belokrysia* – $130-140^\circ$), менее оттянутой передней частью раковины и заметно более округленным задним перегибом.

Последний отличительный признак наиболее хорошо проявлен вблизи макушки. Если сравнивать экземпляры одинакового размера, то задний перегиб вблизи макушки раковин *M. vitaliana* отчетливо угловатый (хотя и с округленной вершиной), у раковин *M. belokrysia* он плавный, округленный. Главным же отличительным признаком этих видов является наличие на заднем поле раковин *M. belokrysia* отчетливых пластинчатых концентрических ребер. Осмотр около 400 экземпляров *M. vitaliana* из разных местонахождений на территории Южной Украины показал, что у всех створок *M. vitaliana* заднее поле без концентрических ребер.

Среди всех среднесарматских мактр, известных из Черноморско-Каспийского региона, раковины размера, характерного для описанного вида, имеет только вид *M. podolica* Eichwald. От него новый вид, помимо скульптуры заднего поля, отличается не настолько заостренной и не так сильно оттянутой задней частью раковины, более округленным задним перегибом, а также ориентацией и глубиной мантийного синуса. У раковин *M. podolica* синус сравнительно глубокий и оттянут в сторону переднего мускульного отпечатка, а у раковин *M. belokrysia* синус мелкий и оттянут в сторону передней ветви кардинального края.

От *M. fabreana* Orbigny новый вид отличается округленным, а не сильно заостренным, килеватым задним перегибом и скульптурой заднего поля.

От таких же по размеру ядер и отпечатков молодых представителей среднесарматских *M. turkmena* Neveskaja *M. belokrysia*, помимо скульптуры заднего поля, отличается смещенной вперед, а не назад от центра раковины макушкой и заметно менее глубоким мантийным синусом.

От таких же по размеру ядер и отпечатков юных представителей среднесарматских *M. pallasi* Vaily новый вид, помимо скульптуры заднего поля, легко отличается заметно более сглаженным задним перегибом (особенно в примакущечной области) и более мелким мантийным синусом.

От похожего по размеру и форме верхнесарматского *M. caspia* Eichwald описанный вид, помимо скульптуры заднего поля, хорошо отличается, прежде всего, плавным, а не резким, угловатым задним перегибом, слабее зауженной задней частью раковины, иным наклоном заднего края и более мелким мантийным синусом.

От *M. tumida* Zhizhchenko *M. belokrysia*, кроме скульптуры заднего поля, отличается заметно менее выдающимися макушками, меньшей выпуклостью и более мелким мантийным синусом, направленным в сторону передней ветви кардинального края, а не в сторону переднего мускульного отпечатка.

От верхнесарматских *M. bulgarica* Toulal и *M. alata* Macarovicí новый вид отличается очертанием раковин, меньшими размерами взрослых экземпляров и наличием ребер на заднем поле.

От нижнесарматских юных *M. eichwaldi* Laskarew, которые по форме створок и глубине мантийного синуса очень похожи на новый вид, *M. belokrysia* отличается более округленным задним перегибом и скульптурой заднего поля. У всех *M. eichwaldi* на заднем поле вблизи заднего перегиба наблюдается более или менее отчетливый, низкий радиальный валик. У *M. belokrysia* подобный морфологический элемент в скульптуре заднего поля отсутствует.

З а м е ч а н и е. На первый взгляд, концентрические ребра на заднем поле *M. belokrysia* можно связать со следами остановки роста. У некоторых видов мактр сразу над линиями остановки роста наблюдаются очень низкие пластин-

чатые элементы. Но обнаружены экземпляры *M. belokrysia*, у которых заднее поле с ребрами, а центральное поле следов остановки роста не несет. Кроме этого, осмотр около 1000 экземпляров всех видов мактр, встречающихся в сарматских отложениях Украины, показал, что ни у одного экземпляра пластинчатые элементы, связанные со следами остановки роста, не достигают такой высоты как у *M. belokrysia*. Эти факты заставляют отказаться от предположения, о том, что концентрические ребра на наружной поверхности описанных выше мактр, образовались за счет остановки роста животного.

Р а с п р о с р а н е н и е. Верхний миоцен, верхи среднего сармата Украины.
М а т е р и а л. Свыше 100 отпечатков и ядер.

Заключение

Результаты детального изучения геологических разрезов сарматских пород в карьере Визирка-3, а также обнаруженных мелких мактр важны с нескольких точек зрения.

1. Найденные мелкие мактры приурочены строго к определенному, достаточно узкому стратиграфическому интервалу – к кровле среднесарматских пород. Ни выше по разрезу, ни ниже они не встречены. Такая ситуация зафиксирована не только в западном борту карьера Визирка-3, но и в бортах карьеров Визирка-1, Визирка-2, а также в других местах на правом берегу р. Ингулец в окрестностях г. Ингульца. Это обстоятельство позволяет использовать эти мактры для более дробного стратиграфического расчленения и корреляции среднесарматских пород, т.е. появилась возможность для выделения и прослеживания верхней части среднесарматских отложений, представленных известняковыми фациями (доломитовые фации крайне бедны ископаемой фауной, она обычно приурочена к тонким известняковым прослоям, которые иногда включает доломитовая толща). Ранее как по ископаемой фауне, так и по литологии это было невозможно. Этот интервал пород предлагается обособить в отдельное стратиграфическое подразделение («слои с фауной») под названием *широковские слои* (название от пос. Широкое, расположенного неподалеку). В качестве стратотипа этого стратона принимается геологический разрез в западном борту карьера Визирка-3 (рис. 3). В разрезе, который Л.С.Белокрыс предложил в качестве лектостратотипа сарматского региоярса, этот стратон представлен глинистыми доломитами (слой 19) и доломитовыми мергелями (слой 20) [3]. В качестве палеонтологического критерия для выделения широковских слоев предлагается использовать факт наличия многочисленных остатков *M. belokrysia* в сочетании с редкими представителями *Mastra podolica* Eichw., *Cerastoderma obsoletum nefandum* (Koles.) и *Gibbula subturriculoides* (Sinz.).

2. Результаты исследований позволяют уточнить эволюционное развитие представителей рода *Mastra* в сарматских бассейнах Восточного Паратетиса. Новая филогенетическая схема представителей рода *Mastra* в сарматское время представлена на рис. 10.

3. То обстоятельство, что в верхней части среднесарматских пород на юге Кривбасса зафиксировано присутствие, в основном, мактровой фауны, позволяет реконструировать солевой режим среднесарматского моря в самый поздний период его существования. Массовое развитие небольших по размеру раковин, принадлежащих исключительно одному роду и редкое присутствие представителей других моллюсков свидетельствует о том, что в самый поз-

дний этап существования среднесарматского моря его воды обладали большей соленостью, чем в предыдущие периоды его существования.

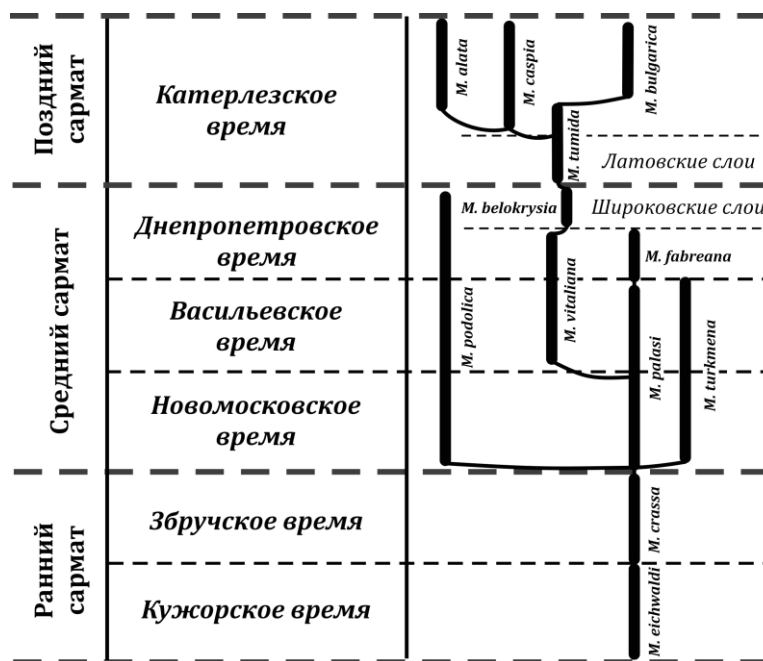


Рис. 10. Новая филогенетическая схема представителей рода *Maestra* сарматских отложений Украины.

4. Отложения, в которых совместно встречаются *Maestra timida* Zhizh. и *Solen* sp. (видовое название этого вида уточняется, Л.С.Белокрыс определил его как *S. fragilis* Eichw.) также можно выделить в отдельный стратон («слои с фауной»), который фиксирует самую нижнюю часть верхнесарматского регионаруса. Этот стратон предлагается назвать **латовские слои** (от с. Латовка вблизи карьера Визирка-3). Если *M. timida*, по данным некоторых исследователей, может встречаться и в более высоких уровнях верхнесарматского регионаруса совместно с *M. caspia* Eichwald, то створки *Solen* всегда приурочены исключительно к его подошве. В качестве стратотипа этого стратона принимается геологический разрез в западном борту карьера Визирка-3 (рис. 3).

Таким образом, в составе среднесарматских днепровских слоев («слои с географическим названием») предлагается по фауне выделять «слои с фауной» – **широковские слои**. В составе верхнесарматских катерлезских слоев («слои с географическим названием») предлагается выделять по фауне **латовские слои** («слои с фауной»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белокрыс Л.С. Об эволюции сарматских мактрин в Борисфенском заливе // Палеонтологический журнал. – 1963. – № 1. – С. 13-34.
2. Невеская Л.А., Гончарова Н.П., Парамонова Н.П. и др. Определитель миоценовых двустворчатых моллюсков Юго-Западной Евразии / Труды Палеонтологического института // Москва: Наука, 1993. – Т. 247. – 412 с.

3. **Парамонова Н.П., Белокрыс Л.С.** Об объеме сарматского яруса // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Геология.— 1972.— Т. 47 (3).— С. 35-46.

4. **Сидорова Н.П.** К систематике сарматских мактрид // Палеонтологический журнал.— 1960.— № 2.— С. 85-96.

УДК: 549 : 552.5 (477.63)

Стеценко А.І.

БУДОВА РОЗРІЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ОСАДОВИХ ПОРІД ПАВЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Вступ. Осадові породи західного обрамлення Криворізької структури вивчались попередніми дослідниками як вихідна сировина для виробництва будівельних матеріалів та для потреб ливарного виробництва. Наведені в роботі нові дані сприяють уточненню існуючих відомостей про умови утворення, мінеральний склад, та напрямки використання осадових порід регіону.

Об'єкт дослідження: осадова товща західного обрамлення Криворізького басейну.

Предмет досліджень: будова розрізу та породний, мінеральний склад осадових утворень Павлівського родовища.

Методика досліджень: проби осадових порід відбирались борозновим способом із бортів трьох кар'єрів та відслонень родовища. Літологічні дослідження виконувались з використанням шліхового та гранулометричного методів. Мономінеральні фракції виділялись за допомогою магнітної, електромагнітної, гравітаційної (у бромформі) сепарації. Виконання мінералогічних досліджень базувалось на використанні бінокулярного, петрографічного, мінераграфічного мікроскопів. Геологічний розріз був побудований за результатами польових досліджень за допомогою програм MapInfo та CorelDraw.

Результати досліджень. У геоструктурному відношенні район родовища розташований на межі Криворізько-Кременчуцької структурно-формаційної зони та Західно-Інгулецького валу [2]. В складі розрізу родовища виділяються два різновікових комплекси геологічних утворень: нижній – докембрійський і верхній – кайнозойський [1]. Осадову товщу підстеляє палеозой-кайнозойська кора вивітрювання.

Осадовий чохол представлений кайнозойськими відкладами неогенової та четвертинної систем (рис. 1).

Товща неогену починається верствою крупнозернистих кварцових пісків світло-сірого кольору. Головні мінерали (мас. %): кварц 92,76; каолінит і монтморилоніт 6,01; другорядні: гетит, лепідокрокит, біотит, плагіоклаз, мікроклін; акцесорні: шерл, магнетит, гематит, рутил, ільменіт, лейкоксен, монацит, ставроліт, епідот, апатит, пірит. Потужність верстви 20-30 см. Вона поширена в північній частині родовища і виклинюється у південному напрямку.

Наступна верства представлена дрібнозернистими пісками жовтого та жовто-бурого забарвлення з нерівномірно розподіленими включеннями гідроксидів заліза. Головні мінерали (мас. %): кварц 94,9 і каолінит 3,9; другорядні: плагіоклаз, гетит, хлорит, мусковіт, глауконіт, біотит, хром-авгіт; акцесорні: магнетит, апатит, ільменіт, ставроліт, лейкоксен, гематит, шерл, рутил, циркон. Потужність верстви максимальна в північній частині родовища (близько 10-15 м), у південному напрямку цей показник зменшується до 0.

Вище за розрізом залягає верства бурих, жовто-бурих пісків із домішкою бурої глини – дрібнозернистих, плямистих, іноді смугастих. Головні мінерали (мас. %): кварц 94,9; каолінит 4; другорядні: плагіоклаз 0,95; гетит 0,13, а також хлорит, мусковіт, глауконіт, біотит, хром-авгіт; акцесорні: магнетит, апатит, ільменіт, ставроліт, лейкоксен, гематит, шерл, рутил, циркон. Потужність верстви в північній частині родовища 2-3 м, в південному напрямку вона зростає до 15-20 м. У південній частині родовища породи цієї верстви заміщуються дрібнозернистими пісками з домішкою білої каолінітової глини.

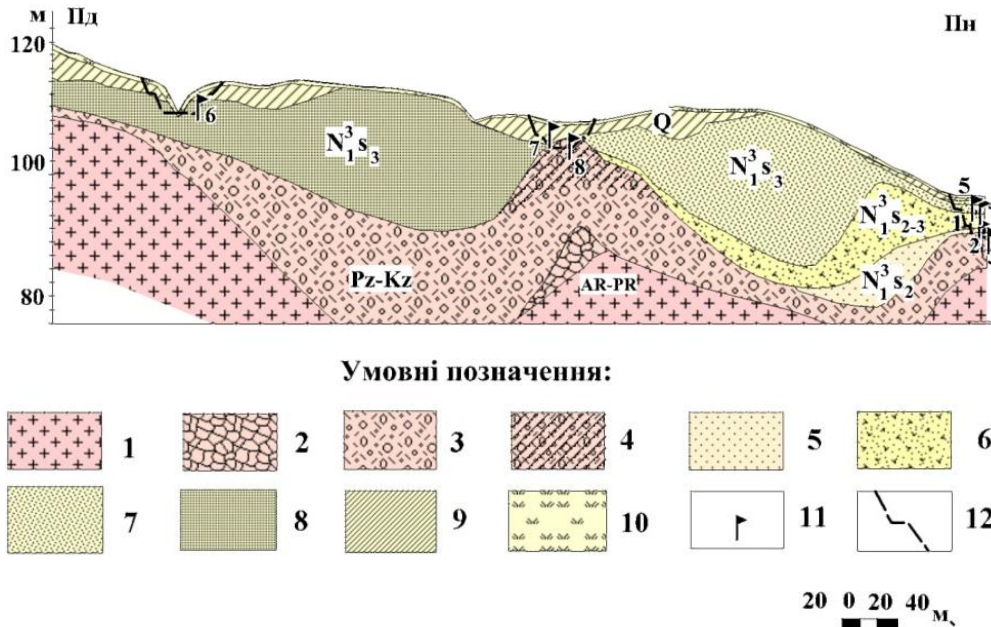


Рис. 1. Геологічний розріз осадового чохла Павлівського родовища (за Т.В.Ганенко (1982), з доповненнями автора).

1 – докембрійські граніти та мігматити; 2 – жорстково-щербениста зона кори вивітрювання; 3 – гідролудисто-каолінітова зона кори вивітрювання; 4 – зона первинних каолінів; 5 – піски крупнозернисті; 6 – піски дрібнозернисті з домішкою гідроксидів заліза; 7 – піски дрібнозернисті з домішкою бурої глини; 8 – піски дрібнозернисті з домішкою білої каолінітової глини; 9 – суглинки; 10 – ґрунтово-рослинний шар; 11 – місця відбору проб, 12 – контури діючих кар'єрів.

Піски з домішкою білої каолінітової глини мають дрібнозернисту структуру та однорідну, іноді плямисту, смугасту текстуру; забарвлення світлосіре, іноді з рудими від гідроксидів заліза плямами. Головні мінерали (мас. %): кварц – 93,4; каолінит – 4,6. Другорядні: кальцит, біотит, гетит, лепідокрокіт; акцесорні: рутил, шерл, ставроліт, ільменіт, монацит, хром-авгіт, сфен, магнетит, лейкоксен, апатит, пірит. Потужність верстви близько 15 м. Вона присутня лише в південній частині родовища, відокремлена від попередньо описаної верстви

виступом гіпергенно змінених гранітоїдів кіровоградсько-житомирського комплексу (рис. 1).

Завершують розріз поширені повсюдно четвертинні суглинки однорідної та плямистої текстури. Колір сіро-коричневий, місцями жовто- та червонувато-коричневий. Головні мінерали (мас.%): каолінит 50,2; кварц – 34,9; кальцит – 9; гетит 1,2; другорядні: мусковіт, біотит, егірин, кліноцоїзит, ярозит, хризокола; акцесорні: рутил, ільменіт, ставроліт, циркон, монацит, лейкоксен, апатит, пірит, магнетит, гематит, шерл, мартит, альмандин, сфен. Потужність верстви від 20 см на півдні та півночі родовища до 4 м в його центральній частині.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Паранько И.С.** Некоторые особенности развития Криворожской структуры // Геологический журнал (Киев). – 1993. – №4. – С. 112-133.

2. **Троценко В.Н.** Плагиогранит-мигматитовые комплексы Криворожско-Кременчугской зоны и малые субцелочные гранитоидные интрузии / Геологическое строение и перспективы рудоносности Кривого Рога на больших глубинах // Киев: Наукова думка, 1973. – С. 29-31.

УДК 564.3 : 551.781.4 (477.63)

Демьянов В.В.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГАСТРОПОД
МАНДРЫКОВСКИХ СЛОЕВ (ВЕРХНИЙ ЭОЦЕН)
РЫБАЛЬСКОГО КАРЬЕРА ДНЕПРА.
1. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДА
EOTRIVIA PROSERA (FEHSE)**

При сборе ископаемого материала часто встречаются экземпляры раковин гастропод одного рода, схожие, но в то же время настолько разные, что сразу же возникает мысль отнести их к разным видам. Отличие наблюдается по форме раковин, по отношению ширины к длине, по рельефу наружной поверхности и т.п. Палеонтолог или коллекционер, имеющий в своем распоряжении небольшое число экземпляров, часто и относит их к разным видам. Особенно «опасность» ошибочного выделения нового вида возрастает, когда новая находка сравнивается с одним единственным экземпляром, описанным в более ранних изданиях. Таким образом, число близкородственных видов по разным родам в пределах одного месторождения возрастает настолько, что невольно возникает вопрос – как же применимо положение классической экологии, утверждающее, что «много близкородственных видов в одной экологической нише не уживаются»?

Но, по мере накопления находок, появляются промежуточные формы, которые заполняют ряд между двумя крайними формами. Возникает встречный вопрос, к какому из двух или нескольких ранее обозначенных «видов» отнести новые находки? Часто этот вопрос остается без ответа. В моей практике таких случаев было немало. Промучившись с сортировкой схожих, но в то же время очень разных находок, ссыпал их на хранение в одну ячейку «до будущих времен». Но, чем больше появлялось новых находок, тем сложнее оказывалось их рассортировать.

Среди многочисленных видов палеогеновых гастропод встречаются как слабо, так и сильно изменчивые виды. К слабо изменчивым относятся виды рода *Architectonica*, каждый из которых имеет резко отличную от других форму раковины и наружную скульптуру, что позволяет легко разделять виды. В то же время род *Vermetus* по изменчивости держит первое место. Среди обнаруженных, одинаковых раковин практически нет.

Это обстоятельство заставило изучить изменчивость ряда видов из верхнеэоценовых отложений Рыбальского карьера г. Днепра. В настоящем сообщении приведены результаты изучения изменчивости вида, который был мной определен как *Eotrivia prosera* (Fehse) [1].

В коллекции имеется 30 экземпляров *E. prosera*, из них 22 – неповрежденных или малоповрежденных, пригодных для сравнения, из которых 11 имеют хорошо различимую скульптуру поверхности. Остальные 11 экземпляров си-

льно потертые. Сравнение экземпляров *E. prosera* производилось по следующим признакам:

- по форме раковины – отношению ширины к длине (удлиненная, расширенная форма);
- по числу зубчиков наружной губы;
- по числу вставочных ребрышек при переходе от наружной губы к наружной спиральной скульптуре;
- по характеру наружной спиральной скульптуры (извилистая, сильноизвилистая, слабоизвилистая).

Все признаки сведены в табл. 1. Раковины сгруппированы по признаку отношения ширины к длине.

Таблица 1.

Сравнение размеров, форм, характера скульптуры раковин
Eotrivia prosera (Fehse)

№№	Длина L, мм	Ширина B, мм	K=B/L	n _з	n _р	Характер наружной спиральной скульптуры
1	11,7	8,6	0,74	18		
2	14,4	10,6	0,73	20	10	сильноизвилистая
3	12,0	8,6	0,72	22		извилистая
4	14,5	10,4	0,72	20		
5	14,4	10,3	0,72	20		
6	10,8	7,6	0,70	19	6	извилистая
7	11,0	7,7	0,70	21		
8	12,9	9,0	0,70	22		
9	15,4	10,5	0,68	20		
10	12,8	8,7	0,68	25	4	извилистая
11	11,2	7,6	0,68	18		слабоизвилистая
12	12,4	8,3	0,67	23		
13	12,4	8,3	0,67	21		
14	13,6	9,1	0,67	23		
15	12,8	8,5	0,66	22		извилистая
16	12,5	8,3	0,66	19		
17	12,5	8,3	0,66	21		
18	11,0	7,3	0,66	21	5	извилистая
19	14,6	9,4	0,64	24	5	слабоизвилистая
20	15,2	9,8	0,64	21	7	извилистая
21	14,6	9,3	0,64	21		
22	9,4	6,0	0,64			сильноизвилистая
23	10,4	6,4	0,62	22	6	слабоизвилистая

n_з – число зубчиков наружной губы, шт.

n_р – число вставочных ребер, шт.

По форме (отношение ширины к длине) имеем значения от 0,62 (удлиненная форма) до 0,74 (расширенная форма), с промежуточными значениями. Выделить преобладание одних форм над другими не удастся.

Связать количество зубчиков наружной губы (от 18 до 24, в среднем 22) с размерами и формой раковин также невозможно. Раковина №19 длиной 14,6

мм имеет 24 зубчика (рис. 8), а почти такая же раковина №4 длиной 14,5 мм – 20 зубчиков.

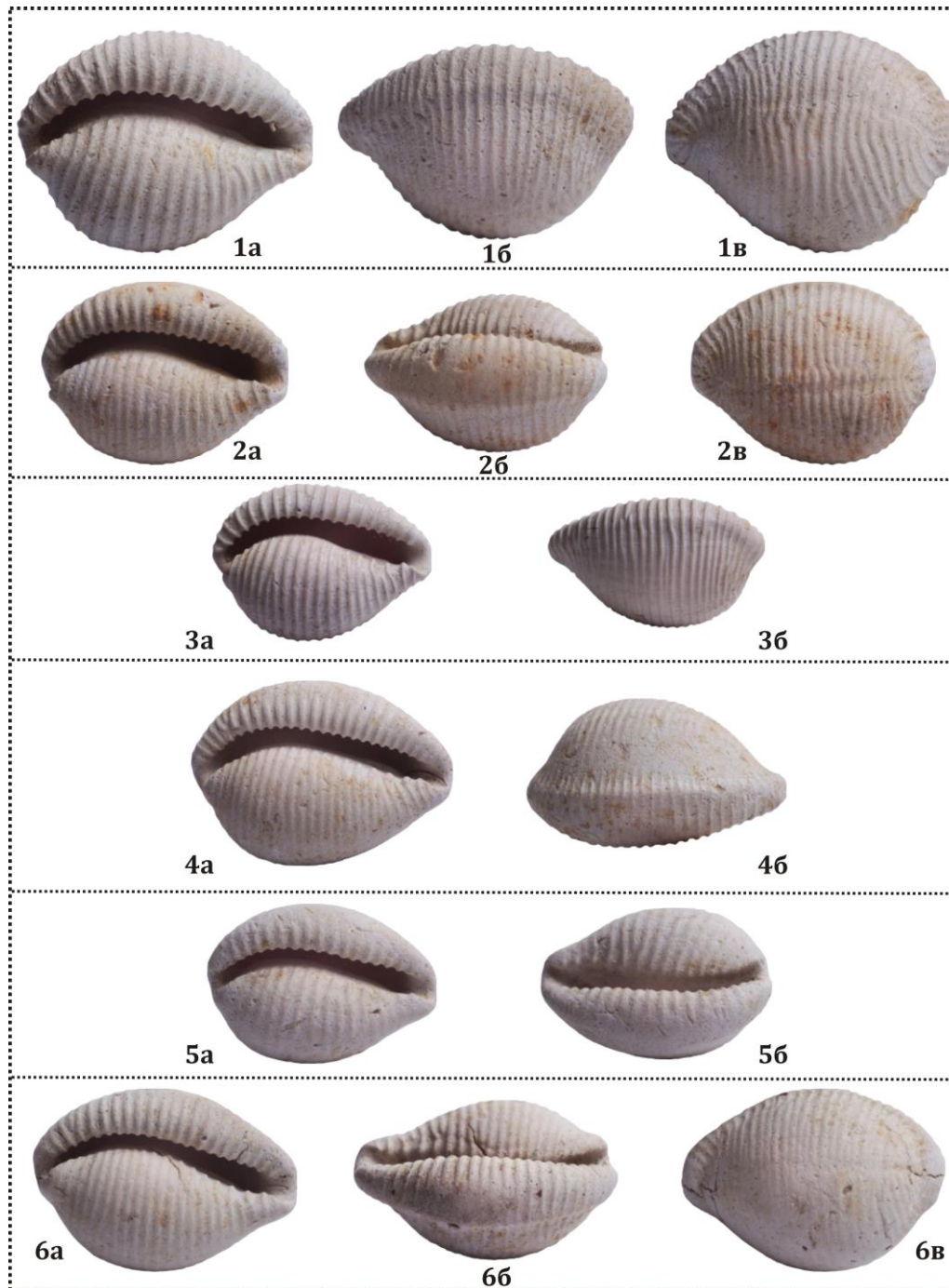


Рис. 1-6. Раковины *Eotrivia prosera* (Fehse) с разных сторон.
 Карьер Рыбальский, г. Днепр; верхний эоцен; увеличено в 3 раза.
 1 – экз. №2; 2 – экз. №3; 3 – экз. №6; 4 – экз. №10; 5 – экз. №11; 6 – экз. №15.

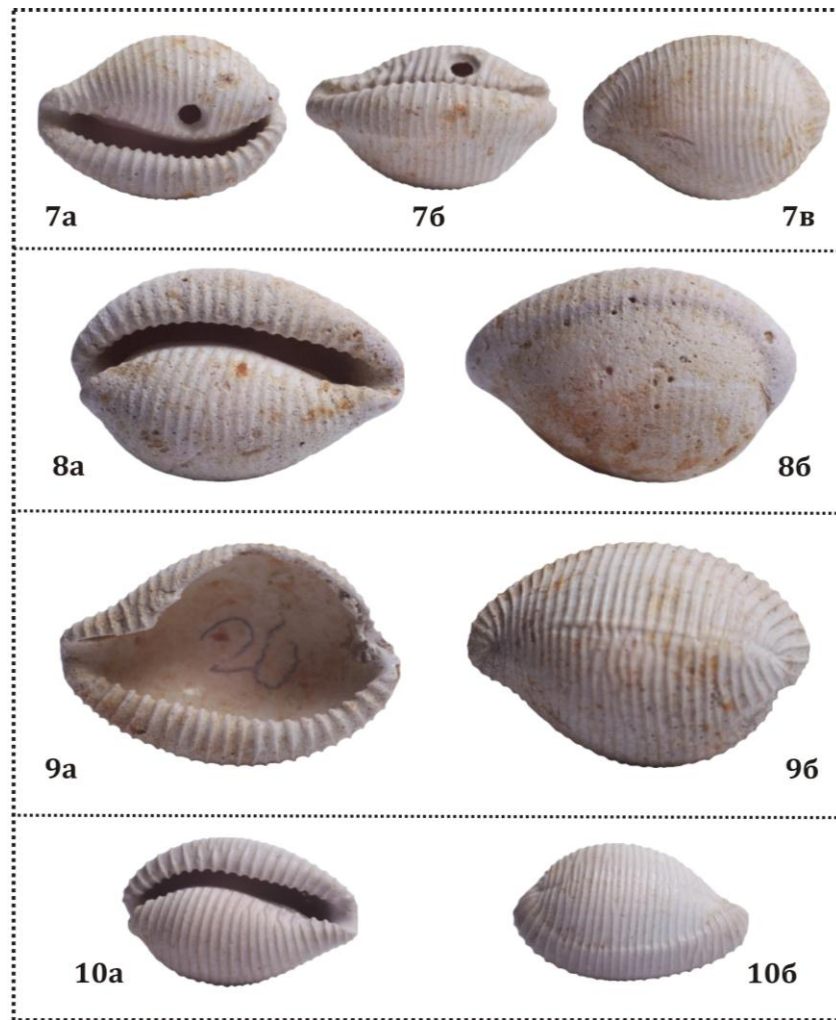


Рис. 7-10. Раковины *Eotrivia prosera* (Fehse) с разных сторон. Карьер Рыбальский, г. Днепр; верхний эоцен; увеличено в 3 раза. 7 – экз. №18; 8 – экз. №19; 9 – экз. №20; 10 – экз. №23.

Наибольшим числом зубчиков – 25 – характеризуется раковина №10 длиной 12,8 мм (рис. 4). Расширенная раковина №3 имеет 22 зубчика (рис. 2), а самая удлиненная раковина №23 – также 22 зубчика (рис. 10).

При переходе от вздутой части наружной губы к наружной поверхности раковин в радиальной скульптуре часто наблюдаются вставочные ребра. Их удалось проследить лишь на 7 экземплярах. Число вставочных ребер оказалось от 4 до 10. Здесь также четкой связи между размером, формой раковин и количеством вставных ребрышек нет. Раковина №2 длиной 14,4 мм имеет 10 вставочных радиальных ребер (рис. 1), а раковина №20 длиной 15,2 мм – 7 ребер (рис. 9). Самая удлиненная раковина №23 ($K=0,62$) имеет 6 вставочных ребер (рис. 10), а расширенная раковина №6 ($K=0,70$) – также 6 ребер (рис. 3).

Все раковины, спиральную скульптуру которых удалось изучить (7 экземпляров их 23), сугубо индивидуальны по этой характеристике (как отпечатки пальцев на руках человека). Удалось выделить сильноизвилистую скульптуру, просто извилистую и слабоизвилистую. Связать характер этой скульптуры с размером и формой раковин не удалось. Удлиненная раковина №23 ($K=0,62$) имеет слабоизвилистую скульптуру (рис. 10) и также удлиненная №22 ($K=0,64$) – сильноизвилистую.

Таким образом, совокупности однородных признаков у разных форм вида *E. prosera* выявить не удалось, что позволяет отнести все встреченные формы из отложений Мандрыковской фауны в Рыбальском карьере г. Днепр к одному виду – собственно к *E. prosera*.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Koenen A.** *Das Norddeutsche Unter-Oligocen und seine Mollusken-Fauna // Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten.* – 1890. – Band X. – Heft 2. – S. 281-574. – Taf. 24-39.

УДК 550.3 : 550.836

Мечніков Ю.П., Волков О.Г.

ПОРІВНЯННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФОНУ КРИВОРІЗЬКОЇ (НГ-8) І КОЛЬСЬКОЇ (НГ-3) НАДГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН

Криворізька (НГ-8) і Кольська (НГ-3) надглибокі свердловини, які знаходяться на різних географічних широтах (відповідно, близько 48° та 69° північної широти), були забурені в аналогічних геологічних умовах – у межах Українського та Балтійського щитів, породи яких загалом близькі за умовами утворення, мають вік у межах 3,8-1,8 млрд. р. Геологічні розрізи обох свердловин складені двома різновіковими поверхнями: верхнім протерозойським, представленим метаморфізованими вулканогенно-осадковими породами, і нижнім архейським, у розрізі якого переважають гранітоїди та основні породи, часто інтрузивно-магматичного й вулканогенного походження. В структурному відношенні обидві свердловини розміщені на крилах синкліноріїв палеопротерозойського віку, ускладнених крупними тектонічними порушеннями [1, 2].

Автори досліджували температурний фон обох надглибоких свердловин, за літературними [1, 2, 3] та фондовими (матеріали Ю.П.Мечнікова) даними.

Геологічні розрізи НГ-8 і НГ-3, незважаючи на подібність, характеризуються певними відмінностями породного складу й будови, рудної спеціалізації, особливо це стосується верхнього (протерозойського) поверху.

Були виконані порівняння результатів визначення температури масивів гірських порід на однакових глибинах обох свердловин. Показники НГ-8 детально охарактеризовані в фондових матеріалах, термометричні дані для НГ-3 були одержані з опублікованого джерела [1].

Виміри температури в НГ-3 проводились у статичному та динамічному режимах. Динамічний режим відрізнявся від статичного, якому передував термін спокійного стояння, тим, що здійснювалась накачка бурового розчину в об'ємі 30-40 л/годину з періодичними зупинками на 30-40 хв. На рис. 1 показані графіки розподілу температури в свердловині НГ-3, як при динамічному (крива 2), так і при статичному (крива 1) режимах. Для порівняння тут також наведений графік зміни температур по НГ-8 після тривалого спокійного стояння (крива 3). Порівняння кривих показує, що динамічний режим характеризує невірноважений стан температури з характерним відхиленням у бік збільшення відміток від рівноважної точки у верхній частині свердловини, та зменшення температури в нижній її частині.

Що стосується Криворізької надглибокої та її свердловин-супутників, тут температура вимірювалась через 200-300 м буріння. Точність вимірів становила $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$. Виміри проводились з терміном спокійного стояння 1,5; 5,7; 8,5; 10,1; 21 доба та 39 місяців. На рис. 2 наведені графіки зміни температури з глибиною. Крива 1 характеризує температуру після мінімального терміну спокійного стояння – 1,5 доби, крива 2 відображає зміну температури після 39 місяців спокою [2].

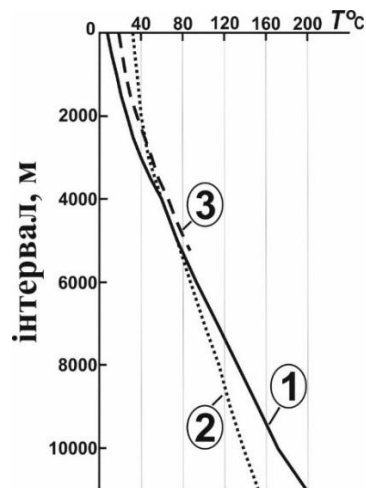


Рис. 1. Графіки зміни температурного режиму в НГ-3 (1 – статичний режим; 2 – динамічний режим), 3 – графік зміни температурного режиму в НГ-8 (після 39 місяців спокою).

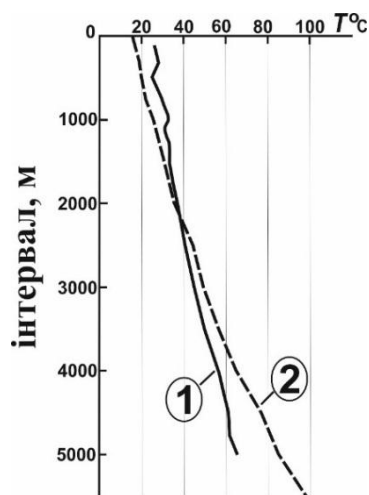


Рис. 2. Графіки зміни температурного режиму в НГ-8 (1 – після 1,5 доби і 2 – після 39 місяців спокою).

За даними аналізу змін температури з глибиною по НГ-8 після термінів спокійного стояння понад 20 діб, була розрахована емпірична формула, за якою можна теоретично розрахувати температуру на будь-якій глибині в інтервалі від 100 до 5000 м [3].

$$T = 1,12N^2 + 7,93N + 16,26,$$

де:

T – температура на глибині N, °C;

N – глибина, км.

Перевірка цієї формули показала, що стандартне відхилення температури становить $\pm 3^{\circ}\text{C}$, що свідчить про досить велику диференціацію теплового поля з глибиною.

Висновки

1. Теплові властивості масивів гірських порід, у яких були пробурені надглибокі свердловини Криворізька НГ-8 і Кольська НГ-3, відрізняються незначно, їх показники в цілому не виходять за межі коливань, характерних для докембрійських щитів. Найбільша розбіжність (до 10°C) фіксується у верхніх інтервалах, що, вірогідно, є наслідком низьких температур місця розташування НГ-3. Зі зростанням глибини ця різниця поступово зменшується, і на глибині понад 4 км вона не перевищує $4\text{-}5^{\circ}\text{C}$.

2. На фоні поступового зростання середнього значення температури масивів гірських порід, спостерігається збільшення відхилень від середніх показників. Це свідчить про існування активних сучасних геологічних процесів у межах Українського та Балтійського щитів.

3. Описаний спосіб є досить надійним інструментом отримання найбільш вірогідних значень термометричних показників масивів гірських порід. Запропоновану формулу можна використати для визначення температури на глибині, принаймні, до 5000 м, з певною поправкою на місцеві умови.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кольская сверхглубокая СГ-3 / Ред. **Е.А.Козловский** // Москва: Неора, 1984.– 490 с.

2. Курлов Н.С., Шеремет Е.М., Козарь Н.А., Гурский Д.С., Гейченко М.В., Щербак Н.П., Старостенко В.И., Зарицкий А.И., Белевцев Р.Я., Анциферов А.В., Глевасский Е.Б., Кулик С.Н., Бурахович Т.К., Пигулевский П.И., Агаркова Н.Г., Анциферов В.А., Глухов А.А., Байсарович М.Н., Бородулин М.А., Бутырин В.К., Глаголев А.А., Екатериненко В.М., Захаров В.В., Ивин В.Н., Казанский В.И., Калинин В.И., Коваленко-Завойский В.Н., Лебедев Т.С., Мечников Ю.П., Николаев И.Ю., Продайвода Г.Т., Rogov А.М., Станько Я.П., Сетая Л.Д., Сулова С.Н., Фощий Н.В. Криворожская сверхглубокая скважина СГ-8 // Донецк: Ноулідже, 2011.– 555 с.

3. Курлов Н.С., Белевцев Р.Я., Решетняк В.В., Мечников Ю.П. Криворожская сверхглубокая скважина: значение для петрогенезиса и геоэкологии / Минералогический журнал (Киев).– 1997.– Т. 19, №5.– С. 85-100.

4. Мечников Ю.П. Визначення геотермального градієнту в межах Криворізького басейну / Розвиток промисловості та суспільства. Секція 5. Геологія і прикладна мінералогія. Екологія. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції (Кривий Ріг, 25-28 травня 2016 р.) // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2016.– С.47-49.

УДК 502 : 728.1

Аблець В.В., Аблець Є.В.

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ НАРОДНОГО ЖИТЛА

Для визначення впливу господарчих об'єктів на довкілля важливо оцінити також, який вплив здійснюється та які ресурси витрачаються при створенні матеріалів, з яких зводяться будівлі, при добуванні та транспортуванні сировини для виробництва цих матеріалів, при ліквідації об'єктів на останньому етапі їх життєвого циклу та ін. Важливо встановити не тільки прямі, але й непрямі впливи. Сучасні тенденції до мінімізації впливу на навколишнє середовище пов'язані з забезпеченням повторного використання речовин та матеріалів, які вже «потрапили до рук людини», без виведення їх у навколишнє середовище.

Метою авторів було дослідження етапів життєвого циклу народного житла Криворіжжя кінця ХІХ-початку ХХ ст. і матеріалів, які використовувались для його будівництва, а також визначення особливостей давнього будівництва, які тією чи іншою мірою можна реалізовувати для зменшення впливу на довкілля будівництва та експлуатації будівель у наші дні.

Оцінка екологічного впливу життєвого циклу будівель включає аналіз наступних етапів:

- видобуток сировини;
- виготовлення будівельних матеріалів і виробів із добутої сировини;
- будівництво об'єкту;
- експлуатація об'єкту, догляд за ним для підтримки його експлуатаційних характеристик, продовження етапу експлуатації з проведенням ремонту, реставрації, реконструкції;
- ліквідація або повторне використання об'єкту чи матеріалів з ліквідованого об'єкту;
- післяліквідаційний період (може розглядатись як елемент ліквідації).

При оцінці життєвого циклу обов'язково враховується комплекс навантажень на навколишнє середовище і людину за рахунок транспортних операцій.

Особливості народної архітектури Криворіжжя та будівельних матеріалів, які використовувались у будівництві народного житла досить детально висвітлені в роботах [1-3], тому не будемо на них зупинятись. На сучасному етапі досліджень у авторів немає конкретних кількісних показників використання ресурсів та енергії для будівництва в кінці ХІХ-на початку ХХ століття, які б можна було використовувати в розрахункових моделях. Розглянемо екологічні особливості життєвого циклу народного житла у відповідності з виділеними етапами.

1. Видобуток сировини (суглинків, вапняків тощо) відбувався, переважно, ручним способом з невеликих відкритих гірничих виробок та природних відслонень. Викиди до атмосферного повітря не відбувались. Виробничі відходи не утворювались. Механізми майже не застосовувались. В умовах Криворіжжя

часто використовувались розкриті гірські породи, які підлягали дезінтеграції та вийманню на поверхню в процесі видобутку основної корисної копалини – залізної руди (використання відходів основного гірничодобувного процесу). Транспортування здійснювалось на мінімальній відстані: використовувалась сировина місцевого походження, яка добувалась поряд з місцем виробництва матеріалів. Викиди до атмосферного повітря та шум при транспортуванні будівельних матеріалів не відбувались, оскільки застосовувався, переважно, гужовий транспорт. Мінімізація транспортування визначає зменшення впливу від всієї інфраструктури, пов'язаної з транспортом.

2. Виготовлення матеріалів і виробів. Основна частина гірських порід, які добувались, не потребувала додаткових операцій перетворення в особливі матеріали, або ці операції були нескладними. Вапняк та кварцит перетворювались на будівельні матеріали безпосередньо в процесі розробки (для виймання з масиву гірська порода розбивалась на уламки). Для виготовлення глиняних «штукатурних» розчинів та саману (саманної цегли) використовувались глина (суглинок), вода, солома та гній. Замішування проходило ручним способом або за допомогою кінної тяги. Висушування саману відбувалось на повітрі без обпалювання.

Окремо слід розглянути виробництво керамічної цегли та черепиці на місцевих заводах. Пресування черепиці та цегли, окрім ручного та кінного приводу проводилось також за допомогою парових двигунів. Для їх роботи, а також для виробництва цегли та черепиці у випалювальних печах використовувались солома, бур'яни, деревина та вугілля. Випалювання супроводжувалось викидами забруднюючих речовин до атмосферного повітря. В якості відходів були досить «нейтральні» матеріали: бракована продукція та зола від палива. Більшість цегляних та черепичних виробництв були невеликими, виготовляли продукцію в невеликих об'ємах для місцевого споживання. Цих заводів було досить багато – на Криворіжжі понад сто (сьогодні їх взагалі немає). Відстань транспортування будівельних матеріалів та виробів до місця використання були невеликими. Процес транспортування був екологічно безпечним.

Солома для глиняних замісів та для стріхи була виробничим відходом сільськогосподарського процесу (спеціально для будівництва не вирощувалась). Сухі відмерлі стебла комишу (для стріхи та стелі) зрізались у зимову пору по берегах річок.

Для будівництва також використовувалась деревина. Але цей матеріал на Криворіжжі застосовувався нешироко і переважно для конструкції стелі та стріхи, вікон, дверей, опорних елементів. Головним будівельним матеріалом для стін була глина (головним чином, у північній частині Криворіжжя) та вапняк (бутовий камінь) (переважно, в південній частині Криворіжжя).

3. Будівництво. Механізми з викидами забруднюючих речовин та джерелами шуму не використовувались. Утворювані при будівництві в незначній кількості відходи (залишки глини, гірських порід, деревини, соломи тощо) були природними матеріалами й не були небезпечними для навколишнього середовища. Конструкція та розміри житла, властивості будівельних матеріалів забезпечували те, що процес будівництва був досить легким: витрати енергії були мінімальними.

4. Експлуатація. Догляд за хатами та іншими елементами подвір'я був повністю екологічно безпечним. Місцевий ремонт, побілка, «мазання» проходили порівняно часто (кожного сезону) з використанням тих же природних мате-

ріалів, що й при будівництві. Слід звернути увагу на енергетичну ефективність конструкції народного житла: в зимовий час хати були теплими, а в літній – прохолодними. Використовувані матеріали мали хороші санітарно-гігієнічні показники з точки зору перебування людини в приміщенні. Від опалення хат відбувались розосереджені викиди до атмосферного повітря. Побутових відходів майже не було: все використовувалось в господарстві, їстівні відходи йшли на годування худоби.

Наприкінці XIX ст. існувала досить велика пожежна небезпека через загоряння солом'яних та очеретяних стріх. Розвиток черепичного виробництва на селі став одним із напрямків державної політики в боротьбі з пожежами [4].

Використовувані на Криворіжжі для будівництва народного житла гірські породи не мають небезпечних рівнів вмісту радіоактивних та токсичних елементів.

5. Ліквідація та повторне використання. Як і будівництво, так і руйнування народного житла не потребувало значних витрат енергії. Всі елементи конструкції житла порівняно легко розділялись на малогабаритні частини (за виключенням сволюка – головної балки під стелею) та могли підніматись і транспортуватись одним або декількома людьми. Ліквідація як процес могла проходити активно: докладались спеціальні зусилля для розбирання будівель. В цьому випадку одна частина матеріалу переходила в повністю екологічно безпечні відходи, представлені природними матеріалами (глина, рослинні залишки тощо). Друга частина порівняно легко розбиралась і використовувалась для нового будівництва (цінні металеві кріплення, дерев'яні балки, дошки, цегла, черепиця, кам'яні блоки). Зіпсована деревина використовувалась як паливо. Слід зазначити, що, незважаючи на «примітивність» цегляного та черепичного виробництва, дореволюційна цегла та черепиця мали відмінну міцність, у багатьох випадках кращу за таку сучасних аналогів. Цегла та черепиця могли перекладатись у нові будівлі багаторазово. Доказом цього є успішне використання цих матеріалів і в наш час. Повторне використання зменшувало необхідність випуску нової цегли й черепиці та відповідне зниження антропогенного впливу на довкілля. Можливим було також повторне використання саману при доброму його збереженні.

Пасивна ліквідація народного житла відбувається під впливом атмосферних чинників та гравітації без втручання або при мінімальному втручанні людини, яка залишає житло. Частіше зустрічається комбінована ліквідація: на перших етапах людина виймає з житла найбільш цінні деталі, які в подальшому можна використати. Подальше руйнування стін та стелі відбувається саме собою. Руйнація стін без стріхи під впливом атмосферних опадів проходить за декілька років. Швидше руйнуються глиняні стіни (з саману та глиняного розчину), повільніше – кам'яні стіни (з каміння та глиняного розчину). Якщо в сухих умовах глиняний розчин відіграє роль зв'язуючого матеріалу, то у вологих – роль своєрідного «мастила» для переміщення каміння під впливом сили тяжіння; це прискорює процес руйнації.

Повторне використання хат найчастіше відбувається в якості підсобних приміщень для збудованого поряд нового житла. Старі хати нерідко представляють культурно-етнографічну цінність і можуть використовуватись в якості культурних пам'яток.

Операції з ліквідації та повторного використання народного житла не супроводжуються небезпечним впливом на навколишнє середовище.

6. Післяліквідаційний період. Руйнування будівель народного житла в природному середовищі не супроводжується негативним впливом на довкілля. Про те, що в певній місцевості знаходилась сільська забудова можна визначити лише за незначними геоморфологічними ознаками – пагорбами висотою 0,5-1 м, які залишаються після «опливання» глиняних стін або руйнування кам'яних стін. Нерідко такі місця позначені деревами та кущами бузку, вишні, сливи, які добре приживаються на залишках старого подвір'я. Досить міцними спорудами двору, які залишаються на десятиліття та століття, є кам'яні: колодязі, підвали, паркани, підпірні стіни терасованих схилів. Вони не спричиняють екологічної небезпеки. Для запобігання падіння людини або тварин у колодязі необхідно їх засипати, перекрити або при можливості відновити для подальшого використання. Небезпеку фізичного травмування в процесі ліквідації несуть старі стіни та стелі, які з часом втрачають міцність.

Давні розробки глини (суглинків) та вапняку були невеликими за площею та неглибокими. Більшість з них, не порушуючи головних рис навколишнього ландшафту, заросла та заповнилась невеликими озерами.

Слід зауважити, що народне житло має декілька недоліків: вже згадувана низька пожежна безпека, відсутність єдиної стандартизації матеріалів та будівель, відсутність сучасних сантехнічних елементів, досить низька водостійкість та вологостійкість, малоефективна система використання палива та ін. Окрема важлива тема досліджень екологічності народного житла – хімічні та радіологічні показники використовуваних гірських порід та виділення радону з підлоги хат.

Таким чином, життєвий цикл народного житла має досить привабливі екологічні особливості, втілення яких у сучасне будівництво (цілком або частково в залежності від напрямку використання) може значно покращити стан навколишнього середовища:

- для створення будівельних матеріалів та будівництва використовуються місцеві мінеральні ресурси;
- всі етапи життєвого циклу народного житла пов'язані з мінімальними транспортними витратами, це визначає мінімізацію впливу на довкілля;
- видобуток мінеральної сировини відбувається з неглибоких та незначних за площею розробок або природних відслонень; враховуючи це, процеси самовідновлення порушених територій проходять досить легко; сучасною альтернативою є використання вже дезінтегрованих при розробці інших корисних копалин розкривних порід, які розміщені у відвалах;
- більша частина будівельних матеріалів (мінеральних ресурсів) використовується після мінімальної фізичної обробки в місці будівництва без суттєвого впливу на навколишнє середовище;
- використання природних матеріалів забезпечує високі санітарно-гігієнічні властивості житла;
- при виготовленні будівельних матеріалів і будівництві не використовуються хімічні добавки та синтетичні сполуки; відсутня потреба у виробництві цих речовин; відсутня потреба в подальшому виконанні спеціальних операцій поводження з відходами;
- конструкція житла забезпечує його легке будівництво, комфортність, теплоефективність, легке розбирання й ліквідацію житла;
- можливе неодноразове використання будівельних матеріалів з ліквідованих будівель;

– використання місцевих ресурсів та мінімальна їх обробка обумовлюють легкість повертання їх у навколишнє середовище після руйнування житла; небезпечні відходи при цьому відсутні.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Аблець В.В.** Використання гірських порід та виробничих відходів для будівництва на дореволюційному Криворіжжі / Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності. Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-технічної конференції // Кривий Ріг, 2017.– С. 42-43.

2. **Аблець В.В.** Строительные материалы на Криворожье в конце XIX-начале XX века // Криворіжжя – славетний гірничий край. Матеріали Міської науково-практичної краєзнавчої конференції, присвяченої 100-річчю надання Кривому Рогу статусу міста // Кривий Ріг: Криворізькій професійній гірничо-металургійній ліцей, 2018.– С. 11-15.

3. **Аблець В.В., Березовский А.А., Аблець Н.С.** Влияние геологических и географических факторов на особенности народного жилья в районе среднего течения р. Ингулец // Вісник Криворізького технічного університету.– 2011.– Вип. 28.– С. 57-64.

4. **Аблець В.В., Березовский А.А., Аблець Н.С.** Кирпич и черепица дореволюционного Криворожья. I. Общие положения // Вісник Криворізького національного університету.– 2014.– Вип. 38.– С. 29-35.

УДК 628.474.7 : 669.15-198

Филенко В.В., Тихливец С.В., Евтехов В.Д., Грицай О.Ю.

СОСТАВ ФЕРРОХРОМ-СОДЕРЖАЩЕГО ШЛАКА И ПРОДУКТОВ ЕГО СЕПАРАЦИИ

Был изучен материал исходной пробы феррохром-содержащего шлака, а также продуктов его «сухой» магнитной сепарации.

Цель работы состояла в минералогической оценке материала исходной пробы и продуктов сепарации шлака для дальнейшего выбора оптимальной технологии его обогащения.

Исходная проба была представлена дробленным материалом светлосерого цвета крупностью 1-0 мм. Определение гранулометрического состава материала проводилось по апробированной методике с использованием стандартного набора лабораторных сит. После отсева материал полученных гранулометрических фракций был взвешен, в соответствии с полученными данными были определены выходы фракций (табл. 1).

Таблица 1.

Гранулометрический состав материала исходной пробы

Гранулометрические фракции, мм	Выходы фракций, %
+1,0	0,6
-1,0+0,5	0,2
-0,5+0,25	20,6
-0,25+0,1	39,3
-0,1+0,05	23,4
-0,05	15,9
Всего	100,0

Из данных табл. 1 следует, что основная часть материала исходной пробы (83,3 мас.%) была представлена частицами размером -0,5+0,05 мм. Количество более крупнозернистого материала (+0,5 мм) было незначительным – 0,8 мас.%. Количество алеврит-пелитоморфной фракции с размером частиц менее 0,05 мм составляло 15,9 мас.%.

Изучение состава шлака проводилось с использованием стандартных методик с помощью серийных бинокулярного и минераграфического микроскопов. Результаты исследований показали, что материал исходной пробы состоял, преимущественно, из частиц силикатного стекла, продуктов его раскристаллизации, спекшихся пылевидных (пелитоморфных) частиц стекла (рис. 1б) и частиц ферросплава (рис. 1а). Преобладающий размер стекловатых частиц от 0,05 до 0,5 мм, спекшихся пелитоморфных – от 0,05 до 0,3 мм. Частицы ферросплава характеризовались яркой белой окраской, иногда со слабым желтоватым оттенком, металлическим блеском. Форма их, преимущественно, остроугольная, оскольчатая, копьевидная, игольчатая, отмечались также близкие к изометричным обломки неправильной формы (рис. 2).

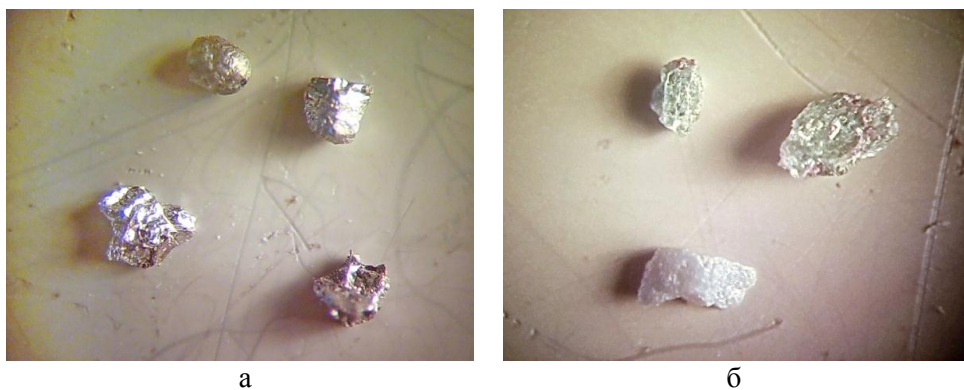


Рис. 1. Компоненты материала исходной пробы (пояснения в тексте).
Бинокулярный микроскоп, увеличение 40^x.

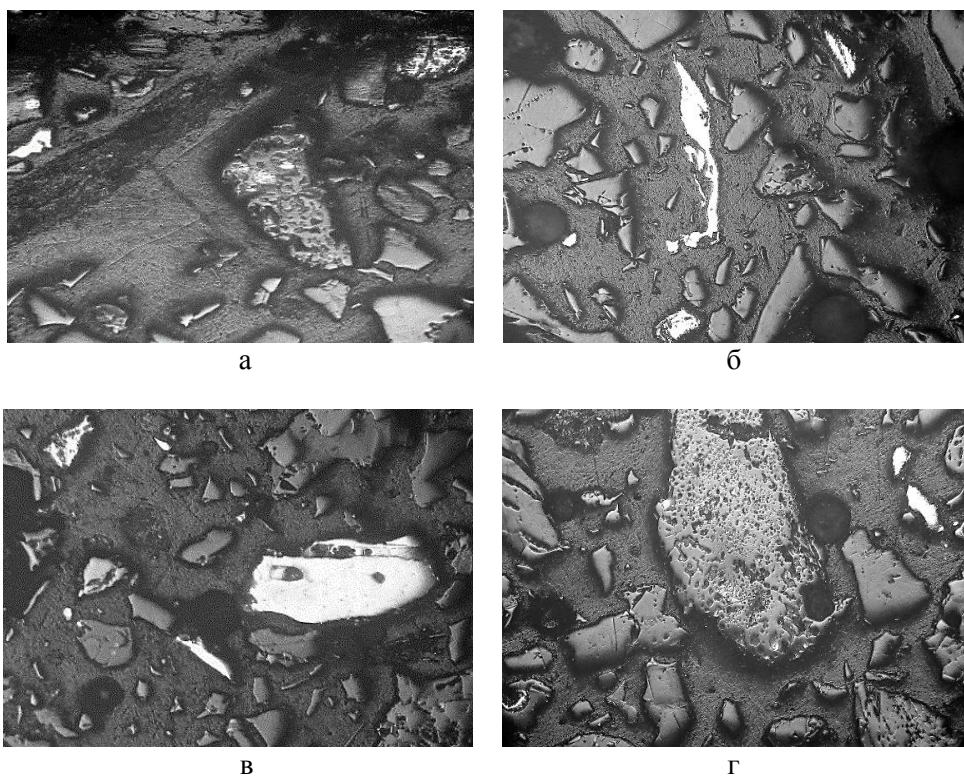


Рис. 2. Главные компоненты материала исходной пробы шлака: 1) стекловатые частицы (серые, гладко отполированные – а-б), 2) спекшиеся пелитоморфные стекловатые частицы (серые, слабо отполированные, пористые – а, г), 3) частицы ферросплава (белые).

Темносерое – эпоксидный цемент полированного шлифа; черное – пустоты.

Отраженный свет; без анализатора; увеличение 95^x.

Реже встречались неразрушенные сферические агрегаты (рис. 1а). Преобладающий размер частиц ферросплава 0,03-0,05 мм. Очень мелкие (менее 0,02 мм) выделения ферросплава были встречены также в виде включений в стекловатых и спекшихся пелитоморфных частицах (рис. 2а). Количество таких агрегатов в составе шлака невелико. Среднее содержание ферросплава в материале исходной пробы около 4 мас. %.

Эксперименты по выделению из шлака ферросплавной составляющей проводились методами «сухой» магнитной сепарации в слабом поле ($B = 0,11$ Тл).

Для проведения минералогических исследований продуктов магнитной сепарации были предоставлены пробы магнитного продукта массой 45 г и немагнитного продукта массой 200 г. На рис. 3 показаны частицы магнитного и немагнитного продуктов, сфотографированные в отраженном свете.

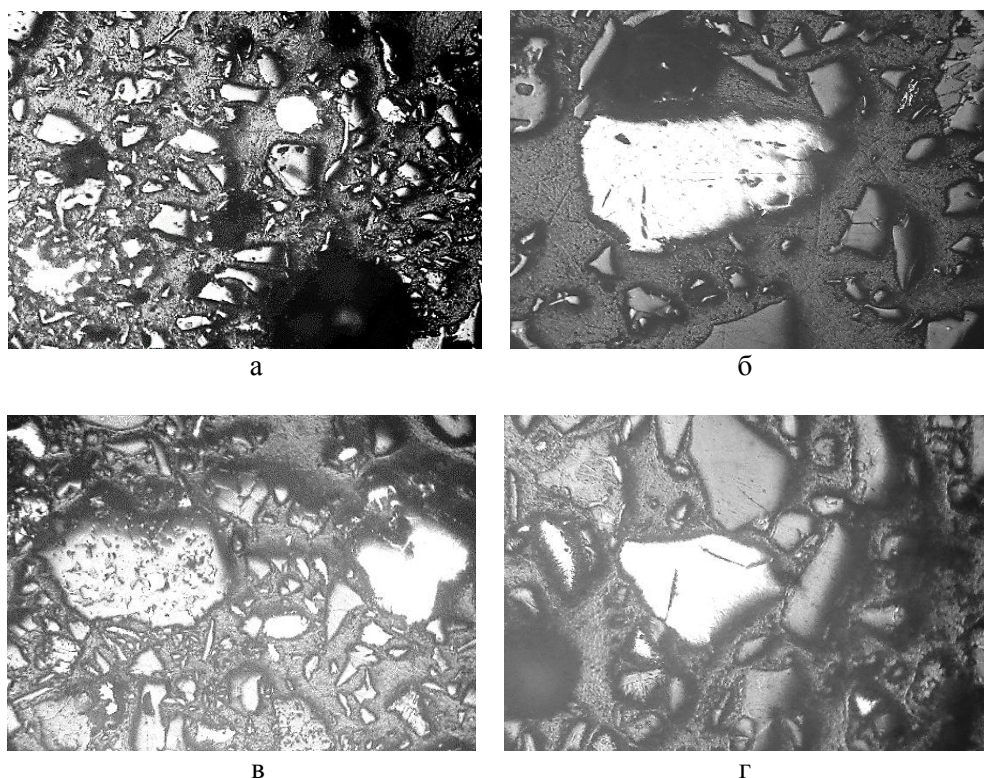


Рис. 3. Компоненты материала магнитной (а, б) и немагнитной (в, г) фракций шлака.

Белое – ферросплав, серое – стекловатые частицы; темносерое – эпоксидный цемент полированного шлифа; черное – пустоты.

Отраженный свет; без анализатора; увеличение 95^x.

Для обоих продуктов магнитной сепарации были проведены определения гранулометрического состава и содержания ферросплава в материале всех выделенных гранулометрических фракций. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Гранулометрический состав и содержание ферросплава
в составе продуктов магнитной сепарации

Гранулометрические фракции, мм	Показатели			
	магнитный продукт		немагнитный	
	выходы фракций, %	содержание ферросплава, мас.%	выходы фракций, %	содержание ферросплава, мас.%
+1,0	0,4	0,3	0,5	0,2
-1,0+0,5	0,4	0,4	0,1	0,4
-0,5+0,25	27,9	4,8	22,9	3,2
-0,25+0,1	36,5	5,3	40,2	3,6
-0,1+0,05	18,4	5,5	20,4	3,8
-0,05	16,4	4,1	15,9	2,9
Всего	100,0	–	100,0	–
Средневзвешенное содержание ферросплава, мас.%	–	4,96	–	3,42

Как видно из данных таблицы, магнитный и немагнитный продукты близки по гранулометрическому составу. В составе обоих преобладают частицы размером от 0,05 до 0,5 мм. Содержание частиц более крупного размера незначительное – менее 1%. Количество пылевидного материала с размером частиц менее 0,05 мм – около 16%. Таким образом, магнитная сепарация не вызвала заметного перераспределения материала шлака по гранулометрическому составу частиц.

Количественные подсчеты содержания частиц ферросплава были проведены для материала всех гранулометрических фракций магнитного и немагнитного продуктов.

Выводы

1. Частицы ферросплава сконцентрировались, главным образом, в материале магнитной фракции с крупностью частиц от 0,05 до 0,5 мм. В частицах размером более 0,5 мм ферросплав представлен редкими мелкими (как правило, менее 0,1 мм) включениями в более крупных (от 0,5 до более 1 мм) частицах стекла (рис. 3в). В составе пылевидного материала с крупностью частиц менее 0,05 мм (рис. 3а) ферросплав образует индивидуальные частицы, но содержание их несколько ниже (около 4 мас.%) по сравнению с более крупнозернистым материалом (5-5,5 мас.%).

2. Содержание ферросплава в составе магнитного (около 5 мас.%) и немагнитного (около 3,4 мас.%) продуктов различаются незначительно. Главной причиной слабой концентрации ферросплава в одном из продуктов, вероятно, является разная магнитная восприимчивость при разном количественном соотношении в его составе хрома и железа. В связи с этим более высокожелезистые частицы ферросплава попадали в магнитный продукт, а более высокохромовые – в немагнитный продукт.

УДК: 549 : 552.5

Куразєєва Л.В., Ільїна А.С., Іванченко В.В., Беліцька М.В.

НОВІ ДАНІ ПРО СУЛЬФІДНУ МІНЕРАЛІЗАЦІЮ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ РІК АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ

Вступ. Ріки Центральної та Південної України відіграють значну роль у транспортуванні денудованої на суходолі речовини з континенту до Чорного та Азовського морів. У складі їх осадків накопичуються мінерали зі значної території України, частково Білорусі та Російської Федерації. Протягом останніх років зростає антропогенне навантаження на водні артерії України, головним чином, внаслідок діяльності гірничодобувних, металургійних, хімічних та інших підприємств [1].

Метою роботи було встановлення закономірностей розподілу мінералів класу сульфідів по латералі та в розрізі алювіальних відкладів, визначення умов седиментогенезу та постседиментаційних перетворень річкового осаду.

Об'єкти і методика досліджень: польові та камеральні роботи, побудова літологічних колонок і розрізів, геохімічні, мінералогічні, у тому числі електронномікроскопічні (РЕМ) та мікрозондові (МЗА) аналізи донних осадів Дунаю, Дніпра, Південного Бугу, Інгулу, Інгульця.

Результати і обговорення. Результати хімічних аналізів свідчать про незначну, але постійну присутність сірки в алювії річок дослідженого району. Від витoku до гирла вміст сірки закономірно зростає. Так, у верхів'ї, середній течії та пониззі Інгулу вміст алювіальної сірки становить відповідно (мас.%): $0,16 \pm 0,01$; $0,26 \pm 0,05$; $0,35 \pm 0,28$. В цьому ж напрямку фіксується збагачення алювію Інгулу залізом, глиноземом, титаном, манганом, кальцієм, магнієм, фосфором та збіднення кремнієм. Мінливість хімічного складу осадів відображає збільшення в напрямку гирла вмісту глинистої складової, а також сульфідів внаслідок діяльності сульфатредуючих бактерій.

В матеріалі досліджених проб були виявлені пірит, мельніковіт, пірротин, халькопірит, марказит, сфалерит, галеніт. Загальний вміст сульфідів коливався в межах від 0 до 6740 г/т. Максимальні показники характерні для ділянок рік, забруднених промисловими відходами. Для Інгульця характерний підвищений вміст сульфідів у Південному залізородному районі Криворізького басейну. Менший рівень сульфідної мінералізації спостерігається в алювії Дніпра, Південного Бугу, Інгулу, а також у верхів'ях та пониззі Інгульця [2].

За результатами вивчення керну дослідних свердловин, спостерігається закономірна зміна мінеральних парагенезисів осадків згори донизу за розрізом: 1) інтенсивно розчинені та частково заміщені гіпсом уламки піриту (рис. 1а), сфалериту іноді галеніту в поверхневому шарі осаду; 2) глобулярні та лускуваті мікроскопічні виділення аутигенного пірротину, марказиту, халькопіриту (рис. 1б); 3) перекристалізовані ідіоморфні мікрочастинки піриту.

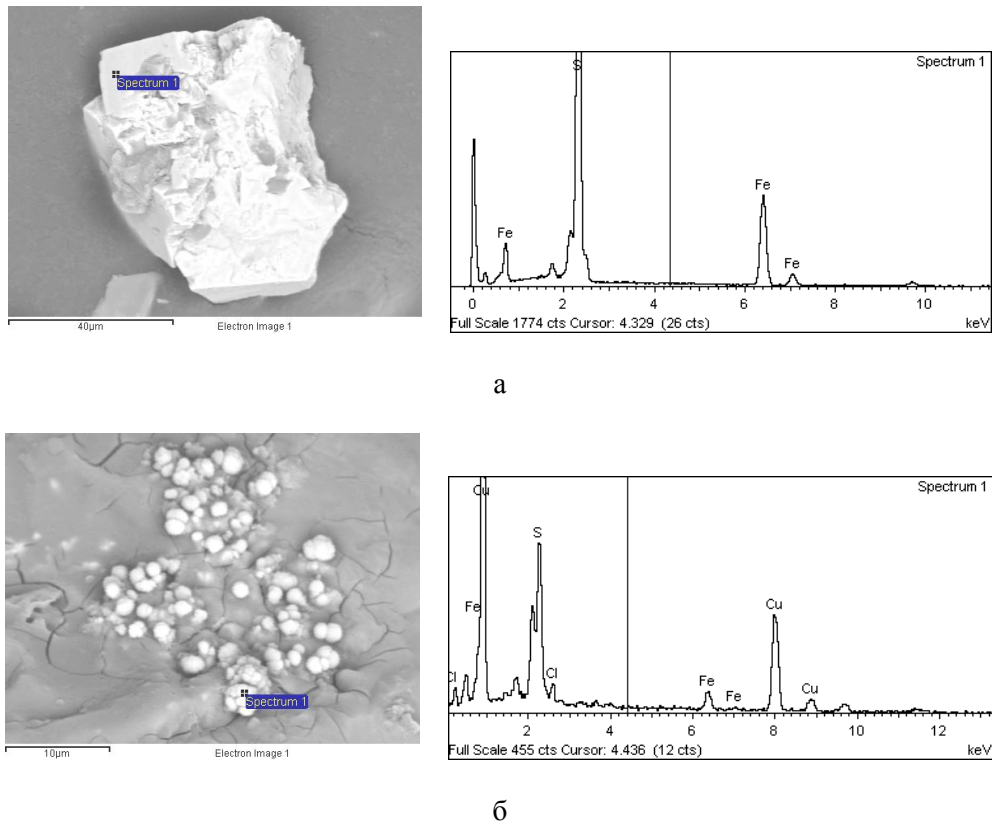


Рис. 1. Сульфіди з донного осаду Дніпра: а – інтенсивно розчинений алотигенний пірит; б – глобулярні новоутворення аутигенного халькопіриту. Растрова електронна мікроскопія, мікрозондовий аналіз.

Висновки

Сульфіди постійно входять до складу мінеральних компонентів алювію досліджених річок. Вони утворюють теригенно-мінералогічної асоціації і є індикаторами певних геохімічних і металогенічних особливостей денудованих порід і руд. Мінерали цієї групи надзвичайно чутливі до умов седиментогенезу. Їх мінливість відображає також динаміку і напрямки постседиментаційних перетворень осаду, наявність або відсутність органіки, техногенних надходжень тощо. Зв'язок сульфідної та золото-срібної мінералізації в сучасному алювії річок Півдня України має пошукове значення і може використовуватись у вирішенні прикладних геологічних задач.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Малахов І.М.** Техногенез у поверхневих та підземних водах // *Кривий Ріг: Оксан-Принт*, 2003.– 252с.
2. **Ivanchenko V.V., Belitskaya M.V., Ilyina A.S.** Features of geochemistry and mineralogy of the modern river sedimentogenesis / *Goldschmidt Conference (Prague, 16-21 August 2015)* // *Prague*, 2015.– P. 1395.

УДК 549.3 : 553.31 (477.65)

Трунін О.М., Откидач В.О., Гайдар А.В.

СУЛЬФІДИ В СКЛАДІ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ ПРОДУКТИВНОЇ ТОВЩІ ПЕТРІВСЬКОГО РОДОВИЩА (КРИВОРІЗЬКИЙ БАСЕЙН)

Загальні відомості. Петрівське родовище магнетитових кварцитів розташоване в центральній частині Інгуло-Інгулецької шовної зони Українського щита (УЩ). Разом з іншими родовищами утворює Правобережний залізорудний район. Головна геологічна структура родовища – обернена шарніром до півдня Петрівська синкліналь, складена верствами палеопротерозойських метакластолітів і скарноїдів родіонівської світи (ядро складки), магнетитових кварцитів і сланців артемівської світи (проміжне положення), кристалічних сланців і гнейсів зеленоріченської світи (периферійна частина складки). Обрамлюють Петрівську синкліналь мезоархейські гранітоїди дніпропетровського комплексу. Головна корисна копалина родовища – магнетитові кварцити артемівської світи.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю постійного контролю якісних показників залізорудної сировини родовища, в тому числі вмісту в їх складі сульфідів як шкідливої мінеральної домішки.

Об'єкт досліджень – ділянки прояву сульфідної мінералізації в продуктивній товщі Петрівського родовища.

Предмет досліджень – сульфіди в складі магнетитових кварцитів.

Мета роботи – діагностика сульфідів, визначення умов їх утворення та вмісту в складі руд.

Вихідний матеріал. У східному борті кар'єру №3 Центрального ГЗКу, яким розробляється родовище, були відібрані 17 зразків інтенсивно сульфідизованих магнетитових кварцитів.

Методика роботи. З матеріалу всіх проб були виготовлені прозорі й поліровані шліфи. Мікроскопічні спостереження виконувались у лабораторіях кафедри геології і прикладної мінералогії Криворізького національного університету за стандартними методиками з використання серійних петрографічних і мінераграфічних мікроскопів. При узагальненні та аналізі макро- й мікроскопічних даних використовувались кристаломорфологічний, мінералого-онтогенічний, топомінералогічний методи.

Результати досліджень. Середній мінеральний склад матеріалу досліджених проб (об'ємні %): кварц 54,40; магнетит 18,39; пірит 12,64; силікати (ставроліт, синьо-зелена рогова обманка, біотит, хлорит, селадоніт) 8,83; піротин 5,47; другорядні мінерали: арсенопірит 0,18; халькопірит 0,07; апатит 0,02. Інші автори відзначали епізодичну присутність сфалериту та галеніту в аналогічних за складом і походженням магнетитових кварцитах родовища [4].

За даними попередніх дослідників [1], утворення сульфідів відбувалось у донних мулах, насичених органічною речовиною, що сприяло швидкому та повному відновленню сульфатів до сульфідів. У подальшому, на стадії регре-

сивного метаморфізму сірка могла екстрагуватись кислими термальними розчинами з первинних сульфідів, мігрувати й накопичуватись у геохімічних пастках різного рівня, утворюючи вторинні сульфіди, насамперед, **пірит**. Такими пастками могли бути дрібні тріщинні порушення, ділянки мікрокліважу розлому, інтерстиції між індивідами мінералів, а також самі індивіди й агрегати залізо-вмісних мінералів. В нашому випадку переважало заміщення вторинним піритом виділень залізо-вмісних силікатів, а також первинних сульфідів. Значно меншою мірою цей процес захоплював кристали й агрегати магнетиту та кварцу, в яких сульфіди утворюють, переважно, тонкі січні прожилки.

Пріоритетність заміщення сульфідами силікатів пов'язана з нестійкістю їх кристалічної ґратки під впливом сірку-вмісних розчинів. Руйнування індивідів силікатів починалось плямисто з поступовим захопленням всього їх об'єму (рис. 1).

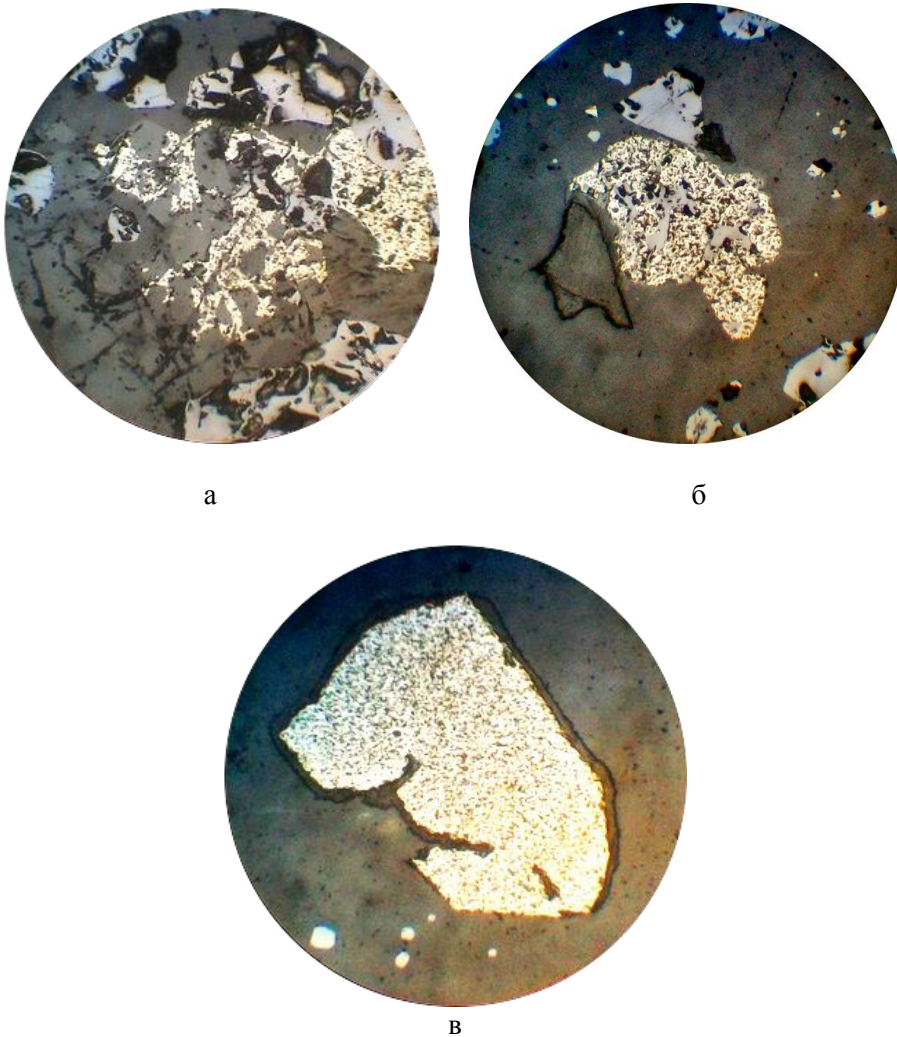


Рис. 1. Послідовність заміщення піритом (світложовте) первинних залізо-вмісних силікатів (сіре); світлосіре – магнетит; темносіре – кварц. Відбите світло; без аналізатора; збільшення 150^x.

Переважний розвиток вторинних сульфідів по залізо-вмісних силікатах підтверджується добре відомим прямим кореляційним зв'язком між вмістом силікатів і сульфідів у складі магнетитових кварцитів родовища.

Результати онтогенічних досліджень показали, що найбільш ранній вторинний сульфід пірит заміщувався **піротинном**, можливо за наступним рівнянням:



Мікроскопічно фіксуються проміжні фази цього заміщення, яким задовільно пояснюється факт зменшення вмісту піриту в складі магнетитових кварцитів зі зростанням вмісту піротину [3].

Встановлено, що в породах зеленокам'яних поясів УЩ метасоматичний піротин спочатку виникав у вигляді гексагональної поліморфної модифікації, а потім перекристалізується з утворенням моноклінної [2], яка характеризується інтенсивно вираженими феромагнітними властивостями. Тісні зростання його виділень з кристалами магнетиту пояснюють потрапляння піротину до магнетитового концентрату, що негативно впливає на якісні показники останнього.

Халькопірит у ділянках епігенетичної сульфідизації представлений рідкісними незначними за розміром ксеноморфними виділеннями, які заміщували агрегати піриту, піротину, іноді магнетиту.

Кристали **арсенопіриту** утворюють секреції в дрібних порожнинах, вірогідно, є продуктом самостійного гідротермального процесу. Іноді на гранях його кристалів спостерігаються східці росту (рис. 2а). В роботі [2] наголошується на одночасному утворенні арсенопіриту та заміщенні гексагонального піротину моноклінним.

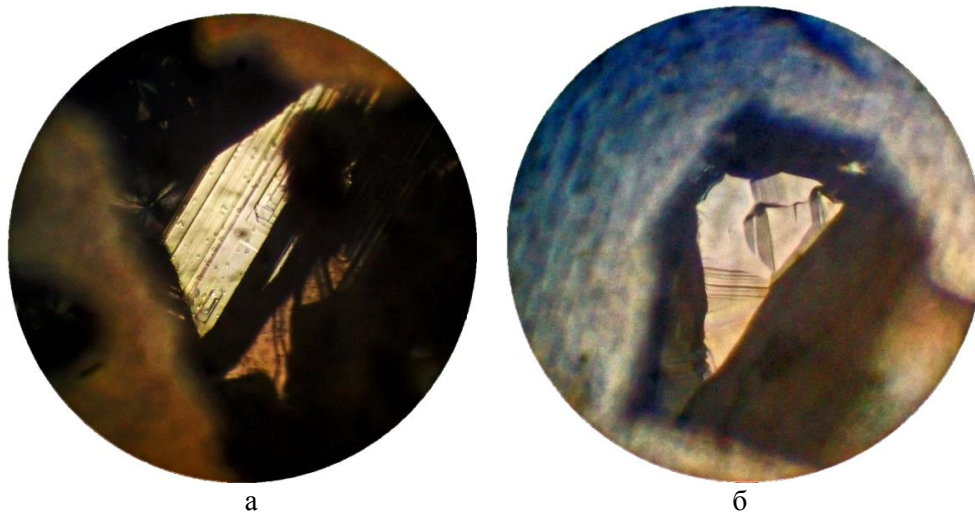


Рис. 2. Кристали арсенопіриту з мікропорожнин у магнетитовому кварциті.

Відбите світло; без аналізатора; збільшення 150^х.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Коптюх Ю.М.** Изотопный состав и происхождение серы сульфидов железисто-кремнистой формации КМА и Кривого Рога / Проблема метаморфогенного рудообразования // Киев: Наукова думка, 1974.– С. 211-212.
2. **Скакун Л.З., Эль Айяши А.** Роль пирротина в локализации золота в золоторудных месторождениях зеленокаменных поясов Украинского щита // Відомості Академії гірничих наук України.– 1997.– №4.– С. 108-110.
3. **Смірнова Г.Я.** Прикладна мінералогія сульфідів залізорудної товщі Інгулецького родовища (Криворізький басейн) / Автореферат дисертації ... кандидата геологічних наук // Кривий Ріг: Криворізький технічний університет.– 2001.– 20 с.
4. **Смірнова Г.Я., Блоха І.В.** Сульфідонесні залісті кварцити Петровського родовища // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету.– 2003.– №1.– С. 94-96.
5. **Фекличев В.Г.** Микрористалломорфологічний аналіз // Москва: Наука, 1966.– 262 с.

УДК 549 : 553.31 (477.63)

Андрейчак В.О., Євтехова А.В., Євтехов В.Д.

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ ЖИЛЬНИХ УТВОРЕНЬ ЗАЛІЗИСТО-КРЕМНИСТОЇ ФОРМАЦІЇ КРИВБАСУ

В товщі порід залізисто-кремнистої формації Криворізького басейну дуже поширені жильні утворення. Вони були охарактеризовані в роботах багатьох дослідників протягом понад 200 років систематичного вивчення залізородних родовищ басейну. Генетичні, мінералогічні, геохімічні, морфологічні, метало-генічні, інші особливості жил були детально розглянуті в роботах Я.М.Белевцева, Ю.А.Галабурди, Ю.Г.Гершойга, В.І.Павлишина, Д.К.Возняка, Г.О.Кульчицької, Б.І.Пирогова, В.Д.Євтехова, А.В.Євтехової [1-5, 8, 11] та багатьох інших дослідників.

Протягом останніх років у зв'язку з розвитком гірничодобувних підприємств, розширенням фронту роботи кар'єрів і поглибленням шахт нагромадився новий матеріал, який потребує узагальнення та аналізу. Важливим питанням залишається генезис жильних утворень Кривбасу. Метою цього повідомлення було визначення головних геологічних процесів, які спричинили утворення жил та сформували їх мінеральний склад.

За результатами робіт попередніх дослідників і власних спостережень авторів, можна виділити декілька етапів формування жил у товщі залізистих і вмісних гірських порід Криворізької структури. Основні з них пов'язані з динамотермальним метаморфізмом, натрієвим метасоматозом, гіпергенезом.

Динамотермальний метаморфізм спричинив перетворення діагенетично змінених первинних залізисто-кремнистих (залізисті горизонти) та глинозем-залізисто-кремнистих (сланцеві горизонти) осадків [1, 2, 6, 7, 9, 11]. Метаморфізм супроводжувався міграцією мінеральної речовини в складі розчинів, мобілізованих під дією факторів метаморфізму. Хімічний склад флюїдів відповідав складу материнських порід, відстань їх міграції, зазвичай, не перевищувала декількох десятків метрів. Осадження розчинених хімічних компонентів відбувалось у місцях розущільнення вмісних гірських порід – у тріщинах, зонах брекчіювання, кліважування, будикування тощо. У зв'язку з різними термодинамічними умовами динамотермального метаморфізму порід (від низів зеленосланцевої до амфіболітової фації) [1, 2, 6, 7, 9, 11] мінеральний склад гідротермалітів дуже варіативний (хлорит, сидерит, кальцит, арагоніт, біотит, кумінгтоніт, стильпномелан, сепіоліт, пірит, піротин та ін.).

Натрієвий метасоматоз відбувався в уже сформованій складчастій товщі залізисто-кремнистої формації під впливом вуглекисло-натрієвих розчинів [5, 7, 11, 12]. Переважно, на регресивній стадії метасоматозу відбувалось утворення гідротермальних жил з речовини «відпрацьованих» метасоматизуючих розчинів. Внаслідок їх високої лужності головним розчиненим компонентом був кремнезем. Через це жили мають, переважно,

кварцовий склад, другорядні мінерали – залізна слюдка, селадоніт, рибекіт, тетраферибіотит, кальцит, апатит, пірит та ін.

Гіпергенез є завершальним геологічним процесом в еволюції залізисто-кремнистої формації Кривбасу [2, 6, 8-10]. Він – найбільш тривалий з проявлених у товщі залізисто-кремнистої формації геологічних явищ. Початок гіпергенних змін залізистих порід хронологічно відповідає палеопротерозою. З незначним переривом в середині кайназою (палеоген-неогеновий седиментогенез) вивітрювання залізистих порід відбувається до поточного часу. Глибина поширення кори вивітрювання в межах різних залізородних районів Кривбасу суттєво відрізняється в зв'язку з різною швидкістю висхідних рухів окремих тектонічних блоків. В межах Північного залізородного району цей показник становить 10-50 м; Південного та Інгулецького районів – від 50 до 1500 м; Саксаганського – від 100 до понад 2500 м. Вивітрювання супроводжувалось утворенням гіпергенних розчинів, які спричинили формування жил, близьких за складом до вмісних гірських порід, тобто альпійських за походженням. Головні жильні мінерали: кварц, дисперсний гематит, гетит, дисперсний гетит, каолініт, кальцит, арагоніт, пірит, марказит та ін.

Таким чином, пов'язані з різними геологічними подіями жили залізородної товщі Кривбасу за особливостями утворення та складом відповідають альпійським. Лише незначну кількість жил можна виокремити в якості алотигенних. Склад вмісних порід та термодинамічні умови середовища мінералоутворення були головними факторами, які визначили склад парагенетичних асоціацій жильних мінералів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Белевцев Р.Я.** *Метаморфическая зональность Криворожского бассейна* // Геологический журнал.– 1970.– №4.– С. 25-38.
2. **Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И. и др.** *Геология криворожских железорудных месторождений* // Киев: Изд. АН УССР, 1962.– Т.1 – 484 с., Т.2 – 567 с.
3. **Галабузда Ю.А.** *Про гідротермальне мінералоутворення в Криворізькому басейні* // Доповіді АН УРСР. Серія Б.– 1973.– №5.– С. 392-395.
4. **Гершойг Ю.Г.** *Відносний вік кварцових жил та залізородних покладів саксаганського типу в Криворізькому басейні* // Геологічний журнал.– 1955.– №1.– С. 57-60.
5. **Евтехов В.Д.** *Генетическая и прикладная минералогия натриевых метасоматитов железисто-кремнистых формаций Украинского щита (по природным и экспериментальным данным) / Автореферат диссертации ... доктора геолого-минералогических наук* // Львов: Львовский госуниверситет, 1992.– 39 с.
6. **Євтехов В.Д.** *Етапи формування комплексної мінерально-сировинної бази залізородних родовищ Криворізько-Кременчуцького лінеаменту* // Відомості Академії гірничих наук України.– 1997.– №4.– С. 111-114.
7. **Евтехова А.В.** *Генетические разновидности альпийских жил железисто-кремнистой формации Криворожского бассейна / Творча спадщина В.І.Вернадського і сучасність (Вернадські читання). Доповіді і повідомлення 4-ї Міжнародної наукової конференції (Донецьк, 21-25 квітня 2005 р.)* // Донецьк: Донецький національний технічний університет.–2005.– С. 112-114.

8. **Каниболоцкий П.М.** Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна // Черновцы: Изд. АН УССР, 1946.– 312 с.

9. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др.** Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977.– 544 с.

10. **Мартыненко Л.И., Попов Е.А., Татунь Г.Т. и др.** Основные закономерности коры выветривания железистых пород Кривого Рога // Геология рудных месторождений.– 1971.– №5.– С. 87-97.

11. **Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д. и др.** Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия // Киев: Наукова думка, 1989.– 168 с.

12. **Половинкина Ю.Ир.** Натровый метасоматоз как закономерность в образовании месторождений железистых кварцитов // Записки Всесоюзного минералогического общества.– 1949.– №1.– С. 52-58.

Короткі відомості про авторів

№	Прізвище, ім'я, по-батькові	Науковий ступінь, вчене звання	Місце роботи, навчання	стор.
1.	Андрейчак Вікторія Олександрівна	кандидат геологічних наук	Криворізький національний університет	94
2.	Аблець Валерій Вікторович	кандидат геолого-мінералогічних наук	Науково-дослідний і проектний інститут «Кривбаспроект»	48, 79
3.	Березовський Анатолій Анатолійович	доктор геологічних наук, професор	Криворізький національний університет	14, 35, 58
4.	Беліцька Марина Валеріївна	кандидат геологічних наук	Криворізьке відділення морської геології і осадового рудоутворення НАН України	88
5.	Волков Олександр Григорович	кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент	Криворізький національний університет	76
6.	Гайдар Анастасія Володимирівна	студентка	Криворізький національний університет	90
7.	Грицай Олена Юріївна	кандидат геологічних наук	Науково-дослідний гірничорудний інститут (м. Кривий Ріг)	84
8.	Демченко Олег Сергійович	аспірант	Криворізький національний університет	29
9.	Демьянов Віктор Васильович	головний інженер	Проектно-вишукувальний інститут «Дніпродіпроводгосп» (м. Дніпро)	71
10.	Євтехов Валерій Дмитрович	доктор геолого-мінералогічних наук, професор	Криворізький національний університет	10, 20, 29, 45, 54, 84, 94
11.	Євтехов Євген Валерійович	кандидат геологічних наук, доцент	Північний гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг)	29
12.	Євтехова Анна Валеріївна	кандидат геологічних наук, доцент	Криворізький національний університет	94
13.	Зайченко Вікторія Валеріївна	аспірантка	Криворізький національний університет	45
14.	Іванченко Владислав Вікторович	кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент	Криворізьке відділення морської геології і осадового рудоутворення НАН України	88
15.	Карелов Руслан Іванович	аспірант	Львівський національний університет імені Івана Франка	5
16.	Куразєєва Людмила Володимирівна	аспірантка	Криворізьке відділення морської геології і осадового рудоутворення НАН України	88

№	Прізвище, ім'я, по-батькові	Науковий ступінь, вчене звання	Місце роботи, навчання	стор.
17.	Ільїна Анастасія Сергіївна	інженер	Криворізьке відділення морської геології і осадового рудоутворення НАН України	88
18.	Мечніков Юрій Петрович	інженер-геолог	Криворізька комплексна геологічна партія	71
19.	Откидач Валерія Олександрівна	студентка	Криворізький національний університет	90
20.	Пошелюк Ольга Вікторівна	аспірантка	Криворізький національний університет	20
21.	Сапун Тетяна Олександрівна	асистент	Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького	23
22.	Сатановська Тетяна Юріївна	аспірантка	Криворізький національний університет	14
23.	Скаун Леонід Зиновійович	кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент	Львівський національний університет імені Івана Франка	5
24.	Смірнов Олександр Ярославович	кандидат геологічних наук	Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг)	10
25.	Стеценко Альона Ігорівна	аспірантка	Криворізьке відділення морської геології і осадового рудоутворення НАН України	68
26.	Стеценко В'ячеслав Валерійович	кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент	Криворізький національний університет	45
27.	Стрельцов Віталій Олегович	старший геолог	Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг)	10
28.	Систерова Марія Едуардівна	студентка	Криворізький національний університет	58
29.	Тіхлівець Світлана Валеріївна	кандидат геологічних наук	Криворізький національний університет	84
30.	Трунін Олександр Миколайович	кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент	Криворізький національний університет	90
31.	Філенко Валентина Вікторівна	старший науковий співробітник	Криворізький національний університет	84
32.	Чуприй Сергій Вадимович	головний геолог	Приватне підприємство «Геоаспект»	20
33.	Шепелюк Михайло Олександрович	аспірант	Криворізький національний університет	10

Міжнародна науково-практична конференція
«Розвиток промисловості та суспільства»

Секція 5.
Геологія і прикладна мінералогія

Криворізький національний університет
Кривий Ріг, 23-25 травня 2018 р.

Матеріали конференції

Друкується за рішенням вченої ради
Криворізького національного університету (протокол №8 від 24 квітня 2018 р.)

Редакційна група:

Філенко В.В., Тіхлівець С.В., Прилепа Д.М.,
Демченко О.С., Шепелюк М.О.

Здано до набору 7.05.2018 р. Підписано до друку 14.05.2018 р.
Формат 70x108/16. Тираж 100 прим.
Замовлення №63. Укр., рос.

Адреса видавництва:
50027, Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11
Видавничий центр Криворізького національного університету.