

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 553.042: 553.43

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.96.10>В. Михайлов, д-р геол. наук, проф.,
E-mail: vladvam@gmail.com;С. Шнюков, д-р. геол. наук, доц.,
E-mail: shnyukov54@gmail.com;Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна;А. Коструба, д-р юрид. наук, проф.,
anatolii.kostruba@pnu.edu.ua,Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна;Т. Харитоновна, д-р юрид. наук, проф.,
E-mail: haritonova@onua.edu.ua;Х. Григорєва, д-р юрид. наук, доц.,
E-mail: gergina8888@gmail.com;Національний університет "Одеська юридична академія",
Фонтанська дорога, 23, м. Одеса, 65009, Україна;М. Ткалич, канд. юрид. наук, доц.,
E-mail: maxx.tkalich@gmail.com,Запорізький національний університет,
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69000, УкраїнаПРАВОВІ АСПЕКТИ ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗНИХ РУД
КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.М. Загнітком)

Чинна редакція Податкового кодексу допускає різночитання в трактуванні терміна "первинна переробка мінеральної сировини". Зокрема, податкові органи вважають, що первинна переробка мінеральної сировини включає одержання магнетитового концентрату, який у такому випадку підлягає оподаткуванню. Тобто деякі гірничозбагачувальні підприємства стикнулися з проблемою подвійного оподаткування, що загрожує значними фінансовими втратами. Відповідно, це зумовило вибір теми для написання цієї статті, метою якої є проведення наукового дослідження щодо зміни мінеральних форм корисних копалин (залізної руди), їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури під час виробничих процесів на добувному, дробильному та збагачувальному виробництвах гірничозбагачувальних підприємств Криворіжжя, а також встановлення, на якому саме етапі виробництва завершується первинна переробка корисних копалин для цілей оподаткування рентною платою, і чи відповідає позиція підприємств щодо обмеження первинної переробки стадією дроблення вимогам Податкового кодексу України.

Ключові слова: податковий кодекс, надрокористування, подвійне оподаткування, мінеральна сировина, залізорудний басейн.

Вступ. Залізні руди є основою чорної металургії України. Основним залізорудним басейном України є Криворізький, де деякі гірничозбагачувальні підприємства розробляють поклади залістистих кварцитів і багатих магнетитових і гематитових кварцитів палеопротерозойського віку.

Видобуток, первинну обробку і збагачення залізних руд Криворізького залізорудного басейну здійснюють ряд гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК), які розробляють такі родовища:

- Центральний (ЦГЗК) – Велика Глеюватка, Петровське, Артемівське родовища, шахта ім. Орджонікідзе;
- Північний (ПГЗК) – Першотравневе і Ганнівське родовища залістистих кварцитів;
- Інгuleцький (ІГЗК) – Інгuleцьке родовище залістистих кварцитів;
- Південний (ПГЗК) – Скелюватське родовище залістистих кварцитів;
- ПАТ "Арселорміттал Кривий Ріг" (ПАТ АМКР) – Вальківське і Новокриворізьке родовища залістистих кварцитів;
- ПАТ "Суша Балка" – багаті залізні руди в полях шахт "Ювілейна" і "Ім. Фрунзе".

Гірничозбагачувальні підприємства зазвичай об'єднують добувну, дробильну і збагачувальну виробництва. Підприємства розробляють переважно поклади залістистих кварцитів палеопротерозойського віку, які

проходять первинну переробку на дробильних фабриках, у результаті якої отримують залізну руду, яка є товарною продукцією підприємств і яку вони можуть реалізувати як готову товарну продукцію. Саме ця продукція традиційно підлягала рентному оподаткуванню. У подальшому відбувається процес глибинного збагачення подрібненої залізної руди на рудозбагачувальних фабриках, унаслідок чого утворюється магнетитовий концентрат, який якісно відрізняється від первинної залізної руди і який раніше не оподатковувався.

Постановка питання. Проблема полягає в тому, що в новій редакції Податкового кодексу України (ПК) (2011) нечітко сформульоване поняття первинної переробки мінеральної сировини, а саме: "первинна переробка (збагачення) мінеральної сировини як вид господарської діяльності гірничого підприємства включає сукупність операцій збирання, дроблення або мелення, сушки, класифікацію (сортування), брикетування, збагачення фізико-хімічними методами (без якісної зміни мінеральних форм корисних копалин, їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури), за виключенням агломерації/грудкування руди з термічною обробкою, агломерацію та збагачення фізико-хімічними методами, а також може включати переробні технології, що є спеціальними видами робіт з добування корисних копалин (підземна газифікація та виплавлення, хімічне та бактеріальне вилугування, дражна та гідравлічна

розробка розсипних родовищ, гідравлічний транспорт гірничих порід покладів дна водойм)". Ця редакція надала змогу податковим органам вважати, що первинна переробка мінеральної сировини включає магнетитовий концентрат, який у такому випадку підлягає оподаткуванню. Тобто деякі гірничозбагачувальні підприємства Криворіжжя стикнулися з проблемою подвійного оподаткування, що загрожує значними фінансовими втратами (йдеться про мільярди гривень). Не потребує доказів і теза про те, що подвійне оподаткування є вкрай негативним і небезпечним явищем. У цьому випадку присутні і порушення принципу недискримінації, і несприятливий вплив на інвестування, товарообмін, внутрішньодержавну податкову систему тощо.

Це потребує проведення наукових досліджень щодо зміни мінеральних форм корисних копалин (залізної руди), їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури під час виробничих процесів на добувному, дробильному та збагачувальному виробництві гірничозбагачувальних підприємств Криворіжжя, з метою встановлення, на якому етапі виробництва завершується первинна переробка корисних копалин для цілей оподаткування рентною платою, і чи відповідає позиція підприємств щодо обмеження первинної переробки стадією дроблення вимогам ПК України (2011) та інших інструктивних документів (*Гірничий закон...*, 1999; *Класифікація запасів...*, 1997; *Кодекс України "Про надра"...*, 1994; *Положення про Державну...*, 2015; *Про затвердження положення...*, 2003 та ін.).

Отже, головним завданням досліджень було встановити, на якому етапі виробничих процесів ГЗК завершується первинна переробка мінеральної сировини, а саме залізної руди, і чи відбуваються якісні зміни рудної речовини під час її збагачення.

Стисла характеристика геологічної будови басейну. Криворізький залізорудний басейн складений осадовими і вулканогенно-осадовими глибоко метаморфізованими утвореннями палеопротерозою криворізької серії, яка включає такі світи (знизу): новокриворізьку, скелюватську, саксаганську, гданцівську і перекриваючу її глеюватську світи. Геологічна будова басейну описана в численних наукових публікаціях (*Белевцев. Белевцев, 1981; Гурський та ін., 2008; Державна геологічна...*, 2005; *Довгий та ін., 2017; Куделя, 1984; Кулиш, Плотноков, 2005; Лазаренко и др., 1977; Михайлов та ін., 2007; Рудько та ін., 2010, 2012, 2013; Смірнов та ін., 2010, 2012 та ін.*). Основною продуктивною товщею залізорудного басейну є саксаганська світа, в розрізі якої беруть участь сім залізістих горизонтів завтовшки від 20 до 145 м, складених магнетитовими, силікат-магнетитовими, магнетит-силікатними, магнетит-карбонатними, магнетит-карбонат-силікатними, карбонат-магнетитовими, карбонат-силікат-магнетитовими, карбонат-силікатними, гематит-магнетитовими кварцитами, а в зонах гіпергенезу – мартитовими, дисперсногематит-мартитовими, гематит-мартитовими рудами. Прошарки залізних руд зустрічаються також у гданцівській світі.

Виділяється декілька геолого-промислових типів руд: саксаганський, інгулецький, першотравневий, скелюватський, правобережний, верхівцевський, білогородський. Перші три є багатими рудами (вміст заліза 46 % і більше), чотири інших – бідними (вміст заліза 20–45 %).

Основні залізорудні родовища басейну: Інгулецьке, Скелюватське-Магнетитове, Скелюватське, Валявкинське, Новокриворізьке, Шахта "Північна" ім. Валявка, Шахта "Гігант-глибока", Східновалявкинське, ім. Кірова, Шахта "Батьківщина", Велика Глеюватка, Шахта

"Жовтнева", Шахта ім. Фрунзе, Шахта "Ювілейна", Шахта ім. Леніна, Шахта "Гвардійська", Шахта ім. Орджонікідзе, Первомайське, Шахта "Первомайська", Аннівське, Петрівське, Жовторіченське, Артемівське та ін.

Основні типи залізних руд Кривбасу:

- Легкозбагачувані неокиснені магнетитові кварцити з гематитом, мартитом та ін., середній вміст Fe = 33,3–34,2 %, переважно скелюватського типу (родовища Інгулецьке, Скелюватське-Магнетитове, Новокриворізьке, Первомайське, Валявкинське, Аннівське, Велика Глеюватка та ін.);

- Багаті залізні мартитові, гематит-мартитові, рідше магнетитові, гематит-магнетитові, гетит-залізо-слюдково-мартитові руди саксаганського типу з вмістом 46–67 % Fe (середнє 56,7–58,1 %), P_2O_5 – 0,02 %, S – 0,16 %, представлені пласто-, лінзо-, стовпоподібними покладами потужністю 10–100 м;

- Важкозбагачувані окиснені залізісті кварцити зон гіпергенезу магнетитових кварцитів; виділяються різновиди: гетит-дисперсногематит (залізо-слюдково)-гематит-мартитові, гетит-дисперсногематитові тощо.

У складі залізних руд переважають магнетит, гематит, мартит, залізна слюдка, дисперсний гематит, гетит, інші гідроксиди заліза, кварц, карбонати, кумінгтоніт, біотит, хлорит, силіманіт, гранат, рибекіт, егірин; другорядні мінерали – альбіт, амфібол, апатит, ільменіт, силіманіт, пірит, піротин; гіпергенні – алуніт, гідраргіліт, каолініт, лімоніт, хлориди тощо.

Окиснені руди представлені гематитовими, мартитовими, гетит-мартитовими, гематит-мартитовими кварцитами з рудними прошарками, складеними переважно зернами і агрегатами гематиту, мартиту (0,02–0,2 мм), залізної слюдки, проміжки між якими виповнені зернами кварцу і карбонату і нерудними прошарками, складеними переважно кварцовими зернами (0,02–0,1 мм) з домішкою дисперсного дрібнозернистого гематиту і гідрооксидів заліза.

Отже, для залізних руд Криворізького басейну характерним є виключне розмаїття мінерального і хімічного складу, а також структурно-текстурних особливостей руд. Тут присутні руди різного геолого-генетичного типу (неокиснені, окиснені), різного мінерального складу (магнетитові, гематит-магнетитові, силікат-магнетитові, магнетит-силікатні, магнетит-гематитові, карбонат-магнетитові, силікат-карбонат-магнетитові, магнетит-силікат-карбонатні, гематитові, мартитові, гематит-мартитові, магнетит-мартитові, лімоніт-мартитові, гетит-мартитові). Вони характеризуються переважно смугастою текстурою, в якій рудні прошарки чергуються з безрудними, а рудні мінерали (насамперед магнетит, а також гематит, мартит, залізна слюдка, кумінгтоніт, залізісті карбонати) утворюють дрібну вкрапленість серед нерудних мінералів (кварц, нерудні карбонати, апатит тощо), агрегати і зростки з останніми. Ці особливості руд родовищ зумовлюють особливості їх подальшої обробки і збагачення.

Стисла характеристика підприємств. Гірничозбагачувальні комбінати Криворіжжя здебільшого розробляють залізісті (магнетитові) кварцити залізістих горизонтів переважно саксаганської світи криворізької серії палеопротерозою зазвичай кар'єрним способом. Надамо стислу характеристику основних ГЗК на основі відкритої інформації, яка існує на сайтах відповідних підприємств.

Центральний ГЗК здійснює видобуток, переробку руд і виробництво залізорудного концентрату і окатишів для металургійної промисловості. Він входить до групи "Метінвест" ТОВ "Метінвест Холдинг".

Добувний комплекс підприємства представлений кар'єром № 1 на базі Глеюватського родовища (проектна

потужність – 6,0 млн т магнетитових залізистих кварцитів на рік); кар'єром № 3 на базі Петровського родовища (6,0 млн т); кар'єром № 4 на базі Артемівського родовища (4 млн т), а також шахтою ім. Орджонікідзе, шахтою ім. Артема № 2 і шахтою "Гігант-глибока", які розробляють магнетитові кварцити покладу "Південно-Магнетитова" (1,6 млн т).

Переробний комплекс включає дробильну фабрику потужністю 28 млн т руди на рік, збагачувальну фабрику потужністю понад 6 млн т залізорудного концентрату на рік, фабрику огрудування потужністю понад 2,0 млн т окатишів на рік, допоміжні цеха, шламосховище.

У 2020 р. на комбінаті було вироблено 4840 тис. т залізорудного концентрату із вмістом заліза 66,3–68,0 % і 2840 тис. т окатишів із вмістом заліза 59,9–63,5 %. Основні споживачі продукції комбінату: Криворізьсталь, Азовсталь, Дніпровський МК, металургійні комбінати Польщі, Румунії, Словаччини, Чехії.

Північний ГЗК також входить до групи "Метінвест" і здійснює повний технологічний цикл від видобутку залізної руди до виготовлення залізорудного концентрату (вміст заліза 66 %) і окатишів (вміст заліза 60,3–63,5 %).

Сировинною базою підприємства є Першотравневе і Ганнівське родовища залізистих кварцитів із загальними запасами понад 3,1 млрд т руди, які розробляються кар'єрами. Першотравневий кар'єр – один з найбільших в Україні, його довжина сягає 3 тис. м, ширина – 2,5 тис. м, глибина – 400 м (проектна глибина 650 м). Ганнівський кар'єр з довжиною 5250 м, шириною 1200 м, глибиною 275 м має проектну продуктивність 10 млн т руди на рік.

Переробний комплекс підприємства включає три дробильні фабрики, дві збагачувальні фабрики, два цехи виробництва окатишів і ряд допоміжних цехів. На збагачувальних фабриках дроблена руда проходить три стадії подрібнення, збагачення на магнітних сепараторах, дешламацію і фільтрацію, в результаті чого отримують залізорудний концентрат із вмістом заліза 66 %. У цехах виробництва окатишів отримують окатиші із вмістом заліза 60,3–63,5 %. У 2020 р. було вироблено залізорудного концентрату 12650 тис. т і 6500 тис. т окатишів.

Основними споживачами продукції комбінату є найбільші металургійні підприємства України, Європи і Китаю.

Інгuleцький ГЗК – найбільший в Україні виробник залізорудного концентрату із вмістом заліза від 64 % до 67 %. Розробляє Інгuleцьке родовище залізистих кварцитів. На підприємстві використовується циклічно-потокова технологія видобування руди з використанням автомобільно-конвеєрного транспорту. Балансові запаси руди – 1,2 млрд т. Входить до групи "Метінвест Холдинг".

Підприємство спеціалізується на видобутку і переробці залізистих кварцитів Інгuleцького родовища, розташованого в південній частині Криворізького залізорудного басейну. Розробку родовища здійснює кар'єр з виробничою потужністю гірничої маси 70 млн т на рік. Максимальний розмір куска підірваної руди 1200 мм. Звідти руда потрапляє на дробильну фабрику виробничою потужністю переробки понад 36 млн т руди на рік.

Збагачення відбувається на двох збагачувальних фабриках з річною виробничою потужністю понад 14,5 млн т концентрату на рік із вмістом заліза 63,7–67,0 %. Технологічна схема збагачувальних фабрик включає 4 стадії дроблення, 3 стадії подрібнення і 4–5 стадій магнітної сепарації. У кожній стадії отримують відходи, а промпродукт переробляють далі. Як операцію попереднього збагачення застосовують суху магнітну сепарацію у слабкому полі. На фабриці № 3 застосовано схему самопомелу руди; передбачено дроблення

сировини до 300 мм, дві стадії подрібнення і три стадії магнітної сепарації, що виконується в 2–3 прийоми.

У цілому по комбінату в результаті повного циклу збагачення із руди з масовою часткою загального заліза ($Fe_{\text{заг}}$) 32,6–36,7 % отримують концентрат із масовою часткою $Fe_{\text{заг}}$ 63,8–63,9 %, вологістю близько 10 %. Руди належать до категорії важко збагачувальних. Подальше збагачення здійснюється в цеху магнітно-флотаційного збагачення, де відбувається виробництво концентрату з масовою часткою заліза понад 67,0 %. У середньому на рік комбінат випускає близько 12,4 млн т концентрату.

ПАТ "ІНГЗК" реалізує залізорудний концентрат із вмістом заліза від 63,7 % до 67,0 %. Річний об'єм реалізації приблизно сягає 14 млн т концентрату. Основними споживачами є: ПАТ "ММК ім. Ілліча" (м. Маріуполь), БАТ "ЗМК Запоріжсталь" (м. Запоріжжя), БАТ "Алчевський МК" (м. Алчевськ), БАТ "МК Азовсталь" (м. Маріуполь), ПАТ "Єнакіївський МЗ" (м. Єнакієве), підприємства Китаю, Угорщини, Чехії.

Південний ГЗК виробляє залізорудний концентрат і агломерат. Видобуток руди здійснюється відкритим способом на Скелюватському родовищі з балансовими запасами магнетитових кварцитів – 962,2 млн т, окиснених кварцитів – 53,6 млн т. Руда поступає на дробильні фабрики, де встановлені дробарки типу ККД 1500/180; КСД 2200; КМД 2200.

Технологічна схема збагачення включає три стадії подрібнення і 4–5 стадій магнітної сепарації. На кожній стадії отримують відходи, а промпродукт переробляють далі. Основним методом збагачення є магнітний у слабкому полі. На збагачувальних фабриках використовують млини МШЦ 3,6 x 5,0; МШЦ 4,5 x 6,0; МШЦ 3,6 x 5,5; магнітні сепаратори типу ПБМ-120/250; вакуумфільтри Ду-100. У результаті із руди з масовою часткою загального заліза 35,01 %, заліза магнітного 27,33 % отримують концентрат із масовою часткою $Fe_{\text{заг}}$ – 64,77–65,31 %, вологістю близько 10 %.

У 2019 р. комбінат виробив 12,343 млн т концентрату із вмістом заліза 64,77–65,31 % і 0,946 млн т агломератів із вмістом заліза 53,31–54,13 %. Продукція комбінату надходить на металургійні підприємства України, Польщі, Чехії, Словаччини, Югославії, Румунії.

ПАТ "АМКР" видобуває залізні руди Валявкинського і Новокриворізького родовищ. Гірничо-збагачувальний комплекс ПАТ "АМКР" складається з добувного, дробильного і збагачувального виробництв.

Видобуток корисних копалин ведеться відкритим способом у двох кар'єрах: № 2-бис (глибина 280 м) – на Новокриворізькому і № 3 (глибина 315 м) – на Валявкинському родовищах. Вихідною сировиною кар'єру № 2-бис є неокиснені залізисті кварцити I і II залізистих горизонтів саксаганської світи, а кар'єру № 3 – IV залізистого горизонту тієї ж світи. Видобуток здійснюють за допомогою буровибухових робіт. На внутрішньокар'єрних дробарках відбувається первинне дроблення рудничної маси до розмірів не більше 1200 мм, що приводить до утворення кондиційної сировини, яка може зберігатися як готова продукція на рудних складах сировини. Але більша частина сировини передається на наступне дробильне виробництво.

На дробильних фабриках № 1 і 2 вихідна руда розміром до 1200 мм проходить чотири стадії дроблення з грохоченням і класифікацією з послідовним зменшенням розміру уламків до розміру шматків не більше 350 мм (1 стадія), не більше 90 мм (2 стадія), 20 мм (3 стадія) і не більше 12,5 % класу +20 мм (4 стадія).

На рудозбагачувальних фабриках № 1 і 2 збагачувальне виробництво здійснюється такими технологічними операціями, як подрібнення (мелення), класифікація, мокра магнітна сепарація, дешламація, зневоднення.

Технологічна схема збагачення магнетитових залізистих кварцитів на рудозбагачувальній фабриці № 1 включає три стадії подрібнення і класифікації, три стадії магнітної сепарації і стадію зневоднення концентрату методом вакуумного фільтрування, після яких готовий концентрат надходить на склад, а хвости збагачення транспортуються до хвостосховищ.

Процес збагачення на рудозбагачувальній фабриці № 2 має подібний характер. Тут дроблені залізні руди проходять три стадії подрібнення і класифікації; три стадії магнітної сепарації; три стадії обезшламлювання, у т. ч. дві стадії обезшламлювання зливів гідроциклонів і третю стадію обезшламлювання концентрату всіх технологічних секцій перед фільтрацією; стадію зневоднення концентрату методом вакуумного фільтрування.

Готовим продуктом після стадії збагачення магнетитової руди є концентрат магнетитовий, в якому масова частка заліза загального має становити 65,3 % з припустимими коливаннями від -0,5 % до +0,8 % від встановленого значення; масова частка води в концентраті не повинна перевищувати 10,5 %.

У процесі збагачення відбуваються суттєві зміни хімічного складу, зокрема вдвічі збільшується вміст заліза

загального (з 32,1–36,3 до 65,0–65,5 %), які супроводжуються значними змінами мінерального складу. Останні полягають у різкому збільшенні кількості магнетиту (до 95–99 %), у той час як переважна більшість інших мінералів (гематит, мартит, залізна слюдка, кумінгтоніт, залізисті карбонати, кварц, нерудні карбонати, апатит тощо) майже повністю вилучаються з кінцевого продукту. Це свідчить про якісні перетворення речовини.

Результати власних досліджень. Нами були проведені дослідження змін, які відбуваються з мінеральною речовиною залізних руд Криворізького залізорудного басейну і Кременчуцького залізорудного району. Їх характеристика надається з урахуванням результатів інших дослідників (Железисто-кремнистые..., 1989; Лазаренко и др., 1977; Маковский та ін., 2009; Павлишин, Довгий, 2008; Павлишин та ін., 2007; Тарасенко, 2000) та деяких методичних матеріалів (Курило та ін., 2014; Латиш, 2003; Юшко, 1984; Юшко и др., 1975 та ін.).

Встановлено, що перетворення первинного полімінерального агрегату (руди, мінеральної сировини) на магнетитовий концентрат супроводжується суттєвою зміною концентрацій їх головних компонентів – загального заліза (Fe^{total}), кремнезему (SiO_2), FeO та Fe_2O_3 (рис. 1, 2), тобто відбувається якісне перетворення речовини, завдяки чому виникає принципово новий продукт.

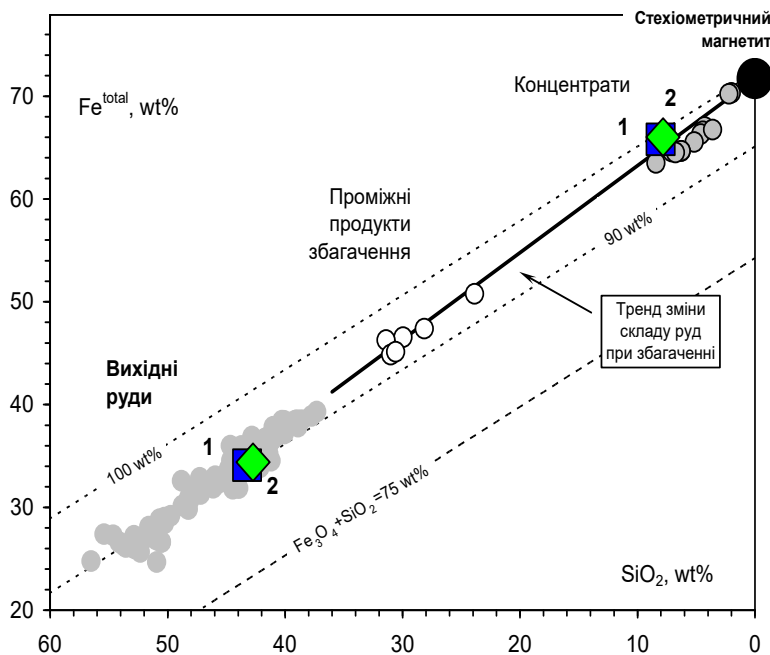


Рис. 1. Співвідношення головних компонентів [загального заліза (Fe^{total}) та кремнезему (SiO_2)] у залізних рудах та продуктах їх збагачення

Як бачимо, наведені графіки свідчать про закономірну зміну складу руд при їх збагаченні, що призводить до максимального наближення концентратів до складу стехіометричного магнетиту. Звичайно, що цей ефект зумовлюється перш за все вилученням зі складу первинної руди всіх нерудних мінералів (переважно силікатів та карбонатів). Однак значні перетворення відбуваються й на рівні рудних мінералів. Розглянемо їх.

Для рудних мінералів заліза (магнетиту, гематиту, мартиту) родовищ Криворізького залізорудного басейну давно встановлено (Лазаренко и др., 1977 та ін.) полістадійність формування, складність внутрішньої

будови індивідів, широкі варіації хімічного складу і фізичних властивостей, а також різноманітність форм зрощування між собою та нерудними мінералами. Останні наші дослідження з широким використанням методів скануючої електронної мікроскопії (SEM) та електронно-зондового мікроаналізу (EMP) дозволили одержати великий обсяг даних щодо складу та структури рудних мінералів заліза Криворізького залізорудного басейну і Кременчуцького залізорудного району. Ця інформація дозволяє більш детально охарактеризувати перетворення саме рудних мінералів, передусім магнетиту, при глибокому збагаченні руд.

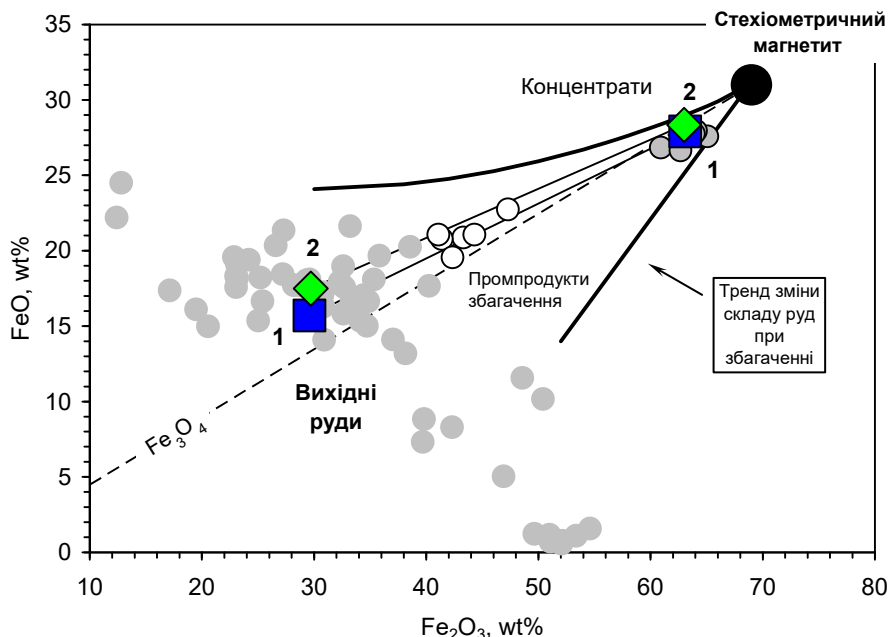


Рис. 2. Співвідношення FeO – Fe₂O₃ у залізних рудах та продуктах їх збагачення

Узагальнення одержаних даних за розподілом Fe^{total}₂O₃ у магнетитах та гематитах (рис. 3–5) дозволило зробити такі висновки:

1. Концентрації Fe^{total}₂O₃ замість простого бімодального розподілу, що відповідає магнетиту та гематиту, демонструють асиметричний розподіл з генеральним "магнетитовим" максимумом та "локальним" максимумом, який зсунуто у бік вюстититу. Асиметрія розподілу пояснюється наявністю значень, що відповідають не тільки гематиту, який перебуває в складних зрощеннях з магнетитом (рис. 4), але й мартитизованому магнетиту. Ступінь мартитизації варіює в широких межах, завдяки чому індивіди магнетиту можуть мати складну будову з чередуванням магнетит–мартит на рівні мікро- та нанорозмірних ділянок (рис. 5).

2. У наведених розподілах значну роль відіграють концентрації Fe^{total}₂O₃, які помітно перевищують значення "локального" максимуму (>105 wt%) аж до досягнення фактично вюститового рівня. Їх наявність, як і сам "локальний" максимум, скоріш за все пояснюється присутністю в магнетиті мікро- та нанорозмірних "відновлених" ("вюститоподібних") кластерів. Враховуючи недостатню просторову локальність ЕМР (~4–5 мкм) їх пряме виявлення не є можливим.

3. Присутність низьких (нижче гематитових) концентрацій Fe^{total}₂O₃ легко пояснюється частковим формуванням вторинного гетиту, що широко спостерігається на макрорівні (рис. 5) та в розрізах свердловин і кар'єрах.

Залучення узагальнених даних щодо співвідношень SiO₂ – Fe^{total}₂O₃ (рис. 6) у рудних мінералах заліза дає можливість доповнити наведені вище висновки:

1. Концентрації SiO₂ у рудних мінералах заліза варіюють у широких межах. Здебільшого вони не перевищують 0,1–1 wt %, однак можуть досягати й значно вищих значень (5 wt %).

2. У координатах Fe^{total}₂O₃ – SiO₂ композиції мінералів утворюють тренди, які добре узгоджуються з простими моделями двокомпонентних сумішей типу [рудний мінерал (магнетит, гематит, вюстит або гетит)] – [SiO₂].

3. Підвищені концентрації SiO₂ пов'язані з присутністю мікро- та нанорозмірних включень кремнезему

(кристалічного або аморфного). Розміри таких включень значно менші, ніж просторова локальність ЕМР (~4–5 мкм), що виключає їх аналіз окремо від матриці мінералу (магнетиту).

4. Включення SiO₂ можуть утворювати різноманітні за формою скупчення, які, на відміну від "вюститоподібних" кластерів, фіксуються на електронно-мікроскопічних зображеннях (режим *comp*) у вигляді більш темних та "строкатих" за фактурою ділянок зерен (рис. 7). Розмір таких включень – на межі роздільної здатності скануючого електронного мікроскопа. Звідси наша оцінка їх максимального розміру – 0,1 мкм.

Перелічені результати детальних досліджень дозволяють вважати, що закономірна зміна складу руд при їх глибокому збагаченні та максимальне наближення концентратів до складу стехіометричного магнетиту зумовлені далеко не тільки вилученням нерудних мінералів зі складу первинних руд. Велику роль відіграє й фактор "мінерального" рівня.

Дійсно, первинні рудні мінерали (перш за все магнетит) мають дуже складну будову. Їх індивіди багаті в чому являють собою суміш мікро- та нанорозмірних кластерів магнетит-гематит-вюстит-SiO₂ з широкими варіаціями їх співвідношень. Тому композиція значної частини індивідів магнетиту в цілому не відповідає стехіометрії. Тільки руйнування таких індивідів та "звільнення" кластерів надає можливість засобом магнітної сепарації утворити в результаті збагачення дійсно магнетитовий концентрат, який за складом принципово відрізняється не тільки від вихідної руди, але й від її рудної складової. Тобто відбувається якісна зміна мінеральної форми корисної копалини. Отже, мінералого-геохімічні дослідження залізних руд родовищ Криворізького залізорудного басейну і Кременчуцького залізорудного району дозволяють стверджувати, що на стадії збагачення руд відбуваються суттєві якісні перетворення мінеральної речовини, її агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури та інших характеристик, і корисна копалина – залізна руда – перетворюється на якісно інший промпродукт – магнетитовий концентрат, який вже не можна розглядати як корисну копалину.

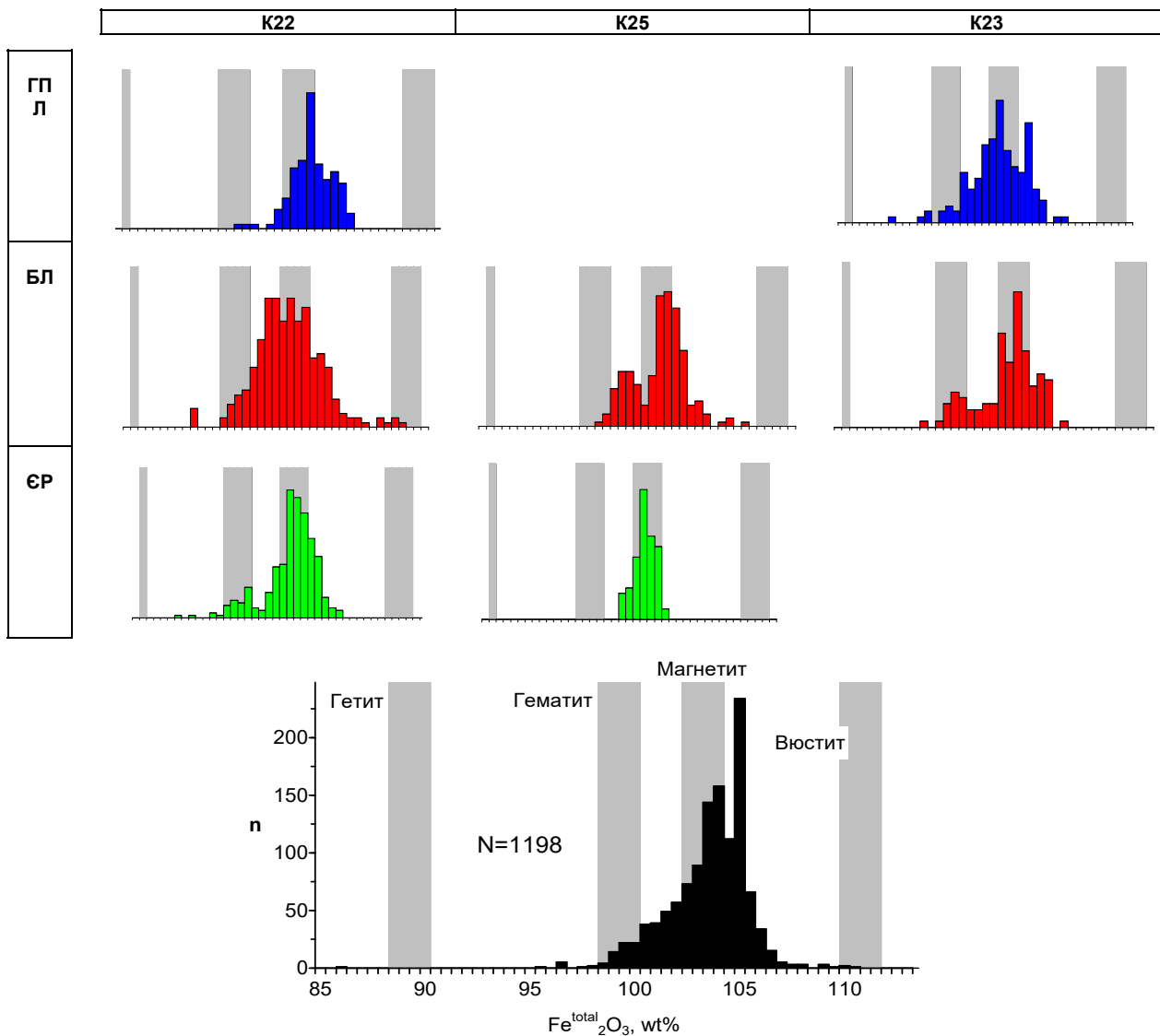


Рис. 3. Розподіл концентрацій загального заліза (Fe^{total}), представленого у вигляді $Fe^{total}_2O_3$, у рудних мінералах Fe підсвіт K22, K25 та K23 родовищ Кременчуцького залізорудного району:

ГПЛ – Горішньоплавнинське (+Лавриківське), БЛ – Біланівське, ЄР – Єрствівське. Стехіометричний склад гетиту показано умовно

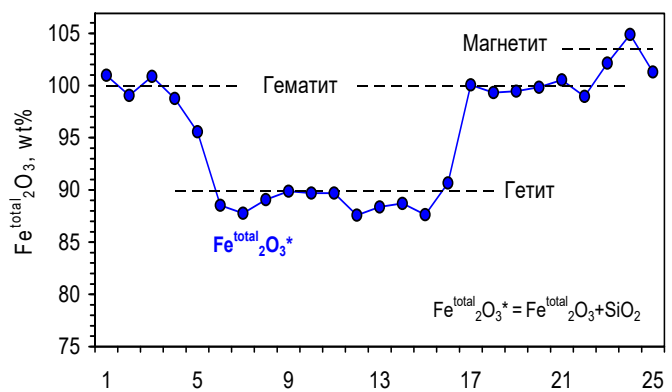
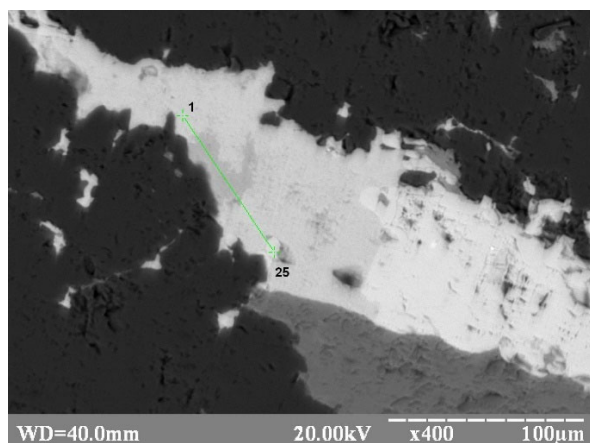


Рис. 4. Зрощення магнетиту (світло-сіре) з гематитом (сіре), який заміщується гетитом (темно-сіре).

Електронно-мікроскопічне зображення, режим *contro*.

Концентраційний профіль (ЕМР, крок – 4 мкм) демонструє близький до стехіометрії склад всіх трьох мінералів ($Fe^{total}_2O_3* = Fe^{total}_2O_3 + SiO_2$ – корекція на приборний фон)

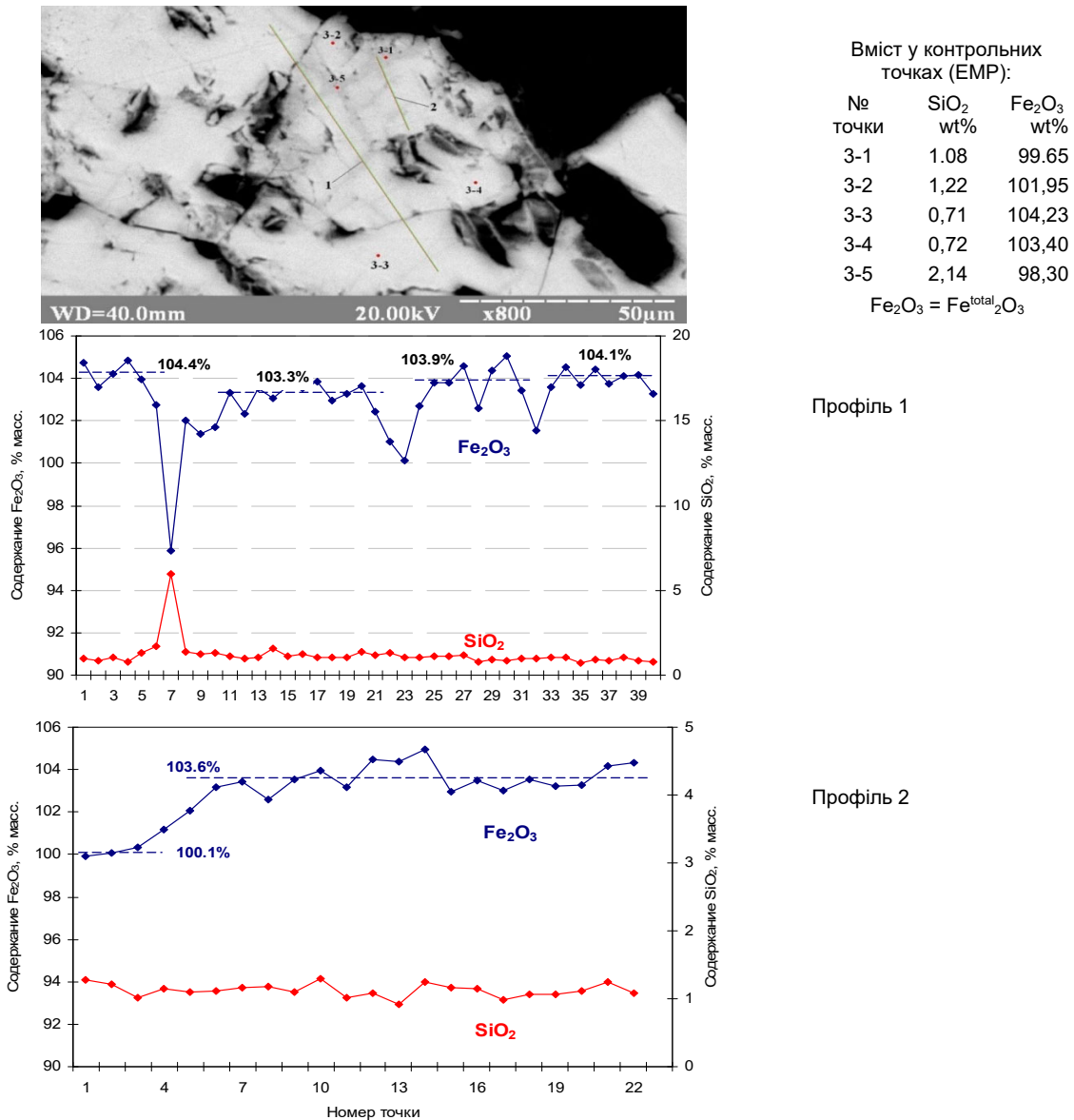


Рис. 5. Типова "гратчаста" структура мартитизованого магнетиту (електронно-мікроскопічне зображення, режим *contro*): магнетит – світло-сіре, мартит – темно-сіре, кварц – чорне. Концентраційні профілі (EMP), демонструють фактично стехіометричні вмісти $Fe_{total}O_3$ на ділянках, складених магнетитом та мартитом (103,3-104,4 та 100,1 wt % відповідно), а також поступовий перехід між ними при постійно низьких ("фонових") концентраціях SiO₂

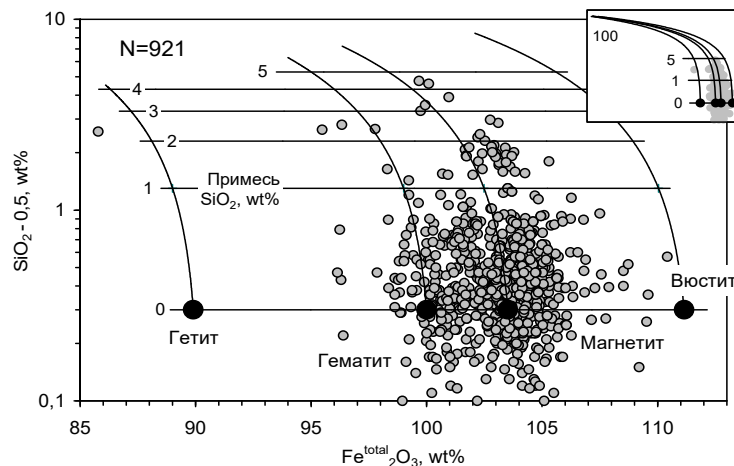


Рис. 6. Зв'язок вмісту загального заліза (Fe^{total}), представленого у вигляді $Fe_{total}O_3$, з концентраціями домішкового SiO₂ у рудних мінералах Fe родовищ Кременчуцького залізорудного району. Для концентрацій SiO₂ введено поправку на приборний фон (~0,5 wt %)

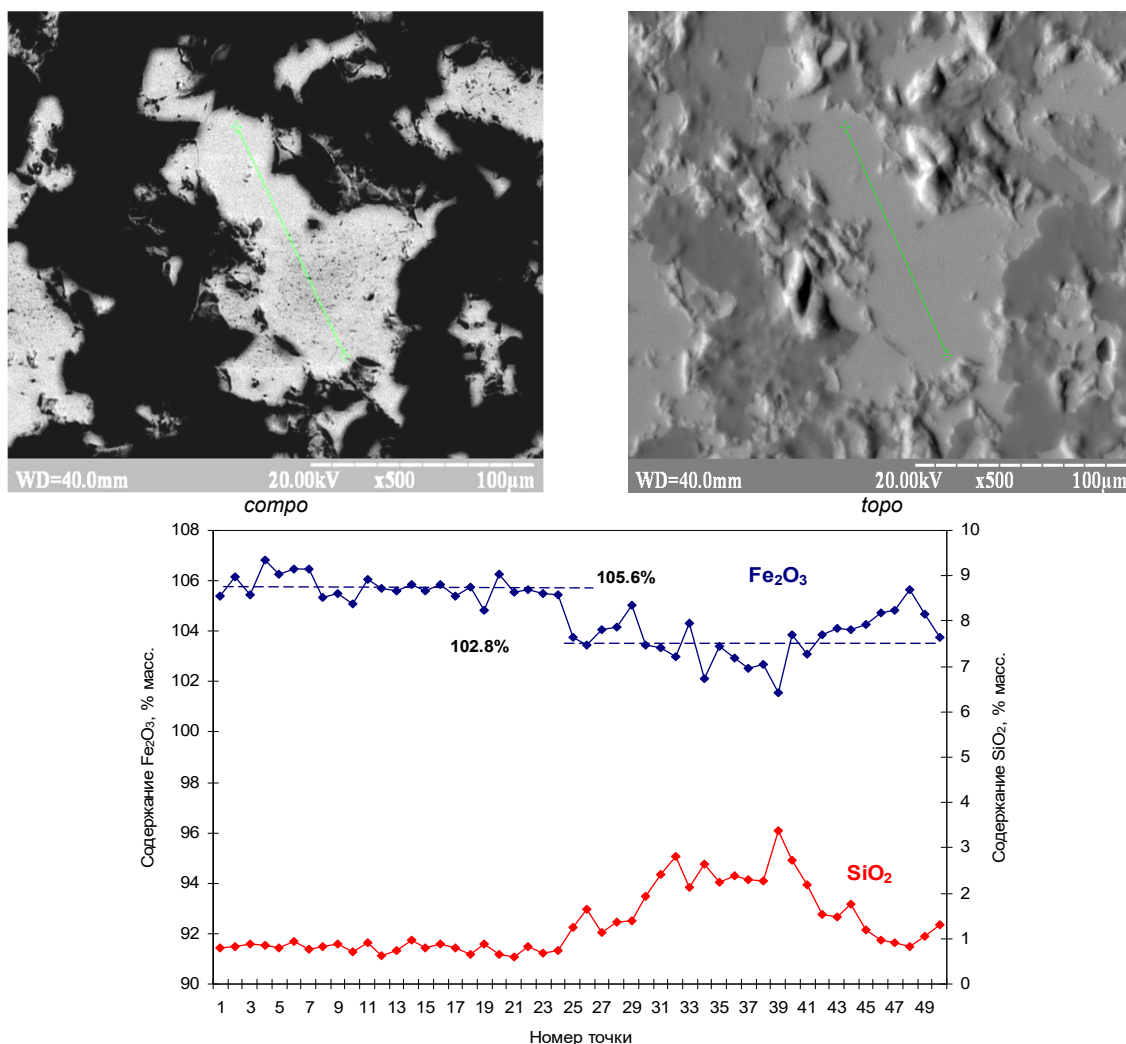


Рис. 7. Типове виокремлення магнетиту складної форми та будови (світло-сіре). У складі матриці переважає кварц (темне). Концентраційний профіль (EMP, крок – 2 мкм) демонструє, що зниження вмісту $\text{Fe}^{\text{total}}_2\text{O}_3$ від "магнетитового" до "гематитового" рівнів супроводжується закономірним зростанням концентрації SiO_2 . У режимі *compro* подібні ділянки відрізняються більш темним кольором та "строкатою" фактурою електронно-мікроскопічного зображення, однак ніяк не відображаються в рельєфі препарату (режим *topo*)

Обговорення результатів. На наш погляд, питання про стадійність переробки корисних копалин (тобто, де закінчується первинна переробка мінеральної сировини) багато в чому зумовлене термінологічною неточністю інструктивних документів. Розглянемо ці питання з урахуванням спеціальної геологічної літератури (Горная энциклопедия, 1984; Коржнев та ін., 2006; Михайлов, Курило, 2015 та ін.).

ПК України (2011) наводить такі визначення термінів "корисна копалина", "мінеральна сировина", "добування корисних копалин":

• П. 14.1.91. **корисні копалини** – природні мінеральні утворення органічного і неорганічного походження у надрах, у т. ч. будь-які підземні води, а також техногенні мінеральні утворення в місцях видалення відходів виробництва та втрат продуктів переробки мінеральної сировини, які можуть бути використані у сфері матеріального виробництва і споживання безпосередньо або після первинної переробки;

• П. 14.1.112. **мінеральна сировина** – товарна продукція гірничого підприємства, що є результатом його господарської діяльності з видобутку корисних копалин, у т. ч. шляхом виконання господарських договорів

про послуги з давальницькою сировиною, і за якісними характеристиками відповідає вимогам установлених законодавством стандартів або вимогам договорів;

• П. 14.1.51. **добування корисних копалин** – сукупність технологічних операцій з вилучення, у т. ч. з покладів дна водойм, та переміщення, у т. ч. тимчасове зберігання, на поверхню частини надр (гірничих порід, рудної сировини тощо), що вміщує корисні копалини.

Додамо, що "корисні копалини" є найбільш широким терміном, який об'єднує всю гаму природних мінеральних утворень, які становлять промисловий інтерес. Вони поділяються на тверді (вугілля, горючі сланці, торф, рудні та нерудні корисні копалини), рідкі (нафта, підземні та мінеральні води) і газові (горючі та інертні гази), за промисловим використанням – на рудні (металічні), нерудні (неметалічні), горючі (каустобіоліти) і газогідромінеральні; за рівнем організації речовини – на породи, мінерали й елементи.

У випадку, що розглядається, корисні копалини представлені залізними рудами. Наведемо визначення терміна "руда": "РУДА – природне мінеральне утворення, що вміщує метали в таких сполуках і концентраціях, за яких їхнє промислове використання технологічно

можливе та економічно доцільне. Рудою називають також деякі види неметалічної сировини (борні, сірчані, баритові, графітові, азбестові руди). Основні властивості руд: вміст цінних і шкідливих компонентів, твердість, міцність, тріщинуватість, пористість, об'ємна вага, температура плавлення; магнітні, електромагнітні, електропровідні, радіоактивні, сорбційні властивості, розчинність тощо. За концентрацією цінних речовин руди можуть бути багатими, рядовими, бідними, за складом – одно- і багатоконпонентними (комплексними), за мінеральним складом і будовою – технологічно легкі для переробки і важкі для збагачення (опірні)" (Михайлов, Курило, 2014).

Отже, руди зазвичай є гірськими породами, збагаченими корисними компонентами, які найчастіше представлені тими чи іншими рудними мінералами (магнетитом і гематитом – для залізних руд, каситеритом для олов'яних руд, галенітом і сфалеритом – для поліметалічних, бастнезитом – для рідкісноземельних і таке інше).

Гірські породи є природними агрегатами мінералів чи аморфної речовини більш-менш постійного складу, що утворюють самостійні геологічні тіла, які складають земну кору, а мінерали – природними твердими, рідше рідкими (самородна ртуть) індивідуальними тілами, природними сполуками певного складу з притаманною їм кристалічною структурою, приблизно однорідними за хімічним складом і фізичними властивостями, що утворюються внаслідок фізико-хімічних процесів на поверхні та в глибинах Землі як складова частина гірських порід і руд.

Отже, породи (руди) і мінерали відповідають різним рівням організації речовини і є якісно різними сполуками. Тому, якщо під час технологічного процесу відбувається перехід порода (руда) → мінерал (концентрат) – це є якісною зміною рудної речовини (мінеральної сировини).

Залізні руди Криворізького басейну є по суті породами, залістим кварцитами, тією чи іншою мірою збагаченими магнетитом та іншими рудними мінералами.

Зазвичай у практиці геологорозвідувальних робіт терміни "руда" і "мінеральна сировина" використовують як синоніми, хоча є певні нюанси їх застосування. Так, для металічних корисних копалин найчастіше використовують термін "руди" (наприклад, залізні руди, поліметалічні руди, рідкісноземельні руди тощо), а для неметалічних – "сировина" (наприклад, каменебарвна сировина, гірничохімічна сировина, абразивна сировина тощо; хоча є й винятки: борні руди, сірчані руди, баритові руди, азбестові руди). Тому визначення ПК мінеральної сировини як "товарної продукції гірничого підприємства" значно обмежує цей термін, бо мінеральною сировиною є всі корисні копалини, у т. ч. і в первинному залеганні. Так, поняття мінерально-сировинної бази України включає всю сукупність корисних копалин, у т. ч. ще не видобутих.

Під час видобутку і дроблення рудничної маси її якісної зміни не відбувається, це ті ж самі породи, залізні руди, вони передроблені до певних розмірів, але зберегли особливості мінерального складу, текстурно-структурні та інші характеристики. Якісних змін мінеральних форм корисних копалин (залізної руди), їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури на цій стадії не відбувається.

Інша ситуація зі стадією збагачення. Збагачення є стадією технологічної переробки руд, основною метою якого є отримання концентратів, що відповідають вимогам промисловості, необхідним для їх подальшої металургійної обробки (Курило та ін., 2014). Збагачення корисних копалин – сукупність процесів переробки

твердої мінеральної сировини з метою виділення продуктів (концентратів), придатних для подальшої хімічної чи металургійної переробки або використання (Михайлов, Курило, 2014). Основними способами, що застосовуються для збагачення залізних руд, є гравітаційні, а також магнітна сепарація, флотація, випалювання та їх комбінації (Михайлов та ін., 2007).

Крупність рудних виділень є головним обмежувачем різних методів розділення мінералів. Під час подрібнення руди для її подальшого збагачення фізико-механічними способами зазвичай неможливо забезпечити повне звільнення частинок усіх цінних компонентів. Тому подрібнення виконують до такої крупності, яка визначається передусім економічними міркуваннями. Отже, вибір оптимальної величини подрібнення – завдання досить важливе. Головний метод його вирішення – виявлення характерних мінеральних зростків, що містять цінні компоненти, визначення типових розмірів мінеральних виділень, статистична обробка одержаних даних. Це дає змогу визначити економічно обґрунтовану величину подрібнення, яка завжди значно більша, ніж та, яка потрібна для повного розкриття всіх частинок (Курило та ін., 2014).

Виділяють такі основні види збагачення (Михайлов, Курило, 2014):

- випалювання – метод збагачення, оснований на змінах у мінералах за високої температури (зміни магнітної сприйнятливості, щільності, розтріскування тощо).
- гравітаційне збагачення – метод збагачення, оснований на різній щільності мінералів, що відокремлюються у водному або повітряному середовищі під дією гравітаційних чи відцентрових сил (відсадка, збагачення у важких суспензіях, концентрація на столах, збагачення на шлюзах);
- електрична сепарація – метод збагачення, оснований на відмінності в електричних властивостях (електропровідності, діелектричній проникності, здатності заряджатися при терті) мінералів;
- магнітна сепарація – метод збагачення, оснований на різній магнітній сприйнятливості мінералів;
- радіометричне збагачення – метод збагачення, оснований на різниці в природній та наведеній радіоактивності мінералів;
- рудорозбірка – метод збагачення, оснований на зовнішній відмінності рудної й нерудної речовини, наприклад у кольорі та блиску шматків, що відокремлюються;
- флотаційне збагачення – метод збагачення, оснований на різниці у фізико-хімічних властивостях поверхні мінералів, що відокремлюються.

Аналіз виробничого процесу збагачення магнетитових залістимих кварцитів свідчить про якісні зміни їх характеристик. Відбувається подрібнення сировини з 20 мм до 0,071 мм, яке супроводжується ударами, стисненням, стиранням, розчавленням сировини. За рахунок енергії деформації, зсуву, теплової, кінетичної тощо відбувається не тільки принципова зміна мінерального і хімічного складу речовини, але й часткова перебудова кристалічної ґратки мінералів, порушення хімічних зв'язків, хімічні реакції на поверхні часток (окиснення, гідрогенезація, поглинання газів тощо).

Отже, процес збагачення приводить до якісної зміни стану і мінеральних форм рудної речовини, суттєвих змін текстурно-структурних і мінералогічних характеристик, агрегатно-фазового стану і кристалохімічної структури

окремих мінералів, і, зрештою, її перетворення на якісно інший продукт – концентрат залізорудний магнетитовий.

Треба відзначити, що у випадку збагачення інших типів корисних копалин за подібними схемами (включаючи гравітаційне збагачення) якісні зміни хімічного складу набагато значніші. Так, під час збагачення свинцево-цинкових руд вміст корисних компонентів зростає у десятки разів, руд олова, вольфраму, срібла – у сотні разів, а золота – у тисячі разів. Оскільки процеси збагачення цих руд принципово не відрізняються від збагачення залізистих кварцитів, можна стверджувати, що процес первинної обробки рудної мінеральної сировини закінчується на стадії дроблення, а процеси збагачення приводять до появи якісно нового продукту, який вже не є рудою (мінеральною сировиною).

Виходячи з цих міркувань, можна констатувати, що на першій стадії виробничого процесу ГЗК Криворіжжя (видобуток руди сировинної магнетитової) підприємства отримують товарну продукцію у вигляді руди або мінеральної сировини; на другій стадії (дроблення) відбувається її первинна переробка, але глибинних якісних перетворень мінеральної речовини не відбувається. На третій стадії (глибоке збагачення), навпаки, відбуваються суттєві якісні перетворення речовини, коли гірська порода (руда, мінеральна сировина) перетворюється на новий продукт – магнетитовий концентрат, який за своїми характеристиками (організація речовини, мінеральний склад, хімічний склад, структурно-текстурні особливості, агрегатно-фазовий стан, кристалохімічна структура і т. ін.) суттєво відрізняється від первинного матеріалу (гірської породи чи руди).

Докази глибинного якісного перетворення рудної речовини залізних руд Криворізького басейну в процесі збагачення наводяться в численних літературних джерелах.

Так, у монографії *(Железисто-кремнистые..., 1989)* відмічається, що вже в процесі тонкого подрібнення (мелення) (44 мкм) відбувається суттєва зміна морфології, гранулометрії і конституції мінералів, аж до появи новоутворених фаз, підвищується дефектність структур магнетиту, зокрема, точки Кюрі збільшуються на 10–20°С порівняно з природними, з'являється новоутворений маггеміт, утворюється мартит. Під впливом механічних навантажень у процесі дроблення відбуваються локальні зміни хімічного складу мінералів, так, за рахунок подрібнення магнетиту, який вміщує маггеміт, відбувається його окиснення, що пов'язано зі збільшенням вмісту маггеміту і мартиту.

За даними *(Тарасенко, 2000)*, під час тонкого подрібнення (менше 44 мкм) відбувається зміна природної морфології, конституції і гранулометрії мінералів, поява новоутворених фаз, проявляються явища аморфізації, поліаморфізації, псевдоморфізації мінералів, збільшується дефектність структур магнетиту, з'являється новоутворений маггеміт, що збільшує гетерогенність окиснення магнетиту до маггеміту і надалі – до мартиту. Під час тонкого подрібнення вторинного гематиту-мартиту відбувається зміна хімічного складу продуктів, так, в класі -0,074 +0,05 мм зменшується вміст заліза магнітного з 31,7 % до 29,7 %, і збільшується вміст заліза немагнітного з 13,4 % до 14,9 %, а для класу -0,05 мм вміст заліза магнітного зменшується з 54,4 % до 45,6 %, а заліза немагнітного збільшується з 10,9 % до 19,4 %. Отже, при подрібненні відбувається не тільки диспергування і розкриття зростків мінералів, але й зміна їх кристалічної структури і енергетичного стану поверхонь зерен, виникнення новостворених

фаз, а під час магнітної сепарації – перебудова доменних структур часток мінеральних індивідів.

Згідно з Податковим кодексом України (2011), ст. 252.3 "Об'єктом оподаткування рентною платою за користування надрами для видобування корисних копалин по кожній наданій у користування ділянці надр, що визначена у відповідному спеціальному дозволі, є обсяг товарної продукції гірничого підприємства – видобутої корисної копалини (мінеральної сировини), що є результатом господарської діяльності з видобування корисних копалин у податковому (звітному) періоді, приведеної у відповідність із стандартом, встановленим галузевим законодавством...", а базою оподаткування рентною платою за користування надрами для видобування корисних копалин (ст. 252.6) – "...вартість обсягів видобутих у податковому (звітному) періоді корисних копалин (мінеральної сировини), яка окремо обчислюється для кожного виду корисної копалини (мінеральної сировини) для кожної ділянки надр на базових умовах поставки (склад готової продукції гірничого підприємства)".

Оскільки процес глибинної переробки на збагачувальній стадії роботи ГЗК Криворіжжя не є видобутком корисних копалин, то продукти цієї переробки не підпадають під вимоги Податкового кодексу України і не можуть слугувати об'єктом оподаткування рентною платою за користування надрами для видобування корисних копалин.

Висновки. Враховуючи вищесказане, ми дійшли таких висновків.

1. Якісні зміни мінеральних форм корисних копалин (залізної руди), їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури під час виробничих процесів не відбуваються на добувному і дробильному виробництвах, але відбувається на збагачувальному виробництві ГЗК Криворіжжя.

2. Якісні зміни мінеральних форм корисних копалин (залізної руди), їх агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури відбуваються під час процесу збагачення руди при виробництві концентрату на рудозбагачувальних фабриках ГЗК Криворіжжя. Вони починаються вже на стадії подрібнення (мелення) і класифікації і посилюються на стадії мокрої магнітної сепарації, дешламації і зневоднення.

3. З урахуванням вимог Податкового кодексу України (визначення первинної переробки) та інформації про технологічні цикли ГЗК Криворіжжя первинна переробка корисних копалин для цілей оподаткування рентною платою завершується на етапі дробильного виробництва, де відбувається дроблення рудної речовини без якісної зміни мінеральних форм корисних копалин, їх агрегатного стану, кристалохімічної структури.

Для остаточного вирішення питання щодо зміни мінеральних форм, агрегатно-фазового стану, кристалохімічної структури і інших перетворень мінеральної речовини на всіх стадіях виробничого процесу пропонується проведення комплексу лабораторно-аналітичних досліджень (мінераграфічні, петрографічні, електронно-мікроскопічні дослідження, визначення вмісту всіх головних елементів і мікроелементів, рентгенодифракційний аналіз, електронно-зондовий та інші види аналізів тощо), які науково обґрунтують межі первинної переробки мінеральної сировини, що поставитиме крапку на питанні визначення бази оподаткування користування надрами для видобування корисних копалин.

Подяки. Автори вдячні ст. наук. співроб. **О.В. Андрееву** за істотну допомогу у виконанні великого обсягу електронно-зондових досліджень.

Список використаних джерел

- Белевцев, Я.Н., Белевцев, Р.Я. (1981). Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна. К.: Наук. думка.
- Гірничий закон України. (1999). *Відомості Верховної Ради України*, 50, 433.
- Горная энциклопедия. (1984). В 5 томах. Ред. Е.А. Козловский. М.: Сов. энциклопедия.
- Гурський, Д.С., Єсипчук, К.Ю., Калінін, В.І. та ін. (2006). Металічні і неметалічні корисні копалини України. Т. І. Металічні корисні копалини. К.; Л.: "Центр Європи".
- Державна геологічна карта України. (2005). М-6 1:200 000. Централь-ноукраїнська серія. Аркуші: М-36-XXXIV (Жовті Води), L-36-IV (Кривий Ріг). Пояснювальна записка. К.: УкрДГРІ.
- Довгий, С.О., Коржнев, М.М., Трофимчук, О.М. та ін. (2017). Геологічна будова та сучасні геолого-економічні й екологічні умови видобутку і переробки залізних руд Криворізько-Кременчузької зони. К.: Ніка-центр.
- Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия. (1989). Ред. Я.Н. Белевцев. К.: Наукова думка.
- Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр. (1997). Затверджено постановою Кабінету Міністрів України № 432 від 05.05.97. *Офіційний вісник України*, 19, 104.
- Кодекс України "Про надра" від 27.07.1994 р. № 132/94. (1994). *Відомості Верховної Ради України*, 36, 340.
- Коржнев, М.М., Михайлов, В.А., Міщенко, В.С., Плотников, О.В., Шумлянский, В.О., Курило, М.М., Сухина, О.М. (2006). Основы экономической геологии. Навчальний посібник. К.: Логос.
- Куделя, А.Д. (1984). Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных горно-обогатительных комбинатов УССР. К.: Наукова думка.
- Кулиш, Е.А., Плотников, А.В. (2005). Геологические факторы экономической ценности железорудных месторождений. К.: Логос.
- Курило, М.В., Михайлов, В.А., Дубина, О.В. (2014). Мінерографія. Підручник. К.: Київський університет.
- Лазаренко, Е.К., Гершойг, Ю.Г., Бучинская, Н.И. и др. (1977). Минералогия Криворожского бассейна. К.: Наук. думка.
- Латиш, І.К. (2003). Рудні мінерали та їх діагностика. К.: "АртЕк".
- Маковський, О. Павлишин, В., Сливко, Є. (2009). Основы минералогії України. Підручник. Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка.
- Михайлов, В.А., Курило, М.М. (2015). Базові терміни і поняття економічної геології. Навчальний посібник. К.: Київський університет.
- Михайлов, В.А., Шевченко, В.І., Огар, В.В., Курило, М.В., Шунько, В.В., Грінченко, О.В., Омелчук, О.В., Михайлова, Л.С. (2007). Металічні корисні копалини України. Підручник. К.: Київський університет.
- Павлишин, В.І., Довгий, С.О. (2008). Минералогия. К.: КНТ.
- Павлишин, В.І., Маковський, О. І., Довгий, С.О. (2007). Генезис мінералів. Підручник. К.: КНТ.
- Податковий кодекс України. (2011). *Відомості Верховної Ради України*, 13, 13–14, 15–16, 17. Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
- Положення про Державну службу геології та надр України, затверджене Постановою КМУ від 30 грудня 2015 р. № 1174. (2015).
- Про затвердження Положення про порядок організації та виконання дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення. (2003). Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 34/м від 3 березня 2003 р. *Офіційний вісник України*, 21, 976.
- Рудько, Г.І., Плотников, О.В., Радванов, С.В. (2013). Геологія окислених кварцитів залізних родовищ Криворізького басейну. Чернівці: Букрек.
- Рудько, Г.І., Плотников, О.В., Курило, М.М., Радванов, С.В. (2010). Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів. К.: Академпрес.
- Рудько, Г.І., Плотников, О.В., Радванов, С.В. (2012). Геолого-економічна оцінка окислених залізистих кварцитів в залізисто-кременистих формаціях докембрію Українського щита. Київ-Чернівці: Букрек.
- Смірнов, О.Я., Євтехов, Є.В., Євтехов, В.Д. (2010). Геологічна позиція і морфологія покладів гематитових кварцитів Валявкінського родовища Криворізького басейну. *Геолого-мінералогічний вісник*, 1-2 (23-24), 17-29.
- Смірнов, О.Я., Євтехов, Є.В., Євтехов, В.Д. (2012). Мінералогічна неоднорідність покладів гематитових кварцитів Криворізького басейну (на прикладі Валявкінського родовища). *Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету*, с. 22-27. Отримано з <http://nbuv.gov.ua> > j-pdf > vdugg_2012_20_14_6
- Тарасенко, В.Н. (2000). Краткий курс прикладной минералогии. Учебное пособие. Кривой Рог: Минерал.
- Юшко, С.А. (1984). Методы лабораторного исследования руд. М.: Недра.

Юшко, С.А., Юшко-Захарова, О.Е., Лебедева, С.И., Максимюк, Н.Е. (1975). Диагностические свойства рудных минералов. М.: Недра.

References

- Belevtsev, Ya.N., Belevtsev, R.Ya. (1981). Geological structure and iron ores of the Kryvyi Rih basin. K.: Nauk. dumka.
- Classification of reserves and resources of minerals of the State Fund of Subsoil. (1997). Approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 432 of 05.05.97. *Official Gazette of Ukraine*, 19, 104.
- Code of Ukraine "On Subsoil" of July 27, 1994 № 132/94. (1994). *Information of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 36, 340.
- Dovgy, S.O., Korzhnev, M.M., Trofimchuk O.M. et al. (2017). Geological structure and modern geological, economic and ecological conditions of iron ore mining and processing in the Kryvyi Rih-Kremenchug zone. K.: Nika-center.
- Gursky, D.S., Yesipchuk, K.Yu., Kalinin, V.I. et al. (2006). Metallic and non-metallic minerals of Ukraine. V. I. Metallic minerals. K.; L.: "Center of Europe".
- Iron-siliceous formations of the Precambrian of the European part of the USSR. Mineralogy. (1989). Edited by J.N. Belevtsev. K.: Nauk. dumka.
- Korzhnev, M.M., Mykhailov, V.A., Mishchenko, V.S., Plotnikov, O.V., Shumlyansky, V.O., Kurilo, M.M., Sukhina, O.M. (2006). Fundamentals of economic geology. Textbook. K.: Logos.
- Kudelya, A.D. (1984). Integrated use of mineral resources of iron ore mining and processing plants of the USSR. K.: Nauk. dumka.
- Kulish, E.A., Plotnikov, A.V. (2005). Geological factors of economic value of iron ore deposits. K.: Logos.
- Kurilo, M.V., Mykhailov, V.A., Dubina, O.V. (2014). Mineragraphy. Textbook. K.: University of Kyiv.
- Latysh, I.K. (2003). Ore minerals and their diagnosis. K.: "ArtEk".
- Lazarenko, E.K., Gershoig, Yu.G., Buchinskaya, N.I. et al. (1977). Mineralogy of the Kryvyi Rih basin. K.: Nauk. dumka.
- Makovsky, O., Pavlyshyn, V., Slivko, E. (2009). Fundamentals of mineralogy of Ukraine: textbook. Lviv: VC LNU im. Iv. Franka.
- Mining encyclopedia. (1984). In 5 volumes. Edited by E.A. Kozlovsky. M.: Sov. encyclopedia.
- Mining law of Ukraine. (1999). *Information of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 50, 433.
- Mykhailov, V.A., Kurilo, M.M. (2015). Basic terms and concepts of economic geology. Textbook. K.: Kyiv University.
- Mykhailov, V.A., Shevchenko, V.I., Ogar, V.V., Kurilo, M.V., Shunko, V.V., Grinchenko, O.V., Omelchuk, O.V., Mykhailova, L.S. (2007). Metallic minerals of Ukraine. Textbook. K.: University of Kyiv.
- On approval of the Regulations on the procedure for organization and implementation of research and industrial development of mineral deposits of national importance. (2003). Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine № 34 / m of March 3, 2003. *Official Gazette of Ukraine*, 21, 976.
- Pavlyshyn, V.I., Dovgy, S.O. (2008). Mineralogy. K.: KNT.
- Pavlyshyn, V.I., Makovsky, O.I., Dovgy, S.O. (2007). Genesis of minerals. Textbook. K.: KNT.
- Regulations on the State Service of Geology and Subsoil of Ukraine, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of December 30, 2015 № 1174. (2015).
- Rudko, G.I., Plotnikov, O.V., Kurilo, M.M., Radovanov, S.V. (2010). Economic geology of iron quartzite deposits. K.: Academpress.
- Rudko, G.I., Plotnikov, O.V., Radovanov, S.V. (2012). Geological and economic assessment of oxidized ferruginous quartzites in ferruginous-siliceous formations of the Ukrainian Shield Precambrian. Kyiv-Chernivtsi: Bukrek.
- Rudko, G.I., Plotnikov, O.V., Radovanov, S.V. (2013). Geology of oxidized quartzites of iron ore deposits of the Kryvyi Rih basin. Chernivtsi: Bookrek.
- Smirnov, O.Ya., Evtekhov, E.V., Evtekhov, V.D. (2010). Geological position and morphology of hematite quartzite deposits of the Valyavkin deposit of the Kryvyi Rih basin. *Geological and mineralogical bulletin*, 1-2 (23-24), 17-29.
- Smirnov, O.Ya., Evtekhov, E.V., Evtekhov, V.D. (2012). Mineralogical inhomogeneity of hematite quartzite deposits of the Kryvyi Rih basin (on the example of the Valyavkin deposit). *Geological and Mineralogical Bulletin of Kryvyi Rih Technical University*, p. 22-27. Retrieved from <http://nbuv.gov.ua> > j-pdf > vdugg_2012_20_14_6
- State geological map of Ukraine. (2005). MB 1: 200 000. Central Ukrainian series. Sheets: M-36-XXXIV (Yellow Waters), L-36-IV (Kryvyi Rih). Explanatory note. K.: UkrDGR.
- Tarasenko, V.N. (2000). A short course in applied mineralogy. Textbook. Krivoy Rog: Mineral.
- Tax Code of Ukraine (2011). *Information of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 13, 13–14, 15–16, 17. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
- Yushko, S.A. (1984). Methods of laboratory research of ores. M.: Nedra.
- Yushko, S.A., Yushko-Zakharova, O.E., Lebedeva, S.I., Maksimyk, N.E. (1975). Diagnostic properties of ore minerals. M.: Nedra.

Надійшла до редколегії 05.10.21

V. Mikhailov, Dr. Sci. (Geol.), Prof.,
E-mail: vladvam@gmail.com;
S. Shniukov, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,
E-mail: shnyukov54@gmail.com;
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology,
90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine;
A. Kostruba, Dr. Sci. (Law), Prof.,
E-mail: anatolii.kostruba@pnu.edu.ua,
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk,
57 Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76018 Ukraine;
T. Kharytonova, Dr. Sci. (Law), Prof.,
E-mail: haritonova@onua.edu.ua;
K. Hryhorieva, Dr. Sci. (Law), Assoc. Prof.,
E-mail: gergina8888@gmail.com;
National University "Odesa Law Academy",
23 Fontanska Road, Odesa, 65009 Ukraine;
M. Tkalych, PhD (Law), Assoc. Prof.,
E-mail: maxx.tkalich@gmail.com,
Zaporizhzhia National University,
66 Zhukovskoho Str., Zaporizhzhia, 69000 Ukraine

LEGAL ASPECTS OF IRON ORE PROCESSING IN THE KRYVYI RIH IRON ORE BASIN

The current version of the Tax Code allows for misinterpretation of the interpretation of the term "primary processing of mineral resources". In particular, the tax authorities believe that the primary processing of mineral raw materials includes magnetite concentrate, which in this case is subject to taxation. That is, a number of mining and processing enterprises have faced the problem of double taxation, which threatens significant financial losses. Accordingly, this led to the choice of topic for writing this article, the purpose of which is to conduct research on changes in mineral forms of minerals (iron ore), their aggregate-phase state, crystal chemical structure during production processes at mining, crushing and concentrating production of Kryvyi Rih mining and processing enterprises, and establishing at what stage of production the primary processing of minerals for the purposes of rent taxation is completed and whether the position of enterprises on limiting primary processing by the stage of fragmentation meets the requirements of the Tax Code of Ukraine.

Keywords: Tax code, subsoil use, double taxation, mineral resources, iron ore basin.

В. Михайлов, д-р геол. наук, проф.,
E-mail: vladvam@gmail.com;
С. Шнюков, д-р геол. наук, доц.,
E-mail: shnyukov54@gmail.com;
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина;
А. Коструба, д-р юрид. наук, проф.,
E-mail: anatolii.kostruba@pnu.edu.ua,
Прикарпатский национальный университет им. Василя Стефаника,
ул. Шевченко, 57, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина;
Т. Харитоновна, д-р юрид. наук, проф.,
E-mail: haritonova@onua.edu.ua;
Х. Григорьева, д-р юрид. наук, доц.,
E-mail: gergina8888@gmail.com;
Национальный университет "Одесская юридическая академия",
Фонтанская дорога, 23, г. Одесса, 65009, Украина;
М. Ткалич, канд. юрид. наук, доц.,
E-mail: maxx.tkalich@gmail.com,
Запорожский национальный университет,
ул. Жуковского, 66, г. Запорожье, 69000, Украина

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАСЕЙНА

Действующая редакция Налогового кодекса допускает разночтения в трактовке термина "первичная переработка минерального сырья". В частности, налоговые органы считают, что первичная переработка минерального сырья включает магнетитовый концентрат, который в таком случае подлежит налогообложению. То есть ряд обоганительных предприятий столкнулись с проблемой двойного налогообложения, что грозит значительными финансовыми потерями. Соответственно, это обусловило выбор темы для написания этой статьи, целью которой является проведение научного исследования изменения минеральных форм полезных ископаемых (железной руды), их агрегатно-фазового состояния, кристаллохимической структуры при производственных процессах на добывающем, дробильном и обоганительном производстве горно-обоганительных предприятий Криворожья, и установления, на каком именно этапе производства завершается первичная переработка полезных ископаемых для целей налогообложения рентной платой, и соответствует ли позиция предприятий по ограничению первичной переработки стадией дробления требованиям Налогового кодекса Украины.

Ключевые слова: налоговый кодекс, недропользование, двойное налогообложение, минеральное сырье, железо-рудный бассейн.