

УДК 553.31 : 658.5

Сазонова Ю.В.

Геологічна будова і її вплив на розробку і експлуатаційну розвідку родовищ залізистих кварцитів

Розглянуті особливості форми, внутрішньої будови, контурів родовищ залізистих кварцитів України, варіативності якісних показників руд. Проаналізований вплив геологічних особливостей родовищ на умови їх експлуатаційної розвідки і розробки.

Україна займає провідне місце за розвіданими запасами залізної руди, а за її видобутком – сьоме місце в світі. Біля двох третин видобутку складають магнетитові („неокислені залізисті”) кварцити. Дев'ять родовищ залізистих кварцитів розробляються шістьма гірничозбагачувальними комбінатами. Розробка залізистих кварцитів як руд, що потребують збагачення, триває понад 50 років. Більшість кар'єрів досягають проектних контурів і мають значну глибину. Цей фактор погіршує економічні показники гірничодобувних підприємств.

Друга проблема використання залізистих кварцитів полягає в недостатній якості концентрату, який з них одержується, необхідності доведення її до міжнародного рівня. Гірничозбагачувальні комбінати (ГЗК) України виробляють концентрат з вмістом заліза меншим, ніж комбінати Канади, Мавританії, Росії. В Україні можна було б залучити до експлуатації родовища, залізисті кварцити яких могли б забезпечити випуск якісного концентрату. Прикладом є Петровське родовище Центрального ГЗКу. Переоснащення діючих збагачувальних цехів новою сучасною технікою також може сприяти випуску більш якісного концентрату. Але все це вимагає значних коштів і за сучасного економічного стану практично неможливе. Підвищення якості продукції діючих гірничозбагачувальних комбінатів значною мірою може забезпечити усереднення руди [3], селективний видобуток і збагачення її природних різновидів [5], а також зниження її втрат і розубожування при видобутку. В свою чергу це вимагає більш детального вивчення геологічної будови родовищ або їх окремих ділянок, зокрема, при плануванні і проведенні експлуатаційної розвідки.

В цій статті розглянуті геологічні особливості родовищ залізистих кварцитів України, які впливають як на якість концентрату так і на умови проведення експлуатаційної розвідки, видобувних робіт. В першу чергу слід зазначити, що ці родовища розташовані в межах Криворізько-Кременчуцької структурно-формаційної зони [2], чим зумовлені загальні риси родовищ: багатопластовий розріз продуктивних товщ (чергування залізистих і сланцевих пластів), порівняно низький ступінь метаморфізму, загальна лінійна форма залягання залізородних

товщ, ускладнена зонами інтенсивної складчастості. Закономірність зміни розрізу продуктивних товщ і структури родовищ обумовлює певну відмінність їх геологічної будови. Особливістю родовищ Правобережного району цієї зони характерна переривчастість залізородних товщ, розвиток куполоподібних складок, наявність у розрізі однієї верстви (рідше 2-3-х) залізистих кварцитів, інтенсивна гранітизація порід залізородних товщ.

Форма рудних покладів повністю визначається регіональними структурами, в межах яких розташовані родовища залізистих кварцитів. Найбільш сприятливі для розробки і розвідки родовища синклінальної структури, до яких належать Скелюватське, Інгулецьке, Горішні-Плавнинське (південна частина), Петровське. Шарніри синкліналей занурюються з півдня на північ під кутом до 40°, з глибиною занурення стає більш пологим. Занурення шарніру синкліналі Скелюватського родовища не перевищує 10-12°.

Розташування родовищ у зонах виходу замків складок на поверхню кристалічних порід зумовило значні розміри площі родовищ у плані. Синклінальна структура родовищ визначає підвищену потужність залізистих пластів, забезпечує малий об'єм розкривних робіт, полегшує оконтурення рудних покладів на всіх стадіях геологічної розвідки родовищ. Синкліналі в південних частинах родовищ мають, переважно, коритоподібну форму, в крилах складок залягання порід близьке до вертикального. Замки складок значно ускладнені складками вищих порядків. В північних частинах родовищ їх структура часто переходить у моноклінальну: західні крила зрізаються крупними розривними порушеннями. Коробчаста структура Інгулецького родовища в північному напрямку набуває форми стисненої, навіть колбоподібної складки, а ще далі – монокліналі.

Менш поширені родовища з моноклінальним заляганням рудних покладів: Валявкинське, Глеюватське, Ганнівське, Горішні-Плавнинське (в північній частині). Загальне моноклінальне залягання залізистих кварцитів часто ускладнене флексурними згинами, які в свою чергу ускладнені дрібною складчастістю. В плані ці родовища по простяганню мають довжину декілька кілометрів. Їх розробка відрізняється підвищеним об'ємом розкривних робіт, більш складними умовами експлуатаційної розвідки, особливо у висячих боках рудних покладів. Для забезпечення безперервного розрізу необхідно згущувати сітку розвідувальних свердловин або проходити їх похило.

З родовищ залізистих кварцитів, які мають загальну антиклінальну форму, нині розробляється лише родовище Інгулецької антикліналі. Їх експлуатація пов'язана з найбільшими об'ємами розкривних робіт, несприятливими умовами експлуатаційної розвідки, оскільки розвідувальні свердловини в крайових частинах родовищ повинні проходити значні інтервали пустих порід. З іншого боку, родовища у

виходах замків антикліналей мають значні площі рудних покладів, розкритих кар'єрами.

Четвертий різновид родовищ залістистих кварцитів характеризується інтенсивним розвитком розривних порушень. Прикладом є Первомайське, розташоване в зоні перетину субмеридіональної зони Криворізько-Кременчуцького розлому з субширотною зоною Девладівського розлому. В межах цього родовища рудоносна товща зазнає різкого поперечного згину: простягання з північно-східного на півдні родовища різко переходить у північно-західне на його півночі. Це вимагає відповідних змін напрямку ліній експлуатаційної розвідки.

Внутрішня будова родовищ залістистих кварцитів в першу чергу визначається кількістю покладів залістистих кварцитів, тобто кількістю залістистих горизонтів, які складають родовище. Магнетитові кварцити Скелюватського родовища складають один (четвертий залістистий) горизонт. У межах Ганнівського родовища розробляються зближені п'ятий і шостий залістисті горизонти (шостий сланцевий горизонт тут практично відсутній). Сьомий сланцевий і сьомий залістистий горизонти складені порівняно бідними залістистими кварцитами, які важко збагачуються. Отже, Ганнівське родовище складається практично з одного рудного покладу. Схожа в цьому відношенні будова Горішні-Плавнинського родовища.

В межах Глеюватського родовища виділяється два рудних поклади, які відповідають другому і четвертому залістистим горизонтам. Їх розділяє об'єднана товща третього-четвертого сланцевих горизонтів потужністю 28-204 м. Перший залістистий горизонт має малу потужність і складений порівняно бідними залістистими кварцитами.

Родовище Інгулецької антиклінали складають залістисті кварцити першого і другого залістистих горизонтів, які розділяються безрудними породами другого сланцевого горизонту потужністю до 10 м. Тобто практично родовище складене одним рудним покладом. Однак, якісні показники кварцитів цих двох горизонтів дещо відрізняються між собою, що слід враховувати при експлуатаційній розвідці та при розробці родовища.

Інгулецьке родовище складається з шести сланцевих і шести залістистих горизонтів. Третій і четвертий сланцеві горизонти мають незначну потужність, яка на окремих ділянках не перевищує максимальної потужності пропластків пустих порід, що при підрахунку запасів включаються до складу рудних покладів. П'ятий і шостий сланцеві горизонти потужністю 10-15 м складені малорудними магнетит-силікатними і силікат-магнетитовими кварцитами, які можуть входити до контуру запасів, але в процесі розвідки повинні виділятися. Перший залістистий горизонт, складений магнетит-силікатними кварцитами, в південно-східній частині родовища розглядається як окремий рудний поклад.

На Валявкинському родовищі розробляються руди четвертого, п'ятого і шостого залізистих горизонтів. П'ятий і шостий сланцеві горизонти потужністю, відповідно, 12-60 і 8-20 м складені силікат-магнетитовими і магнетит-силікатними кварцитами з пропластками сланців. Масова частка заліза, яке входить до складу магнетиту, в породах п'ятого сланцевого горизонту становить 5-23%, шостого сланцевого горизонту – 11-22%. Отже на окремих ділянках в залежності від умов кондицій вони можуть включатись в контур запасів або видобуватись селективно як пусті породи. Рішення цього питання залежить від результатів експлуатаційної розвідки, при цьому може виникнути необхідність сгустити сітку розвідувальних свердловин у місцях розташування порід цих горизонтів.

В будові Первомайського родовища залізистих кварцитів беруть участь горизонти від першого сланцевого до сьомого залізистого. Залізисті кварцити сьомого сланцевого і сьомого залізистого горизонтів мають низьку якість і показники збагачуваності. Перший і другий залізисті горизонти виділяються як окремі поклади і відіграють другорядну роль у запасах руд родовища. У виділенні ділянок кондиційних залізистих кварцитів значну роль відіграють розривні порушення і зони вторинних зміни порід.

Петровське родовище має один пласт залізистих кварцитів, потужність якого найбільша в замковій частині синкліналі і зменшується в її крилах до повного виклинювання в північній частині родовища.

В межах кожного родовища виділяються численні мінеральні різновиди залізистих кварцитів: залізнослюдко-магнетитові, магнетитові, карбонат-магнетитові, силікат-магнетитові, магнетит-силікатні, магнетит-карбонатні, залізисті кварцити проміжного мінерального складу [8]. Мінеральні різновиди залізистих кварцитів розрізняються за якісними показниками (хімічним складом, фазовим складом заліза тощо), а також за технологічними властивостями. Тому ці різновиди або їх групи одночасно можуть виділятися як технологічні сорти руд. Їх просторове розташування в межах кожного залізистого горизонту закономірне, отже відтворює закономірні зміни якості залізистих кварцитів.

Продемонструємо це на прикладі Скелюватського родовища, де спостерігається чітко виражена ритмічність рудної товщі. Середня частина ритму тут складена залізнослюдко-магнетитовими кварцитами тонкошаруватої текстури з повною відсутністю в них силікатів і карбонатів. Ці руди мають підвищений загальний вміст заліза і дещо понижений вмістом заліза, яке входить до складу магнетиту (табл. 1). Вміст заліза в концентраті, одержаному з цих руд досить високий, але вихід концентрату менший ніж з магнетитових кварцитів. Потужність пачки залізнослюдко-магнетитових кварцитів досить витримана – близько 30 м.

Таблиця 1.

Основні показники руд продуктивної товщі Склеюватського родовища

Стратиграфічні горизонти	Індекси різновидів залізистих кварцитів	Потужність, м	Мінеральні різновиди залізистих порід	Вміст в руді заліза, мас. %		Вміст заліза, мас. %		Вихід концентрату
				загальний	пов'язаного з магнетитом	в концентраті	в хвостах	
5с		40-120	безрудні кварцити з проверстками сланців					
4з	4з7	2-15	магнетит-силікатні, магнетит-карбонат-силікатні кварцити	29,5 ±2,93	15,8 ±3,97			
	4з6	5-15	силікат-карбонат-магнетитові кварцити	35,7 ±2,18	28,0 ±3,62	66,0 ±1,25	11,4 ±1,89	43,0 ±4,08
	4з5	40	магнетитові кварцити, середньо- і грубошаруваті	38,6 ±2,69	33,1 ±3,16	65,8 ±1,20	10,0 ±1,71	49,4 ±3,38
	4з4	30	залізнослюдко-магнетитові кварцити, тонкошаруваті	38,4 ±2,17	31,1 ±2,70	65,7 ±1,21	11,9 ±1,82	43,1 ±3,90
	4з3	35-60	магнетитові карцити, середньо- і тонкошаруваті	37,5 ±2,14	32,5 ±2,50	65,3 ±1,50	9,95 ±1,66	52,3 ±3,98
	4з2	13-25	силікат-карбонат-магнетитові, карбонат-магнетитові кварцити	35,1 ±2,17	20,3 ±3,89	65,9 ±1,43	12,5 ±1,52	42,7 ±5,50
	4з1	5-10	силікат-магнетит-карбонатні, магнетит-силікат-карбонатні карцити	30,6 ±1,34	17,7 ±3,42			
3-4с		200-240	кумінгтоніт-біотит-кварц-хлоритові сланці					

Стратиграфічні горизонти: 5с – п'ятий сланцевий; 4з – четвертий залізистий; 3-4с – об'єднаний третій-четвертий сланцевий.

Залізнослюдко-магнетитові кварцити перекриті середньо- і грубошаруватими і підстелені середньо- і тонкошаруватими магнетитовими кварцитами. Верхня пачка магнетитових кварцитів порівняно з нижньою пачкою має дещо підвищений загальний вміст заліза і заліза, пов'язаного з магнетитом, вищу якість концентрату, більш низький його вихід. Потужність нижньої пачки 35-60 м, верхньої – 40 м. Пачки магнетитових кварцитів догори і донизу за розрізом змінюються пачками силікат-карбонат-магнетитових кварцитів, які легко збагачуються, але мають понижений загальний вміст заліза і вміст заліза, пов'язаного з магнетитом. Потужність верхньої пачки 5-15 м, нижньої – 13-25 м. Нарешті, силікат-карбонат-магнетитові кварцити догори і донизу за розрізом продуктивної товщі родовища переходять у бідні магнетит-силікат-карбонатні кварцити, які, згідно з діючими вимогами до залізородної сировини, не відносяться до кондиційних руд. Вони створюють перехідні пачки від кондиційних залізистих кварцитів до безрудних порід четвертого і п'ятого сланцевих горизонтів.

Потужність верхньої перехідної пачки становить 2-15 м, нижньої – близько 10 м.

Пласти виділених мінеральних різновидів (технологічних сортів) залізистих кварцитів простежуються в межах всього родовища. Оскільки площа родовища значна, то окремі різновиди руд по простяганню четвертого залізистого горизонту зазнають поступових змін мінерального і хімічного складу, обумовлених, переважно, проявом вторинних процесів (карбонатизація, окварцування, гіпергенні зміни), які найчастіше пов'язані з зонами розривних порушень.

В межах пластів кожного різновиду (сорту) руд показники якості і збагачуваності досить витримані: коефіцієнти варіації не перевищують 20%, а для загального вмісту заліза в руді і в концентраті – 10%.

Особливості зміни якості і технологічних властивостей залізистих кварцитів Скелюватського родовища можна розглядати як типові (еталонні) і з ними можна порівнювати відповідні показники інших родовищ. В першу чергу відзначимо наявність у рудних товщах деяких родовищ скорочених (неповних) ритмів. Найчастіше спостерігається відсутність руд центральної частини ритму, представлених залізнослюдко-магнетитовими кварцитами. У ще більш скорочених ритмах відсутні пласти магнетитових кварцитів. Типовим прикладом може бути родовище Інгулецької антикліналі. Центральна частина першого залізистого горизонту тут складена магнетитовими кварцитами з включеннями лінз залізнослюдко-магнетитових кварцитів. Догори і донизу за розрізом магнетитові кварцити переходять у силікат-карбонат-магнетитові і карбонат-силікат-магнетитові кварцити. Периферійні частини ритму складені магнетит-силікат-карбонатними і магнетит-карбонат-силікатними кварцитами. Другий залізистий горизонт складений силікат-карбонат-магнетитовими кварцитами, які догори і донизу за розрізом переходять у магнетит-силікат-карбонатні кварцити – перехідні з породами вміщуючих сланцевих горизонтів.

В межах Інгулецького родовища силікат-магнетитові кварцити центральної частини першого залізистого горизонту переходять у магнетит-силікатні кварцити периферійних (перехідних) пачок. Ритм другого залізистого горизонту має таку послідовну зміну різновидів залізистих кварцитів (знизу догори): кварцити малорудні магнетит-силікатні (потужність 6-10 м), кварцити силікат-магнетитові і магнетит-силікатні (5-40 м), кварцити магнетитові червоношаруваті середини ритму (5-6 м) кварцити магнетитові і силікат-магнетитові (близько 50 м), кварцити силікат-магнетитові перехідної до третього сланцевого горизонту пачки (до 20 м). Третій залізистий горизонт в центральній частині складається з силікат-магнетитових кварцитів, а в периферійних – з магнетит-силікатних (потужністю 5-20 м). Четвертий залізистий горизонт у центральній частині складають магнетитові кварцити, які переходять у напрямку вміщуючих сланцевих горизонтів у силікат-магнетитові і магнетит-силікатні кварцити. П'ятий залізистий горизонт

майже повністю складають залізнослюдко-магнетитові і магнетитові кварцити, периферійні частини горизонту складені малопотужними пластами силікат-магнетитових кварцитів.

Скорочений ритм утворюють руди другого залізного горизонту Глеюватського родовища. Центральна його частина складена силікат-карбонат-магнетитовими кварцитами, верхня перехідна пачка – магнетит-карбонат-силікатними, нижня – магнетит-силікат-карбонатними кварцитами.

П'ятий і шостий залізисті горизонти Ганнівського родовища мають подібну будову. Центральні частини ритмів представлені залізнослюдко-магнетитовими кварцитами. Їх перекривають і підстеляють пачки магнетитових і силікат-магнетитових кварцитів, які переходять у некондиційні магнетит-силікатні кварцити.

В межах Горішні-Плавнинського родовища ритмічна будова залізистих горизонтів (підсвіт за місцевою стратиграфією) виражена нечітко, але загальні риси ритмів тут також спостерігаються.

В межах Первомайського родовища ритмічність внутрішньої будови рудних покладів маскується інтенсивним розвитком розривних порушень і епігенетичних змін залізистих кварцитів.

Другим видом відхилень від типової ритмічності залізорудних товщ можна вважати її ускладнення, коли на фоні крупних ритмів розвиваються ритми вищого порядку. Це явище найбільш чітко проявляється в шостому залізистому горизонті Валявкинського родовища, а також в четвертому залізистому горизонті Глеюватського родовища. В певній мірі це стосується шостого залізистого горизонту Інгулецького родовища і окремих підсвіт Горішні-Плавнинського родовища.

В розрізах продуктивних товщ деяких родовищ, зокрема Валявкинського, Інгулецького, Первомайського присутня підвищена кількість мінеральних різновидів (сортів) залізистих кварцитів. Крім того виділяються залізисті кварцити однакових різновидів у декількох рудних покладах (стратиграфічних горизонтах). З метою усереднення видобутих руд перед подачею їх на збагачувальну фабрику, а також при селективному видобутку сортів руди виникає потреба порівнювати їх між собою з метою об'єднання близьких за показниками і, таким чином, зменшення кількості різновидів і сортів руд до раціональної кількості – 4-5 [5].

Проілюструємо таке порівняння сортів на прикладі Валявкинського родовища. У його четвертому, п'ятому і шостому залізистих горизонтах виділяються магнетитові, магнетитові з залізною слюдкою, магнетитові з карбонатом, залізнослюдко-магнетитові, карбонат-магнетитові і силікат-магнетитові кварцити. Всього виділяється 16 мінеральних різновидів залізистих кварцитів. Якщо ці різновиди руд порівнювати окремо за кожним показником, то виділені

їх групи не співпадають. Тому доцільно виконувати порівняння різновидів руд за багатовимірними ознаками.

Ми використали для порівняння такі головні мінералого-геохімічні і мінералого-технологічні показники руд: масова частка в руді заліза загального (α) і заліза, яке входить до складу магнетиту (α_m), масова частка заліза загального в концентраті (β) і в хвостах (ν), вихід концентрату (γ). За міру розходження різновидів кварцитів прийнято декартову відстань [9]. На підставі порівняння ієрархічним дивізним методом була побудована дендрограма (рис. 1).

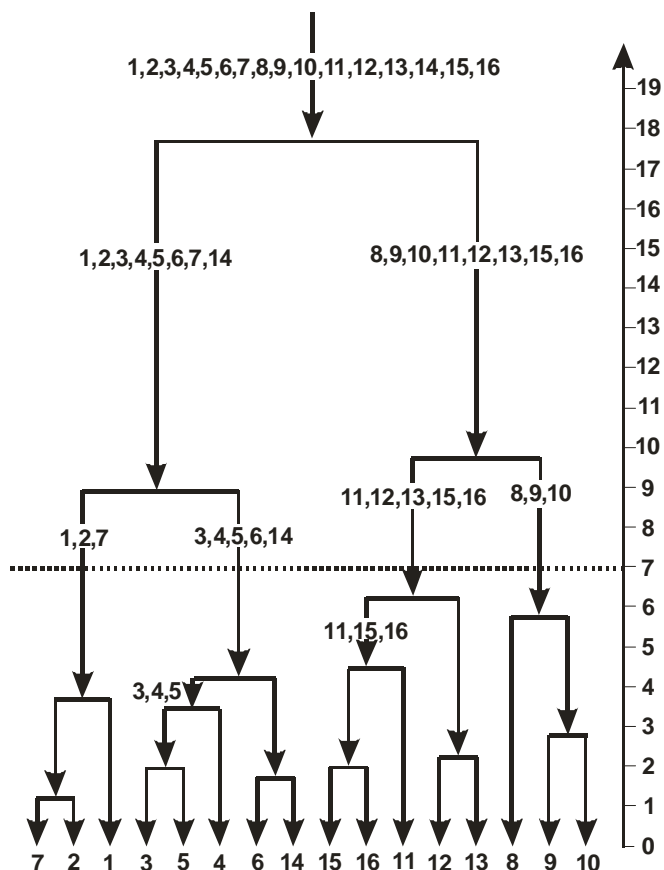


Рис. 1. Дендрограма показників якості залізистих кварцитів Валякинського родовища.

1-3 – магнетитові кварцити: 1 – четвертого, 2 – п'ятого, 3 – шостого залізистих горизонтів; 4-6 – магнетитові кварцити з залізною слюdkою: 4 – четвертого, 5 – п'ятого, 6 – шостого залізистих горизонтів; 7 – магнетитові кварцити з карбонатом п'ятого залізистого горизонту; 8-10 – залізнослюdkо-магнетитові кварцити: 8 – четвертого, 9 – п'ятого, 10 – шостого залізистих горизонтів; 11-13 – карбонат-магнетитові кварцити: 11 – четвертого, 12 – п'ятого, 13 – шостого залізистих горизонтів; 14-16 – силікат-магнетитові кварцити: 14 – четвертого, 15 – п'ятого, 16 – шостого залізистих горизонтів.

На дендрограмі чітко виділяються групи різновидів залізистих кварцитів, які відповідають їх мінеральним різновидам. Значення декартової відстані всередині груп не перевищує семи і дорівнює: для

магнетитових кварцитів 2,85-5,86, для магнетитових кварцитів із залізною слюдкою 1,56-3,52, для залізнослюдко-магнетитових кварцитів 2,74-5,47, для карбонат-магнетитових кварцитів 2,12-6,04, для силікат-магнетитових кварцитів 2,06-4,50. Відстань між групами залізістих кварцитів перевищує сім. Кварцити магнетитові з залізною слюдкою і магнетитові з карбонатом близькі до магнетитових ($D = 2,03 - 6,94$) і значно відрізняються від залізнослюдко-магнетитових кварцитів.

Близькі різновиди (сорти) залізістих кварцитів можна об'єднувати в одну групу. Перекриття груп видно з перебудованої матриці багатовимірних декартових відстаней між середніми показниками якості і збагачення залізістих кварцитів окремих груп (табл. 2). В цю матрицю не включені карбонат-магнетитові кварцити, які значно відрізняються від інших різновидів залізістих кварцитів більш низькими показниками механічних властивостей.

Таблиця 2.

Матриця декартових відстаней між багатовимірними показниками якості залізістих кварцитів

	1	2	7	4	3	5	6	14	15	16	8	9	10
1	0	3,69	3,46	5,17	5,96	6,77	6,98	8,93	12,90	13,24	12,69	15,47	17,85
2	3,69	0	1,10	2,30	2,85	3,56	4,62	5,53	9,56	9,75	9,37	12,06	14,38
7	3,46	1,10	0	2,61	3,06	3,68	4,93	5,63	9,55	9,97	9,74	12,38	14,67
4	5,17	2,30	2,61	0	3,43	2,70	3,52	4,33	8,59	8,66	7,61	10,36	12,83
3	5,96	2,85	3,06	3,43	0	2,03	2,90	3,89	7,38	7,63	8,23	10,68	12,72
5	6,77	3,56	3,68	2,70	2,03	0	1,56	2,43	6,40	6,63	6,74	9,20	11,40
6	6,98	4,62	4,93	3,52	2,90	1,56	0	1,70	5,54	5,41	5,42	7,92	10,08
14	8,93	5,53	5,63	4,33	3,89	2,43	1,70	0	4,27	4,50	4,85	7,07	9,19
15	12,90	9,56	9,55	8,59	7,38	6,40	5,54	4,27	0	2,06	5,39	5,81	6,78
16	13,24	9,75	9,97	8,66	7,63	6,63	5,41	4,50	2,06	0	4,10	4,48	5,51
8	12,69	9,37	9,74	7,61	8,23	6,74	5,42	4,85	5,39	4,10	0	2,95	5,47
9	15,47	12,06	12,38	10,36	10,68	9,20	7,92	7,07	5,81	4,48	2,95	0	2,74
10	17,85	14,38	14,67	12,83	12,72	11,40	10,08	9,19	6,78	5,51	5,47	2,74	0

Цифрові позначення 1, 2, 3, ... 16 відповідають позначенням на дендрограмі. Жирними лініями виділені групи природних різновидів залізістих кварцитів.

Силікат-магнетитові кварцити п'ятого і шостого залізістих горизонтів близькі до гематит-магнетитових кварцитів усіх горизонтів, силікат-магнетитові кварцити четвертого залізістого горизонту виявились близькими до магнетитових кварцитів п'ятого і шостого залізістих горизонтів. В матриці декартових відстаней жирними лініями обведені групи різновидів, близьких між собою. Подібні порівняння різновидів залізістих кварцитів були виконані для Інгулецького родовища [6].

Для продуктивної товщі Склюватського родовища виділені п'ять різновидів руд, при цьому магнетитові кварцити різновидів 4ж3 і 4ж5 (табл. 1) значно відрізняються за якістю. В продуктивній товщі

родовища Інгулецької антикліналі залізисті кварцити представлені практично одним-двома різновидами.

В процесі видобутку і переробки різновиди залізистих кварцитів можуть об'єднуватись, якщо потужність пачок, складених окремими різновидами, згідно кондицій, не перевищує 10 м і якщо положення різновидів (сортів) викликає значні переміщення техніки при їх видобутку.

Контури рудних покладів і пачок різновидів залізистих кварцитів характеризуються чіткістю меж і складністю їх форми. Як відзначалось вище, рудні поклади переходять у вміщуючі безрудні породи сланцевих горизонтів через перехідні пачки малорудних магнетит-силікатних, магнетит-карбонат-силікатних та інших за складом залізистих кварцитів часто з прошарками сланців. Візуально породи перехідних пачок легко розпізнаються і тому в більшості випадків межі рудних покладів досить чіткі. Рідше, коли потужність перехідних пачок значна (наприклад, у зоні контакту першого сланцевого і першого залізистого горизонтів родовища Інгулецької антикліналі), межі рудного покладу визначаються за даними опробування.

Наявність перехідних пачок спричиняє зниження показників розубожування, оскільки розубожуючими породами є, переважно, залізисті кварцити перехідних пачок. Важливе значення мають перехідні пачки і у випадках, коли два рудних поклади розділяються малопотужним шаром сланців: вони збільшують потужність верств некондиційних порід, які в цьому випадку видобуваються селективно як пусті породи. Отже перехідні пачки повинні досліджуватись і опробуватись у процесі експлуатаційної розвідки, а їх потужність і склад – враховуватись при плануванні і виконанні видобувних робіт.

Для залізорудних товщ родовищ України характерна інтенсивно розвинена складчастість різних порядків. Вона визначає значну звивистість контурів рудних покладів і тіл природних різновидів (сортів) залізистих кварцитів. Складки вищих порядків мають типову форму складок волочіння: в ядрах крупних складок вони симетричні, а в крилах різко асиметричні. Ця властивість складок використовується при геологічній документації забоїв у кар'єрах. Друга особливість дрібних складок полягає в їх зональному поширенні. Як правило, інтенсивна складчастість розвивається в ядрах крупних складок, а в їх крилах і на родовищах і їх ділянках з моноклінальним заляганням порід формуються окремі зони, які мають загальну флексуроподібну форму. В межах Ганнівського і Первомайського родовищ складчастість слабо розвинута.

Інтенсивність складчастості, а отже і складність форм геологічних меж може оцінюватись на підставі положень фрактальної геометрії [4], коли обчислюються коефіцієнти звивистості як відношення довжини геологічної межі, якою вона була перед складчастістю (тобто повністю вирівняної межі) до відстані між крайніми точками межі після

складчастості. За значенням цього коефіцієнту родовища Криворізького рудного району і їх окремих ділянок були поділені на три групи. Для першої значення коефіцієнту коливається в межах 1,117-1,363, для другої групи – 1,988-3,365, для третьої – 3,430-4,400. Ці групи родовищ, або їх окремі ділянки повністю відповідають діючій класифікації родовищ залізистих кварцитів для цілей їх розвідки [1]. На цій же підставі запропоновано ввести коефіцієнт розвіданості родовищ на стадії експлуатаційної розвідки. Значення цих коефіцієнтів при діючій густоті розвідувальних свердловин близькі і в середньому становлять 0,9. Одержані нами результати визначення цих показників для Горішні-Плавнинського і Інгулецького (за новими даними) родовищ, збігаються з наведеними вище.

Викладені дані про характер геологічних меж слід враховувати в процесі експлуатаційної розвідки і при плануванні та виконанні видобувних робіт.

Роль розривних порушень у геологічній будові родовищ залізистих кварцитів різноманітна. Можна виділити три групи розривних порушень за їх значенням у структурі родовищ.

Перша група – це регіональні розломи, які є межами родовищ залізистих кварцитів. Західний розлом відіграє роль західної межі Інгулецького родовища. Продовження цього розлому на північ – Головний розлом – має таку ж роль для Горішні-Плавнинського родовища, Західно-Тарапаківський з північного заходу обмежує Валявкинське родовище, а східною межею Глеюватського родовища є Саксаганський розлом.

Розривні порушення другої групи поділяють родовища залізистих кварцитів на крупні блоки, часто зміщені один відносно другого. Склеюватський і Тарапаківський розломи поділяють Склеюватське родовище на три великі блоки, Новокриворізький розлом розділяє родовище Інгулецької антикліналі на західний і східний блоки. Поздовжнім розломом на дві частини поділяється і Валявкинське родовище. З зонами цих розривів пов'язані вторинні зміни залізистих кварцитів: розвиток брекчій, процеси гіпергенних змін, окварцування, карбонатизація залізистих кварцитів тощо.

Розривні порушення третьої групи значно ускладнюють внутрішню будову окремих родовищ або їх окремих ділянок. Найбільш ускладнене розривними порушеннями Первомайське родовище, рудні поклади якого представлені серією блоків різного розміру з різними елементами залягання шаруватості порід. Розривні порушення зумовлюють складну ступінчасту форму меж рудних покладів на заході і на сході родовища.

В межах Ганнівського родовища відзначаються зони згущення і зони розрідження поперечних розривних порушень. В зонах згущення розривні порушення зумовлюють складну блокову будову рудного покладу і ступінчасту форму його меж. В північній частині Валявкинського родовища зони Західно-Тарапаківського і

Валявкинського розривних порушень зближені, тому тут розвинуті тектонічні брекчії, рудні поклади перекриті насупом.

Отже розривні порушення ускладнюють експлуатаційну розвідку родовищ залізистих кварцитів, яка визначає умови планування і виконання видобувних робіт. Але деякі важливі для гірничодобувних робіт види геологічної інформації не можуть бути одержані за даними експлуатаційної розвідки. Зокрема, при проведенні видобувних робіт важливо враховувати елементи залягання шаруватості залізистих кварцитів і порід, що їх вміщують, а також орієнтовку і інтенсивність розвитку тріщин. Це сприяє поліпшенню подрібнення порід і руд при вибухових роботах [10], а також дозволяє підвищити стійкість постійних уступів кар'єру і зменшити об'єми розкривних робіт [7]. Але одержання такої інформації можливе лише при геологічній документації забоїв кар'єру. Тому експлуатаційна розвідка повинна бути тісно пов'язана з геологічною документацією забоїв гірничих виробок.

Висновки

1. Рациональне використання залізистих кварцитів як руд, що потребують збагачення, підвищення ефективності видобувних і збагачувальних робіт потребує надійної геологічної інформації. Вона може бути одержана в результаті експлуатаційної розвідки, значення якої зростає в умовах ринкової економіки.

2. Експлуатаційна розвідка повинна виконуватись з максимальним врахуванням комплексу геологічних особливостей родовищ, а також враховувати дані геологічної документації в процесі видобувних робіт. В свою чергу, на підставі експлуатаційної розвідки уточнюються геологічна будова родовищ і їх окремих ділянок, якісні показники залізистих кварцитів тощо.

3. Ефективність експлуатаційної розвідки родовищ залізистих кварцитів з повним врахуванням їх геологічних особливостей проявляється у підвищенні ефективності видобутку і збагачення руд.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Андреев В.И., Батитель В.И., Бейгуленко И.Л. и др.* Руководство по геологическому обслуживанию горнорудных предприятий. Железистые кварциты // Кривой Рог: Изд. НИГРИ, 1978.– С. 29-61.

2. *Белевцев Я.Н., Вайло А.В., Ветренников В.В. и др.* Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Структуры месторождений и рудных полей // Киев: Наукова думка, 1989.– С. 7-28.

3. *Коробко В.Н., Темченко А.А.* Совершенствование усреднительных систем на основе учёта сортового состава рудопотоков / Академический вестник Криворожского территориального отделения Международной академии компьютерных наук и систем // Кривой Рог, 1998.– №2.– С. 50-56.

4. *Кулик Д.А., Черновский М.И.* Фрактальная модель многопорядковой складчатости железистых кварцитов (Криворожский бассейн) // Известия вузов. Геология и разведка.– 1990.– №5.– С. 77-85.

5. *Назаренко В.М., Шапурич А.В., Назаренко М.В. и др.* Определение оптимального количества групп минеральных разновидностей, идентичных по обогатимости, при селективной

добыче и переработке железорудного сырья /Академический вестник Криворожского территориального отделения Международной Академии компьютерных наук и систем // Кривой Рог.– 1998.– №1.– С. 40-45.

6. *Назаренко В.М., Евтехов В.Д., Чубаров В.А.* Принцип объединения минеральных разновидностей руд Ингулецкого месторождения в технологические сорта с целью их селективной переработки / Академический вестник Криворожского территориального отделения Международной Академии компьютерных наук и систем // Кривой Рог.– 1998.– №2.– С. 60-65.

7. *Николашин Ю.М., Куцый Ю.Н. Зайцев И.Н.* Допустимые углы откосов на карьере №3 КГМК «Криворожсталь» с учётом горнотехнических особенностей Валявкинского месторождения / Разработка рудных месторождений // Кривой Рог: Криворожский технический университет, 2003.– Вып. 84.– С. 22-26.

8. *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.

9. *Родионов Д.А., Коган Р.И., Голубева В.А. и др.* Справочник по математическим методам в геологии // Москва: “Недра”, 1987.– 336 с.

10. *Шапурин А.В., Ещенко А.А., Шекун О.Г.* Влияние направления и структуры руд на качество взрыва / Взрывное дело // Москва: “Недра”, 1971.– Сб. 70/27.– С. 147-151.

САЗОНОВА Ю.В. Геологічна будова і її вплив на розробку і експлуатаційну розвідку родовищ залізистих кварцитів.

РЕЗЮМЕ. В Україні основну частину видобутої залізорудної сировини становлять залізисті кварцити. В умовах ринкової економіки зростає необхідність поліпшення економічних показників видобутку і збагачення залізистих кварцитів, підвищення якості залізорудного концентрату. Цю проблему можна вирішувати на базі достовірної геологічної інформації, яку забезпечує експлуатаційна розвідка родовищ. Геологічна інформація включає дані про розмір, форму і внутрішню будову рудних покладів, мінералогічні, хімічні і технологічні показники руд, структуру і текстуру залізистих кварцитів і вмещаючих порід.

САЗОНОВА Ю.В. Геологическое строение и его влияние на разработку и эксплуатационную разведку месторождений железистых кварцитов.

РЕЗЮМЕ. В Украине основную часть добытого железорудного сырья составляют железистые кварциты. В условиях рыночной экономики возрастает необходимость улучшения экономических показателей добычи и обогащения железистых кварцитов, повышения качества железорудного концентрата. Эту проблему можно решать на базе достоверной геологической информации, которую обеспечивает эксплуатационная разведка месторождений. Геологическая информация включает данные о размере, форме и внутреннем строении рудных залежей, минералогических, химических и технологических показателей руд, структуре и текстуре железистых кварцитов и вмещающих пород.

SAZONOVA Yu.V. Geological structure and its influence on mining and exploitation exploration of iron quartzites deposits.

SUMMARY. Iron quartzites compose the main part of iron ore raw material mined in Ukraine. In market economy conditions importance of improving economic indexes of iron quartzites mining and processing and increasing of iron ore concentrate quality rises. The problem can be solved on the basis of reliable geological information that deposit exploitation exploration provides. The geological information includes data on size, form and internal structure of iron ore deposits, on mineralogical, chemical and technological indexes of ores, on texture and structure of iron quartzites and enclosing rocks.

*Надійшла до редакції 10 березня 2005 р.
Представив до публікації докт. геол. наук О.В.Плотников.*