

Є.С. Василенко

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ КОРИСНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ВТОРИННОМУ ВІДПРАЦЮВАННІ РОДОВИЩА БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД

Визначено особливості будови гірського масиву, який підлягає вторинному відпрацюванню. Зроблено класифікацію рудних “покладів” за геолого-техногенними особливостями. Розглянуто теоретичну базу обґрунтування методики підрахунку середніх значень вмісту заліза залежно від геолого-техногенної будови експлуатаційних одиниць.

Определены особенности строения горного массива, подлежащего вторичной отработке. Сделана классификация рудных “залежей” по геолого-техногенным особенностям. Рассмотрена теоретическая база обоснования методики подсчёта средних значений содержания железа в зависимости от геолого-техногенного строения эксплуатационных единиц.

The article is focused on the features of rocks structure that are subject to the second processing. Iron ore “deposits” are classified according to their geological and technogenic features. The author has examined theoretical base to create methods of calculating mean values of ferrous concentration in the iron ore deposits depending on geological and technogenic structure of the processable volumes.

Закон розподілу корисних компонентів в межах досліджуваного масиву та вплив цієї характеристики на підрахунок середнього вмісту розглянуто багатьма авторами. Так, у працях [1, 2] автори доводять необхідність уважного ставлення до цієї величини для попередження значних похибок при підрахунках запасів та якості сировини. У праці Ж. Матерона – одного із засновників геостатистики – детально описано не лише функції розподілу, але й їхній взаємозв'язок із просторовим розташуванням рудних тіл, варіаціями можливих похибок та багатьма іншими параметрами [3].

При первинному відпрацюванні родовищ підземним способом в процесі розвитку зони зрушення та обвалення спостерігаються значні зміни геологічного середовища. Вони призводять до розірвання та перебудови усіх раніше визначених зв'язків і закономірностей. Тому з початком вторинного відпрацювання неможливо об'єктивно судити про характеристики розподілу корисного компонента в масиві і відповідно визначити метод підрахунку середнього його вмісту.

Вторинне відпрацювання Саксаганського родовища багатих залізних руд (м. Кривий Ріг) здійснюється кар'єром “Північний” гірничо-збагачувального комплексу “Укрмеханобр” ВАТ “Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча”. Гірничі роботи проводяться в межах неактивної зони зрушення та обвалення, яка утворилася при відпрацюванні родовища підземним способом шахтами колишнього рудоуправління імені Дзержинського. Державною геологічною службою родовищу надано 4-ту категорію за складністю геологічної будови. В межах родовища представлені утворення саксаганської та скелюватської світ криворізької серії палеопротерозою та кайнозойські

відклади. Під зону ведення сучасних гірничих робіт потрапляють також ділянки розвитку техногенних відкладів – старі відвали, засипані розкритими породами воронки обвалення та колишне пульпосховище шахти “Гігант-Глибока”. Утворення саксаганської світи приурочені до східного крила, осьової частини та фрагменту західного крила Саксаганської синкліналі та представлені чертвертим, п'ятим та шостим сланцевими і залізистими горизонтами. Утворення скелюватської світи приурочені до західного фрагменту Саксаганської синкліналі і залягають поза площиною зрушення Саксаганського насуву, відслонюючись у західному борті кар'єру.

У 2007 р. на підприємстві постало питання належного забезпечення достовірною геологічною інформацією для поточного та перспективного планування гірничих робіт. У зв'язку з цим було запроваджено геофізичні дослідження та використання геоінформаційних технологій при обробці геологічної та маркшейдерської інформації.

Першочерговим завданням було визначення закону розподілу корисного компонента для обґрунтування методики підрахунку середніх вмістів. За фактичну основу було взято результати геофізичних досліджень, проведених у 2007-2008 рр. Геофізичні дослідження полягали у проведенні гамма-гамма каротажу підричних та розвідувальних свердловин шарошкового буріння з використанням каротажної станції “Кар'єр-Кривбас”. Фактичний інтервал визначення вмісту складав 0,1 м, але для спрощення розрахунків та зменшення обсягів інформації у подальших розрахунках бралася середнє значення на довжину інтервалу 0,5 м. Загальна кількість вимірів інтервалами по 0,5 м на сьогодні складає більш ніж 25 тис. значень. Первинна обробка

результатів геофізичних робіт проводилася за допомогою електронної таблиці пакета "OpenOffice.org", статистична обробка результатів та графічне оформлення виконане за допомогою програмного комплексу "Statistica 6.0".

Під час проведення робіт з визначення закону розподілу корисного компонента в межах гірничого відводу кар'єру "Північний" було визначено декілька "варіантів будови" породного масиву та оконтурено чотири ділянки надр. Ці ділянки характеризуються

різними геологічними будовами та різною інтенсивністю накладених техногенних процесів. Схему розташування цих ділянок в межах гірничого відводу кар'єру наведено на рис. 1. Коротку характеристику ділянок (окрім ділянки "Західна") подано у табл. 1. Ділянка "Західна" потрапляє у зону суцільного розвитку процесів обваллення. Через відсутність в межах цієї зони рудної сировини ретельні дослідження на цій ділянці до теперішнього часу не проводилися.

Таблиця 1

Коротка характеристика різних за геолого-техногенною будовою ділянок в межах гірничого відводу кар'єру "Північний"

Характеристика	Ділянки		
	"Південна"	"Північна"	"Східна"
Геологічні відміни масиву	Замикання шостого сланцевого та п'ятого залізного горизонтів. Зона вилуговування разом із зоною суцільного зруденіння	Замикання шостого залізного горизонту. Породи частково вилужені (у східному борті). Зруденіння у вигляді окремих лінзо- та штоковидних покладів	Зона розвитку четвертого сланцевого та лежачого боку четвертого залізного горизонтів. У південній частині родовища породи слабо вилужені. Зруденіння у вигляді декількох паралельних покладів лізвовидних преривчастих тіл
Гірничо-технічні відміни масиву	Масив нестійкий. Очисний простір "задавлено" вищезалюгаючими породами. Контури гірничих виробок майже не збереглися, простежуються фрагменти міжкамерних ціликів, також у порушеному заляганні	Масив стійкий. Очисний простір заповнений породами висячого боку зі збереженням контурів гірничих виробок	Масив стійкий. Більша частина масиву потрапляє до зон охоронних ціликів колишніх шахт. Нечисленні гірничі виробки забутовано розкритими породами глибших горизонтів шахт або осадовими утвореннями
Характеристика рудної сировини	Суміш порід і руд із переважаючим вмістом мартизової руди. Додаткова сировина – "бідні руди" – вилужені джеспіліти з вмістом заліза 43-47%. Руди у незмішаному стані зустрічаються лише у фрагментах міжкамерних ціликів	Суміш порід і руд із переважаючим вмістом мартизової та гематито-мартизової руди. На окремих ділянках – гематитові руди. Вся рудна маса засмічена брилами вміщуючих порід розмірами від 0,2-0,5 до 5-7 м. Руди у порушеному заляганні зустрічаються в зонах проходки капітальних гірничих виробок (у східному борті кар'єру)	Переважає гематито-мартизова руда. На верхніх горизонтах в зоні молоді кори вивітрювання простежуються малопотужні лізвовидні поклади гематитових руд. Переважна кількість рудної маси у корінному заляганні (за виключенням площин зрушення по нашаруванню)
Характеристика стану порід масиву	Породи "м'які", внаслідок чого інтенсивно подрібнені та перемішані	Породи міцні. Обвалена маса має крупнобрилову будову	Породи міцні. Більша частина знаходиться у корінному заляганні
Розвиток процесів зрушення та обваллення	Широкий розвиток порожнин обваллення, заповнених глинистими породами кайнозойського віку та утвореннями скелюватської світи. Частина воронок уздовж західного борту засипано розкритими породами	Потужна товща кварцитів шостого сланцевого горизонту стримувала процес обваллення висячого боку. У зв'язку з чим камери відпрацювання заповнені сумішами кварцитів та джеспілітів п'ятого залізного горизонту, або талькових сланців скелюватської світи і кварцитів шостого сланцевого горизонту	Розвиток процесів зрушення лежачого боку. Разом із корінними породами зрушення зазнали й осадів утворення. Нечисленні капітальні гірничі виробки забутовано розкритими породами глибших горизонтів шахт та кайнозойськими утвореннями
Ефективність геофізичного дослідження та опробування шламу	Унаслідок пластичності порід стінки свердловин рівні. Ускладненя при проведенні каротажу не виникає. Дані шламового опробування та дані каротажу підтверджуються гірничими роботами при видобуванні сировини	Унаслідок крупнобрилової будови масиву стінки свердловин кавернозні, що викликає ускладнення при проведенні каротажу. Відкриті порожнини на стиках окремих брил обумовлюють втрату шламу при бурінні. У значній мірі дані каротажу та шламового опробування не підтверджуються гірничими роботами	Незначна порушеність масиву сприяє стійкості стінок свердловин. Текстурно-структурні особливості четвертого залізного горизонту – чергування потужних кварцитових, сланцевих та рудних прошарків інколи викликають ускладнення при інтерпретації даних каротажу. Результати опробування та гамма-

		гамма каротажу підтверджуються гірничими роботами
--	--	---

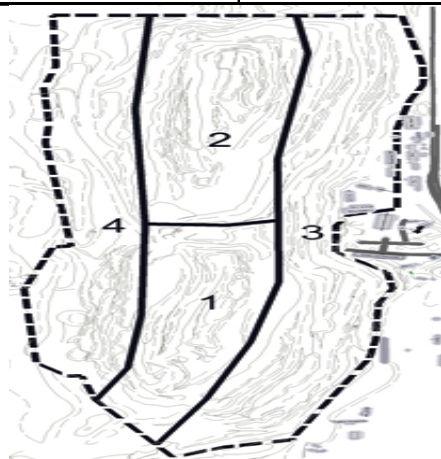


Рис. 1

У цій статті розглянуто статистичні характеристики розподілу корисного компонента в межах ділянки "Східна", яка підлягала найбільш інтенсивному дослідженню. Характеристики розподілу в межах "Південної" та "Північної" ділянок буде розглянуто у наступних статтях.

Ділянка "Східна" приурочена до східного крила Саксаганської синкліналі і представлена утвореннями четвертого сланцевого та четвертого залізистого горизонтів саксаганської світи криворізької серії. Породний масив цієї ділянки характеризується слабким порушенням. Більша частина його потрапляє до охоронних ціликів колишніх шахт (Центральна, Гігант-Скіпова, Гігант-Клітьова, ім. Ворошилова, Північна, Саксагань). Наприкінці 80-х років гірничі роботи в межах цієї ділянки було призупинено і відпрацюванню підлягали південна і північна частина кар'єру (відповідно ділянки "Південна" і "Північна"). Уздовж східного борту кар'єру було прокладено капітальні автомобільні дороги для сполучення з експлуатаційними ділянками. Починаючи з 2006-2007 років гірничі роботи уздовж західного борту кар'єру було відновлено. Це пов'язано із необхідністю рознесення бортів кар'єру та поставлення їх на проектний контур. Упродовж 2007-2008 років в межах ділянки було пробурено 19 висаджуваних блоків. По цих блоках загальний об'єм гамма-гамма каротажу склав 5709 погонних метрів (разом із розвідувальними свердловинами шарошкового буріння глибиною 30 м). Загальна кількість прийнятих у підрахунок значень складала 11418. Середнє значення по вибірці складає 36,01. Середньоквадратичне відхилення дорівнює 9,90, абсолютна похибка – 0,09%. Асиметрія вибірки дорівнює 0,08, ексцес – 1,42. Гістограму розподілу вмістів заліза наведено на рис. 2.

Гістограму побудовано з інтервалом вмісту заліза в один відсоток. Для прикладу на рис. 2 зазначено

еталонну криву нормального розподілу в інтервалах вмістів заліза 0-70%.

Характер гістограми (рис. 2) вказує на те, що в межах ділянки "Східна" розподіл вмістів заліза підпорядковується нормальному закону, але помітна слабка правостороння асиметрія. Пік в межах значень нульового вмісту заліза пов'язаний із наявністю в межах дослідженого масиву незначних за кількістю підземних гірничих виробок, заповнених породами осадового чохла (глинами, пісками, суглинками). Статистичні функції (асиметрія та ексцес) також вказують на нормальний закон розподілу із незначним відхиленням.

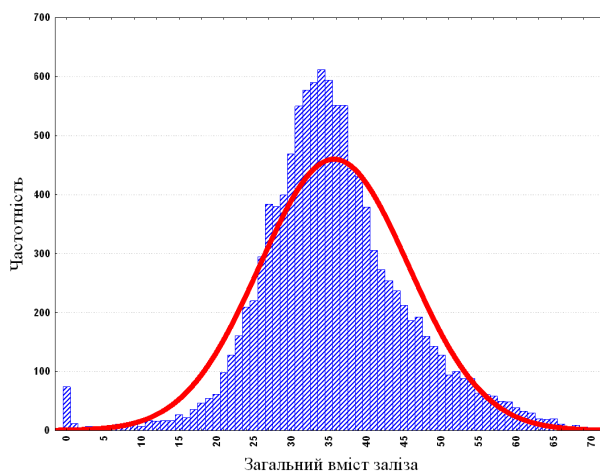


Рис. 2

Згідно з дослідженнями [2, 4, 5], за умов підпорядкування розподілу корисного компонента нормальному закону, для точного визначення середнього вмісту достатньо обчислення середнього арифметичного. За цих умов допустимо користуватися прямолінійною інтерполяцією при побудові графічного відображення розподілу та вмістів корисного компонента. Таким чином, для обчислення вмістів заліза у висаджуваних блоках, які пробурено в межах ділянки "Східна", можливе використання методу середнього арифметичного (за умови рівномірної сітки спостережень). При відбудові контурів із балансовим вмістом заліза достатньо методу прямолінійної інтерполяції.

Список літератури

1. Погребіцкий Е.О., Парадеев С.В., Поротов Г.С. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, – 1977. – 405 с.
2. Богацкий В.В. Математический анализ разведочной сети. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 212 с.
3. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. – М.: Мир, – 1968. – 408 с.

4. Казаковский Д.А. Оценка точности результатов в связи с геометризацией и подсчётом запасов месторождений. – М.: Углетехиздат, 1948. – 131 с.
5. Романовский В.И. Элементарный курс математической статистики. – М.: Госпланиздат, 1939. – 360 с.

*Рекомендовано до публікації д.г.-м.н. А.І. Каталенцем
09.12.08*