

проводимости с помощью программной среды LABVIEW / Н. Н. Беспалов, М. В. Ильин, С. С. Капитонов // Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологии National Instruments – 2012: сб. науч. тр. – М., - 2012. – Вып. XI. – С. 354-356.

12. Кучер Д.Б. Моделювання теплових пошкоджень напівпровідникових приладів імпульсним електромагнітним випромінюванням різної форми / Д.Б. Кучер, С.В., Тараненко, Л.В. Литвиненко, Т.В. Зонтова // Системи обробки інформації. 2013, випуск 7 (114) - С. 40-49.

13. Сосков А.Г. Анализ методов расчёта температуры полупроводниковой структуры силовых полупроводниковых приборов в условиях их работы в коммутационных полупроводниковых аппаратах / Сосков А.Г., Рак Н.О., Соскова И.А. // Электротехника і Електромеханіка. 2008. №1 –С.49-52.

14. Сосков А.Г. Методика розрахунку теплового режиму потужних керуємих напівпровідникових пристроїв силових комутаційних апаратів при тривалій дії струмового навантаження / А.Г. Сосков, І.О. Соскова, П.Н. Алаєв, Н.О. Рак // Світлотехніка та електроенергетика. № 7-8. – С. 70-76.

15. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник. – К.: Либідь, - 2005. – 680 с.

16. Плахтина О. Г. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи / О. Г. Плахтина, С. С. Мазепа, А. С. Куцик. – Львів : Видавництво НУ"ЛП", - 2002. 228 с.

17. Nazarenko, V.M., Lobov, V.I., Zhosan, A.A., Nechaeva, S.V. (2004). Universal program for automated choice of control circuit for induction motor drive of conveyer unit. Promyshlennaya Energetika. №.1, p.p.42-46.

18. Замятин В. Я. и др. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник / В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, В. М. Петухов. – М.: Радио и связь, - 1987. – 576 с., ил.

Рукопис подано до редакції 26.03.2018

УДК 622.013:622.34–047.44:622.27

М. В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц.,
Криворізький національний університет

ВПЛИВ ВТРАТ БАЛАНСОВО-ПРОМИСЛОВИХ ЗАПАСІВ І ЗБІДНЕННЯ ВМІСТУ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ПРОЦЕС УСЕРЕДНЕННЯ

Мета. Метою даної роботи є розробка методу маркшейдерського забезпечення визначення втрат балансово-промислових запасів, збіднення вмісту якісних показників корисних копалин і величин впливу на однорідність якісних показників залізорудної маси.

Методи дослідження. Розглянуто питання, як однорідність якісних характеристик складових залізорудної маси пов'язана із втратами балансово-промислових запасів і збідненням вмісту якісних показників корисних копалин. Формування кожного з одиничних потоків відбувається під впливом втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин. Виконано розрахунки характеристик усереднення вмісту якісних показників одиничних потоків залізорудної маси.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Отримано вираз, що показує, яким чином пов'язані між собою ознаки, які характеризують процеси усереднення вмісту якісних показників корисних копалин, втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин при роботі видобувної одиниці. При роботі окремої видобувної одиниці кількість і якість видобутої залізорудної маси, втрачених балансово-промислових запасів, кількість розубожуючих порід і вміст якісних показників усередненого заліза, пов'язаного з магнетитом, розглядаємо як випадкові процеси і для характеристики використаємо математичний апарат теорії випадкових кореляційних функцій.

Практична значимість. При розрахунках показників однорідності якісних складових залізорудної маси при експлуатації гірничовидобувних підприємств враховано вплив втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин на процес усереднення вмісту якісних показників корисних копалин. З урахуванням гірничо-геологічних умов видобутку зробити оцінку впливу втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин на однорідність якісного складу одиничного потоку залізорудної маси.

Результати. Виконано моделювання кількісних і якісних характеристик показників корисних копалин відособлених і взаємозалежних динамічних рядів для прогнозування якісних показників Криворізького родовища залізистих кварцитів. Доведено, що однорідність якісних характеристик складових загально рудничного потоку залізорудної маси залежить від однорідності одиничних потоків, що надходять із заборів окремих видобувних одиниць. Розглянуто методику моделювання кількісних і якісних характеристик показників корисних копалин дільниць залізистих кварцитів стосовно технології прогнозування з невеликими інтервалами дискретності.

Ключові слова: родовище, запаси, корисні копалини, якісні показники, збіднення, усереднення, втрати.

doi: 10.31721/2306-5435-2018-1-103-50-55

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Розробка залізородного родовища, покладу, рудного тіла чи дільниць супроводжується втратами балансово-промислових запасів і збідненням вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі безрудними прошарками і вмішуваними породами. Втрати балансово-промислових запасів залізістих кварцитів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі безпосередньо і істотно впливають на однорідність якісних показників залізородної маси, яку видобуваємо [1–3]. Під впливом втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі зростають коливання вмісту корисних компонентів у потоці.

Аналіз досліджень і публікацій. При розрахунках показників однорідності якісних складових залізородної маси при експлуатації і проектуванні гірничодобувних підприємств необхідно враховувати вплив втрат балансово-промислових запасів залізістих кварцитів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі на процес усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі [4,5]. У зв'язку із цим актуальні завдання вивчення процесів втрат балансово-промислових запасів залізістих кварцитів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі, виявлення закономірностей їх утворення і протікання в часі при різних системах і способах видобутку балансово-промислових запасів залізістих кварцитів з родовища, покладу, рудного тіла чи дільниць.

Постановка завдання. Виникає питання, як однорідність якісних характеристик складових залізородної маси, пов'язана із втратами балансово-промислових запасів і збідненням вмісту якісних показників корисних копалин. Однорідність якісних характеристик складових загальнорудничного потоку залізородної маси залежить від однорідності одиничних потоків, які надходять із забоїв окремих видобувних одиниць. В свою чергу, формування кожного з одиничних потоків залізородної маси відбувається під впливом втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі. Тому з урахуванням впливу втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі робимо, в першу чергу, розрахунки показників усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у одиничних потоках залізородної маси.

Викладення матеріалу та результати. Для розв'язку цієї задачі скористаємось [6,7,11] виразами балансу кількості залізородної маси і балансу кількості заліза, пов'язаного з магнетитом, при видобутку балансово-промислових запасів залізістих кварцитів B

$$D = B - P + V, \quad (1)$$

$$Da = Bc - Pc_{II} + Vb, \quad (2)$$

де D – кількість видобутих балансово-промислових запасів; P – кількість втрачених балансово-промислових запасів; V – кількість порід засмічуючих вміст якісних показників корисних копалин; a , c , c_{II} , b – вміст якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, відповідно у видобутих балансово-промислових запасах, у масиві балансово-промислових запасах, у втрачених балансово-промислових запасах і у породах засмічуючих вміст якісних показників корисних копалин.

Формули (1) і (2) справедливі для будь-якої дільниці родовища корисних копалин, яку технологічно відпрацьовуємо, тому їх можна використати для оцінки кількості заліза, пов'язаного з магнетитом, і вмісту якісних показників корисних копалин у залізородній масі, видобутої однією видобувною одиницею у певний період часу (годину, зміну, добу). Стосовно роботи однієї видобувної одиниці в i -у зміну вирази (1), (2) мають показники видобутку, втрат балансово-промислових запасів, збіднення вмісту якісних показників корисних копалин і вмісту якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, які встановлені для дільниць родовища, відпрацьованого в i -у зміну [11]. При цьому мінливості показників D_i , P_i , V_i , C_i та інші розглядаємо як випадкові функції, які змінюються протягом розглянутого періоду (місяця, кварталу і інше). Це значить, що при роботі окремої видобувної одиниці кількість і якість видобутої залізородної маси, втрачених балансово-промислових запасів, кількість розубожуючих порід і вміст якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, розглядаємо як випадкові процеси і для характеристики використати математичний апарат теорії випадкових функцій. У якості показників характеристик випадкових процесів втрат балансово-промислових запасів залізістих кварцитів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин приймаємо відповідно кореляційні функції r_{D_i} , r_{P_i} ,

r_{bb} . Якщо у формулу (2) підставити значення залежної змінної B , що визначено з рівності (1), то вираз для балансу кількості заліза, пов'язаного з магнетитом, при видобутку i -ї ділянки покладу корисних копалин з масиву залізистих кварцитів прийме вид

$$D_i a_i = D_i c_i + P_i c_i + B_i b_i - B_i c_i - P_i c_{Pi}. \quad (3)$$

Визначаємо коваріаційні функції правої і лівої частин рівності (3). Для цього визначаємо наявність взаємної кореляції випадкових функцій, які входять у вираз балансу кількості заліза, пов'язаного з магнетитом. В принципі задачу можна розв'язати у загальному виді з урахуванням взаємної кореляції всіх випадкових функцій D_i, P_i, B_i, C_i і т. д. [11]. Визначення впливу втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин на технологічні процеси видобутку та усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі приводить до необхідності розширення і поглиблення уявлень про сутність втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин. Збіднення вмісту якісних показників корисних копалин необхідно розглядати як процес залучення у видобутку пустих порід і некондиційної залізорудної маси. Для характеристики процесу збіднення вмісту якісних показників корисних копалин використовуємо математичний апарат теорії випадкових функцій. Тому обмежимося розглядом характерного випадку видобутку балансово-промислових запасів, при якому випадкові функції D_i, P_i, B_i є взаємно корелюючими, а всі інші випадкові функції, що входять у вираз (3), будемо вважати некорелюючими [11]. Для цих умов, враховуючи, що x і x' є значення випадкової функції, які відносимо до різних моментів часу t і t' (до різних перетинів випадкової функції), отримуємо

$$\begin{aligned} r_{DD'} r_{aa'} &= \overline{DD'} r_{aa'} + \overline{aa'} r_{DD'} = r_{DD'} r_{cc'} + \overline{DD'} r_{cc'} + \overline{cc'} r_{DD'} + r_{PPP'} r_{cc'} + \overline{PPP'} r_{cc'} + \\ &+ \overline{cc'} r_{PPP'} + r_{BB'} r_{cc'} + \overline{BB'} r_{cc'} + \overline{cc'} r_{BB'} + r_{PPP'} r_{c_{Pi} c_{Pi'}} + \overline{PPP'} r_{c_{Pi} c_{Pi'}} + \overline{c_{Pi} c_{Pi'}} r_{PPP'} + \\ &+ r_{BB'} r_{bb'} + \overline{BB'} r_{bb'} + \overline{bb'} r_{BB'} + 2r_{Dc, Pc} - 2r_{Dc, Bc} - 2r_{Dc, Pc_{Pi}} + 2r_{Dc, Bb} - 2r_{Pc, Bc} - \\ &- 2r_{Pc, Pc_{Pi}} + 2r_{Pc, Bb} + 2r_{Bc, Pc_{Pi}} - 2r_{Bc, Bb} - 2r_{Pc_{Pi}, Bb}, \end{aligned} \quad (4)$$

де $r_{x \times y, z \times u}$ – взаємна коваріаційна функція добутку $x \times y$ і $z \times u$ випадкових функцій x, y, z, u ; $M[x] = x$ – математичне очікування випадкової функції x .

Взаємні коваріаційні функції, які входять у вираз (4), визначаємо наступним способом:

$$r_{Dc, Pc} = M[Dc Pc] - M[Dc] M[Pc] = \overline{DP} \overline{c}^2 - \overline{Dc} \overline{Pc} = DP \sigma_c^2 r_{DP} (\sigma_c^2 + c^2), \quad (5)$$

де r_{DP} – взаємна коваріаційна функція випадкових функцій D_i і P_i .

$$\begin{aligned} \text{Аналогічно отримуємо [11]} \quad r_{Dc, Pc} &= \overline{DB} \sigma_c^2 + (\sigma_c^2 + \overline{c}^2) r_{DB}; \quad r_{Dc, Pc_{Pi}} = \overline{c} \overline{c_{Pi}} r_{DP}; \\ r_{Dc, Bb} &= \overline{c} \overline{b} r_{DB}; \quad r_{Pc, Bc} = \overline{PB} \sigma_c^2 + (\sigma_c^2 + \overline{c}^2) r_{PB}; \quad r_{Pc, Pc_{Pi}} = \overline{c} \overline{c_{Pi}} \sigma_{Pi}^2; \quad r_{Pc, Bb} = \overline{c} \overline{b} r_{PB}; \\ r_{Bc, Pc_{Pi}} &= \overline{c} \overline{c_{Pi}} r_{BP}; \quad r_{Bc, Bb} = \overline{c} \overline{b} \sigma_B^2; \quad r_{Pc_{Pi}, Bb} = \overline{c_{Pi}} \overline{b} r_{PB}. \end{aligned}$$

Підставляючи отримані значення коваріаційних функцій у вираз (4) і розв'язуючи його відносно $r_{aa'}$, будемо мати

$$\begin{aligned} r_{aa'} &= \frac{1}{r_{DD'} + \overline{DD'}} [(r_{cc'} + \overline{cc'}) (r_{DD'} + r_{PPP'} + r_{BB'}) + r_{cc'} (\overline{DD'} + \overline{PPP'} + \overline{BB'}) + \\ &+ r_{c_{Pi} c_{Pi'}} (r_{PPP'} + \overline{PPP'}) + r_{bb'} (r_{BB'} + \overline{BB'}) + (\overline{cc'} - 2\overline{c} \overline{c_{Pi}}) r_{PPP'} + (\overline{bb'} - 2\overline{c} \overline{b}) r_{BB'} - \\ &- \overline{aa'} r_{DD'} + 2r_{DP} (\sigma_c^2 + \overline{c}^2 - \overline{c} \overline{c_{Pi}}) - 2r_{DB} (\sigma_c^2 + \overline{c}^2 - \overline{c} \overline{b}) - \\ &- 2r_{PB} (\sigma_c^2 + \overline{c}^2 - \overline{c} \overline{b} - \overline{c} \overline{c_{Pi}} + \overline{c_{Pi}} \overline{b}) + 2\sigma_c^2 (\overline{DP} - \overline{DB} - \overline{PB})]. \end{aligned} \quad (6)$$

Отриманий вираз показує, яким чином пов'язані між собою показники, що характеризують процеси усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі, втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин при роботі окремої видобувної одиниці. В окремому випадку при $t=t'$ формулу (6) перетворимо у формулу для визначення дисперсії вмісту якісних показників усередненого заліза, пов'язаного з магнетитом, у залізорудній масі, яка має вигляд

$$\begin{aligned} \sigma_a^2 = & \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} [(\sigma_C^2 + \bar{c}^2)(\sigma_D^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_B^2) + \sigma_C^2(\bar{D}^2 + \bar{P}^2 + \bar{B}^2) + \\ & + \sigma_{c_{II}}^2(\sigma_{II}^2 + \bar{P}^2) + \sigma_B^2(\sigma_B^2 + \bar{B}^2) + (\bar{c}^2 - 2\bar{c}\bar{c}_{II})\sigma_{II}^2 + (\bar{b}^2 - 2\bar{c}\bar{b})\sigma_B^2 - \\ & \bar{a}^2\sigma_D^2 + 2K_{ДП}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) - 2K_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{b}) - \\ & - 2K_{ПВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{b} - \bar{c}\bar{c}_{II} + \bar{c}_{II}\bar{b}) + 2\sigma_C^2(\bar{D}\bar{P} - \bar{D}\bar{B} - \bar{P}\bar{B})]. \end{aligned} \quad (7)$$

де $K_{ДП}$, $K_{ДВ}$, $K_{ПВ}$ – кореляційні моменти величин D і P , D і B , P і B .

Розглянемо випадки, які зустрічаються на практиці видобування запасів корисних копалин.

1. Збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі проводимо забалансовими запасами. Це означає, що для визначення коваріаційної функції у формулі (6) слід припустити, що $b=b'=0$, $r_{bb}=0$.

$$\begin{aligned} r_{aa'} = & \frac{1}{r_{ДД'} + \bar{D}\bar{D}'} [(r_{cc'} + \bar{c}\bar{c}') (r_{ДД'} + r_{ПП'} + r_{ВВ'}) + r_{cc'}(\bar{D}\bar{D}' + \bar{P}\bar{P}' + \bar{B}\bar{B}') + \\ & + r_{c_{II}c'_{II}}(r_{ПП'} + \bar{P}\bar{P}') + r_{III}(\bar{c}\bar{c}' - 2\bar{c}\bar{c}_{II}) - \bar{a}\bar{a}'r_{ДД'} + 2r_{ДП}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) - \\ & - 2r_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2) - 2r_{ПВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) + 2\sigma_C^2(\bar{D}\bar{P} - \bar{D}\bar{B} - \bar{P}\bar{B})]. \end{aligned} \quad (8)$$

Для розрахунків дисперсії вмісту якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, при збідненні (розубоженні) пустими породами слід припустити, що $b=0$ і $\sigma_b=0$. Будемо мати

$$\begin{aligned} \sigma_a^2 = & \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} [(\sigma_C^2 + \bar{c}^2)(\sigma_D^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_B^2) + \sigma_C^2(\bar{D}^2 + \bar{P}^2 + \bar{B}^2) + \\ & + \sigma_{c_{II}}^2(\sigma_{II}^2 + \bar{P}^2) + \sigma_{II}^2(\bar{c}^2 - 2\bar{c}\bar{c}_{II}) - \bar{a}^2\sigma_D^2 + 2K_{ДП}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) - \\ & - 2K_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2) - 2K_{ПВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) + 2\sigma_C^2(\bar{D}\bar{P} - \bar{D}\bar{B} - \bar{P}\bar{B})]. \end{aligned} \quad (9)$$

2. Збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі відсутнє. Для розрахунку коваріаційної функції вмісту якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, в цьому випадку у формулі (8) необхідно прийняти, що $B=B'=0$, $r_{BB'}=0$. За таких умов отримаємо

$$\begin{aligned} r_{aa'} = & \frac{1}{r_{ДД'} + \bar{D}\bar{D}'} [(r_{cc'} + \bar{c}\bar{c}') (r_{ДД'} + r_{ПП'}) + r_{cc'}(\bar{D}\bar{D}' + \bar{P}\bar{P}') + r_{c_{II}c'_{II}}(r_{ПП'} + \bar{P}\bar{P}') + \\ & + r_{III}(\bar{c}\bar{c}' - 2\bar{c}\bar{c}_{II}) - \bar{a}\bar{a}'r_{ДД'} + 2r_{ДП}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) + 2\sigma_C^2\bar{D}\bar{P}']. \end{aligned} \quad (10)$$

Для розрахунку дисперсії у формулі (9) припустимо, що $B=0$, $\sigma_B=0$, $K_{ДВ}=0$, $K_{ПВ}=0$. Формулу (9) суттєво спростимо і вона прийме вид

$$\begin{aligned} \sigma_a^2 = & \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} [(\sigma_C^2 + \bar{c}^2)(\sigma_D^2 + \sigma_{II}^2) + \sigma_C^2(\bar{D}^2 + \bar{P}^2) + \sigma_{c_{II}}^2(\sigma_{II}^2 + \bar{P}^2) + \\ & + \sigma_{II}^2(\bar{c}^2 - 2\bar{c}\bar{c}_{II}) - \bar{a}^2\sigma_D^2 + 2K_{ДП}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{c}_{II}) + 2\sigma_C^2\bar{D}\bar{P}']. \end{aligned} \quad (11)$$

3. Втрати балансово-промислових запасів при видобутку відсутні. Це означає, що у формулі (6) значення всіх показників, пов'язаних із втратами балансово-промислових запасів слід прийняти такими, що дорівнюють нулю. При цьому будемо мати

$$\begin{aligned} r_{aa'} = & \frac{1}{r_{ДД'} + \bar{D}\bar{D}'} [(r_{cc'} + \bar{c}\bar{c}') (r_{ДД'} + r_{ВВ'}) + r_{cc'}(\bar{D}\bar{D}' + \bar{B}\bar{B}') + r_{bb'}(r_{ВВ'} + \bar{B}\bar{B}') + \\ & + r_{ВВ'}(\bar{b}\bar{b}' - 2\bar{c}\bar{b}') - \bar{a}\bar{a}'r_{ДД'} - 2r_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{b}') - 2\sigma_C^2\bar{D}\bar{B}]. \end{aligned} \quad (12)$$

Дисперсію для цього випадку отримаємо з виразу (7), приймаючи всі значення показників втрат балансово-промислових запасів залізистих кварцитів, що дорівнюють нулю.

$$\begin{aligned} \sigma_a^2 = & \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} [(\sigma_C^2 + \bar{c}^2)(\sigma_D^2 + \sigma_B^2) + \sigma_C^2(\bar{D}^2 + \bar{B}^2) + \sigma_B^2(\sigma_B^2 + \bar{B}^2) + \\ & + \sigma_B^2(\bar{b}^2 - 2\bar{c}\bar{b}') - \bar{a}^2\sigma_D^2 - 2K_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2 - \bar{c}\bar{b}') - 2\sigma_C^2\bar{D}\bar{B}]. \end{aligned} \quad (13)$$

4. Втрати балансово-промислових запасів відсутні і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі проводимо забалансовими запасами. У цьому випадку у формулі (12) приймаємо $b=b'=0$, $r_{bb'}=0$, а вираз для розрахунків прийме вид

$$r_{aa'} = \frac{1}{r_{ДД'} + \bar{D}^2} [(r_{cc'} + \bar{c}\bar{c}') (r_{ДД'} + r_{ВВ'}) + r_{cc'}(\bar{D}\bar{D}' + \bar{B}\bar{B}') - \bar{a}\bar{a}'r_{ДД'} - 2r_{ДВ}(\sigma_C^2 + \bar{c}^2) - 2\sigma_C^2\bar{D}\bar{B}]. \quad (14)$$

Аналогічно з формули (13) отримаємо вираз для розрахунків дисперсії вмісту якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} [(\sigma_c^2 + \bar{c}^2)(\sigma_D^2 + \sigma_B^2) + \sigma_c^2(\bar{D}^2 + \bar{B}^2) - \bar{a}^2\sigma_D^2 - 2K_{DB}(\sigma_c^2 + \bar{c}^2)]. \quad (15)$$

При відсутності втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин, як впливає з формул (14) і (15), коваріаційна функція і дисперсія вмісту якісних показників усередненого заліза, пов'язаного з магнетитом, залежать тільки від вмісту якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, у надрах

$$r_{aa} = \frac{1}{r_{DD} + \bar{D}^2} (r_{cc} \cdot r_{DD} + \bar{c} \bar{c}' r_{DD} + \bar{D} \bar{D}' r_{cc} - \bar{a} \bar{a}' r_{DD}), \quad (16)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{\sigma_D^2 + \bar{D}^2} (\sigma_c^2 \sigma_D^2 + \sigma_D^2 \bar{c}^2 + \sigma_c^2 \bar{D}^2 - \bar{a}^2 \sigma_D^2) \quad (17)$$

що підтверджує справедливості встановлених залежностей.

Формули (1)–(17) дозволяють з урахуванням гірничо-геологічних умов видобутку зробити оцінку впливу втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі на однорідність якісного складу одиничного потоку залізорудної маси, що надходить із забоїв окремих видобувних одиниць. Найбільші труднощі представляє виявлення коваріаційних функцій $r_{bb'}$, $r_{bb'}$, $r_{pp'}$, $r_{pp'}$ при підземному способі видобування балансово-промислових запасів, так як цього дотепер не виконували і пов'язано з постановкою спеціальних досліджень. Такий підхід дає можливість кількісно оцінити вплив збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі на процес внутрішньорудничого усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі. У зв'язку із цим актуальні завдання вивчення процесів втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі, виявлення закономірностей їх утворення і протікання в часі при різних системах і способах видобування балансово-промислових запасів залізистих кварцитів з родовища, покладу, рудного тіла чи дільниць. Процеси втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин в найбільш загальному випадку нерівномірні, тобто в однакові інтервали часу у видобування залучаємо різну кількість порід з різним вмістом якісних показників заліза, пов'язаного з магнетитом, а також втрачаємо різну кількість балансово-промислових запасів з різним вмістом якісних показників корисних копалин. Для підвищення однорідності показників якісних складових залізорудної маси, доцільно так організувати видобуток, щоб процеси втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі протікали у часі рівномірно.

Оцінюючи вплив збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі на усереднення вмісту якісних показників необхідно мати на увазі, що між середньою величиною збіднення (розубоження) і середнім квадратичним відхиленням є залежність (рис. 1). Вона виявлена у результаті аналізу звітних даних гірничовидобувних підприємств Кривбасу протягом декількох десятків років. Результати кореляційного аналізу свідчать про наявність зв'язку між розглянутими величинами: коефіцієнт кореляції дорівнює 0,7, похибка коефіцієнта кореляції становить 0,04 і свідчить про вірогідність отриманих результатів та рівняння регресії.

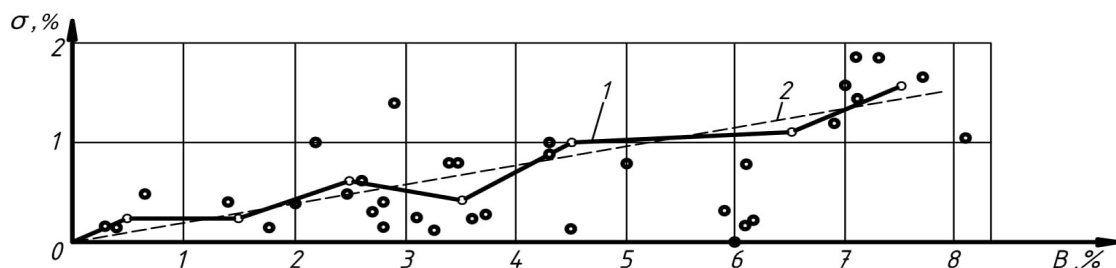


Рис. 1. Залежність середнього квадратичного відхилення величини збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси від її середнього значення: 1 – емпірична крива; 2 – рівняння регресії

Висновки та напрямок подальших досліджень. Визначення впливу втрат балансово-промислових запасів і засмічення вмісту якісних показників корисних копалин на технологічні процеси видобутку та усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі приводить до необхідності розширення і поглиблення уявлень про сутність втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин. Збіднення вмісту якісних показників корисних копалин розглядаємо як процес залучення у видобуток пустих порід і забалансових запасів. Для характеристики процесу збіднення вмісту якісних показників корисних копалин використовуємо математичний апарат теорії випадкових функцій. Залежність середнього квадратичного відхилення величини збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси від її середнього значення спрощує розрахунки і оцінку впливу збіднення вмісту якісних показників корисних копалин на процес усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси, так як виключає необхідність проведення експериментальних робіт. Наявність такої закономірності пояснюємо тим, що середня величина завжди пов'язана з розмахом коливань збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси, тобто з величиною середнього квадратичного відхилення. Для підвищення однорідності показників якісних складових залізорудної маси, доцільно так організувати видобуток, щоб процеси втрат балансово-промислових запасів і збіднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси протікали у часі рівномірно.

Список літератури

1. Гудков В. М., Васильев В. М., Николаев К. П. Прогноз и планирование качества полезного ископаемого. М., Недра, 1976.
2. Бастан П. П., Азбель Е. И., Ключкин Е. И. Теория и практика усреднения руд. М., Недра, 1979.
3. Арсеньев С. Я., Прудовский А. Д. Внутрикатьерное усреднение железных руд. М., Недра, 1980.
4. Новые направления в маркшейдерии. Монография / В. Д. Сидоренко, П. И. Федоренко, Н. В. Шолох, А. В. Переметчик. – Кривой Рог : Издательский центр КТУ, 2010. – 265 с.
5. Шолох М. В. Визначення мінімального об'єму для усереднення рудної сировини / М. В. Шолох, О. Л. Топчий, М. П. Сергєєва // Зб. наукових праць «Вісник КТУ». – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 25. – С. 68–72.
6. Шолох Н. В., Топчий А. Л. Направления развития системы обработки маркшейдерско-геологической информации / М. В. Шолох, А. Л. Топчий // Сб. научных трудов «Разработка рудных месторождений». – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 93. – С. 94–97.
7. Шолох М. В. Точність визначення об'єму блоків при підрахунку запасів руди при відкритій розробці родовищ / В. Д. Сидоренко, М. В. Шолох, М. П. Сергєєва // Сб. научных трудов «Горнорудная и металлургическая промышленность». – Днепропетровск, 2015. – Вип. 1(272). – С. 108–112.
8. Шолох М. В. Моделювання процесів формування якості руди і корисної копалини у рудній сировині рудного потоку / М. В. Шолох // Науково – техн. збірник «Гірничий вісник» ДВНЗ «КНУ». – Кривий Ріг, 2015. – Вип. 100. – С. 111–116.
9. Шолох М. В. Внутрішньокатьєрне усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у потоці залізорудної маси / М. В. Шолох, В. О. Ложа // Науково – техн. збірник міжнародної науково – техн. інтернет-конференції «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі», 14 грудня 2016 р. – ДВНЗ «КНУ»: Кривий Ріг, 2016. – С. 71.
10. Шолох М. В. Моделювання динамічних рядів прогнозування якісних показників руди і корисної копалини у рудній сировині / М. В. Шолох // Науково – техн. збірник «Гірничий вісник» ДВНЗ «КНУ». – Кривий Ріг, 2016. – Вип. 101. – С. 49–55.
11. Шолох М. В. Методика визначення і нормування вмісту якісних показників корисних копалин у промислово-балансових запасах / М. В. Шолох. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2016. – 160 с.
12. Шолох М. В. Обґрунтування числа видобувних одиниць для внутрішньорудничного усереднення вмісту якісних показників корисних копалин у залізорудній масі / М. В. Шолох // Матеріали міжнародної науково – техн. конференції «Розвиток промисловості та суспільства». – ДВНЗ «КНУ»: Кривий Ріг, 2017. – Том 1. – С. 92.
13. Шолох М. В. Нормування готових до видобування балансово-промислових запасів залістистих кварцитів при відкритому способі / М. В. Шолох // Сб. научных трудов «Качество минерального сырья». – ФАП Черняховский Д. А. – Кривой Рог, 2017. – С. 471–478.
14. Sholokh M. V. Mine surveying support for internal career averaging of qualitative indicators of minerals in the quarry ore line / M. V. Sholokh // For participation in the 2nd International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Mining Industry». December 14, 2017, Kryvyi Rih. – s. 173.
15. Sholokh M. V. Variance in the ready-to-extract balance industrial deposits with a view of the planned performance of the producing units / M. V. Sholokh, M. P. Sergieieva // For participation in the 2nd International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Mining Industry». December 14, 2017, Kryvyi Rih. – s. 175.
16. Sholokh M. V. Methodology for the standardization losses of ready-to-extract solid minerals / M. V. Sholokh // For participation in the 2nd International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Mining Industry». December 14, 2017, Kryvyi Rih. – s. 179.

Рукопис подано до редакції 11.04.2018