

І. А. Белкіна, асп.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ОБСЯГІВ ПАРТІЙ ПОСТАВОК РУДИ НА СОБІВАРТІСТЬ КОНЦЕНТРАТУ

Розроблено модель впливу обсягів партій подачі руди на виробничу собівартість залізорудного концентрату. Описаний вплив розраховано для трьох значень продуктивності першої дробарки в технологічному ланцюзі дробарної фабрики. Виявлено фактори формування динамічних параметрів рудоподачі. Встановлено, що залежність собівартості від обсягу партій подачі руди має вигляд нелінійної функції з екстремумом.

Вступ

Постановка проблеми. Одним з основних економічних показників діяльності виробничого підприємства є собівартість виготовленої продукції. В умовах гірничо-збагачувальних підприємств, ціна на продукцію яких в значній мірі визначається попиту і пропозицією, зниження собівартості стає особливо важливим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В дослідженнях у галузі економіки збагачувальних підприємств [1, 2] зазначається, що економічні результати діяльності підприємства залежать від показників якості сировини, що перероблюється.

В роботах, у яких розглядаються методи управління якістю руди [3, 4], показники коливань якості розглядаються здебільшого «у статистиці» — як числові характеристики випадкової величини вмісту основного компонента в деякому об'ємі руди. В роботі [5] вміст заліза в руді розглядався вже як випадковий процес, а також показаний механізм впливу динамічних параметрів (тривалості і періоду) подачі руди на коливання її якості і на техніко-економічні показники збагачення. В тому ж дослідженні зазначалося, що тривалість подачі руди цілком залежить від кількості подрібнюваної руди і від продуктивності першого агрегату в технологічному ланцюзі дробарної фабрики — дробарки крупно-кускового дроблення. Проте, вплив цих показників на якість руди і техніко-економічні показники розкрито не було. Окрім того, у моделюванні впливу динамічних параметрів, вони не були пов'язані між собою.

Метою статті є встановлення закономірностей процесу формування динамічних параметрів рудоподачі, що впливають на собівартість концентрату, а також виявлення факторів, що формують ці динамічні параметри.

Основний текст

Виробнича собівартість 1 т концентрату можна розрахувати за формулою

$$C = \frac{C_p}{\gamma_k}, \quad (1)$$

де C_p — сукупність витрат на видобуток, транспортування, дроблення і переділу 1 т руди до концентрату з урахуванням витрат на виймання, транспортування і зберігання пустих порід; γ_k — вихід концентрату з руди.

У розрахунках впливу коливань якості на економічні показники збагачення, вихід концентрату з руди γ_k береться як функція від середньоквадратичного відхилення або дисперсії вмісту заліза в руді $\gamma_k(D)$. Практикою роботи гірничо-збагачувальних підприємств показано, що зі збільшенням коливань якості руди, знижується вихід з неї концентрату [3]. Дисперсія вмісту заліза в руді, що подається на збагачення може бути розрахована на основі функції спектральної щільності. В умовах цієї задачі доцільно розглядати лише спектр позитивних частот:

$$D = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) d\omega; \quad (2)$$

$$S(\omega) = S_0(\omega) \cdot |K_d(i\omega)K_6(i\omega)|^2, \quad (3)$$

де $S(\omega)$ — спектральна щільність стаціонарної випадкової функції вмісту основного компонента в руді перед подачею її на збагачення; $S_0(\omega)$ — спектральна щільність стаціонарного випадкового процесу подачі руди на дроблення; $K_d(i\omega)$ — частотна передаточна функція дробарної фабрики; $K_6(i\omega)$ — частотна передаточна функція бункеру.

Спектральна щільність стаціонарного випадкового процесу подачі руди на дроблення в роботі [5] представлена спектральною щільністю імпульсного випадкового процесу з динамічними параметрами тривалості імпульсу τ (часу роботи дробарки по руді) і періоду імпульсу T (період подачі руди):

$$S_0(\omega) = \frac{2\tau^2}{T} \frac{\sin^2 \frac{\omega\tau}{2}}{\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T}\right) \right], \quad (4)$$

де T — період подачі руди; τ — тривалість подачі руди (тривалість імпульсу); α — середній вміст корисного компонента; σ^2 — дисперсія вмісту корисного компонента в обсягах партій партіями (дисперсія імпульсів); $\delta(x)$ — дельта-функція.

У [5] продемонстровано, що дисперсія коливань якості руди і, відповідно, виробнича собівартість 1 т концентрату, що подається на дроблення, обернено пропорційна періоду подачі руди T і прямо-пропорційна тривалості подачі руди τ .

Тривалість дроблення партії руди τ може бути розрахована як відношення маси партії до продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення, що є першою ланкою технологічного ланцюга фабрики дроблення :

$$\tau = \frac{M}{Q}, \quad (5)$$

де M — маса руди в кожній партії; Q — продуктивність дробарки крупно-кускового дроблення по масі.

Продуктивність дробарки Q в умовах діючої фабрики — це величина задана технологічним паспортом відповідного устаткування. Розглянемо докладніше, як розраховуються середні обсяги партій M у разі використання залізничного транспорту.

Маса партії може бути обчислена як добуток вантажопідйомності думпкарів на їх кількість у потязі

$$M = z \cdot m, \quad (6)$$

де z — кількість думпкарів у потязі; m — фактична вантажопідйомність думпкару.

Кількість думпкарів, відповідно до [6] розраховується за формулою

$$z = \frac{m_{\text{п}} - P}{m_0 + m}, \quad (7)$$

де P — маса електровоза, т.; m_0 — тара думпкару, т.; $m_{\text{п}}$ — гранична маса потяга за зчепленням; m — фактична вантажопідйомність думпкару.

З формули (7) випливає, що кількість думпкарів у потязі — величина задана. Підставивши (7) в (6), отримаємо значення обсягу партії руди:

$$M = \frac{m(m_{\text{п}} - P)}{m_0 + m}. \quad (8)$$

Всі елементи формули (8) є технічно обґрунтованими характеристиками транспортного локомотиво-складу, детермінованими величинами. Підставивши (8) у (5), стає очевидним, що тривалість роботи по руді τ є невідповідною величиною. Аналіз формул (5) і (8) вказує на

те, що тривалість подачі руди на дроблення визначається суто технічними факторами.

Розглянемо тепер докладніше період подачі руди T . Час циклу одного локомотиво-складу становить

$$T_{\text{л}} = t_{\text{нав.}} + t_{\text{розв.}} + \theta_{\text{нав.}} + \theta_{\text{розв.}} + \theta_{\text{ц}}, \quad (9)$$

де $t_{\text{нав.}}$ — нормативний час руху від пункту навантаження до фабрики дроблення на робочому ході; $t_{\text{розв.}}$ — нормативний час руху від фабрики дроблення до пункту навантаження на холостому ході; $\theta_{\text{нав.}}$ — нормативна пауза за цикл на навантаження, а також на всі маневри на пункті навантаження; $\theta_{\text{розв.}}$ — нормативна пауза за цикл на розвантаження, а також на всі маневри на пункті розвантаження; $\theta_{\text{ц}}$ — розмір відхилення тривалості циклу від нормативного через дію факторів, що мають випадковий характер.

Визначивши тривалість рейсу одного локомотиву, знехтувавши розміром відхилення від тривалості циклу, можна визначити кількість локомотивів, необхідну для обслуговування пункту навантаження [7]:

$$Z_{\text{л}} = \frac{AT_{\text{л}}k_{\text{л}}}{zmt_{\text{по}}}, \quad (10)$$

де A — продуктивність пункту навантаження (складу з шихтування) впродовж зміни; $k_{\text{л}}$ — коефіцієнт нерівномірності відкатки локомотиву; $t_{\text{по}}$ — плановий оперативний час роботи локомотиву за зміну.

Кількість циклів i , відповідно, кількість поставок руди, виконана за зміну усіма локомотиво-складами розраховується

$$n_{\text{цл}} = \frac{t_{\text{по}}}{T_{\text{л}}} Z_{\text{л}}. \quad (11)$$

Припустивши, що поставки руди з кар'єру до дробарної фабрики розподілені рівномірно у часі, середній період подачі руди з кар'єру на дробарку фабрику можна розрахувати

$$\bar{T} = \frac{t_{\text{зм}}}{n_{\text{цл}}}, \quad (12)$$

де $t_{\text{зм}}$ — тривалість зміни.

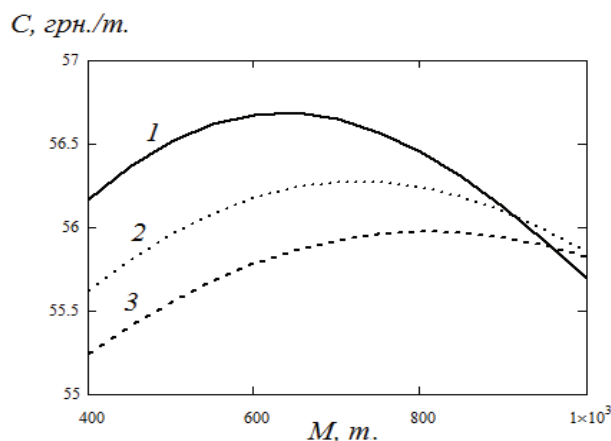
Підставивши у вираз (12) формули (11) і (10), отримаємо:

$$\bar{T} = \frac{t_{\text{зм}}M}{Ak_n}; \quad (13)$$

$$\bar{T} = \frac{t_{\text{зм}}mz}{Ak_n}. \quad (14)$$

Проте, період подачі руди, на відміну від її тривалості, має випадкову складову $\theta_{\text{ц}}$, що визначається незапланованими затримками з провини робітників, аваріями і поломками, затримками через погодні умови і т. д. Всі ці фактори можна об'єднати в такі групи: погодні, технологічні, технічні, організаційні і соціально-економічні. Найбільший вплив на період подачі руди мають технічні і організаційні фактори. Чим краще організована робота гірничо-транспортного комплексу, тим менше відхилення тривалості циклу від нормативного.

Зробивши припущення, що поставки руди з кар'єру до дробарної фабрики розподілені рівномірно у часі, не лише динамічний параметр τ , але і період подачі T можна представити функціями вантажопідйомності думпкару — $\tau(m)$ і $T(m)$ — або обсягу партії — $\tau'(M)$ і $T'(M)$. Представлення динамічних параметрів як функцій від однієї змінної дозволить більш наглядно відобразити вплив аргументу на економічні показники збагачення. Підставивши в розрахунок спектральної щільності (4) замість констант функції $\tau'(M)$ і $T'(M)$ можна розрахувати вплив обсягів поставок руди на собівартість концентрату, графічно показаного на рисунку, де C_p береться в розмірі 25 грн.



Розрахований вплив обсягів партій руди на собівартість залізорудного концентрату:
 1 — для $Q = 2100$ т/год; 2 — для $Q = 2400$ т/год; 3 — для $Q = 2700$ т/год

З графіка випливає, що вплив обсягів поставок руди на виробничу собівартість залізорудного концентрату має нелінійний характер. Значення обсягів поставок, за яких собівартість концентрату набуває найбільшого значення, змінюється відповідно до різних значень продуктивності дробарки крупно-кусового дроблення.

Висновки

Виявлено, що динамічні параметри рудоподачі формуються, здебільшого, під впливом технічних характеристик обладнання. Встановлено, що вплив обсягу партій подачі руди на собівартість має нелінійний характер із вираженим максимумом. Значення максимуму функції собівартості залежить від продуктивності першого агрегату в технологічному ланцюзі дробарної фабрики — дробарки крупно-кусового дроблення.

Оскільки у розрахунку впливу собівартості враховується продуктивність пункту навантаження за зміну, розроблена модель може використовуватись у плануванні і оновленні транспортного парку гірничотранспортного комплексу гірничо-збагачувального підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варава Л. Н. Стратегическое управление горнодобывающими предприятиями : моног. / Л. Н. Варава. — Донецк : ИЭП НАН Украины, 2006. — 356 с.
2. Экономика обогащения руд черных металлов / [В. В. Осмоловский, В. Г. Мацеев, Н. Л. Ковалевич, М. М. Бесмертний]. — М. : Недра, 1972 — 232 с.
3. Новожилов М. Г. Качество рудного сырья черной металлургии / Новожилов М. Г., Ройзен Я. Ш., Эрперт А. М. — М. : Недра, 1977. — 415 с.
4. Зарайский В. Н. Усреднение руд / В. Н. Зарайский, К. П. Николаев, К. В. Казанский. — М. : Недра, 1975. — 240 с.
5. Кочура Є. В. Залежність собівартості залізорудного концентрату від динамічних параметрів рудопотоку на виході кар'єру / Є. В. Кочура, І. А. Белкіна // Науковий вісник національного гірничого університету. Тематичний випуск. Економіко-правові умови діяльності підприємств. — 2011. — С. 16—21.
6. Транспорт на гірничих підприємствах : підруч. для вузів / [авт. доповнень, змін та корегування: М. Я. Біліченко, Г. Г. Півняк, О. О. Ренгевич та ін.]. — 3-тє вид. — Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2005. — 636 с.
7. Транспорт на горных предприятиях / [Б. А. Кузнецов, В. А. Ярмизин, А. А. Ренгевич, И. А. Эренбург]. — М. : Недра, 1970. — 644 с.

Рекомендована кафедрою відновлювальної енергетики та транспортних електросистем і комплексів

Стаття надійшла до редакції 26.03.12
 Рекомендована до друку 25.04.12

Белкіна Ірина Анатоліївна — аспірантка кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій.

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ