

УДК 622.1:622.342

А. Курманкожаев¹, Д.Ж. Бастаубаева², Г.К. Байдаулетова²¹Казахский национальный технический университет имени К. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
E-mail: carlugast69@mail.ru**Оценка зависимостей между выходами качествообразующих горных масс при выемке запасов полезных ископаемых****Аннотация.** В статье рассмотрены различные аспекты зависимостей между выходами качествообразующих горных масс на основании моделей процесса перемешивания приконтактных разновидностей при выемке запасов полезных ископаемых**Ключевые слова:** потери, разубоживание, процесс, модель, зона, показатели добычи.

Стержневым, обобщающим и характеризующим показателем процесса качествообразования являются показатели перемешивания. Основными из них являются предельные (возможные) перемешиваемые размеры приконтактных разновидностей горной массы ($B_0\Pi_0$) и их количественные соотношения относительно общей мощности зоны перемешивания. Уровень и количественные соотношения этих величин, формируемые в процессе перемешивания приконтактных горных масс, по сути, определяют геометрию залежи, сложностью и технологией отработки приконтактных зон.

Модели формирования взаимосвязи потерь и разубоживания руды на основании моделей процесса перемешивания приконтактных разновидностей горной массы могут быть представлены в виде:

$$\begin{aligned} B_T &= B_0 - q_{mn} e^{k_1 \Pi_T} \\ \Pi_T &= \Pi_0 - q_{mp} e^{k_2 B_T} \end{aligned} \quad (1)$$

где k_1, k_2 – эмпирические параметры зависимости; q_{mn}, q_{mp} – количества неизбежно прихватываемых слоев пород и руд, допускаемых при попытке полной зачистки контакта.

ваемых слоев пород и руд, допускаемых при попытке полной зачистки контакта.

Как видно, в структуру модели включены технологически неизбежно перемешиваемые и допускаемые предельные размеры внутрирудных включений ($q_{вкл}$) и технологического слоя ($q_{тс}$) прихватываемых непромышленных разновидностей горной массы ($q_i = q_{вкл} - q_{тс}$). Здесь величина допускаемого минимального размера технологического слоя прихватываемых непромышленных масс при попытке полной зачистки геологической поверхности залежи без каких-либо потерь является величиной технически неизбежной и в средней построенной для конкретной техники ведения работ [1].

Ввиду необходимости достаточного большого объема статистических данных по приконтактным зонам определение эмпирических коэффициентов (k_1, k_2) не всегда возможно. Кроме того, в этом случае, как правило, допускаются существенные неточности и нежелательные предполагаемые результаты.

В связи с этим аналитические выражения модели приводятся к более приемлемому упрощенному виду:

$$\begin{aligned} B_T &= B_0 - q_{mn} e^{k_1 \Pi_T} \\ \Pi_T &= \Pi_0 - q_{mp} e^{k_2 B_T} \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь, как видно, внутрирудные включения горной массы и размер прихвата минимального технологического слоя учитываются с коэффициентами a_p, a_2 , значения которых устанавливаются, исходя из геометрии массива, и регулируются уровнем величин B_0, Π_0 (может быть принято $a_1 = a_2 = 0$).

Размеры величин B_0, Π_0 зависят от значения рудной и породной мощностей перемешиваемых разновидностей горной массы (t^p, t^{Π}), изменчивости геометрии геологической поверхности залежи (φ_k), протяженности и высоты отработки зоны перемещения ($L_0, h\Pi$), которые в совокупности могут быть оценены единым показателем сложности приконтактной зоны перемешивания φ_{nz} .

Формулы определения предельных размеров перемешиваемых руд и пород B_0, Π_0 , имеет вид:

$$\begin{cases} S_{B_0} = \left(1 + \frac{\varphi_k}{2}\right)^{-\Pi} t_T \times l_0 = \varphi_{nz}^p \times m_{nz} \times l_0, M \\ S_{\Pi_0} = \left(1 + \frac{\varphi_k}{2}\right)^{-P} t_T \times l_0 = \varphi_{nz}^n \times m_{nz} \times l_0, M \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \varphi_{nz}^p = \frac{S_{np}}{S_{nz}} = \left(1 + \frac{\varphi_k}{2}\right) \times \frac{t_T^{-P}}{m_{nz}}, \text{ дол.ед.} \\ \varphi_{nz}^n = \frac{S_{nn}}{S_{nz}} = \left(1 + \frac{\varphi_k}{2}\right) \times \frac{t_T^{-P}}{m_{nz}}, \text{ дол.ед.} \end{cases} \quad (4)$$

Таким образом, использование найденного комплекса взаимосвязей величин $t^p, t^{\Pi}, \varphi_k, \varphi_{nz}, m_{nz}, l_0, S_{nz}$ позволяет структуризовать предварительно полученные аналитические виды моделей формирования взаимосвязи потерь и разубоживания руд в более завершённом виде:

$$\left. \begin{aligned} B_T &= \varphi_{nz}^n \times S_{nz} e^{-\lambda_1 \Pi_T} \\ \Pi_T &= \varphi_{nz}^p \times S_{nz} e^{-\lambda_2 B_T} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Здесь $S_{nz} = m_{nz} \times l_0$

Полученные аналитические виды модели показывают, что на формирование взаимосвязи величин

потерь и разубоживания руд в процессе перемешивания приконтактных разновидностей горных масс при их отработке непосредственно влияют горно-геометрические параметры: кондиционно-технологический показатель, сложность перемешивания контакта и приконтактной зоны рудной залежи, высота распространения перемешивания, протяженность и площадь технологической поверхности обработки приконтактной зоны [2].

Важным параметром в структуре математической модели перемешивания руд, потерь и разубоживания является кондиционно-технологический параметр (λ), определяемый по формуле:

$$\lambda_1 = \frac{(C_{\sigma} - \alpha_{\sigma})}{B_0 (\alpha_{\sigma} - b)}, \lambda_2 = \frac{(\alpha_{\sigma} - b)}{\Pi_0 (C_{\sigma} - \alpha_{\sigma})}, \text{ дол.ед.} \quad (6)$$

Здесь λ является параметром управления, позволяющим технологическое регулирование уровнем и соотношением качества, потерь и разубоживания руды, чтобы соблюдать их оптимальность в процессе ведения добычных работ (бурении, взрыва, селекции и т.д.). На основе этого параметра найден подход, с помощью которого получено аналитическое выражение, описывающее зависимости потерь и разубоживания руды от кондиционного передела и, наоборот, зависимости кондиционного передела от потерь и разубоживания руды. Это позволяет оптимальное соотношение между потерями и разубоживанием руды устанавливать в сочетании с бортовым или браковочным содержанием.

Таким образом, математическую модель формирования взаимосвязи потерь и разубоживания руды можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} B_T &= \varphi_{nz}^n \times S_{nz} \times \exp \left[-\frac{\Pi_T (\alpha_{\sigma} - b)}{\Pi_0 (C_{\sigma} - \alpha_{\sigma})} \right] \\ \Pi_T &= \varphi_{nz}^p \times S_{nz} \times \exp \left[-\frac{B_T (C_{\sigma} - \alpha_{\sigma})}{B_0 (\alpha_{\sigma} - b)} \right] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Как видно из полученной модели, взаимосвязь величин потерь и разубоживания руды при добыче аналитически описывается через комплекс разнообразных горно-геометрических показателей зон их образования: $\varphi_{nz}, a, C_{\sigma}, b, \Pi_0, B_0, S_{nz} = m_{nz} \times l_0$.

Математическая модель формирования браковочного передела перемешивания приконтакт-

ных разновидностей горной массы может быть построена с помощью взаимосвязи этой величины с потерями, разубоживанием, промышленным минимальным содержанием и другими показателями приконтактных зон [3].

Аналитическое выражение основного уравнения взаимосвязи кондиционного передела и параметров перемешивания приконтактных разновидностей горной массы для условия обоих контуров отработки приконтактных зон выводится из уравнений перемешивания и имеет вид:

$$\begin{cases} \alpha_{нк} = \frac{C_{\sigma}}{1 + \left(\frac{B_{ну}}{P_T}\right)} + \frac{b}{1 + \left(\frac{P_T}{B_{ну}}\right)} \leq \alpha_{\sigma} \\ \alpha_{к} = \frac{C_{\sigma}}{1 + \left(\frac{B_T}{P_{ну}}\right)} + \frac{b}{1 + \left(\frac{P_{ну}}{B_T}\right)} \geq \alpha_{\sigma} \end{cases} \quad (8)$$

где $\alpha_{нк}$ – значение кондиционного передела по вскрышной полосе перемешивания, которое по уровню меньше значения бортового содержания, % ($\alpha_{нк} \leq \alpha_{\sigma}$); $\alpha_{к}$ – значение кондиционного передела по добычной полосе перемешивания, которое по уровню больше значения бортового содержания, % ($\alpha_{к} \geq \alpha_{\sigma}$).

Математическая модель взаимосвязи браковочного передела, потерь и разубоживания руд имеет вид:

$$\begin{cases} \alpha_{\sigma} = C_{\sigma} \left(1 + \frac{B_0 - B_T}{P_T}\right)^{-1} + B \left(\frac{P_T}{B_0 - B_T} + 1\right)^{-1}, \% \\ \alpha_{\sigma} = C_{\sigma} \left(1 + \frac{B_T}{P_0 - P_T}\right)^{-1} + b \left(\frac{P_0 - P_T}{B_T}\right)^{-1}, \% \end{cases} \quad (9)$$

Полученные математические модели аналитически описывают взаимосвязи браковочного передела, потерь и разубоживания руды с учетом предельного уровня объемов перемешиваемых руд (P_0) и пород (B_0) по приконтактным зонам залежи и отражают закономерности динамики их формирования при добыче.

Немаловажное значение в практике имеет другая разновидность этой математической модели. Она выводится путем совместного решения систем уравнений перемешивания и описывает взаимосвязи кондиционного передела и потерь руды через величины предельного объ-

ема примешиваемой породы с промышленной рудой (B_0), а также взаимосвязи кондиционного передела и разубоживания руды через величины предельного объема промышленной руды, перемешиваемой с породой (P_0). Обе зависимости структурированы с привлечением кондиционно-технологического параметра (λ), который играет роль доминирующего показателя.

Полученная математическая модель взаимосвязи кондиционного передела, потерь руды и кондиционно-технологического параметра связи имеет вид:

$$\begin{cases} \alpha'_{к} = \alpha_{нк} = \frac{P_T C_{\sigma} + B_0 (1 - e^{-\lambda P_T}) b}{P_T + B_0 (1 - e^{-\lambda P_T})}, T \\ \alpha''_{\sigma} = \alpha_{нк} = \frac{P_T C_{\sigma} + q_{mn} e^{K P_T} b}{P_T + q_{mn} e^{K P_T}}, T \end{cases} \quad (10)$$

Две разновидности модели α' , α'' получены, исходя из используемых уравнений, т.е. в первом случае (α') использовано полное уравнение закономерности перемешивания с параметром λ , во втором случае (α'') использовано локальное уравнение перемешивания с коэффициентом K .

Отсюда:

1. Полученные модели зависимости между качеством образующими показателями добычи служат отправной основой полноты извлечения и направления развития выемки запасов полезных ископаемых.

2. Показатели перемешивания разновидности горной массы при добыче, включая потери, разубоживания и браковочного передела на качество руды тесно взаимосвязаны и аналитически описываются с достаточной точностью, что позволяет использовать их при оценке прогнозирования, проектировании параметров добычных работ.

Литература

1 Курманкожаев А. Теоретические основы квалитметрии в задачах геодезии и маркшейдерии: монография. – Алматы: Республиканская картографическая фабрика, 2009. – 338 с.

2 Курманкожаев А. Квалитметрия современной картографии: монография. – Алматы: КазНТУ, 2009. – 317 с.

3 Курманкожаев А. Вероятностные модели распределения полезных ископаемых: монография. – Алматы: КазНТУ, 1991. – 107 с.

Ә. Құрманқожаев, Ж.Ж. Бастаубаева, Г.Қ. Байдәулетова

Сапалы тау-кен массалары пайдалы қазбаларының қорын игеру аралығындағы байланыстың бағасы

Мақалада пайдалы қазбалар қорын игеру кезінде орын алатын әртүрлі контактілі араластыру үдерісінің моделі негізіндегі сапалы тау-кен массаларының әртүрлі аспектілері қарастырылған.

Түйін сөздер: жоғалым, сусыздану, процесс, модель, аймақ, пайдалы қазбалардың көрсеткіштері.

A. Kurmankozhayev, Dzh.Zh. Bस्ताubayeva, G.K.Baydauletova

Estimation of the dependencies between output quality forming mountain masses when mining spare useful fossilized

The article describes the various aspects of relationships between output quality, the mountain masses on the basis of models of the mixing process near-contact varieties of digging ore reserves.

Keywords: losses, dilution, a process model, area, production figures.