

УДК 622.795:622.34

Г.А. Холодныков, Д.А. Иконников

ОБОСНОВАНИЕ РЕЗЕРВА ЭКСКАВАТОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСРЕДНЕНИЯ КАЧЕСТВА РУДЫ

Одним из требований, предъявляемым к однородности качественного состава полезного ископаемого, является определение резерва погрузочной техники занятой на усреднении руды. Приведены формулы для определения резерва экскаваторов и оценки целесообразности организации усреднительных складов.

Ключевые слова: карьер, усреднительный склад, экскаватор, коэффициент резерва.

Одним из требований, предъявляемым к однородности качественного состава полезного ископаемого, является определение резерва погрузочной техники.

Опыт моделирования работы карьеров с целью определения возможных показателей усреднения на них позволил перейти к разработке нормативных материалов для укрупненного решения вопросов усреднения в процессе проектирования. Было промоделировано свыше 100 тыс. вариантов, отличающихся значениями производительности карьера (от 2 млн. до 45 млн. т в год), типом экскаватора с ковшем ёмкостью от 2 до 20 м³, числом экскаваторов на добыче (от 2 до 9), допустимым значением среднеквадратичного отклонения содержания железа в сменных объемах добычи (от 0,5 до 1,5 %); содержание полезного ископаемого в экскаваторных забоях условно принималось распределенным по нормальному закону со среднеквадратичным отклонением от 2 до 8 %. Производительность экскаватора на добыче принималась в соответствии с Нормами технологического проектирования института Гипроруда, в процессе моделирования допускалось увеличение возможной производи-

тельности экскаваторов в отдельные смены на 20 %.

Моделирование производилось на ЭВМ. По каждому варианту моделирования получено 1000 реализаций (1000 смен работы карьера). Статистическая обработка и анализ результатов моделирования показали, что необходимое число экскаваторов на добыче, обеспечивающее выполнение требований к усреднению содержания железа в руде, целесообразно определять по графикам зависимости коэффициента однородности качества руды k_0 от коэффициента резерва производительности экскаваторов на добыче k_p (рис. 1).

Под коэффициентом однородности качества руды понимается отношение максимально допустимого значения среднеквадратичного отклонения содержания железа в сменных объемах добычи $\sigma_{доп}$ к среднеквадратичному отклонению содержания железа в экскаваторных забоях σ_k :

$$k_0 = \frac{\sigma_{доп}}{\sigma_k}, \quad (1)$$

Под коэффициентом резерва производительности экскаваторов k_p понимается отношение возможной сум-

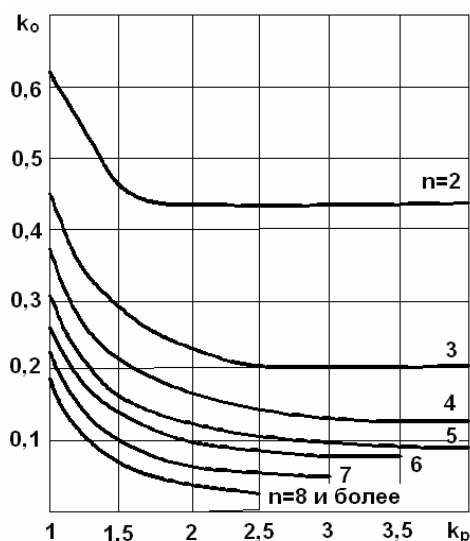


Рис. 1. Зависимость коэффициента однородности качества руды (k_o) от коэффициента резерва производительности экскаваторов на добыче (k_p) при различном числе добычных экскаваторов (n)

марной производительности экскаваторов, работающих на добыче в течение смены, к сменной производительности карьера по руде:

$$k_p = \frac{n \cdot Q_s}{Q_k}, \quad (2)$$

где Q_s — возможная сменная производительность экскаватора по руде, т; Q_k — сменная производительность карьера по руде, т.

Порядок расчета числа экскаваторов на добыче с помощью графиков $k_o = f(k_p)$, приведенных на рис. 1, рассмотрим на примере.

Пример 1. Пусть заданы следующие исходные данные: $Q_k = 15000$ т/смену; $Q_s = 1300 \text{ м}^3/\text{смену} \times 2,6 \text{ т/м}^3 = 3380$ т/смену; $\sigma_k = 4\%$; $\sigma_{\text{доп}} = 1\%$.

Расчет производится в следующем порядке:

а) определяется допустимое значение коэффициента однородности качества руды $k_{\text{доп}}$:

$$k_{\text{доп}} = \frac{\sigma_{\text{доп}}}{\sigma_k} = \frac{1}{4} = 0,25;$$

б) определяется минимально необходимое число экскаваторов на добыче

$$n = \frac{Q_k}{Q_s} = \frac{15000}{3380} = 4,44 \approx 5$$

(если n — дробное число, оно округляется до ближайшего целого в большую сторону);

в) определяется коэффициент резерва производительности экскаваторов на добыче k_p :

$$k_p = \frac{n \cdot Q_s}{Q_k} = \frac{5 \cdot 3380}{15000} = 1,13;$$

г) на графике (см. рис. 1.) по оси абсцисс откладываем значение $k_p = 1,13$

и из этой точки восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой $n = 5$; ордината точки пересечения $k_o = 0,248$.

Поскольку $k_p < k_o = 0,25$, расчет закончен, так как принятое число экскаваторов на добыче $n = 5$ обеспечивает выполнение требований, предъявляемых к качеству руды. В общем случае, если условие $k_o \leq k_{\text{доп}}$ не выполняется, расчет продолжается — увеличивается число экскаваторов на добыче.

Если необходимо определить объем руды Q такой, что среднеквадратичное отклонение содержания железа в порциях руды Q равно $\sigma_{\text{доп}}$, можно пользоваться формулой

Если необходимо определить объем руды Q такой, что среднеквадратичное отклонение содержания железа в порциях руды Q равно $\sigma_{\text{доп}}$, можно пользоваться формулой

$$Q = \left(\frac{k_o \cdot \sigma_k}{\sigma_{\text{доп}}} \right)^2 \cdot Q_k, \text{ т.} \quad (3)$$

Может возникнуть и обратная задача — известна величина порции руды Q и требуется определить среднеквадратичное отклонение содержания железа в объемах руды, равных Q . Для этого можно воспользоваться формулой

$$\sigma_Q = k_o \cdot \sigma_k \sqrt{\frac{Q_k}{Q}}, \% \quad (4)$$

Величина σ_k для действующих карьеров определяется в процессе статистической обработки фактических показателей. Для вновь проектируемых карьеров величину σ_k ориентировочно можно определить по формуле

$$\sigma_k = \sigma_{д.р.} \cdot \sqrt{\frac{h_{р.п.}}{h_y}}, \% \quad (5)$$

где $\sigma_{д.р.}$ — среднеквадратичное отклонение содержания железа в руде по данным детальной разведки, %; $h_{р.п.}$ — интервал опробования руды в скважине при детальной разведке (длина рядовой пробы по керну), м; h_y — высота уступа, м.

Если статистическая обработка результатов детальной разведки не проводилась и величина $\sigma_{д.р.}$ неизвестна, ее можно ориентировочно определить по формуле

$$\sigma_{д.р.} = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{6}, \% \quad (1.6)$$

где α_{\max} — максимальное значение содержания усредняемого компонента в рядовых пробах, %; α_{\min} — бортовое содержание усредняемого компонента, %.

Графики $k_o = f(k_p)$ позволяют определять число экскаваторов на добыче, обеспечивающее требуемую однородность качественного состава руды (по одному компоненту). Однако усреднение руды только за счет увеличения числа резервных экскаваторов в карьере не всегда эффективно. В ряде случаев целесообразно организовать усреднительные склады. Необходимость организации таких складов в каждом конкретном случае надо обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов. Для

ориентировочной оценки целесообразности организации усреднительных складов можно руководствоваться следующим критерием: если $n \cdot (k_p - 1) \leq 1$, организация усреднительного склада нецелесообразна; если $n \cdot (k_p - 1) > 2$, организация усреднительного склада целесообразна. Оптимальную емкость усреднительного склада и рациональный резерв производительности экскаваторов в карьере при этом можно определять с помощью описанной выше методики, базирующейся на принципах имитационного моделирования. Для этого достаточно включить в программу моделирования дополнительный блок, анализирующий динамику работы склада в зависимости от числа карьерных экскаваторов и коэффициента однородности качества полезного ископаемого.

Увеличение резерва производительности экскаваторов на добыче за счет выбора экскаваторов большей производительности эффективно лишь до некоторого предела. Обозначим через k_p^{\max} значение коэффициента резерва производительности экскаваторов, дальнейшее увеличение которого не приводит (при данном числе экскаваторов на добыче) к уменьшению величины k_o . Из графиков $k_o = f(k_p)$, видно, что для двух экскаваторов на добыче $k_p^{\max} = 1,75$, для трех экскаваторов $k_p^{\max} = 2,5$, для четырех экскаваторов $k_p^{\max} = 3,5$. Увеличение числа экскаваторов на добыче свыше восьми практически не улучшает показатели усреднения (полученные в процессе моделирования зависимости $k_o = f(k_p)$ при $n=8$ и $n=9$ полностью совпали). **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Холодныков Г.А. — доктор технических наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»,
Иконников Д.А. — аспирант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»,
e-mail: sid_nitro_d@yahoo.com,
Санкт-Петербургского государственного горного университета.