МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
УПРАВЛЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ВИОГЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению нормативов запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к добыче на стадии проектирования горных предприятий Минчермета СССР

gost.e-ecolog.ru

Белгород 1981

МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
УПРАВЛЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу
В И О Г Е М

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
И.Ф.ОКОЛИЧ
28 июня 1981 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПО СТЕПЕНИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ К ДОБЫЧЕ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МИНЧЕРМЕТА СССР

Белгород 1981

УДК 622.013:553.042

Рекомендации позволяют рассчитывать нормативы запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к добыче на горных предприятиях Минчермета СССР. Они предназначены для специалистов научных, проектных и производственных организаций, занимающихся вопросами нормирования подготовленности запасов полезных ископаемых.

Работа выполнена В.Н.Зарайским, раздел 2 написан совместно с А.Е.Терещенко, утверждена секцией НТС 25 ноября 1980 г. в качестве методических рекомендаций по определению нормативов запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к добыче на стадии проектирования горных предприятий Минчермета СССР.

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ), 1981.

В В Е Д Е Н И Е

Обеспеченность вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами полезного ископаемого является одним из основных факторов, влияющих на эффективность работы горного предприятия. Недостаток этих запасов ведет к сокращению фронта добычных работ и срыву производственного плана. Вследствие недостатка вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов имеют место нарушения запланированного порядка отработки месторождения, увеличение засорения полезного ископаемого, применение малопроизводительных систем разработки с упрощенной нарезной и подготовкой запасов. В связи с этим снижается производительность рудников, ухудшается качество и повышается себестоимость добываемого полезного ископаемого. Излишнее развитие горных работ, а следовательно, избыток вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов вызывает замораживание значительных оборотных средств в сфере производства и увеличивает расходы на поддержание выработок. Кроме того, как избыток так и недостаток вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов препятствует повышению интенсивности разработки, снижению потерь и засорения полезных ископаемых. Определение обоснованных нормативов запасов по степени подготовленности к добыче позволяет обеспечить рациональный режим функционирования горного предприятия и получить значительный народнохозяйственный эффект.

Методические рекомендации предназначены для определения нормативов запасов руд черных металлов и нерудных полезных ископаемых по степени подготовленности к добыче на горных предприятиях Минчермета СССР, за исключением карьеров марганца и огнеупорных глин.

Методика, изложенная в настоящих рекомендациях, предусматривает нормирование запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к добыче, понятие которых даны в "Инструкции по определению и учету вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых на горных предприятиях МЧМ СССР" [I].

I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Готовые к выемке, подготовленные и вскрытые запасы создаются для обеспечения плановой производительности рудника и требований к однородности качества добываемого полезного ископаемого. Под нормативами подготовленности запасов при подземном способе разработки следует понимать не только величину запасов, но и число выемочных единиц в основных стадиях горных работ, а также область допустимых отклонений готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов от их средних значений. При открытом способе разработки готовые к выемке и подготовленные запасы, приходящиеся на одну добычную единицу, могут изменяться в широких пределах. Поэтому при нормировании подготовленности запасов на карьерах необходимо устанавливать не только число добычных единиц, но и обеспеченность запасами отдельной добычной единицы.

Нормативы подготовленности запасов зависят от интенсивности проведения горных работ. Под влиянием большого числа геологических, горнотехнических, технологических и организационных факторов, многие из которых носят случайный характер, интенсивность проведения горных работ колеблется. В связи с этим нормативы подготовленности запасов должны иметь резерв, компенсирующий неравномерность проведения горных работ.

Расчет нормативов подготовленности запасов и их определение в недрах сопровождаются погрешностями. Поэтому нормативы подготовленности запасов должны иметь резерв, компенсирующий погрешность их определения. Таким образом, нормативы всех категорий запасов при подземном и открытом способах разработки должны определяться как сумма следующих слагаемых:

$$H = \bar{H} + \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad , \qquad (1)$$

где $\bar{H}$ – норматив без резерва; ΔH_1 – резерв запасов, компенсирующий неравномерность проведения горных работ; ΔH_2 – резерв запасов, компенсирующий погрешность их определения.

Производительность горнотранспортного оборудования и интенсивность проведения горных работ являются показателями, зависящими не только от применяемой техники и технологии горных работ, но и от горно-геологических условий разработки месторождений, таких как крепость пород, наличие нерудных включений, обводненность, тектоническая нарушенность и т.п. При нормировании подготовленности

ти запасов учитывается производительность горнотранспортного оборудования, его численность, продолжительность выполнения горных работ. Тем самым комплексно учитывается и влияние геологических, горнотехнических и других условий на нормативы подготовленности запасов.

2. НОРМИРОВАНИЕ ГОТОВЫХ К ВЫЕМКЕ, ПОДГОТОВЛЕННЫХ И ВСКРЫТЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ

2.1. Основные исходные положения

При подземном способе разработки выемочной единицей называют наименьшую часть залежи, отрабатываемую одной системой разработки. В зависимости от принятой системы разработки выемочными единицами могут быть панель, камера, секция и т.д. Выемочную единицу в стадии выпуска отбитой руды можно называть добычной единицей. Производительность рудника складывается из производительности добычных единиц и добычи из нарезных и горно-подготовительных выработок. Нормативы подготовленности запасов, рассчитанные по методике, изложенной в настоящих методических рекомендациях, обеспечивают плановую производительность рудника на очистных работах и плановый уровень однородности качества добываемого полезного ископаемого.

Готовые к выемке запасы шахты сосредоточены в выемочных единицах, находящихся в стадиях выпуска отбитой руды и бурения взрывных скважин до начала выпуска. Подготовленные запасы шахты состоят из запасов блоков, находящихся в стадиях очистной выемки и нарезки до начала очистной выемки. Вскрытые запасы шахты складываются из запасов выемочных участков (групп блоков), находящихся в стадиях очистной выемки, нарезки и подготовки. Поэтому нормативная обеспеченность шахты готовыми к выемке, подготовленными и вскрытыми запасами определяется нормативным числом выемочных единиц в соответствующих стадиях горных работ.

Изменение готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов шахты носит скачкообразный характер. Это объясняется тем, что ввод каждой выемочной единицы в очистную выемку увеличивает готовые к выемке запасы на величину запасов выемочной единицы, ввод каждого блока в стадию проведения нарезных работ увеличивает подготовленные запасы шахты на величину запасов блока и т.д. В связи с этим нормативы подготовленности запасов шахты должны рассматриваться

как изменяющиеся относительно средних значений и при нормировании следует устанавливать область допустимых отклонений готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов.

Если на шахте применяется не одна, а несколько систем разработки, то нормативы должны устанавливаться отдельно для каждой из систем, так как их параметры и технологические показатели могут существенно отличаться. В этом случае нормативную обеспеченность запасами шахты (в единицах массы) определяют как сумму нормативов запасов по системам разработки.

Нормативную обеспеченость шахты готовыми к выемке, подготовленными и вскрытыми запасами в единицах времени (в месяцах) определяют как отношение норматива запасов в единицах массы к среднемесячной производительности шахты из очистных работ на планируемый период времени.

Значения коэффициентов резерва, коэффициентов вариации и ряда других величин, приведенные в разделе 2, установлены по данным работы шахт РУ им.Кирова, шахты им.Губкина и ЗЖРК-I, т.е. для систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород, этажно-камерной, с закладкой выработанного пространства.

2.2. Определение числа выемочных единиц в стадии очистной выемки

Число выемочных единиц в стадии выпуска отбитого полезного ископаемого, обеспечивающее выполнение плановой производительности шахты, определяют по формуле

$$N_0' = \frac{K_1(Д_п - Д_п')}{S q K_и}, \qquad (2)$$

где K_1 – коэффициент резерва, учитывающий вариацию производительности и коэффициента использования выемочной единицы; $Д_п$ – плановая производительность шахты; $Д_п'$ – плановый объем добычи из нарезных и горно-подготовительных работ; S – число единиц времени работы шахты (смен, суток и т.п.) по добыче полезного ископаемого в течение рассматриваемого периода времени (квартала, полугодия и т.п.); q – средняя производительность выемочной единицы в принятую единицу времени; $K_и$ – средний коэффициент использования выемочной единицы в рассматриваемый период времени.

Значение коэффициента K_1 для железорудных шахт можно принимать равным I,05.

Число одновременно действующих выемочных единиц устанавливают по формуле

$$n_0 = N_0' K_u . \qquad (3)$$

Число добычных единиц, обеспечивающих выполнение требований к внутрирудничному усреднению, определяют из равенства

$$N_0'' = \frac{1}{\sigma^2_{\alpha_0} - P^2_{0ч}\overline{\sigma_i^2}\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell}} \left\{ P^2_{0ч}\left[\overline{\sigma_i^2}\left(1+V_a^2-\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell}\right)+\delta^2 V_a^2\right]-\sigma^2_{\alpha_0}V_a^2\right\} , \qquad (4)$$

где $P_{0ч}$ – удельный вес добычи из очистных работ в общем объеме добычи шахты; $\overline{\sigma_i^2}$ – средняя "внутризабойная" дисперсия содержания усредняемого компонента; δ^2 – "межзабойная" дисперсия содержания компонента; $\sigma^2_{\alpha_0}$ – заданная величина дисперсии содержания компонента в общерудничном потоке; V_a – коэффициент вариации производительности добычной единицы; $\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell}$ – средний коэффициент корреляции содержания компонента в единичных рудопотоках, идущих из забоев добычных единиц. Величину $\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell}$ можно определить по данным исполненных сменно-суточных графиков работы рудника, в которых указаны объем добычи и содержание компонента каждой выемочной единицы в смену или сутки за период, равный 1–2 мес.

С этой целью для каждой пары потоков определяют коэффициент корреляции $P_{\alpha_к\alpha_\ell}$, а затем устанавливают его среднее значение

$$\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell} = \frac{1}{M}\sum_1^M P_{\alpha_к\alpha_\ell} , \qquad (5)$$

где M – число пар потоков. При $N \geq 5$ величину $\overline{P}_{\alpha_к\alpha_\ell}$ можно считать равной нулю.

Показатели $\overline{\sigma_i^2}$ и δ^2 определяют по геологоразведочным данным и планам горных работ, на которых выделены участки залежи, подлежащие отработке отдельными выемочными единицами в рассматриваемый период времени. При этом следует учитывать величину потерь и засорения. Расчет ведут по формулам

$$\overline{\sigma_{i'}^2} = \frac{1}{N_0}\sum_1^{N_0}\sigma_i^2 = \frac{1}{N_0}\sum_1^{N_0}\left(\overline{\alpha_{ij}^2} - \overline{\alpha}_i^2\right) , \qquad (6)$$

где $\overline{\alpha}_i$ – среднее содержание компонента в запасах i-й выемочной единицы, извлекаемых в рассматриваемый период времени; α_{ij} – содержание компонента в j-й пробе в запасах i-й выемочной единицы.

От дисперсии в объемах проб $\overline{\sigma_{i'}^2}$, следует перейти к дисперсии $\overline{\sigma_i^2}$ в заданных объемах добычи с помощью коэффициента перехода K_v

$$\overline{\sigma_i^2} = K_v \overline{\sigma_{i'}^2} \quad . \tag{7}$$

При подземном способе разработки для дисперсий содержания железа в объемах 400-700 т рудной массы, т.е. в объемах сменной добычи выемочной единицы, можно принимать $K_v = 0{,}8$ для богатой железной руды и $K_v = 0{,}9$ для железистых кварцитов. Для более точного определения значений K_v можно воспользоваться методикой, изложенной в монографии [2].

Величину δ^2 устанавливают следующим образом:

$$\delta^2 = \frac{1}{N_0} \sum_{1}^{N_0} \overline{\alpha_i}^2 - \overline{\alpha}^2 \quad , \tag{8}$$

где $\overline{\alpha}$ - среднее содержание компонента в запасах, планируемых к отработке в течение рассматриваемого периода (квартала, полугодия и т.п.). Значение коэф.вариации V_α можно принять равным 0,4.

Нормативное число выемочных единиц N_0 в стадии выпуска отбитой руды устанавливают в результате сравнения двух значений N_0' и N_0'', из которых выбирают большее, обеспечивающее как плановую производительность рудника, так и заданный уровень однородности качественного состава добываемого сырья. При этом нормативный резерв числа выемочных единиц составляет величину $m_0 = N_0 - n_0$.

Нормативное число выемочных единиц N_{60}, находящихся в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска отбитой руды, определяют с учетом неравномерности процессов очистной выемки

$$N_{60} = \overline{N_6} + t\sigma_{N_6} = \overline{N_6}(1 + tV_{N_6}) \quad , \tag{9}$$

где $\overline{N_6}, \sigma_{N_6}, V_{N_6}$ - среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации числа выемочных единиц в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска руды; t - коэффициент вероятности.

Величины $\overline{N_6}$ и σ_{N_6} устанавливают из условия согласованности процессов бурения скважин и выпуска рудной массы

$$\overline{N_6} = \frac{N_0 \overline{T_6}}{\overline{T_B}} K_2 \quad ; \tag{10}$$

$$\sigma_{N_6} = \frac{\overline{N_6}\overline{T_B} - N_0 \overline{T_6}}{\overline{T_B} V_{T_B}} \quad , \tag{11}$$

где $\overline{T_в}, \overline{T_б}$ – средняя продолжительность соответственно выпуска извлекаемых запасов выемочной единицы и бурения взрывных скважин до начала выпуска; $V_{T_в}$ – коэффициент вариации величины $T_в$; K_2 – коэффициент резерва. По данным эксплуатации железорудных месторождений можно принять $V_{T_в} = 0{,}4$, $K_2 = 1{,}18$. Формула для расчета показателя K_2 имеет следующий вид:

$$K_2 = \frac{1}{1 + V_{T_в}^4}\left(1 + V_{T_в}^2 + V_{T_в}\sqrt{V_N^2 + V_{T_б}^2}\right), \qquad (12)$$

$V_{T_б}, V_N$ – коэффициент вариации соответственно продолжительности бурения взрывных скважин до начала выпуска и числа выемочных единиц. Коэффициент вероятности t для расчета нормативного числа выемочных единиц можно принимать равным 1,7. При этом вероятность дефицита выемочных единиц не будет выше 0,045.

2.3. Определение нормативов готовых к выемке запасов

Нормативное количество готовых к выемке запасов шахты определяется следующим образом:

$$H_г = 0{,}5\sum_{i}^{K} N_i Q_i + N_{бо}\overline{Q}_г \pm 0{,}5\overline{Q}_г K_{нг} + \Delta H_г \; ; \quad \sum_{i}^{K} N_i = N_o \, , \qquad (13)$$

где K – число стадий (очередей) отработки запасов выемочной единицы; N_i – число добычных единиц в i-й стадии отработки; Q_i – запасы добычной единицы, извлекаемые в i-ю стадию; $\overline{Q}_г$ – средняя величина исходных извлекаемых запасов выемочной единицы; $K_{нг} = 1 + t V_{T_в}$ – коэффициент неравномерности ввода выемочных единиц в стадию выпуска отбитой руды; $\Delta H_г$ – резерв готовых к выемке запасов шахты, компенсирующий погрешность определения их нормативной величины.

Если отработка запасов выемочной единицы производится в одну стадию, то $K = 1$ и

$$H_г = \overline{Q}_г(0{,}5N_o + N_{бо} \pm 0{,}5K_{нг}) + \Delta H_г \, . \qquad (14)$$

При неравномерном и последовательном вводе выемочных единиц в стадию выпуска отбитой руды $K_{нг} = 1$. Если $V_{T_в} = 0{,}4$ и $t = 1{,}7$, то

$$K_{нг} = 1 + 1{,}7 \cdot 0{,}4 = 1{,}7.$$

Средняя величина извлекаемых запасов выемочной единицы опре –

деляется равенством

$$\bar{q}_r = \frac{1}{N_E}\sum_{1}^{N_E} q_{ri}, \qquad (15)$$

где q_{ri} – исходные извлекаемые запасы i-й выемочной единицы; N_E – число выемочных единиц в рассматриваемый период времени.

Резервное количество готовых к выемке запасов шахты, компенсирующее погрешность определения их нормативной величины, рассчитывают по формуле

$$\Delta H_r = \frac{t}{N_E}(0{,}5N_0 + N_{\delta 0})\,\sigma_{q_r}, \qquad (16)$$

где σ_{q_r} – среднеквадратическая погрешность определения извлекаемых запасов выемочной единицы. Для расчета величины σ_{q_r} используют данные отработки запасов выемочных единиц

$$\sigma_{q_r} = \sqrt{\frac{1}{N_E}\sum_{1}^{N_E}(q_{ri} - q'_{ri})^2}, \qquad (17)$$

где q'_{ri} – фактические извлекаемые запасы i-й добычной единицы.

В соответствии с отраслевой инструкцией по геолого-маркшейдерскому учету состояния и движения разведанных запасов [3] величина q'_{ri} должна устанавливаться по данным отработки запасов каждой выемочной единицы. Для систем разработки с закладкой выработанного пространства и этажно-камерной величиной ΔH_r можно пренебречь.

2.4. Определение нормативов подготовленных запасов

Нормативное количество подготовленных запасов шахты устанавливают по формуле

$$H_п = \bar{q}_п(0{,}5N_{\delta п_0} + N_{\delta п_0} + N_{нп_0} \pm 0{,}5K_{нп}) + \Delta H_п, \qquad (18)$$

где $N_{\delta п_0}, N_{\delta п_0}, N_{нп_0}$ – нормативное число блоков соответственно в стадии выпуска отбитой руды, бурения взрывных скважин до начала выпуска, нарезных работ до начала бурения взрывных скважин (до начала очистной выемки); $K_{нп} = I \pm V_{T_{\delta н}}$ – коэффициент неравномерности ввода блоков в стадию проведения нарезных работ; $V_{T_{\delta н}}$ – коэффициент вариации времени между вводами блоков в стадию проведения нарезных работ; $\Delta H_п$ – резерв подготовленных запасов шахты, компенсирующий погрешность определения их нормативной величины.

Если μ – число добычных единиц в блоке, то

$$N_{Bn_0} = \frac{1}{\mu} N_0 \quad . \tag{19}$$

Число блоков $N_{Бn_0}$ определяется с резервом, компенсирующим неравномерность очистных работ

$$N_{Бn_0} = \overline{N}_{Бn} + t\sigma_{N_{Бn}} = \overline{N}_{Бn}\left(1 + tV_{N_{Бn}}\right) \quad , \tag{20}$$

где $\overline{N}_{Бn}$, $\sigma_{N_{Бn}}$, $V_{N_{Бn}}$ – соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации числа блоков в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска отбитой руды.

Показатели $\overline{N}_{Бn}$, $\sigma_{N_{Бn}}$ определяют из условия согласованности процессов очистной выемки в блоках по следующим формулам:

$$\overline{N}_{Бn} = \frac{N_{Bn_0}\overline{T}_{Бn}}{\overline{T}_{Bn}} K_з \quad ; \tag{21}$$

$$\sigma_{N_{Бn}} = \frac{\overline{N}_{Бn}\overline{T}_{Bn} - N_{Bn_0}\overline{T}_{Бn}}{\overline{T}_{Bn} V_{T_{Bn}}} \quad , \tag{22}$$

где $\overline{T}_{Bn}$, $\overline{T}_{Бn}$ – соответственно продолжительность выпуска извлекаемых запасов блока и бурения взрывных скважин до начала выпуска отбитых запасов; $K_з$ – коэффициент резерва; $V_{T_{Bn}}$ – коэффициент вариации продолжительности выпуска извлекаемых запасов блока. Если отсутствуют фактические данные, то можно принять $V_{T_{Bn}} = 0{,}25$, $K_з = 1{,}15$. Для более точного определения значения $K_з$, можно воспользоваться формулой

$$K_з = \frac{1}{1 + V_{T_{Bn}}^4}\left(1 + V_{T_{Bn}}^2 + V_{T_{Bn}}\sqrt{V_{N_{Bn}}^2 + V_{T_{Бn}}^2}\right) \quad , \tag{23}$$

где $V_{N_{Bn}}$, $V_{T_{Бn}}$ – соответственно коэффициенты вариации числа блоков в стадии выпуска руды и продолжительности обуривания запасов блока до начала выпуска.

Можно считать, что $V_{T_{Бn}} = V_{T_{Bn}}$. Поэтому при $t = 1{,}7$ величина

$$K_{нп} = 1 + 1{,}7 \cdot 0{,}25 = 1{,}4.$$

Нормативное число блоков в стадии проведения нарезных работ до начала очистной выемки необходимо определять с резервом, компенсирующим неравномерность очистных и нарезных работ,

$$N_{нп_0} = \overline{N}_{нп} + t\sigma_{N_{нп}} = \overline{N}_{нп}\left(1 + tV_{N_{нп}}\right), \qquad (24)$$

где $\overline{N}_{нп}, \sigma_{N_{нп}}, V_{N_{нп}}$ – соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации числа блоков в стадии проведения нарезных работ до начала очистной выемки. Эти показатели рассчитывают следующим образом:

$$\overline{N}_{нп} = \frac{N_{вп_0}\overline{T}_{нп}}{\overline{T}_{вп}} K_4 ; \qquad (25)$$

$$\sigma_{N_{нп}} = \frac{\overline{N}_{нп}\overline{T}_{вп} - N_{вп_0}\overline{T}_{нп}}{\overline{T}_{вп} V_{T_{вп}}}, \qquad (26)$$

где $\overline{T}_{нп}$ – средняя продолжительность проведения нарезных работ в блоке до начала очистной выемки; K_4 – коэффициент резерва. При отсутсивии фактических данных можно принять $K_4 = 1{,}15$. Для более точного определения значения K_4 по фактическим данным можно воспользоваться следующим выражением:

$$K_4 = \frac{1}{1 + V_{T_{вп}}^4}\left(1 + V_{T_{вп}}^2 + V_{T_{вп}}\sqrt{V_{N_{вп}}^2 + V_{T_{нп}}^2}\right), \qquad (27)$$

где $V_{T_{нп}}$ – коэффициент вариации продолжительности нарезных работ в блоке до начала очистной выемки (до начала бурения взрывных скважин).

Величину $\overline{T}_{нп}$ определяют следующим образом:

$$\overline{T}_{нп} = \frac{1}{N_б}\sum_{1}^{N_б} T_{нпi} ; \qquad (28)$$

$$T_{нпi} = \frac{W_{нпi}}{n_{нпi}\, a_{нпi}}, \qquad (29)$$

где $T_{нпi}$ – продолжительность проведения нарезных работ в i-м блоке до начала очистной выемки; $W_{нпi}$ – объем нарезных работ в i-м блоке до начала очистной выемки; $n_{нпi}$ – число бригад, занятых на нарезных работах в i-м блоке; $a_{нпi}$ – средняя производительность одной бригады; $N_б$ – число рассматриваемых блоков.

Значения $T_{нпi}$ используют для расчета среднеквадратического отклонения $\sigma_{T_{нп}}$ и коэффициента вариации

$$\sigma_{T_{нп}} = \sqrt{\frac{1}{N_б}\sum_{1}^{N_б}\left(T_{нпi} - \overline{T}_{нп}\right)^2} ; \qquad (30)$$

$$V_{T_{нп}} = \frac{1}{\overline{T}_{нп}}\sigma_{T_{нп}} . \qquad (31)$$

Средняя величина извлекаемых запасов блока равна

$$\bar{Q}_{п} = \frac{1}{N_{б}} \sum_{1}^{N_{б}} Q_{пi} \quad , \tag{32}$$

где $Q_{пi}$ - извлекаемые запасы i-го блока.

Резервное количество подготовленных запасов шахты, компенсирующее погрешность определения их нормативной величины, рассчитывают по формулам, аналогичным выражениям (I6) и (I7).

2.5. Определение нормативов вскрытых запасов

При подземном способе разработки перевод запасов в категорию вскрытых производится участками, для которых выполнены горно-капитальные работы. В общем случае каждый из таких участков состоит из группы блоков. Нормативная величина вскрытых запасов определяется выражением

$$H_{в} = \bar{Q}_{в}\left(0{,}5N_{бв_0} + N_{бв_0} + N_{нв_0} + N_{пв_0} \pm 0{,}5K_{нв}\right) + \Delta H_{в} \quad , \tag{33}$$

где $\bar{Q}_{в}$ - средняя величина извлекаемых запасов выемочного участка; $N_{вв_0}, N_{бв_0}, N_{нв_0}, N_{пв_0}$ - нормативное число участков соответственно в стадиях выпуска руды, бурения взрывных скважин до начала выпуска, нарезных работ до начала очистной выемки, горно-подготовительных работ до начала нарезных; $K_{нв} = I + t V_{T_в}$ коэффициент неравномерности ввода выемочных участков в стадию проведения горно-подготовительных работ; $V_{T_в}$ - коэффициент вариации времени между вводами выемочных участков в стадию проведения горно-подготовительных работ; $\Delta H_{в}$ - резерв вскрытых запасов, компенсирующий погрешность определения их нормативной величины.

Число участков $N_{вв_0}$ определяют, исходя из нормативного числа блоков $N_{вп_0}$ и среднего числа блоков в стадии выпуска отбитой руды в выемочном участке

$$N_{вв_0} = \frac{1}{\bar{z}} N_{вп_0} = \frac{1}{\bar{z}(\mu)} N_{0} \, . \tag{34}$$

Нормативное число выемочных участков $N_{бв_0}$ в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска руды устанавливается с резервом, компенсирующим неравномерность процессов очистной выемки

$$N_{бв_0} = \bar{N}_{бв} + t\,\sigma_{N_{бв}} = \bar{N}_{бв}\left(1 + t V_{N_{бв}}\right) \quad , \tag{35}$$

где $\bar{N}_{бв}, \sigma_{N_{бв}}, V_{N_{бв}}$ - соответственно среднее значение, средне-

квадратическое отклонение и коэффициент вариации числа участков в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска руды. Значения этих показателей устанавливают по формулам

$$\bar{N}_{\delta в} = \frac{N_{\delta в_0}\bar{T}_{\delta в}}{\bar{T}_{в в}} K_5 \; ; \qquad (36)$$

$$\sigma_{N_{\delta в}} = \frac{\bar{N}_{\delta в}\bar{T}_{в в} - N_{\delta в_0}\bar{T}_{\delta в}}{\bar{T}_{в в} V_{T_{в в}}} \; , \qquad (37)$$

где $\bar{T}_{в в}, \bar{T}_{\delta в}$ - средняя продолжительность соответственно выпуска извлекаемых запасов выемочного участка и бурения скважин до начала выпуска; K_5 - коэффициент резерва; $V_{T_{в в}}$ - коэффициент вариации продолжительности выпуска извлекаемых запасов выемочного участка.

При отсутствии фактических данных можно принять $V_{T_{в в}} = 0{,}3$; $K_5 = 1{,}4$. Для более точного определения значения K_5 по фактическим данным можно использовать формулу, аналогичную выражению (23).

Число выемочных участков в стадии проведения нарезных работ до начала обуривания рассчитывают с резервом, компенсирующим неравномерность процессов горных работ, по формуле

$$N_{нв_0} = \bar{N}_{нв} + t\sigma_{N_{нв}} = \bar{N}_{нв}\left(1 + tV_{N_{нв}}\right) \; , \qquad (38)$$

где $\bar{N}_{нв}, \sigma_{N_{нв}}, V_{N_{нв}}$ - соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации числа участков в стадии проведения нарезных работ до начала очистной выемки.

Значения этих показателей рассчитывают по формулам

$$\bar{N}_{нв} = \frac{N_{в в_0}\bar{T}_{нв}}{\bar{T}_{в в}} K_6 \; ; \qquad (39)$$

$$\sigma_{N_{нв}} = \frac{\bar{N}_{нв}\bar{T}_{в в} - N_{в в_0}\bar{T}_{нв}}{\bar{T}_{в в} V_{T_{в в}}} \; , \qquad (40)$$

где $\bar{T}_{нв}$ - средняя продолжительность проведения нарезных работ до начала бурения взрывных скважин на участке; K_6 - коэффициент резерва. При отсутствии фактических данных можно принять $K_6 = 1{,}30$. Более точное значение коэффициента резерва можно рассчитать по формуле, аналогичной выражению (27).

Число участков $N_{пв_0}$ также необходимо определять с резервом, компенсирующим неравномерность процессов горных работ

$$N_{пв_0} = \bar{N}_{пв} + t\sigma_{N_{пв}} = \bar{N}_{пв}\left(1 + tV_{N_{пв}}\right) \; , \qquad (41)$$

где $\bar{N}_{пв}$, $\sigma_{N_{пв}}$, $V_{N_{пв}}$ – соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации числа участков в стадии проведения горно-подготовительных работ до начала нарезных. Значения этих показателей определяют из условия согласованности процессов подготовки и нарезки запасов выемочных участков по формулам

$$\bar{N}_{пв} = \frac{\bar{N}_{нв}\,\bar{T}_{пв}}{\bar{T}_{нв}}\,K_{з} \quad ; \tag{42}$$

$$\sigma_{N_{пв}} = \frac{\bar{N}_{пв}\,\bar{T}_{нв} - \bar{N}_{нв}\,\bar{T}_{пв}}{\bar{T}_{нв}\,V_{T_{нв}}} \quad , \tag{43}$$

где $\bar{T}_{пв}$ – средняя продолжительность горно-подготовительных работ в участке до начала нарезных; $V_{T_{нв}}$ – коэффициент вариации продолжительности нарезных работ в участке до начала очистной выемки; $K_{з}$ – коэффициент резерва. При отсутствии фактических данных можно принять $K_{з}$ = I,I5. Более точное значение коэффициента резерва можно рассчитать по формуле, аналогичной выражению (27).

Средние значения $\bar{T}_{нв}$ и $\bar{T}_{пв}$, среднеквадратические отклонения $\sigma_{T_{нв}}$ и $\sigma_{T_{пв}}$, коэффициенты вариации $V_{T_{нв}}$ и $V_{T_{пв}}$ определяют из равенств, аналогичных формулам (28)-(3I).

В связи с тем, что $V_{т} \approx V_{T_{вв}} = 0{,}3$ и $t = I{,}7$ имеем

$$K_{нв} = I + I{,}7 \cdot 0{,}3 = I{,}5.$$

Средняя величина извлекаемых запасов участка, состоящего из группы блоков, равна

$$\bar{Q}_{в} = \bar{Q}_{п}\,\omega \quad , \tag{44}$$

где ω – среднее число блоков в одном выемочном участке.

Резервное количество вскрытых запасов шахты $\Delta H_{в}$ устанавливают по формулам, аналогичным выражениям (I6) и (I7).

3. НОРМИРОВАНИЕ ГОТОВЫХ К ВЫЕМКЕ И ПОДГОТОВЛЕННЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ОТКРЫТОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ

3.I. Основные исходные положения

На карьерах, так же как и на шахтах, готовые к выемке запасы оказывают влияние на производительность рудника и однородность ка-

чественного состава полезного ископаемого через число рудопото - ков, поступающих из добычных забоев, т.е. через число добычных единиц (добычных экскаваторов). Если производительность карьера и однородность качества добываемого сырья являются величина- ми заданными, то число добычных единиц должно быть минимально необходимым и достаточным для выполнения плановых заданий.

При нормировании подготовленности запасов на карьерах вид транспорта добытого полезного ископаемого учитывается через производительность добычных единиц, величину временных целиков под рабочими площадками вышележащих уступов и величину переходя - щих запасов отбитой рудной массы.

В связи с тем, что между подготовленными и вскрытыми запа - сами имеется аналитическая зависимость, нормировать вскрытые запасы нет необходимости.

По своей структуре готовые к выемке запасы складываются из запасов полезного ископаемого, отбитых от массива, обуренных и подготовленных к бурению взрывных скважин.

Отбитые запасы полезного ископаемого предназначены для обес - печения производительности добычного экскаватора в интервале времени между взрывами. Изменение отбитых запасов в отдельных добычных забоях и в карьере в целом происходит скачкообразно с периодом, равным интервалу времени между смежными взрывами, и с амплитудой, равной объему взрыва полезного ископаемого. Также скачкообразно изменяются в добычных забоях обуренные запасы. Кроме отбитых и обуренных запасов каждая добычная единица должна иметь необуренные готовые к выемке запасы, так как к момен - ту взрыва должна быть подготовлена площадь для бурения взрывных скважин.

3.2. Определение числа добычных экскаваторов

Методика определения числа добычных единиц, изложенная в п.2.2, применима не только для подземного, но и для открытого способов разработки. Число добычных единиц, обеспечивающих выполнение плановой производительности карьера, устанавливают по формуле (2). Определение числа добычных единиц, обеспечивающих выполнение требований к внутрикарьерному усреднению, производят по методике, изложенной в п.2.2, которая применима как для подземного, так и для открытого способов разработки. Если в карьере имеются склады сырой или дробленой руды или перегрузочные площадки, то их роль

в системе внутрикарьерного усреднения необходимо учитывать.

Эффективность усреднения на складе принято оценивать коэффициентом усреднения K_y, который определяется как отношение

$$K_y = \frac{\sigma_{вх}}{\sigma_{вых}}, \qquad (45)$$

где $\sigma_{вх}, \sigma_{вых}$ – среднеквадратическое отклонение содержания усредняемого компонента соответственно в руде, поступающей из карьера на склад и со склада на фабрику (ДОФ, ДСФ). Величину K_y устанавливают при проектировании. На действующих складах и перегрузочных площадках величина K_y изменяется в пределах 1,0 ÷ 1,4. В том случае, когда требования к однородности качества добываемого сырья, поступающего со склада на фабрику (ДОФ, ДСФ), характеризуются величиной σ_{α_0}, требования к однородности качества сырья, поставляемой карьером на склад, определяются из выражения

$$\sigma'_{\alpha_0} = K_y \sigma_{\alpha_0}. \qquad (46)$$

Поэтому при наличии в карьере склада для определения числа добычных экскаваторов, обеспечивающих выполнение требований к однородности качества сырья, необходимо пользоваться следующей формулой:

$$N''_0 = \frac{1}{\sigma^2_{\alpha_0} K_y^2 - \bar{\sigma}_i^2 \bar{P}_{\alpha_k \alpha_\ell}} \left[\bar{\sigma}_i^2 (1 + V_\alpha^2 - \bar{P}_{\alpha_k \alpha_\ell}) + \delta^2 V_\alpha^2 - \sigma^2_{\alpha_0} K_y^2 V_\alpha^2 \right]. \qquad (47)$$

При $N \geq 5$ величиной $\bar{P}_{\alpha_k \alpha_\ell}$ можно пренебречь и пользоваться более простым выражением

$$N''_0 = \frac{1}{\sigma^2_{\alpha_0} K_y^2} \left[\bar{\sigma}_i^2 (1 + V_\alpha^2) + \delta^2 V_\alpha^2 - \sigma^2_{\alpha_0} K_y^2 V_\alpha^2 \right]. \qquad (48)$$

Значения показателей в выражениях (47) и (48) определяют по формулам (5)–(8). Нормативное число добычных экскаваторов устанавливают в результате сравнения двух значений N'_0, N''_0, из которых выбирают наибольшее, обеспечивающее выполнение плановой производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению качества добываемого сырья.

3.3. Определение нормативов готовых к выемке запасов

Если известно число добычных единиц N_0, обеспечивающих выполнение установленных плановых заданий по производительности карь –

ера и усреднению качества добываемого сырья, то норматив готовых к выемке запасов при автомобильном транспорте полезного ископаемого рассчитывают по формуле

$$H_г = N_0(2\bar{d} + t\sigma_d) + П - В + \Delta H_{г_2} = \\ = N_0\bar{d}(2 + tV_d) + П - В + \Delta H_{г_2}, \quad (49)$$

где $\bar{d}, \sigma_d, V_d$ – соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации производительности добычного экскаватора в интервале времени между взрывами полезного ископаемого в добычном забое; $П, В$ – соответственно потери и засорение полезного ископаемого на карьере в интервале времени между взрывами: $\Delta H_{г_2}$ – резерв готовых к выемке запасов, компенсирующий погрешность определения их нормативного значения. Если в карьере принят двухнедельный интервал между взрывами полезного ископаемого в добычном забое, то $\bar{d}$ и σ_d представляют собой среднее значение и среднеквадратическое отклонение двухнедельной производительности добычного экскаватора.

Величина $t N_0 \sigma_d = \Delta H_{г_1}$ представляет собой резерв готовых к выемке запасов, компенсирующий неравномерность проведения добычных работ. Величину $\bar{d}$ рассчитывают исходя из среднесменной производительности экскаватора $\bar{d}_{см}$ и его коэффициента использования $K'_и$ в течение интервала времени τ между взрывами запасов полезного ископаемого в добычных забоях

$$\bar{d} = \tau K'_и \bar{d}_{см} \quad (50)$$

При наличии на карьере железнодорожного транспорта норматив готовых к выемке запасов определяется следующим образом:

$$H_г = N_{01}\bar{d}_1(2 + tV_{d_1}) + N_{02}\bar{d}_2(2 + K_т t V_{d_2}) + П - В + \Delta H_{г_2}, \quad (51)$$

где N_{01}, N_{02} – число добычных экскаваторов, работающих соответственно на автомобильный и железнодорожный транспорт, причем $N_{01} + N_{02} = N_0$; $\bar{d}_1, \bar{d}_2$ – производительность добычных экскаваторов в интервале между взрывами при работе на автомобильный и железнодорожный транспорт; $K_т$ – коэффициент, учитывающий увеличение готовых к выемке запасов при железнодорожном транспорте.

В общем случае при наличии в карьере m видов транспорта полезного ископаемого норматив готовых к выемке запасов будет равен

$$H_r = \sum_{1}^{m} N_{oj} d_{oj} (2 + K_{rj} t V_{dj}) + \Pi - B + \Delta H_{r_2} , \qquad (52)$$

где $j = 1, 2, \ldots, m$; $\sum_{1}^{m} N_{oj} = N_o$.

Для железнодорожных карьеров при расчете нормативов готовых к выемке запасов последними тремя членами в выражениях (49)-(52) можно пренебречь.

Если N_o установлено по критерию - производительность рудника, т.е. $N_o = N_o' > N_o''$, то для расчета H_r по формулам (49) и (50) значения показателей $d_j, \bar{d}_{cm}, K_u$ устанавливают при проектировании соответственно с нормами технологического проектирования. Значения показателей t, V_d принимают равными соответственно 1,5 и 0,4.

Если N_o установлено по критерию - однородность качества, т.е. $N_o = N_o'' > N_o'$, то величину $\bar{d}_{cm}$ следует определить расчетным путем по формуле

$$\bar{d}_{cm} = \frac{1{,}05 Д_п}{N_o'' n_к K_u} . \qquad (53)$$

Оптимальная величина τ должна устанавливаться технологическим проектом. Для ориентировочных расчетов τ можно принимать равным трем неделям, если $N_o > 6$ и двум неделям, если $N_o \leq 6$. Во время массовых взрывов целесообразно при $N_o \leq 6$ все блоки взрывать одновременно, а при $N_o > 6$ взрывать одновременно не менее двух-третей блоков. В этом случае при нормативной подготовленности запасов достигаются минимальные простои карьера во время взрывных работ за счет уменьшения числа массовых взрывов.

Для расчета норматива готовых к выемке запасов необходимо установить оптимальные величины потерь и засорения на карьере, которые складываются из потерь и засорения полезного ископаемого на добычных уступах

$$\Pi = \sum_{1}^{n_y} \Pi_j \quad ; \quad B = \sum_{1}^{n_y} B_j , \qquad (54,55)$$

где Π_j, B_j - соответственно оптимальные значения потерь и засорения полезного ископаемого на j-м добычном уступе за рассматриваемый период времени; n_y - число добычных уступов.

3.4. Определение нормативов подготовленных запасов

Подготовленные запасы карьера нормируются из условия обеспечения нормальной работы горнотранспортного оборудования на добычных

уступах и нормативной величины готовых к выемке запасов. Во избежание дефицита подготовленных запасов необходимо при нормировании учитывать неравномерность проведения горных работ в карьере и погрешность определения норматива подготовленных запасов. Расчет норматива подготовленных запасов производится по формуле

$$H_п = \sum_{1}^{N_0} H_{ц i} + H_г + N_0 d + H_c + t\sigma_{H_п} + \Delta H_п , \qquad (56)$$

где $H_{ц i}$ – запасы в i -м временном целике под рабочей площадкой вышележащего уступа; $t\sigma_{H_п}$ – резерв подготовленных запасов, компенсирующий неравномерность проведения горных работ; $\Delta H_п$ – резерв подготовленных запасов, компенсирующий погрешность их определения, по данным эксплуатации железорудных месторождений можно принимать $\Delta H_п = 4\%$ от суммы первых трех слагаемых в выражении (56); H_c – норматив сезонных подготовленных запасов.

Запасы в i -м временном целике устанавливают из выражения

$$H_{ц i} = L_i h_i \ell_i \rho_i , \qquad (57)$$

где L_i, h_i, ℓ_i – соответственно средние значения длины, высоты и минимально допустимой ширины i -го временного целика; ρ_i – средняя плотность полезного ископаемого в i -м временном целике.

Размеры временных целиков устанавливаются по календарным планам горных работ, составленным на стадии проектирования.

Величина d представляет собой производительность добычной единицы в интервале времени $t_п$ пополнения подготовленных запасов

$$d = t_п K_ц \bar{d}_{см} . \qquad (58)$$

Если пополнение подготовленных запасов на всех добычных уступах идет равномерно и непрерывно, то величиной dN_0 в формуле (56) можно пренебречь.

В том случае, когда горно-подготовительные работы на карьере носят сезонный характер, то с помощью резерва H_c учитывается необходимость в сезонных подготовленных запасах. Если в неблагоприятный период года горно-подготовительные работы на карьере прекращаются на t_c месяцев, норматив сезонных подготовленных запасов на начало неблагоприятного периода года составит

$$H_c = \frac{1}{n_y} t_c Д_м , \qquad (59)$$

где $Д_м$ – среднемесячная производительность карьера. Запасы

должны полностью использоваться в течение месяцев неблагопри - ятного периода года.

Для расчета норматива подготовленных запасов на железоруд н ы х карьерах при отсутствии фактических данных можно принять

$$\sigma_{нп} = 0{,}2 M_г \; ; \quad t = 1{,}5 \; ; \quad t\sigma_{нп} = 0{,}3 M_г .$$

Литература

1. Инструкция по определению и учету вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых на горных предприятиях МЧМ СССР. – Белгород, ВИОГЕМ, 1974, 39 с.

2. Зарайский В.Н., Николаев К.П., Казанский К.В. Усреднение руд. – М., "Недра", 1975, 294 с.

3. Отраслевая инструкция по геолого-маркшейдерскому учету состояния и движения разведанных запасов железных, марганцевых и хромовых руд на предприятиях МЧМ СССР. – Белгород, ВИОГЕМ, 1978, 39 с.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 3

I. Общие методические положения 4

2. Нормирование готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов при подземном способе разработки . . 5

2.I. Основные исходные положения 5

2.2. Определение числа выемочных единиц в стадии очистной выемки 6

2.3. Определение нормативов готовых к выемке запасов. . 9

2.4. Определение нормативов подготовленных запасов. . . I0

2.5. Определение нормативов вскрытых запасов. I3

3. Нормирование готовых к выемке и подготовленных запасов при открытом способе разработки I5

3.I. Основные исходные положения I5

3.2. Определение числа добычных экскаваторов. I6

3.3. Определение нормативов готовых к выемке запасов. . I7

3.4. Определение нормативов подготовленных запасов. . . I9

Литература 22

gost.e-ecolog.ru