

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

**МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
УПРАВЛЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт по осущению месторождений полезных ископаемых, специальным
горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу
В И О Р Е М**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
И.Ф.ОКСАНИЧ
28 июля 1981 г.

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

Белгород 1981

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.Терешенко, 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.

В В Е Д Е Н И Е

Обеспеченность вскрытыми, подготовленными и готовыми к вземке 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 вземке запасов имеют место нарушения за - планированного порядка отработки месторождений, увеличение за - сора полезного ископаемого, применение малопроизводительных систем разработки с упрощенной нарезкой и подготовкой запасов. В связи с этим снижается производительность рудников, ухудшается качество и повышается себестоимость добываемого полезного ископае - мого. Излишнее развитие горных работ, а следовательно, избыток вскрытых, подготовленных и готовых к вземке запасов вызывает за - морозивание значительных оборотных средств в сфере производства и увеличивает расходы на поддержание выработок. Кроме того, как избыток так и недостаток вскрытых, подготовленных и готовых к вземке запасов препятствует повышению интенсивности разработки, снижению потерь и засорения полезных ископаемых. Определение обоснованных нормативов запасов по степени подготовленности и 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 и добыче на горных предприятиях Министерства 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 вземке запасов полезных ископаемых на горных предприятиях МЧМ СССР" [1].

I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Готовые к выемке, подготовленные и вскрытые запасы создаются для обеспечения плановой производительности рудника и требования к однородности качества добываемого полезного ископаемого. По нормативам 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 и выемке, подготовленных и вскрытых запасов от их средних значений. При открытом способе разработки и 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:

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

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 называется наименьшую часть залежи, обрабатываемую 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 из очистных работ 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 отадию проведения нарезных работ увеличивает подготовленные запасы шахты на величину запасов блока и т.д. В связи с этими нормативы подготовленности запасов шахты должны рассматриваться и

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 разра - ботки, 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 обеспеченность шахты готовыми к выемке, подготов - ленными и вскрытыми запасами в единицах времени (в месяцах) опре - деляют как отношение норматива запасов в единицах массы к средне - месячной производительности шахты из очистных работ на планируе - мый период времени.

Значения коэффициентов резерва, коэффициентов вариации и ряда других величин, приведенные в разделе 2, установлены по данным и работы шахт РУ им. Кирова, шахты им. Губкина и ЭЖРК-I, т.е. для си - стем разработки с обрушением руды и вмещающих пород, этажно-ка - мерной, с закладной 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 и шахты, определяют по формуле

$$N'_0 = \frac{K_1(D_n - D'_n)}{S \alpha K_u}, \quad (2)$$

где K_1 - коэффициент резерва, учитывающий вариацию производительности и коэффициента использования выемочной единицы; D_n - пла - новая производительность шахты; D'_n - плановый объем добычи из на - резных 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.); α - средняя производительность выемочной единицы в приня - тую единицу времени; K_u - средний коэффициент использования вы - емочной единицы в рассматриваемый период времени.

Значение коэффициента K_1 для железорудных шахт можно принимать равным 1,05.

Число одновременно действующих выемочных единиц устанавливается по формуле

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

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

$$N_0'' = \frac{1}{\sigma_{\alpha_0}^2 - P_{04}^2 \bar{\sigma}_i^2 \bar{P}_{\alpha_k \alpha_e}} \left\{ P_{04}^2 [\bar{\sigma}_i^2 (1 + V_d^2 - \bar{P}_{\alpha_k \alpha_e}) + \delta^2 V_d^2] - \sigma_{\alpha_0}^2 V_d^2 \right\}, \quad (4)$$

где P_{04} - удельный вес добычи из очистных работ в общем объеме добычи шахты; $\bar{\sigma}_i^2$ - средняя "внутризабойная" дисперсия содержания усредняемого компонента; δ^2 - "межзабойная" дисперсия содержания компонента; $\sigma_{\alpha_0}^2$ - заданная величина дисперсии содержания компонента в общерудничном потоке; V_d - коэффициент вариации производительности добычной единицы; $\bar{P}_{\alpha_k \alpha_e}$ - средний коэффициент корреляции содержания компонента в единичных рудопотоках, идущих из забоев добычных единиц. Величину $\bar{P}_{\alpha_k \alpha_e}$ 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 $P_{\alpha_k \alpha_e}$, а затем устанавливают его среднее значение

$$\bar{P}_{\alpha_k \alpha_e} = \frac{1}{M} \sum_1^M P_{\alpha_k \alpha_e}, \quad (5)$$

где M - число пар потоков. При $N \geq 5$ величину $\bar{P}_{\alpha_k \alpha_e}$ можно считать равной нулю.

Показатели $\bar{\sigma}_i^2$ 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

$$\bar{\sigma}_i^2 = \frac{1}{N_0} \sum_1^{N_0} \sigma_i^2 = \frac{1}{N_0} \sum_1^{N_0} (\bar{\alpha}_{ij}^2 - \bar{\alpha}_i^2), \quad (6)$$

где $\bar{\alpha}_i$ - 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 $\bar{\sigma}_i^2$, следует перейти к дисперсии $\bar{\sigma}_i^2$ в заданных объемах добычи с помощью коэффициента перехода K_V

$$\overline{\sigma}_i^2 = K_V \overline{\sigma}_i'^2 \quad (7)$$

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 σ^2 устанавливают следующим образом:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N_0} \sum_1^{N_0} \overline{\alpha}_i^2 - \overline{\alpha}^2 \quad (8)$$

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 выбирает 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_{00} , находящихся в стадии бурения скважин до начала выпуска отбитой руды, определяют с учетом неравномерности процессов очистной выемки

$$N_{00} = \overline{N}_B + \xi \sigma_{N_B} = \overline{N}_B (1 + \xi V_{N_B}) \quad (9)$$

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

Величины \overline{N}_B и σ_{N_B} устанавливают из условия согласованности процессов бурения скважин и выпуска рудной массы

$$\overline{N}_B = \frac{N_0 \overline{T}_B}{T_B} K_2 \quad (10)$$

$$\sigma_{N_B} = \frac{\overline{N}_B \overline{T}_B - N_0 \overline{T}_B}{T_B V_{T_B}} \quad (11)$$

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

$$K_2 = \frac{1}{1 + V_{TB}^2} \left(1 + V_{TB}^2 + V_{TB} \sqrt{V_N^2 + V_{TB}^2} \right), \quad (12)$$

V_{TB}, 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:

$$N_r = 0,5 \sum_i N_i Q_i + N_{D0} \bar{Q}_r \pm 0,5 \bar{Q}_r K_{nr} + \Delta N_r; \quad \sum_i N_i = N_0, \quad (13)$$

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; \bar{Q}_r - средняя величина исходных извлекаемых запасов выемочной единицы; $K_{nr} = 1 + t V_{TB}$ - коэффициент неравномерности ввода выемочных единиц в стадию выпуска отбитой руды; ΔN_r - 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

$$N_r = \bar{Q}_r (0,5 N_0 + N_{D0} \pm 0,5 K_{nr}) + \Delta N_r. \quad (14)$$

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

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

Средняя величина извлекаемых запасов выемочной единицы опре -

деляется равенством

$$\bar{q}_r = \frac{1}{N_E} \sum_1^{N_E} q_{rzi}, \quad (15)$$

где q_{rzi} - 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

$$\Delta H_r = \frac{t}{N_E} (0,5N_o + N_{до}) \sigma_{q_r}, \quad (16)$$

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

$$\sigma_{q_r} = \sqrt{\frac{1}{N_E} \sum_1^{N_E} (q_{rzi} - q'_{rzi})^2}, \quad (17)$$

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

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

2.4. Определение нормативов подготовленных запасов

Нормативное количество подготовленных запасов шахты устанавливают по формуле

$$H_n = \bar{q}_n (0,5N_{спл.} + N_{до} + N_{нпл.} \pm 0,5K_{нп}) + \Delta H_n, \quad (18)$$

где $N_{спл.}$, $N_{до}$, $N_{нпл.}$ - 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); $K_{нп} = 1 \pm V_{твн}$ - коэффициент неравномерности ввода блоков в стадию проведения нарезных работ; $V_{твн}$ - коэффициент вариации времени между вводами блоков в стадию проведения нарезных работ; ΔH_n - резерв подготовленных запасов шахты, компенсирующий погрешность определения их нормативной величины.

Если μ - число добычных единиц в блоке, то

$$N_{\delta n_0} = \frac{1}{\mu} N_0. \quad (19)$$

Число блоков $N_{\delta n_0}$ определяется с резервом, компенсирующим неравномерность очистных работ

$$N_{\delta n_0} = \bar{N}_{\delta n} + t \epsilon_{N_{\delta n}} = \bar{N}_{\delta n} (1 + t V_{N_{\delta n}}), \quad (20)$$

где $\bar{N}_{\delta n}$, $\epsilon_{N_{\delta n}}$, $V_{N_{\delta n}}$ - соответственно среднее значение, средне - квадратическое отклонение и коэффициент вариации числа блоков в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска отбитой руды.

Показатели $\bar{N}_{\delta n}$, $\epsilon_{N_{\delta n}}$ определяют из условия согласованности процессов очистной выемки в блоках по следующим формулам:

$$\bar{N}_{\delta n} = \frac{N_{\delta n_0} \bar{T}_{\delta n}}{\bar{T}_{\delta n}} K_3; \quad (21)$$

$$\epsilon_{N_{\delta n}} = \frac{\bar{N}_{\delta n} \bar{T}_{\delta n} - N_{\delta n_0} \bar{T}_{\delta n}}{\bar{T}_{\delta n} V_{T_{\delta n}}}, \quad (22)$$

где $\bar{T}_{\delta n}$, $\bar{T}_{\delta n}$ - соответственно продолжительность выпуска извлекаемых запасов блока и бурения взрывных скважин до начала выпуска отбитых запасов; K_3 - коэффициент резерва; $V_{T_{\delta n}}$ - коэффициент вариации продолжительности выпуска извлекаемых запасов блока. Если отсутствуют фактические данные, то можно принять $V_{T_{\delta n}} = 0,25$, $K_3 = 1,15$. Для более точного определения значения K_3 , можно воспользоваться формулой

$$K_3 = \frac{1}{1 + V_{T_{\delta n}}^2} \left(1 + V_{T_{\delta n}}^2 + V_{T_{\delta n}} \sqrt{V_{N_{\delta n}}^2 + V_{T_{\delta n}}^2} \right), \quad (23)$$

где $V_{N_{\delta n}}$, $V_{T_{\delta n}}$ - соответственно коэффициенты вариации числа блоков в стадии выпуска руды и продолжительности обруивания запасов блока до начала выпуска.

Можно считать, что $V_{T_{\delta n}} = V_{T_{\delta n}}$. Поэтому при $t = 1,7$ величина

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

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

$$N_{нпо} = \bar{N}_{нп} + t \sigma_{N_{нп}} = \bar{N}_{нп} (1 + t V_{N_{нп}}), \quad (24)$$

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

$$\bar{N}_{нп} = \frac{N_{впо} \bar{T}_{нп}}{\bar{T}_{вп}} K_4; \quad (25)$$

$$\sigma_{N_{нп}} = \frac{\bar{N}_{нп} \bar{T}_{вп} - N_{впо} \bar{T}_{нп}}{\bar{T}_{вп} V_{T_{вп}}}, \quad (26)$$

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

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

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

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

$$\bar{T}_{нп} = \frac{1}{N_B} \sum_{i=1}^{N_B} T_{нп i}; \quad (28)$$

$$T_{нп i} = \frac{W_{нп i}}{n_{нп i} \alpha_{нп i}}, \quad (29)$$

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

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

$$\sigma_{T_{нп}} = \sqrt{\frac{1}{N_B} \sum_{i=1}^{N_B} (T_{нп i} - \bar{T}_{нп})^2}; \quad (30)$$

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

Средняя величина извлекаемых запасов блока равна

$$\bar{Q}_n = \frac{1}{N_B} \sum_{i=1}^{N_B} Q_{ni} \quad (32)$$

где Q_{ni} - извлекаемые запасы i -го блока.

Резервное количество подготовленных запасов шахты, компенсирующее погрешность определения их нормативной величины, рассчитывают по формулам, аналогичным выражениям (16) и (17).

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

$$H_B = \bar{Q}_B (0,5N_{BB_0} + N_{BB_0} + N_{NB_0} + N_{NB_0} \pm 0,5K_{NB}) + \Delta H_B \quad (33)$$

где \bar{Q}_B - средняя величина извлекаемых запасов выемочного участка; $N_{BB_0}, N_{BB_0}, N_{NB_0}, N_{NB_0}$ - нормативное число участков соответственно в стадиях выпуска руды, бурения взрывных скважин до начала выемки, нарезных работ до начала очистной выемки, горно-подготовительных работ до начала нарезных; $K_{NB} = 1 + \epsilon V_{TB}$ коэффициент неравномерности ввода выемочных участков в стадии проведения горно-подготовительных работ; V_{TB} - коэффициент вариации времени между вводами выемочных участков в стадии проведения горно-подготовительных работ; ΔH_B - резерв вскрытых запасов, компенсирующий погрешность определения их нормативной величины.

Число участков N_{BB_0} определяют, исходя из нормативного числа блоков N_{Bn_0} и среднего числа блоков в стадии выпуска отбитой руды в выемочном участке

$$N_{BB_0} = \frac{1}{z} N_{Bn_0} = \frac{1}{z} N_0 \quad (34)$$

Нормативное число выемочных участков N_{BB_0} в стадии бурения взрывных скважин до начала выпуска руды устанавливается с резервом, компенсирующим неравномерность процессов очистной выемки

$$N_{BB_0} = \bar{N}_{BB} + \epsilon \sigma_{N_{BB}} = \bar{N}_{BB} (1 + \epsilon V_{N_{BB}}) \quad (35)$$

где $\bar{N}_{BB}, \sigma_{N_{BB}}, V_{N_{BB}}$ - 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

$$\bar{N}_{BB} = \frac{N_{BB0} \bar{T}_{BB}}{\bar{T}_{BB}} K_S ; \quad (36)$$

$$\sigma_{N_{BB}} = \frac{N_{BB0} \bar{T}_{BB} - N_{BB0} \bar{T}_{BB}}{\bar{T}_{BB} V_{T_{BB}}} , \quad (37)$$

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

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

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

$$N_{NB0} = \bar{N}_{NB} + t \sigma_{N_{NB}} = \bar{N}_{NB} (1 + t V_{N_{NB}}) , \quad (38)$$

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

Значения этих показателей рассчитывают по формулам

$$\bar{N}_{NB} = \frac{N_{NB0} \bar{T}_{NB}}{\bar{T}_{BB}} K_S ; \quad (39)$$

$$\sigma_{N_{NB}} = \frac{N_{NB0} \bar{T}_{BB} - N_{NB0} \bar{T}_{NB}}{\bar{T}_{BB} V_{T_{BB}}} , \quad (40)$$

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

Число участков N_{NB0} также необходимо определять с резервом, компенсирующим неравномерность процессов горных работ

$$N_{NB0} = \bar{N}_{NB} + t \sigma_{N_{NB}} = \bar{N}_{NB} (1 + t V_{N_{NB}}) , \quad (41)$$

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

$$N_{пв} = \frac{N_{пв} \bar{T}_{пв}}{\bar{T}_{пв}} K_7 ; \quad (42)$$

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

где $\bar{T}_{пв}$ — средняя продолжительность горно-подготовительных работ в участке до начала нарезных; $V_{T_{пв}}$ — коэффициент вариации продолжительности нарезных работ в участке до начала очистной выемки; K_7 — коэффициент резерва. При отсутствии фактических данных можно принять $K_7 = 1,15$. Более точное значение коэффициента резерва можно рассчитать по формуле, аналогичной выражению (27).

Средние значения $\bar{T}_{пв}$ и $\bar{T}_{пв}$, среднеквадратические отклонения $\sigma_{T_{пв}}$ и $\sigma_{T_{пв}}$, коэффициенты вариации $V_{T_{пв}}$ и $V_{T_{пв}}$ определяют из равенств, аналогичных формулам (28)–(31).

В связи с тем, что $V_{T_{пв}} \approx V_{T_{пв}} = 0,3$ и $t = 1,7$ имеем

$$K_{пв} = 1 + 1,7 \cdot 0,3 = 1,5.$$

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

$$\bar{Q}_B = \bar{Q}_n \omega , \quad (44)$$

где ω — среднее число блоков в одном выемочном участке.

Резервное количество вскрытых запасов шахты ΔH_B устанавливают по формулам, аналогичным выражениям (16) и (17).

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

3.1. Основные исходные положения

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

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

При нормировании подготовленности запасов на карьерах в вид транспорта добычного полезного ископаемого учитывается через производительность добычных единиц, величину временных щеликов под рабочими площадками вышележащих уступов и величину переходящих запасов отбитой рудной массы.

В связи с тем, что между подготовленными и вскрытыми запасами 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 обеспечения 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 моменту 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

$$K_y = \frac{\sigma_{\text{скл}}}{\sigma_{\text{карь}}}, \quad (45)$$

где $\sigma_{\text{скл}}$, $\sigma_{\text{карь}}$ — 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 $1,0 \pm 1,4$. 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

$$\sigma_{\alpha_0}' = K_y \sigma_{\alpha_0}. \quad (46)$$

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

$$N_0'' = \frac{1}{\sigma_{\alpha_0}^2 K_y^2 - \sigma_{\alpha_0}^2 \bar{P}_{\alpha_0 \alpha_0}} [\sigma_{\alpha_0}^2 (1 + V_{\alpha_0}^2 - \bar{P}_{\alpha_0 \alpha_0}) + \sigma_{\alpha_0}^2 V_{\alpha_0}^2 - \sigma_{\alpha_0}^2 K_y^2 V_{\alpha_0}^2]. \quad (47)$$

При $N \geq 5$ величиной $\bar{P}_{\alpha_0 \alpha_0}$ можно пренебречь и пользоваться более простым выражением

$$N_0'' = \frac{1}{\sigma_{\alpha_0}^2 K_y^2} [\sigma_{\alpha_0}^2 (1 + V_{\alpha_0}^2) + \sigma_{\alpha_0}^2 V_{\alpha_0}^2 - \sigma_{\alpha_0}^2 K_y^2 V_{\alpha_0}^2]. \quad (48)$$

Значения показателей в выражениях (47) и (48) определяют по формулам (5)–(8). Нормативное число добычных экскаваторов устанавливается 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 карьер-

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

$$\begin{aligned} N_r &= N_0(2\bar{a} + t\sigma_a) + \Pi - B + \Delta H_{r_2} = \\ &= N_0\bar{a}(2 + tV_a) + \Pi - B + \Delta H_{r_2}, \end{aligned} \quad (49)$$

где \bar{a}, σ_a, V_a - соответственно среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации производительности добычного экскаватора в интервале времени между взрывами полезного ископаемого в добычном забое; Π, B - соответственно потери и засорение полезного ископаемого на карьере в интервале времени между взрывами; ΔH_{r_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{a} и σ_a представляют собой среднее значение и среднеквадратическое отклонение двухнедельной производительности добычного экскаватора.

Величина $tN_0\sigma_a = \Delta H_{r_1}$ представляет собой резерв готовых к выемке запасов, компенсирующий неравномерность проведения добычных работ. Величину \bar{a} рассчитывают исходя из среднесменной производительности экскаватора \bar{a}_{cm} и его коэффициента использования K'_u в течение интервала времени τ между взрывами запасов полезного ископаемого в добычных забоях

$$\bar{a} = \tau K'_u \bar{a}_{cm} \quad (50)$$

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

$$N_r = N_{01}\bar{a}_1(2 + tV_{a_1}) + N_{02}\bar{a}_2(2 + K_T tV_{a_2}) + \Pi - B + \Delta H_{r_2}, \quad (51)$$

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

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

$$H_r = \sum_1^m N_{0j} d_{0j} (2 + K_{Tj} t V_{\alpha j}) + \Pi - B + \Delta H_{r2}, \quad (52)$$

где $j = 1, 2, \dots, m$; $\sum_1^m N_{0j} = N_0$.

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

Если N_0 установлено по критерию – производительность рудника, т.е. $N_0 = N_0' > N_0''$, то для расчета H_r по формулам (49) и (50) значения показателей $\bar{d}_1, \bar{d}_{cm}, K_{\mu}$ устанавливают при проектировании соответственно с нормами технологического проектирования. Значения показателей t, V_{α} принимают равными соответственно 1,5 и 0,4.

Если N_0 установлено по критерию – однородность качества, т.е. $N_0 = N_0'' > N_0'$, то величину \bar{d}_{cm} следует определить расчетным путем по формуле

$$\bar{d}_{cm} = \frac{1,05 A_{\Pi}}{N_0'' K_{\mu} K_{\mu}}. \quad (53)$$

Оптимальная величина \bar{t} должна устанавливаться техническим проектом. Для ориентировочных расчетов \bar{t} можно принимать равным трем неделям, если $N_0 > 6$ и двум неделям, если $N_0 \leq 6$. Во время массовых взрывов целесообразно при $N_0 \leq 6$ все блоки взрывать одновременно, а при $N_0 > 6$ взрывать одновременно не менее двух-третьей 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

$$\Pi = \sum_1^{n_y} \Pi_j; \quad B = \sum_1^{n_y} B_j, \quad (54,55)$$

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

$$H_n = \sum_1^{N_0} H_{ci} + H_r + N_0 \alpha + H_c + t_{\text{сн}} \sigma + \Delta H_n, \quad (56)$$

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

Запасы в i -м временном целике устанавливаются из выражения

$$H_{ci} = L_i h_i v_i \rho_i, \quad (57)$$

где L_i, h_i, v_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 α представляет собой производительность добычей единицы в интервале времени t_n пополнения подготовленных запасов

$$\alpha = t_n K_u \bar{\alpha}_{\text{см}}. \quad (58)$$

Если пополнение подготовленных запасов на всех добычных уступах идет равномерно и непрерывно, то величиной αN_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

$$H_c = \frac{1}{N_y} t_c D_M, \quad (59)$$

где D_M - среднемесячная производительность карьера. Запасы

должны полностью использоваться в течение месяцев неблагоприятного периода года.

Для расчета норматива подготовленных запасов на железорудные карьерах при отсутствии фактических данных можно принять

$$G_{нн} = 0,2M_f ; t = 1,5 ; \pm G_{нн} = 0,3M_f .$$

Л и т е р а т у р а

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

2. Зарайский В.Н., Николаев Е.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, ВМОГЕМ, 1976, 39 с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	3
I. Общие методические положения	4
2. Нормирование готовых и взвешенных, подготовленных и вскрытых запасов при подвешном способе разработки . . .	5
2.1. Основные исходные положения	5
2.2. Определение числа взвешенных единиц в стадии очистной взвешки	6
2.3. Определение нормативов готовых и взвешенных запасов. . .	9
2.4. Определение нормативов подготовленных запасов.	10
2.5. Определение нормативов вскрытых запасов.	13
3. Нормирование готовых и взвешенных и подготовленных запасов при открытом способе разработки	15
3.1. Основные исходные положения	15
3.2. Определение числа добычных элементов.	16
3.3. Определение нормативов готовых и взвешенных запасов. . .	17
3.4. Определение нормативов подготовленных запасов.	19
Литература	22