© В.В. Глотов, 2006

УДК 622.273.22

В.В. Глотов

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВСКРЫТИЯ МЕЛКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Семинар № 17

Мелкие месторождения, как и месторождения других масштабов, находятся в самых различных природно-климатических условиях. При решении задачи, выбора способа и схемы вскрытия, необходимо учитывать климат региона, характеризуемый перепадами температур атмосферного воздуха, частотой и количеством выпадаемых осадков, вероятность схода снежных лавин, селевых потоков и оползней. В районах низких сезонных температур перепускные выработки и приемные бункера целесообразно располагать в подземных условиях, чтобы не допустить смерзание в них руды.

Рельеф местности оказывает доминирующее значение на выбор способа вскрытия. В гористой местности месторождения, как правило, вскрываются штольнями. При этом способе отсутствует искусственный водоотлив, не требуется сооружение дорогостоящих поверхностных комплексов для подъема руды (шахтные стволы, подъемные машины и здания подъемных машин, копры и надшахтные здания) и пр. В равнинной местности месторождения вскрываются вертикальными и наклонными шахтными стволами, оборудованными скиповыми, клетевыми и конвейерным способами подъема, в качестве вспомогательных стволов для передвижения самоходного безрельсового оборудования проводятся спиральные или тупиковые наклонные съезды.

Огромное влияние на выбор способа и схему вскрытия оказывают горно-геологические условия и горно-технические факторы:

- морфология рудных тел;
- параметры рудных тел (мощность, длина по простиранию, длина по падению и глубина залегания);
- условия залегания и характеристика вмещающих пород (углы падения рудных тел, углы сдвижения вмещающих пород, наличие криолитозоны, плывунов, тектонических разломов и т.д.)

Присутствие вечной мерзлоты, высокая обводнённость пород, наличие плывунов потребует применение специальных методов проходки вскрывающих выработок.

Наряду с вышеизложенными условиями и факторами общего порядка, необходимо выделить особенности, оказывающие влияние на выбор способа и схемы вскрытия мелких месторождений:

1. Малые запасы месторождений и короткий срок эксплуатации горно-капитальных выработок, зданий и сооружений на промышленной площадке рудника, позволяют быстро получить дополнительные доходы от амортизации названных объектов и при благоприятных условиях реинвестировать их в другие проекты.

2. Небольшая производственная мощность шахт дает возможность сократить до необходимого минимума число вскрывающих выработок, обеспечить их полную загрузку и многофункциональность.

3. Ограниченная глубина вскрытия месторождения (до 200-250м) позволяет использовать наиболее современные средства выдачи руды (автосамосвалы, троллейвозы), а для спуска и подъёма людей (лифтоподъёмники). Использование мобильного горнопроходческого и добычного оборудования исключает потребность в подземных вспомогательных цехах и службах (ремонтно-механические, складские, инструментальные), а следовательно сокращается штат подземных рабочих, повышается производительность труда.

4. Вскрывающие выработки одновременно могут использоваться как подготовительные, следовательно, их расположение и параметры должны быть увязаны с применяемым способом и схемой подготовки, соответствовать системе разработки, типу горного оборудования.

5. Удаленность мелких месторождений от промышленных объектов основного горнодобывающего предприятия требует решения задачи по сочетанию способа подъема и вида транспорта руды до центральной обогатительной фабрики или передвижной обогатительной установки.

Выше изложенные обстоятельства позволили разработать типовые схемы вскрытия мелких рудных месторождений, которые должны удовлетворять следующим условиям:

1. Минимальные капитальные затраты на вскрытие месторождения и низкие эксплуатационные расходы в период разработки месторождения.

2. Высокая мобильность, безопасность и надежность работы подземного транспорта, шахтного подъема

3. Необходимый минимум подземных камер вспомогательного назначения.

4. Эффективное проветривание подземных горных работ.

Вскрытие мелких месторождений в гористой местности расположенных выше уровня долины возможно с использованием двух основных схем - этажными штольнями или капитальной штольней, слепым стволом и квершлагами.

При вскрытии этажными штольнями для сообщения необходимо сооружать подъездные пути к устью каждой штольни, в этом случае руда до обогатительной фабрики доставляется по рудоскатам, рудоспускам или канатной дороге (рис. 1). Варианты вскрытие капитальной штольней и слепым стволом предусматривают сообщение с горизонтами по слепому стволу. Руда по рудоспускам перепускается на горизонт капитальной штольни и по ней транспортируется на обогатительную фабрику (рис. 2, 3). В случае проведения этажных штолен по простиранию рудного тела они одновременно являются горноподготовительными (рис. 4).

Мелкие месторождения, залегающие ниже уровня долины, вскрываются капитальной штольней, слепыми стволами или стволами, пройденными в долине вблизи от обогатительной фабрики (рис. 5-7).

В равнинной местности мелкие месторождения вскрываются вертикальными стволами, спиральными или наклонными съездами, лифтоподъёмниками и квершлагами (рис. 8-11).

При решении локальных задач в практике проектирования горных предприятий наиболее известным и

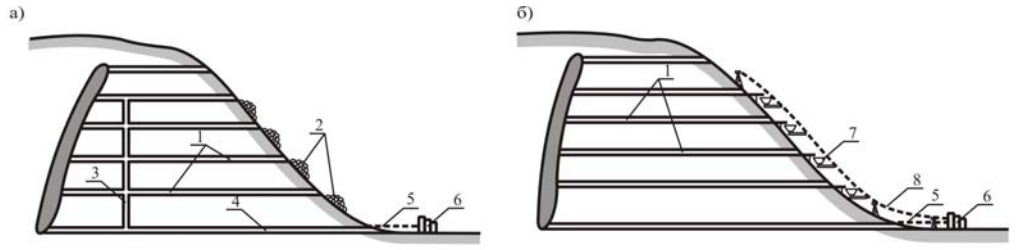

Рис. 1 Схема вскрытия крутопадающего рудного тела, залегающего в гористой местности; а) - этажными штольнями с перепуском руды по рудоспуску и ее транспортированием по капитальной штольне, б) - этажными штольнями с транспортированием руды по поверхности канатной дорогой, 1 - этажные штольни; 2 - отвалы пустой породы; 3 - капитальный рудоспуск; 4 - капитальная штольня; 5 - транспортная галерея; 6 - обогатительная фабрика; 7 - разгрузочные бункеры; 8 - канатная дорога

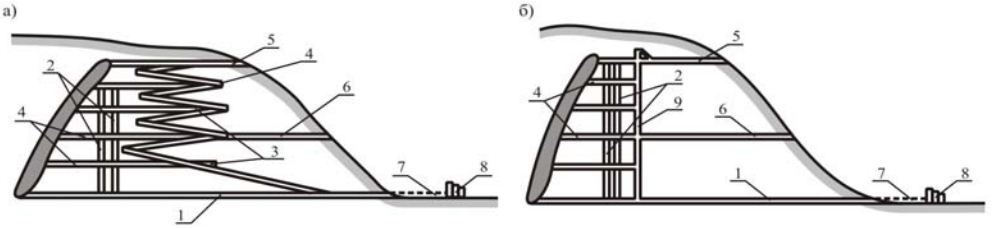

Рис. 2 Схема вскрытия крутопадающего рудного тела, залегающего в гористой местности а) капитальной штольней и наклонным спиральным съездом, б) - капитальной штольней и слепым стволом,

1 - капитальная штольня; 2 - капитальные рудо- и породоспуски; 3 - наклонный спиральный съезд; 4 - этажные квершлаги; 5 - вентиляционная штольня; 6 - вентиляционно-вспомогательная штольня; 7 - транспортная галерея; 8 - обогатительная фабрика; 9 - слепой вентиляционно-вспомогательный ствол

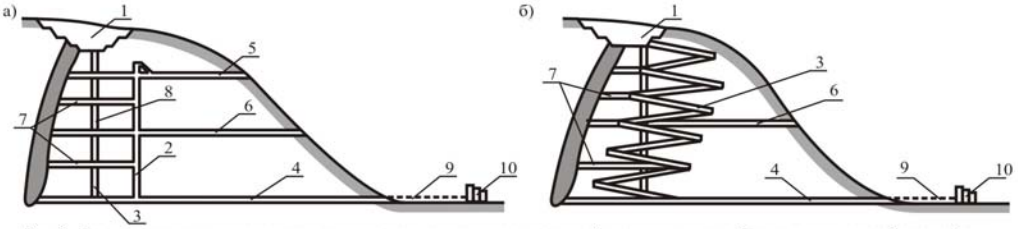

Рис. 3 Схема вскрытия крутопадающего рудного тела, залегающего в гористой местности при комбинированном способе разработки а) - капитальной штольней и слепым стволом; б) - капитальной штольней и наклонным спиральным съездом ,

1 - карьер; 2 - слепой вспомогательный ствол; 3 - наклонный спиральный съезд; 4 - капитальная штольня; 5 - вентиляционная штольня; 6 - вентиляционно-вспомогательная штольня; 7 - этажные квершлаги;8 - капитальный рудоспуск; 9 - транспортная галерея; 10 - обогатительная фабрика

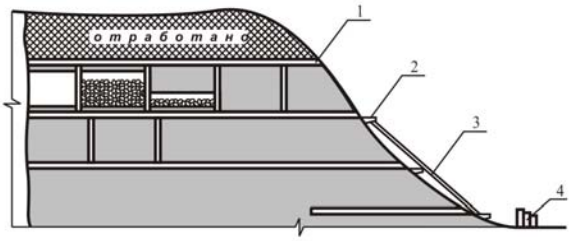

Рис. 4 Схема вскрытия рудного тела по простиранию, 1 - этажные штольни; 2 - приемные бункеры; 3 - рудоскат; 4 - обогатительная фабрика

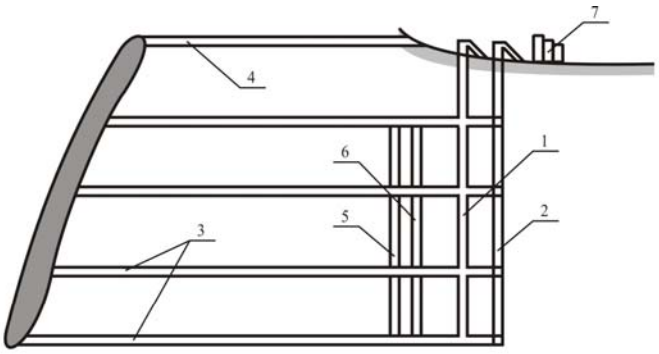

Рис. 5 Схема вскрытия двумя стволами, расположенными в долине;
1 - главный рудоподъемный ствол; 2 - вспомогательный рудоподъемный ствол; 3 - этажные квершлаги;
4 - этажная штольня; 5 - капитальный рудоспуск; 6 - капитальный породоспуск; 7 - обогатительная фабрика

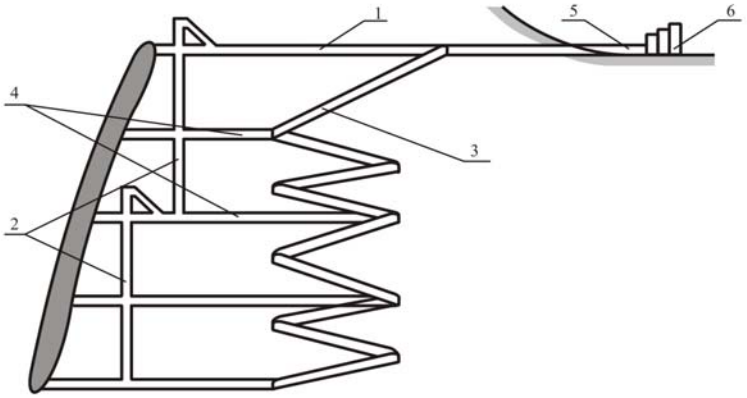

Рис. 6 Схема вскрытия капитальной штольней, наклонным спиральным съездом и лифтоподъемниками,

1- капитальная штольня; 2 - лифтоподъемники; 3- наклонный спиральный съезд; 4 - этажные квершлаги;
5 - транспортная галерея; 6 - обогатительная фабрика

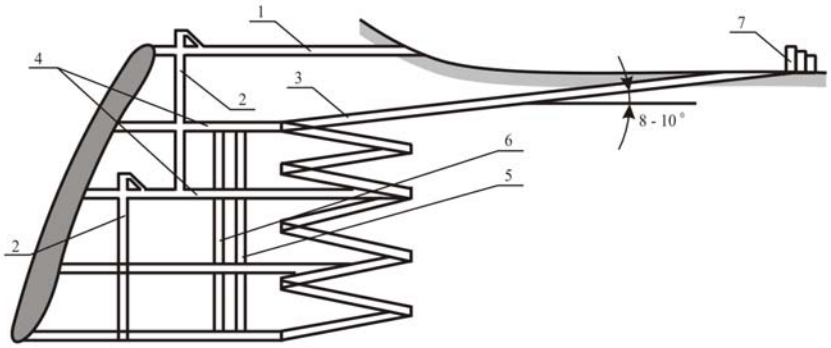

Рис. 7 Схема вскрытия наклонным спиральным съездом и лифтоподъемниками;
1 - этажная вентиляционная штольня; 2 - лифтоподъемники; 3 - наклонный спиральный съезд; 4 - этажные квершлаги; 5 - капитальный рудоспуск; 6 - капитальный породоспуск; 7 - обогатительная фабрика

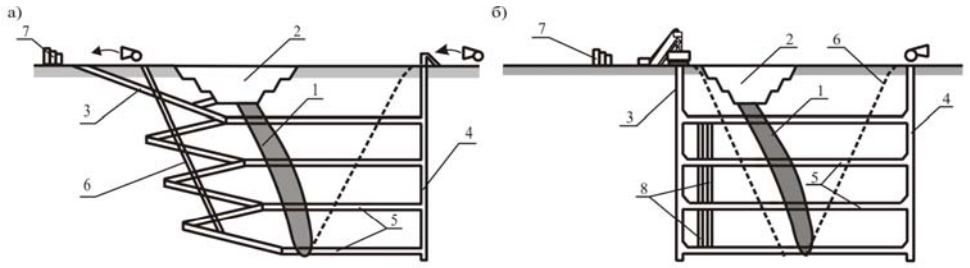

Рис. 8 Схемы вскрытия крутопадающего рудного тела в равнинной местности при комбинированном способе разработки

а) - наклонным спиральным съездом, вспомогательным стволом и этажными квершлагами, б) - вертикальными стволами и этажными квершлагами с рудо- и породоперепусками: 1 - рудная залежь; 2 - карьер; 3 - наклонный спиральный съезд; 4 - вспомогательный вентиляционный ствол; 5 - этажные квершлаги; 6 - вентиляционная скважина; 7 - обогатительная фабрика; 8 - рудо- и породоспуски

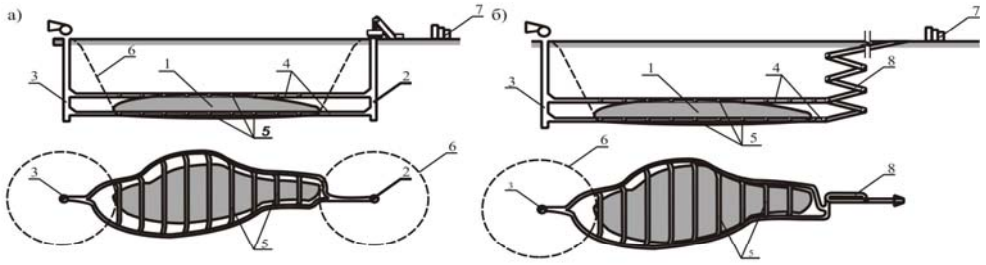

Рис. 9 Схема вскрытия пологой залежи а) шахтными стволами и этажными квершлагами; б) - спиральным наклонным съездом, вентитляционно -вспомогательным стволом и этажными квершлагами; 1 - рудное тело; 2 - главный рудовыдачной ствол; 3 - вентиляционно-вспомогательный ствол; 4 - этажные квершлаги; 5 - этажные орты; 6 - границы зоны сдвижения пород; 7 - обогатительная фабрика; 8 - спиральный съезд

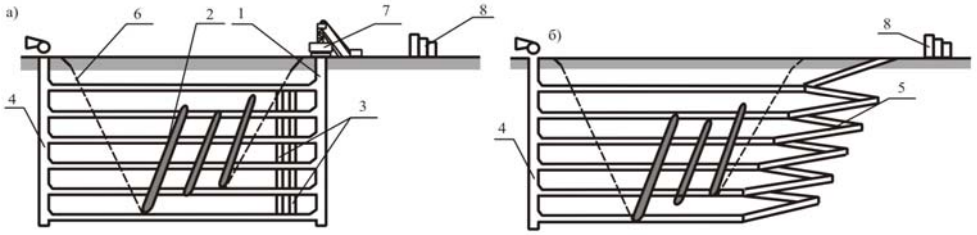

Рис. 10 Схемы вскрытия запасов группы крутопадающих рудных тел; а) - вертикальными стволами и этажными квершлагами с рудо- и породоспусками; б) - наклонным спиральным спуском, этажными квершлагами и вспомогательным стволом;
1. - главный рудовыдачной ствол; 2 - рудное тело; 3 - капитальные рудо- и породоспуски; 4 - вентиляционно-вспомогательный ствол; 5 - наклонный спиральный съезд; 6 - границы зоны сдвижения пород; 7 - надшахтный комплекс; 8 - обогатительная фабрика

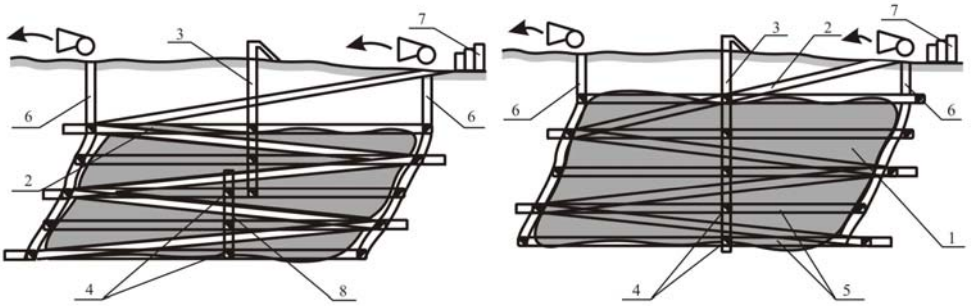

Рис. 11 Схема вскрытия рудной залежи а) - тупиковым съездом и лифтоподъемниками; б) - тупиковым съездом и вспомогательным шахтным стволом и этажными квершлагами; 1 - рудная залежь; 2 - тупиковый наклонный съезд; 3 - шахтный вспомогательный ствол; 4 - этажные квершлаги; 5 - этажные штреки; 6 - фланговые вентиляционные восстающие; 7 - обогатительная фабрика; 8 - лифтоподъемники

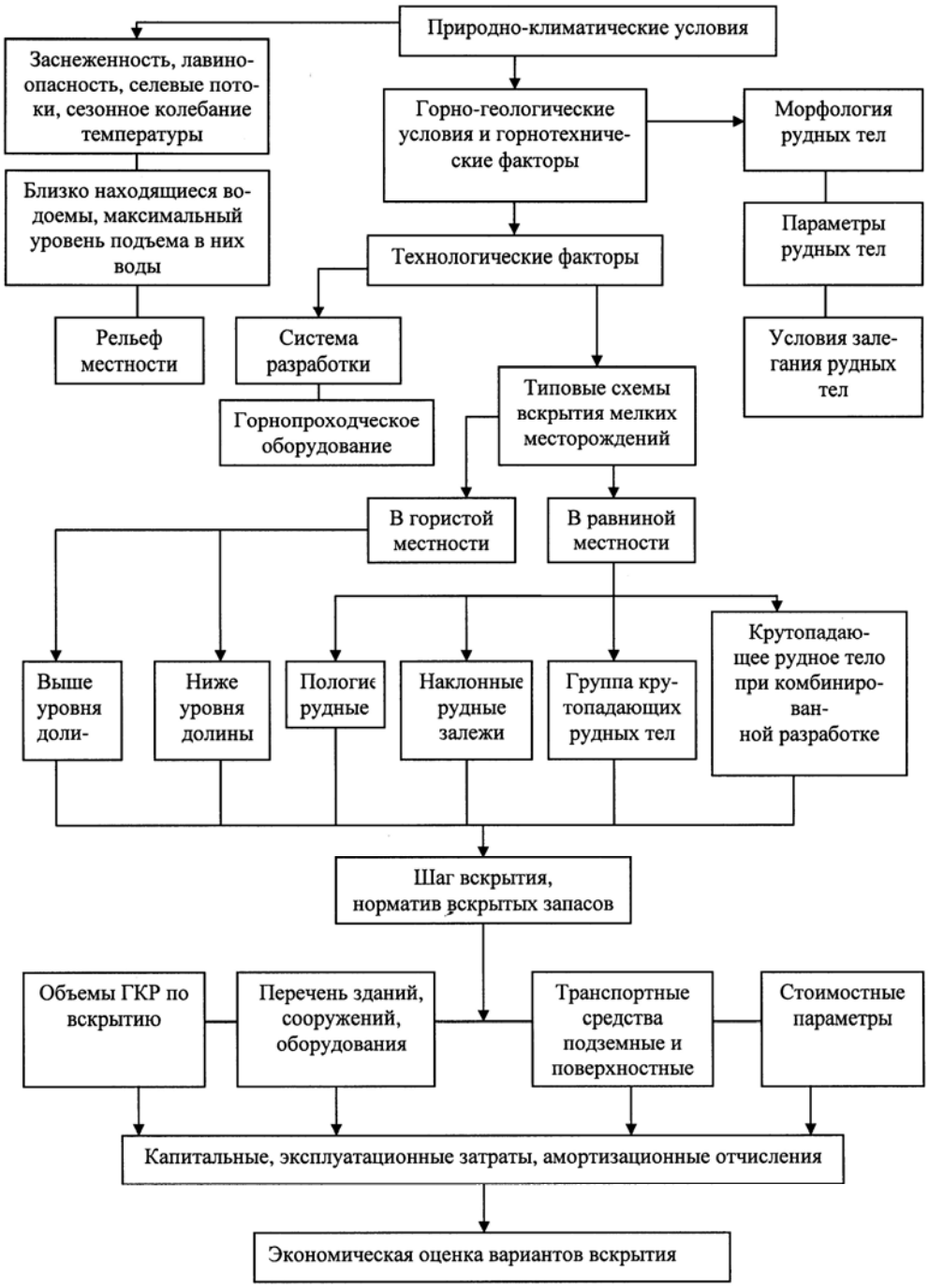

Рис. 12. Блок-схема выбора варианта вскрытия мелкого месторождения

широко применяемым является метод вариантов. В основу метода положен совокупный учет всех влияющих факторов, определение технически возможных вариантов вскрытия и в дальнейшем их экономическое сравнение [1]. Последовательность выбора рационального варианта вскрытия мелкого месторождения представлена на рис. 12.

В настоящее время внедрение в отечественную практику эффективных схем вскрытия мелких месторождений сдерживается отсутствием полного и объективного критерия оценки, позволяющего более точно отразить динамику развития горных работ во времени, оценить возврат капитальных вложений в виде амортизационных отчислений на объекты связанные со сроком разработки месторождения.

Современный критерий оценки должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- учитывать и правильно оценивать все затраты, связанные с вариантом вскрытия месторождения;
- в нем должен быть заложен механизм дисконтирования;
- отражать амортизационные отчисления на объекты, имеющие непосредственное отношение к вскрытию месторождения.

Не имеет смысла включать в критерий положительные денежные потоки (выручка от реализации продукции), поскольку для каждого из вариантов, соответственно при равной производственной мощности, они будут абсолютно одинаковые и на конечный результат влияния не окажут.

На этом основании, за критерий оценки принимаются дисконтированные затраты без амортизации (ДЗ)

$$ДЗ = К + Э – АМ_{гкрз} – АМ_{м} - АМ_{ас}, \quad (1)$$

где К и Э – дисконтированные капитальные и эксплуатационные затраты на вскрытие месторождения за период его разработки, руб; $АМ_{крз}$ – дисконтированные амортизацион-ные отчисления на специализированные основные производственные фонды, срок использования которых определяется сроком извлечения полезного ископаемого, руб; $АМ_{м}$ - дисконтированные амортизационные отчисления на основные производственные фонды, срок эксплуатации которых не связан со сроком извлечения полезного ископаемого, руб; $АМ_{ас}$ - дисконтированные амортизационные отчисления на автосамосвалы, руб.

Дисконтированные капитальные затраты на вскрытие месторождения определятся по формуле

$$K = \sum_{t_c=1}^{T_э} K_{t_c} \frac{1}{(1+E)^{t_c}}, \text{ руб} \quad (2)$$

где $T_э$ – срок эксплуатации месторождения, лет; t_c – год вложения капитальных затрат в строительство рудника; Е – норма дисконта; K_{tc} – капитальные затраты на вскрытие месторождения, осуществляемые в t_c–ом году строительства рудника, руб;

К капитальным затратам следует отнести:

- затраты на проведение вскрывающих выработок – штольни, стволы, квершлаги, наклонные спиральные съезды, рудо- и породоспуски;
- затраты на строительство объектов, имеющих отношение к вскрытию месторождения – канатные дороги, галереи, бункеры, автодороги, эстакады, копры, надшахтные здания, здания подъемных машин и подъемные машины.
- транспортные средства – автосамосвалы, электровозы, вагонетки.

Дисконтированные эксплуатационные затраты рассчитываются по формуле

$$Э = \sum_{t=1}^{T_э} Э_t \frac{1}{(1+E)^t}, \qquad (3)$$

где t – год эксплуатации месторождения; $Э_t$ – эксплуатационные затраты по варианту вскрытия, произведенные в t-й год разработки месторождения, руб.

К ним относятся: затраты на подъем и транспорт руды, поддержание горно-капитальных выработок.

Дисконтированные амортизационные отчисления на специализированные основные производственные фонды, срок использования которых определяется сроком извлечения полезного ископаемого, начисляются на [2]:

- специализированные здания (надшахтные комплексы, здания под-земных машин и пр.)

- сооружения: все горно-капитальные выработки, шахтные копры, бункера, галереи, эстакады, подвесные дороги, автомобильные дороги на промплощадке и подъездные пути, путепроводы и пр.

- передаточные устройства: сети водопровода, канализации, теплофикации, энергоснабжения, газопровод, линии связи, и пр.

Эти объекты функционируют в течение всего срока эксплуатации месторождения и используются для отработки всех его запасов.

Расчет производится по формуле:

$$AM_{акрз} = \sum_{t=0}^{T_э} \frac{1}{(1+E)^t} \times \left[\frac{(Ф_{акрз} - \sum_{t=1}^{T_э} AM_t) * A_{г.пог}}{Q_м - \sum_{t=1}^{T_э} A_{г.поat}} \right], \qquad (4)$$

где $Ф_{гкрз}$ – балансовая стоимость специализированных основных производственных фондов, срок использования которых определяется сроком извлечения полезного ископаемого, руб; AM_t – амортизационные отчисления в t-ом году эксплуатации месторождения, руб; $A_{г.пог.t}$ – годовой объем погашенных запасов в t-ом году (с учетом потерь), т; $Q_м$ – балансовые запасы месторождения, т.

Дисконтированные амортизационные отчисления на основные производственные фонды, срок эксплу-атации которых не связан со сроком извлечения запасов, начисляются на неспециализированные здания, сооружения, передаточные устройства, все машины и оборудование (электровозы, вагонетки), транспорт-ные устройства, инвентарь, инструмент.

Для каждого механизма в отдельности определяется по формуле:

$$AM_м = \sum_{(N-1)T_{ам+1}}^{T_э} \frac{(Ф_м - \sum_{t=0}^{T_{ам}} AM_м) * H_a}{100(1+E)^t}, \qquad (5)$$

где $Ф_м$ – балансовая стоимость данного вида оборудования (машины), руб; H_a – норма амортизации на данный вид оборудования (машины), %; $T_{ам}$ – срок службы данного вида оборудования (машины), лет; N – число циклов переоснащения данным видом оборудования;

$$N = \frac{T_э}{T_{ам}}. \qquad (6)$$

Дисконтированные амортизационные отчисления на автосамосвалы начисляются с учетом годового пробега автомобиля, рассчитывается по формуле

$$AM_{ac} = \sum_{(N-1)T_{ac}+1}^{T_э} \frac{(\Phi_{ac} - \sum_{t=0}^{T_{ac}} AM_{ac}) * Г_{пр} * H_{aac}}{100(1+E)^t} \quad (7)$$

где Φ_{ac} - балансовая стоимость автосамосвалов, руб; T_{ac} – срок службы автосамосвала, лет; $Г_{пр}$ – годовой пробег автосамосвала, тыс. км; H_{aac} – норма амортизации автосамосвала на каждую 1000 км пробега, %;

Применение современной и полной методики выбора варианта вскрытия мелких месторождений позволит дать более объективную оценку горным проектам, повысить их инвестиционную привлекательность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агошков М.И., Боярский В.А., Борисов С.С.* Разработка рудных и нерудных месторождений. - М.: Недра, 1973, 143 с.

2. *Моссаковский Я.В.* Экономика горной промышленности. - М.: Изд-во МГГУ, 2004, 525 с.

Коротко об авторах

Глотов Валерий Васильевич – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, Читинский государственный университет.