

**Старший преподаватель кафедры ГМД Толчкова Елизавета Николаевна**

**Дисциплина  
“ГЕОМЕТРИЯ НЕДР ”**

**для студентов**

**СГД**

**Раздел 3**

**«Подсчет и учет движения запасов полезных ископаемых»**

**Москва,**

**2021 год**

## Рекомендуемая и используемая литература по данному курсу:



## Лекция 13, 14, 15, 16.

### **УЧЕТ СОСТОЯНИЯ, ДВИЖЕНИЯ ЗАПАСОВ, ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.**

- 1. Общие положения (Слайд 4 – 9).**
- 2. Классификация запасов по степени подготовленности к добыче (Слайд 10 – 19).**
- 3. Нормирование и учет состояния вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов (Слайд 20 – 26).**
- 4. Показатели извлечения полезного ископаемого из недр (Слайд 27 – 32).**
- 5. Классификация, определение и учет потерь и разубоживания (Слайд 33 – 37).**
- 6. Нормирование потерь и разубоживания полезного ископаемого при его добыче (Слайд 38 – 39).**
- 7. Экономический ущерб от сверхнормативных потерь и разубоживания (Слайд 40 – 43).**
- 8. Методы определения фактических потерь и разубоживания при добыче полезных ископаемых (Слайд 44 – 50).**
- 9. Маркшейдерский контроль по замерам и съемкам горных выработок и полезного ископаемого на складах и бункерах: маркшейдерский контроль добычи и вскрыши; маркшейдерские замеры. Геометризация недр - задача маркшейдерской службы (Слайд 51 – 55).**

## 1. Общие положения

Правилами охраны недр предусматривается, что горнодобывающие предприятия при разработке месторождений обязаны: обеспечить предусмотренное проектом комплексное извлечение запасов из недр, регулировать отработку различных по качеству запасов полезных ископаемых, установленных планом развития горных работ, контролировать полноту их выемки, не допускать консервацию запасов и их потерь, особенно в контактных зонах, не допускать увеличения объема временно неактивных запасов, вести систематические маркшейдерско-геологические наблюдения в горных выработках, своевременно дополнять горную графическую документацию с целью использования ее для оперативного руководства, вести маркшейдерско-геологический учет состояния и движения запасов, учет добычи, показателей извлечения из недр в соответствии с отраслевыми инструкциями.

Основными задачами учета состояния и движения запасов в недрах являются:

- ✓ контроль обеспечения горного предприятия балансовыми, промышленными запасами и готовности их к выемке;
- ✓ установление изменений запасов в процессе эксплуатации месторождений; контроль полноты извлечения запасов из недр;
- ✓ систематизация материалов по запасам для планирования разведочных и горных работ.

Учет движения запасов полезного ископаемого производит геолого-маркшейдерская служба с целью контроля за правильным и более полным использованием богатств недр и систематического наблюдения за своевременным обеспечением горного предприятия вскрытыми и подготовленными запасами для избежания перебоев в работе.

При учете отражают не только состояние запасов на тот или иной период времени, но и все изменения, в запасах, произошедшие за отчетный период.

При учете движения запасов фиксируют:

- исходные балансовые запасы горного предприятия, их движение (изменения) за отчетный период и остаток на конец отчетного периода;
- промышленные запасы в целом и по степени их готовности к выемке (вскрытые, подготовленные и т. п.);
- добычу за отчетный период;
- потери полноценных запасов при разработке;
- запасы из числа балансовых, оказавшиеся при разработке месторождений негодными к разработке по кондиции (нерабочая мощность, некондиционное содержание полезных или вредных компонентов);
- забалансовые запасы и их изменения.

Учет движения запасов производят на основе геолого-маркшейдерской документации периодически в сроки, установленные вышестоящими организациями, по подсчетным единицам (блокам или фигурам), принятым при утверждении запасов ГКЗ (ТКЗ).

Контроль правильности учета движения запасов и отражения изменения запасов за время существования горного предприятия осуществляет маркшейдерско-геологическая служба вышестоящей организации.

Учет движения запасов в недрах производят по специальным формам. Образцы этих форм приведены в специальных инструкциях по учету запасов.

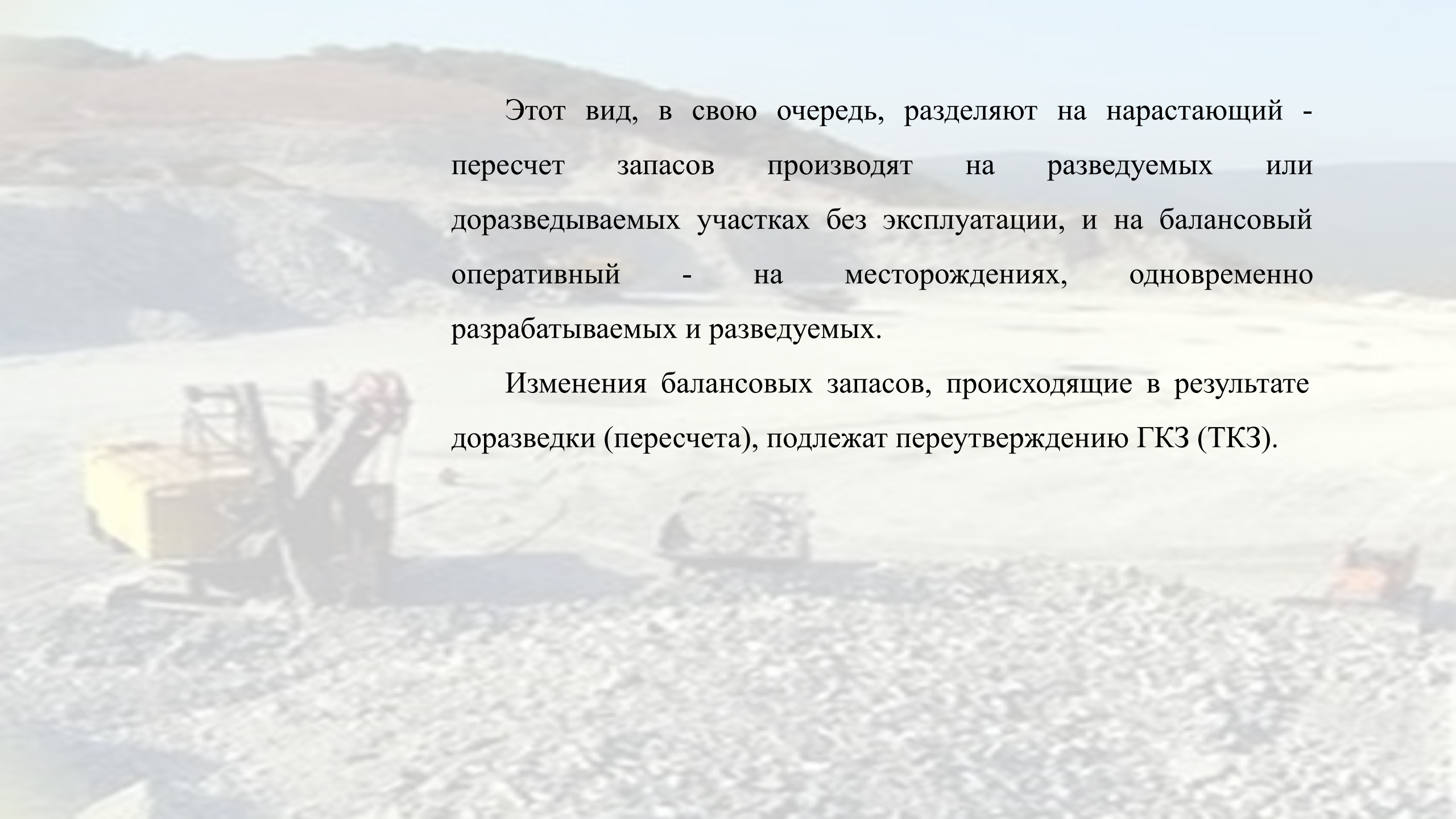
Изменения исходных балансовых запасов происходят вследствие добычи полезного ископаемого, потерь при добыче; уменьшения площади шахтного или рудного поля в результате изменения их границ; исключения некоторых тел полезного ископаемого или их частей, нецелесообразных к отработке по технико-экономическим причинам, из-за некондиционности по мощности, содержанию полезных и вредных компонентов или по горно-эксплуатационным условиям залегания (например, участки с интенсивной тектонической нарушенностью, сильно обводненные); уменьшения средних значений показателей (мощности, объемной массы полезного ископаемого, содержания полезных компонентов; неполноты выемки полезного ископаемого).

Наряду с уменьшением возможно и увеличение запасов вследствие ввода в эксплуатацию залежей полезного ископаемого или их частей, выявленных в процессе эксплуатационной разведки; изменения границ шахтного поля, увеличивающих его площадь; увеличения средних значений показателей месторождения (мощности, объемной массы, содержания полезных компонентов).

Расход полезного ископаемого за отчетный период в общем случае состоит из: добычи, потерь из-за неполноты выемки и доставки полезного ископаемого, оставления в недрах некондиционных запасов, расхода на собственные нужды. При эксплуатации и доразведке месторождения осуществляют различные виды подсчета запасов:

*полный, или генеральный.* Его производят при завершении определенного этапа промышленной разведки и получении новых данных о месторождении;

*оперативный, или периодический* (ежемесячный, поквартальный, годовой). Его производят в связи с разработкой или доразведкой на участках, где установлены изменения запасов (в блоках, горизонтах и т.п.).



Этот вид, в свою очередь, разделяют на нарастающий - пересчет запасов производят на разведуемых или доразведываемых участках без эксплуатации, и на балансовый оперативный - на месторождениях, одновременно разрабатываемых и разведуемых.

Изменения балансовых запасов, происходящие в результате доразведки (пересчета), подлежат переутверждению ГКЗ (ТКЗ).

## 2. Классификация запасов по степени подготовленности к добыче.

Наличие достаточного количества вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых является важнейшим условием нормальной деятельности горного предприятия.

По готовности к *промышленному освоению*, степени подготовленности к добыче балансовые запасы месторождений, как уже отмечено, разделяют на исходные, промышленные, вскрытые, подготовленные и готовые к выемке.

*Исходные балансовые запасы* - запасы из числа утвержденных ГКЗ, принятые по проекту горного предприятия на момент сдачи его в эксплуатацию, в пределах технических границ или горного отвода, представленного предприятию. При доразведке, изменении границ горного отвода и по другим причинам возможно изменение исходных балансовых запасов.

*Промышленные запасы* - часть балансовых, которая подлежит извлечению из недр по проектам или планам развития горных работ. Определяются путем исключения из балансовых запасов проектных потерь.

*Вскрытыми* считаются балансовые запасы месторождения или его части, подсеченные вскрывающими горными выработками эксплуатационного сечения, из которых в дальнейшем обеспечивается проведение других горных выработок, необходимых для подготовки этих запасов к добыче.

При открытой разработке к вскрытым относят балансовые запасы полезного ископаемого участков уступов, верхняя площадь которых искусственно освобождена от покрывающих пород (полезного ископаемого вышележащих уступов) или обнажена вследствие естественных условий залегания, а на нижнюю пройдена вскрывающая выработка (въездная траншея для транспорта, подъемника, конвейера и т. д.), предусмотренная проектом или планом разработки месторождения.

Границу вскрытых запасов принимают: по восстанию – от горизонта подсечения вскрывающей горной выработкой до выхода залежи на земную поверхность или верхней выclinки залежи, или до вышележащего горизонта, над которым запасы отработаны (рис. 14.1); по простиранию - в пределах шахтного поля, установленного проектом, до выclinки залежи или до крупных тектонических нарушений, переход через которые требует проведения обособленных горно-капитальных вскрывающих выработок.



РИС. 14.1. Схема расположения балансовых запасов при подземной разработке:  
/ - невскрытых; // - вскрытых; / / / - подготовленных;  
IV - отработанных: 1 - ствол; 2 - слепой ствол; 3 - квершлаг; 4 – восстающий.

Границы вскрытых запасов  $I$  при открытых разработках принимают на глубине - горизонт, подсеченный выездной траншеей; в плане — площадь залежи уступа, освобожденная от покрывающих пород или полезного ископаемого вышележащего уступа  $///$ , не вскрытые и подготовленные  $I$  запасы (рис. 14.2).



РИС. 14.2. Схема расположения запасов при открытой разработке:

$1$  - погрузочный мост;  $2$  — скиповой подъем;  
 $3$  — зумпер подъемника.

Запасы полезного ископаемого в предохранительных целиках основных выработок, под транспортными путями, зданиями и сооружениями на поверхности, а также запасы в барьерных целиках учитывают особо и переводят во вскрытые только после ликвидации охраняемых объектов или оформления в надлежащем порядке разрешения на выемку предохранительного целика.

По степени разведанности к вскрытым запасам могут относиться запасы категорий  $A$ ,  $B$ ,  $C_r$ , удовлетворяющие перечисленным условиям.

*Подготовленными* при подземной разработке считают ту часть вскрытых запасов, для отработки которой пройдены все горноподготовительные выработки, предусмотренные проектом в соответствии с принятой системой разработки, обеспечивающие безопасность работ, полноту выемки запасов и разделяющие этаж на выемочные (эксплуатационные) блоки, камеры или панели (рис. 14.3).

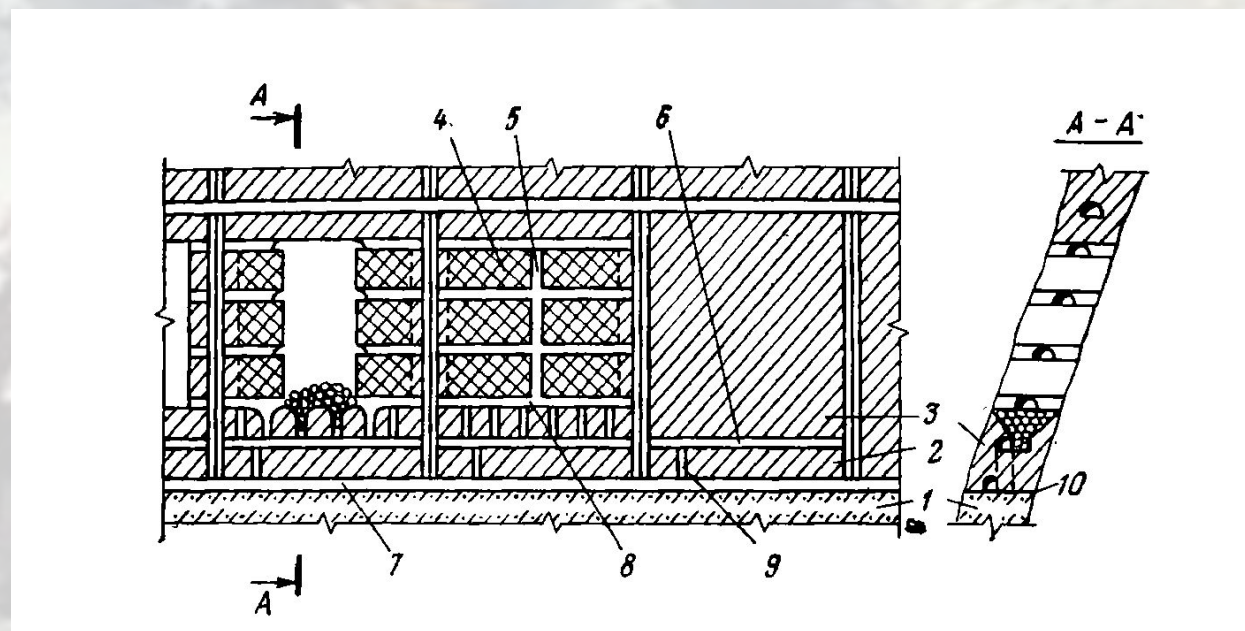


РИС. 14.3. Распределение запасов при разработке системой подэтажных штреков:

1 - не вскрытые; 2 - вскрытые; 3 - подготовленные; 4 - готовые к выемке; 5 - разрезной восстающий; 6 - скреперный штрек; 7 - откаточный штрек; 8 - подсечный штрек; 9 - рудоспуск; 10 - горизонт откатки.

Подготовленными при открытом способе разработки являются запасы из числа вскрытых, обнаженные от покрывающих вскрышных пород и для разработки которых выполнены горноподготовительные работы, предусмотренные техническим проектом.

Подготовленные запасы разделяют на *активные* и *временно неактивные*.

Подготовленные запасы во временных блоковых целиках (надштрековых, подштрековых, междокамерных и т. д.), а также в подготовленных, но временно оставленных блоках, выемка которых не предусмотрена утвержденным годовым планом горных работ и не будет производиться в течение установленного нормативного срока обеспеченности подготовленными запасами, относят к временно неактивным подготовленным запасам.

Для сокращения временно неактивных подготовленных запасов полезных ископаемых на предприятии ежегодно разрабатывают проект (мероприятия) по переводу их в активные с указанием конкретных сроков ввода в эксплуатацию, который дается руководителем предприятия (рудоуправления, комбината).

Временно неактивные запасы переводят в активные только после проведения необходимых горных работ, предусмотренных проектом, при условии, что выемка их включена в годовой план горных работ и возможна полностью или частично в течение установленного нормативного срока обеспеченности подготовленными запасами.

При оценке степени обеспеченности рудника подготовленными запасами в расчет принимают только активные подготовленные запасы с учетом запасов отбитой руды.

По степени разведанности к подготовленным запасам могут быть отнесены запасы: на месторождениях первой группы - категории  $A$ , второй группы -  $A$  и частично  $B$  и третьей группы  $A$ ,  $B$  и  $C_I$ .

Готовыми к выемке считаются запасы из числа подготовленных активных в контуре выемочных участков, блоков, камер, панелей, в которых пройдены согласно проекту все подготовительные и нарезные выработки и подготовительные для добычи работы в соответствии с правилами технической эксплуатации, такие как зачистка уступов, подготовка к ведению БВР, подведение подземных путей к экскаваторам, проведение временно используемых водоотводящих канав и зумпфов.

Перевод подготовленных запасов в категорию «готовые к выемке» может производиться частями блоков, панелей по мере проходки нарезных выработок при условии возможности очистной выемки этой части блока, панели без нарушения общей технологии его отработки, принятой проектом для данной системы разработки, обеспечения безопасного ведения работ и полноты выемки запасов.

Для комбинированных систем разработки перевод вскрытых запасов в подготовленные и готовые к выемке осуществляется по схемам систем разработки, составляющим комбинированную систему.

Кроме того, различают запасы во временных целиках, временно заваленные, временно затопленные; запасы временно находящиеся в пожарных участках.

Отнесение запасов по промышленной классификации к тому или иному виду производят в соответствии с отраслевыми инструкциями по охране и рациональному использованию полезных ископаемых. В инструкциях приводятся методики расчета нормативов запасов по степени их подготовленности к добыче с учетом горно-геологических условий разработки, техники и технологии горных работ, обеспечивающих добычу согласно плану.

Часть запасов полезного ископаемого, оставляемая при разработке месторождения в недрах, составляет фактические потери при добыче.

*Погашенными* считаются балансовые запасы полезного ископаемого (или их часть), отделенного от массива при ведении очистных, проходческих и вскрышных работ, выданного из недр, а также потерянного при добыче.

Величина погашенных запасов определяется в соответствии с отраслевой инструкцией по определению, нормированию и учету потерь и разубоживания полезного ископаемого.

Перевод запасов из низших категорий выполняется по данным горных работ и эксплуатационной разведки в соответствии с действующей инструкцией по применению классификации запасов месторождений полезных ископаемых. Запасы в блоках категорий  $B$  и  $C_1$  добытые или потерянные за отчетный период, в более высокие категории не переводят и учитывают по тем категориям, по которым они числились на начало года.

Изменения запасов, связанные с передачей части запасов с баланса одного предприятия на баланс другого предприятия, обосновывают и оформляют в установленном порядке с фиксацией этих изменений на маркшейдерских планах.

Первичный учет запасов на горном предприятии ведут в «Книге первичного учета состояния и движения запасов».

### **3. Нормирование и учет состояния вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов.**

Эффективность разработки месторождений в значительной мере зависит от наличия в необходимых соотношениях вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов. Недосток, например, готовых к выемке запасов нарушает ритмичность работы горного предприятия, снижает производительность горного оборудования. Наоборот, при избытке этой категории запасов происходит замораживание средств, увеличение оборотных фондов предприятия, замедление их оборачиваемости.

Следовательно, для каждого горнодобывающего предприятия должны быть установлены определенные нормативы, служащие критерием правильного планирования горных работ. Нормативы представляют собой неснижаемые резервы подготовленных и готовых к выемке запасов, которыми должно располагать предприятие при заданном размере добычи и принятых системах разработки.

Нормативы запасов по степени их подготовленности к добыче должны обеспечивать безусловное выполнение производственных планов при ритмичной работе предприятий по добыче полезных ископаемых; отражать технический прогресс в горном деле; учитывать специфику горно-геологических, а в необходимых случаях - и климатических условий; способствовать наиболее рациональному использованию запасов минерального сырья; соответствовать принципу минимальных объемов горно-капитальных, горно-подготовительных, нарезных работ и, возможно, более поздних сроков их осуществления, т.е. принципу максимальной экономии трудовых и материальных затрат.

Наличие нормативов позволяет своевременно оценивать состояние горных работ - отставание подготовительных выработок, могущее привести к невыполнению плана добычи, или наоборот, необоснованное их опережение, ведущее к преждевременным затратам и замораживанию средств.

Величина нормативов обуславливается рядом факторов: системой разработки и ее параметрами в данных горно-геологических условиях, скоростью подвигания подготовительных, нарезных выработок и очистных работ и др. С изменением указанных факторов изменяются и нормативы обеспеченности предприятия запасами. Поэтому нормативы запасов устанавливаются для каждого горного предприятия в отдельности и корректируются по мере изменения условий разработки.

Нормативы готовых к выемке запасов

$$Q_{\Gamma} = Q'_{\text{ТГ}} K_1 K_2 / (\sum_{i=1}^k m_i),$$

где  $Q'_{\text{ТГ}}$  - технически необходимый норматив запасов;

$K_1$  и  $K_2$  - коэффициенты резерва, гарантирующие подтверждение ожидаемых соответственно объемов руды и содержания металлов в ней;

$k$  - число технологических сортов руды, добываемой на предприятии;

$m_i$  — доля некоторого  $i$ -го технологического сорта в общем объеме добычи рудника.

Под технически необходимым нормативом понимают минимально необходимое для выполнения предприятием плана количество готовых запасов, находящееся в одновременной разработке, которое в среднем равно половине запасов всех блоков, находящихся в одновременной эксплуатации.

Для определения нормативов, запасов используют показатели, соответствующие прогрессивным технологическим нормам.

Определяемые нормативы отражают влияние показателей потерь и разубоживания руды при добыче.

Необходимость учета количества руд различных технологических сортов вытекает из дополнительных требований к рудам на отдельных предприятиях по условиям обогащения, металлического передела или транспортирования. В этих случаях не вся добытая руда может представлять товарную продукцию.

Например, на горизонте карьера имеется три технологических сорта в соотношении  $0,25 : 0,35 : 0,40$  и требуется обеспечить состав товарной руды в соотношении соответственно  $0,50 : 0,30 : 0,20$ . Исходя из этих условий, на горизонте можно добыть руды заданного состава в количестве  $0,25 + 0,15 + 0,10$ , т.е. 50% общего количества запасов. Оставшиеся 50% запасов должны быть или переработаны отдельно, или складированы.

В этом случае сумма долей технологических сортов руды равна  $0,5$ .

Аналогично учитывают необходимость увеличения нормативов также при планировании завышенных содержаний металла по сравнению с фактически имеющимися на данном горизонте, участке, блоке. Подобные случаи должны быть рассмотрены, если они ведут к потерям или порче остающихся запасов руды.

Коэффициенты резерва:

$$K_1 = 1 + t\delta_1/\mu_1 ; K_2 = 1 + t\delta_2/\mu_2, \quad (14.1)$$

где  $\mu_1, \mu_2$  - средние величины подтверждаемости соответственно объемов руды и содержания металла в ней;

$\delta_1, \delta_2$  - средние квадратические отклонения отдельных показателей подтверждаемости от средних значений;

$t$  - критерий достоверности.

Средние значения анализируемых показателей и возможные средние квадратические отклонения от них находят путем анализа ожидаемых значений геологических показателей и фактических величин этих показателей, установленных в результате отработки тех или иных рудных блоков, участков, горизонтов.

Величину критерия достоверности выбирают в интервале от 1 до 3. Обычно его принимают равным 1,5-2, что соответствует достоверности 0,87-0,95 и обеспечивает достаточную надежность результатов расчетов.

Число отработанных добычных блоков  $U$ , по показателям выемки которых могут быть вычислены, значения коэффициентов резерва  $K_1$  и  $K_2$ , с заданной степенью точности определяют по формуле

$$U = \frac{t^2 \sigma^2 N_0}{(N_0 - 1) \Delta^2 + t^2 \sigma^2},$$

где  $N_0$  - общее число добычных блоков на оставшихся запасах месторождения, определяемое делением общих запасов руды на среднее количество руды в блоке;

$t$  - критерий достоверности;

$\sigma$  - среднее квадратическое отклонение от среднего значения подтверждаемости объемов руды ( $\mu_1$ ) или содержания металла в ней ( $\mu_2$ ) [см. формулу (14.1)];

величина  $\sigma$  может быть найдена по результатам анализа показателей 10-20 или большего числа блоков;

$\Delta$  - допустимый предел отклонения искомых значений  $\mu_1$  и  $\mu_2$ , находимых по результатам анализа  $n$  добычных блоков, от генеральных средних значений  $\mu_1$  и  $\mu_2$  для всех оставшихся на месторождении запасов; величину  $\Delta$  задают в пределах 2-3% величины  $\mu_1$  или  $\mu_2$  в зависимости от того, для какого фактора устанавливают  $n$  (для количества руды или содержания в ней металла).

Нормативно количество опережающих запасов руды, категорий подготовленных и вскрытых определяют в прямой зависимости от времени, необходимого для создания этих запасов при данной технической оснащенности предприятия:

$$(Q_{\Pi} - Q_{\Gamma}) / Q_{\Gamma} = T_{\Pi} / T_{\Gamma}; \quad (Q_B - Q_{\Pi}) / Q_{\Gamma} = T_B / T_{\Gamma}$$

где  $Q_{\Gamma}$ ,  $Q_{\Pi}$ ,  $Q_B$  - нормативы запасов соответственно готовых к выемке, подготовленных и вскрытых;  $T_{\Gamma}$ ,  $T_{\Pi}$ ,  $T_B$  - время необходимое для создания опережающих запасов соответствующих категорий готовности к выемке.

Как следует из формулы, величина нормативных запасов руды во многом зависит от потенциальных возможностей предприятия по обеспечению прогрессивных темпов производства горных работ при действующей технологии и наличной технической оснащенности производства.

Состояние обеспеченности предприятия в месяцах подготовленными  $Q_{\Pi}$  и готовыми  $Q_{\Gamma}$  к выемке запасами оцениваются по формулам

$$N_{\Pi} = Q_{\Pi} / D_{\phi} 12; \quad N_{\Gamma} = Q_{\Gamma} / D_{\phi} 12, \quad (14.2)$$

где  $D_{\phi}$  - годовой план добычи в пересчете на балансовые запасы, тыс. т.; 12 - число месяцев в году.

Величина  $D_{\phi}$  рассчитывается в зависимости от годового плана добычи товарной продукции  $D_T$ , потерь  $\Pi$  и разубоживания  $P$  по формуле

$$D_{\phi} = D_T (100 - P) / (100 - \Pi).$$

Вероятностно-статистическими и экономическими исследованиями установлено, что оптимальное управление готовыми к выемке запасами может быть достигнуто на основе учета основных технологических и экономических показателей работы предприятия.

Учет движения вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов осуществляет геолого-маркшейдерская служба на начало каждого квартала по каждой выемочной единице по соответствующим формам.

Основу учета составляет геолого-маркшейдерская документация, получаемая в результате съемок и учета добытого полезного ископаемого, потерь и разубоживания, и состояния вскрытых подготовленных к выемке запасов.

По данным учета движения запасов производят планирование производства геологоразведочных, капитальных, подготовительных и эксплуатационных работ по обеспечению предприятия разведанными запасами.

#### **4. Показатели извлечения полезного ископаемого из недр.**

Эффективность работы горных предприятий оценивается прежде всего тем, насколько полно и качественно извлекались запасы полезного ископаемого из недр и соблюдался оптимальный уровень потерь и разубоживания.

Необоснованность величин потерь и разубоживания приводит к значительному народнохозяйственному ущербу.

При этом оказалось, что ущерб, наносимый народному хозяйству в целом, никак не ощущается самим горным предприятием. Чем вызван такой парадокс? Потерянные части запасов шахтного (карьерного) поля компенсируются самим предприятием путем подключения другой (обычно лучшей) части запасов этого же поля, так что мощность шахты при возникновении потерь не изменяется, а себестоимость добычи даже снижается. Экономический ущерб возникает лишь много лет спустя - при ускоренно происходящем исчерпании уменьшившихся запасов поля. Для компенсации выбывающей мощности государство досрочно вкладывает средства в строительство новой шахты, и затраты на добычу полезного ископаемого на этой новой шахте обычно выше, чем на выбывшей. Оба эти вида ущербов возникают вне хозрасчетных рамок шахты, допустившей потерю запасов.

Отсюда видно, насколько важна народнохозяйственная значимость изучения вопросов потерь и разубоживания с целью их определения, нормирования, планирования и учета.

Практикой и исследованиями установлено, что при одной и той же системе или технологии разработки, применяемой в аналогичных условиях, но при различной ценности руды, рациональный уровень ее извлечения из недр неодинаков.

Полнота и качество отработки запасов месторождений выражаются *коэффициентом извлечения полезного ископаемого из недр*, коэффициентом изменения качества, а также основными отчетными и учетными показателями на предприятиях - потерями, разубоживанием и засорением.

*Потери полезного ископаемого* - это часть балансовых запасов полезных ископаемых, неизвлеченная из недр при разработке месторождения, а также попавшая в отвалы пород и оставленная в местах складирования, погрузки и на транспортных путях горного предприятия. Потери уменьшают подготовленные к добыче запасы.

Имеют место следующие равенства.

I. По полезному ископаемому (по руде)  $D = B + (n - k) - \Pi + B$ , откуда  $\Pi = B + (n - k) - D + B$ .

II. По компоненту (металлу)

$\Pi_c = B_c + (nc_n - kc_k) - Dc_o + Bc_o$ , где  $D$  - количество добытого полезного ископаемого или товарной руды (при отсутствии сортировки на поверхности);  $B$  - количество погашенных балансовых запасов:  $n$  и  $k$  — остатки полезного ископаемого на складах, в отвалах на начало и конец отчетного периода, со средним содержанием в них компонента  $c_n$  и  $c_k$ ;  $\Pi$  - суммарные потери неотбитого и отбитого полезного ископаемого;  $B$  - количество разубоживающей породы.

Потери полезного ископаемого (руды) исчисляются в долях единицы или процентах и выражаются отношением количества потерянных запасов  $P_0$  (в тоннах или кубических метрах) к количеству погашения балансовых запасов  $B$ :

$$P = P_0 / (B * 100) \%$$

*Потери полезного компонента* - это количество полезного компонента, содержащегося в потерянном полезном ископаемом. Так же как и потери полезного ископаемого, они исчисляются в долях единицы или в процентах и выражаются отношением количества потерянного полезного компонента  $P_{c_P}$  к количеству этого компонента в погашенных балансовых запасах  $B_c$ :

$$P = P_{c_P} / B_c 100, \%$$

где  $c_P$  - содержание полезного компонента в потерянном полезном ископаемом;  $c$  - содержание полезного компонента в погашенных балансовых запасах.

При содержании  $c_P = c$  потери полезного ископаемого и потери полезного компонента, выраженные в процентном отношении или долях единицы, численно равны между собой.

*Разубоживание*  $P$  (%) - изменение (как правило, снижение) содержания полезных компонентов в добытом полезном ископаемом  $a$  по сравнению с содержанием их в балансовых запасах  $c$  вследствие примешивания к ним пород, а также вследствие потерь обогащенной мелочи, выщелачивания полезных компонентов:

$$P = \frac{c-a}{c}100, \%. \quad (14.2)$$

Разубоживание, вызванное только примешиванием в руду вмещающих пород (ее засорением), выражается отношением количества этих пород  $B$  к добытой рудной массе  $D$  (%):

$$P = (B/D)*100, \%. \quad (14.3)$$

При отсутствии металла во вмещающих породах и потерь обогащенной рудной мелочи величины разубоживания, определенные по формулам (14.2) и (14.3), будут численно равны.

*Засорение* - количество пустых пород, примешанных к добытой рудной массе в процессе разработки (тыс. т).

Величину засорения необходимо знать для расчета экономически целесообразного уровня разубоживания или извлечения балансовых запасов.

Коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр  $k_{и}$  выражается отношением количества полезного компонента в добытом полезном ископаемом  $D_a$  к соответствующему количеству этого - компонента в погашенных балансовых запасах  $B_c$ :

$$k_{и} = D_a / B_c,$$

Коэффициент  $k_{и}$  характеризует полноту извлечения полезного ископаемого из недр при добыче и учитывает фактические потери полезного ископаемого в недрах из балансовых запасов и привнесение полезного компонента с примешиваемыми породами, частично компенсирующее потери. Коэффициент  $k_{и}$  отражает также снижение качества извлекаемого полезного ископаемого вследствие оставления в недрах неизвлеченным полезного компонента из более бедных частей месторождения.

Коэффициент извлечения из недр может быть выражен отношением валовой ценности 1т добытого полезного ископаемого  $Ц_d$  к валовой ценности 1т погашаемых при разработке балансовых запасов  $Ц_b$ :

$$k_{и} = D Ц_d / B Ц_b.$$

Изменение качества полезного ископаемого при добыче выражается коэффициентом изменения качества при добыче  $k_k$  - отношением показателей качественной характеристики добытого полезного ископаемого и погашенных балансовых запасов:  $k_k = a/c$ , где  $a$  - содержание полезного компонента в добытом полезном ископаемом;  $c$  - содержание полезного компонента в погашенных балансовых запасах.

*Коэффициент изменения качества* может быть выражен отношением валовых ценностей 1т добытого полезного ископаемого  $\Pi_D$  и 1т балансовых запасов  $\Pi_б$ :  $k_k = \Pi_D / \Pi_б$ .

При использовании в качестве учетных показателей коэффициентов извлечения из недр  $k_u$  и изменения качества при добыче  $k_k$  учитывают, что на большинстве месторождений цветных металлов достоверное определение их возможно на основе предварительно определенных данных о количестве потерь и величине разубоживания руды.

Для угольных месторождений коэффициент извлечения угля из недр  $k_u$  и коэффициент изменения качества  $k_k$  (для угля) вычисляют по формулам:

$$k_u = \frac{D(100-A_D^C)}{B(100-A_B^C)}, \quad k_k = \frac{100-A_D^C}{100-A_B^C},$$

где  $A_D^C$  и  $A_B^C$  - зольность соответственно добытого угля по статистическому учету  $D$  и погашенных балансовых  $B$  запасов, %.

## 5. Классификация, определение и учет потерь и разубоживания.

При добыче и переработке полезных ископаемых возникают: потери и разубоживание при добыче; потери полезного ископаемого при его обогащении; потери при металлургическом переделе.

Ниже рассматриваются вопросы, относящиеся только к первому виду потерь. Классификация потерь представлена на схеме (рис. 14.4).

*Общие потери* - сумма потерь по всем причинам их возникновения.

*Проектные потери* - потери, предусмотренные проектом разработки месторождения или его части. Они разделяются на нормативные - нормы потерь, рассчитанные и утвержденные в установленном порядке по бассейнам, районам, месторождениям и т. п. для применяемых систем разработки и их разновидностей, и на плановые - предусмотренные календарным (годовым, квартальным) планом развития горных работ в соответствии с уточненными геологическими и горнотехническими условиями эксплуатации месторождения согласно нормативам потерь.

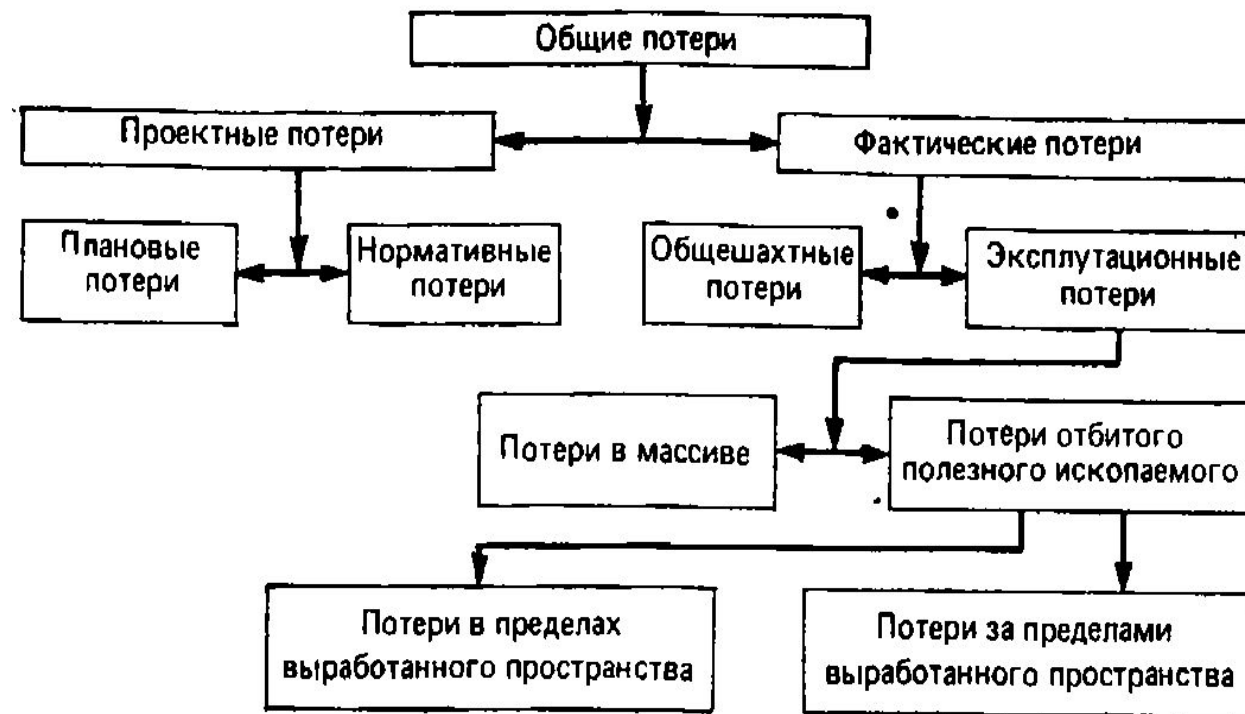


РИС. 14.4. Классификация потерь полезных ископаемых.

Фактические - потери, образованные в процессе разработки месторождения.

Потери и разубоживание полезных ископаемых при добыче подразделяют на два класса.

1. *Общерудничные (общешахтные)* - потери в охранных (предохранительных) целиках, оставляемых около капитальных горных выработок различного назначения, под наземными и подземными зданиями и сооружениями, водоемами, в целиках около буровых скважин и крупных тектонических нарушений, в барьерных целиках между шахтными полями, у границ безопасного ведения горных работ.

2. *Эксплуатационные* потери и разубоживание.

По физическому состоянию их разделяют на две группы: потери полезного ископаемого в массиве и потери отбитого полезного ископаемого. Разубоживание разделяется также на две группы - первичное, которое происходит в процессе отделения (отбойки) полезного ископаемого от массива, и вторичное, образуемое при выпуске и доставке полезного ископаемого из блока, при экскавации, погрузке и складировании.

По источникам возникновения различают следующие виды потерь и разубоживания:

при подземной разработке

потери по площади в целиках у подготовительных выработок (междублоковых, надштрековых, подштрековых) и в опорных целиках внутри выемочных участков; в выклинивающихся частях или апофизах рудных тел; по мощности - в пачках полезного ископаемого, оставляемых в почве или кровле, между слоями при слоевой или селективной разработке; отбитого полезного ископаемого в выработанном пространстве и в закладке, а также вывезенного вместе с породой в отвалы; разубоживание в результате прирезки боковых пород для создания необходимой ширины очистного пространства; из-за включения в контур отрабатываемого блока прослоев пород, не отнесенных к запасам блока; при выпуске руды на контакте ее с обрушенными породами отработанных блоков (секций); совместное появление потерь и разубоживания при разработке тектонически нарушенных участков залежей (пластов) и рудных тел (угольных пластов) сложной конфигурации; из-за сложности контакта полезного ископаемого под обрушенными налегающими породами;

при открытой разработке

потери при экскавации, погрузке и транспортировании; совместное появление потерь и разубоживания при добыче в приконтурных зонах; на контактах полезного ископаемого с породными прослоями, не включенными в подсчитанные запасы; при взрывных работах.

Все перечисленные выше виды потерь и разубоживания подлежат определению, нормированию, планированию и учету.

*Определение потерь и разубоживания* производят на основе анализа размещения полезных ископаемых в недрах по данным эксплуатационной разведки или по данным опробования буровзрывных скважин, исходя из параметров технически возможных вариантов отработки запасов блока (участка). Подсчеты потерь и разубоживания производят в блоковых картах или в книгах оперативного учета, по которой два раза в год составляется отчетность.

Сведения о существующих методах определения потерь и разубоживания приводятся в «Сборниках инструктивных материалов по рациональному использованию в охране недр», выпущенных по отраслям горнодобывающей промышленности (угольной, черной, цветной, горно-химической).

## 6. Нормирование потерь и разубоживания полезного ископаемого при его добыче.

Нормирование (расчет нормативов) потерь и разубоживания имеет целью установление оптимальных соотношений между ними на основе технико-экономической оценки принятых для сравнения вариантов отработки запасов блока.

Критерием выбора экономичного варианта служит получение максимальной прибыли  $P_p$  в расчете на единицу погашенных балансовых запасов, равной

$$P_p = C_{\text{и}} - C, \text{ или } P_p = C_{\text{б}} K_{\text{и}} I_o - C,$$

где  $C_{\text{и}}$  - ценность конечной продукции, извлекаемой из 1т погашенных балансовых запасов, руб.;  $C$  - себестоимость добычи, транспортирования и переработки 1т добытого полезного ископаемого, отнесенная к единице балансовых запасов, руб.;  $C_{\text{б}}$  - валовая ценность 1т балансовых запасов, устанавливаемая по прейскуранту оптовых цен на готовую конечную продукцию  $C_o$ , руб.;  $I_o$  - извлечение при обогащении.

Для однокомпонентного полезного ископаемого

$$C_{\text{б}} = C_o c / 100, \text{ а для многокомпонентных } C_{\text{б}} = \sum_{i=1}^n C_o \frac{c_i}{100},$$

где  $c_i$  - содержание  $i$ -го полезного ископаемого (даже если он не извлекается на данном предприятии) с ценой  $C_{o_i}$ , %;  $n$  - число полезных компонентов.

В случае многокомпонентности полезного ископаемого вместо содержания  $c$  берут приведенное его значение

$$c = c_0 + \sum_1^n \frac{c_i \Pi_i}{\Pi_0}, \text{ где } c_0 \text{ и } c_i - \text{содержание основного и сопутствующих компонентов; } \frac{\Pi_i}{\Pi_0} - \text{отношение цены отдельных}$$

сопутствующих компонентов к цене основного компонента.

Общая сущность расчета нормативов потерь и разубоживания для условий отработки запасов подземным способом заключается в следующем.

Для систем разработки с *открытым очистным пространством, магазинированием руды, с закладкой и креплением* очистного пространства нормативы потерь и разубоживания по вариантам определяются построением на геолого-маркшейдерских планах и разрезах конструктивных элементов системы разработки и оценкой по ним объемов извлекаемой и теряемой части полезного ископаемого, прихватываемых пород или некондиционных руд, а при системах разработки с обрушением руды и вмещающих пород - прогнозированием, основанным на теории выпуска.

Вопрос о целесообразности оставления в выработанном пространстве или извлечения запасов полезного ископаемого из целиков решается технико-экономическим расчетом с учетом включения затрат по выемке целиков или замене их искусственными опорами в себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого при сравниваемом варианте.

Нормативы потерь и разубоживания при извлечении полезного ископаемого определяются отраслевыми инструкциями.

## **7. Экономический ущерб от сверхнормативных потерь и разубоживания.**

Сверхнормативные потери преждевременно истощают природные ресурсы и увеличивают долю погашаемых основных средств в затратах на добычу руды; разубоживание руды влияет на ее ценность, показатели извлечения металлов при обогащении и, следовательно, на себестоимость конечной продукции.

Ниже приводится методика расчета экономического ущерба в результате допущенного отклонения потерь и разубоживания от их нормальных значений.

При разработке эксплуатационного блока может оказаться, что фактические потери или разубоживание выше их нормативных значений. Одновременно возможно отклонение показателей добычи и переработки 1т руды. Следовательно, и экономические последствия будут другими. Величина отклонения их от оптимального значения представляет собой ущерб, наносимый народному хозяйству из-за нерационального использования недр.

Ущерб (убытки), вызванный сверхнормативными потерями и разубоживанием, отнесенный к 1т балансовых запасов, в руб.

$$Y = \mathcal{E}_{\Pi\sigma_n} - \mathcal{E}_{\Pi\sigma_{\phi}} \quad (14.4)$$

где  $\mathcal{E}_{\Pi\sigma_n}$  - экономические последствия при разработке блока нормативными потерями и разубоживанием, принимаемыми по справочнику, руб/т;  $\mathcal{E}_{\Pi\sigma_{\phi}}$  - экономические последствия при разработке блока с фактическими потерями и разубоживанием, руб/т:

$$\mathcal{E}_{\Pi\sigma_{\phi}} = \frac{1 - P_{\phi}}{1 - P_{\phi}} (0,01a_y I_y C_o - C_{т.ф}), \quad (14.5)$$

$P_{\phi}$  и  $R_{\phi}$  - соответственно фактические потери и разубоживание при разработке рассматриваемого блока (участка), доли единицы;  $a_y$  - содержание металла (условного металла) в товарной руде, добытой из этого блока, %;  $I_y$  - коэффициент извлечения металла (условного металла) из руды этого блока в концентрат на обогатительной фабрике;  $C_o$  - оптовая цена основного полезного компонента в концентрате, руб/т;  $C_{т.ф}$  - фактические суммарные затраты на добычу, транспортирование и переработку 1т товарной руды по данному блоку, руб/т.

Если содержание условного металла (полезного компонента) в товарной руде, добытой из блока, неизвестно, то его определяют по формуле (в %)

$$a_y = c_y (1 - P_{\phi})$$

или

$$a_y = (c_y - c_y \Pi + bPK_3)/K_3,$$

где  $c_y$  - условное содержание основного металла в погашаемых балансовых запасах, %;  $b$  - содержание металла в разубоживающих породах, %;  $K_3$  - коэффициент эксплуатационных запасов;

$$K_3 = (1 - \Pi_{b(c)}) / (1 - P_{b(c)}),$$

в котором  $\Pi_{b(c)}$  и  $P_{b(c)}$  - соответственно потери и разубоживание рационального варианта валовой или селективной выемки, доли единицы.

Формула (14.5) учитывает не только сверхнормативные потери и разубоживание, но и допущенные отклонения их из-за изменения суммарных, затрат на добычу, транспортирование и переработку 1 т руды  $C_{т.ф}$  и извлечения металла (условного металла) в концентрат на обогатительной фабрике.

По формуле (14.4) определяют ущерб от сверхнормативных потерь и разубоживания и оценивают мероприятия по улучшению использования недр, т. е. она применима, если при разработке удалось снизить потери и разубоживание, но затраты на добычу несколько увеличились; потери и разубоживание нормативные, а затраты на добычу, транспортирование и переработку 1т руды снижены или снижены потери руды, несколько увеличено разубоживание при снижении затрат на добычу. Тогда эту формулу записывают так:

$$\Delta\Pi_r = \Xi_{\Pi}\sigma_{\phi} - \Xi_{\Pi}\sigma_n .$$

где  $\Delta\Pi_r$  - дополнительная прибыль, полученная за счет улучшения использования недр, отнесенная к 1 т балансовых запасов, руб.

## 8. Методы определения фактических потерь и разубоживания при добыче полезных ископаемых.

Учет потерь и разубоживания производят ежемесячно по каждой учетной единице, используя формулы прямого и косвенного учета.

Сущность *прямого* (основного) *метода* учета заключается в определении потерь и разубоживания на основе систематически производимых съемок и замеров объемов потерь полезного ископаемого и объемов примешиваемых пород; сопоставления контуров рудных тел (угольных пластов), отображаемых на геолого-маркшейдерских планах и разрезах, с контурами фактической отработки.

Потери и разубоживание по контуру рудного тела (пласта) определяют путем замеров площадей обнажения полезного ископаемого и площадей отбитых и отслоившихся пород. Мощность потерянной части рудного тела устанавливают по замеру и опробованию пройденных на контакте горных выработок, шпуров и скважин.

Потери  $P$  и разубоживание  $R$  в процентах от количества погашенных балансовых запасов  $B$  и добытой рудной массы  $D$  при прямом методе определяют по формулам:

$$\text{потери руды } P_p = (\sum P_i / B) 100\%,$$

$$\text{потери металла } P_m = (\sum P_{i_c} / B_c) 100\%,$$

$$\text{разубоживание } R = (\sum V_i / D) 100\%,$$

где  $\sum P_i$  - сумма отдельных видов потерь;  $c$  - содержание полезного компонента в погашенных запасах;  $c_{Pi}$  - содержание полезного компонента в каждом виде потерь руды;  $V_i$  - масса примешиваемых пород.

При сложной форме рудной залежи величину разубоживания рассчитывают путем деления определяемых по замеру отбитой и извлеченной частей балансовых запасов  $B_0$  к общему количеству извлеченной из блока рудной массы  $D$ :

$$R = (1 - (B_0 / D)) 100\%.$$

*Косвенные методы* определения потерь применяют только тогда, когда невозможно определение потерь и разубоживания руды непосредственными прямыми замерами. К косвенным относятся методы определения потерь и разубоживания руды по разности между количеством погашенных балансовых запасов и добытой руды и содержанием в них полезных компонентов, а также петрографический, весовой, графоаналитический и др.

Потери руды и металла  $\Pi$  (%) косвенным методом определяют по разности между количествами погашенных балансовых запасов  $B$  и добытой руды  $D$  с учетом содержания полезных компонентов в погашаемых запасах  $c$ , добываемом полезном ископаемом  $a$  и примешиваемых породах  $b$

$$\Pi = (1 - (D/B) * [(a-b)/(a-b)]) 100\%.$$

Разубоживание руды  $P$  (%) устанавливают по снижению содержания полезных компонентов в добытой руде  $a$  по сравнению с содержанием их в погашенных балансовых запасах  $c$ :

$$P = ((c-a)/(c-b)) 100 \%$$

При отсутствии во вмещающих породах полезного компонента, по которому производят расчеты, или при малом его содержании по сравнению с браковочным содержанием  $a_0$  (при  $b \leq 0,2a_0$ ) потери  $\Pi$  (%) и разубоживание  $P$  (%) допускается определять по формулам:

$$\Pi = (1 - \frac{D_a}{B_c}) 100\%,$$

$$P = \frac{c-a}{c} 100\%.$$

Если содержание в потерянной руде  $c_{\Pi}$  отличается от содержания в погашенных запасах  $c$  более чем на 10 % (относительных), то потери  $\Pi$  (%) и разубоживание руды  $P$  (%) рекомендуется определять по формулам:

$$\Pi = \frac{\left[ c - b - \frac{D}{B}(a - b) \right]}{c_{\Pi} - b} 100\%$$

$$P = \frac{\frac{B}{D}[c - c_{\Pi}] + (c_{\Pi} - a)}{c_{\Pi} - b} 100\%$$

*Петрографический метод* определения разубоживания руды применяют при условии визуального различия между рудой и породой, содержащимися в исследуемой рудной массе. Из добытой массы отбирают пробу и выделяют крупную фракцию (более 5-7 мм). Последнюю сортируют на руду и разубоживающие породы. Разубоживание  $P'$  руды в отдельной пробе определяется

$$P' = (B/Q) 100 \%,$$

где  $B$  - масса разубоживающих пород, выделенных из крупных фракций пробы;  $Q$  - общая масса крупной фракции пробы с рудной массой  $D_i$ .

Среднее разубоживание по блоку (участку) как взвешенное по отдельным пробам

$$P = \Sigma P' D_i / (\Sigma D_i).$$

*Весовой метод* определения разубоживания руды применяют в основном для оперативного контроля. Основан на различии в массе вагонеток с чистой и с разубоженной рудой

$$P = \frac{\frac{V k_3}{Q k_p} \frac{1}{\gamma_1}}{\frac{1}{\gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1}} 100\%,$$

где  $V$  - объем вагонетки,  $\text{м}^3$ ;  $Q$  - средняя масса находящейся в вагонетке руды, т;  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  - средняя плотность руды и породы,  $\text{т/м}^3$ ;  $k_p$  - средний коэффициент разрыхления руды в вагонетке;  $k_3$  - коэффициент заполнения вагонетки.

Величины  $Q$  и  $k_3$  устанавливают для каждого проходящего состава с рудой.

В необходимых случаях для учета потерь и разубоживания применяют комбинированный метод, при котором, если количество разубоживающих пород  $B$  определено непосредственно, потери

$$\Pi = \frac{(B - Д + В)}{B} \frac{c_{\Pi}}{c} 100\%$$

полезного ископаемого определены прямым методом, то разубоживание

$$P = 1 - \frac{B - \Pi}{Д} 100\%.$$

Применительно к определению потерь и разубоживания руды прямым методом (через отношение суммы отдельных видов потерь  $\sum P_i$  к погашенным балансовым запасам блока  $B$  и отношение суммы примешиваемых пород  $\sum B_i$ , к количеству добытой руды  $D$ ) погрешности определения  $m_{\Pi}$  и  $m_P$  рассчитывают по формулам:

$$m_{\Pi} = \pm \frac{100}{B} \sqrt{\sum m_{\Pi_i}^2 + \frac{m_B^2}{B^2} \sum P_i^2}$$

$$m_P = \pm \frac{100}{D} \sqrt{\sum m_{B_i}^2 + \frac{m_D^2}{D^2} \sum B_i^2},$$

где  $m_{\Pi_i}^2$  и  $m_{B_i}^2$  - средние абсолютные погрешности определения количества потерянной руды и примешанных пород по двум-трем независимым выборочным определениям одних и тех же объемов,  $m_B$ ,  $m_D$  - абсолютные погрешности определения погашенных балансовых запасов и добытой руды.

При косвенном методе определения потерь и разубоживания погрешности  $m_{\Pi}$  и  $m_p$ :

$$m_{\Pi} = (100 - \Pi) * \sqrt{\frac{m_V^2}{V^2} + \frac{m_\gamma^2}{\gamma^2} + \frac{m_D^2}{D^2} + \frac{m_c^2}{(c-b)^2} + \frac{m_a^2}{(a-b)^2} + \frac{m_b^2(c-a)^2}{(c-b)^2(a-b)^2}}.$$

$$m_{\Pi} = (100 - P) * \sqrt{\frac{m_c^2}{(c-b)^2} + \frac{m_a^2}{(a-b)^2} + \frac{m_b^2(c-a)^2}{(c-b)^2(a-b)^2}}.$$

Из результатов вычислений следует, что погрешности определения потерь и разубоживания изменяются в пределах:

по методу прямого учета  $2,2 \leq m_{\Pi} \leq 12,1$ ;  $1,6 \leq m_p \leq 8,6$ ;

по методу косвенного учета  $4,6 \leq m_{\Pi} \leq 34,7$ ;  $3,1 \leq m_p \leq 23,1$ .

Отсюда вытекает, что прямой метод учета точнее косвенного (округленно) по потерям в 2-4 раза, по разубоживанию в 2-3 раза.

Таким образом, прямой метод учета потерь и разубоживания предпочтительнее косвенного. Для этого требуется дальнейшее повышение качества геолого-маркшейдерских работ, оснащение этой службы современной техникой. Таким путем можно добиться эффективности мер по недопущению сверхнормативных потерь и разубоживания, связанных с выбором оптимальных соотношений между ними, соблюдением очередности извлечения запасов из недр, качественным выполнением работ по закладке, обоснованием применимости совместного и раздельного способов выемки, качественной зачисткой мест под взрывные работы, погрузки, разгрузки, складирования и др.

## **9. Маркшейдерский контроль добычи и вскрыши.**

Маркшейдерский контроль добычи и вскрыши проводится в целях обеспечения достоверного учета извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов.

Маркшейдерский контроль добычи и вскрыши включает:

- периодический подсчет объемов вынутых горных пород по маркшейдерским съемкам и сравнение полученных объемов с соответствующими отчетными данными;
- определение по маркшейдерским данным средней полноты загрузки транспортных сосудов в целях повышения точности оперативного учета;
- измерение остатков полезного ископаемого на специально подготовленной территории или в специальных помещениях (далее - склады) и корректировку по ним объемов, числящихся на складах поданным бухгалтерского учета (далее - книжный остаток).

Контрольный подсчет объемов по карьере выполняется один раз в год до 1 февраля следующего за отчетным года. Объемы подсчитываются способом в «две руки» или двумя независимыми подсчетами.

Для контрольного подсчета объемов используются съемки, выполненные в начале и конце контролируемого периода, или проводится разовая съемка карьера (части карьера).

## Маркшейдерские замеры

В процессе производства горных работ забои действующих капитальных, подготовительных и очистных горных выработок непрерывно перемещаются.

В проводимых горных выработках производится маркшейдерская съемка, закрепляются пункты этой съемки и, таким образом, с высокой степенью точности фиксируется на маркшейдерском плане положение и длина каждой горной выработки. Однако, необходимость в постоянной теодолитной или тахеометрической съемке зачастую не требуется.

В большинстве случаев положение забоя горной выработки может быть определено с достаточной степенью точности путем измерения рулеткой длины от забоя до ближайшего к нему пункта маркшейдерской съемки. Рулеткой могут быть измерены и поперечные сечения горной выработки, и площадь обнажения полезного ископаемого в плоскости забоя.

Такие работы называют *маркшейдерскими замерами горных выработок* (или просто *замерами*), которые по своему характеру представляют простейший вид маркшейдерских съемок, выполняемых для различных текущих целей, а главным образом для пополнения маркшейдерского плана на конец отчетного периода.

Маркшейдерские замеры производятся во всех действующих капитальных, подготовительных и очистных выработках.

Первая задача замеров состоит в определении положения забоев выработок на конец отчетного периода.

Решается она относительно легко - измеряется расстояние от ближайшего к забою пункта маркшейдерской съемки до поверхности забоя. По измеренному расстоянию наносят на маркшейдерский план положение забоев каждой подготовительной горной выработки на начало отчетного периода (которое является концом предыдущего периода). Подвигание выработки за месяц равно расстоянию между положениями забоя на первые числа отчетного и последующего месяцев.

Вторая задача замеров заключается в определении количества (веса) добытого полезного ископаемого. При маркшейдерских замерах это количество определяется по формуле:

$$Q = V q,$$

где:

$V$  - объем выемки по полезному ископаемому;

$q$  - объемный (удельный) вес полезного ископаемого в массиве (целике).

Площадь обнажения необходимо измерять периодически, чем выше скорость проходки, тем замеры производятся чаще.

## **Геометризация недр - задача маркшейдерской службы.**

Ведомственной маркшейдерской службой определены главные задачи маркшейдерской службы. К числу этих задач относится своевременное и высококачественное осуществление маркшейдерских работ для обеспечения наиболее полного и комплексного использования месторождений полезных ископаемых, эффективного и безопасного ведения горных работ и охраны недр, осуществление контроля за правильностью разработки месторождений, выполнением мероприятий по безопасности ведения работ, охране окружающей природы, зданий и сооружений от влияния горных работ, выполнение с участием геологической службы работ, связанных с геометризацией месторождений полезных ископаемых.

Исходя из главных задач, возлагаемых на маркшейдерскую службу, специалисты-маркшейдеры должны уметь не только проводить геодезические работы на поверхности и маркшейдерские - в горных выработках, знать технологию подземных и открытых горных работ и строительства сооружений, но и выполнять геометризацию недр, выявлять форму, свойства и условия залегания полезных ископаемых, состояние горного массива и последствия влияния горных выработок на земную поверхность, здания, сооружения, уметь оценивать горногеологические и инженерно-геологические условия ведения горных работ.

Все это необходимо для планирования разведки и рациональной разработки месторождений, управления движением запасов, учета добычи, потерь и разубоживания.

Высокая эффективность добычи и переработки полезных ископаемых основывается на комплексном учете как природных факторов, так и техники, технологии, экономики и управления производством.

В связи с этими основными вопросами дальнейшего развития геометрии и геометризации недр являются:

- ❖ Разработка методов определения минимального количества и рационального размещения разведочных единиц (измерений, определений, опробования) для построения геометрической модели месторождения с точностью, удовлетворяющей требованиям производства.
- ❖ Разработка методов прогнозирования показателей разрабатываемых участков и полей на прилегающие зоны, совершенствование методов маркшейдерско-геологических съемок и документации обнажений, методов установления взаимосвязи размещения минерализации со структурой месторождения.
- ❖ Разработка и совершенствование методов геометризации геомеханических свойств массива горных пород и процессов, происходящих в массиве, вызванных разведочными и горными работами.
- ❖ Совершенствование методов управления движением запасов на горном предприятии с целью экономичного, рационального и более полного извлечения полезных ископаемых из недр.

Перечисленное не ограничивает содержания всех проблем геометризации недр. Успешное их решение и практическое использование полученных результатов будут способствовать рациональному освоению богатств недр.