

Тема 5. Учёт потерь и разубоживания на горном предприятии

Литература:

1. Калинин В. М. Планирование горных работ и управление запасами: Учеб. пособие / 4-е изд., испр. и доп. Новочеркасск, 2017 г., с. 83 - 97

Задачи учёта потерь и разубоживания

Задачами учета потерь и разубоживания являются:

- определение уровня потерь и разубоживания полезного ископаемого для контроля рационального и правильного использования недр;
- анализ соответствия применяемых систем разработки конкретным горно-геологическим условиям;
- разработка и проведение мероприятий по снижению величины потерь и разубоживания до оптимального уровня.

Запасы полезного ископаемого относят к потерям в том случае, если подходы к этим запасам ликвидированы или достоверно установлена невозможность или нецелесообразность их выемки в будущем.

Виды потерь

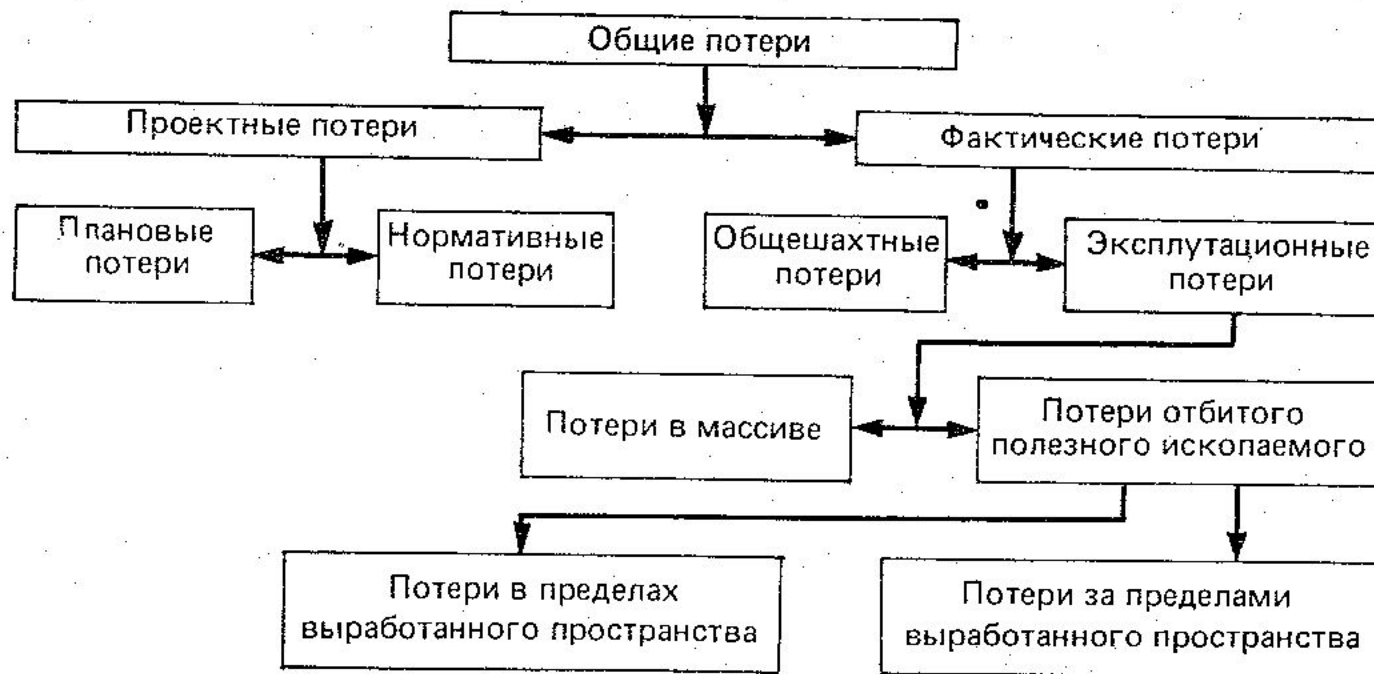
Фактические потери – это часть балансовых запасов полезного ископаемого, которая в соответствии с требованиями безопасного ведения горных работ из-за несовершенства применяемых систем разработки, сложных горно-геологических условий и других причин безвозвратно оставлена в недрах или вывезена в отвал пустой породы при разработке месторождения.

Под *проектными потерями* понимается величина общих потерь полезного ископаемого, предусмотренная проектом разработки горного предприятия.

Под *нормативными потерями* понимается оптимальная величина эксплуатационных потерь полезного ископаемого на весь период отработки выемочного участка.

Плановые потери – те же нормативные, но рассчитанные на определенный календарный период плана развития горных работ.

Классификация потерь полезных ископаемых при разработке месторождений



Общая классификация потерь

В соответствии с Типовыми методическими указаниями (1972 г.)

Общешахтные (общекарьерные) потери состоят из потерь

- в охранных целиках у капитальных горных выработок,
- в предохранительных целиках под зданиями, техническими и хозяйственными сооружениями, водоемами, у вертикальных и наклонных шахтных стволов и пр.,
- в барьерных целиках между шахтными полями, у обводненных, пожароопасных участков.

Эксплуатационные потери

I группа (потери полезного ископаемого в массиве)

- потери в целиках у подготовительных выработок,
- внутри выемочного участка,
- в почве и кровле,
- по верхней и нижней границам контура рудного тела, пласта,
- в бортах карьера,
- в местах выклинивания и на флангах залежи,
- в целиках у геологических нарушений

II группа (потери отбитого полезного ископаемого)

- потери в добычных забоях от смешивания с вмещающими породами,
- оставленного в выработанном пространстве полезного ископаемого,
- в местах обрушений, в завалах, в пожарных и затопленных участках,
- в местах погрузки, разгрузки, складирования и сортировки, на транспортных путях горного предприятия.

Разубоживание полезного ископаемого

Разубоживание полезного ископаемого – это снижение содержания полезных компонентов в добытой рудной массе по сравнению с содержанием их в массиве полезного ископаемого.

Снижение содержания полезных компонентов может произойти в результате:

- засорения балансовых запасов полезного ископаемого в процессе добычи пустой породой или рудой из забалансовых запасов,
- потерь наиболее богатой части отбитой руды в виде рудной мелочи,
- выщелачивания из отбитой руды полезного компонента, содержащегося в ней в виде растворимых соединений.

Классификация разубоживания

Первичное разубоживание происходит из-за вовлечения в добываемое полезное ископаемое пустой породы или потерь богатой мелочи при отбойке полезного ископаемого от массива.

Вторичное разубоживание происходит вследствие попадания в рудную массу отслаивающихся вмещающих пород при выпуске её из очистного пространства.

По характеру образования

Конструктивное разубоживание возникает из-за технической невозможности или экономической нецелесообразности отработки рудной залежи в её естественных границах.

Эксплуатационное разубоживание возникает в процессе добычи полезного ископаемого при его отбойке и выпуске из выработанного пространства.

Методы определения фактических потерь и разубоживания

Прямой метод определения потерь и разубоживания основан на непосредственных замерах объемов потерянных руд и примешанных в процессе добычи к извлекаемым балансовым запасам разубоживающих пород, а также опробования теряемых запасов и разубоживающих пород:

– потери руды

$$\Pi_p = \frac{\sum \Pi_i}{B} 100$$

– потери полезного компонента

$$\Pi_{ПК} = \frac{\sum \Pi_i c_{\Pi_i}}{Bc} 100$$

– разубоживание

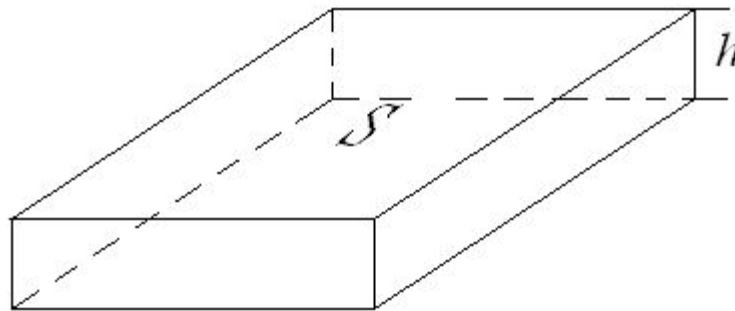
$$P = \frac{\sum B_i}{D} 100$$

где $\sum \Pi_i$ – общее количество потерь по отдельным видам;
 c_{Π_i} – содержание полезного компонента в каждом виде потерь руды;
 $\sum B_i$ – общее количество примешиваемых пород по отдельным участкам или добычным единицам.

Определение количества теряемого полезного ископаемого

Потери в целике

$$\Pi_{\text{ц}} = Sh\gamma, T$$



γ – объемный вес полезного ископаемого в массиве, T/m^3

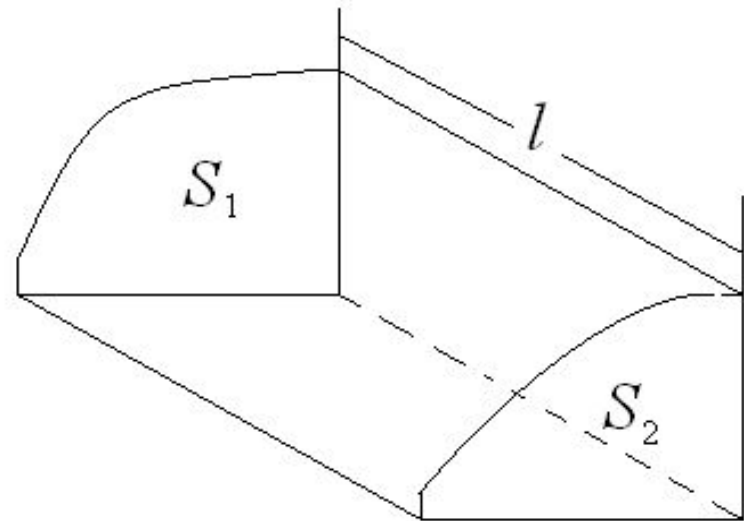
Определение количества теряемого полезного ископаемого

Потери полезного ископаемого по контуру рудного тела или пласта

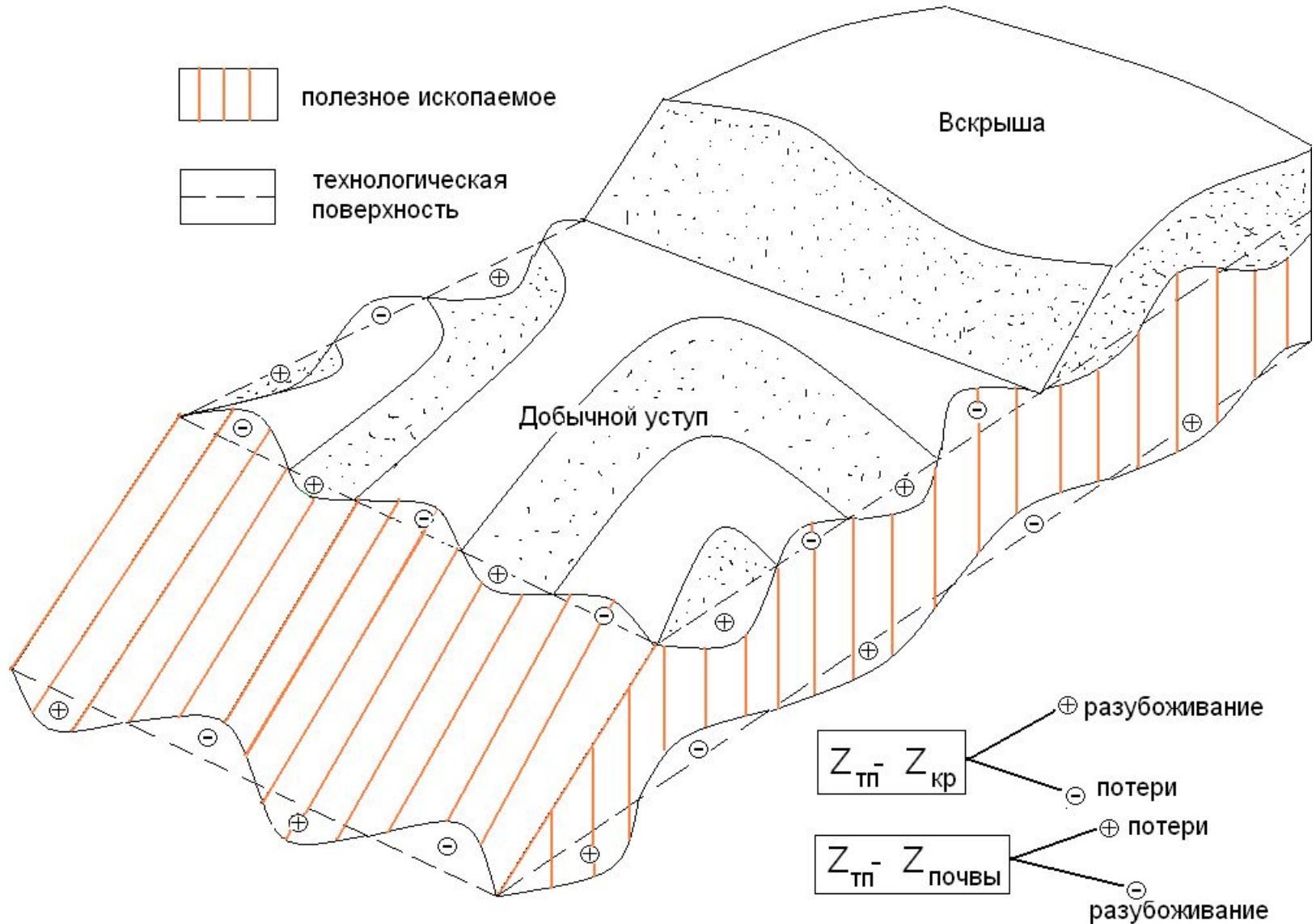
$$\Pi_{\text{к}} = S_{\text{об}} m_{\text{ср}} \gamma, \tau$$

Потери между двумя соседними сечениями

$$\Pi_{1,2} = \frac{S_1 + S_2}{2} l \gamma, \tau$$



Взаимозависимые потери и разубоживание



Методы определения фактических потерь и разубоживания (продолжение)

Косвенный метод определения потерь и разубоживания основан на сопоставлении количества погашенных балансовых запасов и добытой руды с учетом содержания в них полезных компонентов.

- потери руды и полезного компонента, %

$$\Pi = \left[1 - \frac{Д(a - b)}{Б(c - b)} \right] 100$$

b – содержание полезного компонента в примешиваемых породах ;

a – содержание полезного компонента в добываемой руде ;

c – содержание полезного компонента в балансовых запасах.

- разубоживание руды, %

$$P = \frac{c - a}{c - b} 100$$

Методы определения фактических потерь и разубоживания (продолжение)

Комбинированный метод является сочетанием прямого и косвенного методов:

1) количество разубоживающих пород В определено непосредственно или подсчетом по маркшейдерским планам

$$\Pi = \frac{(B - D + B)c_{\Pi}}{Bc} 100, \%$$

2) количество потерянной руды П определено прямым методом

$$P = \left[1 - \frac{B - \Pi}{D} \right] 100, \%$$

Методы нормирования размеров потерь и разубоживания

Нормативными потерями и разубоживанием являются такие их значения, которые обеспечивали бы рациональный уровень извлечения балансовых запасов из недр и соответствовали бы наиболее эффективному с технической и экономической точек зрения варианту разработки.

Нормированию подлежат *виды эксплуатационных потерь и разубоживания*, которые возникают в процессе добычи и соответствуют технологии добычи, принятой в проекте, и требованиям Единых правил безопасности ведения горных работ.

При подземном способе разработки величина потерь и разубоживания определяется главным образом выбранной системой разработки.

При открытом способе разработки большое влияние на величину потерь и разубоживания оказывают применяемые технологические схемы разработки.

Нормативные значения потерь и разубоживания должны быть *оптимальными и экономически обоснованными*.

Методы нормирования размеров потерь и разубоживания

Метод технико-экономической оптимизации нормативов потерь и разубоживания применяют, в основном, для взаимозависимых их значений при обработке приконтактных зон рудных тел.

Определение оптимального уровня нормативов производится на основе экономического критерия – *максимальной прибыли с 1 тонны погашенных балансовых запасов.*

За нормативные принимаются значения потерь и разубоживания, соответствующие варианту обработки, обеспечивающему получение такой максимальной прибыли.

Различные варианты обработки в каждом конкретном случае устанавливают в зависимости от условий залегания рудных тел, направления обработки, положения технологической поверхности при обработке приконтактной зоны, изменения параметров отдельных конструктивных элементов системы разработки и др.

Метод технико-экономической оптимизации нормативов потерь и разубоживания

$$\text{Прибыль } \Pi_r, \text{ руб : } \Pi_r = \Pi_k - C,$$

где Π_k – ценность конечной продукции, извлекаемая из 1 т погашаемых балансовых запасов полезного ископаемого, руб.:

$$\Pi_k = \Pi_B K_H И$$

Π_B – валовая ценность 1 т балансовых запасов (руб.), определяемая по прейскуранту оптовых цен на готовую конечную продукцию Π_o :

– для однокомпонентной руды $\Pi_B = 0,01 c \Pi_o$

– для многокомпонентной руды $\Pi_B = \sum_{i=1} 0,01 c_i \Pi_{o_i}$

– для месторождений угля, стройматериалов и им подобных

$$\Pi_B = \Pi_o$$

Метод технико-экономической оптимизации нормативов потерь и разубоживания (продолжение)

K_H – коэффициент извлечения запасов из недр при добыче:

$$K_H = D_a / B_c$$

I – коэффициент извлечения полезного ископаемого при переработке;

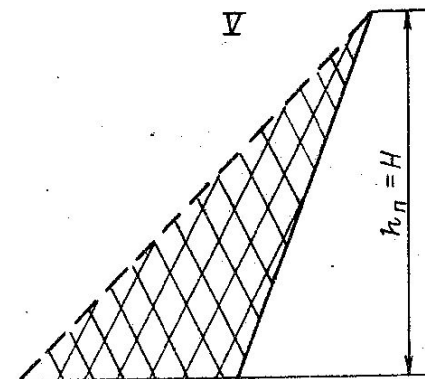
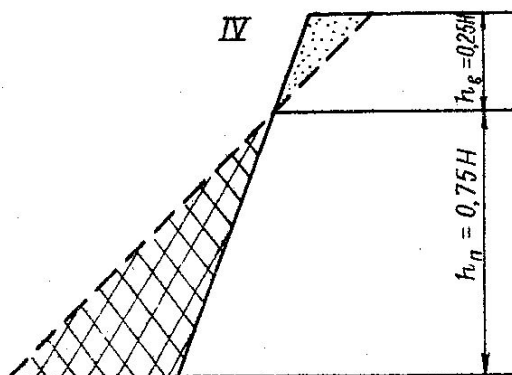
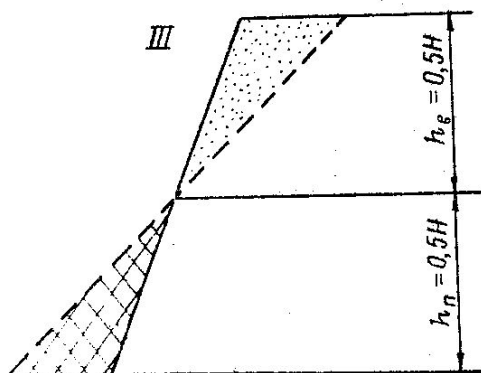
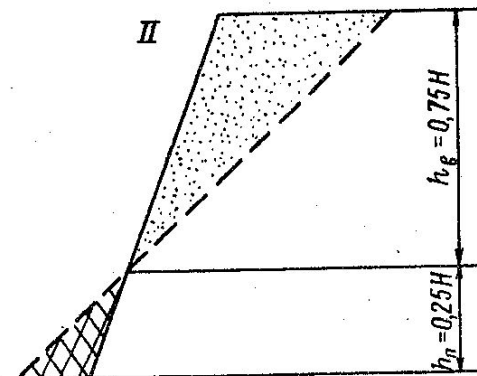
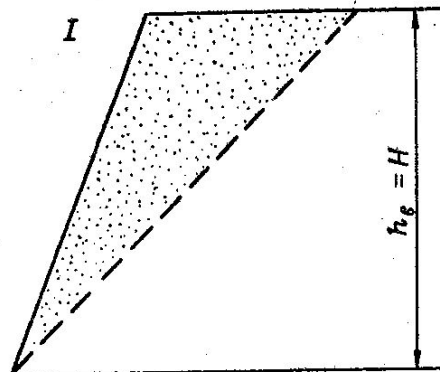
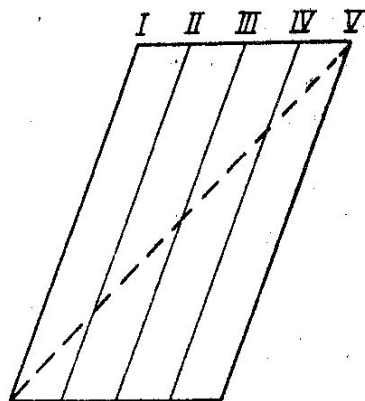
C – себестоимость добычи, транспортирования и переработки 1 т полезного ископаемого, отнесенная к единице погашенных балансовых запасов:

$$C = \frac{1 - P}{1 - \Pi} (A_1 + A_2 + A_3) + A_4 + A_5 + A_6$$

A_1, A_2, A_3 – затраты на разведку, амортизацию и горно-подготовительные работы

A_4, A_5, A_6 – затраты на добычу, транспортировку и переработку полезного ископаемого

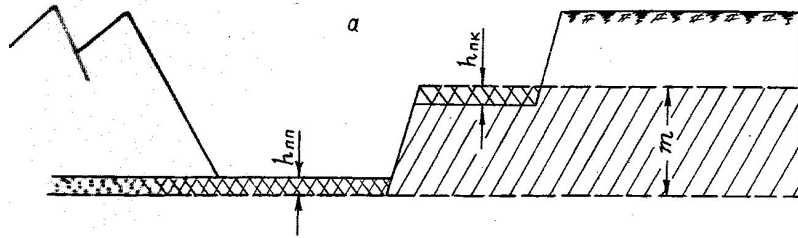
Нормирование взаимозависимых потерь и разубоживания в приконтактной зоне



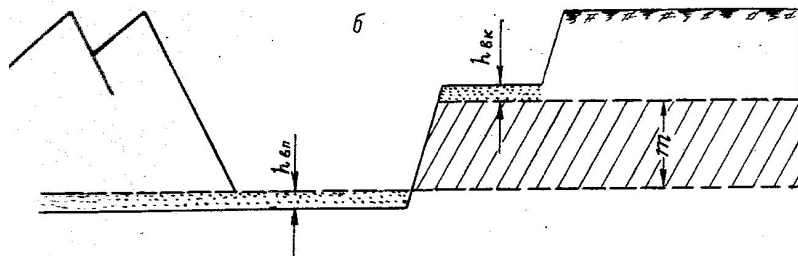
Нормирование взаимозависимых потерь и разубоживания

Показатель	Обозначения и расчетные формулы	Значения показателей по вариантам				
		1	2	3	4	5
Площадь рудного тела на разрезе в пределах уступа, м ²	S	100	100	100	100	100
Запасы руды в блоке, т	$B = S\gamma_1$	250	250	250	250	250
Содержание полезного компонента в балансовых запасах, %	c	2	2	2	2	2
Площадь теряемого полезного ископаемого, м ²	S_{II}	-	1,66	6,25	14,0	25,0
Потери руды, т	$\Pi = S_{II}\gamma_1$	-	4,15	15,7	35,0	62,5
Площадь примешанных пород, м ²	S_B	25,0	14,0	6,25	1,66	-
Количество примешанных пород, т	$B = S_B\gamma_2$	62,5	35,0	15,7	4,15	-
Коэффициент μ доли ед.	$\mu = AB / BC = h / H - h$	-	0,33	1,0	3,0	-
Количество добытой руды, т	$D = B - \Pi + B$	312,5	280,8	250,0	219,2	187,5
Содержание металла в добытой руде, %	$a = c \frac{B - \Pi}{D}$	1,6	1,75	1,88	1,96	2,0
Оптовая цена 1 т металла в концентрате, руб.	ζ_o	500	500	500	500	500
Ценность 1 т добытой руды, руб.	$\zeta_g = 0,01a\zeta_o$	8,0	8,75	9,40	9,80	10,0
Коэффициент извлечения при обогащении, доли ед.	Π	0,8	0,81	0,82	0,83	0,83
Извлекаемая ценность, руб/т	$\zeta_{II} = \zeta_g \Pi$	6,40	7,09	7,71	8,14	8,30
Себестоимость добычи и переработки 1 т руды, руб.	C	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Прибыль с 1 т добытой руды, руб.	$np' = \zeta_{II} - C$	1,90	2,59	3,21	3,64	3,80
Прибыль с 1 т балансовой руды, руб.	$np = np' \frac{D}{B}$	2,37	2,91	3,21	3,18	2,85

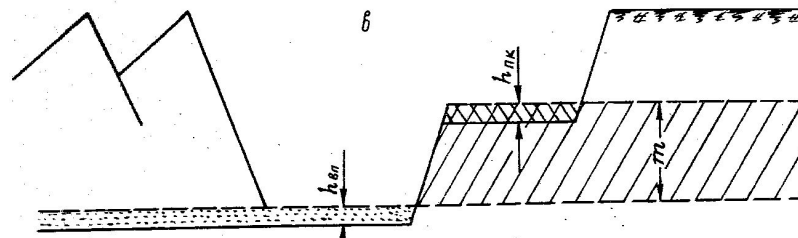
Взаимозависимые потери и разубоживание (горизонтальное залегание пласта)



Потери в почве
и кровле

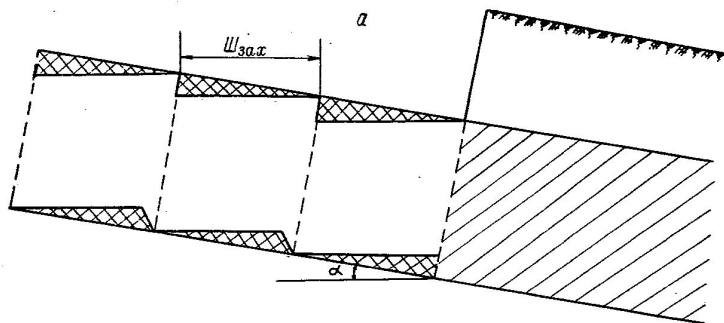


Разубоживание в
почве и кровле

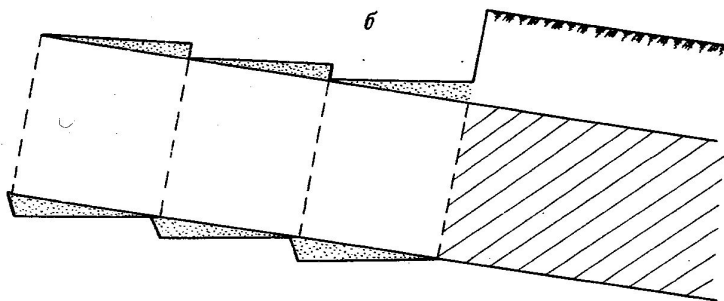


Потери в кровле
Разубоживание в почве

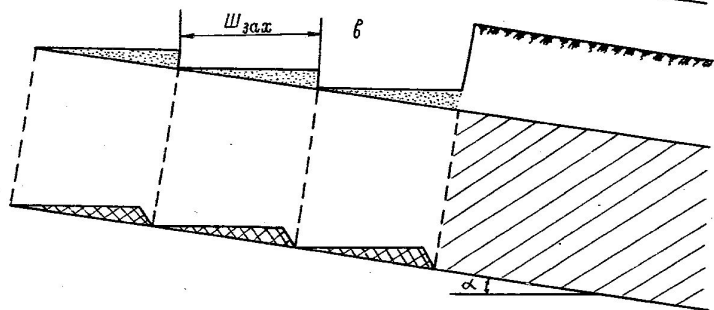
Взаимозависимые потери и разубоживание (наклонное залегание пласта)



**Потери в почве
и кровле**



**Разубоживание в
почве и кровле**



**Разубоживание в
кровле
Потери в почве**