

Карманова А.А.

Научный руководитель П.С. Шпаков, профессор д-р т.н.  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail spsp01@rambler.ru

### Нормирование потерь

Нормативы потерь и разубоживания разрабатываются горным предприятием и утверждаются после согласования с органами Ростехнадзора.

На Боголюбовском месторождении расчет производится из условия, что выемочной единицей является добычной горизонт высотой 10 м. В пределах выемочной единицы расчеты по отдельным добычным блокам производятся дифференцированно висячем и лежащем боках, и определяется средневзвешенное значение нормативных потерь и разубоживания по выемочной единице, с учетом потерь на открытых площадках.

Нормативы потерь и разубоживания руды рассчитываются отдельно для конкретных участков месторождения (выемочных единиц) с учетом их геологического строения, горнотехнических условий разработки, применяемой техники и технологии и технико-экономических показателей эксплуатации.

Нормирование потерь и разубоживания руды базируется на технико-экономическом обосновании рационального уровня извлечения балансовых запасов из недр.

При разработке месторождений открытым способом основная часть потерь и разубоживания связана с обработкой контурных зон рудного тела.

Контур между рудной и породной частями обрабатываемого массива рассчитывается по данным опробования близлежащих выработок (скважин, борозд, проб) или определяется инструментально при четкой визуальной различимости руд и пород. Величина потерь и разубоживания на открытых площадках взрывании, погрузки и транспортирования имеет существенно меньшее значение.

Нормирование потерь и разубоживания необходимо осуществлять с учетом угла падения рудных тел, оказывающего наибольшее влияние на величину потерь и разубоживания.

Потери и разубоживание руды при разработке крутопадающих рудных тел возникают из-за несовпадения контура выемки с контуром рудного тела. Расчетная схема установления нормативов потерь и разубоживания руды показана на рис. 1.

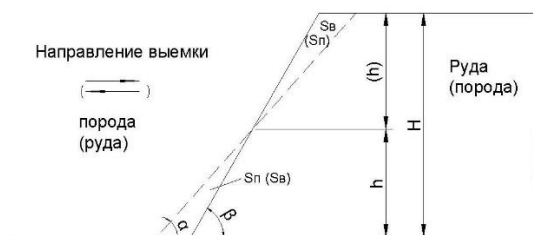


Рис. 1. Схема к расчету нормативов потерь и разубоживания руды при разработке крутопадающих рудных тел

Контуров рудного тела, установленные по принятой на месторождении методике эксплуатационной разведки, опробования и выемки в вертикальной плоскости принимаются при расчетах прямолинейными.

Величины потерь и разубоживания руды определяются площадями теряемой руды  $S_n$  и разубоживающей породы  $S_b$ , размеры которых зависят от высоты точки пересечения контуров рудного тела и выемки ( $h$ ).

Точность расчета нормативных показателей по блокам, зависит от числа сравниваемых вариантов ведения горных работ в приконтактной зоне, отличающихся между собой различным

соотношением количества, теряемого полезного ископаемого и примешиваемых вмещающих пород. С этой целью высота уступа может быть разделена на три и более части, по высоте которых могут быть приняты значения высоты  $h$ .

Для более точного определения нормативных потерь и разубоживания принято пять вариантов схемы ведения горных работ в приконтактных зонах (шаг итерации 2,5 м), при которой высота  $h$  будет следующей:

I вариант – 0 м; II вариант – 2,5 м; III вариант – 5 м; IV вариант – 7,5 м; V вариант – 10 м.

Выемочные работы производятся со стороны висячего бока. Расчет приведен для горизонта +150+160 м, блок 63а-С1.

Площади треугольников потерь и разубоживания руды по каждому из контуров рудного блока на вертикальном разрезе определяются:

$$S_e = \frac{1}{2} \cdot (H - h)^2 \cdot |(ctg\alpha \pm ctg\beta)|, m^2, \quad S_n = \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot |(ctg\alpha \pm ctg\beta)|, m^2;$$

где  $h, H$  – высота треугольника потерь и уступа соответственно, м;

$\alpha$  – угол падения рудного тела, град.;  $\beta$  – угол откоса забоя (контура выемки), град.

Знак «плюс» принимается для случая несогласного положения контуров выемки и рудного тела.

Углы падения ( $\alpha$ ) в висячем и лежащем боках блока определяется по трехмерной модели месторождения. В висячем боку  $\alpha = 59^\circ$ ;  $\beta = 60^\circ$ :

Вариант I:

$$S_n = \frac{1}{2} \cdot 0^2 \cdot |(ctg59^\circ - ctg60^\circ)| = 0 m^2 \quad S_e = \frac{1}{2} \cdot (10 - 0)^2 \cdot |(ctg59^\circ - ctg60^\circ)| = 1,18 m^2$$

Вариант II:  $S_n = 0,07 m^2$ ;  $S_b = 0,66 m^2$ ; Вариант III:  $S_n = 0,29 m^2$ ;  $S_b = 0,29 m^2$ ;

Вариант IV:  $S_n = 0,66 m^2$ ;  $S_b = 0,07 m^2$ ; Вариант V:  $S_n = 1,18 m^2$ ;  $S_b = 0 m^2$ .

В лежащем боку  $\alpha = 78^\circ$ ;  $\beta = 60^\circ$ : Вариант I:  $S_n = 0 m^2$ ;  $S_b = 18,24 m^2$ ;

Вариант II:  $S_n = 1,14 m^2$ ;  $S_b = 10,26 m^2$ ; Вариант III:  $S_n = 4,56 m^2$ ;  $S_b = 4,56 m^2$ ;

Вариант IV:  $S_n = 10,26 m^2$ ;  $S_b = 1,14 m^2$ ; Вариант V:  $S_n = 18,24 m^2$ ;  $S_b = 0 m^2$ .

Абсолютные величины теряемой руды и разубоживающей породы на 1 м длины контура равны:

$$\Pi = \frac{\sum S_n \cdot \gamma_p}{n} \cdot L = S_n \cdot \gamma_p, m; \quad P = \frac{\sum S_e \cdot \gamma_e}{n} \cdot L = S_e \cdot \gamma_e, m;$$

где  $\gamma_p$  – плотность руды, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma_e$  – плотность вскрышных пород, т;

$n$  – число пересечений контура рудного тела разведочными выработками ( $n=1$ );

$L$  – длина контура рудного тела по выемочной единице, м ( $L = 1$  м).

В висячем боку. Вариант I:

$$\Pi = 0 \cdot 2,9 = 0 m \quad P = 1,18 \cdot 2,6 = 3,06 m$$

Вариант II:  $\Pi = 0,21 t$ ;  $P = 1,72 t$ ; Вариант III:  $\Pi = 0,85 t$ ;  $P = 0,76 t$ ;

Вариант IV:  $\Pi = 1,92 t$ ;  $P = 0,19 t$ ; Вариант V:  $\Pi = 3,41 t$ ;  $P = 0 t$ .

В лежащем боку. Вариант I:  $\Pi = 0 t$ ;  $P = 47,42 t$ ; Вариант II:  $\Pi = 3,31 t$ ;  $P = 26,68 t$ ;

Вариант III:  $\Pi = 13,22 t$ ;  $P = 11,86 t$ ; Вариант IV:  $\Pi = 29,75 t$ ;  $P = 2,96 t$ ;

Вариант V:  $\Pi = 52,90 t$ ;  $P = 0 t$ .

Балансовые запасы руды на 1 м длины блока по простиранию равны:  $B = m_r \cdot H \cdot \gamma_p, m$ ;

где  $m_r$  – горизонтальная мощность рудного тела, м;  $H$  – высота уступа, м.

$$B = ((14,7 + 18,7) / 2) \cdot 10 \cdot 2,9 = 484,30 m$$

Величину  $m_r$  рассчитываем, как среднюю горизонтальную мощность верхнего и нижнего горизонта выемочной единицы.

Относительные нормативные величины эксплуатационных потерь и разубоживания руды при выемке руды составляют по одной из контурных зон:

$$П = \frac{П \cdot 100}{Б}, \%; \quad P = \frac{P \cdot 100}{Б - П + P}, \%; \quad \text{В висячем боку. Вариант I: } П = \frac{0 \cdot 100}{484,30} = 0\%;$$

$$P = \frac{3,06 \cdot 100}{484,30 - 0 + 3,06} = 0,63\%;$$

Вариант II:  $П = 0,04\%; P = 0,35\%;$  Вариант III:  $П = 0,18\%; P = 0,16\%;$

Вариант IV:  $П = 0,40\%; P = 0,04\%;$  Вариант V:  $П = 0,70\%; P = 0\%.$

В лежащем боку: Вариант I:  $П = 0\%; P = 8,92\%;$  Вариант II:  $П = 0,68\%; P = 5,25\%;$

Вариант III:  $П = 2,73\%; P = 2,45\%;$  Вариант IV:  $П = 6,14\%; P = 0,65\%;$

Вариант V:  $П = 10,92\%; P = 0\%.$

Относительные нормативные величины эксплуатационных потерь и разубоживания руды по одному из блоков выемочной единицы составят:

$$П_{\text{бл}} = П_{\text{л}} + П_{\text{в}}, \%; \quad P_{\text{бл}} = P_{\text{л}} + P_{\text{в}}, \%;$$

где  $П_{\text{л}}, P_{\text{л}}$  – соответственно потери и разубоживание в лежащем боку, м;

$П_{\text{в}}, P_{\text{в}}$  – соответственно потери и разубоживание в висячем боку, м.

$$\text{Вариант I: } П_{\text{бл}} = 0 + 0 = 0\%; \quad P_{\text{бл}} = 0,63 + 8,92 = 9,55\%;$$

Вариант II:  $П_{\text{бл}} = 0,73\%; P_{\text{бл}} = 9,55\%;$  Вариант III:  $П_{\text{бл}} = 2,91\%; P_{\text{бл}} = 5,61\%;$

Вариант IV:  $П_{\text{бл}} = 6,54\%; P_{\text{бл}} = 0,69\%;$  Вариант V:  $П_{\text{бл}} = 11,63\%; P_{\text{бл}} = 0\%.$

В таблице 4.1 приведены суммарные потери по выемочной единице (горизонт +150 -160).

Таблица 4.1. Суммарные нормативные потери руды и разубоживание по выемочной единице

№ варианта	Потери в выемочной единице, %	Разубоживание в выемочной единице, %	Потери при транспортировке, %	Потери при погрузке, %	Потери от разлета кусков при взрывании, %
1	4,87	24,40	0,1	0,1	0,2
2	3,27	15,37	0,1	0,1	0,2
3	2,95	11,45	0,1	0,1	0,2
4	3,91	12,68	0,1	0,1	0,2
5	6,14	19,17	0,1	0,1	0,2

Нормативный уровень второстепенных видов потерь и разубоживания руды на открытых площадках, относящихся к технологически независимым друг от друга, определяется на основе данных практики и специальных экспериментальных работ.

В данном расчете принимаются:

- относительные потери руды от разлета при взрывании приняты равными  $П_{\text{р}} = 0,2\%;$
- потери отбитой руды при погрузке (за счет просыпания)  $П_{\text{п}} = 0,1\%;$
- потери руды при транспортировке автосамосвалами приняты  $П_{\text{т}} = 0,1\%.$

Сравнение различных вариантов отработки выемочных единиц осуществляется по величине условной прибыли (ПР) с единицы погашенных балансовых запасов (выемочной единице)

$$П = (V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{р}} \cdot C_{\text{р}} \cdot K_{\text{из.р.}} \cdot Ц_{\text{Ме}} - V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{р}} \cdot (Z_{\text{д}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}})) - \\ - (V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{р}} \cdot C_{\text{р}} \cdot K_{\text{из.р.}} \cdot Ц_{\text{Ме}} \cdot (П/100) - V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{р}} \cdot (П/100) \cdot (Z_{\text{д}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}})) + \\ + (V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}} \cdot K_{\text{из.в.}} \cdot Ц_{\text{Ме}} \cdot (P/100) - V_{\text{в.е.}} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot (P/100) \cdot (Z_{\text{д}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}})),$$

где  $V_{\text{в.е.}}$  – объем выемочной единицы, т;

$C_{\text{р}}$  – среднее содержание металла в руде, г/т;

$K_{\text{из.р.}}$  – коэффициент извлечения руды;  $Ц_{\text{Ме}}$  – цена металла, руб/г;

$Z_{\text{д}}$  – затраты на добычу, руб/т;

$Z_{\text{т}}$  – затраты на транспортировку, руб/т;

$Z_{\text{п}}$  – затраты на переработку, руб/т;

$C_{\text{в}}$  – среднее содержание металла в породе, г/т;

$K_{\text{из.в.}}$  – коэффициент извлечения породы;

$П$  – потери в выемочной единице, %;

$P$  – разубоживание в выемочной единице, %.

Вариант с максимальной условной прибылью является оптимальным, а значения коэффициентов потерь и разубоживания руды по данному варианту – нормативными.

На основании расчетов для выемочной единицы – горизонта +150+160 м – принимаются значения потерь  $P_{в.е.} = 2,95$  % и разубоживания  $P_{в.е.} = 11,45$  % .

Аналогично выполнены расчёты по другим горизонтам начиная с гор. +350 +360 по гор. +40 + 50. По выше приведённой методике были рассчитаны плановые показатели потерь и разубоживания на 2020 год и сведены в табл.1

Таким образом средние нормативы потерь и разубоживания на 2020 год в целом по месторождению составляют  $P = 6,36$  %,  $P_{в.е.} = 13,8$  %.