

НОРМИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ РУДЫ ПРИ ОФОРМЛЕНИИ ТРАНШЕЙНОГО ДНИЩА

Вохмин С. А., Требуш Ю. П., Курчин Г. С., Майоров Е. С.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» Институт горного дела, геологии и геотехнологий, Красноярск, Россия (660025, Красноярск, пр. Красноярский рабочий, 95), e-mail: kurchings@mail.ru

В статье приведен методический подход к расчету взаимосвязанных потерь и разубоживания руды при отработке месторождений камерными системами с рудопородным траншейным днищем. Традиционно нормативные величины взаимосвязанных потерь и разубоживания руды определяются вариантно-аналитическим методом по критерию максимальной прибыли с 1 т погашенных балансовых запасов полезного ископаемого на основе сравнения экономических последствий выемки запасов руды по контурам отработки. Авторами предложены конечные формулы для расчета оптимальных величин потерь и разубоживания, которые легко адаптируются в простейшие программы для автоматизированного расчета на ПК, доступные пользователю со знанием работы в Excel. Это позволяет получить все величины для оценки эффективности очистных работ и графически точно расположить траншею по днищу камеры при локальном проектировании.

Ключевые слова: потери, разубоживание, нормативы, показатели извлечения из недр.

RATIONING OF LOSSES OF ORE AT REGISTRATION OF THE TRENCH BOTTOM

Vokhmin S. A., Trebush Y. P., Kurchin G. S., Mayorov E. S.

Siberian federal university Institute of mining, geology and geotechnologies, Krasnoyarsk, Russia (660025, Krasnoyarsk, avenue the Krasnoyarsk worker, 95)

In the article a methodical approach is given to calculation of the interconnected losses and ore impoverishments at working off of fields by chamber systems with the rudopородny trench bottom. Traditionally standard sizes of the interconnected losses and impoverishment of ore are determined by an alternative and analytical method by criterion of the maximum profit with 1 ton of the extinguished balance stocks of mineral on the basis of comparison of economic consequences of dredging of stocks of ore on working off contours. Authors offered the final formulas for calculation of optimum sizes of losses and impoverishment which easily adapt in the elementary programs for the automated calculation on the personal computers available to the user with knowledge of work in Excel. It allows to receive all sizes for an assessment of efficiency of clearing works and graphically precisely to arrange a trench on the camera bottom at local designing.

Keywords: losses, dilution, specifications, indicators of extraction from bowels.

В настоящее время при отработке полиметаллических месторождений широко применяются камерные систем разработки. Преимуществом данных систем является высокая производительность забойного рабочего и рудника в целом. Один из наиболее распространенных вариантов камерных систем – системы с траншейным днищем.

При этом варианте системы разработки возможно совмещение буровзрывных работ в результате использования для бурения скважин, как выработок траншейного днища, так и специальных буровых выработок с отгрузкой горной массы, что существенно повышает интенсивность ведения горных работ.

Сооружение траншейного днища обычно осуществляется в две стадии – первоначально проходится траншейная выработка, а затем одновременно с отбойкой запасов камеры оформляются траншейные откосы.

На эффективность камерных систем с траншейным днищем с точки зрения возможных потерь руды значительное влияние оказывает место расположения оформляемого днища по отношению к геологическому контакту – рудное, породное или рудопородное.

При использовании рудного днища эффективность системы снижается в результате оставления части балансовых запасов в целиках. Величину этих потерь устанавливают прямым методом по конструктивным параметрам системы разработки. Кроме того, образуются потери в отбитом виде на почве траншейной выработки, количество которых связано с возможностями оборудования, задействованного на доставке отбитого полезного ископаемого. Величину этих потерь определяют статистическими методами по результатам экспериментальных замеров.

Для рудопородного днища характерна взаимосвязь потерь и разубоживания руды при изменении положения днища по почве камеры относительно геологического контакта, когда снижение объема потерь руды ведет к увеличению разубоживания руды и наоборот.

Названные потери и разубоживание руды определяются вариантно-аналитическим методом по критерию максимальной прибыли с 1 т погашенных балансовых запасов полезного ископаемого на основе сравнения экономических последствий выемки запасов по контурам положения днища по почве камеры [1, 3–5]:

$$Pr = C_{\text{б}} \times K_{\text{н}} \times I_{\text{с}} - (C_{\text{тов}} \times K_{\text{н}}) / K_{\text{к}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Pr – прибыль с 1 т погашенных балансовых запасов полезного ископаемого, руб.;

$C_{\text{б}}$ – валовая ценность 1 т погашенных балансовых запасов полезного ископаемого, руб.;

$K_{\text{н}}$, $K_{\text{к}}$ – соответственно, коэффициент извлечения полезного компонента из недр и коэффициент изменения качества добытого полезного ископаемого, доли ед.;

$I_{\text{с}}$ – сквозной коэффициент извлечения полезного компонента при переработке;

$C_{\text{тов}}$ – суммарные затраты на 1 т товарной руды, руб.

Объемы потерь и разубоживания, соответствующие положению днища по почве камеры с максимальным значением прибыли, принимаются как нормативные уровни. При этом учитывается, что порода из траншейной выработки, которую проходят с опережением по отношению к оформлению траншейного днища, выдается в породный отвал и не влияет на качество конечной продукции.

Далее приведен расчет нормативных потерь руды при оформлении траншейного днища с откосом, расположенным по падению рудного тела (рис. 1).

Для расчета используется показатель оптимальности (μ_S), включающий взаимосвязь технико-экономических, горно-технических и горно-геологических параметров, влияющих

на формирование взаимосвязанных потерь и разубоживания руды и определяемый по выражению [1,2,6]:

$$\mu_S = \frac{C_{\text{тов}} - C_{\text{вм}} \times I_c}{C_{\text{б}} \times I_c - C_{\text{тов}}} \times \frac{\gamma_n}{\gamma_p}, \quad (2)$$

где $C_{\text{вм}}$ – валовая ценность 1 т разубоживающей массы, руб.;

γ_n – плотность пород в массиве, т/м³;

γ_p – плотность балансовой руды в массиве, т/м³.

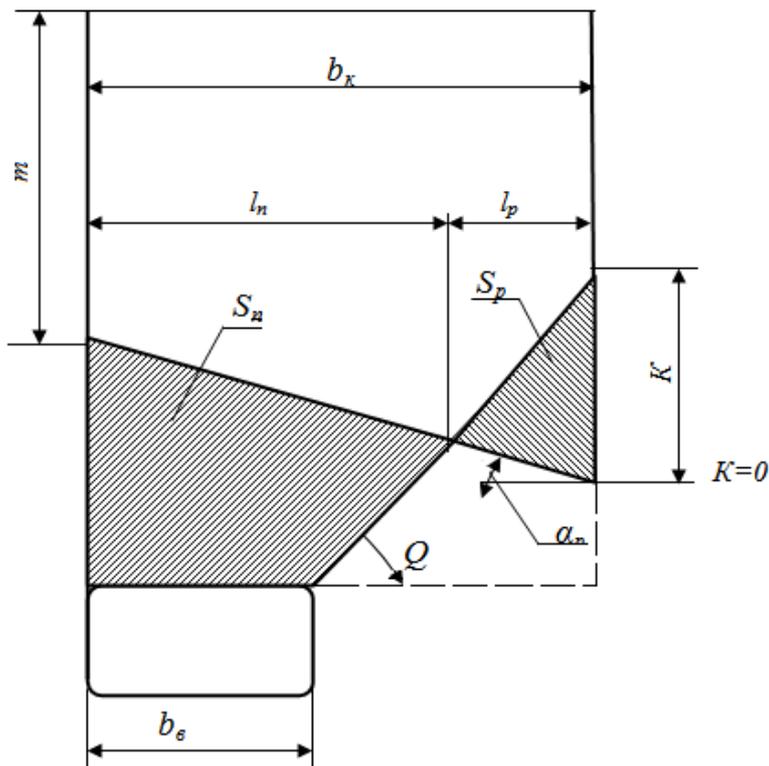


Рисунок 1. Конструктивное оформление одностороннего траншейного днища с откосом, расположенным по падению рудного тела: b_e – ширина траншейной выработки, м; K – положение траншеи по почве камеры, м; α – угол падения рудного тела, град.; Q – угол откоса траншеи, град.

Для рассматриваемых условий оформления траншейного днища численное значение данного показателя (μ_S) соответствует отношению длин горизонтальных проекций участков геологического контакта, составляющих рудную и породную части траншеи на оптимальном контуре расположения днища в соответствии с выполнением условия по формуле 1:

$$\mu_S = \frac{l_{p/opt}}{l_{n/opt}}, \quad (3)$$

$$l_{p/opt} = \frac{b_k \cdot \mu_S}{1 + \mu_S}, \quad (4)$$

$$l_{n/opt} = \frac{b_{\kappa}}{1 + \mu_s}, \text{ м}^2, \quad (5)$$

где $l_{p/opt}$ и $l_{n/opt}$ – длины горизонтальных проекций участков геологического контакта, составляющих соответственно рудную и породную части траншеи на оптимальном контуре расположения днища, м;

b_{κ} – ширина камеры, м.

Отсюда, численное значение оптимального расположения траншеи по почве камеры устанавливается из выражения:

$$K_{opt} = \frac{b_{\kappa} \cdot \mu_s}{(1 + \mu_s) \cdot (tgQ + tg\alpha)}, \text{ м}. \quad (6)$$

Площадь теряемой руды в откосе и площадь прирезаемых пород при соблюдении условия $0 \leq K \leq (b_{\kappa} - b_e) \cdot tgQ$ устанавливаются из выражений:

$$S_p = \frac{l_{p/opt}^2 \cdot (tgQ + tg\alpha)}{2}, \text{ м}^2, \quad (7)$$

$$S_n = \frac{l_{n/opt}^2 \cdot tg\alpha}{2} + \left(\frac{l_{n/opt} + b_e}{2} \right) \cdot (l_{n/opt} - b_e) \cdot tgQ, \text{ м}^2. \quad (8)$$

где S_p, S_n – соответственно площадь теряемой руды в целиках днища и площадь прирезаемых пород по сечению траншеи, м^2 .

Абсолютные величины потерь руды в массиве в целиках днища (Π) и разубоживания за счет прирезки вмещающих пород (B) при оформлении траншейного днища определяются по формулам:

$$\Pi = S_p \cdot L \cdot \gamma_p, \text{ т}, \quad (9)$$

$$B = S_n \cdot L \cdot \gamma_n, \text{ т}, \quad (10)$$

где L – длина траншейного днища, м.

Относительные величины потерь и разубоживания руды при оформлении траншейного одностороннего днища с откосом по падению рудного тела определяются по формулам:

$$n = \frac{\Pi}{B} = \frac{S_p \cdot L \cdot \gamma_p}{m \cdot b_{\kappa} \cdot L \cdot \gamma_p}; \quad (11)$$

$$p = \frac{B}{B - \Pi + B} = \frac{S_n \cdot L \cdot \gamma_n}{(m \cdot b_{\kappa} \cdot L \cdot \gamma_p - S_p \cdot L \cdot \gamma_p + S_n \cdot L \cdot \gamma_n)}. \quad (12)$$

Ниже рассмотрен пример практического использования предложенных формул (2–10) для определения нормативов потерь руды в откосах и прирезки вмещающих пород при оформлении траншейного днища с откосом по падению рудного тела (рис. 1).

В табл. 1 приведены исходные данные, а в табл. 2 – результаты расчетов потерь руды и разубоживания с использованием показателя оптимальности (μ_s) и вариантным методом с перебором площадей теряемой руды в массиве и прирезаемых пород по контурам положения днища по почве камеры до выполнения условия по формуле 1.

Таблица 1. Исходные данные для нормирования

№ п.п.	Параметр	Условное обозначение	Значение
1	Ширина камеры, м	b_k	10,0
2	Ширина траншейной выработки, м	b_e	4,0
3	Длина камеры, м	L	40,0
4	Угол откоса траншеи, град.	Q	50,0
5	Мощность рудного тела, м	m	25,0
6	Угол падения рудного тела, град.	α	10,0
7	Объемная плотность руды, т/м ³	γ_r	2,0
8	Объемная плотность породы, т/м ³	γ_n	2,5
9	Валовая ценность 1 т погашенных балансовых запасов полезного ископаемого, руб.	C_b	5000
10	Сквозной коэффициент извлечения полезного компонента при переработке	I_c	0,8
11	Суммарные затраты на 1 т товарной руды, руб.	$C_{тов}$	1000
12	Расчетный параметр μ_s (по формуле 2)	μ_s	0,222

Таблица 2. Результаты расчета

$K, м$	l_p/l_n	$l_p, м$	$l_n, м$	$S_p, м^2$	$S_n, м^2$	$\Pi, т$	$B, т$	Пр. руб./т
<i>с использованием показателя оптимальности (μ_s)</i>								
2,49	0,222	1,820	8,180	2,27	36,24	6,798	72,472	2876,18
<i>ф-ла 6</i>	<i>ф-ла 3</i>	<i>ф-ла 4</i>	<i>ф-ла 5</i>	<i>ф-ла 7</i>	<i>ф-ла 8</i>	<i>ф-ла 9</i>	<i>ф-ла 10</i>	<i>формула 1</i>
<i>перебором площадей по контурам до выполнения условия по формуле 1</i>								
2,43	0,218	1,791	8,209	2,19	36,56	6,581	73,128	2876,16
2,45	0,220	1,805	8,195	2,23	36,40	6,689	72,799	2876,17
2,49	0,222	1,820	8,180	2,27	36,24	6,798	72,472	2876,18
2,52	0,225	1,835	8,165	2,30	36,07	6,908	72,145	2876,17
2,55	0,227	1,849	8,151	2,34	35,91	7,018	71,819	2876,16

ВЫВОДЫ

Приведенные результаты расчетов (таблица 2) показывают высокую сходимость полученных данных. Необходимо подчеркнуть, что формулы (2–10) легко адаптируются в простейшие программы для автоматизированного расчета на ПК, доступные пользователю со знанием работы в *Excel*, а это позволяет получить все величины для оценки эффективности очистных работ и позволяют графически точно расположить траншею по днищу камеры при локальном проектировании.

Список литературы

1. Вохмин С. А. Планирование показателей извлечения при подземной разработке месторождений полезных ископаемых: Монография / С. А. Вохмин, Ю. П. Требуш, В. Л. Ермолаев. – Красноярск: ГАЦМиЗ, 2002. – 160 с.
2. Нормирование показателей извлечения из недр при одновременной отработке запасов / С. А. Вохмин, Ю. П. Требуш, Г. С. Курчин, Е. С. Майоров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/102-5992> (дата обращения: 17.04.2012).
3. Отраслевая инструкция по определению, нормированию и учету потерь и разубоживания руды и песков на рудниках и приисках Министерства цветной металлургии СССР. – М.: Госгортехнадзор, 1975. – 127 с.
4. Сборник руководящих материалов по охране недр. – М.: Недра, 1973.
5. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр / Под общ. ред. М. И. Агошкова. – М.: Недра, 1974. – 312 с.
6. Требуш Ю. П. Определение взаимосвязанных потерь и разубоживания руды (статья) / Ю. П. Требуш, В. Л. Ермолаев // Комплексное использование минерального сырья. – 1982. – № 7.

Рецензенты:

Гилев Анатолий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ГМиК ФГАОУ ВПО СФУ, г. Красноярск.

Косолапов Александр Иннокентьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ОГР ФГАОУ ВПО СФУ, г. Красноярск.