

## НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ НЕДР ПРИ РАЗНОВРЕМЕННОЙ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ

Вохмин С. А.<sup>1</sup>, Требуш Ю. П.<sup>1</sup>, Курчин Г. С.<sup>1</sup>, Майоров Е. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». Институт горного дела, геологии и геотехнологий. Красноярск., Россия (660025, Красноярск, пр. Красноярский рабочий, 95), e-mail: [kurchings@mail.ru](mailto:kurchings@mail.ru)

Приведена методика расчета взаимосвязанных потерь и разубоживания руды при отработке месторождений на геологических контактах слоевыми системами и камерными системами с плоским днищем. 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. При этом на горных предприятиях принято планировать ведение горных работ на период календарного года, поэтому величины потерь и разубоживания руды по стадиям отработки запасов слоя необходимо учитывать отдельно, так как проходка разрезной выработки может осуществляться в один отчетный временной период, а выемка оставшихся запасов слоя – в другой. Следовательно, учет показателей извлечения необходимо производить дифференцированно. В представленной работе рассмотрены возможные варианты расположения разрезных выработок и расчетных схем.

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

## RATIONING INDICATORS OF EXTRACTION FROM BOWELS TO WORKING OFF STOCKS OCCURRING AT DIFFERENT TIMES

Vokhmin S. A.<sup>1</sup>, Trebush Yu. P.<sup>1</sup>, Kurchin G. S.<sup>1</sup>, Maiorov E. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian federal university Institute of mining, geology and geotechnologies, Krasnoyarsk, Russia (660025, Krasnoyarsk, avenue the Krasnoyarsk worker, 95) e-mail: [kurchings@mail.ru](mailto:kurchings@mail.ru)

Calculation of the interconnected losses and dilution ores is resulted at working off deposits by systems with the flat bottom. Standard sizes of the interconnected losses and dilution ores are defined a variant-analytical method by criterion of the maximum profit with 1 t the extinguished balance stocks of a mineral on the basis comparison economic consequences dredging stocks ore on working off contours. Thus at the mountain enterprises it is accepted to plan conducting mountain works for a calendar year thereof sizes of losses and dilution on stages of working off stocks a layer are necessary for considering ores separately – carrying out cutting development it can be carried out during one accounting time period, and dredging of the remained stocks of a layer - in another. In this case the account of indicators of extraction is necessary for making differentially. In the presented work possible variants of an arrangement of cutting developments and settlement schemes are considered.

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

Распространенной технологией отработки запасов приконтактных зон слоевыми и камерными системами с плоским днищем является стадийная выемка запасов: в первую стадию осуществляется опережающая отработка запасов слоя при проходке разрезной выработки, во вторую – расширение ее до проектной ширины слоя (рис. 1). При этом с целью обеспечения эффективной работы самоходного оборудования предусматривается единый горизонтальный контур почвы разрезной выработки и всего слоя в целом.

В связи с тем, что на горных предприятиях принято планировать ведение горных работ на период календарного года, поэтому величины потерь и разубоживания руды по стадиям отработки запасов слоя необходимо учитывать отдельно, так как проходка разрезной выработки может осуществляться в один отчетный временной период, а выемка оставшихся запасов слоя – в другой. Следовательно, учет показателей извлечения необходимо производить дифференцированно.

Нормирование показателей извлечения из недр при одновременной отработке запасов слоевой системой с плоским дном предусматривается осуществлять в два этапа: первоначально определяются величины потерь и разубоживания на проектные параметры слоя, затем – на условия отработки запасов по каждой стадии.

При этом:

$$P_n = P_{n1} + P_{n2}, \text{ т,} \quad (1)$$

$$B_n = B_I + B_{II}, \text{ т,} \quad (2)$$

где  $P_n$  и  $B_n$  – величины потерь руды в массиве и разубоживания породой на проектные параметры слоя (плоского дна), т;  $P_I$  и  $P_{II}$ ,  $B_I$  и  $B_{II}$  – величины потерь и разубоживания по I-ой и II-ой стадиям отработки запасов слоя, т.

Потери руды в массиве и разубоживание руды породой при ведении работ на геологических контактах являются взаимосвязанными – при изменении контура отработки запасов (высотного положения почвы слоя) изменяются величин данных потерь и разубоживания. Данные 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 руды по контурам отработки. Величины потерь и разубоживания, соответствующие контуру отработки с максимальным значением прибыли, принимаются как нормативные уровни [1–4].

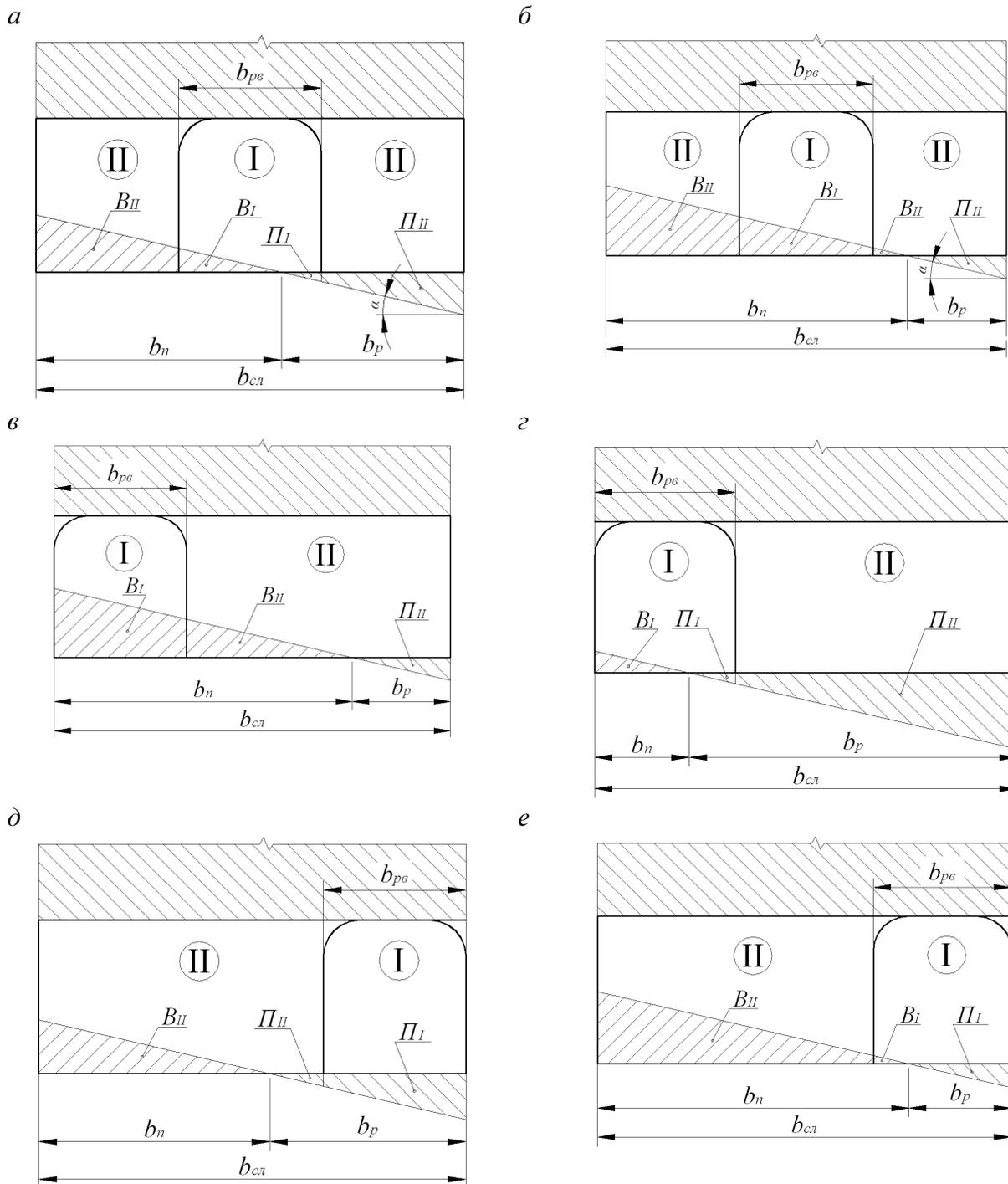


Рисунок 1. Схемы двухстадийной отработки слоев: а, б – с расположением разрезной выработки по центру; в, г – с расположением разрезной выработки по восстанию пласта; д, е – с расположением разрезной выработки по падению пласта; I, II – стадии отработки слоя

Для расчетов потерь и разубоживания используется показатель ( $\mu$ ), определяющий взаимосвязь основных технико-экономических и горно-геологических параметров, существенно влияющих на уровни потерь и разубоживания руды, и устанавливающий соотношение длин участков руды ( $b_p$ ) и породы ( $b_n$ ) по ширине выработки, по ее почве на

оптимальном контуре отработки в приконтактной зоне (рис. 1), определяемое из выражения [1]:

$$\mu_s = \frac{b_p}{b_n} = \frac{C_{тов} - Ц_{вм} \times I_c}{Ц_{б} \times I_c - C_{тов}} \times \frac{\gamma_n}{\gamma_p}, \quad (3)$$

где  $b_p$  – величина рудного контакта по ширине слоя (плоского днища) на оптимальном контуре отработки, м;  $b_n$  – величина породного контакта по ширине слоя (плоского днища) на оптимальном контуре отработки, м;  $Ц_{вм}$  – средневзвешенная ценность полезных компонентов в 1 т вмещающих пород, руб.;  $C_{тов}$  – полные затраты на 1 т товарной массы, руб.;  $I_c$  – сквозной коэффициент извлечения;  $Ц_{б}$  – средневзвешенная ценность полезных компонентов в 1 т балансовых запасов, руб.;  $\gamma_p$  – объемная плотность руды в массиве, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma_n$  – объемная плотность пород в массиве, т/м<sup>3</sup>.

Этап 1. Определение показателей извлечения на проектные параметры слоя

Потери руды в массиве по почве в пределах ширины слоя:

$$П_n = 0,5 \cdot b_p^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot L_{сл} \cdot \gamma_p, \text{ т}, \quad (4)$$

$$b_p = b_{сл} - \frac{b_{сл}}{1 + \sqrt{\mu_s}}, \text{ м}. \quad (5)$$

Разубоживание породой по почве в пределах ширины слоя:

$$В_n = 0,5 \cdot b_n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot L_{сл} \cdot \gamma_n, \text{ т}, \quad (7)$$

$$b_n = \frac{b_{сл}}{1 + \sqrt{\mu_s}}, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $b_{сл}$  – ширина обрабатываемого слоя, м;  $L_{сл}$  – длина слоя, м;  $\alpha$  – угол наклона контакта по ширине слоя, град.

Этап 2. Определение показателей извлечения на условия отработки запасов по каждой стадии

Величины прирезки породы и потерь руды в массиве по каждой стадии отработки запасов определяются расположением разрезной выработки по ширине слоя – по центру слоя, по восстанию или по падению рудного контакта (рис. 1).

1. Расчет показателей извлечения при расположении разрезной выработки по центру слоя (рис. 1, а, б):

для I стадии отработки запасов слоя – проходка разрезной выработки:

– величина прирезаемых пород определяется по выражениям:

если  $0,5(b_{сл} - b_{пв}) \leq b_n \leq 0,5(b_{сл} + b_{пв})$  (рис. 1 а), то

$$В_I = 0,5 \cdot \left( b_n + \frac{b_{пв}}{2} - \frac{b_{сл}}{2} \right)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot L_{сл} \cdot \gamma_n, \text{ т}, \quad (9)$$

если  $b_n > 0,5(b_{cl}+b_{pv})$  (рис.1,б), то

$$B_I = \frac{b_{pv} \cdot (2 \cdot b_n - b_{cl}) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot L_{cl} \cdot \gamma_n, \text{ т.} \quad (10)$$

– величина потерь руды в массиве,

если  $0,5(b_{cl}-b_{pv}) \leq b_n \leq 0,5(b_{cl}+b_{pv})$  (рис. 1 а), то,

$$P_I = 0,5 \cdot \left( \frac{b_{pv}}{2} - b_n + \frac{b_{cl}}{2} \right)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot L_{cl} \cdot \gamma_p, \text{ т.} \quad (11)$$

если  $b_n > 0,5(b_{cl}+b_{pv})$  (рис.1,б), то  $P_I=0$ .

для II стадии отработки запасов слоя – расширение до проектных контуров слоя:

– величина прирезаемых пород

$$B_{II} = B_n - B_I, \text{ т.} \quad (12)$$

– величина потерь руды в массиве

если  $0,5(b_{cl}-b_{pv}) \leq b_n \leq 0,5(b_{cl}+b_{pv})$  (рис. 1 а), то

$$P_{II} = P_n - P_I, \text{ т.} \quad (13)$$

если  $b_n > 0,5(b_{cl}+b_{pv})$  (рис.1,б), то  $P_{II} = P_n$ , т.

2. Расчет показателей извлечения при расположении разрезной выработки по восстанию геологического контакта (рис. 1. в, з):

для I стадии отработки запасов слоя:

– величина прирезаемых пород,

если  $b_n \leq b_{pv}$ , то величина прирезаемых пород на I стадии равна суммарному разубоживанию руды в почве в пределах ширины слоя (рис. 1, в)  $B_I = B_n$ , т,

если  $b_n > b_{pv}$  (рис. 1, з), то

$$B_I = \frac{2 \cdot b_{cl} \cdot b_{pv} \cdot \operatorname{tg} \alpha - b_{pv}^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (1 + \sqrt{\mu_s})}{2 + 2\sqrt{\mu_s}} \cdot L_{cl} \cdot \gamma_n, \text{ т.} \quad (14)$$

– величина потерь руды в массиве,

если  $b_n \leq b_{pv}$ , то

$$P_I = \frac{(b_{pv} - b_n)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot L_{cl} \cdot \gamma_p, \text{ т.} \quad (15)$$

если  $b_n > b_{pv}$ , то величина потерь руды в массиве по I стадии равна  $P_I=0$ .

для II стадии отработки запасов слоя:

– величина прирезаемых пород,

если  $b_n \leq b_{pv}$ , то величина прирезаемых пород на II стадии равна  $B_{II}=0$ ,

если  $b_n > b_{pv}$ , то  $B_{II}=B_n - B_I$ ;

– величина потерь руды в массиве,

если  $b_n \leq b_{pv}$ , то

$$\Pi_{II} = \Pi_n - \Pi_I, \text{ т,} \quad (16)$$

если  $b_n > b_{pв}$ , то величина потерь руды в массиве на II стадии равна всем потерям руды в массиве по почве в пределах ширины слоя и определяется по формуле 13.

3. Расчет показателей извлечения при расположении разрезной выработки по падению геологического контакта (рис. 1, д, е):

для I стадия отработки запасов слоя:

– величина прирезаемых пород,

если  $b_p < b_{pв}$  (рис. 1, д), то

$$B_I = 0,5 \cdot (b_{pв} - b_p)^2 \cdot \text{tg} \alpha \cdot L_{сл} \cdot \gamma_n, \text{ т,} \quad (17)$$

если  $b_p \geq b_{pв}$  (рис. 1, е), то  $B_{nI} = 0$ ;

– величина потерь руды в массиве,

если  $b_p < b_{pв}$ , то  $\Pi_I = \Pi_n$ , т,

если  $b_p \geq b_{pв}$ , то

$$\Pi_I = b_{pв} \cdot \text{tg} \alpha \cdot (b_p - 0,5 \cdot b_{pв}) L_{сл} \cdot \gamma_p, \text{ т,} \quad (18)$$

для II стадия отработки запасов слоя:

– величина прирезаемых пород,

если  $b_p < b_{pв}$ , то  $B_{II} = B_n - B_I$ ,

если  $b_p \geq b_{pв}$ , то  $B_{II} = B_n$ , т,

– величина потерь руды в массиве,

если  $b_p < b_{pв}$ , то  $\Pi_{II} = 0$ ,

если  $b_p \geq b_{pв}$ , то  $\Pi_{II} = \Pi_n - \Pi_I$ .

Предлагаемый методический подход дифференцированного нормирования потерь и разубоживания руды по стадиям отработки позволяет вести расчет показателей извлечения из недр, при разновременной отработки запасов. Данная методика легко адаптируется для автоматизированного расчета в виде программных продуктов для ПК, что позволяет более точно планировать показатели извлечения из недр при разновременной отработке запасов и упрощает работы по их расчету.

### Список литературы

1. Вохмин С. А. Планирование показателей извлечения при подземной разработке месторождений полезных ископаемых / С. А. Вохмин, Ю. П. Требуш, В. Л. Ермолаев // Монография – Красноярск: ГАЦМиЗ, 2002. – 160 с.
2. 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.

3. Сборник руководящих материалов по охране недр. – М.: Недра, 1973.
4. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр / Под общ. ред. М. И. Агошкова. – М.: Недра, 1974. – 312 с.

**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.