

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БОГАТЫХ РУД

П. Г. Макулов

В связи с переводом предприятия на новую систему планирования и экономического стимулирования себестоимость конечной продукции уже не может быть единственным критерием экономической оценки деятельности предприятия. Одним из основных показателей деятельности предприятия следует считать прибыль, определяемую выражением

$$П = C_n - Z, \quad (1)$$

где C_n — извлекаемая ценность руды, руб/т; Z — производственные затраты по всему циклу, руб/т.

Себестоимость конечной продукции не отражает экономического ущерба от потерь и разубоживания, который может быть весьма значительным при отработке особо ценных руд и играет решающую роль в экономической оценке систем и деятельности предприятия в целом, поэтому при экономической оценке ущерба от потерь и разубоживания богатых руд необходимо учитывать следующие основные показатели: ценность руды, затраты производства и прибыль.

Ценность руды в массиве, т. е. без учета потерь и разубоживания, определится выражением

$$C_p = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{100} C_{ni}, \quad (2)$$

где α_i — содержание каждого металла, %; U_{mi} — оптовая отпускная цена на каждый металл, руб/т.

Извлекаемая ценность руды, т. е. с учетом потерь ценности при обогащении и металлургическом переделе,

$$U_n = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \varepsilon_i}{100 \cdot 100} U_{mi}, \quad (3)$$

где ε_i — извлечение каждого металла, %.

Потери ценности в хвостах и шлаках

$$U_x = U_p - U_n = \sum_{i=1}^n \frac{100 - \varepsilon_i}{100} \cdot \frac{\alpha_i}{100} U_{mi}. \quad (4)$$

Полные затраты на разведку, добычу и переработку 1 т руды

$$\sum_{i=1}^n C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9 + C_{10}, \quad (5)$$

где C_1 — стоимость разведки руды, руб/т; C_2 — амортизационные отчисления, руб/т; C_3 — стоимость проведения подготовительных выработок, руб/т; C_4 — цеховые расходы, руб/т; C_5 — накладные расходы, руб/т; C_6 — общезаводские расходы, руб/т; C_7 — стоимость добычи руды, руб/т; C_8 — стоимость транспорта руды, руб/т; C_9 — стоимость обогащения руды, руб/т; C_{10} — стоимость металлургического передела, руб/т.

Полная прибыль от реализации извлекаемой ценности 1 т руды

$$П_n = U_n - \sum_{i=1}^n C_i. \quad (6)$$

В приведенной таблице дан расчет изменения элементов производственных затрат, затрат по всему производственному циклу, извлекаемой ценности руды и прибыли в зависимости от степени разубоживания вкрапленной рудой и пустой породой. Результаты расчетов таблицы изображены графически (рис. 1). На графике линии 1 и 3 характеризуют изменение соответственно извлекаемой ценности руды и полных производственных затрат в зависимости от степени разубоживания вкрапленной рудой, линии 2 и 4 — пустой породой. В точках

пересечения соответствующих линий (A и B) извлекаемая ценность руды и полные затраты равны между собой, а прибыль равна нулю, т. е. $\Pi_{\Pi} = C_{\Pi} - \sum_{i=1}^n C_i = 0$, что соответствует предельному разубоживанию. Из графика видно, что оно колеблется в пределах от 70 до 78%. Но линия 1 строится при условии, когда разубоживающая масса и промышленная руда

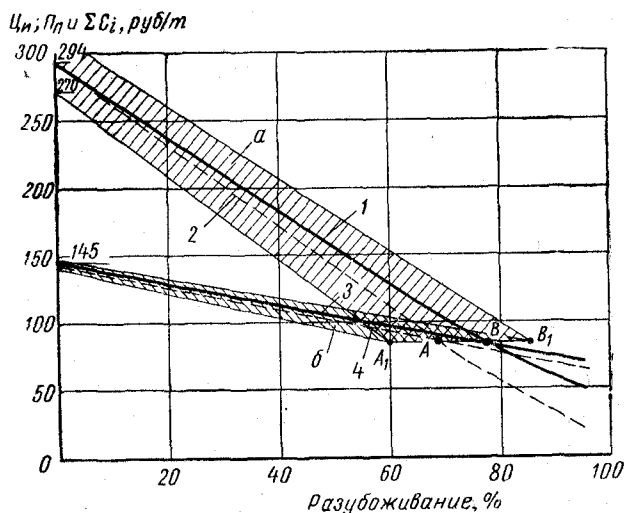


Рис. 1. График изменения предельного разубоживания руды и производственных затрат в зависимости от изменения извлекаемой ценности руды
Зоны изменения: а — извлекаемой ценности руды; б — издержек производства

имеют средние, т. е. постоянные, содержания. Практически же они изменяются в более широких пределах, так как средне-квадратичное отклонение содержания в массиве по месторождению $\sigma = 0,35\%$. Следовательно изменение извлекаемой ценности руды определится выражением

$$C_{\Pi} = r \sum_{i=1}^n \frac{(a_i \pm \sigma_i) \varepsilon_i}{100 \cdot 100} C_{\Pi},$$

Расчет полных производственных затрат при разубоживании вкрапленной рудой и породой

Разубоживание, %	Руда, т	Элементы затрат, руб/т										Сумма затрат, руб.	Сумма затрат на 1 т руды, руб.	Затраты с учетом изменения цен, руб/т	Извлекаемая ценность руды, руб/т	Прибыль, руб/т
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀					

Разубоживание вкрапленной рудой

0	1	0,53	4,11	2,41	5,90	10,86	0,60	19,0	3,74	4,49	69,0	120,3	120,3	145	294	+149
50	2	0,53	8,22	4,82	11,80	21,72	1,20	38,0	6,94	8,98	73,5	176,0	88,0	105	156	+51
75	4	—	16,44	9,64	23,60	43,44	2,40	76,0	13,88	17,96	84,50	288,0	72,0	86	90	+4
95	21	—	86,10	50,60	124,00	228,00	12,60	399,0	72,70	94,10	192,00	1261,0	60,0	72	39	-33

Разубоживание породой

0	1	0,53	4,11	2,41	5,90	10,86	0,60	19,0	3,47	4,49	69,0	120,3	120,3	145	294	+149
50	2	0,53	8,22	4,82	11,80	21,72	1,20	38,0	6,94	8,98	66,0	169,0	84,0	101	142	+41
75	4	0,53	16,44	9,64	23,60	43,44	2,40	76,0	13,88	17,96	64,0	268,0	67,0	80	67	-13
95	21	0,53	86,10	50,60	124,00	228,00	12,60	399,0	72,70	94,10	56,0	1124,0	54,0	64	11	-53

а на графике — зоной изменения извлекаемой ценности руды в зависимости от степени разубоживания и содержания металлов в руде. Предельное разубоживание будет изменяться от 60 до 90% (на графике точки A_1 и B_1).

Возможная полная прибыль при условии, что промышленная руда извлекается без потерь,

$$П_v = Q \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right), \quad (7)$$

где Q — запасы промышленной руды, т.

Прибыль от реализации ценности добытой и переработанной промышленной руды

$$П_n = T_n \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right), \quad (8)$$

где T_n — количество извлекаемой промышленной руды, т.

Ущерб от потерь ценности руды в недрах

$$У_n = П_v - П_n = (Q - T_n) \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right) = T_n \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right), \quad (9)$$

где T_n — количество теряемой промышленной руды в недрах, т.

Известно, что затраты, сделанные на разведку, вскрытие, подготовку потерянной руды, должны окупаться за счет ценности конечного продукта. Следовательно, общий ущерб

$$У_0 = T_n \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{i=1}^k C_i \right), \quad (10)$$

где

$$\sum_{i=1}^k C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6.$$

Ущерб от 1% теряемой руды

$$У_n = \frac{k_n}{100} \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{i=1}^k C_i \right), \quad (11)$$

где k_n — коэффициент потерь руды, %.

Поскольку эти затраты ложатся на себестоимость добытой промышленной руды, они уменьшают прибыль от реализации ценности руды, поэтому фактическая прибыль

$$П_{ф. п} = \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right) - \frac{k_n}{100} \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{i=1}^k C_i \right). \quad (12)$$

Максимальный ущерб от потерь определится из условия, когда $П_{ф. п} = 0$, т. е. при

$$U_n - \sum_{i=1}^n C_i = \frac{k_n}{100} \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{i=1}^k C_i \right). \quad (13)$$

Ущерб от недополучения прибыли при разубоживании руды определится выражением

$$Y_p = \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i \right) - \left\{ (1-r) U_n - [(1-r) \sum_{i=1}^n C_i + r \sum_{j=1}^m C_j + r(C_p + C_\phi)] \right\}. \quad (14)$$

После преобразования

$$Y_p = r \left(U_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m C_j + C_p + C_\phi \right), \quad (15)$$

где r — коэффициент разубоживания, доли единицы;

$\sum_{j=1}^m C_j$ — непроизводительные затраты, которые участвуют при добыче, транспортировке и обогащении разубоживающей массы;

$$\sum_{j=1}^m C_j = C_7 + C_8 + C_9.$$

Величина $r(C_p + C_\phi)$, где C_p и C_ϕ — рудничная себестоимость и себестоимость конечного продукта обогащательной фабрики, призвана учесть недоиспользование производственных мощностей рудника и обогащательной фабрики — «холостой ход» — за счет добычи, транспорта и обогащения разубоживающей массы.

Фактическая прибыль с учетом ущерба от разубоживания

$$П_{ф.р} = (C_n - \sum_{i=1}^n C_i) - \frac{r}{100} (C_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m C_j + C_p + C_{\phi}), \quad (16)$$

где r — коэффициент разубоживания, %.

Максимальный ущерб от разубоживания определится из условия, когда $П_{ф.р} = 0$, т. е. при

$$C_n - \sum_{i=1}^n C_i = \frac{r}{100} (C_n - \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m C_j + C_p + C_{\phi}). \quad (17)$$

При построении графика (рис. 2) использованы данные таблицы и выражения (13) и (17). График свидетельствует,

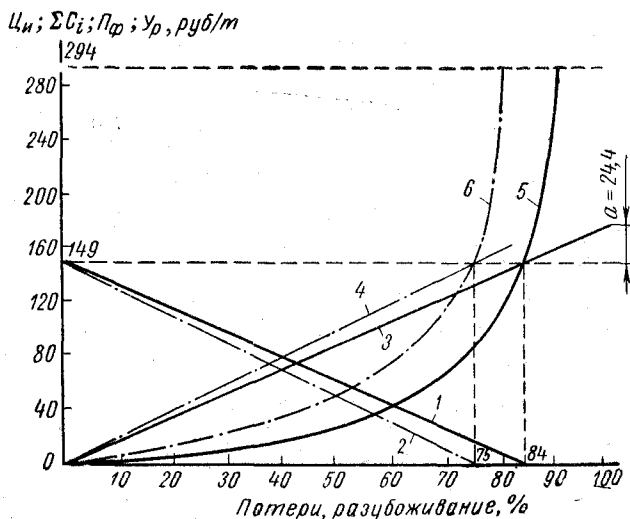


Рис. 2. График изменения фактической прибыли и ущерба при изменении коэффициентов потерь и разубоживания:

1, 2 — фактическая прибыль соответственно при потерях и разубоживании; 3, 4 — ущерб; 5, 6 — коэффициент потерь и разубоживания
a — затраты на потерянную руду, руб/т

что ущерб от 1% потерь составляет 1,8 руб/т, а от 1% разубоживания — 2,0 руб/т при 75% разубоживания. Учитывая тот факт, что предельное разубоживание в зависимости от ценности разубоживающей массы изменяется от 6% до 90% (рис. 1),

ущерб от разубоживания колеблется в пределах от 1,5 до 2,5 руб/т.

В ы в о д ы

1. Предельное разубоживание руды в зависимости от ценности разубоживающих пород изменяется в интервале от 60 до 90%.

2. Средний экономический ущерб от 1% потерь руды составляет 1,8 руб/т, а от разубоживания изменяется в пределах от 1,5 до 2,5 руб/т в зависимости от ценности руды и разубоживающей массы.

3. Снижение потерь и разубоживания на 0,1% уменьшает экономический ущерб при условной производительности рудника 0,5 млн. т/год примерно на 175 тыс. руб/год.

4. В связи с высокой ценностью руд и большим экономическим ущербом, вызываемым даже незначительными качественными и количественными потерями, основным требованием рациональной разработки богатых руд следует считать применение систем, обеспечивающих минимальные потери и разубоживание руды. Применяемая в опытном порядке камерно-столбовая система разработки с последующей бетонной закладкой камер и выемкой междукammerных целиков может обеспечить минимальный экономический ущерб от потерь и разубоживания только при условии тщательного выполнения технологии работ и уточнения основных параметров системы.
