Записки Ленинградского ордена Ленина,
ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
горного института им.Г.В.Плеханова, т.ХУ1, вып. 3, 1975 г.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ РАЗМЕРОВ ПОТЕРЬ

В.П.СКОБЕЛИНА

Потери полезных ископаемых отрицательно влияют на экономику предприятия и отрасли, увеличивая издержки производства и сокращая срок службы горных предприятий. Однако неизбежность потерь при существующих технологиях добычи имеет и положительную сторону: потери полезного ископаемого в целиках в зависимости от назначения последних сокращают в той или иной степени затраты на крепление и поддержание горных выработок; списание в потери некондиционных участков шахтного поля способствует снижению издержек производства. Таким образом, рост потерь на горных предприятиях, даже если он не вызван применением более производительных систем разработки, сокращает затраты на производство.

Из сказанного вытекает, что рост потерь одновременно увеличивает их стоимость и способствует снижению себестоимости продукции. Оптимальное соотношение этих показателей определяет рациональный размер потерь в конкретных условиях.

Для достижения этого будем рассматривать в совокупности следующие зависимости:

а) рост стоимости потерь в связи с их увеличением

$$z = f(n); \qquad (1)$$

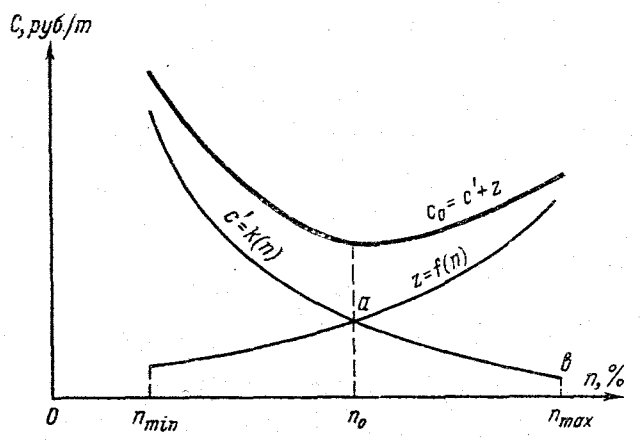
б) снижение себестоимости получения металла в связи с ростом объемов потерь

$$c' = k(n). \qquad (2)$$

При этом полная величина ущерба от потерь полезных ископаемых z может быть определена только в масштабе отрасли или месторождения, поэтому и вопрос о нахождении допустимого уровня потерь должен решаться в этих же рамках.

Исследования показали, что зависимости (1) и (2) характеризуются

показанным на рисунке графиком. Из диаграммы видно, что как себестоимость продукции, так и стоимость потерь изменяются не пропорционально росту объемов потерь. Этот вывод подтверждается анализом составляющих величин стоимости потерь и себестоимости получения металла.



Стоимость потерь

$$z_{об} = У_{д.р} + Ц + C_{об} + H_t , \qquad (3)$$

где $У_{д.р}$ – недополученная доля дифференциальной ренты; Ц – ценность теряемого полезного ископаемого; $C_{об}$ – суммарная себестоимость потерь по добыче, обогащению и металлургическому переделу; H_t – ущерб от сокращения сроков эксплуатации действующего предприятия.

Дифференциальная рента и ценность руды, приходящиеся на 1 т запасов, не зависят от количественной стороны потерь, они связаны лишь с качеством теряемого полезного ископаемого. Если эти величины определять как средневзвешенные в пределах отдельного рудника или месторождения, то их можно считать постоянными для каждого рассматриваемого варианта.

Теряемая же часть дифференциальной ренты и ценность руды будут по-разному зависеть от роста объемов потерь. Так, если при построении кривых $z = f(n)$ и $c' = k(n)$ влияние потерь определять на 1 т добычи руды, то составляющие стоимости потерь $У_{д.р}$ и Ц будут расти прямо пропорционально увеличению объемов потерь. Если же величины зависимостей (1) и (2) относить к 1 т теряемой руды, то недополученная часть дифференциальной ренты и ценности не будут зависеть от объемов потерь.

На наш взгляд, график должен строиться на 1 т теряемой руды, так как смысл его построения в том, чтобы сравнить убытки от оставления в потерях или же выемки этой руды.

Тогда составляющие формулы (3) $У_{д.р}$ и Ц с ростом потерь станут постоянными величинами.

Суммарная себестоимость потерь

$$C_{об} = C + H_ф + H_м \qquad (4)$$

где C – себестоимость потерь руды при добыче; $H_ф$, $H_м$ – себестоимость потерь металла соответственно при обогащении и металлургическом переделе.

Величина C определяется по формуле А.А.Сергеева[x)]

$$C = \Sigma C_m = \sum_{m=1}^{k} \sum_{i=1}^{l} \frac{C_i (100 - n_m)}{n_m (1 - R)}, \qquad (5)$$

где C_i – затраты, оцененные в денежной форме, по соответствующему виду работ на данной стадии оставления потерь, отнесенные к 1 т добытой руды, руб/т; n_m – потери руды на данной стадии подготовки рудного поля, %; k – число стадий подготовки рудного поля; l – число видов работ на соответствующей стадии подготовки (отработки) шахтного поля; R – разубоживание, соответствующее принятой системе разработки и варианту ведения очистных работ, доли единицы; i – индекс вида работ; m – индекс стадийности оставления потерь по мере подготовки запасов к выемке.

В формуле (5) величина C представляет собой сумму величин C_m, зависящих не только от объемов потерь, но и от времени их оставления при подготовке шахтного поля к выемке. Кроме того, на себестоимость потерь влияет и качество теряемого полезного ископаемого – степень разубоживания его пустой породой. Одновременная зависимость C от этих факторов, различных по своей природе и по степени влияния, приводит к тому, что равные по величине потери имеют различную себестоимость.

Себестоимость потерь металла при переработке руды ($H_ф$ и $H_м$) не зависит от технологии добычи руды и при построении кривой $z = f(n)$ эта величина не изменяется, так как за основу построения графика принята экономическая оценка потерь полезных ископаемых при их добыче.

Из сказанного вытекает, что характер изменения составляющей $C_{об}$ формулы (3) полностью соответствует изменению величины себестоимости потерь при добыче C. Следовательно, с ростом объемов потерь руды будет расти и величина $C_{об}$, но рост ее не будет равномерным.

Зависимость $C_{об}$ от объемов потерь для каждого конкретного случая определяется условиями разработки полезного ископаемого, но интенсивность возрастания этой величины по мере роста потерь тем ниже, чем меньше в общем объеме потерь доля потерь при очистной выемке руды, имеющих самую высокую себестоимость.

Четвертая составляющая формулы (3) определяется по формуле А.С.Астахова[x)]

$$H_t = \Delta K' + \Delta C_y, \qquad (6)$$

где $\Delta K'$ – сумма относительного удорожания строительства нового руд-

---

x) А.А.Сергеев. Рациональное использование рудных месторождений. "Металлургия", 1964.

xx) А.С. Астахов. Использование основных фондов на угольных шахтах. "Недра" 1964.

ника; ΔC_y – величина удорожания продукции заводов-потребителей.

При этом $\Delta K'$ зависит от темпов роста производительности труда на строительно-монтажных работах в горной промышленности, а величина ΔC_y – от темпов роста производительности труда в горной промышленности и на обогащении. Таким образом, ущерб от сокращения срока эксплуатации действующего рудника вследствие оставления части его запасов в потерях зависит от величин, не связанных прямой зависимостью с изменением объема потерь полезного ископаемого при его разработке.

Поэтому естественно предположить, что характер кривой $z = f(n)$ (см. рисунок), который придает ей изменение величины $C_{об}$ по мере роста потерь, сохранится и с учетом изменений H_t. Из сказанного следует, что кривая стоимости потерь с ростом их объемов возрастает неравномерно и напоминает ветвь параболической кривой, расположенной у оси абсцисс.

Кривая $c' = k(n)$, характеризующая изменение себестоимости получения металла от роста объемов потерь полезных ископаемых при их разработке, определяется совокупностью следующих зависимостей: а) себестоимости добычи руды; б) себестоимости обогащения полезного ископаемого; в) себестоимости металлургического передела.

При этом на себестоимость добычи руды влияют все виды потерь полезного ископаемого, на себестоимость же ее переработки – только качественные потери руды. Возможны два случая этого влияния: 1) с ростом потерь уменьшается разубоживание добываемой руды и, следовательно, сокращаются затраты на ее переработку; 2) рост потерь сопровождается ухудшением качества добываемой руды, что увеличивает себестоимость обогащения.[x)]

Второй случай встречается в практике редко, особенно при широком распространении в последние годы систем массового обрушения, для которых характерно уменьшение разубоживания с ростом количественных потерь полезного ископаемого. Поэтому для анализа построения кривой $c' = k(n)$ ограничимся рассмотрением первого случая.

Степень влияния качественных потерь на себестоимость переработки руды ниже степени влияния потерь при разработке полезного ископаемого на себестоимость его добычи. Например, даже для уникально-ценных руд одного из месторождений максимальное разубоживание при добыче в 22% увеличивает себестоимость обогащения на 0,45 руб/т, себестоимость металлургического передела при этом не меняется. В то же время себестоимость добычи 1 т руды при максимальных потерях в 16% увеличивается на 6,10 руб. Из сказанного можно сделать вывод, что характер изменения себестоимости получения металла во многом определяется зависимостью себестоимости добычи от потерь руды при эксплуатации рудника.

Положительное влияние потерь руды на экономику горного предприятия зависит от их назначения – тот или иной вид потерь вызывает различное сокращение текущих затрат на добычу. Величина этого сокращения

---

x) А.А.Сергеев. Рациональное использование рудных месторождений. "Металлургия", 1964.

зависит от ряда факторов, которые не имеют прямой связи с объемами потерь. Снижение себестоимости добычи руды, а следовательно и уменьшение себестоимости получения металла, происходит неравномерно по мере роста потерь полезного ископаемого: кривая $c'=k(n)$ на рисунке имеет характер гиперболической кривой, построенной над осью абсцисс. Ордината ее начальной точки (точка b) определяется технологией добычи и переработки руды.

Аналитическое построение зависимостей (1) и (2) очень трудно, их необходимо строить для каждого исследуемого варианта. Метод же построения кривых $c'=k(n)$ и $z=f(n)$ можно вывести из анализа этих зависимостей. Обратимся к рисунку, из которого видно, что кривая изменения себестоимости получения металла и кривая стоимости потерь руды пересекаются в точке a , для которой справедливо равенство

$$z_0 = c_0 , \qquad (7)$$

где z_0 – сумма ущерба от потерь руды при их объеме n_0 %; c_0 – себестоимость получения металла с учетом роста потерь от n_{min} до n_0.

Абсцисса точки a характеризует положение оптимума кривой c_0 или величину экономически допустимых потерь n_0 , так как дальнейший рост потерь ($n>n_0$) увеличивает затраты на производство (это наглядно иллюстрирует кривая влияния потерь на экономику отрасли $c_0=c'+z$, равная сумме кривых $z=f(n)$ и $c'=k(n)$).

Величину c_0 в равенстве (7) можно представить в виде следующего выражения

$$c_0 = c_{max} + \Delta p , \qquad (8)$$

где c_{max} – себестоимость получения металла при существующей технологии добычи и обогащения руды (при объеме потерь n_{max}); Δp – величина роста затрат на производство в результате снижения объема потерь на ($n_{max}-n_0$), %.

Из выражения (8) вытекает метод построения кривой изменения себестоимости получения металла в связи с ростом потерь; ее можно построить, увеличивая величину затрат по добыче руды на сумму дополнительных издержек, которые потребовались бы при выемке определенных объемов "потерянной" руды.

При построении кривой изменения стоимости потерь с увеличением их объемов следует исходить из формулы (3) ущерба от оставления потерь полезного ископаемого.

1. Определить величины теряемой ценности Ц и дифференциальной ренты $У_{д.р}$, приходящиеся на 1 т оставляемой в потерях руды; эти величины для каждого варианта будут постоянными и на графике выразятся прямыми, параллельными оси абсцисс.

2. Построить параболические кривые зависимостей общей себестоимости потерь $C_{об}$ и величины ущерба от сокращения срока эксплуатации действующего рудника H_t . При построении кривых их составляющие следует отнести к 1 т теряемой руды.

3. Построенные зависимости $У_{д.р}$, Ц , $C_{об}$ и H_t просуммировать.

Экономическая оценка потерь полезных ископаемых при их разработке должна производиться в два этапа: на горном предприятии и в пределах месторождения или отрасли. Рациональные же размеры потерь могут быть установлены только при решении вопроса в масштабе месторождения или отрасли. Поэтому строить кривую $z=f(n)$ следует, начиная с места оставления потерь руды, т.е. на руднике, а затем в сумме ущерба от потерь учесть их отраслевое влияние.

Построение кривой себестоимости получения металла рекомендуется также начать с построения кривой себестоимости добычи руды, а затем учесть изменение себестоимости переработки руды по мере роста ее потерь.

Таким образом, построение кривых (1) и (2) требует значительных предварительных расчетов, но, на наш взгляд, нахождение с их помощью рационального предела потерь имеет существенные преимущества перед существующим способом его определения.

1. В основу предложенного метода определения допустимых потерь полезных ископаемых положена экономическая оценка их, при этом учтено не только незамедлительное, но и отдаленное влияние потерь на экономику. Поэтому такой метод расчета оптимальных потерь позволяет решить эту проблему в отраслевом масштабе.

2. Кривые изменения себестоимости металла и стоимости потерь зависят от ряда факторов, определяющих уровень потерь при добыче и обогащении. Это делает их построение индивидуальным для каждого варианта разработки. Но при аналогии условий эксплуатации горного предприятия величины c' и z будут зависеть от качества полезного ископаемого. Так, с ростом содержания полезных компонентов увеличивается ценность 1 т запасов полезного ископаемого и снижаются затраты на получение 1 т металла. С учетом этого кривая $z=f(n)$ поднимется над осью абсцисс на величину прироста ценности теряемой руды, а кривая $c'=k(n)$ приблизится к оси абсцисс на величину уменьшения себестоимости 1 т металла. Соответственно и оптимум кривой c_0 сдвинется влево. Предложенный метод расчета оптимальных потерь отвечает принципу - чем богаче руды, тем ниже должны быть их потери.

3. Изложенный метод позволяет определить не только рациональную величину потерь, но и ограничить область экономически допустимых колебаний этого предела.

4. Сопоставление отрицательного и положительного влияния потерь на экономику отрасли позволяет наиболее точно учесть эффективность мероприятий по сокращению потерь, а при сравнении вариантов разработки наглядно иллюстрирует экономические преимущества выбранного варианта.