

**Чмыхалова Светлана Валерьевна**

канд. техн. наук, доцент, профессор

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

технологический университет «МИСиС»

г. Москва

## **МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО ОЦЕНКА**

***Аннотация:** как отмечает автор данной статьи, материальный баланс горнодобывающего предприятия дает количественные показатели преобразования горной массы в готовый продукт.*

***Ключевые слова:** горная масса, коэффициенты вскрышных пород, коэффициенты вмещающих пород, долевые коэффициенты, удельные коэффициенты, отходы горного предприятия.*

Основная задача горнодобывающих предприятий – добыча полезных ископаемых, необходимых нужд различных отраслей промышленности. Создавая из вещества природы разнообразные предметы потребления, человек удовлетворяет жизненно важных потребностей людей: биологические, социальные, трудовые. Горные предприятия непосредственно являются частью природной среды. Все процессы преобразования исходного сырья в готовый продукт также непосредственно связаны с окружающей природной средой. Предметом обработки (воздействия) горнодобывающего предприятия является горная масса.

В соответствии с определением горная масса – одна или совокупность нескольких разрушенных горных пород, получаемых в результате разработки месторождения [1].

Качество продукции горнорудного производства зависит от качества и свойств разрабатываемой горной массы, среди которых наиболее значимыми являются [2]:

- качественные – содержание полезных и вредных компонентов;
- минеральный состав;

- степень стабильности вещественного и минерального состава;
- механические, плотностные и др.;
- степень засоренности рудной массы, её влажность;
- горно-технологические свойства, определяющие показатели технологического процесса разработки горной массы [4].

Горные породы представляют собой комплексные природные образования. Они имеют сложный состав и сложное строение, обладают многими свойствами, проявляющимися при воздействиях на них различных внешних факторов [5; 6].

Будем считать, что разработку месторождения и преобразование горной массы в продукцию, осуществляет горнодобывающий комбинат. При выполнении производственного процесса комбинат решает четыре основные задачи [2]:

- 1) удаляет из залежи вскрышные породы, закрывающие доступ к полезному ископаемому – руде, содержащей ценный компонент, – железо;
- 2) осуществляет добычу полезного ископаемого;
- 3) освобождает руду от вмещающих пород;
- 4) очищает ценный компонент от вредных примесей, обогащает его и превращает в готовый продукт.

Первая и вторая задачи возложены на добычный комплекс комбината, а третья и четвертая – на обогатительный комплекс.

Одним из таких показателей является коэффициент вскрышных пород «вскрыши». Под коэффициентом вскрыши  $K_{вск}$  понимают количество вскрышных пород в тоннах или кубометрах, исчисляемое на единицу полезного ископаемого в тоннах или кубометрах. Коэффициент вскрыши называется весовым, если количества вскрышных пород и полезного ископаемого измеряются в тоннах [4].

По нашему мнению, именно весовой коэффициент вскрышных пород обладает наибольшей определенностью для определения полезной работы комбината.

Формулы для расчета весового коэффициента  $K_{вск}$  вскрышных пород имеет вид [3; 5; 6]:

$$K_{\text{вск}} = M_{\text{вск}}/M_{\text{иск}}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{вск}}$  и  $M_{\text{иск}}$  – количества (масса) вскрышных пород и полезного ископаемого, извлекаемых из залежи.

По аналогии с коэффициентом вскрышных пород введем новый показатель – коэффициент вмещающих пород. Под коэффициентом вмещающих пород  $K_{\text{им}}$  будем понимать отношение количества вмещающих пород в тоннах или в кубометрах к количеству полезного ископаемого в тоннах или кубометрах. Коэффициент вмещающих пород, исчисляемый в тоннах таких пород на тонну полезного ископаемого будем именовать весовым.

Весовой коэффициент  $K_{\text{им}}$  вмещающих пород рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{вм}}/M_{\text{иск}}, \quad (2)$$

где  $M_{\text{вм}}$  и  $M_{\text{иск}}$  – количества (масса) вмещающих пород и полезного ископаемого, извлекаемых из залежи.

Содержание новых компонентов в исходной горной массе и в исходном полезном ископаемом может быть выражено в долях или процентах.

Основываясь на структурной модели комплекса горных пород, образующих горную массу месторождения рудного полезного ископаемого, материальный баланс горной массы можно представить в виде

$$M_{\text{г.м.}} = M_{\text{иск.}} + M_{\text{вск.}} \quad (3)$$

и

$$M_{\text{иск.}} = M_{\text{конц.}} + M_{\text{вм.}}; \quad (4)$$

где  $M_{\text{г.м.}}$  – горная масса, подвергающаяся обработке;  $M_{\text{иск.}}$  – масса полезного ископаемого;  $M_{\text{вск.}}$  – масса вскрышных пород;  $M_{\text{вм.}}$  – масса вмещающих пород;  $M_{\text{конц.}}$  – масса концентрата полезного компонента.

Разделив правые и левые части уравнений (3) и (4) на  $M_{\text{г.м.}}$  и  $M_{\text{иск.}}$ , получим выражения для долевых (удельных) коэффициентов, характеризующих состав рассматриваемых горных пород:

$$\mu_{\text{иск.}} = M_{\text{иск.}} / M_{\text{г.м.}} = M_{\text{иск.}} / (M_{\text{иск.}} + M_{\text{вск.}}) = 1 / (1 + 1/K_{\text{вск}}); \quad (5)$$

$$\mu_{\text{вск.}} = M_{\text{вск.}} / M_{\text{г.м.}} = M_{\text{вск.}} / (M_{\text{иск.}} + M_{\text{вск.}}) = 1 / (K_{\text{вск}} + 1); \quad (6)$$

$$\mu_{\text{конц.}} = M_{\text{конц.}} / M_{\text{иск.}} = 1 - K_{\text{вм}}; \quad (7)$$

$$\mu_{\text{вм.}} = M_{\text{вм.}} / M_{\text{иск.}} = K_{\text{вм.}}; \quad (8)$$

Очевидно, что

$$\mu_{\text{иск.}} + \mu_{\text{вск.}} = 1 \text{ и}$$

$$\mu_{\text{конц}} + \mu_{\text{вм.}} = \mu_{\text{иск.}}$$

Оценочные расчеты для АО АПАТИТ проведены в [3]. Они показывают при  $\alpha = 9\%$ ,  $\beta = 39\%$  и  $\theta = 1,5\%$  имеем:  $\gamma_{\text{к}} = 0,25$ , соответственно  $\gamma_{\text{хв}} = 0,75$ .

Таким образом мы имеем  $\mu_{\text{конц}} = 0,25$  и  $\mu_{\text{вм.}} = 0,75$ .

Этот расчет показывает, что масса концентрата составляет только 25% от массы руды, поступающей на обогатительную фабрику, остальные 75% руды составляют хвосты обогащения при заданных значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\theta$ . При других значениях коэффициенты  $\mu_{\text{конц}}$  и  $\mu_{\text{вм.}}$  будут иметь другие значения. С повышением  $\alpha$  и его стабилизацией  $\mu_{\text{конц}}$  будет увеличиваться, а  $\mu_{\text{вм.}}$  уменьшаться, что означает снижение отходов горнодобывающего предприятия.

Из этого исследования видно, что добыча полезных ископаемых по своим природным условиям предполагает образование огромного количества отходов, которые могут значительно превосходить извлекаемый полезный компонент. Поэтому обращение с отходами на горном производстве – неотъемлемая часть технологического процесса горного производства.

Составление балансов материи в производственных объектах позволяет не только определить, насколько полезно используются вещество в технологическом процессе, но и выявить влияние производственного объекта на окружающую природу, на природные ресурсы и природную среду. В условиях АО АПАТИТ от 60 до 75% составляют хвосты обогащения, и от 40 до 25% приходится на концентрат.

В настоящее время оба этих вида отходов (отвалы вскрышных пород и хвосты обогащения) используют незначительно, но именно они являются основными отходами горного производства. Среди ряда мероприятий по снижению отходов горного производства управление качеством минерального сырья является одним из наиболее приоритетных.

Полученные при этом данные могут послужить основой для разработки природоохранных мероприятий, направленных на сбережение природных ресурсов и защиту природной среды от техногенных загрязнений.

### *Список литературы*

1. ГОСТ Р 50544–93. Породы горные. Термины и определения.
2. Ломоносов Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений. – 2-е изд. – М.: Горная книга, 2013. – 517 с.
3. Озмидов И.О. Ресурсно-экологические показатели горного производства и методы их определения.
4. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ: Учебник. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 631 с.
5. Чмыхалова С.В. Воздействие горнодобывающего предприятия на окружающую среду. Известия вузов. Горный журнал. – 2012. – №5. – С. 80–84.
6. Чмыхалова С.В. Ресурсно-экологическая оценка взрываемости горных пород. Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2006. – №6. – С. 51–59.