

УДК 622.271.3

**С.И.ФОМИН, д-р техн. наук, профессор, fominsi@mail.ru**

**П.Б.КАВА, магистр техники и технологии, аспирант, Kava2011@yandex.ru**

**М.А.МАРИНИН, аспирант, mihmarinin@yandex.ru**

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург*

**S.I.FOMIN, Dr. in eng. sc., professor, fominsi@mail.ru**

**P.B.KAVA, master of technique and technology, post-graduate student, Kava2011@yandex.ru**

**M.A.MARININ, post-graduate student, mihmarinin@yandex.ru**

*National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg*

## **АНАЛИЗ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАРЬЕРА И ФОРМИРОВАНИЕ ВЫЕМОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НОРМАТИВНЫХ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ РУДЫ**

Параметры выемочной единицы определяют технологию ведения открытых горных работ. Границы выемочных единиц являются наиболее сложными участками карьерного поля. Именно на этих границах обычно находятся контактные зоны руды с породой или руд различных типов и сортов. В контактных зонах требуется особенно тщательно следить за количественными и качественными эксплуатационными потерями полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** экономический ущерб, нормирование, потери, примешивание, разубоживание, карьер, месторождение, производительность, руда.

## **OPEN CAST GEOLOGICAL CONDITIONS ANALYSIS AND THE MINING UNITS FORMATION IN ORE LOSSES AND DILUTION DETERMINING**

The opencast geological conditions analysis and the mining units formation in ore losses and dilution determining is given in dynamic type.

The optimum height of immixed rocks triangle on minimum economic damage from losses and dilution criterion is determined. Minimum damage of an enterprise from losses and dilution of one ton of ore that provides minimum producing cost of ore mining is accepted as a criterion of optimum correlation of technological standards of rate of contact areas and standards of losses and dilution of ore.

**Key words:** economic damage, standardization, losses, immixing, dilution, opencast mine, ore, output, deposit.

Проектирование карьера включает в себя обоснование качественных и количественных потерь полезных ископаемых. Современные компьютерные технологии позволяют за короткий период времени создать проектную документацию при наличии результатов анализа горно-геологических условий месторождения и предварительно

определенной в технико-экономическом обосновании (ТЭО) возможной производительности карьера по полезному ископаемому и вскрышным породам. Горно-информационные системы, каркасные и блочные модели месторождения позволяют принимать обоснованные оперативные решения в процессе проектирования карьера.

**Показатели, характеризующие горно-геологические условия рудных тел**

№ п/п	Параметр	Значение			
1	Система разработки	С углубкой	Без углубки	Нагорная	Другое
2	Форма рудных тел	Пласт	Штокверк	Трубка	Линза
3	Крепость пород	Мягкие	Полускальные	Скальные	Другое
4	Трещиноватость массива	Целый	Слаботрещиноватый	Сильнотрещиноватый	Другое
5	Обводненность массива	Сухой	Слабообводненный	Сильнообводненный	Другое
6	Высота добычного уступа, м	5	7,5	8	5
7	Угол падения рудных тел (тип залегания рудных тел)	Горизонтальные	Пологопадающие	Наклонные	Крутопадающие
8	Полезный компонент в руде	Цинк	Свинец	Медь	Олово
9	Содержание полезных компонентов в полезном ископаемом, %	2	3	5	2
10	Производительность карьера, млн т/год	1	2	4	7

Параметры выемочной единицы определяют технологию ведения открытых горных работ. Границы выемочных единиц являются наиболее сложными участками карьерного поля. Именно на этих границах обычно находятся контактные зоны руды с породой или руд различных типов и сортов. В контактных зонах требуется особенно тщательно следить за количественными и качественными эксплуатационными потерями полезных ископаемых.

Проведение горно-геологического анализа основывается на 10 исходных данных: система разработки, форма рудных тел, крепость горных пород и т.д. (см. таблицу).

1. Система разработки месторождения: от вида системы разработки зависит обоснование места расположения выемочных единиц, их форма и порядок отработки. При системе разработки с углубкой карьера планирование горных работ осуществляется для нескольких горизонтов. Одновременная работа на нескольких горизонтах подразумевает определение последовательности извлечения горной массы участком и организацию транспортных потоков с постоянной их корректировкой. При системе разработки без углубки карьера планирование производства также осуществляется на нескольких горизонтах одновременно, но сложности в организации движения транспорта обычно не возникает.

2. Форма рудных тел: для рудных тел любой формы существуют одни и те же

места образования эксплуатационных потерь и засорения полезных ископаемых – на контактах пород с рудным телом. Контактные зоны являются основными для подсчета эксплуатационных потерь и засорения. Зная форму рудных тел и размеры контактных зон в пределах каждого добычного горизонта, можно проводить разбивку карьерного поля на выемочные единицы, учитывая при этом технические возможности горнотранспортного оборудования.

3. Крепость горных пород: данный параметр является важным с точки зрения нормирования потерь и разубоживания руды и определяет способ рыхления горной массы – механический (преимущественно) или взрывной. При механическом рыхлении горных пород геологическая структура горного массива сохраняется полностью и погрешности определения нормативных значений потерь, засорения, а следовательно, и разубоживания практически не изменяются. При взрывном рыхлении горного массива требуется учет большего числа факторов и проведение анализа формы взорванного массива, влияющих на значения нормативных потерь, засорения и разубоживания руды.

4. Трещиноватость массива: как и крепость пород, влияет на выбор способа рыхления горного массива. Требуется определить не только способ рыхления, но и вид технологического оборудования, которым необходимо осуществлять рыхление.

5. Обводненность массива: влияет на производительность добычного оборудования карьера и требует специальной организации работ в забое. При сильном обводнении в карьере большое количество времени затрачивается на осушение добычных участков, что зачастую приводит к простоям технологического оборудования и недополучению прибыли.

6. Высота добычного уступа: исследования показали, что чем меньше высота добычного уступа, тем меньше значения потерь и засорения руды\*.

7. Углы падения рудных тел (тип залегания рудных тел): от данного параметра зависит не только выбор способа и типа оборудования для выемки горной массы, но и определение методики расчета нормативных значений потерь, засорения и разубоживания руды.

8. Вид полезного ископаемого: определяет извлекаемую ценность и участвует в выборе критерия нормирования потерь, засорения и разубоживания.

9. Содержание полезного компонента в руде: данный параметр имеет непосредственное влияние на технологию добычи руды и ее обогащение. При высоком содержании полезных компонентов требуется меньшее количество стадий обогащения, чем при низком содержании.

10. Планируемая производительность карьера по полезному ископаемому: имеет прямую зависимость с геометрическими размерами добычных блоков и выемочных единиц, их количеством.

Анализ горно-геологических условий месторождения по перечисленным выше данным позволяет получить наиболее полное представление о возможном развитии горных работ в карьере, что существенно упрощает процесс контроля качества поставляемой на обогатительную фабрику продукции (см. таблицу).

\* Фомин С.И. Условия рациональной работы карьерных экскаваторов / С.И.Фомин Т.В.Донченко, В.В.Иванов // Цемент и его применение. 2007. № 6. С.23-25.

Fomin S.I., Donchenko T.V., Ivanov V.V. Rational conditions for opencast shovels // Cement and its application. 2007. N 6. P.23-25.

Данные, представленные в таблице, позволяют принимать обоснованные решения по выбору схем отработки контактных зон, определению выемочных единиц и обоснованию методики определения оптимальных потерь полезных ископаемых, при проектировании открытой разработки сложноструктурных рудных месторождений.

На основе анализа информации по потерям руды при открытой разработке сложноструктурных рудных месторождений установлено, что контактная зона может иметь сложную форму поверхности контакта «руда – порода», а может и не иметь выделяемой поверхности контакта. В данном случае возможно выделение объема горной массы, характеризующего переходную зону от балансовой руды к забалансовой. В зависимости от угла падения залежи на месторождении и высоты добычного уступа контактная зона может иметь различную ширину. При открытой разработке рудных месторождений, содержащих драгоценные металлы, часть контактной зоны, содержащую вскрышные породы, называют прирезкой. Данная прирезка тем больше по размеру, чем больше в ней содержание полезных компонентов. Размер контактной зоны в плане и в попечном сечении зависит от ряда параметров и показателей: ценности полезных ископаемых (месторождение золота, месторождение меди); содержаний полезных компонентов в контактной зоне; угла падения рудного тела в контактной зоне; высоты рабочего уступа; визуальной различимости руды и породы.

Схемы отработки контактной зоны можно рассматривать для двух случаев: руда и порода визуально различимы; руда и порода визуально неразличимы.

При условии визуальной различимости руды и породы главным усложняющим фактором является определение оптимального количества примешиваемой породы, так как невозможно вести добычу руды четко в соответствии с плоскостью контактной зоны. При визуальной неразличимости контакта руды и породы необходимо соблюдать следующие условия:

• вести детальную геологическую разведку с постоянным обновлением информации в пределах выделенной контактной зоны;

• при необходимости рассматривать изменения и вносить поправки для обозначения контуров контактной зоны на рабочих планах развития горных работ.

• обязательно вывозить рудную массу на буферные, усреднительные и буферно-усреднительные склады для детального контроля ее качества, за исключением случая наличия на добычной технике устройства для экспресс-анализа содержания полезных компонентов в горной массе непосредственно в забое.

Схемы отработки контактной зоны выбираются в зависимости от следующих условий:

- криволинейности линии контактной зоны в плане;
- степени визуальной различимости руды и породы в контактной зоне;
- степени криволинейности плоскости контакта «руда – порода» в вертикальных сечениях;
- параметров рудных тел – простирание, ширина, угол падения;
- значения крепости руды и породы в контактной зоне.

Чем менее криволинейна линия контактной зоны в плане и чем больше ее протяженность, тем целесообразнее селективная отработка контактной зоны.

Выбор продольной или поперечной схем отработки контактных зон осуществляется на основе требований к качеству добываемого сырья. Продольную отработку следует выбирать при условии большой протяженности контактной зоны без изменения направления. Поперечную схему отработки следует принимать при наличии сильно криволинейной и изменчивой по направлению линии контактной зоны в плане.

В случае отработки крутопадающего рудного тела целесообразно вести продольную отработку контактной зоны. Забой в этом случае можно условно разделить на правую и левую части, соответствующие руде (породе) и породе (руде).

При отработке наклонного рудного тела ширина контактной зоны варьирует в пределах одного добычного уступа. В данном случае целесообразно вести отработку поперечными заходками и забой можно условно разделить на верхнюю и нижнюю части соответственно с рудой и породой.

Для открытой разработки месторождений высокоценных полезных ископаемых необходимо рассматривать варианты технологических схем с использованием специализированной горной техники, предназначеннной для отработки контактных зон, например, гидравлические экскаваторы со сменным добычным оборудованием, таким как гидромолот, шаровка, ковш особой геометрической формы и т.п.