

вод всех поверхностных вод за пределы 300-метровой зоны от верхней бровки откоса;

- для предотвращения суффозии песков в верхних уступах устраивать их пригрузку слоем из щебня или известняка, а по кровле глин у нижней бровки уступа осуществлять прибортовой дренаж.

Целями противооползневых мероприятий на отвалах должны быть:

- предотвращение переувлажнения отвальных пород;
- увеличение сцепления пород отвала с основанием;
- повышение несущей способности основания отвалов;
- согласование режима отвалообразования со скоростью консолидации отвальных пород.

Основным источником переувлажнения отвальных пород являются капиллярные воды. Для предотвращения капиллярного переувлажнения пород предусматривается в основании внутренних отвалов устройство крупнопористого дренирующего слоя из разрыхленных гипсангидридов. Разрыхленная "подушка" дополняется дренажными канавами, закрытыми пористым материалом, которые отводят подземные воды из "подушки" в зумфиы карьерного водоотлива. В этих условиях выдвигающиеся ранее требования укладки в нижний ярус внутренних отвалов преимущественно скальных пород не повышает существенно устойчивость отвалов. Это требование редко соблюдалось на серных карьерах при внутреннем отвалообразовании.

Подготовка основания внешних отвалов заключается в снятии растительного слоя и полной выемке торфяников.

Для дренажа грунтовых вод устраиваются дренажные каналы, которые заполняются скальными породами. От поступления воды со стороны выемки отвалы предохраняются нагорными канавами.

УДК 622.271.01

#### АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ КОНДИЦИОННЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ

Л.Л. Корольчук, А.Б. Бабак, Ю.П. Ашаев, Г.Н. Андреева

Важность и актуальность автоматизации выделения кондиционных пересечений по данным опробования обусловлены рядом особенностей этой задачи.

Во-первых, задаче в целом свойственна значительная трудоемкость вычислительных операций.

Во-вторых, необходимость учета специфических геологических особенностей месторождения (наличие карстовых пустот, разделение на несколько рудных пластов и т.д.) требует привлечения к расчетам высококвалифицированных специалистов.

В-третьих, на стадии обоснования кондиций на минеральное сырье по месторождению возникает необходимость многократного многовариантного выделения пересечений. Многовариантные расчеты могут быть в полном объеме выполнены только с применением ЭВМ на основе разработанных методов автоматизированного выделения кондиционных пересечений.

В-четвертых, в условиях отработки месторождения при планировании горных работ риск принятия необоснованного решения снижается с повышением достоверности исходной геологической информации, базирующейся на данных эксплуатационной разведки. Но оперативность поступления этих данных сдерживается значительными объемами работ, связанных с выделением кондиционных пересечений и последующей корректировкой на их основе контуров рудных тел и качественных характеристик полезного ископаемого. Важным средством сокращения длительности обработки данных эксплуатационной разведки также является автоматизация выделения кондиционных пересечений.

Требования к выделению пересечений определяются прежде всего кондициями на минеральное сырье. Показатели кондиций существенно влияют друг на друга. Изменение любого показателя приводит к изменению как балансовых запасов и качественных характеристик полезного ископаемого, так и возможных способов и масштабов добычи [ I ].

Так как показатели кондиций обычно задаются верхним или нижним пределом либо интервалом допустимых значений, представляется возможность обеспечить выполнение кондиций по блоку и достижение заданной горно-геологической цели путем варьирования значений кондиций в допустимом диапазоне при выделении кондиционных пересечений по выработке. Для выделения этих пересечений разработаны ряд методик и программ, апробированных в различных горно-геологических условиях [ I-4 ].

Отличие предлагаемой методики автоматизированного выделения кондиционных пересечений состоит в том, что в ней взаимосвязаны требования кондиций по выработке и по блоку.

Задача выделения кондиционных пересечений математически может быть выражена в следующем виде

$$f(m_i \alpha_i) \rightarrow \text{opt} , \quad (1)$$

$$m_i^p \geq m^p , \quad (2)$$

$$\alpha_i^1 \geq \alpha_{\text{п}}^1 \quad (3)$$

$$\alpha_i^q < \alpha_{\text{в}}^q , \quad (4)$$

$$\alpha^1 > \alpha_{\text{п.с}}^1 , \quad (5)$$

$$\alpha^q < \alpha_{\text{пор}}^q , \quad (6)$$

$$m_i^{\text{п}} > m^{\text{п}} , \quad (7)$$

- где  $m_i^p$  - мощность  $i$ -го рудного пересечения по выработке;  
 $m^p$  - минимальная кондиционная мощность рудных пересечений, включаемых в подсчет запасов;  
 $\alpha_i^1$  - содержание 1-го полезного компонента по  $i$ -му пересечению в выработке;  
 $\alpha_{\text{п}}^1$  - бортовое содержание 1-го полезного компонента;  
 $\alpha_i^q$  - содержание  $q$ -х вредных примесей по  $i$ -му пересечению в выработке;  
 $\alpha_{\text{в}}^q$  - максимально допустимое содержание  $q$ -х вредных примесей в пробе;  
 $\alpha^q$  - содержание  $q$ -х вредных примесей в подсчетном блоке;  
 $\alpha_{\text{пор}}^q$  - максимально допустимое содержание  $q$ -х вредных примесей в подсчетном блоке;  
 $\alpha_{\text{п.с}}^1$  - минимальное промышленное содержание 1-го полезного компонента в подсчетном блоке;  
 $\alpha^1$  - содержание 1-го полезного компонента в подсчетном блоке;

$m_1^{\text{II}}$  - мощность выделенных породных прослоек по выработке;  
 $m^{\text{II}}$  - допустимая кондиционная мощность породных прослоек.

В качестве горно-геологического критерия выделения предлагается использовать критерий, предложенный в работе [1]: он заключается в выделении пересечений с максимальной мощностью балансовых руд, чем обеспечивает максимальные объемы балансовых запасов в подсчетном блоке.

Для условий серных месторождений Предкарпатья задача выделения кондиционных пересечений (I)-(7) имеет ряд дополнений, позволяющих учесть форму представления исходных данных по выработке и геологические особенности месторождения, заключающиеся в наличии карстовых пустот в границах рудного тела. Исходные данные по выработке представлены информацией о прослойках различных типов покрывающих пород (четвертичные отложения, глины, песчаники, неосерненные известняки) и результатами химического анализа по совокуности проб. Среди этих проб, согласно условиям (I)-(7), выделяются кондиционные рудные пересечения - осерненные известняки.

В случае, когда остаются приконтактные пробы некондиционной мощности, они присоединяются к соответствующим граничным породным прослойкам.

Если при выделении кондиционных пересечений встречаются карстовые пустоты, то формулы расчета мощности пересечения и процентного содержания компонентов в нем имеют вид:

$$m = \sum_{i=1}^{l-1} m_i + m_l + \sum_{j=l+1}^N m_j, \quad (8)$$

где  $N$  - общее количество проб, включаемых в рудное пересечение;

$m_l$  - мощность карстовой пробы;

$m$  - мощность рудного пересечения;

$m_i, m_j$  - мощность пробы, включаемой в рудное пересечение.

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{l-1} \alpha_i m_i + \sum_{j=l+1}^N \alpha_j m_j}{\sum_{i=1}^{l-1} m_i + \sum_{j=l+1}^N m_j}, \quad (9)$$



где  $\alpha_i, \alpha_j$  — содержание компонента в соответствующих пробах, включаемых в рудное пересечение.

Сравнительные данные выделения кондиционных пересечений по работкам при традиционном способе и с применением ЭВМ (табл. I) позволяют сделать вывод о высокой точности автоматизированного выделения. Из 15 рассмотренных скважин в 12 результаты автоматизированного и традиционного выделения полностью совпадают. В трех скважинах автоматизированное выделение позволило уточнить мощность рудного пересечения и среднее содержание серы на 2...4 %.

Т а б л и ц а I. Сравнительные данные выделения кондиционных пересечений традиционным способом и с помощью ЭВМ

Номер скважины	Данные ЭВМ		Традиционный способ		Относительная погрешность, %	
	Мощность осерненных известняков, м	Содержание серы, %	Мощность осерненных известняков, м	Содержание серы, %	Мощность	Содержание
1034	12,3	28,5	12,3	28,5	0	0
1041	12,7	31,4	13,2	31,5	3,8	0,3
1035	18,8	29,7	18,8	29,7	0	0
1036	14,3	31,4	14,3	31,4	0	0
1039	7,7	30,6	7,7	30,6	0	0
1029	18,4	30,1	18,4	30,1	0	0
1028	11,2	27,7	11,2	27,7	0	0
1033	16,1	30,2	15,6	30,9	3,2	2,1
1037	8,1	33,2	8,1	33,2	0	0
1038	8,1	30,6	8,1	30,6	0	0
1046	15,0	30,5	15,0	30,5	0	0
1047	7,7	34,3	7,7	34,3	0	0
1048	5,8	27,7	5,7	27,9	1,7	0,5
1040	14,3	30,3	14,3	30,3	0	0
1044	3,8	33,7	3,8	33,7	0	0

Анализ сравнительных данных о трудозатратах при ручном и автоматизированном выделении кондиционных пересечений с последующим

шим подсчетом запасов (табл. 2) позволяет сделать вывод, что даже для одного варианта выделения кондиционных пересечений трудозатраты при ручной технологии (пп. I, 2, 3) выше, чем при автоматизированном выделении (пп. I2, I3, I4), в 5...10 раз. Для каждого из последующих анализируемых вариантов кондиций эти соотношения возрастают на порядок, так как пп. I2, I3 в этих случаях исключаются. Если рассмотреть соотношение трудозатрат на выделение кондиционных пересечений с последующим подсчетом запасов, то при автоматизированном способе они в 15...20 раз меньше, чем при ручном. Для каждого последующего варианта эти соотношения увеличиваются в 5...10 раз.

Таким образом, разработанная методика автоматизированного выделения кондиционных пересечений по данным опробования позволяет снизить трудоемкость обработки исходной геологической информации в 5...10 раз, характеризуется высокой точностью и оперативностью, а следовательно, снижает уровень риска принятия необоснованных решений при проектировании и планировании развития горных работ в карьере.

Разработанная методика реализована в виде комплекса программ на языках программирования ФОРТРАН-IV и ПЛ-I ЕС ЭВМ и функционально входит в состав подсистемы "Геолого-маркшейдерского обеспечения автоматизированного проектирования и планирования открытой разработки серных месторождений".

Комплекс программ позволяет решать следующие задачи:

1) ввод и формирование данных о значениях показателей кондиций;

2) ввод, контроль данных опробования и формирование унифицированных записей по геологическим выработкам с результатами выделения кондиционных пересечений;

3) формирование каталога обработанных и записанных выработок;

4) добавление и удаление унифицированных записей с результатами выделения пересечений и одновременной корректировкой каталога;

5) автоматизированное выделение кондиционных пересечений по выработке;

6) выделение кондиционных пересечений согласно заданным (геологом) интервалам объединения проб в пропластки;

7) выдача на АЦПУ строго определенных форм с результатами выделения кондиционных пересечений.

Т а б л и ц а 2. Сравнительные данные о трудозатратах при традиционном способе обработки геологической информации и с помощью ЭВМ

Наименование работ	Временной норматив в расчете на I выработку		
	Ручной метод (чел.-ч)	Автоматизированный способ	
		Лаборант (чел.-ч)	Время ЭВМ (ч)
I	2	3	4
1. Подготовка форм с расчетом метропроцентов по каждой пробе	2		
2. Выделение пересечений по кондициям ГКЗ с расчетом мощностей и средних содержаний компонентов по выработке	2		
3. Печать таблицы результатов выделения кондиционных пересечений по выработке	0,3		
4. Расчет средних мощностей и средних содержаний по типам руд в подсчетном блоке	2		
5. Печать таблицы	0,3		
6. Расчет истинных площадей блоков по типам руд	2		
7. Расчет коэффициентов пересчета истинных площадей и мощностей	0,26		
8. Подсчет запасов руды в блоке и запасов полезного компонента	I		
9. Печать таблицы	0,3		
10. Расчет средневзвешенных содержаний компонентов и запасов по блокам и по месторождению	I		
11. Печать итоговой таблицы	0,3		
12. Заполнение бланков исходной информации		0,5	

	I	2	3	4
I3. Перфорация данных			0,25	
I4. Автоматизированный расчет всех параметров и печать таблиц				$30 \cdot 10^{-4}$
Всего . . .		II,4	0,75	$30 \cdot 10^{-4}$

Результаты автоматизированного выделения используются в дальнейшем в рамках подсистемы для автоматизированного подсчета балансовых, промышленных и эксплуатационных запасов, формирования и корректировки математической модели месторождения, учета и нормирования потерь и разубоживания серной руды.

Первая очередь подсистемы "Геолого-маркшейдерского обеспечения автоматизированного проектирования и планирования открытой разработки серных месторождений" внедрена и успешно эксплуатируется во ВНИПСЕРЕ.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ашаев Ю.П. Система автоматизированного выделения кондиционных пропластков, подсчета запасов руд и объемов пород на руднике Жанатас // Экспресс-информ. Серия 52.4I.0I.85, вып. 100. Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1983. С. 13.

2. Сергейко Ю.А., Ашаев П.Ф. Технология автоматизированного подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых методами разрезов и блоков на ЭВМ БЭСМ-4: Инструктивные указания. Серия VII (Подсчет запасов). Алма-Ата, 1973. Вып. 8.

3. Цеховой А.Ф., Авазбакиев Ф.Н., Песин А.И. О применении ЭВМ при решении задачи разбивки фосфоритного пласта на типы руды по кондициям // Разработка месторождений полезных ископаемых: Сб. науч. тр. Алма-Ата: КазПИИ, 1981. С. 16-20.

4. George H. Wlute Computerized Geological and Mining Ore Reserve Systems at Western Mining Kambolda Nicel Operations. 15-th APCOM Symposium, Brisbane. Australia, 1977. P. 263-274.