

**Компьютерные методы оптимизации параметров технологии
отработки участка шахтных полей**

Паливода Э.Н., Шпургалов Ю.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В данной работе представлена математико-компьютерная модель оптимизации параметров технологии отработки участков шахтных полей Старобинского месторождения на основе разработки алгоритма расчета технико-экономических показателей отработки технологических схем, выборе критерия оптимизации и соответствующих ограничений. Алгоритм численной реализации выбора оптимальных параметров технологии реализован с помощью таблиц EXCEL без разработки специальных программ ЭВМ.

Зачастую параметры (длина лавы, длина панели и др.) технологии отработки участка шахтных полей выбираются с учетом горно-геологических условий залегания полезного ископаемого (мощности полезного ископаемого, расстояния от ствола до краевых границ шахтного поля и др.). Проектируя календарный план отработки шахтного поля необходимо оптимизировать параметры технологических схем, с целью получения наибольшей прибыли, максимального коэффициента извлечения полезного ископаемого при минимальных оседаниях и деформации земной поверхности, а также минимальных затратах на проведение горных работ.

Для оптимизации параметров технологии отработки участка шахтных полей, воспользуемся методом математико-компьютерного моделирования, который заключается в разработке алгоритма вычисления технико-экономических показателей, зависящих от горно-геологических характеристик и выбранных параметров технологической схемы, а также выборе критерия оптимизации и соответствующих ограничений.

Результаты исследования

Согласно сформулированной выше задаче центральным местом её решения представляется разработка алгоритма расчета основных технико-экономических показателей отработки участка шахтного поля в зависимости от горно-геологических характеристик и выбранных параметров отработки технологической схемы.

Основные характеристики обработки участка шахтного поля, в том числе и критерий оптимизации, рассчитываются с использованием электронных таблиц EXCEL. В качестве основных исходных данных для расчетов используется следующее: параметры, характеризующие типовую технологическую схему; типы и количество очистных комплексов; горно-геологические характеристики обрабатываемого участка шахтного поля.

Расчет количества, качества руды из очистных и подготовительных выработок и по панели в целом, коэффициенты извлечения и разубоживания, время обработки панели и другие параметры, также рассчитываются с использованием электронных таблиц, форма которых представлена таблицей 1.

Для расчета содержания КСL и НО в подготовительных выработках, проведенных комплексами ПК-8МА и Урал-10КС используется электронные таблицы в виде таблицы 2.

Для определения качества горной массы (процентного содержания полезного компонента и нерастворимого остатка) при проходке выработок комплексами «ПК 8-МА» и «Урал-10КС» используется электронная таблица 2. Алгоритм ее использования следующий. На первом этапе в таблицу заносятся данные, характеризующие геологическую колонку, соответствующую выработке, для которой мы рассчитываем качество горной массы, в том числе и значение параметра m , характеризующего привязку выработки к слоям полезного ископаемого. Эти данные определяются с использованием математической модели геологического строения месторождения, являющейся доступной для пользователей (папка GEO на сервере локальной сети факультета). Затем программа рассчитывает значение параметра L и заполняет колонку (4) таблицы. Затем, следует по значениям параметра L и соответствующим таблицам для комплексов заполнить колонку 5 таблицы. Далее программа автоматически выдает площади всех слоев S_i и значение содержания полезного компонента и нерастворимого остатка при проведении выработки, соответственно, в колонки 8 и 9 таблицы. Следует обратить внимание на то, что при разработке данной электронной таблицы передоложен и реализован в рамках EXCEL прием, обеспечивающий диалог «пользователь – компьютер». Рассчитанные таким образом значения характеристик горной массы передаются в соответствующие ячейки колонок 8 и 9 таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные и алгоритм расчета технико-экономических показателей.

Наименование	Количество	Параметры				Объем м ³	Содержание		Горная масса, Q_p	
		Сечения, м ²		Длина, м			КС I, %	НО, %		
		Всего	Привязка к слою	Единицы	Общая	Всего				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Горно-подготовительные работы										
Конвейерный штрек лавы	1	8,03	0,19	6000	6000	48180	26,96	10,75	48180	
Транспортный штрек лавы	1	12,53			6000	75180	26,64	10,65	75180	
Разгрузочный штрек лавы	2	8,03	0,19	6000	6000	48180	26,96	10,75	48180	
Вентиляционный штрек лавы	1	8,03			6000	48180	26,96	10,75	48180	
Вспомогательная выработка	1	8,03			6000	48180	26,96	10,75	48180	
Панельный штрек лавы	1	8,03			6000	48180	26,96	10,75	48180	
Итого (с учетом технологических сбоек):						316080	26,91	10,73	316080	
Очистные работы										
Лава							34,72	30,33	2506400	
Всего по очистным работам:										
Технико-экономические показатели по всей панели										
Количество руды по панели						2822480				
Коэффициент извлечения						0,62				
Разубоживание						9,50 %				
Содержание КСI в горной массе						31,6118 %				
Содержание НО в горной массе						25,0665 %				
Удельный вес добычи, %										
Очистные работы				83	Подготовительные работы					17
Время на отработку панели T						30 мес				

Таблица 2 - Расчёт качества руды в выработках проведенных ПК-8 и Урал-10КС

КСИ	НО	Мощность	Значение аргумента		Площадь слоя S_i	Привязка, m	Содержание	
			L	S			КСИ, %	НО, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,19	14,15	1,01	0,82	1,56	1,56	0,19	26,96	10,75
39,51	12,28	0,91	1,73	4,22	2,66			
5,45	14,12	0,51	2,24	5,75	1,53			
43,02	4,38	0,76	3	8,03	2,28			

Аналогично рассчитываются характеристики всех подготовительных выработок (штреков), обозначенных в ячейках колонки 1 таблицы 2. Рассчитанные характеристики заносятся в ячейки колонок 6 – 10. Затем, автоматически в таблице 2 рассчитываются технико-экономические показатели подготовительных работ, очистных работ и по панели, в целом, и заносятся в соответствующие ячейки таблицы.

По значениям параметров, рассчитанным в таблицах, могут быть рассчитаны выбранные нами критерии и ограничения.

В данной работе в качестве критерия выбрана часть затрат (для упрощения выкладок) на добычу руды.

Целевую функцию в этом случае можно записать в виде.

$$Z = \frac{K_1 \cdot Z_{ПВ} + K_2 \cdot Z_{АО} + K_3 \cdot Z_{ЗП} + K_4 \cdot Z_9 + K_5 \cdot Z_{МД} \dots + \dots}{Q_p} \rightarrow \min \quad (1)$$

$Z_{ПВ}$ – затраты на проведение и поддержание подготовительных выработок, в том числе и выработок призабойного пространства;

$Z_{АО}$ – затраты на амортизационные отчисления и ремонт оборудования; $Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату; Z_9 – затраты на электроэнергию; Z_p – затраты на расходные материалы; $Z_{МД}$ – затраты на монтаж – демонтаж оборудования лавы; $K_1 - K_6$ – весовые коэффициенты, значение которых в этом случае принято равным 1.

Все затраты рассчитываются на период времени, в течении которого будет обрабатываться проектируемый участок шахтного поля.

$Z_{AO}, Z_{3П}, Z_{Э}, Z_P$ (затраты на расходные (вспомогательные) материалы в месяц), также рассчитываются с использованием таблиц EXCEL.

В качестве ограничений выбраны следующие:

$$Q_P \geq A, (2); \quad K_P \geq B, (3); \quad K_{II} \geq C (4)$$

где Q_P, K_P, K_{II} – соответственно количество руды, качество руды, коэффициент извлечения руды, которая будет добыта при отработке запроектированного участка;

A, B, C – постоянные числовые коэффициенты, характеризующие ограничения, значения которых определяются конкретными условиями.

Близкое к оптимальному решение экономико-математической модели, формализованной выражениями (1 –4) может быть найдено исходя из следующих соображений.

Для всех разработанных (допустимых) параметров технологии отработки участка шахтного поля определяются значения Z, Q_P, K_P, K_{II} . Затем из них выбираются те варианты, которые удовлетворяют условиям (2 –4). Из вариантов, удовлетворяющих условиям (2 – 4), выбирается тот вариант, для которого значение критерия Z (определяемое выражением 1) наименьшее.

Вывод. Предложен и численно реализован, без разработки специальных программ для ЭВМ, способ оптимизации параметров технологии отработки участков шахтных полей для условий Старобинского месторождения.

Литература

Шпургалов, Ю.А. Компьютерное моделирование принятия решений в производственных задачах: монография / Ю.А. Шпургалов. – Минск: БНТУ. - 2009 г. – 217с.