

*д.т.н. Окалелов В.Н.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Изложена методика обоснования очередности отработки угольных пластов в зависимости от сложности условий их залегания.

Ключевые слова: угольные пласты, сложность условий залегания.

Технико-экономические показатели работы угольных шахт в значительной мере зависят от степени благоприятности условий залегания угольных пластов [1-3]. Поскольку эти условия могут существенно изменяться по площади пластов, становится вполне очевидной необходимость выделения разнородных по сложности условий залегания их участков.

До настоящего времени данная задача решалась с учетом только количественных факторов путем оценки однородности их значений [4], а влияние качественных факторов либо не учитывалось вообще, либо с помощью методов экспертных оценок [5]. Кроме этого следует отметить, что при оценке месторождений, как правило, не моделировались ситуации возникающие при разной очередности отработки неоднородных участков угольных пластов.

С учетом изложенного была поставлена цель – разработать алгоритм оценки сложности условий залегания угольных пластов. При этом были сформулированы и решены следующие научно-технические задачи: обосновать общий методический подход к выявлению участков угольных пластов с разной степенью сложности их залегания, и разработать методику оценки влияния на технико-экономические показатели работы шахт разных вариантов очередности включения в отработку неоднородных по сложности участков угольных пластов.

Разработанный алгоритм решения поставленных задач представлен на рисунке 1.

На первом этапе его реализации предусматривается формирование исходного

массива геологических данных по каждой разведочной скважине. Перечень факторов, по которым фиксируется необходимая информация, задается разработанными распознающими системами для прогноза состояния углевмещающих пород, обводненности лав, показателей качества угля и технико-экономических показателей работы очистных забоев и шахт. Часть факторов определяется по предложенной авторами работы [6] методике прогноза относительной газоносности угольных пластов.

На втором этапе с помощью этих систем устанавливаются прогрессивные признаки качественных и количественных технологических факторов, применение которых в заданных условиях способствуют улучшению технико-экономических показателей работы лав и шахт, состояния пород и улучшению показателей качества добываемого угля. При установлении этих признаков следует обращать внимание на знаки и абсолютные величины прогностических коэффициентов. Сформированный подобным образом массив исходных данных упорядочивают в соответствии с расположением скважин в разведочных профилях и самих профилей в пределах шахтопласта с учетом рекомендаций [4].

На третьем этапе осуществляют прогноз показателей состояния пород, обводненности, относительной метанообильности лав и эксплуатационной зольности угля, используя для этих целей соответствующие распознающие системы и регрессионные модели. В процессе прогнозирования осуществляют проверку целесообразности учета ошибок исходных данных.

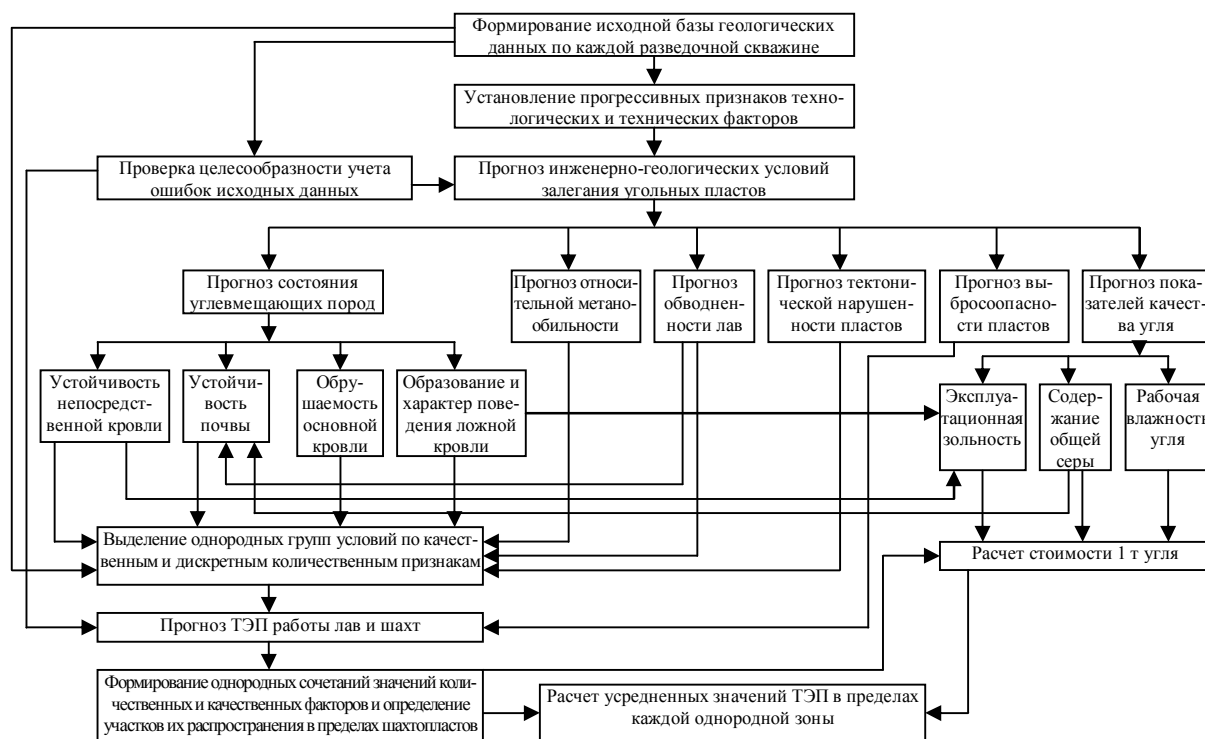


Рисунок 1 – Укрупненный алгоритм оценки степени сложности условий залегания угольных пластов

В тех случаях, когда она подтверждена, принимают к дальнейшему анализу показатели, спрогнозированные с учетом возможных ошибок. Прогноз тектонической нарушенности осуществляется по разработанной регрессионной модели путем расчета частоты встречи малоамплитудных дизъюнктивных нарушений на заданном расстоянии от линии простирания плоскости сместителя крупного разрыва. Содержание общей серы и рабочей влажности определяется по геологоразведочным данным с учетом установленных их отклонений от фактических данных.

На четвертом этапе по результатам прогнозов выделяют однородные группы условий по качественным и дискретным количественным признакам, после чего определяются прогнозные значения средне-суточной нагрузки на лаву, участковой и общешахтной себестоимости по данным каждой скважины, входящей в соответствующую группу условий.

Пятый этап предусматривает уточнение степени однородности условий с учетом

результатов прогноза ТЭП работы лав и шахты. В результате устанавливается возможность или невозможность объединения разнородных групп условий, выделенных на предыдущем этапе. После этого определяется вероятность встречи в процессе ведения горных работ различных по степени благоприятности участков угольных пластов в пределах шахтного поля, которая корректируется с учетом надежности разработанных распознающих систем. По результатам такой корректировки окончательно устанавливается вероятность благоприятных условий ведения горных работ.

На завершающем шестом этапе для каждого однородного участка рассчитываются обобщенные статистические характеристики ТЭП (средняя арифметическая и среднее квадратическое отклонение) и стоимость 1 т угля. Эти данные используются в дальнейшем для оценки перспективности месторождения в целом и выбора оптимальной очередности вовлечения в отработку различных по степени сложности участков.

Методика решения последней задачи нуждается в специальном пояснении.

Анализ предложенной макроэкономической модели оценки месторождений показывает [8], что по своей структуре она является аддитивной, т.е. обладает свойством, характерным для всех экономико-математических моделей, в соответствии с которым конечный результат моделирования не должен зависеть от различной последовательности отработки месторождения, поскольку он определяется путем суммирования прибыли за весь период освоения запасов.

Проверим данное предположение на условном примере. Допустим, необходимо выполнить оценку одиночного угольного пласта, для которого вероятность ведения горных работ в благоприятных условиях равна 0,6, а в неблагоприятных – 0,4. Цена 1 т угля для первого участка равна 300 грн./т, а для второго – 250 грн./т. Промышленные запасы по пласту составляют 50 млн. т. Годовая производственная мощность шахты равна 1,2 млн./т. Среднемесячная добыча угля с первого участка составляет 60000 т, а со второго – 40000 т. Участковая себестоимость при данных объемах добычи, рассчитанная по формуле (1) с учетом корректирующих коэффициентов, по состоянию на 2002 г. составит 6 и 8 грн./т соответственно.

$$C_{уч} = \frac{2786}{A_m^{0,65}} \cdot K_u \quad (1)$$

где A_m – среднемесячная добыча угля из очистного забоя, т/мес.;

K_u – коэффициент индексации.

Возможны три варианта очередности отработки пласта. Первый предусматривает первоочередную отработку благоприятного участка, а затем неблагоприятного. Второй – противоположный порядок их отработки и третий – одновременную отработку двух участков.

Среднегодовое количество лав для первого варианта составит 1,66, для второго 2,5 и для третьего 2.

Доля общешахтной себестоимости,

рассчитанная по формуле (2) с учетом корректирующих коэффициентов, будет равна для первого варианта 121 грн./т, для второго 146 грн./т и для третьего 129 грн./т. Общешахтная себестоимость при отработке только благоприятного участка составит – 127 грн./т, только неблагоприятного 154 грн./т и при совместной отработке двух участков 135 и 137 грн./т (благоприятный и неблагоприятный участка).

$$\Delta C_{ш} = \frac{68n_l - 4n_l^2 - 42e^{-0,05q}}{A_{ш.м}^{0,234}} + \frac{6F_i + 0,002 \sum l - 81}{A_{ш.м}^{0,234}}, \quad (2)$$

где n_l – количество действующих лав;

q – относительная метанообильность разрабатываемых пластов, м³/т;

$A_{ш.м}$ – месячная шахтная добыча угля, т/мес.;

F_i – параметр, учитывающий вид основного подземного транспорта (для электровозного и комбинированного F_i равно 20, для конвейерного $F_i = 17$);

$\sum l$ – общая протяженность горных выработок.

С учетом полученных данных первоначальная отработка только благоприятного участка позволит получить доход в размере 0,6·(300-127)·50=5190 млн. грн. При отработке только неблагоприятного участка 0,4·(250-154)·50=1920 млн. грн. Суммарный доход составит 7110 млн. грн. и он не изменяется с изменением очередности отработки участков пластов. Если же одновременно разрабатываются два участка, то суммарный доход составит [0,6·(300-135)+0,4·(250-137)]·50=7210 млн. грн. Он оказался несколько выше предыдущего результата. Различие объясняется, прежде всего, разным количеством лав, необходимых для обеспечения месячной добычи по шахте при разработке разных по степени благоприятности участков в рассмотренных вариантах. В то же время оно невелико и находится в пределах точности расчетов.

Низкая чувствительность общешахтной себестоимости к повышению участковой на сложных участках отмечена в работе [3]. Такая ситуация объясняется небольшим удельным весом добычи со сложных участков, а также большой долей затрат на функционирование общешахтных технологических звеньев.

Смоделируем ситуацию, когда добыча на сложных участках в несколько раз меньше чем на благоприятных и составляет, например, 5000 т/мес. В этом случае участковая себестоимость может достигнуть 34 грн./т. Такая низкая добыча может привести к увеличению количества лав для обеспечения месячной добычи 100000 т при совместной отработке благоприятных и неблагоприятных участков до 9, а только неблагоприятных – до 20-и. Последний вариант не реален. Поэтому более вероятно снижение среднемесячной добычи по шахте более чем в два раза. При таком сценарии развития горных работ доля общешахтной себестоимости при совместной

отработке двух участков составит не менее 203 грн./т, а для сложного участка не менее 260 грн./т.

Доход от отработки только благоприятного участка составляет, как и в предыдущем случае, 5190 млн. грн. При совместной отработке двух участков $[0,6 \cdot (300 - 209) + 0,4 \cdot (250 - 237)] \cdot 50 = 2990$ млн. грн., а при отработке только неблагоприятного участка будет получен ущерб в размере $0,4 \cdot (250 - 294) \cdot 50 = -880$ млн. грн. Отсюда следует, что при последовательной отработке двух участков суммарный доход составит 4310 млн. грн. и он уже будет больше дохода от совместной отработки этих участков.

Полученные результаты показывают, что, моделируя очередность отработки разных по степени сложности участков, можно найти ее оптимальный вариант в зависимости от соотношения участковой себестоимости, ее общешахтной доли, нагрузки на шахту и лавы, их количества и общей протяженности горных выработок.

Библиографический список

1. Астахов А.С. Экономика и менеджмент горного производства: в 2 кн. / А.С. Астахов, Г.Л. Краснянский. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2002. – Кн. 1: Основы экономики горного производства. – 367 с.
2. Бурчаков А.С. Проектирование шахт / А.С. Бурчаков, А.С. Малкин, М.И. Устинов. – М.: Недра, 1985. – 399 с.
3. Воспроизводство шахтного фонда и инвестиционные процессы в угольной промышленности Украины / Г.Г. Пивняк, А.И. Амоша, Ю.П. Яценко и др. – К.: Наукова думка, 2004. – 311 с.
4. Способы вскрытия, подготовки и системы разработки шахтных полей / Б.Ф. Братченко, М.И. Устинов, Л.Н. Гапанович и др. – М.: Недра, 1985. – 494 с.
5. Окалелов В.Н. Методы оценки угольных месторождений / В.Н. Окалелов // Збірник наукових праць: школа підземної розробки. – Дніпропетровськ: НГУ, 2007. – С. 256-262.
6. Смирнов Б.В. Вероятностные методы прогнозирования в инженерной геологии / Б.В. Смирнов. – М.: Недра, 1983. – 134 с.
7. Окалелов В.Н. Методика прогнозирования распространения малоамплитудных дизъюнктивных нарушений в окрестности крупных тектонических разрывов / В.Н. Окалелов, Л.Е. Подлипенская, Е.Ф. Шкурский // Уголь Украины. – 2004. – № 3. – С. 36-37.
8. Окалелов В.Н. Методика определения сравнительной ценности и очередности освоения участков угольных месторождений / В.Н. Окалелов, Р.А. Фрумкин // Уголь Украины. – 1988. – № 11. – С. 27-29.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.

Статья поступила в редакцию 20.06.2013.

д.т.н. Окалєлов В.М. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ СКЛАДНОСТІ УМОВ ЗАЛЯГАННЯ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Викладена методика обґрунтування черговості відробки вугільних пластів в залежності від складності умов їх залягання.

Ключові слова: *вугільні пласти, складність умов залягання.*

Okalelov V.M. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

ALGORITHM FOR ESTIMATING THE COMPLEXITY OF THE CONDITIONS OF STRATIFICATION OF COAL SEAMS

Method study of priority development of coal seams, depending on the complexity of the conditions of their stratification.

Key words: *coal seams, the complexity of the conditions of stratification.*