

УДК 622:551. 243



С. И. ШАБЕЛЬНИКОВ,
инж.
(Краснодонский инженерный
факультет Донбасского ГТУ)

Комплексный метод прогноза малоамплитудных разрывов угольных пластов

На примере Краснодонского угленосного района разработан метод прогноза дизъюнктивных нарушений, в основу которого положен принцип циклического распределения малоамплитудных разрывов угольного пласта и избирательный анализ комплекса геофизических исследований в геологоразведочных скважинах.

Зоны малоамплитудных дизъюнктивных нарушений опасны по внезапным обрушениям пород кровли, а для выбросоопасных пластов – по внезапным выбросам угля и газа. В связи с этим изучение степени тектонической нарушенности угольных пластов для предварительного прогноза местоположения малоамплитудных разрывов приобретает особую важность с позиций обеспечения планового и безопасного проведения очистных и подготовительных горных выработок.

Малоамплитудная нарушенность угольных пластов имеет сложный характер, обусловленный многофакторной природой условий формирования разрывов, что затрудняет разработку универсального метода их предварительного прогноза до проведения подготовительных выработок в пределах конкретного шахтного поля или выемочного участка.

Существует большое количество методов прогноза малоамплитудных тектонических разрывов угольных пластов [1 – 4].

Разнообразие выявленных взаимосвязей между показателями малоамплитудной разрывной нарушенности обусловлено тем, что главные, в наибольшей степени контролирующие нарушенность, факторы, во многом определены конкретной геологической обстановкой. Рассматривая малоамплитудную тектонику как элемент угленосной системы, естественно предположить, что в ней наряду с основными существуют и второстепенные, завалулированные, в меньшей степени проявляющиеся взаимосвязи [5].

Разработанные к настоящему времени методы прогноза малоамплитудных разрывов не дают удовлетворительного решения этой задачи из-за сложности описываемого процесса, а также некомплексного подхода к его изучению. Наиболее полные и надежные модели нарушенности угольных пластов должны учитывать как основные, так и вспомогательные взаимосвязи, т. е. быть многофакторными.

Некоторые исследователи [6] пришли к выводу, что для каждого геологопромышленного района Донбасса необходимо применять определенный комплекс методов прогноза малоамплитудных разрывов. Ряд авторов [7, 8] отмечали, что возникающие напряжения передаются в угольном пласте волнообразно и в зависимости от физико-механических свойств

отдельных составляющих среды (мацериального состава) преломляются, отражаются, искажаются, создавая локальные условия в каждой части пласта.

Для Краснодонского угленосного района установлены [9]:

зависимость прочностных характеристик песчаников угленосной толщи от глубины их залегания и от мощности зон дробления горных пород;

зависимость разрывной нарушенности угольных пластов от амплитуды пликативных нарушений;

цикличность распределения малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов [10].

Основная цель статьи – прогноз малоамплитудных тектонических разрывов угольных пластов Краснодонского угленосного района на основе данных, полученных при изучении механизмов деформирования осадочной толщи горных пород.

Любой предлагаемый метод прогноза малоамплитудной дизъюнктивной нарушенности угольных пластов должен обуславливаться его достаточной несложностью, позволяющей шахтной геологической службе определять положение разрывов угольного пласта на ранних стадиях оценки условий ведения горных работ в пределах конкретного шахтного поля до момента проведения подземных выработок.

Формула цикличности распределения малоамплитудных разрывных нарушений, полученная автором, позволяет в пределах шахтного поля рассчитывать положение линий проявления тектонической активности в углепородном массиве, т. е. линий наиболее вероятного проявления разрывов, после чего (для подтверждения наличия или отсутствия дизъюнктивных деструкций в пределах этих линий) применять существующие методы изучения угольного пласта и вмещающих пород (геофизические методы исследования в скважинах, комплексный показатель нарушенности k_n и др.).

Расчет расстояния до каждой следующей линии проявления тектонической активности в угольном пласте в районе крупных разрывных нарушений на расстоянии 0 – 5 км от них [10] выполняется по формуле

$$F = \frac{2439,4 \ln}{n^2 - 44,8 \ln - 47,64} + 267,12 + \frac{768,83 \cdot 1,05^n \cdot \cos[0,48(n+1,55)]}{n^{1,44}} - 48,85 \cdot \cos[1,3(n+71,47)], \quad (1)$$

где n – порядковый номер линии малоамплитудных разрывов в порядке удаления от крупного дизъюнктивного нарушения;

F – расстояние между n -й и $(n-1)$ -й линиями малоамплитудных разрывов.

На планы горных выработок параллельно крупному тектоническому разрыву угольного пласта, который, как правило, является границей шахтного поля, наносятся линии проявления тектонической активности в угольном пласте [10], повторяющие контур крупного дизъюнктивного нарушения (рис. 1). Тектоническая активность на этих участках, обозначенных линиями, может быть выражена повышенной трещиноватостью и (или) наличием зон дробления угля и вмещающих пород, изменением углов падения пласта как по падению, так и по простиранию либо проявлением разрывных деструкций пласта и пород.

Следующий шаг при прогнозировании малоамплитудных разрывов – анализ информации каротажных диаграмм скважин, которые должны быть использованы для подтверждения или опровержения наличия дизъюнктивных нарушений на участках, обозначенных линиями проявления тектонической активности. Но анализировать необходимо определенные интервалы каротажных диаграмм только тех скважин, которые расположены в непосредственной близости к этим линиям, в определенных интервалах, в пределах конкретного выемочного участка или отдельной горной выработки, которая проводится согласно программе развития горных работ (рис. 2).

Уровень тектонической нарушенности в геолого-разведочных скважинах следует оценивать согласно методике выделения дефектов плотности горных пород [11], которая включает в себя интерпретацию аномальных значений на диаграммах: кажущихся сопротивлений ($K_{гз}$, $K_{пз}$); акустического каротажа (АК); гамма-гамма-каротажа (ГГК); гамма-каротажа (ГК); кавернометрии (КМ).

Электрические методы (кривые $K_{пз}$, записанные потенциал-зондами и $K_{гз}$, записанные градиент-зондами) геофизических исследований в скважинах основаны на использовании различия удельных сопротивлений пород и углей, а также потенциалов самопроизвольно возникающей поляризации. В Краснодонском районе удельное сопротивление плотных известняков составляет 100 – 500, а трещиноватых – всего 13 – 15 Ом·м. На кривых $K_{гз}$ дефекты плотности выделяются минимумом, практически достигающим нулевой линии диаграммы.

Метод акустического каротажа позволяет получить еще один параметр – интенсивность затухания упругих колебаний в породах, вскрываемых скважиной. На затухание влияют трещиноватость,

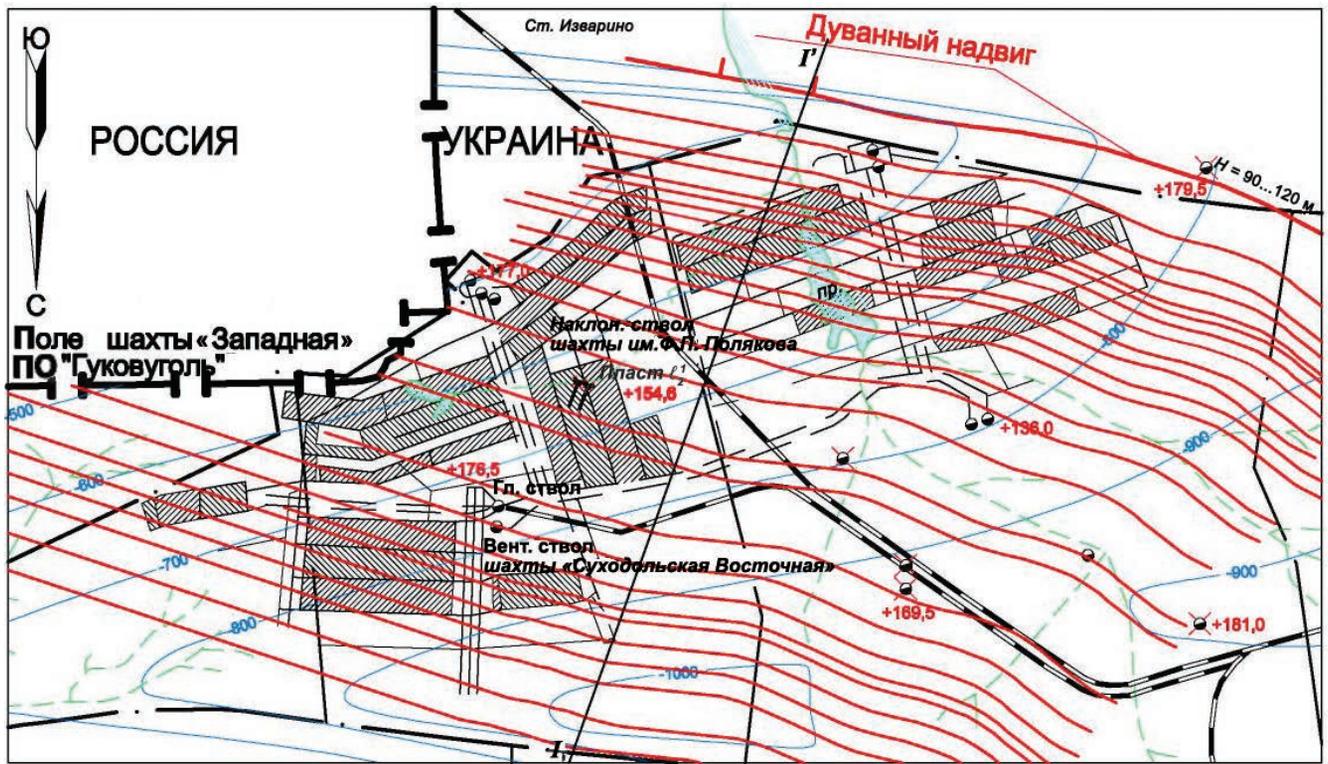


Рис. 1. Схема поля шахты «Суходольская-Восточная» с линиями проявления тектонической активности в угольном пласте.

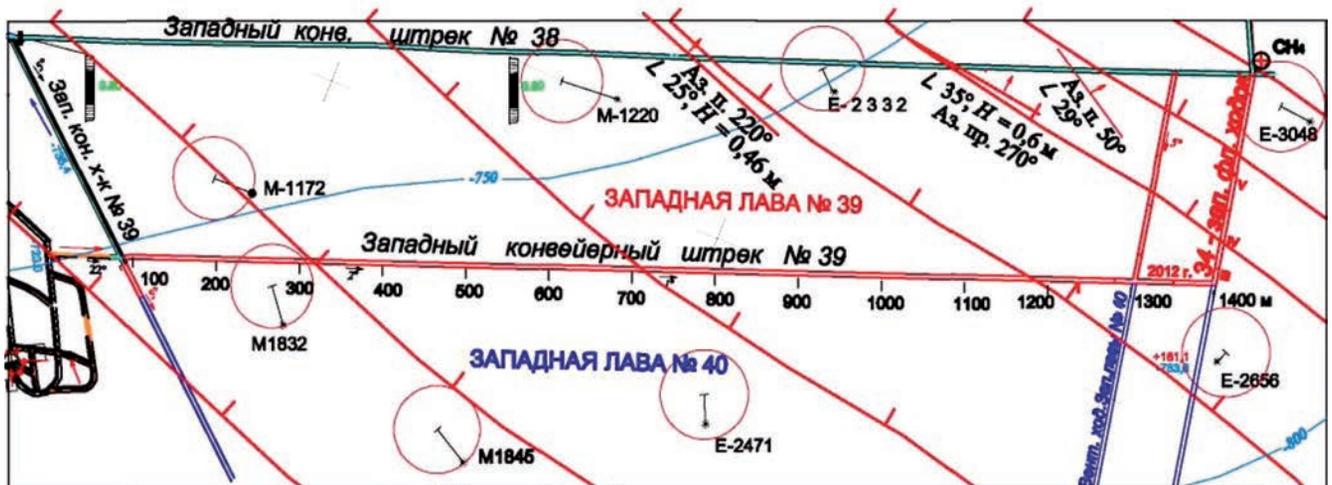


Рис. 2. Схема выемочного участка с линиями проявления тектонической активности в угольном пласте i_3 шахты «Суходольская-Восточная»: – линия проявления тектонической активности; – разведочная скважина; – малоамплитудное дизъюнктивное нарушение; – выброс угля.

кавернозность пород. Чем выше эти показатели, тем больше значения пиков на диаграмме АК.

Метод ГГК базируется на зависимости интенсивности рассеянного гамма-излучения в горных породах от их плотности. Большая разница в плотности вмещающих пород в зонах их дробления и вмещающих пород в нормальном состоянии обеспе-

чивает аномальное проявление трещиноватых зон на кривой ГГК – в виде интенсивных максимумов на фоне низких значений, соответствующих ненарушенным вмещающим породам.

Метод гамма-каротажа (ГК) применяется наряду с другими для литологического расчленения разреза, определения мощности и строения уголь-

ных пластов, а также в целях поисков пород, содержащих радиоактивные элементы, так как естественная гамма-активность пород зависит исключительно от их литологического состава и совершенно не связана с изменением степени метаморфизма.

Для выяснения технического состояния скважины после окончания ее бурения проводят *кавернометрию*, чтобы определить степень разработки диаметра. С увеличением диаметра скважины или образованием локальных каверн в зонах дробления диаграммы КМ характеризуются максимальными значениями.

Зная минимальные и максимальные значения угла падения плоскости смещения крупных и средних дизъюнктивных нарушений на территории рассматриваемого шахтного поля и положение линии наиболее вероятного проявления малоамплитудных разрывов угольного пласта, можно легко вычислить в скважинах интервалы h наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности, которые сопровождаются трещиноватыми зонами и дизъюнктивными нарушениями [9] согласно формуле

$$h = l(\operatorname{tg}\alpha_{\max} - \operatorname{tg}\alpha_{\min}), \quad (2)$$

где l – расстояние от линии проявления тектонической активности в угольном пласте до разведочной скважины, м;
 α – максимальный и минимальный углы падения плоскости сместителя.

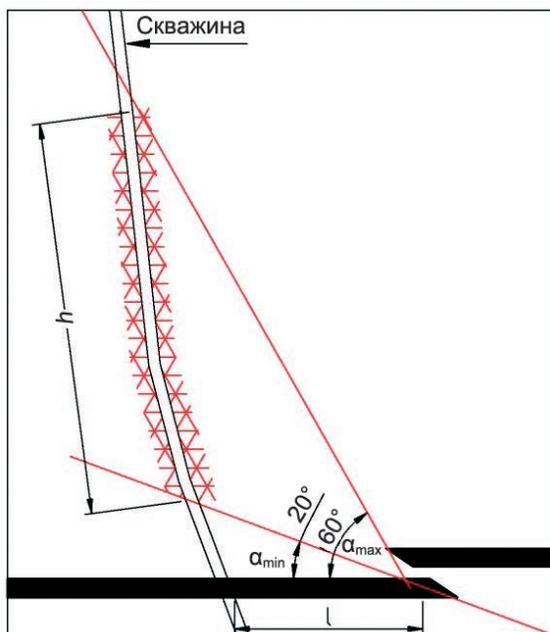


Рис. 3. Схема определения зоны дефектов плотности горных пород в скважине.

Схема определения интервала наиболее вероятного проявления дефектов плотности горных пород в скважинах представлена на рис. 3.

При наличии в исследуемом интервале зон дефектов плотности, которые подтверждаются каротажными диаграммами кажущихся сопротивлений, акустического каротажа, гамма-гамма-каротажа, гамма-каротажа, кавернометрии, можно делать вывод о наличии разрывного нарушения в угольном пласте на расстоянии l от разведочной скважины, обусловленном углом падения плоскости сместителя.

Прогнозирование малоамплитудных дизъюнктивных нарушений на пологих и пологонаклонных угольных пластах в пределах шахтного поля, ограниченного средне- или крупноамплитудным надвигом ($H = 30 \dots 200$ м), согласно разработанной методике осуществляется в несколько этапов:

первый – расчет расстояний между линиями проявления тектонической активности в угольном пласте по формуле цикличности распределения малоамплитудных разрывных нарушений (1);

второй – нанесение линий проявления тектонической активности в угольном пласте на планы горных выработок (выкопировки из планов горных выработок при составлении прогнозных паспортов);

третий – выбор разведочных скважин, расположенных в непосредственной близости к линиям проявления тектонической активности в угольном пласте;

четвертый – расчет интервалов наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности в скважинах, сопровождающих трещиноватые зоны и дизъюнктивные нарушения, по формуле (2);

пятый – анализ каротажных диаграмм для выявления зон дефектов плотности горных пород в расчетном интервале;

шестой – подтверждение или опровержение наличия малоамплитудного дизъюнктивного нарушения в районе линии проявления тектонической активности в угольном пласте.

Выводы. Предложенный метод прогноза малоамплитудных разрывных нарушений на основе цикличности их распределения в угольных пластах в комплексе с уже существующими методами (в частности с применением избирательного анализа каротажных диаграмм геологоразведочных скважин) позволит сократить: объем анализируемых данных; время на получение необходимой информации по наличию или отсутствию малоамплитудных деформаций на интересующем участке пласта.

Достоверность прогноза проверена и подтверждена при подготовке западной лавы № 39 шахты «Суходольская-Восточная» Краснодонского угленосного района. Все линии проявления тектонической активности в угольном пласте, полученные расчетным путем, подтверждены при проведении подготовительных горных выработок (западных конвейерных штреков № 38 и № 39) фактическим наличием тектонических деструкций угольного пласта и вмещающих пород в расчетных интервалах. Подтверждение линий проявления тектонической активности в угольном пласте разрывами составляет 75 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белицкий А. А.* К разработке методики прогноза нарушенности шахтных полей Кузбасса / А. А. Белицкий // Вопросы геологии Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1959. – Т. 99. – С. 280 – 295.
2. *Гзовский М. В.* Тектонофизические методы реконструкции механизмов формирования складчатости и разрывных нарушений / М. В. Гзовский, А. С. Григорьев, О. Н. Гущенко // Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. – М.: Недра, 1976. – С. 234 – 252.
3. *Лукинов В. В.* О возможности прогноза малоамплитудной нарушенности угольных пластов на основе фрактальной геометрии / В. В. Лукинов, Л. И. Пимоненко, Д. Н. Пимоненко // Геотехн. механика. – 1999. – Вып. 15. – С. 127 – 132.
4. *Приходченко В. Ф.* Методы прогноза малоамплитудных разрывов угольных пластов и пути их совершенствования / В. Ф. Приходченко; ИГТМ. – Днепропетровск, 1990. – 30 с. – Деп. во ВНИТИ 24.05.90, № 2856-В90.
5. *Калинченко В. М.* Методика прогнозирования мелкоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов / В. М. Калинченко. – М.: Недра, 1993. – 211 с.
6. *Пимоненко Л. И.* О прогнозе зон малоамплитудных разрывных нарушений в различных районах Донбасса / Л. И. Пимоненко, Н. В. Сахневич, О. Д. Стасенко // 8-е Всесоюз. угольное совещ.: тез. докладов. – Ростов н/Д, 1986. – С. 321 – 323.
7. *Плотников Л. М.* Об отражениях в геологических объектах волновой природы механических напряжений / Л. М. Плотников, А. И. Петров // Давления и механизмы напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы: материалы. – Л.: Наука, 1969. – С. 45 – 50.
8. *Определение параметров геологических и горно-технических факторов, благоприятных для формирования техногенных залежей метана: Отчет о НИР/ ИГТМ НАН Украины; Рук. В. В. Лукинов. – № ДР 0107U001271; Инв. № 6936. – Днепропетровск, 2009. – 145 с.*
9. *Шабельников С. И.* Математические зависимости показателей малоамплитудной тектоники угольных пластов / С. И. Шабельников // Уголь Украины. – 2011. – № 10. – С. 48 – 51.
10. *Шабельников С. И.* Цикличность распределения малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов / С. И. Шабельников, Л. Е. Подлипенская, В. Е. Лисица // Уголь Украины. – 2012. – № 1. – С. 27 – 30.
11. *Гончаренко В. О.* Геолого-геофізичні принципи прогнозу малоамплітудної тектоніки шахтних полів у різних районах Донбасу / В. О. Гончаренко, Л. І. Пимоненко, Н. В. Сахневич [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1993. – № 6. – С. 15 – 18.