

ПРОГНОЗ МАЛОАМПЛИТУДНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЛАВ

С.И. Шабельников, Донбасский государственный технический университет, Украина

На примере шахты «Самсоновская – Западная» представлены теоретическое обоснование и расчет распределения малоамплитудных тектонических нарушений в угольном пласте в районе крупных надвигов, позволяющие с высокой степенью достоверности прогнозировать места их проявления на ранних стадиях подготовки выемочных участков.

На современном этапе существует значительное количество методов прогноза малоамплитудных тектонических разрывов угольных пластов [1, 2, 3, 4]. Разнообразие выявленных взаимосвязей обусловлено тем, что главные, в наибольшей степени, контролирующие нарушение факторы, во многом определены конкретной геологической обстановкой.

Разработанные к настоящему времени методы прогнозирования малоамплитудных разрывов не дают удовлетворительного решения этой задачи вследствие сложности описываемого процесса, а также некомплексного подхода к его изучению.

Наиболее полные и надежные модели нарушения угольных пластов должны учитывать как основные, так и вспомогательные взаимосвязи, то есть быть многофакторными. Однако на сегодняшний день единой универсальной и простой в применении методики предварительного прогнозирования малоамплитудных дизъюнктивных нарушений угольных пластов на участках, где горные выработки еще не проводились, не существует.

Некоторыми исследователями [5] сделан вывод о том, что для каждого геолого-промышленного района Донбасса необходимо применять определенный комплекс методов прогнозирования малоамплитудных разрывов.

Ряд авторов [6, 7] отмечали, что возникающие напряжения, передаются в угольном пласте волнообразно и в зависимости от физико-механических свойств отдельных составляющих среды (мацерального состава), преломляются, отражаются, искажаются, создавая локальные условия в каждой частице пласта.

Практичность применения методики прогнозирования малоамплитудной дизъюнктивной нарушения угольных пластов должна обуславливаться:

- ее достаточной несложностью;
- сочетанием в себе нескольких способов оценки тектонической нарушения угольных пластов;
- обеспечением возможности для шахтных геологических служб определять положение тектонических деструкций угольного пласта на ранних стадиях оценки условий ведения горных работ в пределах конкретного шахтного поля до момента проведения подземных выработок.

Для Краснодонского угленосного района было установлено [8], что волнообразный характер напряжений, передающихся в угольном пласте, имеет ряд составляющих: трендовую, трендциклическую и циклическую, а тектоническая нарушение углепородной толщи проявляется вдоль условных линий, повторяющих контур крупных надвигов. Для этой сложной зависимости была составлена математическая модель (1), позволяющая в пределах шахтного поля рассчитывать расстояния от крупных разрывных структур до линий проявления тектонической нарушения в углепородном массиве, которые являются линиями наиболее вероятного проявления разрывов в угольном пласте.

$$F = \frac{2439,41 \cdot n}{n^2 - 44,81 \cdot n - 47,64} + 267,12 + \frac{768,83 \cdot 1,05^n \cdot \cos[0,48 \cdot (n + 1,55)]}{n^{1,44}} - 48,85 \cdot \cos[1,3(n + 71,47)], \quad (1)$$

где n – порядковый номер линии малоамплитудных разрывов в порядке удаления от крупного дизъюнктивного нарушения; $F(n)$ – расстояние между n -й и $(n-1)$ -й линиями малоамплитудных разрывов.

Прогнозирование малоамплитудных дизъюнктивных нарушений на пологих и пологонаклонных угольных пластах в пределах шахтного поля, ограниченного средне- или крупноамплитудным разрывом с использованием этой математической модели, согласно разработанной методике [9], осуществляется в несколько этапов:

1. Расчет расстояний между линиями проявления тектонической нарушенности в угольном пласте по формуле цикличности распределения малоамплитудных разрывных нарушений (1);

2. Нанесение линий проявления тектонической нарушенности в угольном пласте на планы горных выработок (выкопировки из планов горных выработок при составлении прогнозных паспортов);

3. Выбор разведочных скважин, расположенных в непосредственной близости к линиям проявления тектонической нарушенности в угольном пласте;

Выбор разведочной скважины, которая на основании геофизических исследований в ней, позволит подтвердить или опровергнуть наличие тектонических деструкций в районе вычисленной линии проявления тектонической нарушенности в угольном пласте, производится на основе анализа пространственного взаиморасположения этой линии и разведочной скважины. Выбор должен останавливаться на одной или нескольких скважинах, которые расположены за вычисленной линией проявления тектонической нарушенности в угольном пласте по мере удаления от крупно- или среднеамплитудного дизъюнктивного нарушения, относительно которого производился расчет.

4. Расчет интервалов наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности в скважинах, сопровождающих трещиноватые зоны и дизъюнктивные нарушения, производится в соответствии со схемой (рис. 1) по формуле (2):

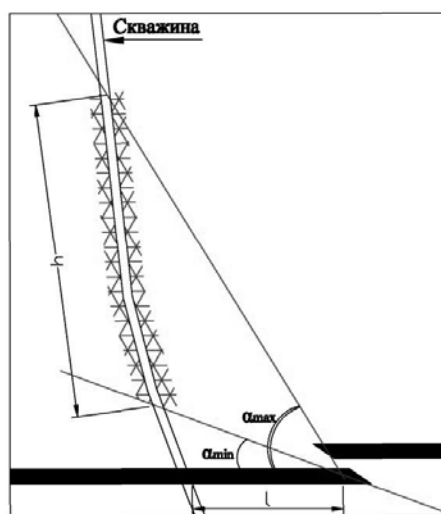


Рис. 1. Схема определения зоны дефектов плотности горных пород в скважине.

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

где h – протяженность интервала наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности в скважине, м; l – расстояние от линии проявления тектонической нарушенности в угольном пласте до разведочной скважины, м; α – максимальный и минимальный угол падения плоскости сместителя.

В этой формуле расчет уменьшаемого и вычитаемого позволяет определить соответственно верхнюю и нижнюю границы интервалов наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности в скважинах.

5. Анализ каротажных диаграмм для выявления зон дефектов плотности горных пород в расчетном интервале с целью подтверждения или опровержения наличия малоамплитудного

дизъюнктивного нарушения в районе расчетной линии проявления тектонической нарушенности в угольном пласте на основании анализа кривых каротажных диаграмм или с помощью других существующих методов прогноза.

Оценка степени тектонической нарушенности в геологоразведочных скважинах должна производиться согласно методике выделения дефектов плотности горных пород [10], которая включает в себя интерпретацию аномальных значений на диаграммах: кажущихся сопротивлений ($K_{СГЗ}$, $K_{СПЗ}$); акустического каротажа (АК); гамма-гамма каротажа (ГГК); гамма каротажа (ГК); кавернометрии (КМ). На диаграмме КС дефекты плотности выделяются минимумом, практически достигающим нулевой линии диаграммы. Чем выше значения пиков на диаграмме АК, тем выше степень трещиноватости, кавернозности пород, проявление трещиноватых зон на кривой ГГК отражается в виде интенсивных максимумов на фоне низких значений, соответствующих ненарушенным вмещающим породам, с увеличением диаметра скважины или образованием локальных каверн в зонах дробления диаграммы КМ характеризуются максимальными значениями.

6. При наличии в исследуемом интервале зон дефектов плотности, подтверждаемым каротажными диаграммами кажущихся сопротивлений ($K_{СГЗ}$, $K_{СПЗ}$), акустического каротажа (АК), гамма-гамма каротажа (ГГК), гамма каротажа (ГК), кавернометрии (КМ), можно делать вывод о наличии разрывного нарушения в угольном пласте на расстоянии l от разведочной скважины в интервале, обусловленном углом падения плоскости сместителя.

7. Вынесение на планы горных выработок (выкопировки из планов горных выработок при составлении прогнозных паспортов) прогнозируемых участков проявления тектонической нарушенности в угольном пласте.

Перенесение интервалов разуплотнения пород, установленных в скважинах на планы горных выработок выполняется с применением формулы (3):

$$l' = \frac{H_{гг} - \dot{I}_i}{\text{tg} \alpha_{\text{ср}}} \quad (3)$$

где l' – расстояние в плане от забоя скважины до линии проявления тектонической нарушенности по данным каротажной диаграммы, м; $H_{гг}$ – глубина залегания почвы пласта, м; H_n – нижняя граница зоны дефектов плотности, м; $\alpha_{\text{ср}}$ – средний угол падения плоскости сместителя.

Предлагаемая методика была опробована в условиях Краснодонского угленосного района на шахтах «Суходольская – Восточная», «Молодогвардейская», «Самсоновская – Западная».

Информация по результатам применения методики прогноза тектонической нарушенности угольного пласта k_2^H в условиях шахты «Самсоновская – Западная» при подготовке 2 Западной уклонной лавы, приводится впервые.

Горные работы по пласту k_2^H на шахте «Самсоновская – Западная» ведутся в лежачем крыле крупного тектонического разрыва Самсоновский надвиг, ограничивающего шахтное поле с юга. Прогноз малоамплитудной нарушенности был выполнен в соответствии с приведенной выше методикой. На гипсометрический план, на который был показан Самсоновский надвиг, в направлении противоположном направлению линии падения плоскости сместителя, были вынесены линии проявления тектонической нарушенности в угольном пласте, предварительно рассчитанные по формуле (1). Результаты расчетов представлены в табл. 1.

После чего на гипсометрический план переносились пройденные горные выработки и подсеченные ими тектонические нарушения разрывные и пликативные (рис. 2).

В пределах всего шахтного поля, установлена высокая степень подтверждаемости вычисленных мест проявления тектонической нарушенности фактическими данными.

Для подтверждения возможной встречи тектонических нарушений при проведении подземных горных выработок в процессе подготовки 2 Западной уклонной лавы были проанализированы каротажные диаграммы разведочных скважин в интервалах, рассчитанных по формуле (2). Минимальный и максимальный угол падения плоскости сместителя (α_{min} и α_{max}) в границах шахтного поля составляет 18° и 48° соответственно.

Положение линий проявления тектонической нарушенности в угольном пласте по мере удаления от Самсоновского надвига

| Порядковый № линии проявления тектонической нарушенности, n | Расстояние между n -й и $(n - 1)$ -й линиями проявления тектонической нарушенности, м | Расстояние от Самсоновского надвига до линии проявления тектонической нарушенности, м |
|---|---|---|
| 1 | 466 | 466 |
| 2 | 174 | 640 |
| 3 | 160 | 801 |
| 4 | 145 | 945 |
| 5 | 100 | 1045 |
| 6 | 98 | 1143 |
| 7 | 170 | 1313 |
| 8 | 248 | 1562 |
| 9 | 254 | 1816 |
| 10 | 209 | 2024 |
| 11 | 198 | 2223 |
| 12 | 245 | 2467 |
| 13 | 274 | 2741 |
| 14 | 228 | 2970 |
| 15 | 152 | 3122 |
| 16 | 134 | 3256 |

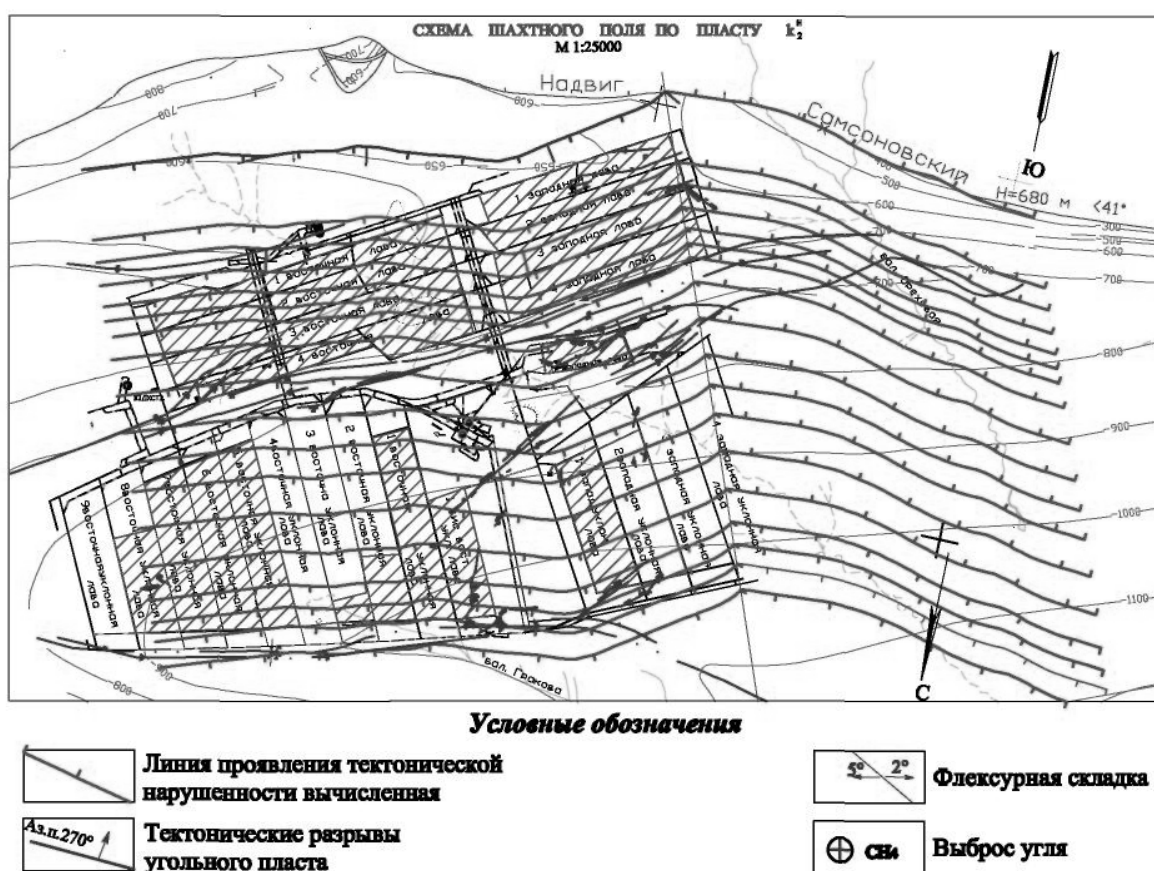


Рис. 2. Схема поля шахты «Самсоновская – Западная».

Эти углы были приняты для расчета нижней и верхней границ исследуемого интервала в скважинах. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Интервалы наиболее вероятного проявления зон дефектов плотности в скважинах

| № линии | № скв. | Расстояние в плане от забоя скв. до линии l , м | Глубина залегания почвы пласта $H_{пл}$, м | Нижняя граница исследуемого интервала $H_{н,м}$ | Верхняя граница исследуемого интервала $H_{в, м}$ | Протяженность исследуемого интервала h , м |
|---------|--------|---|---|---|---|--|
| 11 | Д 1079 | 55,5 | 1074 | 1056,0 | 1012,4 | 43,6 |
| 11 | Д 0824 | 239,8 | 1111,1 | 1033,2 | 844,8 | 188,4 |
| 11 | Д 1075 | 63,1 | 1031,5 | 1011,0 | 961,4 | 49,6 |
| 10 | Д 3560 | 130,5 | 1003,9 | 961,5 | 859,0 | 102,5 |
| 11 | Д 3561 | 205,7 | 1062,7 | 995,9 | 834,3 | 161,6 |
| 12 | Д 3569 | 243 | 1099,2 | 1020,2 | 829,3 | 190,9 |
| 13 | Д 3570 | 194 | 1126 | 1063,0 | 910,6 | 152,4 |
| 15 | Д 0642 | 46,5 | 1160 | 1144,9 | 1108,4 | 36,5 |
| 14 | Д 0642 | 193,8 | 1160 | 1097,0 | 944,8 | 152,2 |
| 16 | Г 0870 | 44,1 | 1177,1 | 1162,8 | 1128,1 | 34,6 |
| 15 | Г 0870 | 170,8 | 1177,1 | 1121,6 | 987,4 | 134,2 |

В результате расчетов и корректировке этих расчетов на основе геофизических данных в скважинах, было спрогнозировано шесть зон проявления тектонической нарушенности в угольном пласте. При проведении 2 Западного, 3 Западного конвейерных уклонов, Вентиляционного ходка 1 Западной уклонной лавы, шахтной геологической службой задокументированы малоамплитудные тектонические разрывы угольного пласта, указанных четырьмя прогнозными линиями вероятного проявления тектонических деструкций. Две прогнозные линии документацией шахтной геологической службы не подтвердились. Подтверждение линий проявления тектонической нарушенности в угольном пласте разрывами в условиях шахты «Самсоновская – Западная» составляет 67 %.

Такой подход к изучению и дальнейшему прогнозированию разрывов в угольном пласте позволит в значительной степени сократить объем анализируемых данных, а также сократит время на получение необходимой информации по наличию или отсутствию малоамплитудных деструкций на интересующем участке пласта.

Кроме этого универсальность методики прогноза тектонической нарушенности угольных пластов, основанной на математической модели цикличности распределения малоамплитудных разрывов угольного пласта, заключается в предоставлении широких возможностей использования любых методов прогноза для подтверждения рассчитанных участков проявления тектонических деструкций. Такое сочетание различных методов еще в большей степени обеспечит комплексный подход к решению данной проблемы.

Список литературы

1. Белицкий А.А. К разработке методики прогноза нарушенности шахтных полей Кузбасса / А. А. Белицкий // Вопросы геологии Кузбасса. – 1959. – т. 99. – С. 280– 295.
2. Гзовский М. В. Тектонофизические методы реконструкции механизмов формирования складчатости и разрывных нарушений. Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР / М. В. Гзовский, А. С. Григорьев, О.Н. Гущенко. – Москва: Недра, 1976. – с. 234 – 252.
3. Лукинов В.В., Пимоненко Л.И., Пимоненко Д.Н. О возможности прогноза малоамплитудной нарушенности угольных пластов на основе фрактальной геометрии / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Д.Н. Пимоненко // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. тр. – 1999. – вып. 15, – С. 127– 132.
4. Приходченко В.Ф. Методы прогноза малоамплитудных разрывов угольных пластов и

пути их совершенствования / В.Ф. Приходченко. – АН УССР, инс-т геотехн. механики. – Днепропетровск, 1990. – 30 с. – Деп. во ВНИТИ 24.05.90, № 2856-В90.

5. Пимоненко Л.И. О прогнозе зон малоамплитудных разрывных нарушений в различных районах Донбасса / Л.И.Пимоненко, Н.В.Сахневич, О.Д. Стасенко // Тезисы докладов 8 Всесоюзного угольного совещания. – Ростов-на-Дону. – 1986. – С. 321 – 323.

6. Определение параметров геологических и горно-технических факторов благоприятных для формирования техногенных залежей метана : отчет о НИР/ ИГТМ НАН Украины, рук. докт. геол.-мин. наук В.В. Лукинов. – Днепропетровск, 2009. – 145с. – 0107U001271. Инв. № 6936.

7. Плотников Л.М. Об отражениях в геологических объектах волновой природы механических напряжений / Л. М. Плотников, А. И. Петров // Давления и механические напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы: Материалы к совещанию. – Л: Наука, 1969. – С.45 – 50.

8. Шабельников С.И. Цикличность распределения малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов / С.И. Шабельников, Л.Е. Подлипенская, В.Е. Лисица // Уголь Украины. – 2012. – №1. – С. 39–43.

9. Шабельников С.И. Комплексный метод прогноза малоамплитудных разрывов угольных пластов / С.И. Шабельников // Уголь Украины. – 2012. – № 5.– С. 36 – 40.

10. 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.

УДК 552.57

ПРИРОДА ФОРМИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ В УГЛЯХ

*А.С. Поляшов, Национальный горный университет, Украина
В.И. Барановский, НАН Украины, ИГТМ им. Н.С. Полякова, Украина*

Уголь является особым высокодефектным объектом, микро- и макроскопический вид поверхностей разрушения которого представляет большой теоретический и практический интерес, как носителей разнообразных форм проявления деформирования. Следы деформирования, присутствующие в углях, являются исходным материалом для создания атласа фрактограмм, востребованным, например, при подготовке специалистов по материаловедению. Работа посвящена развитию формального подхода классификации дефектов углей на основе базовых геометрических образов: точка, линия, плоская фигура.

Разработка генетических классификаций дефектов углей сдерживается отсутствием разработки связей с механическими и физико-химическими процессами, не позволяющими обеспечить масштабную инвариантность и вовлечение в анализ следов перемещения в углях подвижных фаз. Следы деформирования (различного рода дефекты) наблюдаются на микро-, мезо- и макроуровнях. Деформации развиваются одновременно на всех взаимосвязанных масштабных уровнях. Это затрудняет переход от дислокационного к макроскопическому описанию процессов деформирования. К тому же каждый масштабный уровень характеризуется своими механизмами и закономерностями деформации. Для введения и обоснования количественных характеристик микро-, мезо- и макроскопических параметров деформации необходим скрупулезный анализ экспериментальных исследований локализации дефектов в углях. Дефекты, происхождение которых можно объяснить механическими и физическими причинами, необходимо классифицировать. В основу классификации дефектов могут быть положены геометрические образы, как модели, отображаемые в аналитическом виде. Геометрические образы следов дефектообразования в углях визуально наблюдаемы на поверх-