

ПРОГНОЗНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Д.Н. Шурыгин, Д.А. Ефимов, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), Россия

Предложена методика определения зон вероятного появления тектонических нарушений шахтного поля по данным строения и свойств углевмещающей толщи на примере шх. Садкинская (Восточный Донбасс).

Восточный Донбасс является важным источником высококачественных антрацитов. В настоящее время большая часть горнодобывающих предприятий на его площади законсервирована. Поэтому актуальной является задача повышения эффективности добычных работ немногочисленных действующих угольных шахт, от которых во многом зависит развитие энергетической отрасли юга России. При этом в первую очередь особое внимание следует обращать на перспективные участки разведанных шахтных полей, так как их обработка даст наиболее быстрый экономический эффект.

Шахта Садкинская Восточного Донбасса является источником высококачественного антрацита на юге России. Шахта расположена на участке Садкинский Восточный №1 и является составной структурой Сулино-Садкинского угленосного района Восточного Донбасса. Участок Садкинский №1 занимает приосевую зону Сулино-Садкинской синклинали, которая имеет северо-западное простирание и ассиметричный профиль – пологое северное и крутое южное крылья. На северном крыле максимальные углы падения пород составляют 8-10°, на южном достигают 35-50°.

Геологоразведочными работами был выявлен ряд дизъюнктивных нарушений взбросового и сбросового характера, большая часть из них малоамплитудные, с амплитудой смещения пласта m_g^1 менее 10 м. Лишь отдельные разрывы имеют амплитуду более 10 м. Горными работами были выявлены многочисленные разрывные нарушения с амплитудами 1-2,5 м и единичные разрывы с амплитудой до 5-6,5 м. В зонах развития и затухания разрывов отмечена повышенная трещиноватость угольного пласта и вмещающих пород. Ширина зон трещиноватости в среднем достигает 50 м (по 25 м в висячем и лежащем крыльях нарушения). Все эти факторы осложняют добычные работы и поэтому актуальным представляется прогнозирование мелкоамплитудной нарушенности угольного пласта на площадях его перспективной обработки.

Геологоразведочными работами прошлых лет решалась в основном задача наращивания запасов угля в регионе, что определило относительно слабую изученность локальных особенностей геологического строения, состава угленосной толщи, ее тектонической нарушенности. Получение дополнительных, более детальных геологоразведочных данных требует существенных материальных и финансовых вложений. Поэтому актуальной представляется задача более полного использования накопленной геологоразведочной и горной информации с использованием современных прогностических методов для целей выявления локальных закономерностей геологического строения угленосной толщи и самого угольного пласта.

В последнем случае важно создать методику комплексного полного и точного прогноза различных показателей угольного пласта (гипсометрия, морфологическая структура, тектоническая нарушенность, качество углей, устойчивость и обрушаемость непосредственной кровли и т.п.), влияющих на уровень добычи и качество добываемого угля. Такая методика, на наш взгляд, должна быть основана на математических методах построения прогнозных моделей, так как это позволяет использовать единую информационную базу для прогнозирования любого набора геологических и горно-технических показателей.

При решении задач геометризации месторождений и прогнозирования размещения тектонических нарушений возникает проблема выделения геологически однородных совокупностей и районирования шахтного поля. Одним из способов выделения на шахтном поле прогнозных нарушенных участков является применение метода дискриминантного анализа. Его сущность состоит в нахождении такой линейной комбинации признаков, которая дает максимальное возможное различие между двумя ранее определенными группами данных, например, скважинами, принадлежащими к участкам шахтного поля с тектонической нарушенностью и без таковой. Необходимо на основании некоторой вычислительной процедуры, используя набор признаков, характеризующих одну из групп скважин (эталонная выборка), разделить генеральную совокупность на эти две группы. Дискриминантный анализ дает простое прогнозное уравнение, которое в дальнейшем используется для разделения совокупностей. На основе этого уравнения можно оце-

нить надежность будущей классификации, путем подстановки в него наблюдений из эталонной выборки и оценки числа правильно определенных.

Методика прогнозирования предполагает использование комплекса количественных характеристик углевмещающего ритма, описывающего его литологический состав и строение. Повышение точности и надежности прогнозных построений возможно также с привлечением информации о качественных характеристиках углевмещающей толщи, в частности цвета и слоистости слагающих ее пород. Поэтому в настоящей методике прогнозирования нарушенности угольного пласта предложен комплекс характеристик угленосной толщи в пределах углевмещающего ритма, под которым понимается часть толщи между мощными песчаниками (для пласта m_8^1 шх.Садкинская).

x_1 – глубина залегания угольного пласта;

x_2 – мощность песчаника в верхней части углевмещающего ритма;

x_3 – мощность алевролита в верхней части углевмещающего ритма;

x_4 – мощность алевролита в нижней части углевмещающего ритма;

x_5 – мощность глинистого алевролита в верхней части углевмещающего ритма;

x_6 – мощность глинистого алевролита в нижней части углевмещающего ритма;

x_7 – мощность аргиллита в верхней части углевмещающего ритма;

x_8 – мощность аргиллита в нижней части углевмещающего ритма;

x_9 – мощность угольного пласта;

x_{10} – мощность верхней части ритма;

x_{11} – расстояние от угольного пласта до вышележащего песчаника;

x_{12} – расстояние от угольного пласта до нижележащего песчаника;

x_{13} – количество слоев в ритме;

x_{14} – модуль крупности ритма (средневзвешенный на мощность слоев размер зерен пород слагающих ритм);

x_{15} – средневзвешенный цвет литотипов пород, слагающих ритм;

x_{16} – средневзвешенная слоистость пород, слагающих ритм;

$x_{17} - x_{32}$ – латеральная изменчивость переменных $x_1 - x_{16}$ по оси абсцисс;

$x_{33} - x_{48}$ – латеральная изменчивость переменных $x_1 - x_{16}$ по оси ординат;

$x_{49} - x_{64}$ – модуль латеральной изменчивости переменных $x_1 - x_{16}$.

Формализация качественных показателей углевмещающей толщи выполнялась следующим образом. Цвет слоев пород и их слоистость оценивались в баллах. Цвет слоев (по мере возрастания в породе углистого вещества): 1 – светлый, 2 – светло-серый, 3 – серый, 4 – темно-серый, 5 – черный. Слоистость (по мере нарастания динамики осадконакопления): 1 – неслоистый (монокристаллический), 2 – горизонтально слоистый, 3 – волнисто слоистый, 4 – косослоистый.

Моделирование нарушенности угольного пласта выполнено способом классификации (построение линейной дискриминантной функции - ЛДФ).

Уравнение ЛДФ имеет вид:

$$D = -0.012x_1 - 6.232x_2 + 33.821x_3 + 1.966x_4 + 28.170x_5 + 3.130x_6 + 48.454x_7 + 5.963x_8 + 8.703x_9 + \\ + 8.038x_{10} - 44.701x_{11} - 1.609x_{12} + 0.037x_{13} - 255.771x_{14} - 7.846x_{15} + 2.377x_{16} + 2.143x_{17} + 1.443x_{18} - \\ - 10.336x_{19} - 12.740x_{20} - 90.221x_{21} + 0.107x_{22} + 28.267x_{23} - 3.881x_{24} - 86.342x_{25} - 18.842x_{26} + 12.954x_{27} - \\ - 14.800x_{28} - 99.866x_{29} - 4.889x_{30} + 18.523x_{31} + 15.222x_{32} - 31.975x_{33} - 20.369x_{34} + 14.385x_{35} + 16.091x_{36} + \\ + 67.188x_{37} - 15.388x_{38} - 2.861x_{39} + 1.221x_{40} + 5.763x_{41} - 1.117x_{42} - 175.845x_{43} - 454.756x_{44} - 23.606x_{45} + \\ + 3.085x_{46} - 13.644x_{47} + 16.371x_{48} - 3.689x_{49} + 0.761x_{50} + 12.921x_{51} + 15.073x_{52} + 38.647x_{53} - 33.703x_{54} - \\ - 3.919x_{55} + 33.490x_{56} - 3.170x_{57} - 2.440x_{58} - 14.978x_{59} + 5.790x_{60} + 4.694x_{61} - 760.828x_{62} + 9.244x_{63} - \\ - 17.899x_{64} + 32.972.$$

Пороговое значение ЛДФ: $D_0 = 0$.

Точность уравнения: 93,1%

Если значение дискриминантной функции оказывается больше порогового значения (нуля), то соответствующая толща углевмещающего ритма относится к зоне вероятного появления нарушения. Соответственно при отрицательном значении функции нарушение не прогнозируется.

На рис.1 показаны фактические и условные пластопересечения угольного пласта, которые использовались при математическом моделировании его нарушенности. На рис. 2 показана прогнозная карта нарушенности угольного пласта.

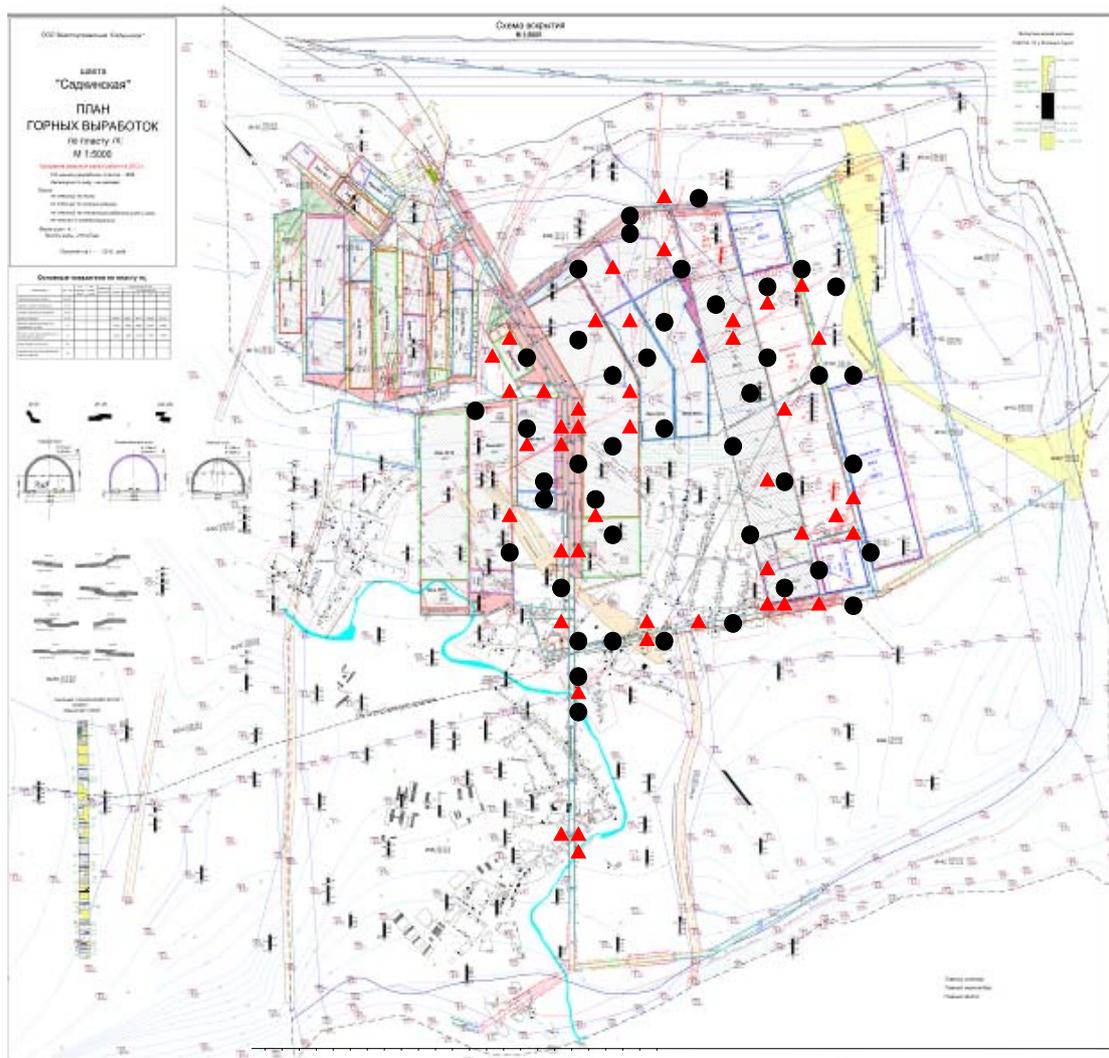


Рис. 1. Схема расположения нарушенных (треугольники) и ненарушенных (круги) пластопересечений

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что в пределах лавы 105 вероятно вскрытие локальных зон затухания ранее подсеченных лавами 101, 103 мелкоамплитудных нарушений. Участок завершения отработки лавы 103 относительно благоприятен для отработки. Ориентировка прогнозных разрывов согласуется с общей северо-восточной ориентацией мелкоамплитудных нарушений на отработанной части шахтного поля.

На южном крыле синклинальной складки прогнозируется наличие трех локальных зон развития мелкоамплитудных разрывов пласта – в районе скважин 16126-4942, 16866-17014, 17004, 16881-17159-17130. Ориентация нарушений вероятнее всего будет отличаться от разрывов северного крыла складки. Расчетные амплитуды нарушений не превысят 1,5-1,8 м.

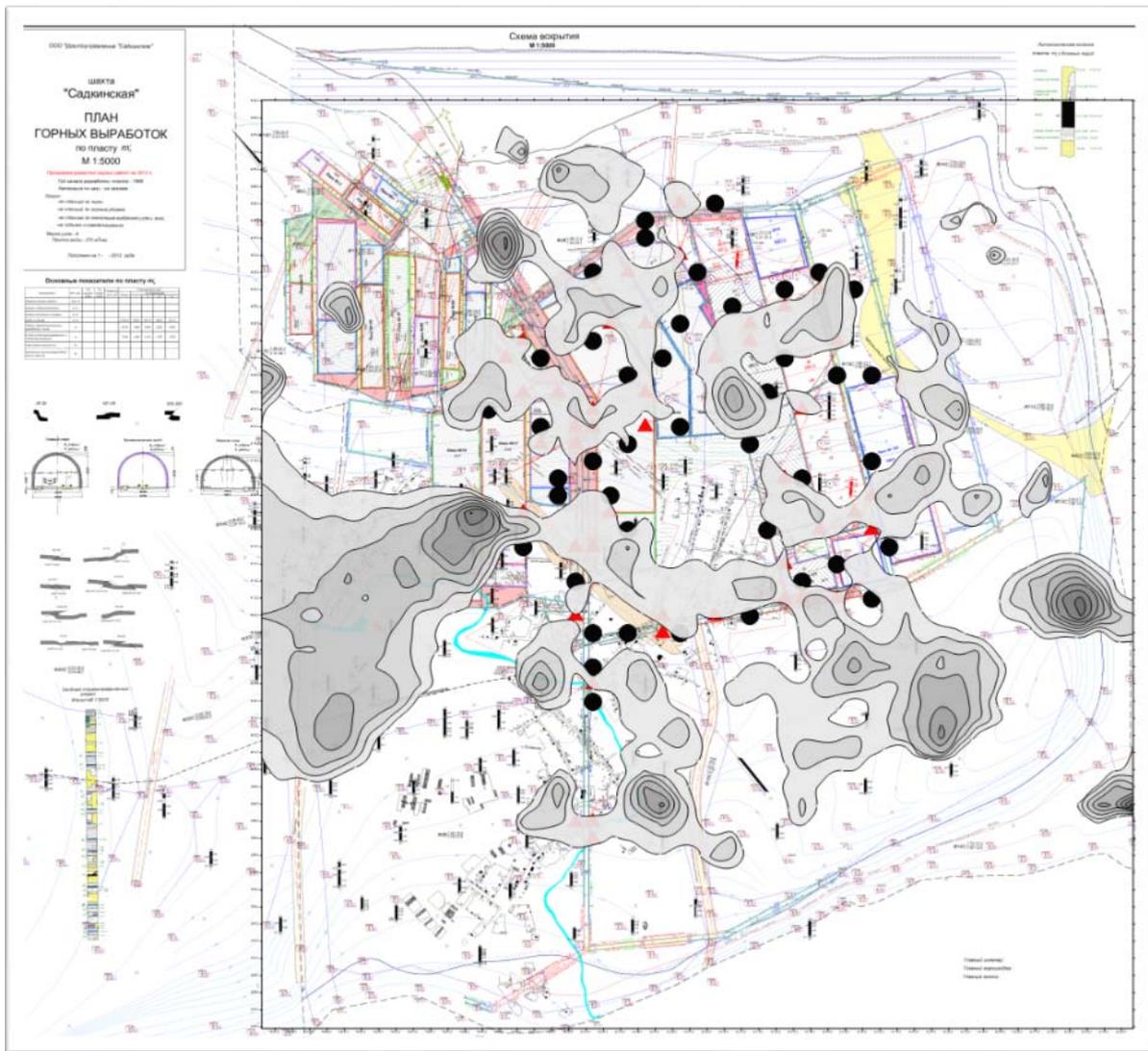


Рис. 2. Прогнозная карта нарушенности угольного пласта

Комплексный анализ параметров пластопересечений позволил построить прогнозную карту нарушенности пласта m_8^1 (шх. Садкинская, Восточный Донбасс) на участках его перспективной отработки в ближайшие годы. На карте выделены зоны, в которых высока вероятность наличия мелкоамплитудных разрывов угольного пласта, а также участки с повышенной трещиноватостью вмещающих пород и площади ненарушенного залегания пласта. Белым цветом на плане обозначены районы, в которых тектонические нарушения не прогнозируются. Районы с возможными нарушениями показаны различными градациями серого цвета, при этом, чем темнее цвет, тем выше вероятность встречи нарушения.

Целью дальнейших исследований является построение математической модели углевмещающей толщи горных пород в пределах выделенных однородных геологических районов шахтного поля. Для этого будет проведен анализ существующих методов моделирования (корреляция разрезов) и предложены новые методы математического моделирования углевмещающей толщи горных пород.

Будут предложены математические модели углевмещающей толщи в разрезе и по латерали, позволяющие получить полное представление о структуре и свойствах толщи в межскважинном пространстве. На основе моделей толщи по латерали выявляются параметры условных скважин, подсекающих известные геологические нарушения. С учетом дискриминатной функции выявляются места наиболее вероятного появления геологических нарушений по площади угольного пласта.