

ТРЕХМЕРНАЯ РАЗВЕДКА

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН ВОЗМОЖНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРОД НА БАЗЕ ПО MICROMINE

Выявление зоны возможной тектонической нарушенности с помощью прочностных показателей пород кровли пласта является новаторской идеей для предварительного выявления геологических нарушений. Несвоевременное выявление нарушений ведет к снижению производственных показателей и экономическим затратам.

К зонам тектонических нарушений относятся участки с разрывом сплошности пласта и наличием трещиноватых и ослабленных боковых пород с заниженными прочностными показателями. На стадии геологоразведки тектонические нарушения выявляются с помощью бурения скважин и геофизических методов. Как правило, при эксплуатационной разведке подобные дислокации горными работами вскрываются намного чаще.

Встреча непрогнозируемого тектонического нарушения несет за собой соблюдение производственных требований безопасности, таких как: остановка забоя, составление дополнения к паспорту ведения горных работ, подготовка материалов и оборудования. невыполнение данных операций может привести к обрушению пород кровли пласта, горному удару, внезапному выбросу угля (породы) и газа, повышенной обводненности сместителя нарушения (зон перемятых пород), пересекающих затопленные выработки. В свою очередь, требования, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность и безопасность при ведении горных работ, направлены на предупреждение аварий и инцидентов в угледобывающей отрасли. Для избежания подобных ситуаций выявление зон возможной тектонической нарушенности является очень важной задачей горного производства.

Процесс прогнозирования опасных тектонических зон существенно упростился благодаря 3D-моделированию. Имея данные прочностных показателей непосредственной кровли пласта в бумажном формате, была подготовлена база данных в ПО Micromine для интерполяции зон тектонической нарушенности. Дело в том, что плотность разведочной сети весьма разрежена и интерполирование зоны вручную было некорректно. После полученного результата зоны возможной тектонической нарушенности в ПО Micromine анализировались геологические разрезы по профилям и между ними на стадии геологоразведочных работ. Информации, по которой можно рассуждать о разрыве целостности угольного пласта или пликвативной нарушенности, не было. Прогнозирование и выявление зон пониженной прочности кровли пласта с помощью ПО Micromine в будущем облегчит горные работы не только геологической службе, но и подготовительным участкам шахты.

В рамках инвестпроекта на одной из шахт крупного угледобывающего предприятия запущена в работу 3D-модель на базе ПО Micromine. Эта современная компьютерная программа позволяет поддерживать и оперативно обновлять базу данных с актуальной информацией о запасах и качестве угля, проектировать горные выработки, делать точные геологические прогнозы.

Поводом к данным исследованиям послужил ремонт комплекса JOY-3 в результате обнаружения тектонического нарушения, амплитуда смещения которого в два раза превысила мощность пласта. Такая геологическая ситуация создает множество проблем при ведении горных работ, таких как: незапланированные эксплуатационные потери, изменения плана развития и технологии ведения горных работ. Иными словами, экономико-временной цикл горного производства нарушается.

На данной шахте к зонам геологических нарушений, опасным для ведения горных работ, относятся участки угольного пласта, на которых наблюдаются снижение прочности и устойчивости угля и боковых пород, увеличение их трещиноватости, обводненности, связанное с разрывными или пликвативными нарушениями.

Опасные зоны, сопряженные с геологическими нарушениями, обусловлены наличием вблизи сместителя участков ослабленных, интенсивно трещиноватых вмещающих пород и угля, что вызывает необходимость принятия дополнительных мер безопасности при ведении горных работ. Поэтому важно прогнозировать зону влияния тектонического нарушения, границы которой и будут являться границей опасной зоны.

Анализ прочностных свойств углей и углевмещающих пород проводился на всех этапах геологоразведочных работ с целью прогнозной оценки их устойчивости при эксплуатации. С помощью изучения kernового материала, лабораторных исследований, геофизических исследований в скважинах выделялись ослабленные и трещиноватые зоны в кровле и почве пластов.

Комплекс геофизических исследований на стадии геологоразведочных работ проводился в несколько этапов. Один из этапов выполнялся рациональным комплексом методов, включающим радиоактивный картаж (ГК, ГК), кавернометрию. Характерный рисунок диаграмм, обусловленный строением, мощностью, составом, а также выдержанные межпластовые расстояния или закономерное их изменение, позволяют в большинстве случаев однозначно определить наличие тектонических нарушений. Геологические нарушения устанавливались по повтору пластов и разрезов, аномальному увеличению межпластового расстояния, отсутствию корреляции между разрезами скважин. По комплексам геофизических исследований в

Выкопировка с геологического разреза по разведочной линии XVIIIa. Скважина 9922

Выкопировка с литолого-прочностного разреза. Скважина 9922, р. л. XVIIIa

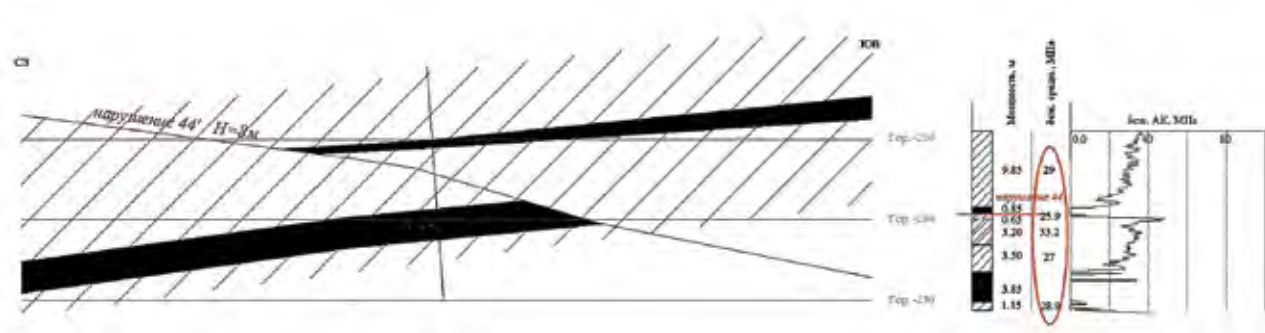


Рис. 1. Фрагмент литолого-прочностного разреза по скважине с тектоническим нарушением и геологический разрез к нему

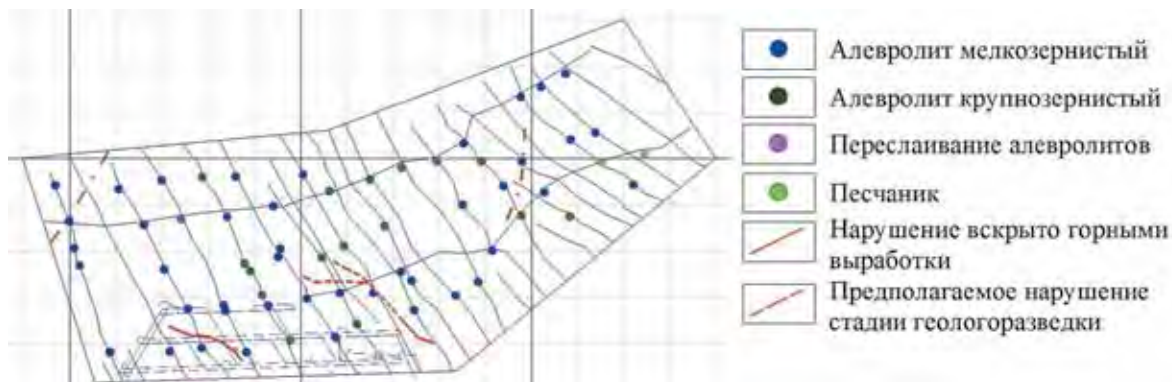


Рис. 2. Отображение количества значений предела прочности по скважинам, непосредственной кровли пласта по литологическим разностям в Micromine.

скважинах выполнялся расчет предела прочности на одноосное сжатие для углевмещающих пород кровли и почвы пласта, исключая угли и углистые породы. Для расчета были применены многомерные корреляционные уравнения, выведенные для данного угольного месторождения в процессе опытно-методических работ. В качестве исходной информации использованы результаты исследований по двум скважинам, расположенным на основном поле. Корреляционные уравнения имеют следующий вид:

$$\sigma_{ск.} = 18,8 \ln \rho_k - 27,4 \ln (100 I\gamma) + 96,6 d - 211,2$$

$$\sigma_{ск.} = 11,6 \ln \rho_k - 16,8 \ln (100 I\gamma) - 91\Delta T + 559,$$

где: ρ_k — кажущееся сопротивление пород, определенное по диаграмме $\rho_{k,г}$;

$I\gamma$ — нормированная гамма-активность пород, определенная по диаграмме ГК. Нормирование выполнено таким образом, чтобы гамма-активность алевролита равнялась 0,6, угля — 0,1.

δ — плотность пород. Для определения плотности использовалась диаграмма ГГК. Плотность определялась по формуле:

$$d = 3.0827e^{-1.2793n + \Delta d_{опор.}}$$

где n — значения ГГК, исправленные за изменение диаметра скважины;

$\Delta d_{опор.}$ — разница между рассчитанным значением плотности и лабораторной плотностью в опорной скважине по опорному интервалу;

ΔT — интервальное время, определенное по диаграммам акустического каротажа.

Результаты расчетов предела прочности выносились в виде графиков на литолого-прочностные разрезы, прилагаемые к прогнозу состояния кровли угольных пластов (рис. 1). Плотность данных по пределу прочности на исследуемом участке в среднем составляет 1 расчет на 275 тыс. м².

Как правило, тектонические нарушения, фактически вскрытые горными выработками, не совпадают с имеющимися данными геологоразведки: положение сместителя и зоны повышенной трещиноватости кардинально отличаются.

Данная ситуация послужила катализатором для детального изучения определенного участка недр, на котором ведутся подготовительные горные работы и в ближайшее время планируется отработка пласта с целью выявления опережающей информации по зонам повышенной трещиноватости.

Анализ данных (физико-механические свойства пород и др.), полученных в результате проведения геологоразведочных работ, позволили определить фоновые показатели прочностных свойств ($\sigma_{ск}$ — предел прочности, f — коэффициент

крепости), пород непосредственной кровли пласта разных литологических разностей. На участке недр с помощью литолого-прочностных разрезов анализировались данные по пределу прочности пород кровли пласта. Были найдены подсечения скважинами тектонических нарушений. Значения предела прочности оказались заниженными по сравнению с фоновым значением для данной литологической разности, что не зависело от амплитуды смещения пласта и глубины ведения работ. Таких данных оказалось намного больше, чем подсечений скважинами тектонических нарушений.

Далее для выявления потенциальных зон с возможной тектонической нарушенностью было использовано ПО Micromine. Первый этап начался с подготовки базы данных непосредственной кровли пласта участка недр, в которую были занесены значения предела прочности по скважинам. Отображения данных по каждому литотипу пород производилось в разной цветовой кодировке, для облегчения восприятия данных.

Второй этап заключался в построении сеточных моделей участка недр высотных отметок кровли пласта и непосредственной кровли. На основе сеточных моделей создавалась блочная модель непосредственной кровли пласта. На третьем этапе проводилась оценка значений содержаний, показателя предела прочности пород кровли с помощью интерполяции методом ординарного кригинга. Так как непосредственная кровля пласта была представлена разными литологическими типами с разными грациями значений показателей прочности, оценка делалась отдельно для каждого вида пород.

Полученный результат демонстрирует, что положение проинтерполированной зоны повышенной трещиноватости совпадает с направлением простираения фактически вскрытых нарушений, чего нельзя сказать про данные геологоразведки. В связи с этим пришла идея проверить и детализировать полученную информацию. Количество пересечений кровли пласта составляет 62 скважины, 43 из них имеют данные предела прочности. Плотность разведочной сети весьма разрежена, среднее расстояние между скважинами в профиле составляет 250 м, между профилями 350 м. Были отобраны образцы через 50-100 м из непосредственной кровли пласта выработки, в зоне влияния фактически вскрытых тектонических нарушений, и проделана серия испытаний определения коэффициента крепости пород с помощью ручного прибора РПП. Полученные результаты крепости пород были переведены в предел прочности и внесены в базу данных Micromine по скважинам.

$$f = \delta_{сж} / 10; \delta_{сж} = f \times 10$$

Тем самым была детализирована зона повышенной трещиноватости кровли пласта с помощью фактически вскрытых нарушений при проведении горной выработки.

При встрече непрогнозируемого нарушения пласта, продвижение подготовительного или очистного забоя замедляется в связи с изменением технологии горных работ, а также доставкой необходимых материалов и оборудования, что в свою очередь приводит к невыполнению производственного плана. Прогнозирование и выявление зон пониженной прочности кровли пласта с помощью ПО Micromine в будущем облегчит горные работы не только геологической службе, но и подготовительным участкам шахты.

Марина ВАСИЛЬЕВА,
геолог АО «Сибирский Антрацит»

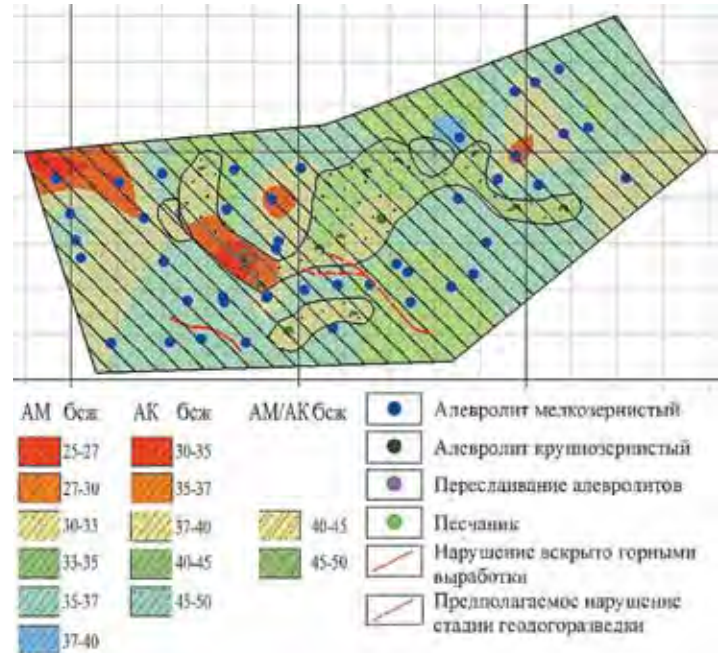


Рис. 3. Блочная модель непосредственной кровли пласта. (AM — алевролит мелкозернистый, AK — алевролит крупнозернистый, AM/AK — переслаивание алевролитов).

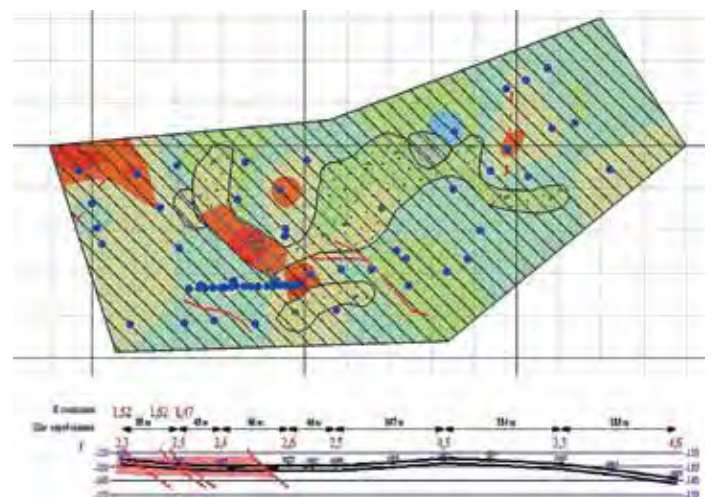


Рис. 4. Сверху. Профиль выработки. Пунктирной линией показан достоверный разлом, сплошной — зона повышенной трещиноватости. Снизу. Итоговая блочная модель непосредственной кровли пласта с детализированной зоной трещиноватости с учетом опробования по горной выработке. Условные обозначения см. рис. 3