

С.В. Риб, В.В. Басов, А.М. Никитина

Сибирский государственный индустриальный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИЗЬЮНКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ
НА СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТИ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ**

Кузнецкий угольный бассейн характеризуется весьма высокой тектонической нарушенностью [1, 2]. Влияние дизъюнктивных нарушений на производительность и безопасность подземных горных работ вызвано формированием опасных зон, которые характеризуются повышенным выделением метана, воды, неустойчивыми породами кровли, краевой части пласта, снижением прочности угля и боковых пород, а также увеличением их трещиноватости. Часто наблюдаются отжим угля, пучение пород почвы подготовительной выработки, интенсивное образование «заколов» и «куполов» пород кровли и др. В этой связи возрастают дополнительные трудовые и материальные затраты, связанные с проведением мероприятий по обеспечению устойчивости пород кровли и неоднородных целиков. Безопасность ведения горных работ в зонах влияния геологических нарушений разрывного типа предусматривается разработкой специальных проектов или мероприятий, которые регламентируются «Положением о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах» [3].

Оценка состояния массива горных пород с разрывными нарушениями в окрестности подготовительных выработок, охраняемых неоднородными угольными целиками, является важной научной и технологической задачей.

В настоящей работе представлены результаты решения задачи о напряженно-деформированном состоянии (НДС) геомассива с разрывными нарушениями, вмещающего подготовительную выработку, охраняемую неоднородным угольным целиком.

Исследование проводили согласно методике работы [4], в основе которой применяется метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в комплексе программ, разработанном специалистами кафедры геотехнологии СибГИУ [5]. Использование МКЭ позволяет учесть многообразие влияющих факторов и отобразить в модели структурные особенности массива горных пород в виде контактных условий.

В качестве объекта исследований приняты горно-геологические условия шахты «Большевик» в пределах Байдаевского угленосного района, в котором часто встречаются геологические нарушения вследствие повышенной геодинамической активности Алтае-Саянской складчатой области, характеризующейся наличием пликативных и дизъюнктивных нарушений. Рассматриваемое месторождение в пределах горного отвода шахты «Большевик» в соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» [6] относится ко второй группе сложности геологического строения. Это подтверждается широким развитием разрывных нарушений и наличием складчатых форм, мелких тектонических подвижек, размывов пластов и участков неустойчивой кровли, установленных в процессе подземной отработки угольных пластов 29а и 30.

Исходные данные сформированы согласно методике подготовки исходных данных для решения двухмерных задач численного моделирования [7].

При построении численных моделей исследуемых областей геомассива учитывали следующие горно-геологические и горнотехнические условия.

Горные работы на шахте «Большевик» ведутся на угольном пласте 30 мощностью 3,0 м, который имеет сложное строение. Предел прочности угля при сжатии составляет 10 МПа. Непосредственная кровля пласта представлена мелкозернистым алевролитом с коэффициентом крепости $f = 3 \div 4$. Угол падения пласта – ноль градусов. После отработки выемочного участка 30-52 охрана конвейерного штрека 30-53 осуществляется неоднородным угольным целиком (рис. 1). Выемочные участки 30-52 и 30-53 попадают в границу опасной зоны у нарушения «3в».

Моделировали влияние дизъюнктивных нарушений на устойчивость конвейерного штрека 30-53 и угольного целика вне зоны влияния опорного давления и в зоне влияния опорного давления от выработанного пространства 30-52.

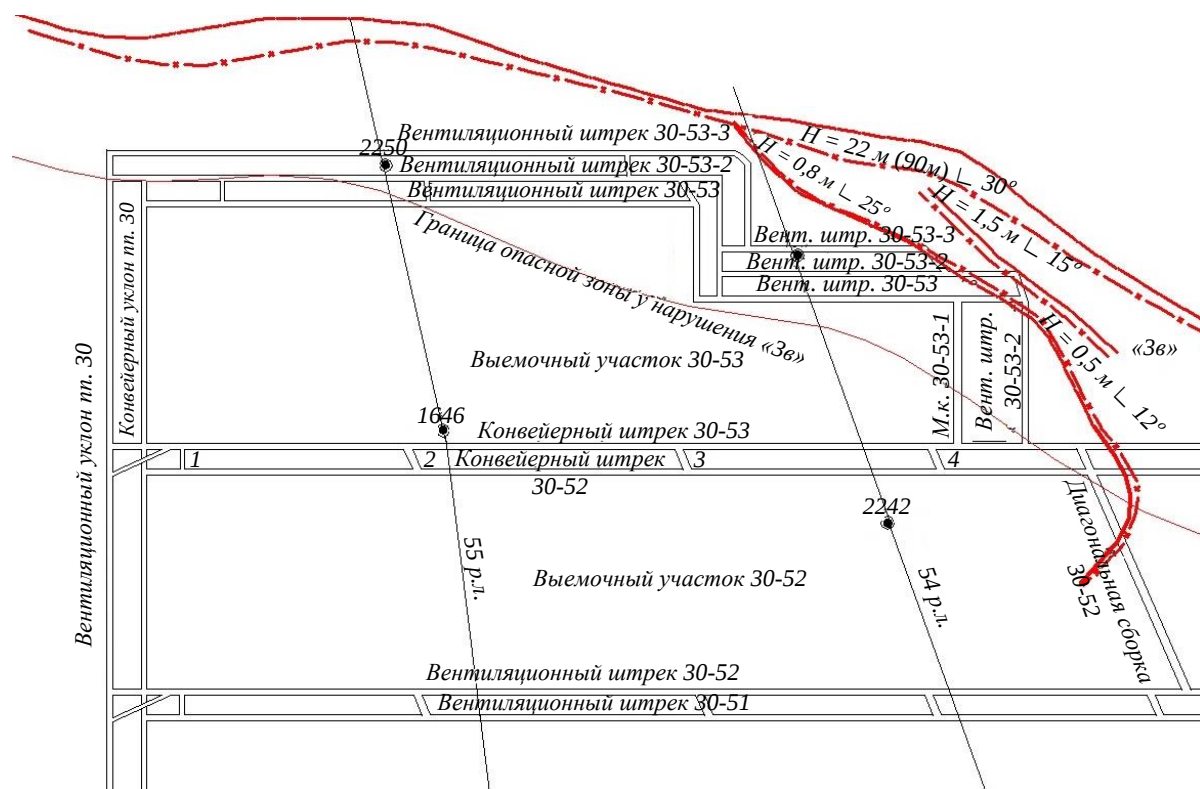


Рис. 1. Выкопировка из плана горных выработок по пласту 30

На первом этапе рассмотрены две модели (вне зоны влияния опорного давления):

- геомассив с системой горных выработок;
- геомассив с системой горных выработок и дизъюнктивными нарушениями разрывного типа.

На рис. 2 показан фрагмент геометрической модели № 2 с дизъюнктивными нарушениями «Зв», «Зн» и «136» типа взброс, которые развиты большей частью вдоль северо-восточной границы шахтного поля. Падение несогласных взбросов составляет 30 – 45° на юго-запад. Наиболее крупными в шахтном поле являются

поперечные несогласные взбросы «Зв» и «Зн». Плоскости сместителей падают на юго-запад под углом 35 – 45°. Дизъюнктивы расположены на расстоянии 30 – 120 м друг от друга и сопровождаются зонами трещиноватости, дробления и перематостью пород мощностью от 5 – 15 до 25 – 30 м.

По результатам расчета параметров НДС с помощью комплекса программ проведена оценка изменения распределения полных вертикальных напряжений, построены совмещенные планы изолиний распределения полных вертикальных напряжений (рис. 3).

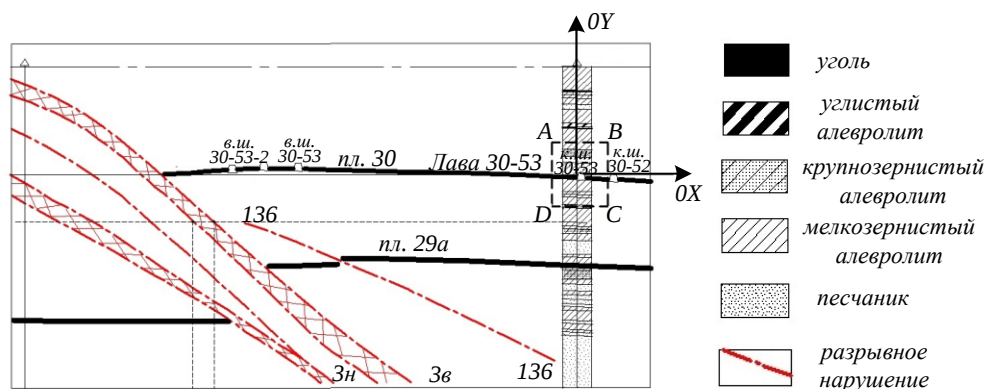


Рис. 2. Фрагмент геометрической модели № 2

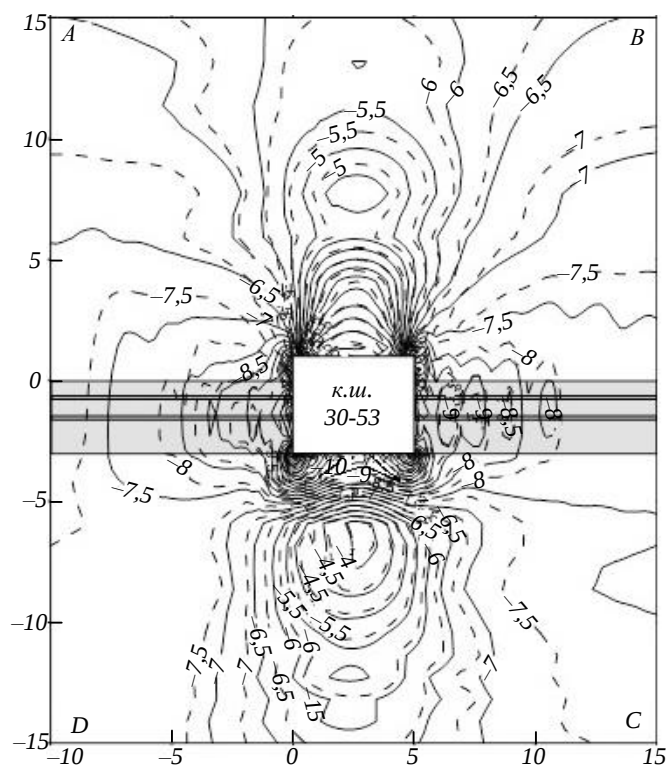


Рис. 3. Изолинии распределения полных вертикальных напряжений (область ABCD на рис. 2):
 — — без нарушения; - - - - с нарушением

В характерных точках области ABCD (бока, кровля и почва выработки) было определено, что влияние нарушений состоит в изменении состояния пород в окрестности ближней выработки в правом боку конвейерного штрека 30-53 (краевая часть целика), полные вертикальные напряжения увеличиваются на 15 % по сравнению с массивом без наличия дизъюнктива.

На втором этапе исследований в моделях произведен дополнительный учет влияния опорного давления после отработки выемочного столба 30-52. Определяли изменения рас-

пределения остаточной прочности к исходной. По результатам численного моделирования (рис. 4) установлено следующее:

- при отсутствии разрывных нарушений в почве выработки образуются зоны пучения, концентрация этих зон расположена ближе к бокам выработки и зоне дезинтегрированных пород в кровле выработки;
- в геомассиве с дизъюнктивными нарушениями присутствует зона пучения, зона дезинтегрированных пород в кровле уменьшается, но ожидается отжим угля с боков выработки,

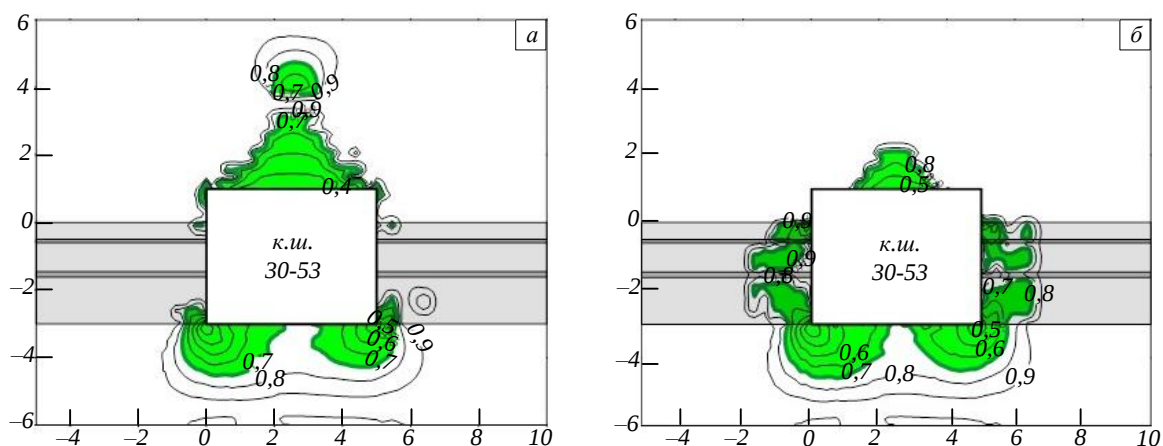


Рис. 4. Изолинии распределения отношения остаточной прочности к исходной в зоне опорного давления:
 а – без нарушения; б – с нарушением

что требует применения специальных мероприятий и корректировки паспортов крепления подготовительной выработки.

Выводы. На основе анализа результатов моделирования подтверждается необходимость разработки мероприятий по приведению в безопасное состояние конвейерного штрека. Понижение напряжений в боках выработки на потенциально опасном участке может быть достигнуто за счет изменения структуры пород кровли путем анкерования. При этом увеличится площадь опоры кровли на бока выработки, уменьшится удельное давление на почву пласта, зона максимума опорного давления от краевой части переместится в глубь целика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Предотвращение динамических и газодинамических явлений при подземной разработке угольных пластов / Е.А. Плотиных, В.В. Дырдин, И.С. Елкин, Т.Н. Гвоздкова. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2010. – 159 с.
2. Цейслер В.М. Полезные ископаемые в тектонических структурах и стратиграфических комплексах на территории России и ближнего зарубежья: Учебное пособие. – М.: Университет, 2007. – 127 с.
3. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. – СПб.: ВНИМИ, 1994. – 28 с.
4. Риб С.В., Басов В.В. Методика численного исследования напряженно-деформированного состояния неоднородных угольных целиков с применением современных компьютерных технологий // Вестник СибГИУ. 2015. № 4 (14). С. 22 – 26.
5. Риб С.В., Фрянов В.Н. Разработка комплекса проблемно-ориентированных программ для численного моделирования напряженно-деформированного состояния неоднородных угольных целиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 3. С. 367 – 372.
6. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Приказ МПР РФ от 11.12.2008 г. № 278.
7. Риб С.В., Басов В.В. Методика подготовки исходных данных для решения двумерных задач численного моделирования неоднородных угольных целиков // Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (14). С. 11 – 13.

© 2016 г. С.В. Риб, В.В. Басов,
А.М. Никитина
Поступила 15 марта 2016 г.

УДК 622.831:622.251.8

С.В. Риб, В.А. Волошин, А.В. Зелинский, В.Н. Фрянов

Сибирский государственный индустриальный университет

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОМАССИВЕ И СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ ШАХТ ЕРУНАКОВСКОГО РАЙОНА

В настоящее время на угольных месторождениях Ерунаковского геолого-экономического района все угольные шахты вскрываются наклонными стволами. Одним из основных этапов строительства наклонных стволов является сооружение их устьев. Сложные горно-геологические условия определяют выбор способа проведения устья, от которого зависят как сроки строительства, так и уровень безопасности [1]. Важное значение уделяется

проведению стволов в наносах (слабых неустойчивых и обводненных породах) до коренных пород. Так, например, на шахте «Костромовская» в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях строительство устья наклонного ствола в наносах подземным способом затянулось на месяцы; строительство сопровождалось вывалами пород и разрушением крепи на протяженном участке [2].