

и др., происходили интенсивные процессы замещения. По андезитовой лаве формировались, по существу, новые породы, обогащенные хлоритом, кварцем, гидрослюдами, сидеритом, так что первоначальный состав пород определяется с трудом: по реликтовой текстуре и остаточным минералам. Известняки доломитизировались, перекристаллизовывались, в них образовывались пустоты выщелачивания, приуроченные, главным образом, к различным минерализованным трещинам, а в брекчированных разностях — к цементирующей обломки глинисто-кальцитово-матрице, унаследовано развиваясь по пустотам неполной цементации и растворения при доломитизации. Графито-кремнистые сланцы подверглись растрескиванию, послойному окремнению и гидрослюдизации.

В это же время, вероятно, закладывались многочисленные тектонические трещины, которые соединяли пустоты выщелачивания и способствовали дальнейшему увеличению пустотного пространства и с этой же стадией связана миграция углеводородов, следы которых отмечены в пустотах и прожилках более поздних генераций.

Оказавшись под слоями мезо-кайнозойских терригенных отложений, палеозойские образования, испытывая погружение, вновь попадали в зону прогрессивного катагенеза, но уже наложенного. Часть незаполненных углеводородами пустот заполнилась кальцитом и кремнистым материалом. В то же время образовывались новые трещины и полости выщелачивания, которые при изменении гидрохимических условий заполнялись углеводородами.

Таким образом, исследования, проведенные в скважине 26 Чкаловского нефтяного месторождения, показали сложное строение нефтегазоносного горизонта зоны контакта палеозойских и мезозойских пород.

Комплекс отложений представлен тремя типами пород: известняками, графито-кремнистыми сланцами и метаандезитами. В зависимости от состава пород в них наблюдается специфическая минерализация: например, развитие хлорита в пустотах и прожилках в метаандезите.

Вместе с тем отмечается присутствие «сквозных» минералов, присутствие которых не связано с составом пород, а обусловлено процессами, протекающими во всем комплексе зоны контакта. Они представлены карбонатами и кварцем, развитыми в пустотах и трещинах.

Вся толща интенсивно изменена, разбита сетью разноориентированных трещин, заполненных кальцитом, доломитом, кварцем и серицитом. Этими же минералами заполнены первичные поры пород. Вверх по разрезу степень изменения пород повышается: возрастает роль кальцита, доломита и кварца, причем, наряду с кальцитизацией, доломитизацией и окварцеванием, широкое развитие получил процесс сидеритизации.

По субвертикальным трещинам, реже трещинам, ориентированным в субгоризонтальном направлении, мигрировала нефть, следы которой повсеместно отмечаются в пустотах прожилков и в участках пород, примыкающих к ним.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахова Р.Г. Метаморфизм и перераспределение органического вещества осадочных пород под влиянием траппов // Литология и геохимия нефтегазоносных толщ Сибирской платформы. — М.: Наука, 1981. — С. 122–124.
2. Ежова А.В. Условия формирования доюрских образований Чкаловского газоконденсатного месторождения // Три века горно-геологической службы России: Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. — Томск, 2000. — Т. 1. — С. 195–197.

УДК 622.831.232

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН РАЗГРУЗКИ, ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОДРАБОТАННЫХ ПОРОД КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ СВИТЫ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет». г. Новокузнецк  
E-mail: rector@sibsiu.ru

*Используя пространственную расчетную модель деформирования и разрушения горных пород, разработанную на основе метода конечных элементов, проведено исследование формирования зон разгрузки, повышенного горного давления и разрушения подработанных пород кровли при отработке свиты угольных пластов*

Существующие методы прогноза напряженно-деформированного состояния (НДС) при отработке свиты угольных пластов могут быть применены, как правило, для анализа в вертикальных плоскостях при

решении двумерной задачи [1–4 и др.]. В этих методиках не учитываются такие явления, как снижение интенсивности сдвижений подработанных и надработанных пород под и над угловыми участками выра-

ботанного пространства, а также интенсификация процессов сдвижения в зоне влияния выступов при сложной форме границ выработанного пространства. Использование пространственной расчетной модели геомеханических параметров угленосного массива в зоне влияния горной выработки позволяет прогнозировать аномальный характер сдвижения и распределения параметров НДС на таких участках, а также оценить влияние опережающей подработки или надработки свиты угольных пластов.

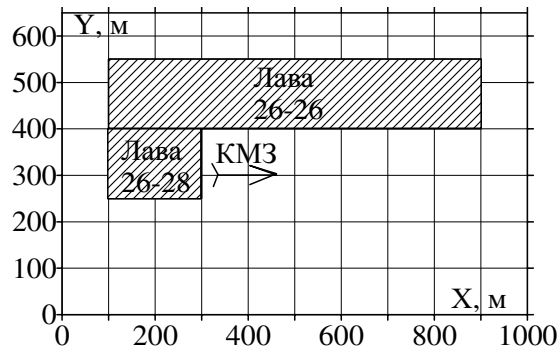


Рис. 1. Схема отработки выемочного поля

Для расчета параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород при отработке свиты пластов использовалась пространственная расчетная модель деформирования и разрушения горных пород, разработанная авторами на основе метода конечных элементов [5].

Согласно программе исследования [6] был проведен расчет параметров НДС угленосного массива для свиты угольных пластов 26<sup>а</sup> и 26<sup>б</sup> шахты «Абашевская» в Кузбассе. Моделировалась отработка пласта 26<sup>б</sup> для выемочного участка, форма и размер которого приведены на рис. 1. Расстояние очистного забоя от монтажной камеры – 200 м.

Учитывая, что влияние угловых участков выработанного пространства проявляется менее интенсивно по сравнению с плоским сечением, наибольшее внимание при исследовании было уделено изучению влияния уступа отработываемого пласта (рис. 1) на распределение параметров НДС в надработываемых и подработываемых пластах. Для достижения необходимой степени детализации объекта, используя метод вложенных областей [7], выполнялся вырез над уступом (под уступом), ограниченный координатами  $250 \leq x \leq 450$ ,  $250 \leq y \leq 450$ .

По результатам исследования влияния уступа в выработанном пространстве на форму и размеры зоны разгрузки установлено, что отношение высоты зоны полной разгрузки в породах кровли и почвы отработываемого пласта по горизонтальным напряжениям составляет (рис. 2): до уступа (сечение  $x=200$ , рис. 1) 0,5; под уступом (сечение  $x=300$ , рис. 1) 1,67; впереди уступа (сечение  $x=400$ , рис. 1) 1,5.

Высота зоны полной разгрузки над уступом в надработанном пласте снижается по сравнению с высотой зоны впереди забоя. Наличие зоны полной разгрузки по вертикальным напряжениям выявлено только в породах кровли, а ее высота составляет 20...25 м (рис. 2). Высота зоны частичной разгрузки в породах почвы прослеживается на глубину до 130 м, т.е. отношение этой глубины к размерам выработанного пространства составляет 0,8.

В результате исследования влияния уступа в выработанном пространстве на параметры зоны повышенного горного давления при увеличении угла падения породных слоев от 0 до 30° в отработываемом пласте установлены следующие закономерности (рис. 3):

- вертикальные напряжения снижаются над уступом в 1,12 раза;

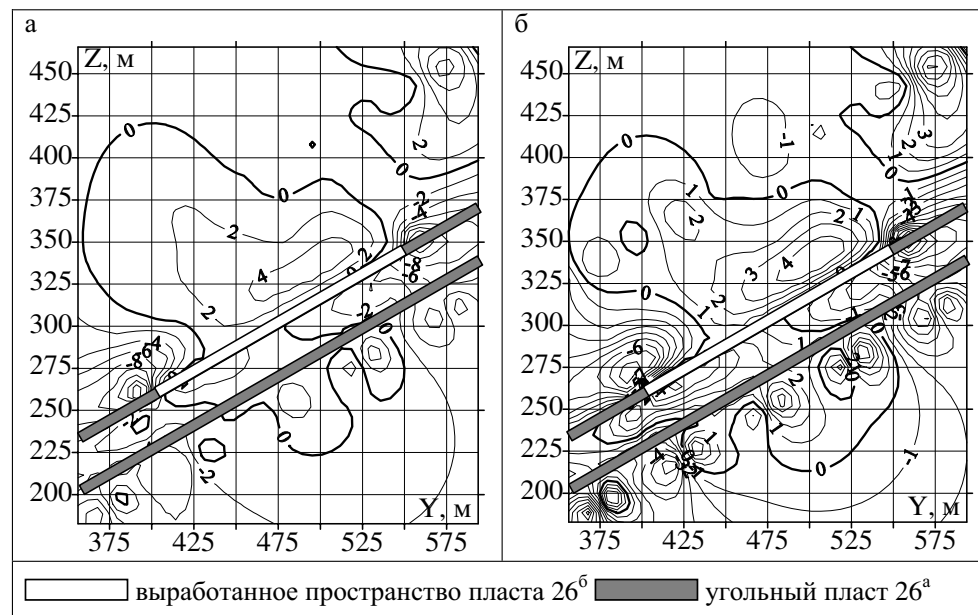


Рис. 2. Границы зоны полной разгрузки горизонтальных напряжений: а) над уступом (сечение  $x = 300$ ); б) впереди уступа (сечение  $x = 400$ )

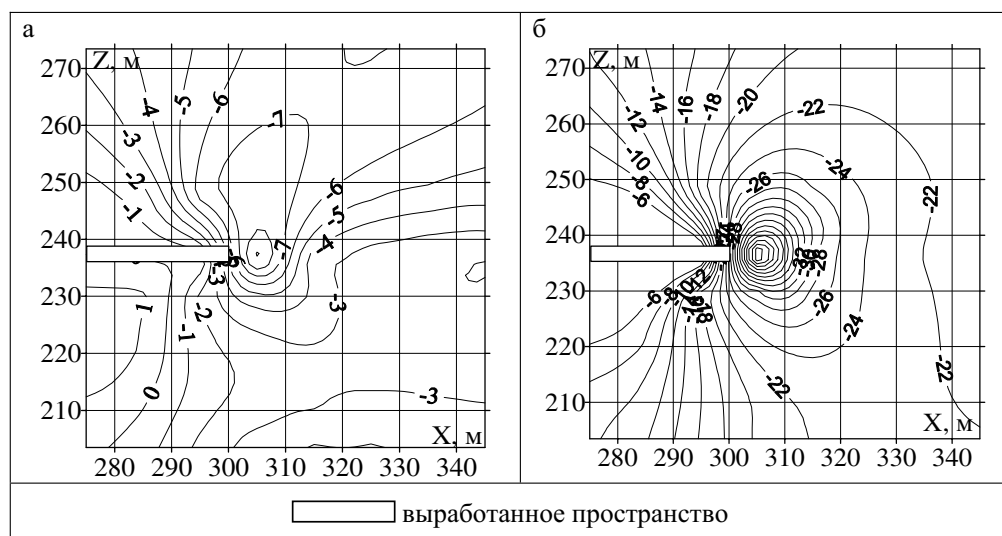


Рис. 3. Изолинии распределения напряжений в окрестности уступа (сечение  $y=350$ ): а) горизонтальных; б) вертикальных

- длина зоны опорного давления впереди забоя снижается в 1,4 раза;
- коэффициент концентрации вертикальных напряжений уменьшается с 6,5 до 5,5;
- коэффициент бокового давления снижается с 0,43 до 0,27.

При увеличении угла падения породных слоев от 0 до  $30^\circ$  в надрабатываемом пласте установлено, что коэффициент концентрации вертикальных напряжений уменьшается с 1,8 до 1,5 и коэффициент бокового давления снижается с 0,38 до 0,27 (рис. 3).

При надработке горизонтально залегающего пласта вертикальные напряжения в надрабатываемом пласте под уступом верхнего пласта изменяются монотонно. При наклонном залегании пласта ( $30^\circ$  по оси ОУ) наблюдается несколько экстре-

мальных точек (точки А, В, С на рис. 4), в которых отмечаются повышенные величины горизонтальных и вертикальных напряжений. Учитывая неравномерность распределения этих концентраторов напряжений в угольном массиве, следует ожидать в указанных зонах надрабатываемого пласта повышенную вероятность динамического проявления горного давления в форме горных ударов и внезапных выбросов.

По результатам исследования влияния уступа в выработанном пространстве верхнего отработываемого пласта на характер разрушения пород в кровле и почве установлено, что высота зоны обрушения пород кровли над отработанным выше выемочным столбом достигает 75 м, т.е. отношение высоты этой зоны к ширине выработанного пространства составляет 0,5 (рис. 4). Зона разрушения

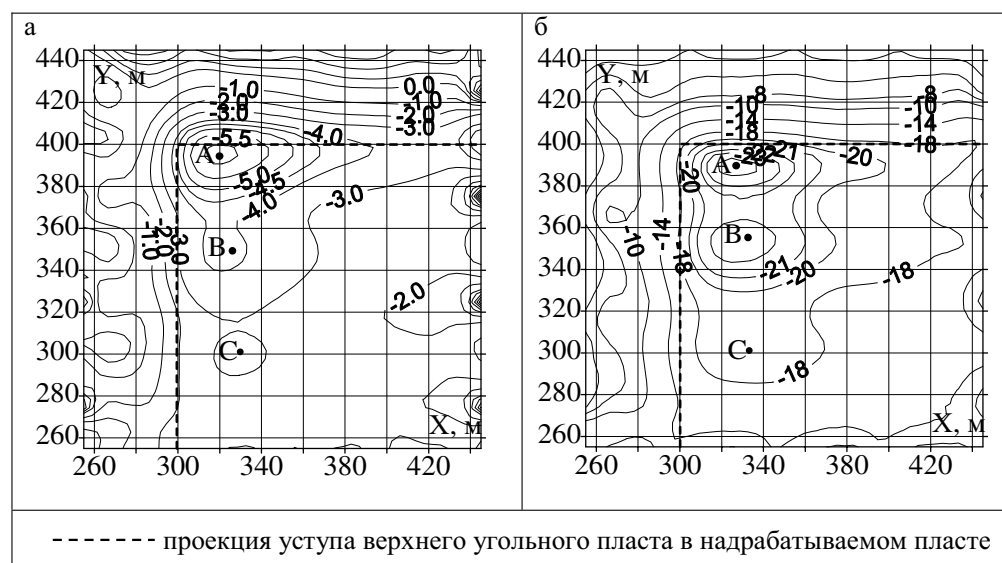


Рис. 4. Изолинии распределения напряжений в надрабатываемом пласте в окрестности уступа при наклонном залегании пласта: а) горизонтальных; б) вертикальных

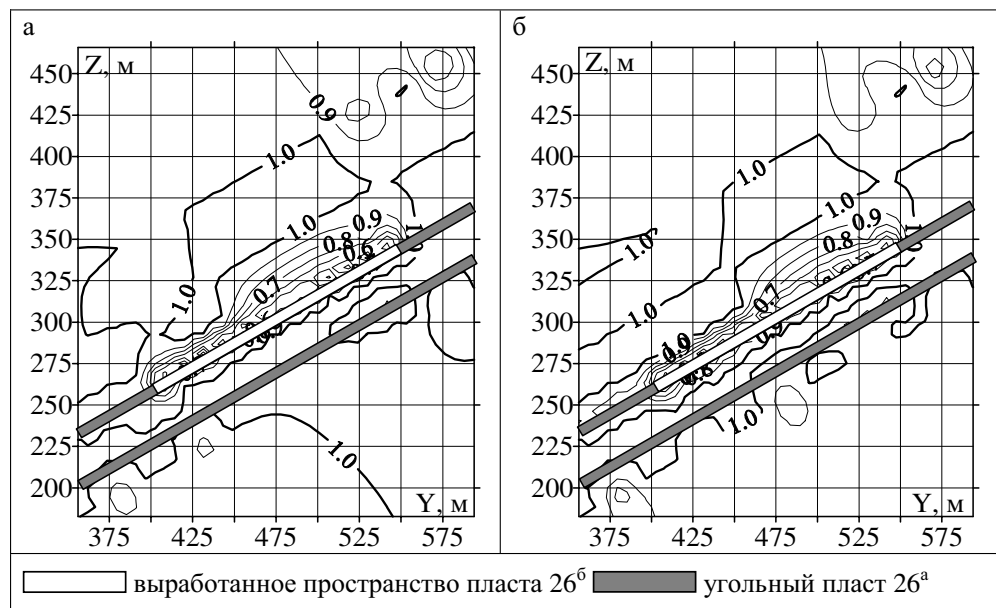


Рис. 5. Границы зоны разрушения угля и пород: а) над уступом (сечение  $x = 300$ ); б) впереди уступа (сечение  $x = 400$ )

при угле падения более  $0^\circ$  асимметрична и смещена в сторону восстания пласта. На участке влияния уступа ширина зоны разрушения увеличивается в сторону падения пласта. Породы почвы в выработанном пространстве под влиянием разгрузки разрушаются на глубину 5 м.

Зоны разрушения надрабатываемого пласта расположены под границами выработанного пространства верхнего пласта (рис. 5).

Явление образования трещин в углепородной толще между надработанным пластом и выработанным пространством верхнего пласта подтверждается на практике при отработке пласта 16 в

условиях шахты «Абашевская», где происходили прорывы метана из надрабатываемого пласта по трещинам, расположенным по периметру выработанного пространства верхнего пласта [8].

Таким образом, в результате проведенных исследований в надрабатываемом пласте под уступом верхнего пласта выявлена неравномерность распределения вертикальных и горизонтальных напряжений по линии падения пласта, а также определены зоны разрушения отрабатываемого и надрабатываемого пласта, что позволяет прогнозировать геомеханическую ситуацию при отработке свиты угольных пластов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Слесарев В.Д. Разработка свиты пластов. — М.: Углетехиздат, 1948. — 184 с.
2. Борисов А.А. Взаимодействие выработок при разработке свит пластов. — Л.: ЛГИ, 1980. — 97 с.
3. Управление горным давлением при разработке пологих пластов с труднообрушаемой кровлей на шахтах Кузбасса / С.И. Калинин, А.Ф. Лютенко, В.П. Егоров, С.Г. Дьяконов. — Кемерово: Кемеровское книжное изд-во, 1991. — 247 с.
4. Методы и средства решения задач горной геомеханики / Г.Н. Кузнецов, К.А. Ардашев, Н.А. Филатов и др. — М.: Недра, 1987. — 248 с.
5. Павлова Л.Д. Алгоритм прогноза напряженно-деформированного состояния и разрушения горных пород в окрестности подготовительной выработки // Известия вузов. Горный журнал. — 2003. — № 1. — С. 59–63.
6. Павлова Л.Д. Программа исследований влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на распределение параметров напряженно-деформированного состояния слоистого углепородного массива // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Сб. научных статей. — Новокузнецк, 2004. — С. 39–44.
7. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. — М.: Недра, 1987. — 221 с.
8. Лаврик В.Г. Взаимодействие геомеханических и газодинамических процессов при интенсивной отработке пологих газоносных пластов / В.Г. Лаврик, С.Р. Ногих, М.И. Радиковский. — Новокузнецк: АОУК «Кузнецкуголь», препринт № 57, 1988. — 13 с.