

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 622.83

А.В. Дягилева, В.А. Гоголин, И.С. Елкин, Е.А. Плотников

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ПРОТЯЖЕННОСТЬ ЗОНЫ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

При отработке угольного пласта очистным комплексом важными технологическими параметрами являются распределение горного давления впереди очистного забоя, протяженность зоны опорного давления. Нами предложен полуэмпирический способ оценки зоны опорного давления впереди очистного забоя для полого угольного пласта. При этом необходимо отметить, что существующие разработанные «точные» методы расчета напряженно деформированного состояния горных пород и угольного пласта в окрестности очистной выработки в рамках теории упругости и пластичности не дают адекватного описания этого геомеханического процесса, так как не учитывают потерю сплошности пород кровли над выработанным пространством и поэтому, в принципе, не применимы для подработанного массива горных пород. В работе [1] предложено использовать эмпирические данные о давле-

нии обрушаемых пород кровли на почву пласта, что тем самым позволяет исключить из рассмотрения в системе «пласт – вмещающие породы» кровлю пласта и рассматривать взаимодействие пласта с породами почвы в рамках механики сплошных сред. Получаемые при этом интегро-дифференциальные уравнения описывают только одномерное пластичное [2] или запредельное [3] состояние краевой части пласта. В то же время, полуэмпирический подход к описанию опорного давления, как например, в [4], позволяет, во-первых, достаточно просто качественно задать кривую опорного давления и, во-вторых, количественно определить ее параметры, опираясь на эмпирические данные.

Рассмотрим задачу о перераспределении веса пород кровли на почву пласта и угольный пласт (рис. 1).

Распределение нормальных напряжений $\sigma_y(x)$ на почву

пласта в выработанном пространстве от веса обрушаемых пород кровли принимаем по [1] в виде треугольной эпюры (рис. 1, кривая 1) при неполной подработке поверхности и в виде трапециевидной эпюры (рис. 1, кривая 2) при полной подработке, что определяется длиной выработанного пространства $2l$ и величиной угла давления φ при заданной глубине разработки H , распределение опорного давления принимаем в виде

$$\sigma_y(x) = \gamma H + \sigma(x), \quad (1)$$

где $\sigma(x)$ – дополнительные, нормальные к пласту напряжения.

Для качественного описания кривой опорного давления (рис. 1, кривая 3) задаем эти напряжения как

$$\sigma(x) = a(x-c) e^{-bx}. \quad (2)$$

Параметры эмпирической зависимости (2) определяем из следующих физических условий:

- 1) суммарная дополнительная нагрузка на пласт равна части веса пород кровли над выработанным пространством, не распределенной на почву пласта

$$\int_0^{+\infty} \sigma_y(x) dx = \Delta \cdot \gamma H, \quad (3)$$

где

$$\Delta = \left(l - \frac{l^2 \operatorname{tg} \varphi}{2H} \right)$$

– при неполной подработке поверхности и $\Delta = H \operatorname{ctg} \varphi/2$ – при полной;

- 2) значение $\sigma_y(0)$ равно осстаточной прочности угля на сжатие краевой части пласта

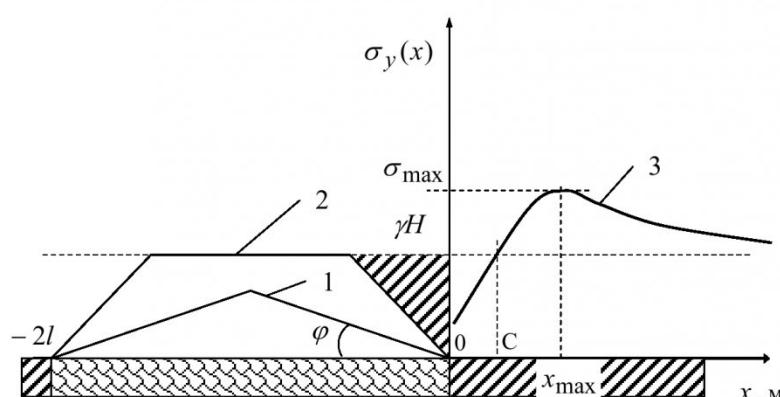


Рис. 1. Распределение горного давления на почву пласта в выработанном пространстве – 1, 2 и опорного давления – 3

или

$$\sigma_y(0) = \gamma H + \sigma_0; \quad (4)$$

3) наклон кривой опорного давления на кромку пласта мощностью m определяется прочностью угля на сдвиг K согласно решению Прандтля [5]

$$\sigma'(x) = 2K/m. \quad (5)$$

Совместные решения уравнений (3) - (5) при заданной зависимости (2) дает следующее выражение для параметров этой зависимости:

$$b = [\sigma_0 - \gamma H + \sqrt{(\sigma_0 - \gamma H)^2 + \Delta \gamma H \cdot 2K/m}] / (\Delta \gamma H);$$

$$a = \frac{\Delta \gamma H \cdot b^2}{2} + \frac{k}{m};$$

$$c = \frac{\gamma H - \sigma_0}{a} \quad (6)$$

При этом координаты точки максимума опорного давления x_{max} и само значение максимума σ_{max} определяются из выражений :

$$x_{max} = c + 1/b; \quad (7)$$

$$\sigma_{max} = a(x_{max} - c) \times$$

$$\times e^{-b \cdot x_{max}} = \frac{a}{b} \cdot e^{-bc-1}.$$

Протяженность зоны опорного давления L находится их условия превышения начальных напряжений γH на величину $\delta \gamma H$, т.е. из уравнения

$$a(L - c) \cdot e^{-bL} = \delta \gamma H, \quad (8)$$

которое решалось численно.

При незначительной прочности краевой части угольного массива ($\sigma_0 \ll \gamma H$), полной подработке поверхности и изменении параметров задачи в следующих диапазонах: $H = 200 \div 1000$ м; $m = 2 \div 8$ м; $K = 2,4 \div 10$ МПа; $\varphi = 65^\circ \div 75^\circ$; $\gamma = 25000$ Н/м³ выражение (6) принимает вид :

$$b = \frac{2}{Y} \sqrt{\frac{2K}{\gamma m}};$$

$$a = 2K/m; \quad c = \gamma H m / 2K. \quad (9)$$

Из (9) видно, что параметры кривой опорного давления зависят

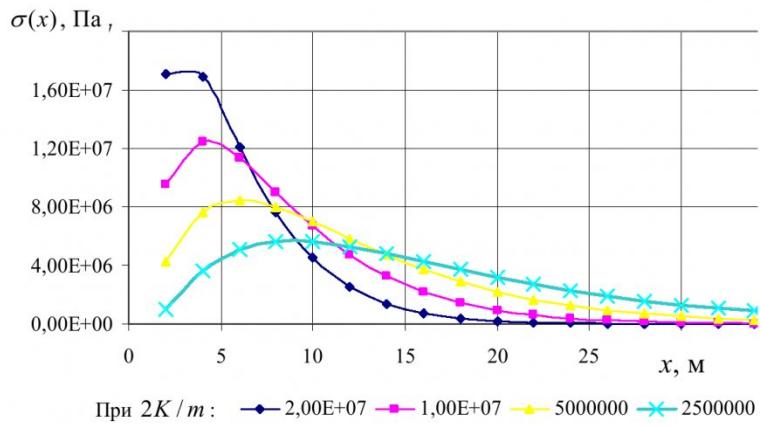


Рис. 2. Распределение нормальных напряжений на почву пласта впереди очистной выработки для $H=200$ м

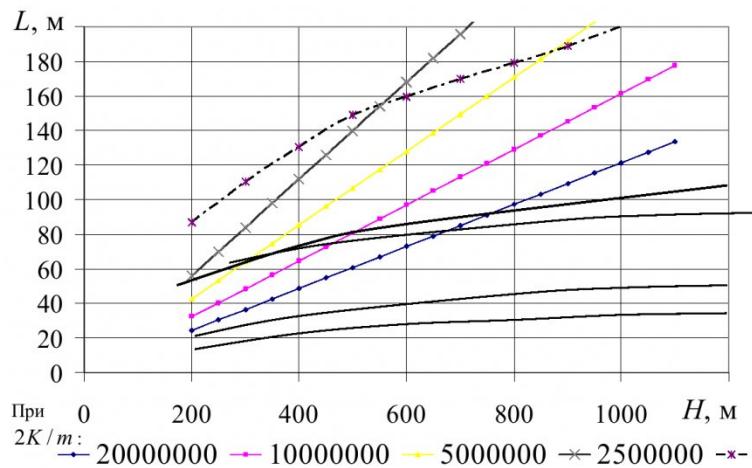


Рис. 3. Зависимость протяженности зоны опорного давления от глубины горных работ

сят от соотношения предельной прочности угля на сдвиг к полумощности пласта $m/2$. Используя (9), уравнение кривой опорного давления запишем в виде:

$$\sigma(x) = (ax - \gamma H) \cdot e^{-\frac{2}{H} \sqrt{\frac{a}{\gamma}} x}. \quad (10)$$

Расчет по (10) для различных значений параметра a представлен на рис. 2.

С использованием (10) результаты расчетов протяженности зоны опорного давления L впереди очистного забоя в зависимости от H , полученные из (8), приведены на рис. 3. для различных параметров a и $\delta=0,1$.

Сравнение полученных результатов с имеющимися дан-

ными по оценке протяженности зоны опорного давления [6], показывает их качественное совпадение. В то же время существующие результаты, в отличие от полученных, не учитывают прочностные свойства угольного пласта, и поэтому количественное сравнение с ними сделать затруднительно. Результаты расчетов дают большие значения протяженности зоны опорного давления, чем в [6], что лучше согласует с результатами исследования многих авторов.

Таким образом, предложенный способ позволяет оценить зону опорного давления, определить распределение напряжений в массиве при отработке угольного пласта исходя из горнотехнических условий ведения горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчетные методы в механике горных пород и выбросов: Справочное пособие / И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров и др. – М.: Недра, 1992. – 256 .
2. Петухов И.М. Механика горных ударов и выбросов / И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. – М.: Недра, 1983. – 279 с.
3. Рыжков Ю.А. Механика и технология формирования закладочных массивов / Ю.А. Рыжков, А.Н. Волков, В.А. Гоголин. – М.: Недра, 1985. – 291 с.
4. Вылегжанин В.Н. Структурные модели горного массива в механике геомеханических процессов / В.Н. Вылегжанин, П.В. Егоров, В.И. Мурашев. – Новосибирск: Наука, 1990. – 291 с.
5. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. – 410 с.
6. Справочное пособие для служб прогноза и предотвращения горных ударов на шахтах и рудниках / П.В. Егоров, В.В. Иванов, В.В. Дырдин и др. – М.: Недра, 1995. – 238 с.

□Авторы статьи:

Дягилева Анна Владимировна - канд.техн.наук , доц. каф. высшей математики	Гоголин Вячеслав Анатольевич - докт.техн.наук, проф. каф. прикладной математики	Елкин Иван Сергеевич - канд.техн.наук, доц. каф. физики	Плотников Евгений Анатольевич - аспирант
--	--	--	--

УДК 622

П.В. Егоров, С.И. Калинин, Б.П. Агудалин, О.П. Егоров

О СВЯЗИ ГОРНЫХ УДАРОВ С ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ

По поводу механизма горных ударов высказано много предложений и гипотез, однако к настоящему времени нельзя сказать, что мы располагаем достаточными обоснованиями, правильными представлениями о природе этого явления. Как отмечал еще С.Г. Авершин [1], многие авторы недостаточно часто разграничитывают вопросы условий возникновения горных ударов, в частности условий накопления запасов потенциальной энергии упругой деформации, от вопросов собственно механизма горного удара. Это, несмотря на то, что в нашей стране впервые горные удары появились на угольных шахтах Кизеловского бассейна и тогда рассматривалось разрушение угольных целиков и краевых частей пластов. Позже горные удары проявились на буроугольных месторождениях Средней Азии, на Партизанском месторождении, в Кузбассе и в Воркуте. В шестидесятые годы горные удары начали возникать на рудниках. Горные удары возникали в самых различных условиях (на малых и больших глубинах, в целиках и краевых

частях угольных пластов и т.п.).

В связи с возникновением горных ударов в горнодобывающей промышленности появилось много причин, с помощью которых исследователи пытались объяснить их происхождение.

Одни исследователи говорили, что горные удары являлись следствием землетрясений, другие связывали с подвижками пород и угля по поверхности тектонических трещин, когда последние оказываются в зоне сдвижения пород. Немало исследователей объясняло возникновение горных ударов тем, что зависающие над очистной выработкой слои пород при определенных, предельных пролетах не выдерживают и бурно обрушаются.

Рассмотрим несколько случаев возникновения горных ударов произошедших различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Рассмотрим ряд горных ударов, произошедших на буроугольных месторождениях Средней Азии, отличающийся высокой сейсмичностью.

За первую версию была

принята версия, заключающаяся в том, что горные удары являются следствием землетрясений.

Как указывалось в [2], в отношении связи горных ударов с землетрясениями можно отметить следующие. Из приведенной справки сейсмической станции "Ташкент" АН СССР видно, что из 20 случаев дни проявления горных ударов и землетрясений совпали 7 раз. Время возникновения горных ударов и землетрясений совпало только в двух случаях.

Ближайшая к Шурабу сейсмическая станция "Фергана", регистрирующая местные (более слабые) землетрясения, в дни возникновения и проявления горных ударов сейсмических явлений не зарегистрировала. Далее в работе [2] отмечается, что 14 ноября 1956 г. в Шурабе наблюдались толчки и колебания земной поверхности, вызванные землетрясением (по данным сейсмической станции "Ташкент" эпицентр его находится в Пакистане). Однако обследование горных выработок шахт Шурабского месторождения № 8 и шахт Смоктинского