

Надо сказать, что исследователи каждую форму или группу форм разрушения объясняют различными критериями прочности. Мы же утверждаем, что все формы разрушения формируются по траекториям максимальных эффективных касательных напряжений.

В последующих исследованиях предстоит разработать метод расчета предела прочности образцов на одноосное сжатие при продольном их разрушении, а также изучить запредельные кривые диаграмм «продольное напряжение–деформация».

Вывод. Разработана новая концепция продольного разрешения образцов горных пород, основанная на формировании траекторий максимальных эффективных касательных напряжений (линий скольжения), которая, в свою очередь, позволяет с единых позиций объяснить все наблюдаемые формы разрушения образцов горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. – М.: Физматгиз, 1975. – 832 с.
2. Одинцев В.Н. Отрывное разрушение массива скальных горных пород. – М: ИПКОН РАН, 1966. – 166 с.
3. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. –М.: Машиностроение, 1977. –423 с.
4. Поль Б. Макроскопические критерии пластического течения и хрупкого разрушения // Разрушение. – М.: Мир, 1975, т. 2. – С. 336 – 520.
5. Васильев Л.М., Васильев Д.Л. Метод расчета предела прочности горных пород на одноосное сжатие при линейной связи между контактными напряжениями // Сб. научн. тр. Геотехническая механика. Выпуск 42, – ИГТМ: Днепропетровск, 2003 – С 73 - 80.
6. Васильев Д.Л. Закономерности формирования горизонтальных нормальных напряжений в массивах горных пород // Сб. научн. тр. Геотехническая механика. Выпуск 29, – ИГТМ: Днепропетровск, 2001 – С. 17 - 21.
7. Барон Л.И. Экспериментальное определение коэффициентов крепости горных пород по шкале М.М. Протодьяконова путем испытания буровых кернов на раздавливание. Сб научн. тр. // Разрушение углей и горных пород. – М.: Углетехиздат, 1958. - С. 103 - 125.
8. Барон Л.И. Горнотехническое породоведение. – М.: Наука, 1977. – 324 с.

УДК 550.834: 622.12

Канд. техн. наук А.А. Глухов (УкрНИМИ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ШАХТНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Розглянуто варіант скінчено-різницевого методу моделювання процесу розповсюдження сейсмічних коливань стосовно до задач шахтної сейсморозвідки.

MATHEMATICAL MODELING OF SEISMIC WAVES IN TASKS OF MINING SEISMIC EXPLORATION

Version of finite-difference method for modeling of seismic waves propagation process is considered of mine seismic exploration

Новейшие методики исследования нарушений угольных пластов основаны на предварительном математическом моделировании процесса распространения сейсмических волн [1]. Модель для расчетов выбирается на основе априорных данных о горно-геологических условиях залегания пласта и о нарушении. Итоги моделирования принимаются в расчет при выборе

оптимальных условий проведения натурных наблюдений и методов обработки их результатов. Применительно к рассматриваемой проблеме наиболее распространенными методами математического моделирования являются конечно-разностные, реализованные в ряде практических разработок [2 - 5]. Он обладает существенными преимуществами перед аналитическими методами, но не лишен своих недостатков. Основным недостатком реализованных подходов является их двухмерность. Решается задача в плоскости перпендикулярной поверхности залегания пластов угля и пород. Если принять во внимание тот факт, что реальные наблюдения ведутся в плоскости залегания пласта, то очевидна проблема, связанная с тем, что анализ результатов теоретических и практических исследований основан на принципиально разных методиках. Решить эту проблему в полной мере можно только используя трехмерное моделирование. Второй недостаток основан на том, что ранее использованные подходы используют расчетные уравнения Ламе для однородной изотропной среды. Хотя данное упрощение во многом оправдано, для ряда моделей (особенно для тех, где присутствует градиентное изменение физико-механических параметров угля) следует применить иной подход.

Целью данной работы является описание основных конечно-разностных соотношений, реализующих решение данных проблем в виде, адаптированном для моделирования процесса распространения сейсмических колебаний в угольном пласте.

Как известно, уравнение движения упругой среды в общем виде можно записать как

$$\rho \ddot{u}_i = \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}, \quad (1)$$

где $\frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}$ представляет собой силу внутренних напряжений, ρ - плотность, $\ddot{u}_i$ - ускорение, σ_{ik} - тензор напряжения, который в соответствии с законом Гука можно записать в виде:

$$\sigma_{ik} = K u_{ll} \delta_{ik} + 2\mu \left(u_{ik} - \frac{1}{3} \delta_{ik} u_{ll} \right),$$

где u_{ik} - компоненты тензора смещения, ρ - плотность среды, $K = \lambda + \frac{2}{3}\mu$ представляет собой модуль всестороннего сжатия, λ и μ - коэффициенты Ламе.

С учетом этого, выражение (1) можно записать в виде:

$$\rho \ddot{u}_i = \frac{\partial \lambda}{\partial x_k} u_{ll} \delta_{ik} + 2 \frac{\partial \mu}{\partial x_k} u_{ik} + \lambda \delta_{ik} \frac{\partial u_{ll}}{\partial x_k} + 2\mu \frac{\partial u_{ik}}{\partial x_k}. \quad (2)$$

Если в выражение справа от знака равенства опустить первые два слагаемых, то получится известное уравнение Ламе, записанное для изотропной однородной среды и реализованное в [1, 5]. Первые два слагаемых необходимы при учете неоднородности среды.

Основной проблемой при использовании конечно-разностных методов на ЭВМ является тот факт, что границы решетки порождают «паразитическую» часть решения, эквивалентную отраженной от свободной границы волне. В шахтной сейсморазведке при моделировании распространения сейсмических колебаний в пласте эта проблема осложняется тем, что скорость распространения сдвиговых волн в угле может в 5 - 6 и более раз быть меньше, чем скорость распространения продольных волн в породах. В результате на полезную часть решения могут накладываться многократные отражения от любых границ решетки.

Для реализации постепенного «затухания» решения вблизи границ счетной решетки необходимо сделать предположение, что компоненты вектора перемещений можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} u &= ue^{-\alpha_x t}, \\ v &= ve^{-\alpha_y t}, \\ w &= we^{-\alpha_z t}, \end{aligned}$$

где α_i — коэффициенты затухания компонент смещения во времени. Тогда выражение (2) можно записать в виде системы:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho(\ddot{u} - \alpha_x \dot{u} + \alpha_x^2 u) &= (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \\ &+ \frac{\partial \lambda}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2 \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right), \\ \rho(\ddot{v} - \alpha_y \dot{v} + \alpha_y^2 v) &= (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \\ &+ \frac{\partial \lambda}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2 \frac{\partial \mu}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \mu}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu}{\partial z} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right), \\ \rho(\ddot{w} - \alpha_z \dot{w} + \alpha_z^2 w) &= (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \\ &+ \frac{\partial \lambda}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2 \frac{\partial \mu}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial \mu}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu}{\partial y} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right), \end{aligned} \right. \quad (3)$$

где u , v и w — компоненты смещений по x , y и z соответственно.

Для плоской задачи, предполагая отсутствие зависимости по y , систему (3) можно записать в виде:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho(\ddot{u} - \alpha_x \dot{u} + \alpha_x^2 u) &= (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \\ &+ 2 \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right), \\ \rho(\ddot{v} - \alpha_y \dot{v} + \alpha_y^2 v) &= \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial \mu}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z}, \\ \rho(\ddot{w} - \alpha_z \dot{w} + \alpha_z^2 w) &= (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial z} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \\ &+ 2 \frac{\partial \mu}{\partial z} \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial \mu}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right). \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Моделируемая область представляется неравномерной решеткой из $M \times N$ элементов (по осям x и z соответственно) размером $\Delta x_{m,n} \times \Delta z_{m,n}$ каждый ($m=1..M, n=1..N$). Расчетные соотношения можно записать в виде:

$$\begin{aligned} u_{m,n}^{p+1} &= a_{x m,n} u_{m,n}^{p-1} + b_{x m,n} u_{m,n}^p + c_{x m+0.5,n} u_{m+1,n}^p + c_{x m-0.5,n} u_{m-1,n}^p + c_{x m,n+0.5} u_{m,n+1}^p + \\ &+ c_{x m,n-0.5} u_{m,n-1}^p + d_{x m,n+1} w_{m,n+1}^p + d_{x m,n-1} w_{m,n-1}^p + d_{x m+1,n} w_{m+1,n}^p + d_{x m-1,n} w_{m-1,n}^p + \\ &+ f_{m+0.5,n+0.5} w_{m+1,n+1}^p + f_{m-0.5,n-0.5} w_{m-1,n-1}^p + f_{m-0.5,n+0.5} w_{m-1,n+1}^p + f_{m+0.5,n-0.5} w_{m+1,n-1}^p \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} w_{m,n}^{p+1} &= a_{z m,n} w_{m,n}^{p-1} + b_{z m,n} w_{m,n}^p + c_{z m+0.5,n} w_{m+1,n}^p + c_{z m-0.5,n} w_{m-1,n}^p + c_{z m,n+0.5} w_{m,n+1}^p + \\ &+ c_{z m,n-0.5} w_{m,n-1}^p + d_{z m,n+1} u_{m,n+1}^p + d_{z m,n-1} u_{m,n-1}^p + d_{z m+1,n} u_{m+1,n}^p + d_{z m-1,n} u_{m-1,n}^p + \\ &+ f_{m+0.5,n+0.5} u_{m+1,n+1}^p + f_{m-0.5,n-0.5} u_{m-1,n-1}^p + f_{m-0.5,n+0.5} u_{m-1,n+1}^p + f_{m+0.5,n-0.5} u_{m+1,n-1}^p \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} v_{m,n}^{p+1} &= a_{y m,n} v_{m,n}^{p-1} + b_{y m,n} v_{m,n}^p + c_{y m+0.5,n} v_{m+1,n}^p + c_{y m-0.5,n} v_{m-1,n}^p + c_{y m,n+0.5} v_{m,n+1}^p + \\ &+ c_{y m,n-0.5} v_{m,n-1}^p \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$a_{x m,n} = a_{y m,n} = a_{z m,n} = - \left(1 + \frac{\alpha}{2\Delta t} \right) q, \quad q = \frac{2\Delta t}{2\Delta t - \alpha},$$

$$b_{x m,n} = q \left(2 - \left(\frac{\lambda_{m+0.5,n} + \lambda_{m-0.5,n} + 2(\mu_{m+0.5,n} + \mu_{m-0.5,n})}{\Delta x_{m,n}^2} + \frac{\mu_{m,n+0.5} + \mu_{m,n-0.5}}{\Delta z_{m,n}^2} \right) \rho'_{m,n} - \alpha^2 \right),$$

$$\begin{aligned}
b_{y,m,n} &= q \left(2 - \left(\frac{\mu_{m+0.5,n} + \mu_{m-0.5,n}}{\Delta x_{m,n}^2} + \frac{\mu_{m,n+0.5} + \mu_{m,n-0.5}}{\Delta z_{m,n}^2} \right) \rho'_{m,n} - \alpha^2 \right), \\
b_{z,m,n} &= q \left(2 - \left(\frac{\lambda_{m,n+0.5} + \lambda_{m,n-0.5} + 2(\mu_{m,n+0.5} + \mu_{m,n-0.5})}{\Delta z_{m,n}^2} + \frac{\mu_{m+0.5,n} + \mu_{m-0.5,n}}{\Delta x_{m,n}^2} \right) \rho'_{m,n} - \alpha^2 \right), \\
c_{x,m+0.5,n} &= k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n}^2} (\lambda_{m+0.5,n} + 2\mu_{m+0.5,n}), \\
c_{x,m-0.5,n} &= k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n}^2} (\lambda_{m-0.5,n} + 2\mu_{m-0.5,n}), \quad c_{x,m,n+0.5} = c_{y,m,n+0.5} = k_{m,n} \frac{1}{\Delta z_{m,n}^2} \mu_{m,n+0.5}, \\
c_{x,m,n-0.5} &= c_{y,m,n-0.5} = k_{m,n} \frac{1}{\Delta z_{m,n}^2} \mu_{m,n-0.5}, \quad c_{y,m+0.5,n} = c_{z,m+0.5,n} = k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n}^2} \mu_{m+0.5,n}, \\
c_{y,m-0.5,n} &= c_{z,m-0.5,n} = k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n}^2} \mu_{m-0.5,n}, \quad c_{z,m,n+0.5} = k_{m,n} \frac{1}{\Delta z_{m,n}^2} (\lambda_{m,n+0.5} + 2\mu_{m,n+0.5}), \\
c_{z,m,n-0.5} &= -k_{m,n} \frac{1}{\Delta z_{m,n}^2} (\lambda_{m,n-0.5} + 2\mu_{m,n-0.5}), \\
d_{x,m+1,n} &= \frac{1}{2} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\mu_{m,n+0.5} - \mu_{m,n-0.5}), \quad d_{x,m-1,n} = -d_{x,m+1,n}, \\
d_{x,m,n+1} &= \frac{1}{2} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m+0.5,n} - \lambda_{m-0.5,n}), \quad d_{x,m,n-1} = -d_{x,m,n+1}, \\
d_{z,m+1,n} &= \frac{1}{2} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m,n+0.5} - \lambda_{m,n-0.5}), \quad d_{z,m-1,n} = -d_{z,m+1,n}, \\
d_{z,m,n+1} &= \frac{1}{2} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\mu_{m+0.5,n} - \mu_{m-0.5,n}), \quad d_{z,m,n-1} = -d_{z,m,n+1}, \\
f_{m+0.5,n+0.5} &= \frac{1}{4} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m+0.5,n+0.5} + \mu_{m+0.5,n+0.5}), \\
f_{m-0.5,n-0.5} &= \frac{1}{4} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m-0.5,n-0.5} + \mu_{m-0.5,n-0.5}), \\
f_{m+0.5,n-0.5} &= -\frac{1}{4} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m+0.5,n-0.5} + \mu_{m+0.5,n-0.5}), \\
f_{m-0.5,n+0.5} &= -\frac{1}{4} k_{m,n} \frac{1}{\Delta x_{m,n} \Delta z_{m,n}} (\lambda_{m-0.5,n+0.5} + \mu_{m-0.5,n+0.5}), \quad \rho'_{m,n} = \frac{\Delta t^2}{\rho_{m,n}}, \quad k_{m,n} = \rho'_{m,n} q.
\end{aligned}$$

Для двухмерной задачи времена расчетов сравнительно малы, и шаг решетки можно положить независимым от направления и одинаковым по всей модели ($\Delta h = \min\{\Delta x_{m,n}, \Delta y_{m,n}\}$). Тогда часть коэффициентов упростится:

$$\begin{aligned}
b_{x m, n} &= q \left(2 - \frac{\lambda_{m+0.5, n} + \lambda_{m-0.5, n} + 2(\mu_{m+0.5, n} + \mu_{m-0.5, n}) + \mu_{m, n+0.5} + \mu_{m, n-0.5}}{\Delta h^2} \rho'_{m, n} - \alpha^2 \right), \\
b_{y m, n} &= q \left(2 - \frac{\mu_{m+0.5, n} + \mu_{m-0.5, n} + \mu_{m, n+0.5} + \mu_{m, n-0.5}}{\Delta h^2} \rho'_{m, n} - \alpha^2 \right), \\
b_{z m, n} &= q \left(2 - \frac{\lambda_{m, n+0.5} + \lambda_{m, n-0.5} + 2(\mu_{m, n+0.5} + \mu_{m, n-0.5}) + \mu_{m+0.5, n} + \mu_{m-0.5, n}}{\Delta h^2} \rho'_{m, n} - \alpha^2 \right), \\
c_{x m+0.5, n} &= k_{m, n} (\lambda_{m+0.5, n} + 2\mu_{m+0.5, n}), \\
c_{x m-0.5, n} &= k_{m, n} (\lambda_{m-0.5, n} + 2\mu_{m-0.5, n}), \\
c_{x m, n+0.5} &= c_{y m, n+0.5} = k_{m, n} \mu_{m, n+0.5}, \\
c_{x m, n-0.5} &= c_{y m, n-0.5} = k_{m, n} \mu_{m, n-0.5}, \\
c_{y m+0.5, n} &= c_{z m+0.5, n} = k_{m, n} \mu_{m+0.5, n}, \\
c_{y m-0.5, n} &= c_{z m-0.5, n} = k_{m, n} \mu_{m-0.5, n}, \\
c_{z m, n+0.5} &= k_{m, n} (\lambda_{m, n+0.5} + 2\mu_{m, n+0.5}), \\
c_{z m, n-0.5} &= k_{m, n} (\lambda_{m, n-0.5} + 2\mu_{m, n-0.5}), \\
d_{x m+1, n} &= \frac{1}{2} k_{m, n} (\mu_{m, n+0.5} - \mu_{m, n-0.5}), \\
d_{x m-1, n} &= -d_{x m+1, n}, \\
d_{x m, n+1} &= \frac{1}{2} k_{m, n} (\lambda_{m+0.5, n} - \lambda_{m-0.5, n}), \\
d_{x m, n-1} &= -d_{x m, n+1}, \\
d_{z m+1, n} &= \frac{1}{2} k_{m, n} (\lambda_{m, n+0.5} - \lambda_{m, n-0.5}), \\
d_{z m-1, n} &= -d_{z m+1, n}, \\
d_{z m, n+1} &= \frac{1}{2} k_{m, n} (\mu_{m+0.5, n} - \mu_{m-0.5, n}), \\
d_{z m, n-1} &= -d_{z m, n+1}, \\
f_{m+0.5, n+0.5} &= \frac{1}{4} k_{m, n} (\lambda_{m+0.5, n+0.5} + \mu_{m+0.5, n+0.5}), \\
f_{m-0.5, n-0.5} &= \frac{1}{4} k_{m, n} (\lambda_{m-0.5, n-0.5} + \mu_{m-0.5, n-0.5}), \\
f_{m+0.5, n-0.5} &= -\frac{1}{4} k_{m, n} (\lambda_{m+0.5, n-0.5} + \mu_{m+0.5, n-0.5}), \\
f_{m-0.5, n+0.5} &= -\frac{1}{4} k_{m, n} (\lambda_{m-0.5, n+0.5} + \mu_{m-0.5, n+0.5}), \\
k_{m, n} &= \frac{I}{\Delta h^2} \rho'_{m, n} q.
\end{aligned}$$

Изложенные выше соотношения (5) - (7) для двухмерного случая в настоящее время реализованы в комплексе программ, успешно используемом в УкрНИИМ при проведении теоретических и практических исследований для анализа распространения сейсмических колебаний в угленосной толще. Ведется работа по созданию комплекса для трехмерного моделирования.

Результаты данной статьи могут быть использованы специалистами в области шахтной и наземной сейсморазведки для разработки и усовершенствования методов математического моделирования процесса распространения сейсмических колебаний в земной толще, содержащий залежи полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов А.В. Теория и практика шахтной сейсморазведки. - Донецк.: изд. «Алан», 2002, - 312 с.
2. Азаров Н.Я., Яковлев Д.В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. - М.: Недра, 1988. - 199 с.
3. Korn M., Stocl H. Reflection and Transmission of Love channel Waves at Coal Seam Discontinuities Computed with A Finite-Difference Method. - J. Geophys., 1982, 50, p. 171 - 176.
4. Глухов А.А., Захаров В.Н., Рубан А.Д. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей / Горный вестник, Москва, ИГД Скопинского, 1994, С. 16 - 18.
5. Анциферов А.В. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей / Збірник наукових праць №5 "Проблеми гірського тиску" 2001. С. 5 - 15.

УДК 622.831.24: 622.232

Д-р техн. наук **Т.А. Паламарчук** (ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук **С.Д. Керкез** (ГП «Лисичанскуголь»),
асп. **А.С. Гребёнкина** (ДонНТУ)

ПРОЯВЛЕНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ, ОБОРУДОВАННЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КРЕПЯМИ, ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТЫХ ПЛАСТОВ

Наведено порівняльний аналіз результатів досліджень проявів гірського тиску в лавах крутих пластів, обладнаних засобами комплексної механізації. Подані переваги застосування механізованих кріплень працюючими лавами по простягання вугільного пласта. Стаття розширює уявлення про прояви гірського тиску в лавах крутих вугільних пластів.

DISPLAY OF ROCK PRESSURE IN CLEARING STRIKE EQUIPPED MECHANIZED SUPPORTES, BY DEVELOPMENT OF STEEPLY SEAMS

The comparative analysis of results of researches of displays of a rock pressure in longwalls of steep seams, equipped with means of complex mechanization of their working. The advantages of application mechanized supportes, working by longwalls on spreading of coal seam. The material expands the usual representations about display of rock pressure in longwalls of steep coal seams.

Практикой установлено, что при применении механизированных крепей, в сравнении с индивидуальными, уменьшается сближение боковых пород на 30 - 50 % [1]. В очистных забоях с индивидуальной деревянной крепью максимальное сближение боковых пород при выемке угля составляет 70 - 80 % от общего сближения за цикл, а при применении механизированных крепей этот показатель не превышает 45 %.

Различие в проявлении горного давления объясняется тем, что индивидуальная крепь устанавливается с небольшим начальным распором и оказывает значительно меньшее сопротивление в начальный период смещения кровли. Воздействие же крепи на боковые породы зависит, прежде всего, от её несущей способности и характера взаимодействия с кровлей.