

ГЕОМЕХАНИКА

УДК 622.241.54

Н.В.Черданцев, С.В.Черданцев

ОБЛАСТИ НАРУШЕНИЯ СПЛОШНОСТИ В ОКРЕСТНОСТИ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ТРАПЕЦИЕВИДНОГО СЕЧЕНИЯ

От решения задачи об устойчивости породных обнажений зависит безопасность строительства выработок и их эксплуатация. Выработка считается устойчивой, если за ее контуром не образуются зоны нарушения сплошности окружающего массива. Следовательно, для решения задачи об устойчивости горной выработки необходимо знать напряженное состояние в ее окрестности, что еще более актуально, если в массиве пройдены несколько выработок в непосредственной близости друг от друга. В этом случае массив горных пород становится многосвязным, в связи с чем рассматриваемая задача представляется более сложной, по сравнению с задачей об одиночной выработке.

Как известно, массив горных пород в окрестности протяженных горных выработок находится в состоянии плоской деформации, поэтому задачу о напряженном состоянии в окрестности таких выработок сформулируем следующим образом [1 - 2]: в бесконечной невесомой прямоугольной пластине, стороны которой ориентированы горизонтально и вертикально, имеются отверстия, моделирующие поперечные сечения параллельных горных выработок (рис. 1).

К пластине приложены вертикальные напряжения $\sigma_z^{\infty} = \gamma H$ и горизонтальные напряжения $\sigma_y^{\infty} = \lambda \gamma H$ (λ - коэффициент бокового давления). Требуется определить напряжения в пластине.

Для решения задачи наиболее эффективен метод граничных интегральных уравнений [4]

- 6], сущность которого заключается в следующем. К контуру отверстия прикладывается компенсирующая нагрузка некоторой интенсивности. Суммарные напряжения от действия внешней нагрузки и от компенсирующей в каждой точке контура выработки должны удовлетворять условиям на поверхности (граничным условиям). Напряжения от компенсирующей на-

грузки определяются следующим образом. Имеется решение Кельвина о действии сосредоточенной силы, приложенной внутри упругого пространства. Напряжения от компенсирующей нагрузки определяются интегрированием по решению Кельвина в пределах контура отверстия, в результате чего условия на поверхности приводятся к интегральному уравне-

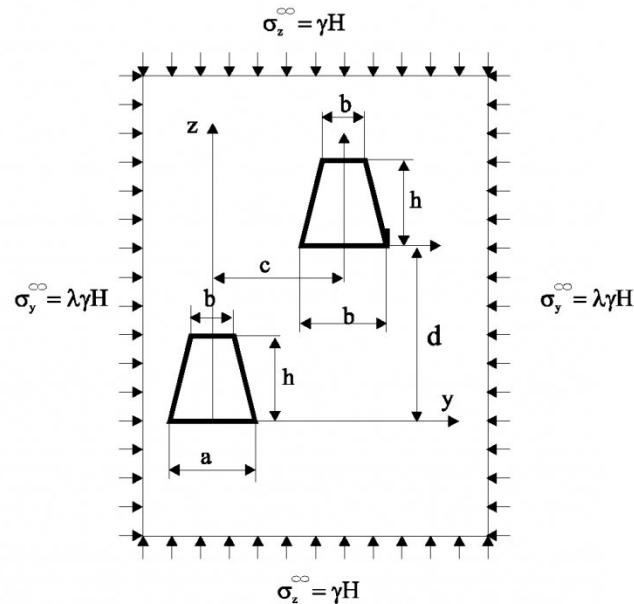


Рис. 1. К расчёту двух трапециевидных выработок

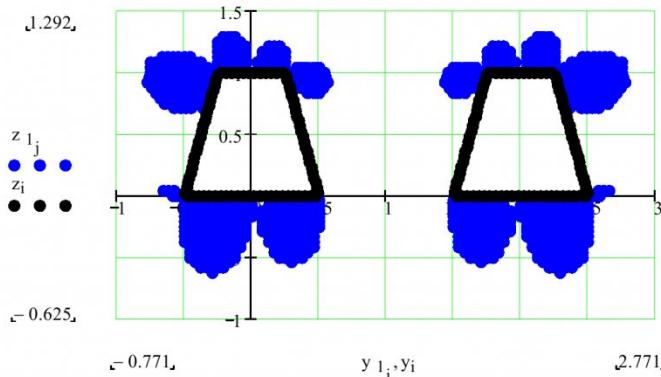


Рис. 2. Зоны нарушения сплошности вокруг выработок, расположенных на одном уровне

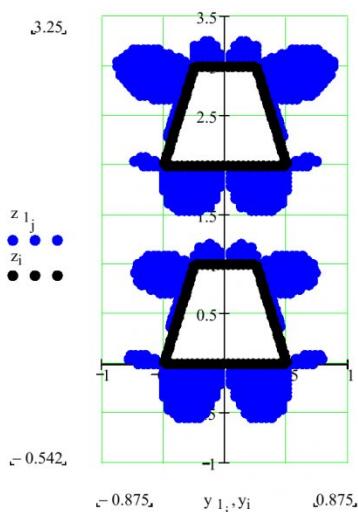


Рис. 3. Зоны нарушения сплошности вокруг выработок, расположенных друг над другом

нию, решаемому численно: контур выработки заменяется конечным числом прямолинейных отрезков. Границные условия формулируются в центрах этих отрезков, и интегральное уравнение сводится к системе алгебраических уравнений, после решения которой напряжения в каждой точке массива определяются суммированием напряжений от внешней и действия компенсирующей нагрузок.

Подробно об интегральных уравнениях для плоской и объёмной задач и соответствующих им алгебраических см. в [7].

Разрушенные области или зоны нарушения сплошности вокруг выработки находятся как

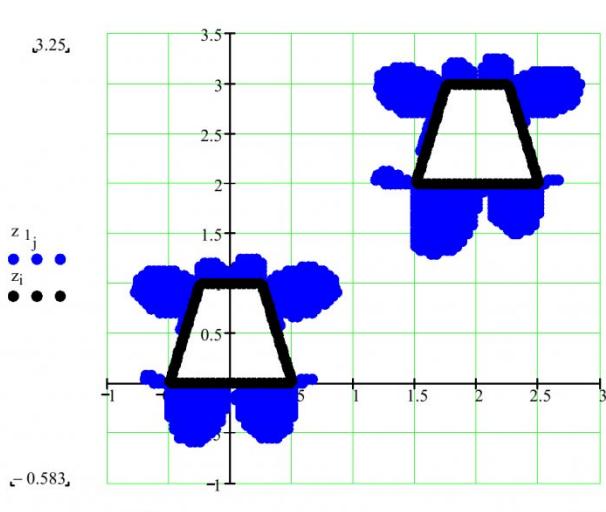


Рис. 4. Зоны нарушения сплошности вокруг диагонально расположенных выработок

совокупность точек, в которых произошло разрушение материала по критерию прочности Мора. Рассматриваемый массив имеет горизонтальные поверхности ослабления, на которых коэффициент сцепления $K = 0$, угол внутреннего трения $\varphi = 20^\circ$, а коэффициент бокового давления $\lambda = 1$.

На рис. 2 - 4 показаны зоны нарушения сплошности в виде затемнённых областей при различных положениях одной выработки относительно другой (u_b, z_i - координаты контурных точек выработок, u_{lj}, z_{lj} - координаты точек зоны нарушения сплошности). Напряжения отнесены к γH , а относительные

размеры выработок и расстояния между ними следующие $a = 1$, $b = 1/2$, $h = 1$, $c = 2$, $d = 0$ (при горизонтальном расположении выработок), $c = 0$, $d = 2$ (при вертикальном расположении), $c = 2$, $d = 2$ (при диагональном).

Выводы

1. При расположении выработок одна над другой или на одном уровне размеры зон разрушенных пород массива между выработками меньше размеров зон разрушения с наружных сторон выработок.

2. При диагональном расположении выработок большие размеры разрушенных зон располагаются между выработками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М.: Недра. - 1992. - 544.
2. Булычёв Н. С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра. - 1994. - 382 с.
3. Ержанов Ж. С., Изаксон В. Ю., Станкус В. М. Комбайновые выработки шахт Кузбасса. Опыт поддержания и расчёт устойчивости. Кемерово, 1976. 216 с.
4. Лурье А. И. Теория упругости. - М.: Наука. - 1970. - 940 с.
5. Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. - М.: Мир. - 1987. - 525 с.
6. Метод граничных интегральных уравнений. Вычислительные аспекты и приложения в механике. Под ред. Т. Круза и Ф. Риццо. - М.: Мир. - 1978. - 210 с.
7. Метод граничных интегральных уравнений в задачах механики подземных сооружений / Черданцев Н. В., Шаламанов В. А. // Вестн. КузГТУ. 2003. № 4. С. 9 - 13.

□ Авторы статьи:

Черданцев
Николай Васильевич
- канд. техн. наук, докторант каф. строительства подземных сооружений и шахт

Черданцев
Сергей Васильевич
- канд. техн. наук, доц. каф.
строительства подземных сооружений и шахт