

ГЕОМЕХАНИКА

УДК 622.241.54

Н. В. Черданцев

ОБЛАСТИ РАЗРУШЕНИЯ ВОКРУГ СОПРЯЖЕНИЙ ДВУХ ВЫРАБОТОК КВАДРАТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Задача распределения напряжений в окрестностях горных выработок и их сопряжений является важной в механике подземных сооружений, поскольку позволяет при использовании критериев разрушения материала массива определять зоны нарушения сплошности а, следовательно, и нагрузку на крепь. Ниже приводится решение задачи определения зон нарушения сплошности в области сопряжения двух выработок квадратного поперечного сече-

ниях вокруг выработок формулируется следующим образом [1- 3]: вертикально вдоль координатной оси z на бесконечный упругий массив действуют напряжения $\sigma_z^\infty = \gamma H$, горизонтально вдоль осей x , y действуют напряжения

$$\sigma_x^\infty = \sigma_y^\infty = \lambda \gamma H,$$

где λ - коэффициент бокового давления. Внутри массива имеется произвольных размеров и формы полость, имитирующая

ложены напряжения F , которые могут создаваться, например, реакцией крепи. Требуется найти напряжённое состояние в любой точке массива вокруг выработки.

В работе для определения напряжённого состояния вокруг выработок используется метод граничных интегральных уравнений. [4 - 6]. Сущность метода заключается в следующем. К поверхности полости прикладывается компенсирующая нагрузка некоторой интенсивности. Суммарные напряжения от действия внешней нагрузки и от компенсирующей в каждой точке полости должны удовлетворять условиям на поверхности (граничным условиям) [5]. Напряжения от компенсирующей нагрузки определяются следующим образом. Имеется решение Кельвина о действии единичной сосредоточенной силы, приложенной внутри упругого пространства. Напряжения от компенсирующей нагрузки определяются интегрированием по решению Кельвина в пределах поверхности полости. В результате этого условия на поверхности приводятся к

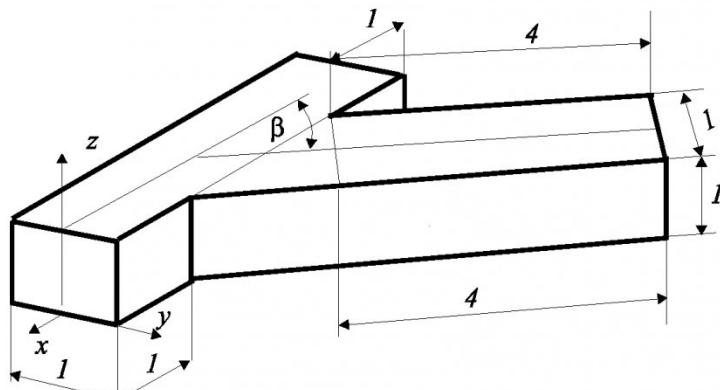


Рис. 1. Сопряжение двух выработок квадратного поперечного сечения

ния, оси которых пересекаются под углом $\beta=30^\circ$ (рис. 1).

Задача о напряжённом со-

занную выработку. На всей поверхности выработки или какой-то её части изнутри при-

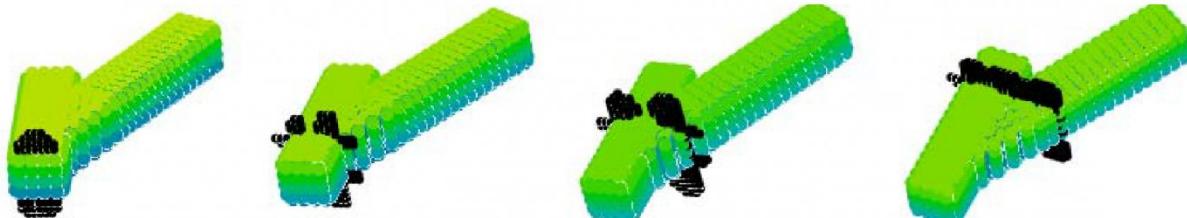


Рис. 2. Зона нарушения сплошности при $x=-1$

Рис. 3 Зона нарушения сплошности при $x=0$

Рис. 4 Зона нарушения сплошности при $x=-2$

Рис. 5. Зона нарушения сплошности при $x=-3$

интегральному уравнению, идентичному по структуре интегральному уравнению Фредгольма второго рода [5]. Полученное уравнение решается численно. Поверхность полости заменяется конечным числом плоских фигур (элементов). Границные условия формулируются в центрах тяжестей этих элементов, и интегральное уравнение сводится к системе

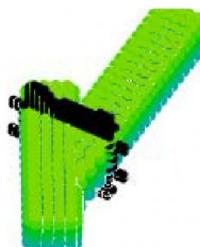


Рис. 6. Зона нарушения сплошности на стыке основной и боковой выработок

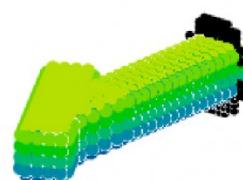


Рис. 7. Зона нарушения сплошности в торце боковой выработки

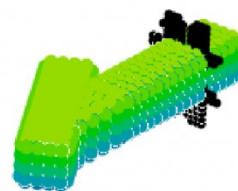
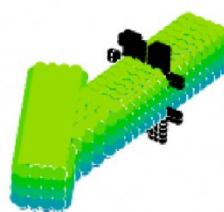
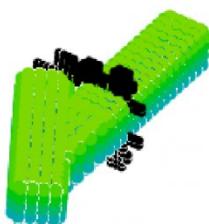


Рис. 8. Зона нарушения сплошности в промежуточных сечениях боковой выработки

алгебраических уравнений. После решения полученной системы уравнений 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 алгебраическим уравнениям изложено в [7].

Разрушенные области или зоны нарушения сплошности

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

Для численной реализации задачи применялся математический пакет MATHCAD. Напря-

жения вычисляются в безразмерных единицах, отнесённых к $\square H$. Размеры выработок тоже в относительных величинах. После нахождения напряжений находятся области разрушения, так называемые зоны нарушения сплошности (З. Н. С.) материала вокруг выработки.

На рис. 2 - 8 показаны зоны нарушения сплошности в виде затемнённых областей в ряде сечений вокруг основной и боковой выработок.

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. Ерсанов Ж. С., Изаксон В. Ю., Станкус В. М. Комбайновые выработки шахт Кузбасса. Опыт поддержания и расчёт устойчивости. Кемерово, 1976. 216 с.
4. Бреббия К., Теллес Ж., Броубел Л. Методы граничных элементов. - М.: Мир. - 1987. - 525 с.
5. Лурье А. И. Теория упругости. - М.: Наука. - 1970. - 940 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.

□ Автор статьи:

Черданцев

Николай Васильевич

- канд. техн. наук, докторант кафедры строительства подземных сооружений и шахт

УДК 622.241.54