

УДК 622.831.312

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА БОКОВОГО РАСПОРА НА ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ВОКРУГ КАМЕР

Е. А. ЗИМИНА, Е. Н. ТАРАСЕНКО¹

При разработке рудных месторождений и пластообразных мощных залежей в большинстве случаев применяются камерные системы с многостадийной выемкой руды, в результате чего образуются незакрепленные полости значительных объемов. Распределение напряжений вокруг протяженных выработок (камер) зависит от отношения высоты выработки к ее ширине и величины бокового распора λ .

Исследования напряженного состояния пород нетронутого массива показали, что на участках, подверженных тектоническим нарушениям, со слоистой структурой пород, трещиноватостью и т. п., наблюдается значительная неравномерность в соотношении между горизонтальными и вертикальными напряжениями, что не позволяет использовать традиционные представления о зависимости величины напряжений от веса вышележащей толщи пород и установленную в теории упругости связь между горизонтальными и вертикальными напряжениями.

Так, при измерении напряжений в нетронутом массиве в тектоническом поле на ряде рудных месторождений Урала было установлено, что горизонтальные напряжения в 2-4 раза превышают вертикальные^х. Многолетние исследования деформации пород в выработках на рудниках Талнахского месторождения показали, что при расслоении пород кровли под действием веса отдельных структурных блоков горизонтальные напряжения могут быть равны вертикальным или превышать их.

Учитывая значительный разброс значений прочностных и деформационных свойств пород, окружающих выработки, большой интерес представляет исследование изменения напряженного состояния в зависимости от величины бокового распора при наличии вблизи выработки нарушенных зон.

Кроме того, исследованиями установлено, что боковой распор в значительной мере изменяется с глубиной. Если при $L = 300-500$ м коэффициент

^х В. А. Асанов. Исследование устойчивости выработок при динамическом проявлении горного давления на рудных месторождениях Урала. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Л., изд. ЛГИ, 1977.

$\lambda = 0,3 \div 0,4$, то при $L > 800-1000$ м породы находятся в состоянии, близком к гидростатическому сжатию, т.е. $\lambda = 1$.

Для прогнозирования характера деформации пород в приконтурной зоне выработок, большое количество которых сводится в настоящее время на значительной глубине и в сложных горно-геологических условиях, важно установить изменения распределении напряжений при разной величине λ .

Решение поставленных задач в лабораторных условиях осуществлялось на моделях из однородного и разномодульного упругого материала методом фотоупругости, позволяющим получить наглядную картину распределения напряжений вокруг камерных выработок и относительные количественные зависимости, оценить устойчивость целиков и камер.

Модели представляли собой пластинки с отверстиями, имитирующими в натуре две сводчатые камеры с отношением высоты камеры к ее ширине 1,8. При этом ширина междукammerного целика примерно равна высоте камеры.

Для выявления влияния целиков, ослабленных прослойками пород различной мощности и жесткости, на их напряженное состояние и устойчивость камер были изготовлены и испытаны при $\lambda = 0-2,5$ модели с однородными целиками и модели из разномодульных материалов с целиками, нарушенными слабым прослойком, модуль упругости которого E_2 в 10 раз меньше модуля упругости основного массива E_1 . Нагружение модели проводилось в оптической лаборатории ВНИИ по методу "замораживания" деформаций в специ-

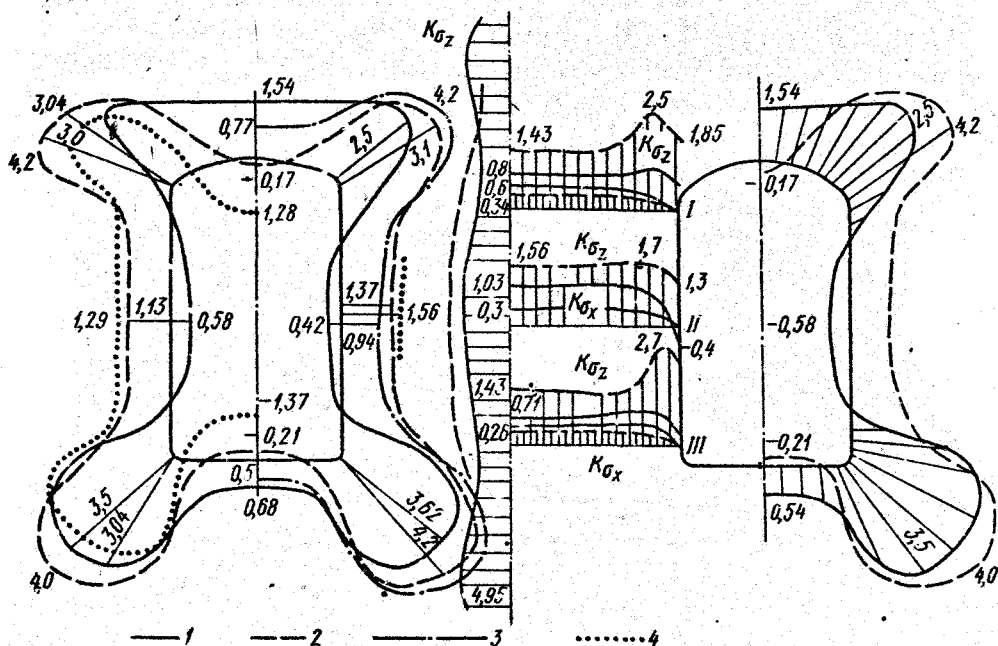


Рис.1. Распределение напряжений в однородной модели при различной величине боковых распоров
1 - 2,5; 2 - 0,4; 3 - 1,0; 4 - 0

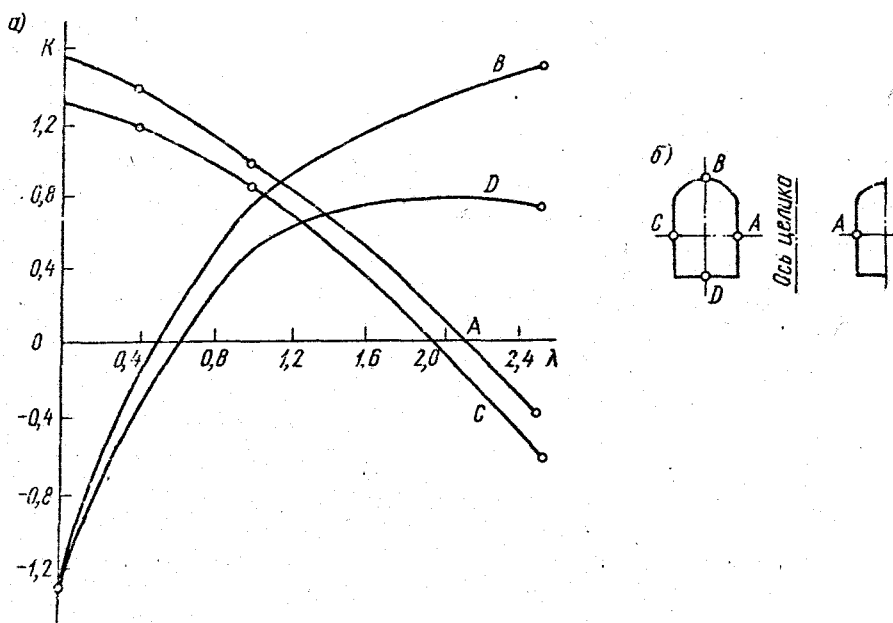


Рис.2. Изменение напряжений в кровле, подошве и боках камер в зависимости от величины бокового распора (а) и схема модели (б)

альном нагрузочном устройстве, позволяющем создавать активные нагрузки в двух взаимно перпендикулярных направлениях^х. В дальнейшем напряжения в тексте и на рисунках приводятся в коэффициентах концентрации K .

В однородной модели при действии только вертикальной нагрузки ($\lambda = 0$) в боках выработки возникают сжимающие напряжения, а в кровле и подошве — растягивающие с $K = -1,29, -1,37$ (рис.1). При дальнейшем увеличении бокового распора напряжения в боках камер продолжают уменьшаться (рис.2) и при $\lambda = 2,5$ переходят в растягивающие, равные $-0,42$ и $-0,58$ с соответственно со стороны междукammerного целика и массива пород. В кровле и подошве камер напряжения растут по величине, переходят в сжимающие и при $\lambda = 2,5$ составляют $0,68$.

По высоте междукammerного целика вертикальные напряжения при всех значениях распора распределяются равномерно, меняется только их величина (см.рис.1). С увеличением бокового распора от 0 до 2,5 напряжения в целике уменьшаются по всем трем сечениям (I, II и III). Наибольшая неравномерность их распределения наблюдается по сечению II при $\lambda = 2,5$.

Кроме того, по всем сечениям при $\lambda = 2,5$ действуют значительные горизонтальные напряжения σ_x , вследствие чего в верхней и нижней частях целика образуется зона повышенных сжимающих напряжений.

^х Н.А.Филатов, В.Д.Беляков, Г.А.Иевлев. Фотоупругость в горной геомеханике. М., Недра, 1975.

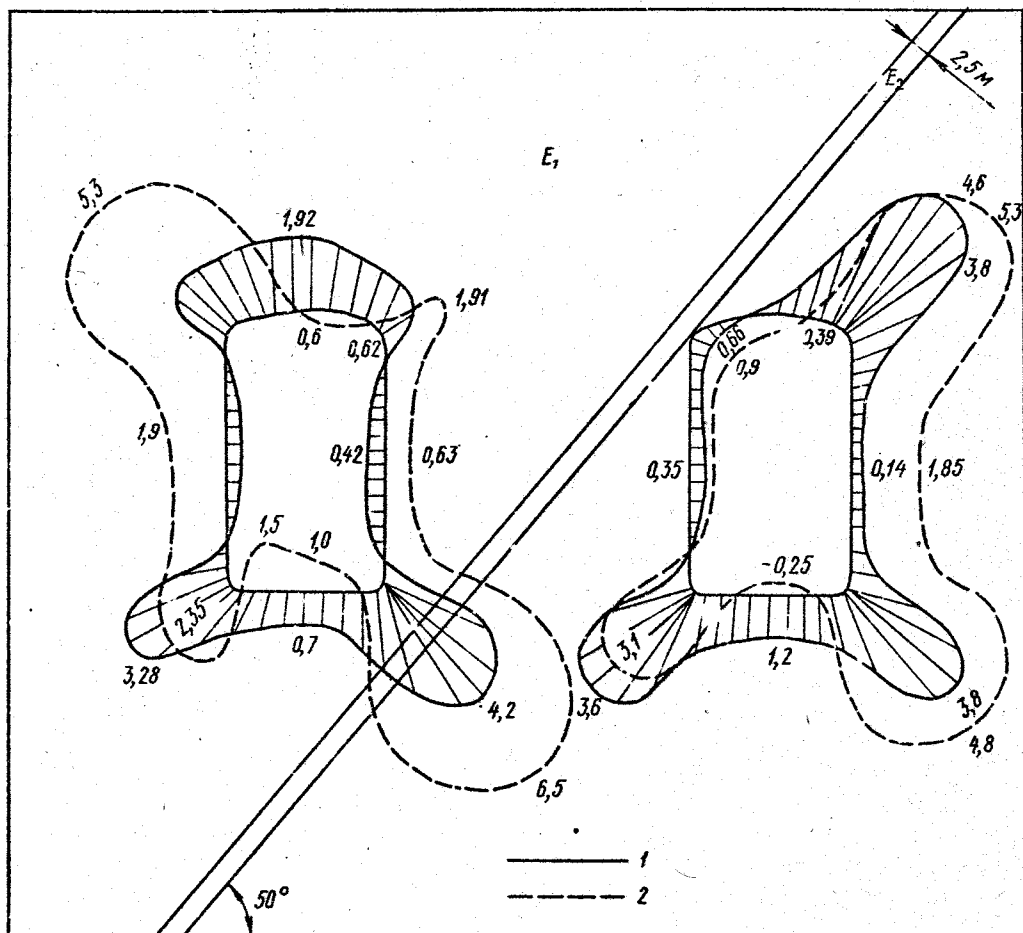


Рис.3. Распределение напряжений вокруг камер в неоднородной модели при разной величине бокового распора
1 - 2,5; 2 - 0,4

При увеличении бокового распора от 0,4 до 2,5 в неоднородной модели (рис.3) перераспределение напряжений наблюдается по контуру обеих камер. По контуру правой камеры, расположенной в лежащем боку прослойка, при $\lambda = 2,5$ напряжения снижаются по сравнению с их величиной при $\lambda = 0,4$. По контуру левой камеры, расположенной в висячем боку прослойка, растягивающие напряжения в кровле и подошве камеры (при $\lambda = 0,4$) сменяются сжимающими (при $\lambda = 2,5$). Эпюра напряжений в левой камере вытянута в направлении, перпендикулярном к прослойку, а в правой - вдоль прослойка. Наибольшая величина напряжений отмечена в углу левой камеры, обращенному в сторону прослойка, и составляет 6,5 при $\lambda = 0,4$ и 4,2 при $\lambda = 2,5$ (рис.3). Наибольшую опасность для устойчивости целика представляют растягивающие напряжения вблизи контура камер.

Выводы

1. При боковом распоре до 0,4 в подошве и кровле камер независимо от наличия и мощности прослойка возникают значительные растягивающие напряжения, равные $K_z - (0,17 \div 1,37)$.

2. С увеличением бокового распора от 0,4 до 2,5 междукамерный целик значительно разгружается, но в этом случае наиболее опасными являются растягивающие напряжения, которые при значительной глубине проведения выработок могут превысить предел прочности породы на растяжение, что приведет к потере устойчивости целика и интенсивному трещинообразованию.

3. Увеличение бокового распора от 0,4 до 2,5 в неоднородной модели с ослабленным целиком расширяет зону растягивающих напряжений по вертикальной стенке и уменьшает в кровле камеры, расположенной в лежащем боку прослойка, с соответствующими коэффициентами концентрации -0,9 и -0,66. В кровле камеры, расположенной в висячем боку прослойка, при $\lambda = 0,4$ наблюдаются растягивающие напряжения, равные -0,6.