© В.С. Верещагин, 2012

УДК 622.023

В.С. Верещагин

К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОДНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ПРОТЯЖЕННОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ, ЗАКРЕПЛЕННОЙ АНКЕРАМИ

Представлены результаты численных экспериментов на базе учитывающей срезающие усилия в анкерах модели породного массива в окрестностях протяжённой горной выработки. Определены конфигурация и размеры условных зон неупругих деформаций при различных схемах установки анкеров в кровлю выработки.

Ключевые слова: горная порода, условная зона неупругих деформаций (УЗНД).

В настоящей работе оценка устойчивости пород вокруг выработки, закрепленной анкерами, производится по конфигурации и размерам условной зоны неупругих деформаций (УЗНД). В качестве УЗНД принята расположенная вблизи выработки область массива, граница которой определяется с учётом срезающих усилий в анкерах из неравенства

$$\left(\sigma_r^{(0)} + \sigma_r^{(1)} + \sigma_r^{(\Sigma)} - \sigma_\theta^{(0)} - \sigma_\theta^{(1)} - \sigma_\theta^{(\Sigma)}\right)^2 + 4\left(\tau_{r\theta}^{(0)} + \tau_{r\theta}^{(1)} + \tau_{r\theta}^{(\Sigma)}\right)^2 \le$$

$$\le \left(\sigma_r^{(0)} + \sigma_r^{(1)} + \sigma_r^{(\Sigma)} + \sigma_\theta^{(0)} + \sigma_\theta^{(1)} + \sigma_\theta^{(\Sigma)} + 2Cctg\varphi\right)^2 \sin^2\varphi.$$

Ниже показаны размеры и конфигурации УЗНД, определённые на основании численных экспериментов для различных комбинаций параметров анкерной крепи. В расчётах принималось, что анкеры устанавливаются по квадратной сетке, каждый анкер имеет длину 2,0 м, закрепляется полимерным составом по всей длине скважины, обладает несущей способностью 100 кН. Варьировались угол и плотность установки анкеров.

На рис. 1 приведены результаты вычислений для трех случаев установки трех анкеров ($\theta_1 = 45°,\ 90°,\ 135°$) в кровлю выработки:

1 — все анкеры установлены по нормали к контуру выработки ($\theta_0 = 90°$);

2 — средний анкер установлен по нормали к контуру, а боковые отклонены от вертикали на угол $30°$ в сторону массива пород;

3 — все анкеры установлены под углом $\theta_0 = 60°$ к действительной оси.

На рис. 2 представлены размеры и конфигурации УЗНД в зависимости от количества анкеров в ряду. Все анкеры устанавливались под прямым углом к кровле выработки. Рассмотрены три случая:

1 — один анкер расположен в середине пролета;

2 — три анкера установлены на расстоянии 1,5 м друг от друга и от боков выработки;

3 — пять анкеров установлены на расстоянии 1,0 м друг от друга и от боков выработки.

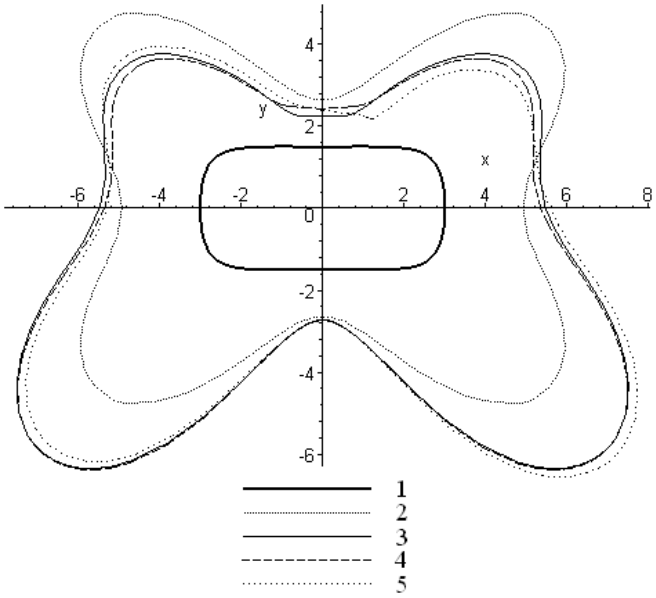

Рис. 1. Конфигурация УЗНД в зависимости от углов наклона анкеров: *1* — контур выработки; *2* — УЗНД для незакрепленной выработки; *3* — УЗНД для первого случая установки анкеров; *4* — УЗНД для второго случая установки анкеров; *5* — УЗНД для третьего случая установки анкеров

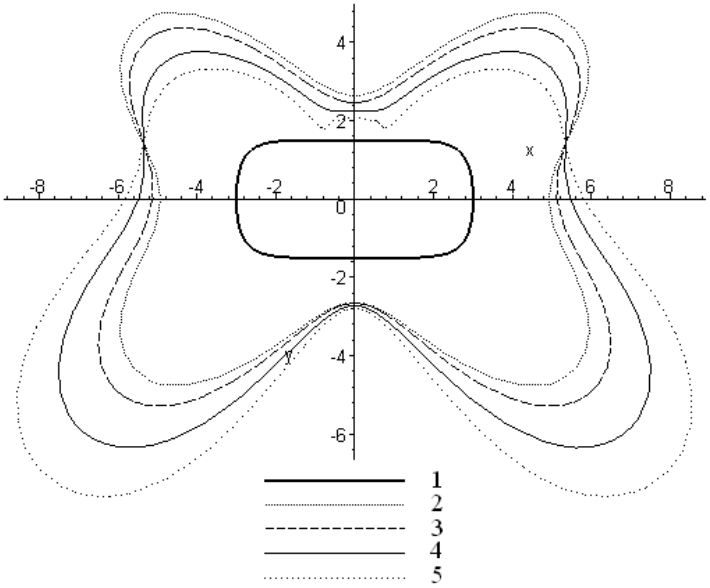

Рис. 2. Конфигурация УЗНД в зависимости от количества анкеров в ряду: *1* — контур выработки; *2* — анкерная крепь отсутствует; *3* — УЗНД в случае установки одного анкера; *4* — УЗНД в случае установки в каждый ряд трех анкеров; *5* — УЗНД в случае установки в каждый ряд пяти анкеров

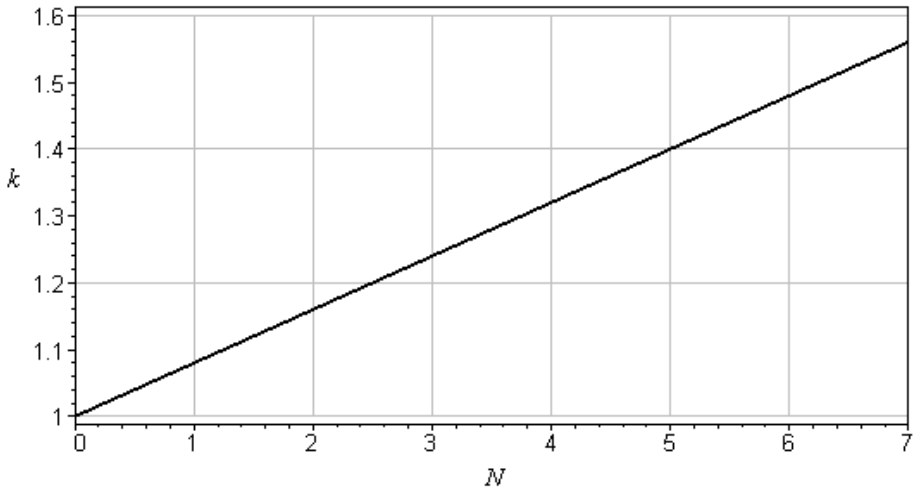

Рис. 3. График зависимости коэффициента снижения размеров УЗНД в кровле выработки от числа анкеров в ряду

Из рисунков явствует, что анкерная крепь существенно влияет на конфигурацию УЗНД и уменьшает ее размеры в кровле выработки, но при этом увеличивает их в боках и почве.

Исследование зависимости конфигурации и размеров условной зоны от параметров анкерной крепи позволило установить, что при установке трёх анкеров в каждый ряд размеры УЗНД в кровле снижаются более чем в 1,2 раза, пяти анкеров — в 1,4 раза (рис. 3). Причем, варьируя угол установки анкеров можно достичь еще большего уменьшения размеров УЗНД.

Влияние числа анкеров, установленных по квадратной сетке в кровлю выработки шириной 6 м, на размеры УЗНД в кровле может быть выражено линейной зависимостью вида:

$$k = 1 + 0,08 \cdot N . \qquad (1)$$

Формула (1) показывает возможность уменьшения длины анкеров при увеличении их плотности установки без снижения устойчивости выработки. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Верешагин Виталий Сергеевич — аспирант, e-mail mspleschko@rambler.ru,
Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт).