

УДК 539.3

Г.М.Бакланова

## СТІЙКІСТЬ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИХ МАСИВІВ З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ПОРОЖНИНОЮ В РАМКАХ ЛІНЕАРИЗОВАНОЇ ТЕОРІЇ

**Вступ.** Для проведення довкола підземних споруд комплексу конструктивно-технологічних робіт, забезпечуючих їх безаварійну експлуатацію, необхідно розробити точну математичну теорію стійкості гірничих виробок.

В монографії [1] розроблено загальний метод вирішення задач стійкості гірничих виробок та підземних полостей на основі тривимірної лінеаризованої теорії стійкості деформівних тіл.

При збільшенні глибин проходження виробок та тривалій дії навантаження все в більшій степені проявляються пластичні властивості гірничих порід.

Метод розв'язку. В даній роботі розвивається тривимірна лінеаризована теорія стійкості [2] для дослідження стійкості стану рівноваги гірничого масиву довкола горизонтальної виробки з циліндричною шаровою порожниною радіуса  $R$ . Гірничий масив моделювався пружно-пластичним нестискаємим тілом.

Граничні умови на контурі виробки обумовлені видом закріплення. В данному випадку розглядається незакріплена виробка.

Про стійкість тривимірних пружно-пластичних тіл при неоднорідних докритичних деформаціях будемо судити, виходячи з поведінки малих збурень в рамках лінеаризованої тривимірної задачі теорії малих пружно-пластичних деформацій  $\sigma_i = A\varepsilon_i^k$  [3].

При цьому будемо слідувати узагальненій концепції продовжуючого навантаження, що дозволяє не враховувати появу додаткової розгрузки в процесі втрати стійкості.

При дослідженні докритичного стану та стійкості гірничого масива біля виробки приймалось ряд припущень, загально-прийнятих в механіці гірничих порід.

Числові результати. Лінеаризовану задачу з врахуванням прийнятих припущень запишемо у вигляді:

$$\nabla_i \left( \chi^{ij\alpha\beta} \nabla_\beta u_\alpha + g^{ij} p \right) + F^j = 0 \quad (1)$$

$$N_i \left( \chi^{ij\alpha\beta} \nabla_\beta u_\alpha + g^{ij} p \right) \Big|_{s_1} = 0 \quad (2)$$

$$u^j \Big|_{s_2} = 0 \quad (3)$$

$$\nabla_n u^n = 0 \quad (4)$$

У разі неоднорідного докритичного стану, який є характерним для таких задач, отримання точного рішення пов'язано зі значними математичними труднощами. Тому для рішення використано варіаційний принцип. Обираючи повну систему координатних функцій, задовольняючих умовам

$$u_\alpha \Big|_{r \rightarrow \infty} \rightarrow 0, \quad p \Big|_{r \rightarrow \infty} \rightarrow 0 \quad (5)$$

та використовуючи варіаційне рівняння, отримаємо характеристичне рівняння для визначення критичних навантажень при довільному числі координатних функцій.

Для конкретних гірничих порід визначені значення критичних навантажень  $q$ . Суттєвий вплив моделі середовища на величини критичних навантажень можуть бути оцінені, виходячи з даних таблиці 1 та таблиці 2.

Таблиця 1

Матеріал	$\varepsilon_{кр}$	$q, H$
алевроліт	0,191	3690
аргіліт	0,190	2080
піщаник	0,175	590

В таблиці 2 наведені залежності критичних значень величин інтенсивності деформацій  $(\varepsilon_u^0)_{кр}$  на контурі виробки, а також величини  $(\frac{q}{A})_{кр}$  від відповідних значень параметра  $K$ .

Таблиця 2

$K$	1,0	0,9	0,8	0,5
$(\varepsilon_u^0)_{кр}$	0,284	0,276	0,267	0,232
$(\frac{q}{A})_{кр}$	0,164	0,311	0,316	0,556

Результати обчислень критичних навантажень, отримані для пружно-пластичних моделей, суттєво відрізняються по мінімальним критичним навантаженням від результатів, отриманих при пружному деформуванні.

Застосування пружно-пластичної моделі середі при дослідженні стійкості підземних споруд свідчить про суттєвий вплив пластичних властивостей матеріала та про необхідність врахування цих властивостей.

При дослідженні стійкості виробок в пружно-пластичному масиві значення критичних навантажень краще обчислювати в рамках деформаційної теорії, так як це значно спрощує математичну сторону розв’язку задачі.

Отримані в рамках деформаційної теорії результати для пружно-пластичних моделей гірничих порід свідчать про суттєвий вплив пластичних властивостей матеріала та дозволяють суттєво уточнити значення критичних навантажень, отриманих при пружному деформуванні ( $K=1$ ).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гузь О.М. Основи теорії стійкості гірничих виробок.-Київ: Наук.думка,1977.
2. Гузь А.Н. О построении трехмерной теории устойчивости деформируемых тел //Прикл.механика.-2001.-37,№1.-С.3-44.
3. Бакланова Г.М. Деякі результати досліджень стійкості пружно-пластичних масивів з горизонтальною виробкою.// Серія:фіз.-мат. науки.-2002.-5.

Получено \_\_.\_\_.2006 г.