

УДК 539.3

Г.М. Бакланова

СУТЬ ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ МАСИВА З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВИРОБКОЮ, ОБУМОВЛЕНОЮ НАЯВНІСТЮ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

Вступ. Дослідження пружно-деформованого стану гірничого масиву біля виробок, а також оцінка його з позицій теорії міцності є основними в механіці гірничих порід. Однак питання про стійкість стану рівноваги масивів біля виробок вивчаються недостатньо, незважаючи на те, що локальна втрата стійкості дуже напружених часток масиву біля виробок може бути початковим етапом процесу руйнування, особливо при пластичних деформаціях, в зв'язку з суттєвою концентрацією стискаючих напружень.

Вперше дослідження стійкості масиву біля гірничих виробок, в основі якого було застосовано приблизний підхід в теорії стійкості деформованих тіл, виконано Л.В.Єршовим [1].

Більш строгий підхід при дослідженні задач стійкості гірничих виробок, який базується на використанні тривимірної лінеаризованої теорії стійкості деформованих тіл, запропоновано О.М.Гузєм [2].

Постановка задачі. В даній роботі на основі лінеаризованої теорії досліджується стійкість пружно-пластичного нестисливого масиву з циліндричною шаровою порожниною радіуса R . Про стійкість тривимірних пружно-пластичних тіл при неоднорідних докритичних деформаціях будемо судити, виходячи з поведінки малих збуджень в рамках лінеаризованої тривимірної задачі теорії малих пружно-пластичних деформацій $\sigma_i = A\varepsilon_i^k$ при незмінних зонах розгрузки, які з'являються в докритичному стані, тобто будемо слідувати узагальненій концепції продовжуючого навантаження [2].

Метод. Для рішення задачі про стійкість горизонтальної виробки, коли виконуються умови затухання на нескінченності, використаємо варіаційний метод. Використання варіаційного методу розв'язку дозволяє звести задачу до дослідження функціоналу [2]

$$J(u, p) = \int_V \left(\frac{1}{2} \chi^{ij\alpha\beta} \nabla_\beta u_\alpha + p g^{ij} \right) \nabla_i u_j dV \quad (1)$$

на екстремум, де p - збурення гідростатичного тиску, $\chi^{ij\alpha\beta}$ - компоненти тензора четвертого рангу, які знаходяться в залежності від вибору теорії пластичності. В зв'язку з відсутністю поверхні розділу зон пружності та пластичності вирази для компонент тензора $\{\chi\}$ мають місце для всього простору. В разі теорії текучості необхідно врахувати наявність пружної та пластичної зон, в яких компоненти $\chi^{ij\alpha\beta}$ (1) визначаються на основі різних співвідношень.

Втрата стійкості пружно-пластичного масива по обом теоріям досліджена в рамках плоскої деформації. При розгляді пружно-пластичного масива з виробкою докритичний стан буде неоднорідним і розв'язок запишемо у вигляді степеневих та тригонометричних рядів.

Результати. Отримані характеристичні рівняння для визначення параметрів критичного навантаження для порожнини, яка досліджується. В табл. 1 та 2 наведені деякі результати обчислення критичних навантажень в разі використання деформаційної теорії (для $k=1; 0,9; 0,8; 0,5$) та теорії текучості (для аргіліту та песчаника).

Таблиця 1

Значення q/E_c .

N	K			
	1,0	0,9	0,8	0,5
2	0,558	0,663	0,756	1,275
3	0,561	0,639	0,729	1,125
4	0,528	0,585	0,654	1,002
5	0,513	0,558	0,600	0,894

Значення максимальних критичних деформацій ε^* для значень $k=1; 0,9; 0,8; 0,5$ відповідно дорівнюють 0,257; 0,251; 0,240; 0,224.

Таблиця 2

N	Аргіліт							Песчаник		
	q_0^*	r_{s0}^*	ε^*	q_0^{*e}	ε^{*e}	q_0^{*def}	ε^{*def}	q_0^*	r_{s0}^*	ε^*
2	0,481	8,349	0,380	0,588	0,294	0,528	0,302	0,496	0,703	0,373
3	0,445	8,062	0,350	0,561	0,281	0,513	0,292	0,454	6,725	0,341
4	0,431	7,885	0,339	0,528	0,264	0,470	0,262	0,440	6,610	0,329
5	0,424	7,812	0,333	0,513	0,257	0,439	0,240	0,432	6,552	0,323

Аналіз наведених в табл.1 та 2 результатів дозволяють зробити висновки, що варіаційний метод рішення достатньо ефективний. Значення параметрів критичних навантажень, отриманих із застосуванням обох теорій, якісно согласуються між собою. Має місце незначна (менше 5%) розбіжність критичних навантажень для аргіліта($k=0,751$). При цьому критичні деформації, отримані в разі застосування теорії текучесті, відрізняються від критичних деформацій, отриманих по деформаційній теорії, приблизно на 30%.

Таким чином, зони розділу фізико-механічних властивостей порід можуть суттєво впливати на стійкість виробки. Представляється доцільним при дослідженні виробки в пружно-пластичному масиві значення критичних навантажень обчислювати в рамках деформаційної теорії, так як це значно спрощує цю сторону рішення задачі, а максимальні критичні деформації визначаються по отриманим навантаженням на основі формул для визначення докритичного стану, отриманого в рамках теорії текучесті.

Отримані в рамках деформаційної теорії результати для пружно-пластичних моделей гірничих порід свідчать про суттєвий вплив пластичних властивостей матеріала при визначенні критичних навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єршов Л.В. О постановке задачи устойчивости горних выработок.- ДАН СССР, 1962, 143 №2, с.305-307.
2. Гузь А.Н. О построении трехмерной теории устойчивости деформируемых тел //Прикл.механика.-2001.-37,№1.-С.3-44.

Получено 03.05.2008 г.