

# СЕКЦІЯ БУРІННЯ ТА ГЕОЛОГІЇ

УДК 627.21.001.63

*Ю.Л. Винников, д.т.н., професор  
Р.В. Кодак, студентка гр. 201-НЗ  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
А. Аніскін, к.т.н., доцент  
Університет North, Вараждин, Хорватія*

## ПРО ДЕЯКІ ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ МЕХАНІКИ АНІЗОТРОПНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Анізотропія характерна для гірських порід різного генезису, зокрема магматичних з кристалічною структурою, осадових зі сланцюватою чи шаруватою текстурою й метаморфічних з дислокаційним метаморфізмом (за одностороннього стиснення порід). У ґрунтах природна анізотропія притаманна глинистим відкладам водного (особливо морського, озерного) походження, лесів, стрічкових глин і т. ін. [1, 2].

Для оцінювання напружено-деформованого стану (НДС) основ при утворенні фундаментів ущільнення та їх наступній роботі використано комплекс, у якому реалізовано рішення вісесиметричної задачі методом скінчених елементів (МСЕ) кроково-ітераційними методами у фізично й геометрично нелінійній постановці з представленням ґрунту ізотропним чи ортотропним середовищем [3]. Для ґрунту кожного шару визначають:

– початкові жорсткості – залежно від ознаки урахування анізотропії. В разі представлення ґрунту ізотропним матеріалом характеристики жорсткості задають у вигляді початкового модуля деформації та коефіцієнта Пуассона  $\nu$ . При представленні ґрунту ортотропним середовищем за характеристики жорсткості приймають модулі деформації  $E_r$ ,  $E_\theta$ ,  $E_z$  і відповідні їм коефіцієнти Пуассона  $\nu_{r\theta}$ ,  $\nu_{rz}$ ,  $\nu_{\theta z}$ . Можливе прийняття гіпотези трансверсально-ізотропного тіла. Тоді:  $E_\theta = E_r$ ;  $\nu_{\theta z} = \nu_{rz}$ ;

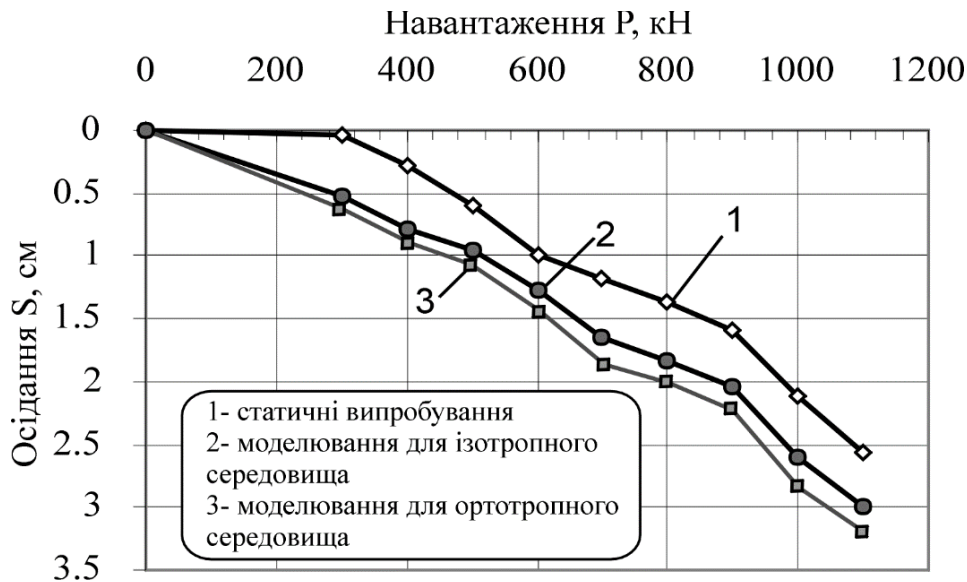
– залежність модуля деформації від об'єму (чи пористості) ґрунту  $E_i/E_o = f(V_i/V_o)$  у вигляді аналітичного виразу (5.12) чи (5.18) або таблиці. Для першого етапу цю залежність задають для швидкості прикладення навантаження, що відповідає технології влаштування фундаменту, а для другого – статичного навантаження;

– залежність опору ґрунту зрушенню від нормального напруження  $\tau = f(\sigma)$ ;

– питому вагу ґрунту  $\gamma$ .

Зокрема, шляхом такого моделювання доведено, що для випадків, коли значення коефіцієнтів анізотропії ґрунту суттєво відрізняються від одиниці, точність оцінювання НДС основ може бути підвищена використанням в їх моделі співвідношень ортотропного чи трансверсально-ізотропного

середовища. Порівняння змодельованих графіків залежності осідання набивної палі від навантаження  $S = f(P)$  для ізотропної основи (позиція 2) та для трансверсально-ізотропного середовища при  $n_{E, \alpha=90^\circ} = 0.8$  (позиція 3) представлено на рис. 1. З нього видно, що величина осідання палі у другому випадку, тобто за умови  $E_\theta = E_r < E_z$ , дещо (приблизно до 10%) більша у випадку, коли  $E_\theta = E_r = E_z$ .



**Рис. 1.** Графіки залежності осідання від навантаження набивної палі з лідируючою свердловиною й розширенням за: 1 – статичними випробуваннями; 2 – моделюванням за ізотропною моделлю; 3 – те ж у разі трансверсально-ізотропної моделі ґрунту

Також встановлена можливість уточнення розрахунку осідань основ методом пошарового підсумовування врахуванням: змінності модуля деформації ґрунту в усьому діапазоні тиску, який сприймає основа при навантаженні; коефіцієнта  $\beta_z$  за міцністю ґрунту; деформаційної анізотропії ґрунтів; закономірностей зміни величини модуля деформації ґрунту за глибиною масиву під фундаментами і в межах штучних основ, що зводяться з ущільненням ґрунту.

#### Література

1 . Amadei B. *Rock anisotropy and the theory of stress measurements* / B. Amadei. – Berlin: Springer, 1983. – 478 p.

2 Вуннюков Ю.Л. *Practical problems of anisotropic soil mechanics: Monograph* / Ю.Л. Вуннюков, А. Анішкін. – Varazdin: University North, Croatia, 2019. – 157 p.

3 . Винников Ю.Л. *Математичне моделювання взаємодії фундаментів з ущільненими основами при їх зведенні та наступній роботі: Монографія* / Ю.Л. Винников. – Полтава: ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 2016. – 280 с., вид. друге, переробл. і доповн.