

РОЗРАХУНОК БЕЗАНКЕРНОЇ ШПУНТОВОЇ СТІНКИ ЗА ДОПОМОГОЮ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ

Гуслиста Г.Е.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Постановка проблеми

Розрахунок будівельних конструкцій, що взаємодіють з ґрунтовим масивом, відноситься до найскладніших задач геомеханіки. Зокрема до таких конструкцій належать підпірні шпунтові стінки різної гнучкості. Складність таких задач обумовлена тим, що величина згинального моменту в підпірній стінці залежить від дуже багатьох факторів, серед яких слід виділити ступінь жорсткості стінки, глибину забивки її в ґрунтову основу, жорсткість ґрунтової основи, її повзучість, фізико-механічні характеристики ґрунту, спосіб зведення шпунтової стінки, характеристики навантаження на поверхні ґрунту та інші.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідженням шпунтових стінок присвячені роботи багатьох вчених [1-6]. Аналіз результатів цих досліджень показав, що в більшості випадків дані експериментальних досліджень заперечують теоретичні розрахунки, зокрема, розрахунки за теорією Кулона [7]. Теорією передбачається, що під впливом активного тиску ґрунту стінка повертається відносно нерухомої точки, що розташована на певній глибині нижче дна котловану. Стійкість стінки забезпечується внаслідок рівноваження активного та пасивного тисків ґрунту з різних її боків. Але ж експериментально доведено, що фактична епюра тиску ґрунту відрізняється від епюри, прийнятої в інженерних розрахунках (рис. 1) [8].

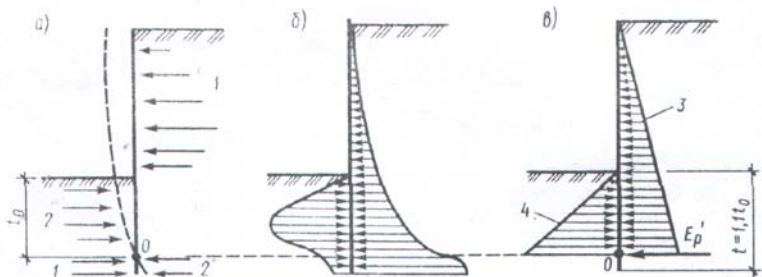


Рис. 1. Робота безанкерної шпунтової стінки:

а) сили, що діють на стінку; б) фактична епюра тиску ґрунту; в) теоретична епюра тиску ґрунту, прийнята в розрахунках; 1 – активний тиск; 2 – пасивний тиск; 3 – граничний активний тиск; 4 – граничний пасивний тиск.

Також результати проведених досліджень свідчать про те, що зусилля в шпунтовій стінці, отримані теоретичними методами значно перевищують фактичні. В літературі вказується на те, що в більшості випадків причиною надійності зведених конструкції слугувала не достовірність розрахункових схем, а нехтування цілим рядом факторів, що підвищують несучу здатність споруди. Серед основних причин, що зумовлюють невідповідність результатів, отриманих теоретичними методами, фактичним, слід виділити такі: довільний розрахунок шпунта тільки на дію активного тиску ґрунту без урахування напружень від зміщення системи; неврахування гнучкості системи, яка залежить від деформівних характеристик контактуючих середовищ; неврахування роботи середовищ в граничних станах та інші.

Стрімкий розвиток обчислювальної техніки та програмних комплексів дозволяє виконувати розрахунки конструкцій, що взаємодіють з ґрунтом за допомогою скінченно-елементного моделювання. Це дозволяє врахувати велику кількість факторів, що визначають роботу конструкції, та отримати результати, найбільш наближені до реальних.

Мета досліджень

Метою досліджень, приведених в даній статті, є розрахунок безанкерної шпунтової стінки методом комп'ютерного моделювання в програмному комплексі та порівняння результатів розрахунку з іншими теоретичними методиками, а також к експериментальними даними, отриманими іншими авторами.

Викладення основного матеріалу досліджень

Так, з використанням програмного комплексу «ЛІРА» було виконано розрахунок безанкерної шпунтової стінки прямокутного перерізу. Розрахункова схема стінки та її скінченно-елементна модель представлені на рис. 2.

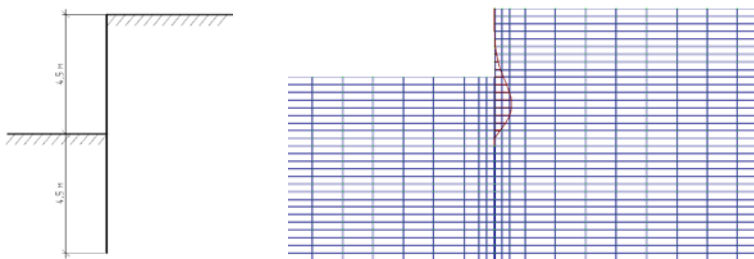


Рис. 2. Розрахункова схема та скінченно-елементна модель безанкерної шпунтової стінки

Характеристики ґрунту: модуль деформації $E = 20000 \text{ кН/м}^2$; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,35$; питома вага $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$; кут внутрішнього тертя $\varphi = 25^\circ$.

Характеристики матеріалу шпунтової стінки: модуль деформації $E = 27000000 \text{ кН/м}^2$; питома вага $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$.

Навантаження – власна вага ґрунту та конструкції.

На рис. 3 представлені епюри активного та пасивного тиску для даної шпунтової стінки, побудовані на основі даних розрахунків за різними методами: 1) за методом комп'ютерного моделювання в ПК «Ліра»; 2) за методом Ш. Кулона; 3) за методом теорії граничної рівноваги В.В. Соколовського.

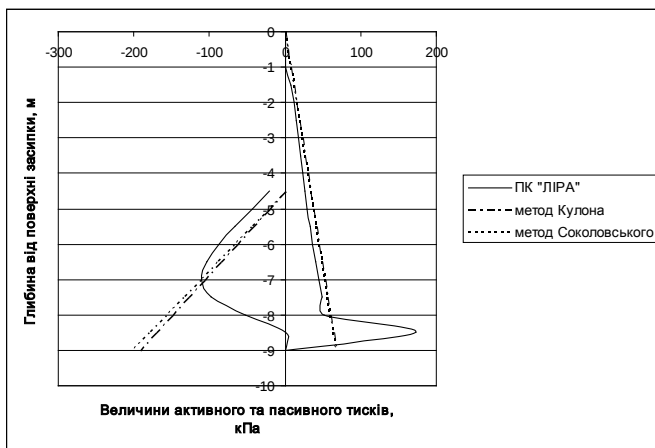


Рис. 3. Епюри активного та пасивного тисків для безанкерної шпунтової стінки, отримані різними методами

Обговорення результатів

Аналіз отриманих епюр свідчить про те, що в більшості точок різниця не перевищує 10 – 15 %. Крім того, слід зазначити, що конфігурація епюр, отриманих при комп'ютерному моделюванні, на глибині значно відрізняється від прийнятих в теоретичних розрахунках, але при цьому більш відповідає фактичним епюрам тиску ґрунту, отриманим з експериментальних досліджень та приведеним на рис. 1.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Приклад розрахунку шпунтової стінки свідчить про те, що перспективним є розрахунок конструкцій, які взаємодіють з ґрунтом, за допомогою комп'ютерного моделювання в програмних комплексах. Це дозволить врахувати всі фактори, які впливають на характер роботи такої конструкції, що дозволить в свою чергу отримати більш достовірні результати.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. Изд. 3-е перераб. и доп. – М.: Физматгиз, 1960. – 243 с.
2. Лазебник Г.Е. Давление грунта на сооружения (Разработка аппаратуры и проверка методик экспериментального определения давления. Результаты опытных исследований. Рекомендации для расчетов). – К., 2005. – 243 с.: ил.
3. Ренгач В.Н. Шпунтовые стенки / Расчет и проектирование / Л.: Стройиздат, 1970.
4. Будин А.Я. Тонкие подпорные стенки. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1974. – 191 с. с черт.
5. Емельянов Л.М. Расчет подпорных сооружений: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.
6. Снитко Н.К. Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпорных стенок. Изд. 2-е, перераб. – М.: Стройиздат, 1970. – 207 с.
7. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты: (Включая спец. курс инж. геологии): Учеб. для вузов по спец. «Пром. и гражд. стр-во». – 2-е изд., перераб. и доп. – Л., 1988. – 414 с.: ил.
8. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учеб. пособие для студ. вузов / Под ред. С.Б.Ухова. – М.: Изд-во АСВ, 1994. – 527 с.: ил.

УДК [624.04:624.131.5]:004.94

Розрахунок безанкерної шпунтової стінки за допомогою скінченно-елементного моделювання в програмному комплексі / Гуслиста Г.Е. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. № 50. – Дн-вск, ПГАСА, 2009. – С. табл. – рис. – Библиогр.: (8 назв.)

Приведено результати розрахунку безанкерної шпунтової стінки за допомогою програмного комплексу «ЛПРА», а також при використанні інших відомих теоретичних методів. Встановлено, що в більшості точок різниця не перевищує 10 – 15 %. Крім того, виявлено, що конфігурація епюр, отриманих при комп'ютерному моделюванні, на глибині значно відрізняється від прийнятих в теоретичних розрахунках, але при цьому більш відповідає фактичним епюрам тиску ґрунту, отриманим іншими авторами з експериментальних досліджень.