

Чечуга О.С., канд. техн. наук, Каськів С.В., Яремов А.П.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТОВИХ ОСНОВ У РОЗРАХУНКАХ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Анотація. У статті розглянуто вибір розрахункової схеми для моделювання роботи основи і водопропускної труби та граничних умов.

Ключові слова: числове моделювання, навантаження, граничні умови, деформації, основа, водопропускна труба.

Аннотация. В статье рассмотрены выбор расчетной схемы для моделирования работы основания и водопропускной трубы и предельных условий.

Ключевые слова: численное моделирование, нагрузки, граничные условия, деформации, основание, водопропускная труба.

Annotation. The article considers the choice of a design scheme for the modeling of foundations and culverts, and boundary parameters.

Key words: numerical modeling, loading, boundary conditions, deformation, foundation, culverts.

Побудова моделі системи "споруда – основа" при числовому моделюванні методом скінчених елементів (МСЕ) згідно з теоретичними положеннями механіки ґрунтів і суцільного середовища є основою адекватності даних, отриманих в результаті розрахунку, і параметрів, властивих реальній системі. Виходячи з цього, аналіз побудови моделі і виявлення особливостей, які дозволяють добитися максимальної адекватності, є першорядними задачами при знаходженні НДС системи "споруда – основа" [1-5].

З основ МСЕ відомо [6-9], що для дослідження НДС системи "споруда – основа" з нескінченного напівпростору основи з деякими властивостями

виділяють деяку розрахункову область, тобто задача з нескінченним масивом зводиться до задачі з масивом скінчених розмірів. Надалі розглядають модель основи в плоскій постановці. Причому прийнято, що критерій вибору розмірів розрахункової області полягає в підборі таких величин, в межах яких виконуються дві умови:

1) на межах області вплив напружень від дії навантаженого фундаменту споруди зменшується;

2) деформації від дії навантаження на межах області прямують до нуля.

Друга умова – визначення меж області – достатньо докладно розглянута при розв'язуванні задач дії навантаження на основу скінченної товщини (модель скінченного шару) [10] і адекватність результатів досліджень такої моделі основи доводять правомірність її застосування.

Розглянемо дві типові схеми системи "споруда – основа", побудовані з урахуванням виконання вказаних умов (рис. 1).

У першій схемі (див. рис. 1, а) статична рівновага частини масиву забезпечується наявністю силових граничних умов у вигляді тиску, який визначають за формулами:

$$\text{вертикальний } \sigma_v = \gamma H \quad (1)$$

$$\text{горизонтальний } \sigma_r = K \gamma H \quad (2)$$

де γ – власна вага ґрунту;

H – глибина точки в якій визначають тиск;

K – геостатичний коефіцієнт (коефіцієнт бокового тиску) $K = \xi$.

О.В. Орнатський [11], М.О. Цитович [12] та інші автори пропонують враховувати коефіцієнт бокового тиску за формулою:

$$\xi = \frac{\nu}{1 - \nu}. \quad (3)$$

Дані силові граничні умови прикладаються до схеми виходячи з фізичного стану масиву і наявності в ньому тиску від власної ваги.

У другій схемі (див. рис. 1, б) статична рівновага розрахункової області забезпечується деформаційними граничними умовами у вигляді заборони переміщень меж моделі ($x = 0, y = 0$) по осях координат. Ці умови не суперечать фізичному значенню оскільки при статичній рівновазі в нескінченному масиві не відбувається переміщень точок від дії власної ваги. Відповідно, у вибраній розрахунковій скінченній області, на яку діють деякі навантаження також повинна дотримуватися умова відсутності переміщень меж даної області.

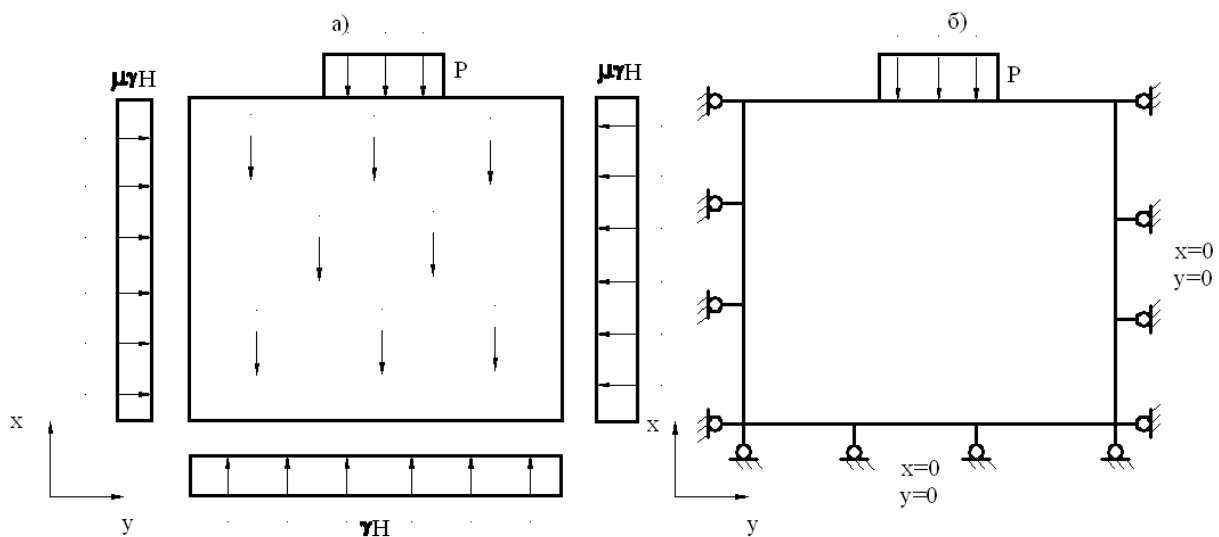


Рисунок 1 – Розрахункові схеми системи "споруда – основа":

- а) з силовими граничними умовами;
- б) з деформаційними граничними умовами

Перша схема побудови моделі не знайшла застосування в числовому аналізі НДС основ МСЕ, що пов'язано із значними труднощами забезпечення умов статичної рівноваги розрахункової області в канонічних рівняннях МСЕ [6, 9]. Тому її застосування за відсутності "жорстких в'язей" і забезпеченні рівноваги шляхом підбору силових граничних умов достатньо складно узгоджується з теоретичними основами МСЕ, в яких мається на увазі обов'язкова наявність в'язей [7].

Для моделювання роботи основи і водопропускної труби найкраще використовувати модель пружного напівпростору. Основою такої моделі є те, що ґрунт являє собою лінійно-деформоване середовище. Елементи, на які розбита труба, володіють властивостями матеріалу із якого вона виготовлена.

Література

1. Цытович Н.А. Механика грунтов / Цытович Н.А. – М.: Высшая школа, 1973. – 280 с.
2. Фундаменты промышленных, гражданских и транспортных сооружений на слоистых грунтовых основаниях: [моногр.] / В.Б. Швец, В.Г. Шаповал, В.Д. Петренко [и др.]. - Д.: Новая идеология, 2008. – 274 с.
3. Гольдштейн М.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты / Гольдштейн М.Н., Царьков А.А., Черкасов И.И. – М.: Транспорт, 1981. – 320 с.
4. Справочник по механике и динамике грунтов / В.Б. Швец, Л.К. Гинзбург, В.М. Гольдштейн и др.: Под ред. В.Б. Швеца. – К.: Будівельник, 1987. – 232 с.
5. Клепиков С.Н. Расчет сооружений на деформируемом основании / Клепиков С.Н. – К.: НИИСК, 1996. – 202 с.
6. Городецкий А.С. Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений / Городецкий А.С., Заворицкий В.И., Лантух-Лященко А.И., Рассказов А.О.– М.: Транспорт, 1981. – 144 с.
7. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике: Пер. с англ. / Зенкевич О.К. – М.: Мир, 1975. – 542 с.
8. Баженов В.А. Полуаналитический метод конечных элементов в механике деформируемых тел / Баженов В.А., Гусяр А.И., Сахаров А.С., Топор А.Г. – К.: НИИ строительной механики, 1993. – 376 с.
9. Основы метода конечных элементов / Большаков В.И., Яценко Е.А., Соссу Г. и др. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2000. – 255 с.
10. Далматов Б.И. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений / Под ред. Б.И. Далматова. – М.: Высшая школа, 1986. – 240с.
11. Орнатский Н.В. Механика грунтов / Н.В. Орнатский. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 447.
12. Цытович Н.А. Механика грунтов / Цытович Н.А. – М.: Высшая школа, 1973. – 280 с.