

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ PLAXIS

Вінницький національний технічний університет

Анотація. У доповіді розглядається один з найбільш популярних програмних комплексів, призначений для виконання складних геотехнічних розрахунків розвитку напружено-деформованого стану системи "грунтова основа - споруда" в процесі будівництва, експлуатації та реконструкції з урахуванням зміни властивостей ґрунтів і матеріалів конструкційних елементів.

Ключові слова: PLAXIS, напружено-деформований стан геосистеми, фізико-механічні властивості ґрунтів, діючі навантаження, моделювання.

Abstract. In a report is considered one of the most popular software systems designed to perform complex calculations geotechnical development of stress-strain state of "soil foundation - building" under construction, reconstruction and operation of the changing soil properties and materials of construction elements.

Keywords: PLAXIS, deflected mode Geosystems, physical and mechanical vlastyvostel soil, active load simulation.

Проектування інженерних об'єктів в будь-якій області сучасного будівництва не обходиться без проблем взаємодії конструкцій з ґрунтом на стадіях будівництва, включаючи облаштування котловану, і експлуатації. Істотну роль у вирішенні цього складного питання відіграє можливість адекватного врахування виду і послідовності технологічних операцій, що призводять до зміни сформованого напружено-деформованого стану (НДС) геосистеми та фізико-механічних властивостей ґрунтів. Прості методики, що використовуються в нормативних документах, не дозволяють вирішувати такі складні завдання і єдиний шлях їх вирішення - використання відповідних сучасних комп'ютерних програм.

При розрахунковому обґрунтуванні проекту інженер зіштовхується з рядом досить складних і часом взаємопов'язаних завдань, що вимагають дослідницького підходу, коли зміна конструктивного або технологічного елемента призводить до зміни ряду інших стартових параметрів проекту. І в першу чергу, потрібно вдумливо і відповідально підійти до прогнозу поведінки ґрунтів, на яких буде будуватися споруда, адже їх природний стан і властивості будуть змінюватися в залежності від процесів, ініційованих запроєктованою конструкцією споруди та обраною технологією його зведення.

Одним з найбільш популярних сьогодні програмних комплексів, які використовують в роботі інженери-проектувальники, є програмний комплекс PLAXIS, призначений для виконання складних геотехнічних розрахунків розвитку (НДС) системи "грунтова основа - споруда" в процесі будівництва, експлуатації та реконструкції з урахуванням зміни властивостей ґрунтів і матеріалів конструкційних елементів.

Створення PLAXIS засноване на розробках П. Вермеєра з Делфтського технічного університету, який займався розробкою кінцево-елементного комплексу для використання при проектуванні огорожувальної споруди Остерсхельдекерінг на Східній Шельде в Нідерландах. Його розробки привели до створення програми ELPLAST, що визначає несучу здатність пружнопластичних ґрунтів з використанням 6-вузлових трикутних елементів, написаної на мові FORTRAN-IV. У 1981 році Рене де Борст почав аналіз досліджень експериментів з впровадження конуса в ґрунти, для чого йому стало необхідно розробити на основі ELPLAST рішення осесиметричних задач. В результаті нова програма була названа PLAXIS (PLasticity AXISsymmetry).

У 1987 році Вермеєр і де Борст брали участь в розробках, що фінансуються міністерством транспорту Нідерландів. Одним із завдань розвитку програмного комплексу було перенесення програми на персональні комп'ютери. І в 1987 році з'явилася перша комерційна версія PLAXIS, а в 1998 році перша версія PLAXIS для операційних програм Windows 95, 98 і NT.

В результаті розвитку програмного комплексу в 1993 році була створена компанія Plaxis BV. У 1998 р була випущена перша програма PLAXIS 2D для ОС Windows для двовірального моделювання. Програма PLAXIS 3D з можливістю проведення тривірального моделювання була випущена в 2010 р.

За допомогою PLAXIS інженер може оперативнo створювати різні варіанти проектованої споруди, враховуючи багато факторів, що впливають на вибір оптимального рішення. Найбільш важливими з них є: геологічна будова неоднорідного ґрунтової основи, змінні властивості ґрунтів, будівництво в умовах обмеженого простору з близько розташованими будівлями і інженерними комунікаціями, технологія будівництва, штучне поліпшення ґрунтів, статичні і динамічні навантаження.

У програмний комплекс PLAXIS входить ряд прикладних обчислювальних програм для кінцево-елементних розрахунків комбінованих геотехнічних систем з різними за призначенням будівельними об'єктами: PLAXIS 2D (призначена для статичних розрахунків (НДС), стійкості та фільтрації в умовах плоскої задачі); 2D Dynamics (є доповненням до програми PLAXIS 2D для динамічних розрахунків з циклічними, імпульсними і сейсмічними навантаженнями); 2D PlaxFlow (є доповненням до програми PLAXIS 2D для розрахунків складних режимів усталеною і несталю фільтрації в ґрунтових масивах в умовах повного і неповного водонасичення); PLAXIS 3D (призначена для статичних розрахунків деформацій, стійкості і фільтрації в умовах просторової задачі); 3D Dynamics (є доповненням до програми PLAXIS 3D для динамічних розрахунків з циклічними, імпульсними і сейсмічними навантаженнями в просторовій постановці).

За допомогою цих програм можна вирішити багато складних завдань, що виникають при проектуванні споруди: забезпечення стійкості огорожень котлованів і сусідніх будівель; прогноз розвитку в часі осідання будівель і споруд на слабких ґрунтах; вплив нового будівництва на існуючу забудову; посилення фундаментів і залізобетонних основ споруд; оцінка спільної роботи будівель і підземних споруд; вплив фільтраційних процесів; зміна режимів експлуатації будівельних об'єктів.

Програмний комплекс PLAXIS слід розглядати як математичний конструктор, в якому можуть бути створені складні геотехнічні структури (використовуючи САД-креслення або імпорт з AutoCAD), що враховують всі необхідні об'єкти, діючі навантаження, послідовність і технологію будівництва. У розпорядженні інженера знаходиться набір спеціальних кінцевих елементів з певними властивостями, що відображають роботу окремих складових геотехнічної системи: ґрунту, масивного бетону (залізобетону), зон взаємодії між спорудою і ґрунтом, плит, балок, стійок, розпірок, анкерів, геосіток, паль.

Для моделювання нелінійного, залежного від часу і анізотропної поведінки ґрунтів і гірських порід в PLAXIS використовується кілька моделей, що відображають особливості поведінки ґрунтів різного виду і стану при навантаженні та розвантаженні. Для вибору адекватної моделі і її розрахункових параметрів є опція віртуальних (комп'ютерних) випробувань ґрунтів в лабораторних умовах. Можливе корегування моделі і її параметрів за результатами тестових розрахунків великомасштабних експериментів, виконаних на будівельному майданчику, а також за результатами поетапного моніторингу споруди, що будується.

Маючи в своєму розпорядженні пружнопластичні моделі для ґрунтів і нелінійні моделі для конструкційних матеріалів, програмний комплекс PLAXIS дозволяє в повній мірі реалізувати основний принцип проектування споруди за граничними деформаціями аж до його руйнування, як на стадії будівництва, так і на стадії експлуатації або реконструкції. Ці три важливі етапи життя споруди можуть бути послідовно змодельовані з урахуванням процесів і ситуацій, які розвиваються в часі.

При цьому треба чітко розуміти, що ніяка, навіть сама універсальна програма не видасть готового проектного рішення і всю повноту відповідальності за отримані результати розрахунків і рекомендації несе сам користувач. Тому сучасний інженер-проектувальник повинен володіти не тільки навичками роботи з програмою, але також знати основи теорії математичного моделювання та сучасної нелінійної механіки ґрунтів для правильного вибору адекватних моделей і режимів розрахунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Brinkgreve R.B.J., Broere W., Waterman D. Plaxis 2D-version 9. Finite Element Code for Soil and Rock Analyses. User Manual. Rotterdam: Balkema, 2008.
2. Vermeer P.A., Brinkgreve R.B.J. Manual of Plaxis. Rotterdam, 2001.

Малачковська Роксолана Ігорівна – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: roksimalachkovska@yandex.ru.

Malachkovska Roksolana I. – post-graduate, Department of construction, heating and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: roksimalachkovska@yandex.ru.