

ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Цупляк А.О. ДМ-51-19

керівник: доц. Ігнатенко А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Освоєння підземного простору мегаполісів є комплексною науково-технічною проблемою, що знаходиться на стику різних наук, і вимагає для вирішення своїх задач залучення методів інженерної геології і гідрогеології, механіки ґрунтів і гірських порід, геомеханіки і механіки підземних споруд, будівельної геотехнології і геотехніки, сучасних технологій будівництва підземних споруд, а також спеціальних способів будівництва.

При проектуванні підземних споруд в районах існуючої забудови слід виконувати геотехнічний прогноз впливу будівництва на зміну напружено-деформованого стану ґрунтового масиву і деформації існуючих будівель і споруд. Обрана технологія зведення підземної споруди повинна забезпечувати не перевищення допустимих додаткових деформацій експлуатованих будівель, що потрапляють в зону впливу нового будівництва, з урахуванням їх технічного стану. Також технологія повинна враховувати наявність ліній метрополітену і насиченість підземного простору існуючими комунікаціями.

При проектуванні підземних споруд, що перекривають частково або повністю природні фільтраційні потоки в ґрунтовому масиві, а також змінюють умови і шляхи фільтрації підземних вод,

слід виконувати прогноз змін гідрогеологічного режиму майданчика будівництва.

В процесі будівництва і в початковий період експлуатації підземних споруд слід виконувати натурні спостереження (моніторинг) на будівельному майданчику для оцінки надійності системи «споруда-основа», своєчасного виявлення дефектів конструкцій, запобігання аварійним ситуаціям, а також для оцінки правильності результатів прогнозу, прийнятих методів розрахунку, і проектних рішень. Склад, обсяг та методи моніторингу повинні призначатися в залежності від рівня відповідальності підземних споруд, їх конструктивних особливостей, геологічних і гідрогеологічних умов майданчика, способу зведення, щільності навколишньої існуючої забудови, вимог експлуатації і відповідно до результатів геотехнічного прогнозу.

Будівництво напівзаглиблених споруд пов'язано з такими поняттями як стійкість і деформації. Напівзаглиблені споруди повинні бути виконані таким чином, щоб бути стійкими на етапі будівництва і подальшої експлуатації, а також обмежити величину деформацій в навколишньому ґрунтовому масиві на допустимому рівні. Зміщення ґрунтового масиву біля напівзаглибленої споруди може викликати пошкодження будівель, дорожнього покриття, міських об'єктів інфраструктури. Ступінь пошкодження споруд, розташованих в зоні впливу напівзаглибленої споруди, залежить від характеру і величини деформацій в його межах [1,2].

Прогноз стійкості напівзаглибленої споруди можна виконати з достатнім ступенем вірогідності, скориставшись методом

граничного стану, який набув значного поширення і добре зарекомендував себе в інженерній практиці аналізу подібних об'єктів. Однак, деформації біля напівзаглибленої споруди набагато складніше передбачити, і зазвичай такі розрахунки виконуються із застосуванням методу кінцевих елементів або методу кінцевих різниць.

Пекк [3] був одним з тих, хто запропонував методику прогнозу деформацій біля напівзаглиблених споруд, засновану на результатах натурних спостережень. Метод поділяє ґрунти на три категорії, відповідно до їх складу (рисунок 1).

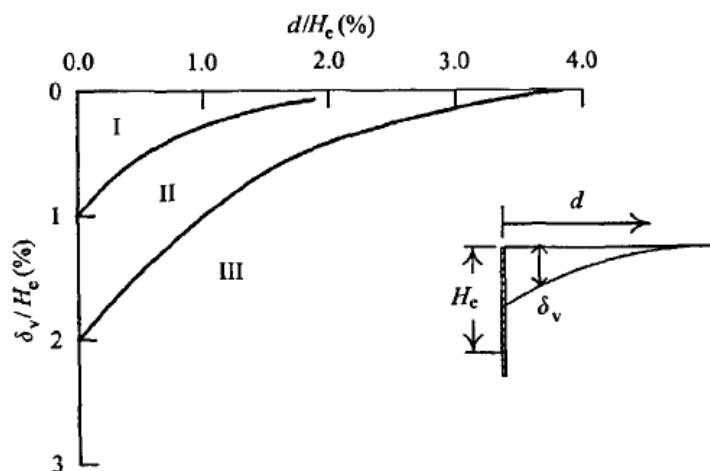


Рисунок 1 – Метод Пекка для оцінки величини осідань земної поверхні при будівництві напівзаглиблених споруд

На рисунку 1: I зона – піски і глинисті породи від слабких до дуже твердих; II зона – дуже слабкі або слабкі глинисті ґрунти, розташовані вище дна котловану; III зона – дуже слабкі або слабкі глинисті ґрунти, розташовані вище і нижче дна котловану. Всі дані отримані за результатами спостереження за глибокими

котлованами, закріпленими інтервальними або суцільними шпунтовими огорожами і посилені розстрілами або розпірками.

Метод Пекка заснований на узагальненні натурних даних, отриманих при будівництві напівзаглиблених споруд із застосуванням шпунтової огорожі або інтервальної шпунтової огорожі, тому його застосування для сучасних способів забезпечення стійкості котловану (метод «стіна в ґрунті», жорсткість стіни якого значно вище) має ряд обмежень.

Сугімото (1986) [4] запропонував емпіричний метод прогнозу осідань земної поверхні, заснований на обробці результатів натурних спостережень за максимальною величиною осідання земної поверхні при будівництві напівзаглиблених споруд. Емпіричний взаємозв'язок між максимальною величиною осідання земної поверхні і запропонованим коефіцієнтом була встановлена для різних ґрунтових умов на підставі 84 результатів натурних спостережень (рисунок 2).

Згідно із запропонованою класифікацією умови будівництва підрозділяються на три групи: 1 – будівництво котловану в пісках; 2 – будівництво котловану в глинах; 3 – будівництво котловану в змішаних ґрунтах.

Боулес [5] запропонував метод для прогнозу осідань земної поверхні, який зводиться до: розрахунку горизонтальних зсувів стіни котловану, розрахунку площі епюри горизонтальних зсувів і визначенню зони впливу будівництва напівзаглибленої споруди D.

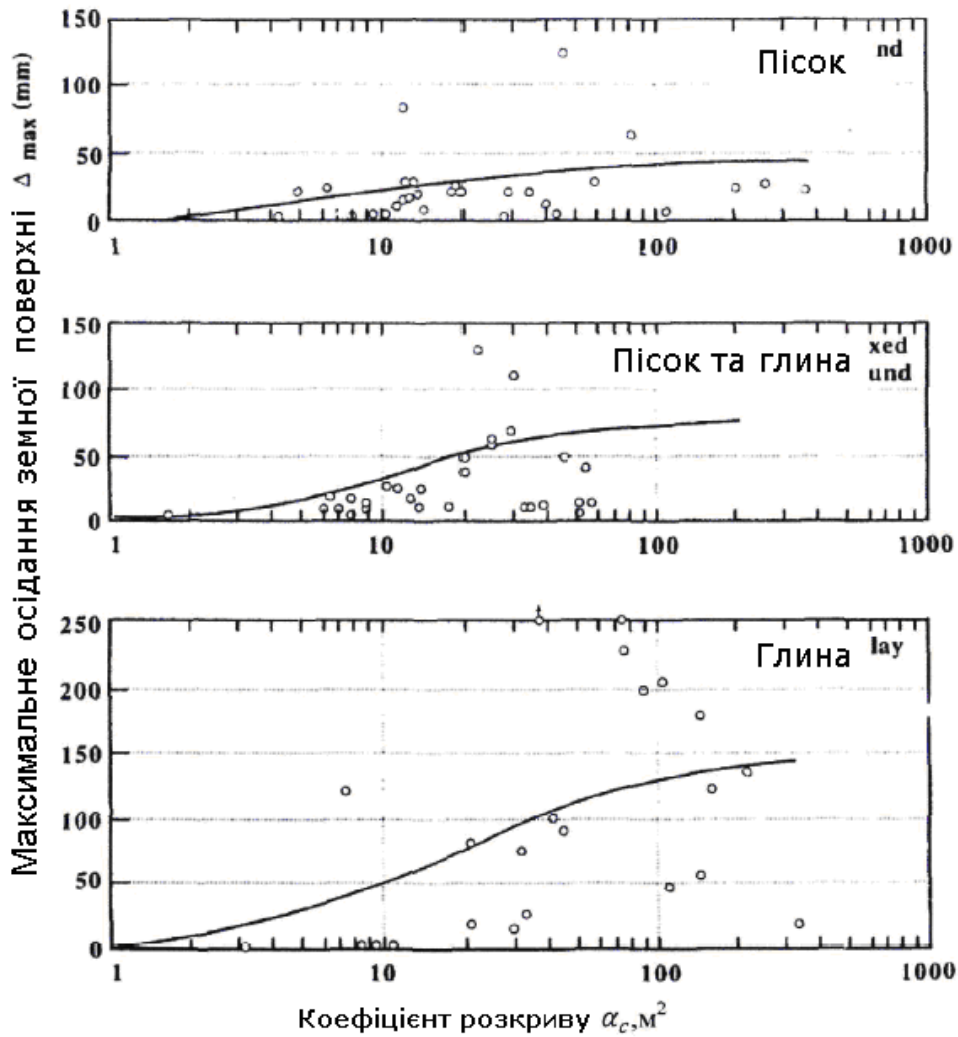


Рисунок 2 – Взаємозв'язок між величиною максимальних зсувів земної поверхні і коефіцієнтом розкриву

Метод визначення осідань земної поверхні по Боулесу передбачає, що величина горизонтальних зсувів відома або визначена на підставі одного з чисельних методів аналізу. Але, при виконанні чисельного моделювання передбачається комплексний розгляд напружено-деформованого стану ґрунтового масиву біля напівзаглибленої споруди, тобто величини горизонтальних зсувів стінки котловану і величини осідання земної поверхні.

Аналіз наведених вище досліджень показує, що напівемпіричні методи аналізу деформацій ґрунтового масиву поблизу підземної споруди на даний момент не сильно розвинені. Це пов'язано з тим, що в своїй більшості, дані методи розвивалися на підставі узагальнення результатів натурних спостережень за зсувами стін глибоких котлованів і осіданням земної поверхні. Недоліком такого підходу є складність узагальнення даних, отриманих за результатами геотехнічного моніторингу. В основному ці дані застосовні для даної конкретної площадки, а незначна зміна одного з параметрів може дуже вплинути на загальну поведінку системи «ґрунтовий масив – напівзаглиблена споруда».

ЛІТЕРАТУРА

1. Ильичев В.А. Прогноз деформаций зданий вблизи котлованов в условиях плотной городской застройки Москвы / В.А. Ильичев, П.А. Коновалов, Н.С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 2004. - № 4. - С. 17-21.
2. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение развития городов (практическое пособие по проектированию зданий и подземных сооружений в условиях плотной городской застройки) / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. - СПб.: Стройиздат Северо-Запад», Группа компаний «Геореконструкция», 2010.-551 с.
3. Peck R.B. Deep excavation and tunneling in soft ground // Proceedings of the 7th international conference on soil mechanics and

foundation engineering. Mexico City. State of the art Volume, 1969. - P. 225-290.

4. Sugimoto. Prediction for the Maximum Settlements of Ground Surface by Open Cut // Proceedings of Japan Society of Civil Engineers, 1986. - № 373. - VI-5.

5. Bowles J.E. Foundation Analysis and Design, 4th edition. McGraw-Hill Book Company. - New York, 1988. - Vol. 91. - P. 79-99.