

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИПРОБУВАНЬ СТИСЛИВОСТІ ГРУНТОВИХ ПІДВАЛИН

Марченко М. В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

Обґрунтована, детально розроблена та опрацьована у польових і натурних випробуваннях методологія супроводу, забезпечення й всебічного аналізу результатів експериментальних досліджень деформування ґрунтових підвалин, яка дозволяє встановити та вивчити нові особливості, надійні і достовірні кількісні оцінки максимального числа параметрів їх стисливості при навантаженні.

Стисливість зв'язних ґрунтів під навантаженням характеризується наявністю таких об'єктивних чинників, як структурна міцність, об'єм і розміри зони ґрунту, який деформується, вертикальні деформації ущільнення і бічного розширення, інтегральна сукупність і взаємодія яких обумовлює і формує осідання фундаменту.

У роботах визначеного напрямку відмічається істотна роль бічних деформацій у формуванні осідання, але бракує досліджень присвячених критерію їхнього виникнення, кількісному співвідношенню вертикальних і горизонтальних деформацій; відсутня єдина методика визначення величини структурної міцності в польових умовах; фіксування глибини стислої товщі (зони деформації) в натурних випробуваннях об'єктивно залежить від точності застосованих приладів для її виміру.

З метою вивчення особливостей деформування і достовірної кількісної оцінки максимального числа параметрів стисливості ґрунтових підвалин обґрунтували і розробили методологію супроводу, забезпечення і аналізу результатів експериментальних досліджень, яка може бути охарактеризована такими нижче наведеними послідовними функціональними складовими [1, 9]:

1. Вимір пошарових переміщень ґрунту виконували безконтактним способом. У якості обов'язкової "низки" засобів вимірів прийняли магнітне кільце глибинної марки і геркон датчика, що опускається на мірній стрічці в свердловину. У ланцюг геркона включали джерело ел.

струму і сигнальний елемент. Положення марки на любий i -тий момент часу фіксували на мірній стрічці по ноніусу вимірювального блока прикріпленого до реперної балки.

Розроблені глибинні марки з анкерними елементами у вигляді механічно видвинутих лопатів і пружних елементів, устрої для їхнього занурення у водонасичені ґрунти і датчик для реєстрації переміщень марок, на конструкції яких отримані авторські свідоцтва на винаходи [2, 6, 8].

Оцінку точності розроблених засобів вимірів пошарових переміщень ґрунту виконали на спеціальній установці, за допомогою якої моделювали максимально можливий вплив випадкових і систематичних похибок. Вірогідні розрахункові і статистичні оцінки метрологічних досліджень обґрунтували гарантовану точність (з надійною імовірністю 0,95) не менше 0,1 мм [11].

2. Удосконалювання технології випробувань. Першим прямим кількісним параметром оцінки опору ґрунту зовнішньому навантаженню є відповідний їй розмір осідання. В випробуваннях штампами площею більш $0,5 \text{ м}^2$ стиск піщаної підготовки і зм'яття контактних нерівностей враховували за допомогою поверхневої марки з магнітним кільцем. Марку закладали по тонкому прошарку цементного розчину "врівень" із зачищеною поверхнею ґрунту. Осідання штампу і поверхневої марки вимірювали роздільно. Технологію відпрацювали в польових випробуваннях ґрунтів штампами різної форми (квадратної, круглої) і площі ($0,5 \text{ м}^2$ і 1 м^2), у тому числі сумісно з ОФ УкрДІІТВ.

Відносну похибку у визначенні фактичного осідання поверхні ґрунту оцінювали за виразом

$$\Delta S = \frac{S_{ш} - S_{пм}}{S_{пм}} \cdot 100\%,$$

де $S_{ш}$ і $S_{пм}$ – осідання штампу і поверхневої марки, мм.

Об'єктивні дані свідчать, що похибки у вимірі деформування поверхні ґрунтової основи на перших ступенях навантаження досягають 200% – 100% відносно осідання штампа [10].

3. Навантаження ґрунтових основ здійснювали статичним ступінчастим зростаючим навантаженням з умовною стабілізацією 0,1-0,3 мм/добу, тиск по підшві доводили до 0,5 МПа, а тривалість випробувань складала від 19 до 42 днів. Розмір початкових ступенів приймали 0,01-0,02 МПа з обов'язковим розвантаженням до тиску $p_{стр}$, далі розвантажували при ступенях кратних 0,1 МПа.

Прийнятий спосіб навантаження дозволив визначити значення $p_{стр}$, зміну оборотних і необоротних деформацій і глибину їх поширення, розділити оборотні деформації на умовно-пружні і довгостроково відчовлювальні [5].

4. Структурну міцність ґрунтів визначали штаповими випробуваннями в польових умовах за критерієм виникнення необоротних (залишкових) деформацій. По результатам випробувань визначали $p_{стр}$, як середнє значення, отримане по трьом графічним залежностям:

- повного і оборотного осідання,
- необоротного (залишкового) складового осідання та
- глибини зони необоротних деформацій від тиску по подошві штапа.

5. Середні додаткові вертикальні напруги в основах фундаментів визначали при таких основних допущеннях:

- ґрунтова основа є ізотропним лінійно-деформованим напівпростором і пручається зовнішньому навантаженню за схемою “несучого стовпа”;
- горизонтальні шари ґрунту по глибині “несучого стовпа” деформуються плоско паралельно, при цьому середнє вертикальне переміщення кожного шару відповідає переміщенню (осіданню) глибинної марки;
- залежність переміщень горизонтальних шарів ґрунту від середніх додаткових вертикальних напруг, у першому наближенні, аналогічна зміні осідання фундаменту від тиску по його подошві.

6. Деформації бічного розширення в основі фундаментів кількісно оцінювали по таких опорних параметрах, як розміри пошарових переміщень і щільності сухого ґрунту по глибині у природному стані і після його ущільнення фундаментом. У загальному випадку осідання викликають два процеси: одноосьове ущільнення ґрунту за рахунок зменшення обсягу пор і бічне розширення при зміні форми ущільненого обсягу ґрунту.

Оцінку бічного розширення “несучого стовпа” одержували виходячи з рівності вертикального і горизонтального об’ємів при зміні форми.

Таким чином, маючи необхідні опорні експериментальні параметри можна пошарово оцінити розміри і співвідношення деформацій ущільнення і бічного розширення в основі фундаментів, як у лінійній, так і в об’ємній постановці.

7. Геодезичні роботи в комплексі експериментальних досліджень. Контроль за нерухомістю реперних систем у польових випробуваннях

виконували по програмі II класу відповідно до чинних інструкцій і нормативних вимог. Весь обсяг робіт, пов'язаних з геодезичним супроводом випробувань, виконаний автором особисто за допомогою прецизійного нівеліра НА-1, односторонньої інварної штрихової рейки РН-0,5-1800 і штатива ШН-160.

Для підвищення надійності і точності вимірів осідань будинків при багаторічних спостереженнях розроблена і пройшла апробацію спеціальна з'йомна стінна марка, конструкція якої захищена авторським свідоцтвом [3].

Розроблена та опрацьована методологія впроваджена у експериментальних дослідженнях автора, а її окремі елементи – при виконанні цільової комплексної науково-технічної програми 0.55.04.10 “Розробка і застосування в будівництві на просідаючих ґрунтах конструктивних рішень і методів розрахунку будинків і споруджень з урахуванням сумісної роботи основи, фундаменту і надфундаментної будівлі” [4, 7].

У розвитку цієї програми, використовуючи у тому числі і наші результати, КиївЗНДІЕП видані “Методичні рекомендації по проектуванню цивільних будинків на просідаючих ґрунтах”, які затверджені Держбудом України.

Література

1. Тугаєнко Ю.Ф., Марченко М.В. Методика определения параметров деформаций глинистых грунтов //Инженерная геология. – 1984. – №1. – С. 86 – 94.
2. А.с. 1065531 СССР, МКИ Е 02 D 1/00. Глубинная марка /Тугаєнко Ю.Ф., Стоянова Т.И., Марченко М.В., Ткалич А.П. (СССР). – № 3420907/29-33; Заявлено 06.04.82; Опубл. 07.01.84; Бюл. №1. – 3 с. ил.
3. А.с. 1073371 СССР, МКИ Е 02 D 1/00. Стенная марка /Тугаєнко Ю.Ф., Стоянова Т.И., Марченко М.В., Ткалич А.П. (СССР). – №3510414/29-33; Заявлено 05.11.82; Опубл. 15.02.84; Бюл. №16. – 3 с. ил.
4. Шевелев В.Б., Абдурахманов Н.И., Тугаєнко Ю.Ф., Марченко М.В. Экспериментальные исследования системы «основание-здание» для крупноблочных зданий на просадочных грунтах II типа //Подготовка оснований и устройство фундаментов на просадочных грунтах и в сейсмических районах. – Чимкент, 1985. – С. 20 – 22.
5. Марченко М.В. Деформации основания при загрузке и разгрузке штампа //Исследование работы оснований и фундаментов в сложных грунтовых условиях /Межвуз. сб. – Казань, 1985. – С. 40 – 44.
6. А.с. 1219724 СССР, МКИ Е 02 D 1/00. Устройство для измерения полойных деформаций грунта /Тугаєнко Ю.Ф., Марченко М.В., Грицаєнко Б.А., Крыжановский Г.Г. (СССР). – №3723215/29-33; Заявлено 13.02.84; Опубл. 23.03.86; Бюл. №11. – 2 с. ил.

7. Шевелев В.Б., Селезнев В.А., Тугаенко Ю.Ф., Марченко М.В. Исследование работы просадочного основания при натуральных испытаниях каркасного здания с жестким нулем //Повышение уровня индустриализации в фундаментостроении с применением новых конструкций и технологий. – Уфа, 1986. – С. 63 – 65.

8. А.с. 1390298 СССР, МКИ Е 02 D 1/00. Устройство для установки марок в грунт /Тугаенко Ю.Ф., Демчук С.Е., Кущак С.И., Марченко М.В., (СССР). №4094682/31-33; Заявлено 18.07.86; Опубл. 23.04.88; Бюл. №15. – 3 с. ил.

9. Тугаенко Ю.Ф., Марченко М.В. Некоторые особенности развития деформаций в основаниях опытных фундаментов //Инженерная геология. – 1988. – №3. – С. 46 – 54.

10. Марченко М.В. Некоторые вопросы совершенствования методики испытаний глинистых грунтов в полевых условиях //Механика грунтов и фундаментостроение /Гр. 3 Украинской науч.-техн. конф. Том 2. – Одесса, 1997. – С. 306 – 308.

11. Марченко М.В., Кущак С.И. Измерения деформаций грунтов бесконтактным методом и оценка его погрешностей //Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури /Наук. вид. Вип. 4. – Одесса, 2001. – С. 325 – 331.