

**ПОРІВНЯННЯ ОСІДАНЬ ҐРУНТОЦЕМЕНТНИХ ОСНОВ БУДІВЕЛЬ,
ВИЗНАЧЕНИХ АНАЛІТИЧНО ТА ТРИВАЛИМИ ГЕОДЕЗИЧНИМИ
СПОСТЕРЕЖЕННЯМИ***Винников Ю.Л., д.т.н., професор,**Раздуй Р.В., аспірант**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

Надійно запроектовані основа будівлі та її фундамент, з точки зору проектувальників, є одним із головних факторів уникання надзвичайних ситуацій. Адже велика кількість дефектів будівель та споруд спричинена помилками при проектуванні фундаментів або недостатньо кваліфіковано проведеними інженерно-геологічними вишукуваннями. Геотехнічна практика свідчить, що для більшості природних і штучних основ фундаментів будівель і споруд граничний стан настає за деформаціями. Цей досвід, зокрема, було проаналізовано та відображено в будівельних нормах [1] для призначення гранично допустимих значень абсолютних і відносних осідань будівель і споруд різного типу. Зазвичай, для розрахунку осідань основ їх фундаментів застосовують, так звані, класичні методи механіки ґрунтів, які базуються на цілому ряді спрощуючих припущень. Однак, за умов ґрунтів з особливими властивостями такий підхід може призводити до наднормативних деформацій основ і навіть аварій будівель і споруд, адже фаза нелінійного (пружно-пластичного) деформування цих ґрунтів починається вже на ранніх стадіях їх навантаження, а в моделі методу розрахунку осідань вона закладена як лінійна (пружна).

За об'єкт тривалих геодезичних спостережень було обрано 9–10-поверховий цегляний житловий будинок з п'яти секцій з підвалом, з повздовжніми та поперечними несучими стінами, складної форми у плані, котрий було введено в експлуатацію в 2013 році в м. Полтава по насипному шару ґрунту потужністю 2,7 м. Для секцій I–III будівлі під насипом мав місце шар піску товщиною 2,0 м. Для секцій IV і V цієї будівлі під насипом знаходився шар слабкої глини з домішками органіки (модуль деформації – 1,5 МПа), а також шар глини з вмістом органічних речовин понад 40 % (0,5 МПа) товщиною до 0,6 м. Ці шари підстилялися пісками (6,5–10 МПа), нижче залягав пісок щільний (33 МПа) та суглинок (16,5 МПа). Слід відзначити, що для майданчику характерна суттєва неоднорідність масиву як за його площею, так і за глибиною (зафіксовано численні прошарки та лінзи піску та супіску). Згідно проекту двометровий шар під насипними ґрунтами з dna котловану було посилено вертикальними ГЦЕ, які виготовляли бурозміщувальним методом. Поверх армованої основи було відсипано з пошаровим укочуванням буферну щебеневу подушку потужністю 0,5 м. На цій щебеневій підготовці влаштовано стрічкові монолітні залізобетонні фундаменти шириною 2200 мм під зовнішні і 3200 мм під внутрішні несучі стіни. Для підвищення жорсткості будівлі влаштовані монолітні залізобетонні пояси й армування кладки стін.

У масивах слабких ґрунтів, які залягали на досліджуваному об'єкті саме під подошвою фундаментів, через їх малий модуль деформації можливі значні осідання основ фундаментів будівель і споруд, навіть за умови армування ГЦЕ частини стислої товщі. При цьому на практиці осідання таких штучних основ визначають як аналітичними методами лінійної механіки ґрунтів (умовно поширюючи на шари ґрунтів, так звані, середньозважені характеристики армованого масиву), так і моделюванням методом скінченних елементів (МСЕ) у плоскій чи просторовій постановці з використанням цілого ряду добре апробованих пружно-пластичних моделей ґрунту [2].

На сьогодні за даними геодезичних спостережень приріст осідань основ секцій I і II будинку не перевищує 1 мм/рік, тобто фактично вже досягнута умовна стабілізація осідань, а для основ секцій III – V приріст осідань менший, ніж 2 мм/рік, а отже вже є чітка тенденція до стабілізації цих осідань. Зокрема, за даними на 2022 р. встановлено наступне: для секцій I-II будинку а середнє осідання стінових марок – 209,6 мм, для секції III – 245,0 мм, для секції IV – 254,2 мм, а для секції V – 256,1 мм. Отже, середні значення осідань основ усіх секцій будинку перевищили допустиму нормами [1] величину 180 мм. Однак, зазначимо, що значення відносної різниці осідань для жодної секції виявилися меншими за граничні 0.004, деформацій у конструкціях не зафіксовано, тому технічний стан оцінено як нормальний.

Для аналітично розраховані осідання основ, обчислених методами лінійної механіки ґрунтів, склали для секцій: I-II – 90 мм; III – 105 мм; IV – 112 мм; V – 133 мм. Моделювання сумісної роботи системи «стрічковий фундамент – ґрунтоцементна основа – природна піщана основа» із використанням пружно-пластичної моделі ґрунту з критерієм міцності Кулона – Мора НДС у плоскій та просторовій постановці подібні, з відносною похибкою до 10 %. На рис. 1 наочно точками показано зіставлення значень, розрахованих аналітичними методами лінійної механіки ґрунтів та чисельним моделюванням у просторовій постановці із величинами вимірних осідань основ секцій будинку.

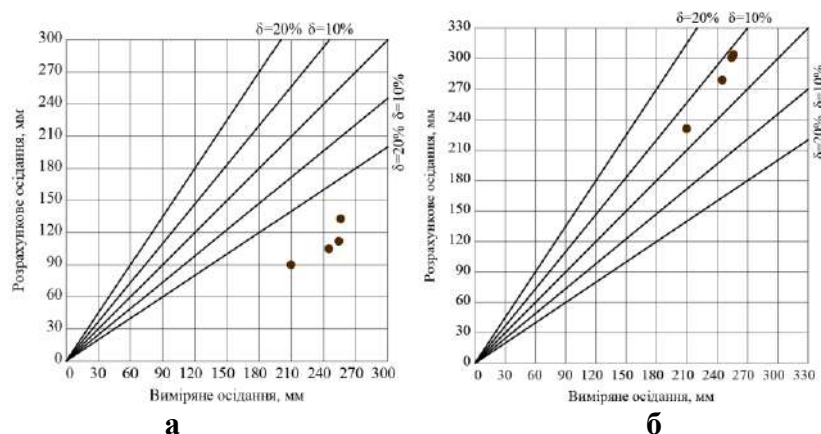


Рис. 1. Результати зіставлення значень розрахованих і вимірних осідань ґрунтоцементних основ: а – розрахунок методами лінійної механіки ґрунтів; б – моделювання МСЕ з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту.

За результати порівняння осідань ґрунтоцементних основ, визначених аналітично, моделюванням МСЕ та з даними тривалих геодезичних спостережень, встановлено:

– фактичні осідання досліджуваної основи перевищили гранично допустимі нормам, хоча при цьому відносні нерівномірності осідань менші за їх гранично допустиму величину, а тріщин й інших видимих деформацій у будівлях не виявлено

– для дотримання вимог норм про допустимі осідання такі основи слід армувати на більшу глибину, потужність якої доцільно оцінювати МСЕ з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту;

– методи лінійної механіки ґрунтів можуть занижувати значення осідань, в той час, як використання моделювання з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту описує поведінку системи «ґрунтоцементна основа – фундамент – будівля» із похибкою до 10 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

2. N.L. Zotsenko, Y.L. Vinnikov. Long-term settlement of buildings erected on driven cast-in-situ piles in loess soil. Soil Mechanics and Foundation Engineering. №53. 2016. P. 189–195.