

УДК 624.151.5

РЕЗУЛЬТАТИ БАГАТОРІЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВИХ ОСНОВ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ФУНДАМЕНТІВ

Головко Сергій, докт. техн. наук, проф.; Бауск Євгеній, зав. лаб.;

Головко Олексій, канд. техн. наук, с. н. с.

Державний вищий навчальний заклад

«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Постановка проблеми. На результати розрахунку осідань великорозмірних фундаментів з використанням будь-якої з прийнятих розрахункових моделей ґрунтової основи значно впливає вибір розрахункової глибини стисливої товщі [1; 2]. При розрахунку осідань вибір значення глибини стисливої товщі утруднений тим, що її величина залежить від численних факторів, в тому числі розмірів фундаменту, його форми і жорсткості, глибини закладення підшви, стану і фізико-механічних характеристик ґрунтів основи, а також характером їх нашарування [1]. Тому натурні експериментальні виміри глибини стисливої товщі великорозмірних фундаментів в різних ґрунтових умовах дозволяють удосконалювати існуючі розрахункові моделі. Особливого значення набувають також результати тривалих спостережень за характером деформування ґрунтової основи. Результати досліджень мають особливе значення для фундаментів реакторних відділень, які високонавантажені і мають великі розміри, створюють значний тиск на основу, мають у декілька разів більші осідання, ніж розташовані від них на різних відстанях інші будівлі та споруди.

Мета дослідження. Довгострокові спостереження за осіданнями і кренами будівель реакторних відділень в процесі експлуатації, котрі включають вимірювання пошарових деформацій основи фундаментів з метою визначення глибини стисливої товщі. Кореляційний і регресійний аналізи результатів досліджень для виявлення закономірностей впливу деформацій ґрунтів на параметри безпечної експлуатації енергетичних реакторів та удосконалення розрахункових моделей ґрунтової основи фундаментів реакторних відділень з визначенням деформацій в процесі довгострокової експлуатації систем важливих для безпеки АЕС.

Результати. Експлуатація споруди реакторного відділення визначається системою жорстких вимог щодо осідань і кренів фундаментів та реакторного відділення. З часом крени споруди можуть набувати недопустимих значень з точки зору небезпечної експлуатації технологічного обладнання ядерного циклу [3]. У таких випадках розроблюються міри щодо стабілізації деформацій основи з метою продовження терміну безпечної та надійної експлуатації споруди. Результатами досліджень є матеріали натурних спостережень за осіданнями і деформаціями великорозмірних фундаментів реакторних відділень в різних ґрунтових умовах. Метою натурних експериментальних досліджень була оцінка фактичної глибини стисливої товщі для вдосконалення існуючих розрахункових моделей [4]. Моніторинг деформацій ґрунтових основ різних споруд виконувався на протязі від 30 до 40 років. Особливістю досліджуваних фундаментів реакторних відділень є значний тиск по підшві, який після закінчення будівництва досягав 0,55...0,60 МПа. В процесі проведення моніторингу деформацій фіксувалися навантаження на фундаменти на різних етапах будівництва споруд. В процесі навантаження виконано спостереження за пошаровими деформаціями ґрунтової основи під підшвою фундаментів і за межами споруди, а також вимір величини осадової воронки. Аналіз результатів багаторічних спостережень за осіданнями будівель реакторних відділень АЕС показав, що з моменту повного

навантаження деформації ґрунтової основи фундаменту продовжують розвиватися з постійною швидкістю, величина якої залежить від параметрів стисливості ґрунтової основи. При цьому значення швидкості осідань зберігається постійним протягом 10–25 років з моменту початку експлуатації не тільки в глинистих, а й в піщаних ґрунтах, для яких не характерні тривалі деформації [5]. З метою обґрунтування зафіксованих осідань фундаментів споруд реакторних відділень в період будівництва проведені випробування ґрунтів статичним навантаженням. Випробовувалися піски середньої щільності та щільні штампами площею 0,5 м² та 1,0 м² при ступнево зростаючому навантаженні. Величина ступені приймалася 0,05 МПа. Навантаження здійснювалося чавунними вантажами до тиску 0,95 МПа і 0,575 МПа. Результати випробувань показали, що залежність «осідання – навантаження» є лінійною до тиску 0,55 МПа. На лінійній ділянці діаграми «осідання-навантаження» модуль деформації ґрунту склав 100 МПа. Таким чином, на підставі проведених досліджень і аналізу отриманих результатів виявлено, що для визначення осідань великорозмірних фундаментів в різних ґрунтових умовах необхідно використовувати розрахункову модель, що враховує збільшення стислої товщі основи при підвищеному тиску. Перевірочний розрахунок середнього осідання фундаменту реакторного відділення в конкретних ґрунтових умовах з урахуванням збільшення глибини стислої товщі показав хорошу збіжність з результатами натурних спостережень за деформаціями ґрунтової основи [5]. Результати досліджень були використані при розрахунках та проектуванні привантаження щодо стабілізації і регулювання кренів фундаментів двох реакторних відділень атомної електростанції. Застосування запропонованої методики на стадії проектування збільшення ресурсу будівель реакторних відділень дозволяє знизити витрати коштів і часу на визначення місця розташування і загальної маси привантаження.

Висновок. На підставі проведених натурних досліджень виявлено, що для визначення осідань великорозмірних фундаментів в різних ґрунтових умовах необхідно використовувати розрахункову модель, що враховує збільшення стиснутої товщі основи при підвищеному тиску. При цьому в роботу основи залучаються шари ґрунту, що залягають на глибинах, порівнянних з розмірами фундаменту. Радіус поширення осадкової воронки пропорційний розмірам фундаменту і призводить до значних деформацій сусідніх будівель. Результати натурних досліджень дозволили уточнити розрахункові моделі основ реальних споруд та розробити проекти стабілізації крену реакторних відділень для забезпечення їх безпечної експлуатації. Розроблені проекти були реалізовані на практиці, а результати натурного моніторингу підтвердили ефективність проектних рішень та прийнятих розрахункових моделей.

Список використаних джерел

1. Гольдштейн М. Н., Кушнер С. Г., Шевченко М. И. Расчеты осадок и прочности оснований зданий и сооружений. Київ : Будівельник, 1977. 208 с.
2. Цытович Н. А. Инженерный метод прогноза осадок фундаментов. Москва : Стройиздат, 1988. 118 с.
3. Швец В. Б., Бауск Е. А., Головки С. И. Особенности деформирования оснований фундаментов реакторных отделений Запорожской АЭС. *Энергетическое строительство*. 1989. № 2. С. 43–46.
4. Бауск Е., Швец В. Оценка глубины сжимаемой толщи большеразмерных фундаментов. *Theoretical Foundation of Civil Engineering–VIII*. Ed. By W. Szcześniak. Варшава, 2000. С. 396–399.
5. Bausk Yevgeny. Safety Assessment of VVER-1000 PWR. *Type Containment Foundations*. Transactions, SMiRT. Vol. 19. Toronto, 2007.