

УДК 624.042.7

У.В. Поливана

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВІВ

U.V. Polyvana

ANALYSIS OF THE STRESSED AND DEFORMED STATE OF STRUCTURES DURING SEISMIC INFLUENCES

Людство завжди намагалося протистояти наслідкам землетрусу, таким як руйнування будинків, промислових об'єктів, смерть людей. На даний час досягнуто результатів в таких науках, як механіка ґрунтів, геологія, з'явилися нові методи будівництва та укріплення конструкцій. При цьому виникає потреба в якісному прогнозуванні сейсмостійкості таких важливих об'єктів як АЕС, і в результаті було розпочато розробку методів для оцінки їх сейсмостійкості, міцності і працездатності.

Встановлено, що у проаналізованих літературних джерелах для проектування сейсмостійких споруд необхідно керуватися достовірними кількісними характеристиками сейсмічних рухів ґрунту, які можна одержати тільки на основі записів реальних землетрусів. Кожному балу сейсмічної шкали відповідають певні значення максимальних (пікових) значень руху ґрунту: переміщення D_{max} швидкість V_{max} і прискорення A_{max} . Звичайно, найважливішим показником є пікове прискорення, тому що йому пропорційні діючі інерційні сейсмічні сили на споруду [2].

Підхід до забезпечення сейсмостійкості АЕС відрізняється істотною специфікою в порівнянні з іншими об'єктами. Це обумовлено тим, що саме поняття «сейсмостійкість» для АЕС це збереження нею ядерної й радіаційної безпеки, а також тим, що АЕС є об'єктом надзвичайно високої соціальної відповідальності, до безпеки якої висуваються особливо високі вимоги. Тому при їхньому проектуванні враховують імовірність землетрусів з більшою амплітудою коливань, ніж для звичайних споруд. А також, принципи забезпечення сейсмостійкості АЕС повинні бути такими, щоб безумовно гарантуючи безпеку, дозволяти уникнути невиправданого підвищення витрат [2].

Проаналізовано методи розрахунку конструкцій на сейсмостійкість, такі як статичний, лінійно-спектральний і динамічний. На прикладі завдання про закріплену балку проведено розрахунок в програмному комплексі ANSYS із застосуванням цих методів.

Вибір методу сейсмічного розрахунку обумовлений різними факторами: складністю конструкції, співвідношенням її власних частот і переважаючих частот впливу, наявністю необхідної обчислювальної техніки і програмного забезпечення, об'ємом вихідної інформації, вартістю і термінами роботи.

Метою розрахунків є визначення відповідної реакції конструкції (переміщень, прискорень, внутрішніх зусиль та ін.) на сейсмічне збурення. Для позначення цієї реакції використовується узагальнююче поняття реакція конструкції (системи) $r(t)$. Сукупність реакцій у різних точках конструкції становить вектор відгуків $\{r(t)\}$. Їх максимальні значення позначено відповідно $R_i \{R\}$.

Статичний метод доцільно використовувати тоді, коли можна знехтувати вимушеними коливаннями на сейсмічну реакцію. Лінійно-спектральний метод заснований на розкладанні системи диференціальних рівнянь руху по власних формах. Величина і розподіл інерційних навантажень залежить від власних частот і форми

конструкції, але вкінці навантаження розглядаються як статичні, тобто даний метод є квазістатичним. Динамічний аналіз в якості вихідної сейсмологічної інформації використовує записи сейсмічних рухів ґрунту, найчастіше це акселерограми. Цим методом можна розраховувати лінійні та нелінійні системи [2].

Встановлено, що дані методи розрахунків конструкцій на сейсмостійкість засновані на аналізі коливань будівлі при сейсмічному русі основи. Їх відмінною рисою є неможливість точного завдання збурюючого впливу, оскільки землетрус являє собою випадковий процес, конкретна реалізація якого залежить від багатьох важковраховуючих факторів. Тому сейсмічні розрахунки відрізняються від розрахунків на інші динамічні навантаження використанням специфічних методів завдання, що збурює вплив й визначення відповідної реакції конструкції [1,2].

Колівальну систему з одним ступенем вільності змодельовано в програмному комплексі ANSYS за допомогою точкової маси MASS21 і пружинного елемента COMBIN14 (рис.1), для якого можна задати коефіцієнт демпфірування, крім твердості. Отриманий розв'язок в ANSYS порівнюється з аналітичним для різних коефіцієнтів ζ , і виводиться на один графік для наочності [4].

Розв'язок для різних коефіцієнтів ζ можна побачити на рис.2. На графіку на осі абсцис відкладався час, а на осі ординат коливання. Як бачимо, зі збільшенням коефіцієнта ζ , амплітуда коливань зменшується, що доводить правильність розрахунків.

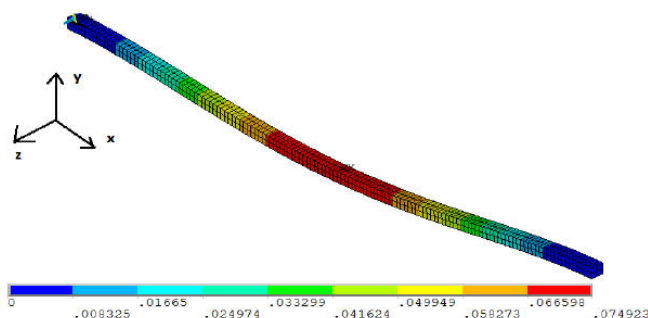


Рисунок 1. Розподіл сумарного переміщення

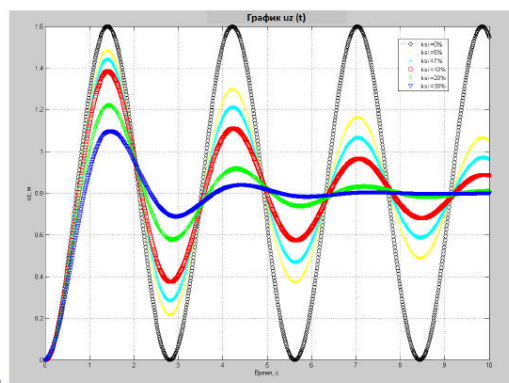


Рисунок 2. Розв'язок для різних коефіцієнтів ζ

На простому прикладі колівальної системи з одним ступенем вільності був проведений динамічний розрахунок для різних коефіцієнтів демпфірування, щоб показати наочно як поводить ся система при різному ступені дисипації. Був освоєний ще один метод аналізу конструкцій на сейсмічну дію в програмному комплексі ANSYS.

Література

1. C.I. Ossai, B. Boswell, I. J. Davies Pipeline failures in corrosive environments – A conceptual analysis of trends and effects // Engineering Failure Analysis. – 2015. - Vol., 53, P. 36-58.
2. Бирбрайер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость.- СПб.: Наука, 1998. -255с.
3. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. Пер. с англ. М.:Мир, 1982.
4. Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования, 2006. – 115 с.