

УДК 624.15, 624.042.7

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНОКУ ЗАПАСУ СТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПРИ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВАХ

Седін Володимир, докт. техн. наук, проф.;

Загільський Віталій, канд. техн. наук, доц.;

Ковба Владислав, канд. техн. наук, доц.; **Бікус Катерина**, канд. техн. наук, доц.

Державний вищий навчальний заклад

«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Постановка проблеми. Останнім часом сейсмічність території України була уточнена, що і вплинуло на її загальне підвищення. Нерідко, для прийняття рішення стосовно категорії технічного стану споруд з підвищеною категорією відповідальності (зокрема будівлі АЕС), інженеру доводиться оцінювати та перераховувати будівлю на сейсмічність. Відповідно до регламентованих міжнародних та національних норм [0; 0] при розрахунку поповерхових спектрів реакції, а також оцінці сейсмостійкості будівель і споруд АЕС, необхідно враховувати взаємодію елементів системи «споруда – фундамент – основа», при цьому слід проводити опис та обґрунтовувати застосування методів розрахунку [6,8]. Тому, дослідження динамічної взаємодії елементів системи «споруда – фундамент – основа» для будівель і споруд АЕС, а також обґрунтування ідеалізованих методик потребує постійної практики та апробації [7].

Мета дослідження. Метою дослідження є проведення тестових розрахунків з визначення стійкості, несучої здатності і міцності елементів конструкцій опорних вузлів з урахуванням характеристик міцності матеріалів конструкцій при сейсмічних навантаженнях для подальшої категоризації будівель і споруд АЕС (на прикладі транспортно-технологічного блоку). Також, з метою отримання розрахункових впливів на фундамент планується створення динамічної моделі.

Результати досліджень. Причиною землетрусів є, як правило, тектонічні деформації земної кори. В процесі цих деформацій при певному рівні напруги відбувається раптове порушення суцільності – утворюється дислокація того чи іншого виду. При цьому вивільняється значна енергія деформації і виникають хвилі, що поширюються в усіх напрямках. Досягнувши поверхні землі, вони викликають землетрус – коливальний рух верхніх шарів ґрунтової товщі. Землетруси виникають зазвичай в зонах розломів земної кори, де тектонічні процеси протікають найбільш активно, а міцність земної кори знижена [0].

Для розрахунків на сейсмічність розглядалися поширення поздовжніх і поперечних сейсмічних хвиль в необмеженому пружному середовищі. Також, у розрахунках враховувалися фактори, що визначають деформований стан, особливості взаємодії елементів конструкцій між собою, просторова робота конструкцій.

При моделюванні використовувався принцип побудови більш загальної геометричній моделі споруди, що складається з елементів більш високого порядку. Навантаження, зв'язки і властивості матеріалів і елементів накладалися на геометричну модель, на підставі якої препроцесором генерувалася власне СЕ модель.

В рамках розрахунку була проведена розробка динамічної моделі конструкцій з метою отримання розрахункових впливів на фундаменті. Динамічна модель служить для урахування взаємодії в системі «споруда – фундамент – основа» і отримання результуючих записів розрахункових впливів з урахуванням даних взаємодій. На рисунку 1 зображено загальний вигляд кінцево-елементної моделі будівлі транспортно-технологічного блоку (ТТБ).

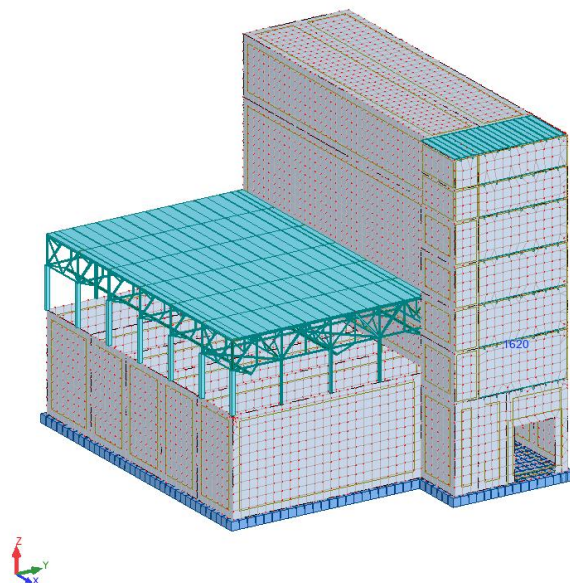


Рис. 1. Кінцево-елементна модель будівлі ТТБ. Загальний вигляд

Вплив основи на сейсмічні коливання споруди має кілька аспектів:

1) Через основу передається сейсмічна дія на споруду, останнім в силу своєї масивності і жорсткості, робить зворотний вплив на рух ґрунту, виходячи з цього закон сейсмічних коливань під фундаментної плитою відрізняється від коливань «вільного поля».

2) Ґрунтова основа має власну масу і жорсткість, які знижують частоти вільних коливань динамічної системи «споруда – фундамент – основа».

3) При землетрусі сейсмічні хвилі відбиваються від фундаменту і розсіюються в основі, несучи при цьому певну кількість енергії.

В рамках даної роботи в якості робочого методу моделювання взаємодії основи і споруди прийнятий метод еквівалентних динамічних характеристик. Відповідно до даного методу, проблема взаємодії основи і споруди підрозділяється на наступні незалежні задачі, що вирішуються:

а) Визначення розрахункової сейсмічної дії на фундамент виходячи з його форми, заглиблення, характеристик ґрунтової основи, напрямки падіння сейсмічних хвиль.

б) Визначення еквівалентних динамічних характеристик основи – сукупності пружин і демпферів, приєднаних до фундаментної плити і характеризують жорсткість і розсіювання енергії в основі. У загальному випадку їх дванадцять: шість пружин, які задають жорсткості при поступальних і кутових переміщеннях фундаменту по трьох осях та шість відповідних демпферів.

Перевагою такого способу визначення характеристик є те, що з його допомогою виходять їх осереднені значення, які не залежать від поодиноких локальних особливостей основи.

З метою урахування максимальної частки мас розрахункових моделей було обчислено 400 форм коливань для кожної будівлі системи за умови зупинки виконання розрахунку при досягненні необхідної частки 95 % врахованих в динамічному аналізі мас від загальної кількості приєднаних мас системи.

Для отримання сейсмічних навантажень використовувався так званий сейсмічний алгоритм розрахунку форм коливань з інтегральною точністю 0.0001 (4 знака з гарантованою точністю), головна перевага якого в порівнянні зі звичайним методом

визначення форм коливань полягає в використанні додаткових умов розрахунку для визначення в першу чергу найбільш значущих форм власних коливань.

Отримання розрахункових акселерограм [0] включає в себе аналіз розроблених в рамках даного етапу динамічних моделей з урахуванням взаємодії в системі «споруда – фундамент – основа». В результаті були отримані комплекти розрахункових акселерограм, розраховані для будівель по динамічній моделі взаємодії споруди з основою.

В даний час в Україні не існує нормативних документів, що регламентують категорії технічного стану будівельних конструкцій при визначенні сейсмостійкості будівель і споруд. Для визначення підсумкового технічного стану конструкцій при розрахунках на сейсмічні впливи за основу були прийняті категорії технічних станів документа [9] та адаптовані до оцінки сейсмостійкості будівельних конструкцій АЕС.

Висновки. За результатами тестових розрахунків щодо визначення сейсмостійкості конструкцій на прикладі транспортно-технологічного блоку можна зробити наступні висновки: 1) при настанні на майданчику сейсмічної події рівня МРЗ з піковою інтенсивністю ПУГ = 0,13g прогнозується збереження безпеки експлуатації і можливість подальшої експлуатації конструкцій будівлі ТТБ; 2) в результаті аналізу отриманих даних подальша експлуатація будівлі ТТБ, з точки зору сейсмостійкості, відповідно до [9] можлива без обмежень і додаткових заходів щодо посилення.

Список використаних джерел

1. Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій НП 306.2.208-2016.
2. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. [Введ. 01.10.2014]. Київ : Міністерство будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства України, 2014. 110 с.
3. Уздин А. М., Сандович Т. А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений [Текст]. Санкт-Петербург : Изд-во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1993. 176 с. ISBN 5-85529-010-7.
6. Бирбраер А. Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость [Текст]. Санкт-Петербург : Наука, 1998. 255 с. ISBN 5-02-024883-5.
7. Седін В. Л., Загільський В. А. Верифікація чисельної моделі будівель АЕС при динамічному аналізі системи «основа – фундамент – споруда». *Будівельні конструкції* : міжвід. наук.-техн. зб. Київ : Держ. н.- д. ін.-т. буд. конструкцій, 2016. Вип. 83. С. 153–160.
8. Загільський В. А. Удосконалення методів розрахунку напружено-деформованого стану основ фундаментів будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах / Загільський Віталій Анатолійович : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.02 – Основи і фундаменти». Дніпро, 2016. 201 с.
9. Стандарт государственного предприятия «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом». Эксплуатация технологического комплекса. Мониторинг строительных конструкций АЭС. Общие положения. СОУ НАЕК 109:2016.