

УДК 624.131.55

Мовчан О.Ю., здобувач

Науковий керівник: Дікарев К.Б., к.т.н., доцент каф. ТБВ

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ОЦІНКА СИСТЕМИ «ОСНОВА-ФУНДАМЕНТ-СПОРУДА» З УРАХУВАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ СЕЙСМОЗАХИСТУ

На території України переважна більшість будівель проектується без активного сейсмічного захисту, враховуючи навіть той факт, що в нашій країні присутні регіони з підвищеною сейсмічною активністю. Недооцінка цієї проблеми може призвести не тільки до значних матеріальних збитків у вигляді пошкодження та руйнування будівель, а також і до можливих важких травм людей.

Дане питання залишається актуальним і сьогодні, оскільки навіть за останній рік в Україні було зафіксовано 2 землетруси – один в липні 2023 з магнітудою 3,7 бали за шкалою Ріхтера, та інший у жовтні 2023 з магнітудою 4,5 балів за шкалою Ріхтера. А за ДБН В.1.1-12:2014 бачимо, що для території України найбільш сейсмічно небезпечними є Південно-Західна частина Одеської області, Крим, та Закарпаття. Для цих регіонів сейсмічна активність може досягати від 7 до 10 балів, що суттєво впливає на будівництво у таких районах.

Метою дослідження було проаналізувати існуючі гасителі коливань, і їх вплив на систему основа-фундамент-споруда. Після попереднього аналізу обрати найбільш ефективні, та провести розрахунки в ПК ANSYS, і порівняти результати у випадку будівлі без активного сейсмосахисту, та з активним сейсмосахистом у вигляді гасителя коливань. Наступним кроком було оцінити економічну доцільність влаштування подібного захисту.

Для попереднього аналізу було взято наступні типи гасителів коливань:

- *Повітряна подушка*. Може бути використано лише у будівлях невеликого розміру. У фундамент будівлі встановлюють спеціальну подушку, і навколо будівлі встановлюють датчики. Як тільки фіксується сейсмічна активність – компресор починає накачувати повітря в подушку і підіймати будівлю на 50-100 мм.

- *Рухома плита*. Представляє собою циліндричні або круглі ковзні елементи, які знаходяться між профільованими листами сталі, закріпленими до фундаментної плити та до надземної частини будівлі.

- *Будівля, відірвана від землі*. Для ослаблення сейсмічної енергії можна влаштувати невеликий відрив першого поверху будівлі від землі. Таким чином, коливання передаються тільки по з'єднаннях фундаменту з несучим каркасом. Але також не підходить для будь-якої будівлі.

- *Гумові циліндри.* Будівля знаходиться на кількох еластичних гумових циліндрах. Вони діють як автомобільні амортизатори, перетворюючи різкі поштовхи в легку вібрацію.

- *Рамна система.* Пропонується встановлення зовнішніх масивних металевих рам. До них окремо кріпляться всі елементи будівлі, але не жорстко, а таким чином, щоб забезпечити їх рухливість під час сейсмічного навантаження.

- *Ударний гаситель.* Складається з маси у вигляді маятника або шару, періодично зіштовхуючихся з конструкцією. Основним недоліком ударного гасителя коливань є те, що при зміні частоти коливань конструкції, гаситель може виявитися не налаштованим, внаслідок чого знижується ефективність його дії.

Для розрахунку у ПК ANSYS була змодельована 9-поверхова каркасна будівля з висотою поверху у 3 метри, та загальною висотою 27 метрів. Довжина будівлі – 22,2 метри, ширина – 21,9 метрів. Розташування – м. Одеса, інженерно-геологічні дані взято з будівельного майданчика. Також обрано наступні варіанти гасителів коливань: на рухомій плиті, з гумовими дисками, розташованими під колонами, з гумовим прошарком, розташованим по контуру, з ударним гасителем коливань. Для задання сейсмічного навантаження використовуємо акселерограму.

Після цього було проведено відповідні розрахунки, результати яких занесені у табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння результатів розрахунку будівлі на МРЗ (8 балів)

	Деформації, мм		Напруження, МПа		
	У кінцевій точці	У макси-мальному значенні	Без сейсмічного навантаження	Кінцева точка	Макси-мальне
Без гасителів	79,3	96,9	15,7	34,24	55,12
Рухома плита	74,1	84,9	15,6	31,81	39,22
Гумові диски	77,3	92,1	15,7	32,56	45,19
Гумовий контур	77,4	92,2	15,6	32,51	45,14
Ударний гаситель	77,1	91,9	15,1	32,0	44,4

Додатково було проведено розрахунок здорожчання будівлі при влаштуванні кожного з типів сейсмічного захисту, результати у табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння кошторисної вартості додаткових витрат

Тип фундаменту	Здорожчання, %
Без гасителів коливань	-
Рухома плита	125.25
Використання гумових дисків	133.18
Використання гумового контуру	97.10
Використання ударних гасителів	103.13

Проаналізувавши гасителі коливань, можна зробити однозначний висновок про їх ефективність. Найбільш ефективно себе показала саме будівля на рухомій плиті. Ефективність же використання гумового прошарку майже не дала переваг у порівнянні з гумовим контуром. Але, якщо брати до уваги економічний аспект, то найбільшу перевагу має якраз гумовий контур. Також свою ефективність довів і ударний гаситель, але в розрахунку була використана спрощена модель, яка може мати неточності як у розрахунках, так і в обчисленні вартості.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. – Київ: Мінрегіонбуд 2014.
2. Григорян С. С. Об основных представлениях динамики грунтов / Григорян С. С. // Прикл. математика и механика. – 1960. – Т. 24, № 6. – с. 1057-1072.
3. Красников Н.Д. Динамические свойства грунтов и методы их определения. / Красников Н.Д. / – Л.: Стройиздат 1970. – 240 с.