

Болотюк Н.С., магістр 2 курсу, гр. ГС-41мп
Вапнічна В.В., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ЩІЛЬНУ ЗАБУДОВУ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТУНЕЛЮ МЕТРО

Будівництво метро в сучасних умовах українських міст є складним завданням, особливо коли прокладання тунелів здійснюється в зоні щільної житлової забудови. Вібраційні впливи, що виникають при експлуатації метрополітену, можуть викликати деформації фундаментів, утворення тріщин у несучих конструкціях та прискорене зношування елементів будівель. Тому мінімізація вібраційного навантаження стає ключовою умовою реалізації підземних інфраструктурних об'єктів.

Для проведення варіативних розрахунків з визначення найбільш ефективної системи, що забезпечить необхідний захист від впливу вібрації при експлуатації метрополітену, визначено ділянку будівництва з найбільш несприятливими параметрами – ґрунтовими умовами (ґрунти в основі існуючих будівель з невисокими фізико-механічними параметрами, високий рівень ґрунтових вод), конструктивними параметрами існуючих будівель (каркас будівель зі збірних залізобетонних елементів, стовбчаті та стрічкові фундаменти).

Було розглянуто шість варіантів виконання конструкції будови колії, що повинні забезпечувати необхідні експлуатаційні параметри та відповідний захист від вібрації руху поїздів метрополітену. Нижня частина будови колії однакова для всіх варіантів, відміна стосується верхньої конструкції колії.

Варіант 1 – верхня частина конструкції будови колії влаштована за допомогою рейкових блочних опор EBS (в моделі розглянуто характеристики матеріалу типу Edilon Resilient Strip).

Варіант 2 - верхня частина конструкції будови колії влаштована за допомогою лежнів з резиновими підкладками.

Варіанти 3-5 - верхня частина конструкції будови колії влаштована за допомогою віброізоляційних матів з поліуретанових еластомерів (в моделі розглянуто характеристики матеріалу типу Sylomer SR42). Розглянуто три варіанти розташування матеріалу - точкове, стрічкове та суцільне.

Варіант 6 - верхня частина конструкції будови колії влаштована за допомогою залізобетонних лежнів, а віброізолюючим матеріалом слугує піноскло, що вклене у проміжок між стінами тунелю і стіною огороження котловану.

Комплексний перевірний розрахунок системи «тунель – ґрунт – існуюча забудова» був проведений в програмному комплексі «PLAXIS».

При виконанні варіативних розрахунків враховані наступні вихідні дані, щодо навантаження :

- навантаження від вагону з пасажирами – 50 т;
- навантаження від двох тележок – 9,9 т;
- навантаження від чотирьох колісних пар – 5,8 т.

Дане навантаження приведене до осі тележки і прикладене у вигляді гармонійного динамічного навантаження з частотами: 16 Гц; 31,5 Гц; 63 Гц.

Навантаження прикладалось до елементу рейки та конструкції будови колії.

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати розрахунків

№ п/п	Варіанти віброзахисту	Показники вібрації в існуючих будівлях, дБ					
		Будівля №1			Будівля №2		
		16 Гц	31,5 Гц	63 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц
1	Влаштування рейкових блочних опор EBS	99,8	96,58	90,74	104,10	88,84	96,01
2	Влаштування лежнів з резиновими підкладками	100,27	96,79	90,48	104,23	89,47	95,25
3	Влаштування віброізоляційних матів з поліуретанових еластомерів (точкова схема)	103,33	104,26	86,99	107,05	101,38	89,49
4	Влаштування віброізоляційних матів з поліуретанових еластомерів (стрічкова схема)	102,44	99,06	95,42	106,49	97,26	95,83
5	Влаштування віброізоляційних матів з поліуретанових еластомерів (суцільна схема)	103,39	98,52	96,06	104,63	90,97	96,19
6	Влаштування залізобетонних лежнів з віброізолюючим матеріалом - піноскло	104,20	99,90	95,38	105,09	87,09	101,29

Аналіз результатів розрахунків наведених у таблиці показників рівнів вібраційного навантаження в існуючих будівлях та відповідних графіках показує, що найбільш ефективним засобом захисту від вібраційного навантаження є застосування в конструкції будови колії - рейкових блочних опор EBS з відповідними характеристиками матеріалів, що застосовувались при моделюванні.

На графіках рис. 1 – 3 наведено порівняння вібраційних коливань при різних частотах.

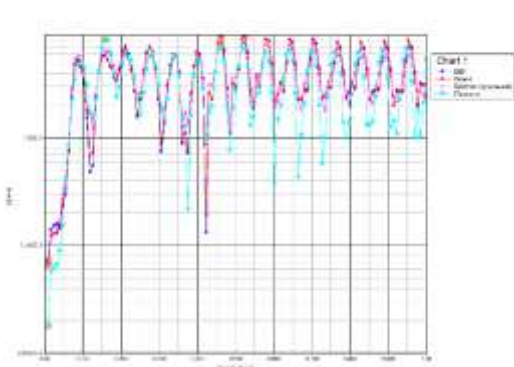


Рис. 1. Вібраційні коливання в фундаменті будівлі поліклініки за різними варіантами захисту (частота 16 Гц)

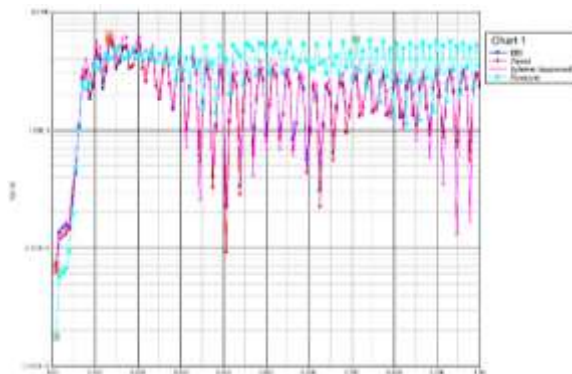


Рис. 2. Вібраційні коливання в фундаменті будівлі поліклініки за різними варіантами захисту (частота 31,5 Гц)

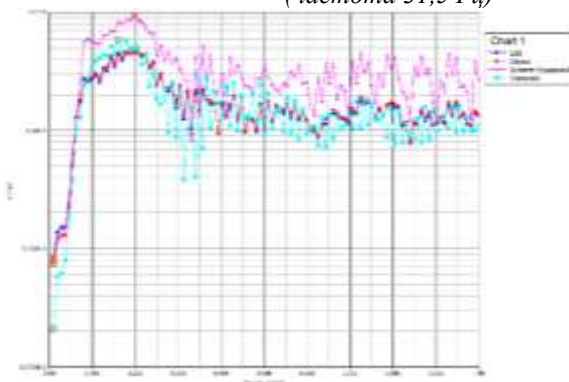


Рис. 3. Вібраційні коливання в фундаменті будівлі поліклініки за різними варіантами захисту (частота 63 Гц)

Було проведено розрахунок комбінації заходів таких як - захист в межах конструкції рейок з застосуванням блочних опор EBS і влаштуванням демпфуючої прокладки (гумове покриття "Гумінат" середньої твердості) між днищем котловану і огородженням котловану «стіною в ґрунті». Результати розрахунку наведені в таблиці. 2.

Таблиця 2.

Варіанти віброзахисту	Результат розрахунку					
	Будівля №1			Будівля №2		
	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц
Влаштування рейкових блочних опор EBS	72,67	60,82	41,10	79,11	50,28	35,22

Отже, за результатами розрахунків, що були проведені, можемо зробити висновки, що найкращим вібраційним захистом є комбінація з застосуванням блочних опор EBS і влаштуванням демпфуючої прокладки.

Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення".
2. ДСН 3.3.6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації".
3. ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".
4. ДБН В.2.3-7:2018 "Метрополітени".