

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТУ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА ПРИ ВПЛИВІ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Робота присвячена чисельному дослідженню вібраційного впливу метрополітену на несучі будівельні конструкції. Були виміряні рівні вібрації на підлозі та колонах. В якості прикладу представлена комп'ютерна модель динамічного навантаження від метрополітену на несучі конструкції будівлі з урахуванням передачі навантаження через ґрунт.

Ключові слова: динамічні навантаження; вібраційний вплив; віброшвидкість; метрополітен.

Постановка проблеми. Задача технічного обстеження була оцінка наявності дефектів: появи тріщин, сколів, руйнування захисного шару бетону і т. ч. в стінах, перекриттях, фундаментах. Недобудована конструкція будинку по конструктивних елементах, які плануються звести, відповідно до [2] відноситься до особливих капітальних споруд (І групи капітальності) з нормативним терміном служби 175 років.

У програму робіт, складену відповідно до [2], входило:

- дослідження технічного стану зведених монолітних конструкцій каркасу будівлі з фото-фіксацією існуючих дефектів і пошкоджень;

- інструментальні випробування показників міцності бетону;

- аналіз отриманих даних з наданням висновків і рекомендацій;

- оцінка впливу тривалих вібрацій метрополітену на фундаментну плиту і несучі конструкції будівлі.

Для визначення чисельних значень рівнів вібрації за допомогою віброметра проводилися вимірювання трьома віброперетворювачами в режимі автоматичної реєстрації

³ © Башинський Я.В.

середньоквадратичних і максимальних рівнів віброприскорення згодом усереднення 1, 5 і 10 с.

Згідно [2] технічний стан обстежених конструкцій каркасу розцінюється як непридатний до нормальної експлуатації (стан III).

Результати вимірювань міцності бетону монолітних залізобетонних стін і плит перекриття були використані при проведенні численних досліджень для завдання реальних характеристик жорсткості конструктивних елементів.

Руйнування фундаментів і підземних стін склали відповідно 10-15% і в деяких місцях 30%, що істотно вище, ніж в аналогічних будинках, розташованих у середині кварталів.

Головним чином, це пов'язано з повільно затухаючими осіданнями на слабких водонасичених ґрунтах при постійній дії досить значних вібрацій, викликаних рухом метрополітену. [3,4,5].

Реакція будівлі і його елементів залежать не тільки від рівня і спектрального складу коливань, що передаються через ґрунт, а й від динамічних характеристик несучих і огорожувальних конструкцій. Головним чином, це стосується частот власних горизонтальних коливань будівель і вертикальних коливань елементів перекриттів, виду ґрунту і ін.

Питаннями створення адекватних розрахункових моделей будівельних конструкцій при динамічних впливах, в тому числі і з урахуванням підстави та ґрунту, а також їх аналізу займалися В. П. Агапов, О. С. Городецький, С. Ф. Клованіч, Ю. Н. Немчинов, М.Г. Мар'єнков, А. В. Перельмутер та ін.

Мета статті. Стаття присвячена визначенню технічного стану елементів конструкцій незавершеного будівництва офісно-торгівельного центру та створення розрахункової моделі для продовження будівництва. Особливістю забудови є розташування будівлі над станцією метрополітену глибокого залягання [1].

Основна частина. Аналіз руху поїздів метрополітену показав, що зі збільшенням кількості пасажирів (годину пік між 17 і 19 годинами) рівні віброприскорення на 3 ... 3,5 дБ вище по відношенню до часу з 19 до 22 годин. Також рівні віброприскорення

залежать від технічного стану рейкової колії та рухомого складу, швидкості руху складу (в годину пік швидкість, як правило, вище). Всі перераховані вище фактори позначаються і на частотному розподілі рівнів віброприскорення.

За отриманими даними зрозуміло, що найбільші рівні віброприскорення плити перекриття отримані для вертикальної вібрації для діапазону частот від 16 до 80 Гц і перевищують значення по інших напрямках більш ніж на 15 дБ (більш ніж в 6 разів).

Модальний аналіз системи «грунтовий масив - елементи наземних і підземних споруд» фрагмента на основі МСЕ. Розрахунки напружено-деформованого стану системи «грунтовий масив - елементи наземних і підземних споруд», виконані методом скінченних елементів в програмному комплексі «ЛІРА-САПР». [6]

Розглянуто взаємодію основи і наземної частини будівлі представленого на рис.1 (розміри в плані 18,0*51,6 м, висота близько 18 м). Будівля складається з двох об'ємів різної висоти, що призводить до різних навантажень окремих ділянок на основу.

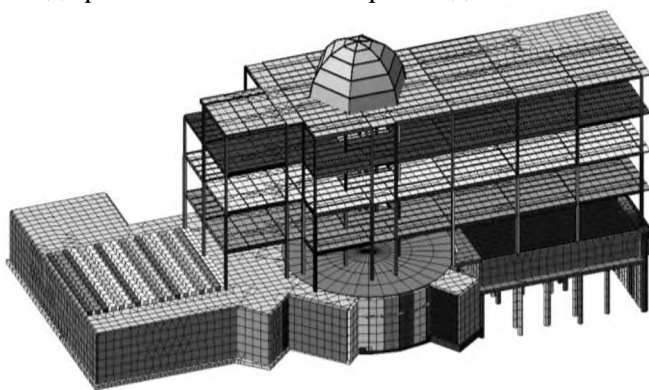


Рис.1. Скінченно-елементна модель офісно-торгового центру

Для визначення НДС будівлі з урахуванням перетворення імпульсу при переході його від ґрунту до фундаменту будівлі було виконано моделювання конструкції будівлі і ґрунтового масиву. Моделювання тривимірного ґрунтового масиву здійснено на основі

даних інженерно-геологічних вишукувань. Для спрощення розрахунку змодельована схема в просторовій постановці була перебудована в площині з підключенням ґрунтової основи та розташуванням у ній шахти метрополітену. (рис.2.)

Такий спосіб формування системи «ґрунтовий масив - елементи наземних і підземних споруд» представляється найбільш перспективним з точки зору прогнозування поведінки будівель і споруд при передачі постійно-діючих динамічних впливів через ґрунтові основи.

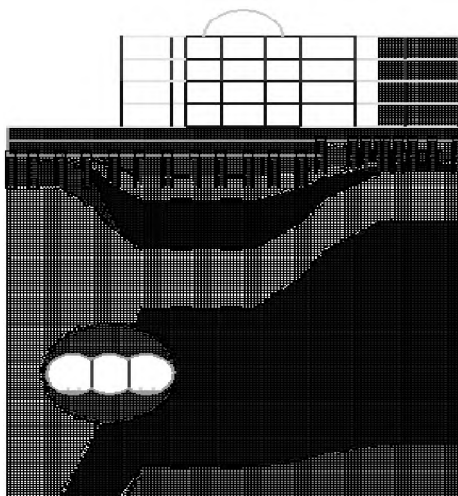


Рис.2. Фрагмент моделі ґрунтового масиву з наземною частиною

При моделюванні реальної роботи будівлі на ґрунтовій основі застосовано систему МОНТАЖ+. Задано 3 монтажні стадії:

Стадія 1. Моделювання ґрунтової основи.

Стадія 2. Прокладання метрополітену.

Стадія 3. Монтаж наземної частини будівлі.

Період часу, за який були визначені динамічні характеристики, прийнятий рівним 10 секундам. В результаті розрахунку були отримані параметри вертикальних і горизонтальних коливань контрольних точок, де були здійснені натурні виміри.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

Метод прямого інтегрування, метод Ньюмарка, може застосовуватися для вирішення всіх задач динамічного розрахунку конструкцій, в даному дослідженні було обрано цей метод.

Весь часовий інтервал розбивається на скінченну кількість кроків:

$$N_{step} = \frac{T_{dur}}{\Delta t} + 1, \quad T_{dur} = t_{end} - t_{start}$$

В межах однієї задачі крок інтегрування зберігається постійним.

Запис результатів (переміщень, швидкостей, прискорень) створюється в моменти часу, що співпадають з точками інтегрування.

Для розрахунку даної схеми на динаміку від дії метрополітену, до оголовків рельсів було прикладене динамічне навантаження у вигляді синусоїдального впливу по X та Z.

Навантаження задається у вигляді: $A * \sin [\omega * i]$,

де A – амплітуда, - частота, - зсув фаз.

Також у програмному комплексі «ЛІРА-САПР» задається час початку та закінчення дії навантаження.

Було отримано результати у вигляді графіків амплітуди коливань, їх швидкості та прискорення для трьох точок. (рис.3,4,5)

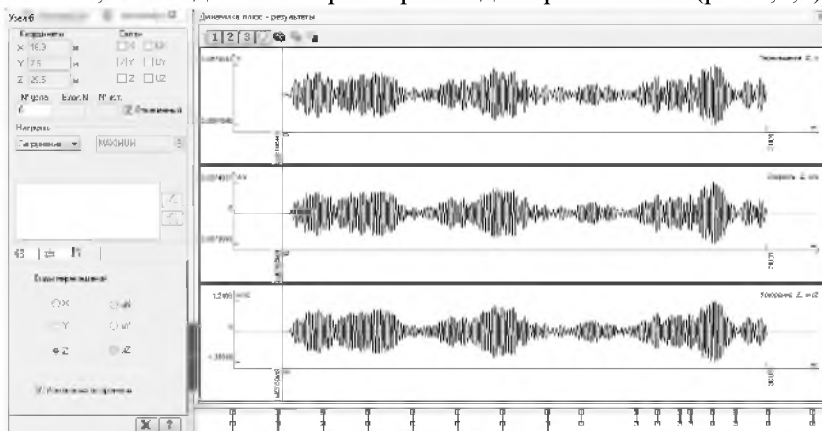


Рис.3. Точка на вершині куполу

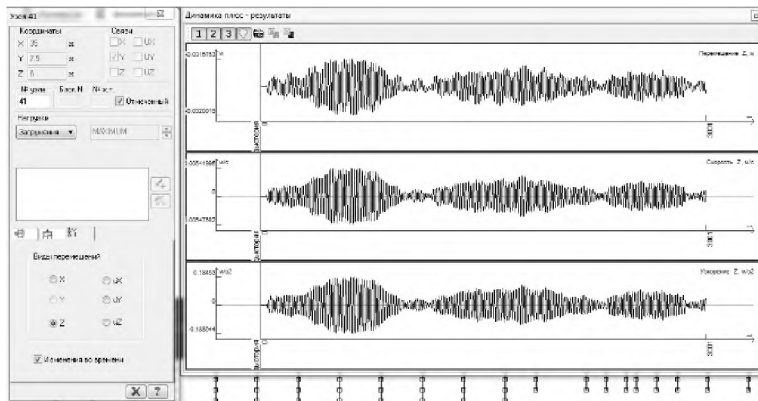


Рис.4. Точка на рівні підлоги 1-го поверху, з правого боку від джерела

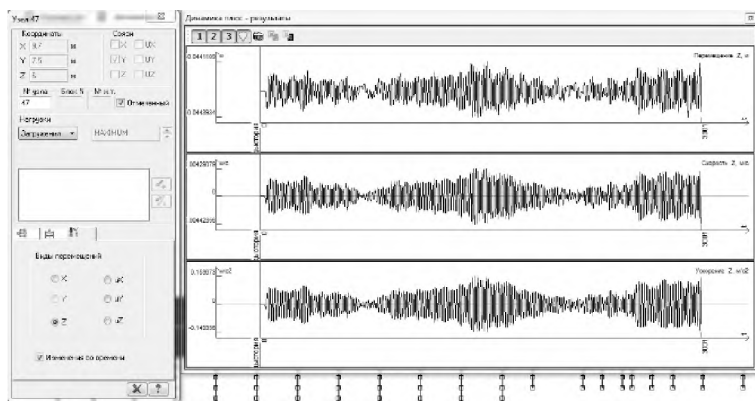


Рис.5. Точка на рівні підлоги 1-го поверху, над джерелом впливу

Висновки:

1. Дослідження рівнів вібрації в контрольних точках викликані рухом поїздів метрополітену показало, що рівні коливань істотно змінюються при проходженні різних поїздів. Найбільші рівні віброприскорення плити перекриття отримані для вертикальної вібрації для діапазону частот від 16 до 80 Гц і перевищують значення за іншими напрямками більш ніж на 15 дБ (більш ніж в 6 разів).

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

2. Виміряні значення вібрації окремих перекриттів дослідженої будівлі значно (до 2 разів) перевищують допустимі норми в смугах з середньогометричними частотами 31.5 і 63 Гц.

3. Результати експериментальних і чисельних розрахунків монолітної плити перекриття відрізняються більш ніж на 10% для нижчої частоти 16,25 Гц, де отримані найбільш високі рівні вібрації при проходженні поїздів метрополітену.

5. Для виконання динамічних розрахунків поширення вібрації по будівельним конструкціям каркасного будинку рекомендується використовувати експериментальні дані спільно з результатами чисельного дослідження.

6. Рекомендується при проведенні реконструкції будівлі влаштування демпфуючих пристроїв.

Потрібно відзначити важливість і актуальність загальної проблеми - вивчення впливу вібрацій від транспортних засобів на основи, будівлі та споруди. Як випливає з результатів, наведених вище, правильна оцінка і врахування впливу вібрацій може позбавити від різних небажаних ситуацій і дати значний економічний ефект при освоєнні міських територій поблизу магістралей з інтенсивним рухом.

Використана література:

1. Varabash M.S. Stress-strain state of the structure in the service area of underground railway / Varabash M.S., Bashinsky Y.V., Korjakins A. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 251 012100. – 2017.

2. Нормативні документи з питань обстеження, паспортизації, безпечної і надійної експлуатації виробничих будівель та споруд. К., 2003.

3. Борисов Е. К., Алимов С.Г., Усов А.Г. Экспериментальная динамика сооружений: мониторинг транспортной вибрации – 2007. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. – 128 с.

4. Дубровская Т.В., Пятецкий В.М., Файнберг И.И. О выборе конструктивного решения здания, расположенного над линией

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

метрополитена // Тез. докл. VI Всесоюз. конф. «Эксперим. исслед. инж. сооружений». – Л.: Госстрой СССР. 1986. – С. 119–120.

5. Ишанходжаев А.А. О проблеме защиты сооружений от вибраций, возникающих при прохождении поездов метрополитена // Тез. докл. VI Всесоюз. конф. «Эксперим. исслед. инж. сооружений». – Л.: Госстрой СССР. 1986. – С. 122–123.

6. Барабаш М. С. Численное моделирование воздействия динамических нагрузок метрополитена на близстоящие здания / М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский, В. Овчарова // Містобудування та територіальне планування: Наук-техн. збірник. – К. : КНУБА.– Вип. 48. – 2013. - С. 46–52.

Abstract

The paper focuses on numerical study how vibration due to underground trains influences the load-bearing building structures. Diagrams of vibration levels for monolithic floor slab depending on frequency are obtained. Levels of vibrations on floor slabs and columns are measured. The simulation of dynamic load from underground railway onto load-bearing building structures is presented as an example with account of load transmission through the soil. Recommendations for generation of design model in dynamic analysis of structure are provided.

Key words: dynamic loads; vibration influence; vibration speed; underground.

Аннотация

Работа посвящена численному исследованию вибрационного воздействия метрополитена на несущие строительные конструкции. Были измерены уровни вибрации на полу и колоннах. В качестве примера представлена компьютерная модель динамической нагрузки от метрополитена на несущие конструкции здания с учетом передачи нагрузки через почву.

Ключевые слова: динамические нагрузки; вибрационное воздействие; виброскорость; метрополитен.

Стаття надійшла до редакції у лютому 2018 р.