

**УДК 624.012.4**

**ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОІЗОЛЮЮЧИХ ОПОР  
ФУНДАМЕНТІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ В УМОВАХ ВПЛИВУ  
ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД РУХУ ПОЇЗДІВ  
ПІДЗЕМНОГО МЕТРО**

**ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИХ ОПОР  
ФУНДАМЕНТОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ  
ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ОТ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ  
ПОДЗЕМНОГО МЕТРО**

**PRACTICE OF THE USE OF VIBROINSULATING SUPPORTS OF  
FOUNDATIONS OF RESIDENTIAL BUILDINGS UNDER THE  
INFLUENCE OF DYNAMIC LOADS SUBWAY TRAIN MOVEMENT**

**Григорчук А.Б., кандидат техн. наук, доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**Григорчук А.Б., кандидат техн. наук, доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**Grigorchuk A.B., candidate of technical sciences, associate professor** (National university of water management and nature resources use, Rivne)

**В статті наведено результати використання віброізолюючого матеріалу Sylomer для захисту житлових будинків від динамічних впливів метро, а також методику розрахунку каркасу будинку за умови наявності пружних опор.**

**В статье приведены результаты использования виброизолирующего материала Sylomer для защиты жилых домов от динамических влияний метро, а также методику расчета каркасу дома при условии наличия упругих опор.**

**In the article the results of the use of vibroinsulating material of Sylomer are driven for protecting of residential buildings from dynamic influences of subway, and also methodology of calculation to framework of building on condition of presence of resilient supports.**

**Ключові слова:**

Віброізоляція, динамічне навантаження, метод кінцевих елементів, метро.

Виброизоляция, динамические нагрузки, метод конечных элементов, метро.

Vibroisolation, dynamic loading, method of eventual elements, subway.

В містах України, де використовується підземний транспорт, під час будівництва на поверхні спостерігається вплив вібраційного шуму на будівлі, які знаходяться в зонах, що суміжні з підземними тунелями віток метрополітену. Вібрація виникає безпосередньо від руху (під час удару колісної пари по стику рейок залізничної колії та в зонах стрілок), а також при вході потягу в тунель із ззовні. Найбільший вплив спостерігається в зонах мілкового закладання тунелів метрополітену. Найбільш негативний вплив вібраційного шуму спостерігається в житлових будівлях малої поверховості, а також в будівлях, в основах яких залягають ґрунти суглинки та глини, адже саме в цих відносно щільних ґрунтах відбувається найкраще розповсюдження вібраційної хвилі на найбільшу довжину.

Об'єктами проектування були 2 житлових будинки, що розташовані в печерському районі м. Києва в зоні впливу підземної гілки метрополітену. Будинки запроєктовано 4-х поверховими (з умови їх розташування в зоні з обмеженою по висоті забудови). В конструктивному відношенні один будинок мав каркасну схему з монолітним без балочним перекриттям та каркасом, що складений із колон, пілонів та ліфтових шахт, а також стрічковими фундаментами на пальовій основі, а інший будинок мав змішаний каркас із зовнішніми несучими стінами із керамічних блоків Phoroform, каркасом в середині будівлі із колон, діафрагм жорсткості та монолітної ліфтової шахти, фундаменти запроєктовано монолітними стрічковими по перехресно-балочній схемі. Різні види фундаментів обумовлені інженерно-геологічними умовами, а різні схеми каркасів – необхідністю дослідного визначення найефективнішої схеми. В об'ємно-планувальному відношенні будівлі схожі. Експлуатаційні навантаження прийнято згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» як для житлових будинків, крім того при розрахунку розглядалися 2 розрахункові комбінації: I – вплив вібраційного навантаження визначеного безпосередньо на місці будівництва (через частотну характеристику та інтенсивність); II – вплив вібраційного навантаження з врахуванням демпферних властивостей віброізолюючих опор.

Комплекс проектних та будівельних робіт виконувався на базі проектно організації ДП Ітертех (м.Київ). Заміри частотних характеристик вібраційного навантаження виконувався НДІБК м. Київ та фірмою "ACOUSTIC" м. Київ.

Для влаштування віброізолюючих опор використовувався матеріал SYLOMER® австрійської фірми Getzner Werkstoffe GmbH. Матеріал Sylomer® представляє собою мікропористий поліуретановий еластомер із змішаною відкрито-закритою структурою чарунок.

Значною перевагою даного матеріалу є його довговічність, хімічна та температурна стійкість. Так як робота матеріалу відбувається в основному

під дією статичного навантаження великої інтенсивності, то важливим фактором є стійкість його форм під навантаженням. В залежності від діючого навантаження, для забезпечення найбільшого ефекту використовуються матеріали з різними механічними властивостями, характеристики яких наведено в табл. 1. При цьому, для уникнення помилок при монтажу, виробником передбачено кольорову ідентифікацію (рис. 1)

Таблица 1

Стандартний ряд матеріалів SYLOMER®

Властивості	Колір та ідентифікатор матеріалу									
	жовтий	оранжевий	синій	рожевий	зелений	коричневий	червоний	сірий	бірюзовий	фіолетовий
	SR 11	SR 18	SR 28	SR 42	SR 55	SR 110	SR 220	SR 450	SR 850	SR 1200
Граничне статичне навантаження, Н/мм <sup>2</sup>	0,011	0,018	0,028	0,042	0,055	0,11	0,22	0,45	0,85	1,20
Пікове навантаження, Н/мм <sup>2</sup>	0,5	0,75	1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0
Коефіцієнт механічних втрат	0,25	0,23	0,21	0,16	0,17	0,13	0,13	0,11	0,12	0,09
Статичний модуль зсуву, Н/мм <sup>2</sup>	0,03	0,05	0,07	0,08	0,13	0,22	0,35	0,58	0,8	0,9
Динамічний модуль зсуву, Н/мм <sup>2</sup>	0,1	0,12	0,15	0,17	0,26	0,42	0,64	1,0	1,4	1,6
Статичний модуль пружності, Н/мм <sup>2</sup>	0,061	0,097	0,166	0,282	0,367	0,87	1,44	3,30	7,2	10,4
Динамічний модуль пружності, Н/мм <sup>2</sup>	0,172	0,280	0,437	0,611	0,753	1,36	2,54	5,04	11,1	16,4
Опір розтягу (при видовженні 10%), Н/мм <sup>2</sup>	0,012	0,020	0,031	0,047	0,061	0,12	0,22	0,42	0,86	1,08
Інтервал робочих температур, °С	від -30 до +70									
Пікова температура (короткочасно), °С	+ 120									

Примітка: В таблиці наведено дані для товщини матеріалу 25 мм.

Широкий спектр міцністних та пружних характеристик матеріалів дозволяє його використовувати у будівлях із різною конструктивною схемою, висотністю та рівнем навантаження.



Рис. 1 Схема влаштування віброізолюючих матів фундаментів житлового будинку по вул. Звіринській, Печерський район, м. Київ



Рис. 2 Схема влаштування розподільчого поясу по віброізолюючих матах при точковій та відсічній ізоляції опор житлового будинку по вул. Вільшанській, Печерський район, м. Київ

При проектуванні віброізолюючих опор важливим моментом є вибір схеми віброізоляції. Існує 3 типи можливих схем розташування віброізолюючих опор: плоскінна, стрічкова, точкова. Перед використанням окремих схем необхідно виконати попередні розрахунки для визначення допустимих навантажень на основи та порівняти їх з характеристиками віброізолюючих матів за граничним статичним навантаженням. При розрахунках слід враховувати лише постійні експлуатаційні навантаження без врахування корисних короткочасних, адже вони будуть сприйматися як пікове навантаження. Найоптимальнішим буде рішення схеми каркасу при якому рівень статичних навантажень на мати буде близьким до граничного навантаження, при цьому демпферні властивості та частотні характеристики, а відповідно і ефект від застосування матеріалу – будуть найкращі.

Статичні розрахунки каркасів будівель слід виконувати у програмних комплексах, що базуються на методах скінчених елементів. При цьому визначаються зони концентрації навантажень, та приймається схема розташування віброізолюючого матеріалу. Після цього виконується розрахунок каркасу будівлі з основою у вигляді пружної основи, яка моделюється спеціальними кінцевими елементами із характеристиками прийнятих матеріалів, що наведені в табл.1, а також із прикладеними динамічними навантаженнями, що відповідають визначеним на місці частотним характеристикам руху потягів метрополітену, а також резонансним характеристикам елементів пружної прокладки.

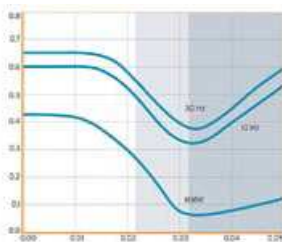


Рис. 2 Графік залежності модуля пружності Sylomer® SR 28 від питомого навантаження

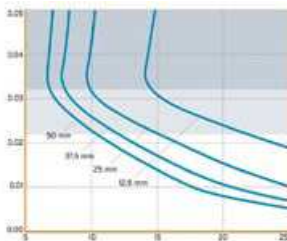


Рис. 3 Графік залежності влісної частоти Sylomer® SR 28 від питомого навантаження

Як вже було вище сказано – результатом розрахунку є схема розподілу напружень приклад якої наведено на рис. 4.

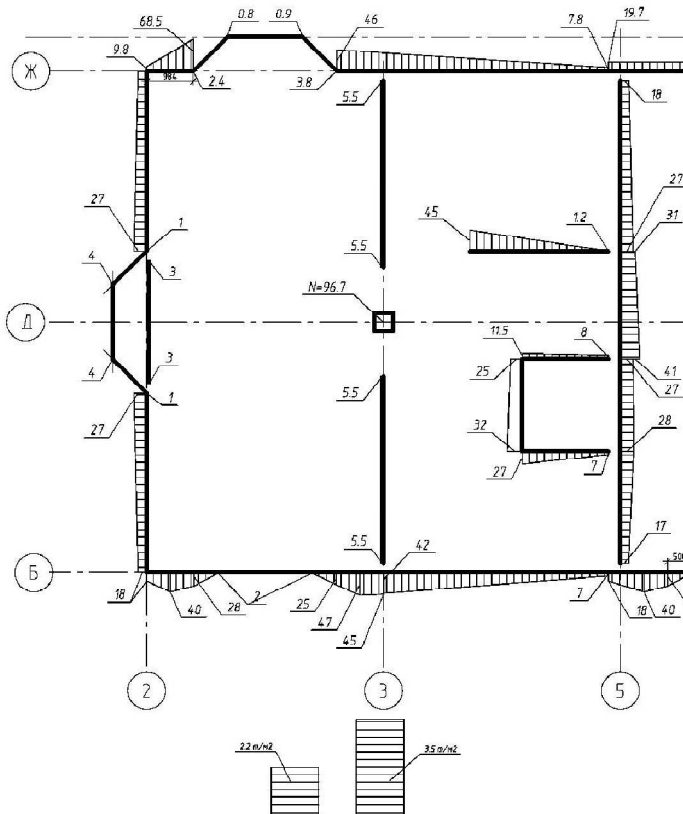


Рис. 4. Фрагмент схеми розподілу напружень від дії постійних та тривалих навантажень на фундаменти житлового будинку по вул.Звіринецькій.  
(значення навантажень на елементи стін наведено в т.с.)

Згідно наданих виробником характеристик матеріал Sylomer® може використовуватись в діапазоні навантажень від 11 до 120 т. на 1 м<sup>2</sup> площі опорної поверхні. Даний діапазон навантажень дозволяє використовувати віброізоляцію для будівель висотністю до 16 поверхів при умові використання повноплоскісної схеми опор (фундаментна плита).

Практика застосування каркасної та змішаної схем показала, що найкраще працює схема з повним каркасом, тобто рівень шуму в приміщенні від дії вібраційного навантаження – найнижчий. За необхідності використання схем із змішаним каркасом, або системою несучих стін слід влаштовувати на

кожному рівні перекриття віброізолюючі відсічні опори, що необхідно враховувати при розрахунку стін.

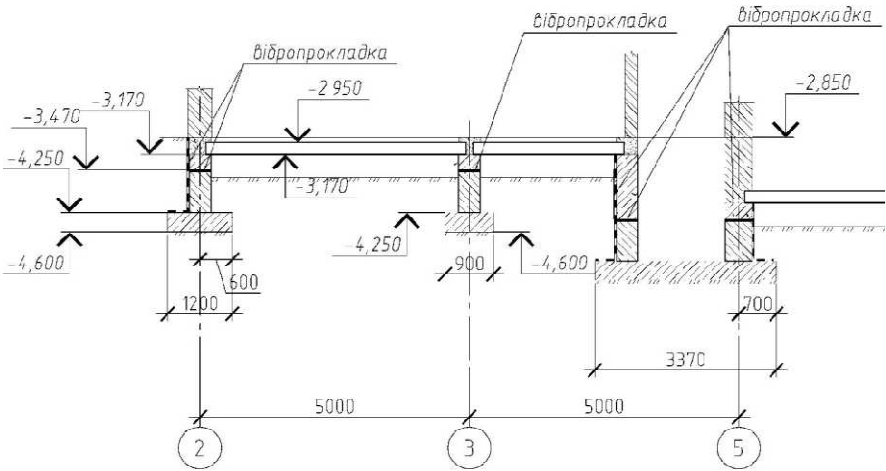


Рис. 5. Схема розташування віброізолюючих опор

Для найкращої ефективності захисту будівель від впливу близько розташованого вібраційного навантаження - слід приймати комплексні заходи:

- влаштування горизонтальної ізоляції згідно розрахункових схем за спеціальною комбінацією навантажень;
- влаштування вертикальної ізоляції із матеріалу SR11 з максимальними рівнем ущільнення зворотної засипки пазух;
- влаштування технологічних підполів із їх засипкою сипучими матеріалами (піском);
- влаштування поглинаючої звукової ізоляції стовбурів шахт ліфтів та інших комунікацій.

Крім вище наведених показників матеріал Sylomer® характеризується і частотними характеристиками рівня зниження вібрації, який залежить від товщини матеріалу. Необхідна частотна характеристика отримується шляхом набору товщини вібропрокладок яка варіюється в межах від 12 до 25 мм.

1. Інформаційний бюлетень ТОВ Акустичні матеріали та технології, м. Київ 2010 р.
2. Інформаційний буклет фірми Getzner Werkstoffe GmbH, Austria, 2012..
3. Матеріали сайту <http://www.getzner.com>.