

## ЛЕКЦІЯ 4.2

### ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД ДІЇ ВІБРАЦІЇ

Віброізоляція агрегатів досягається встановленням їх на спеціальні віброізолятори (пружні елементи, котрі мають невелику жорсткість), застосуванням гнучких елементів (вставок) в системах трубопроводів та комунікацій, з'єднаних з вібруючим обладнанням, застосуванням м'яких еластичних прокладок для трубопроводів та

комунікаціях в місцях проходу їх через огороження і в місцях кріплення до огорожувальних конструкцій.

Гнучкі вставки для повітропроводів слід монтувати так, щоб вони були якомога слабше натягнуті.

Гнучкі з'єднання трубопроводів у насосних установках необхідно передбачати на нагнітальній та всмоктувальній лініях, якомога ближче до насосної установки.

Як гнучкі вставки можна використовувати гумово-тканинні напірні рукави або рукави гумово-тканинні з металевими спіралями.

Для зниження вібрацій, що передаються на несучу конструкцію, застосовуються пружинні або гумові віброізолятори (рис. 5.1).

Для агрегатів, що мають швидкість обертання менше  $1800 \text{ хв}^{-1}$ , слід застосовувати пружинні віброізолятори; при швидкості обертання понад  $1800 \text{ хв}^{-1}$  допускається застосування і гумових віброізоляторів. Однак термін експлуатації гумових віброізоляторів не перевищує трьох років. Сталеві (пружинні) віброізолятори довговічні і надійні, проте вони ефективні при віброізоляції низьких частот і недостатньо знижують передачу вібрацій більш високих частот (в чутному діапазоні).

Гумові віброізолятори мають велике внутрішнє тертя. Їх використовують у випадках, коли необхідно зменшити час затухання власних коливань та амплітуду коливань у резонансних режимах.

Пружний елемент гумового віброізолятора працює на стиснення або на зсув. Віброізоляція при роботі гумового елемента віброізолятора більш ефективна на зсув, ніж на стиснення, оскільки модуль пружності гуми на зсув значно менший, ніж модуль пружності на стиснення. Найпростішими віброізоляторами, в котрих гума працює на стиснення, є прокладки та суцільні килимки, які використовуються для захисту від високочастотної вібрації. З метою зниження жорсткості килимків у їхній конструкції передбачаються пази, виступи, отвори, розташовані в шаховій послідовності. Завдяки цьому гума починає працювати і на зсув. Килимки встановлюються під залізобетонні фундаменти та під опорні поверхні обладнання (рис. 5.2). Внаслідок низької жорсткості килимків вони забезпечують власну частоту від  $10 \text{ Гц}$  і вище. Застосовуються також віброізолятори, в котрих використовуються пружні властивості стисненого повітря. Пневмогумові віброізолятори прості за конструкцією і мають високі віброізолювальні властивості. Вони накладаються один на одного або розкладаються паралельно при встановленні важкого обладнання.

Для запобігання передачі високочастотних вібрацій необхідно застосовувати гумові прокладки товщиною 10—20 мм, котрі розташовуються між пружинами та несучою конструкцією.

Машини з динамічними навантаженнями (вентилятори, насоси, компресори тощо) слід жорстко монтувати на важкій бетонній плиті або металевій рамі, котра спирається на віброізолятори. Застосування важкої плити знижує амплітуду коливань агрегата, встановленого на віброізоляторах. Плита також забезпечує жорстке центрування з приводом і знижує розташування центра ваги установки, наближаючи його до центра жорсткості віброізоляторів.

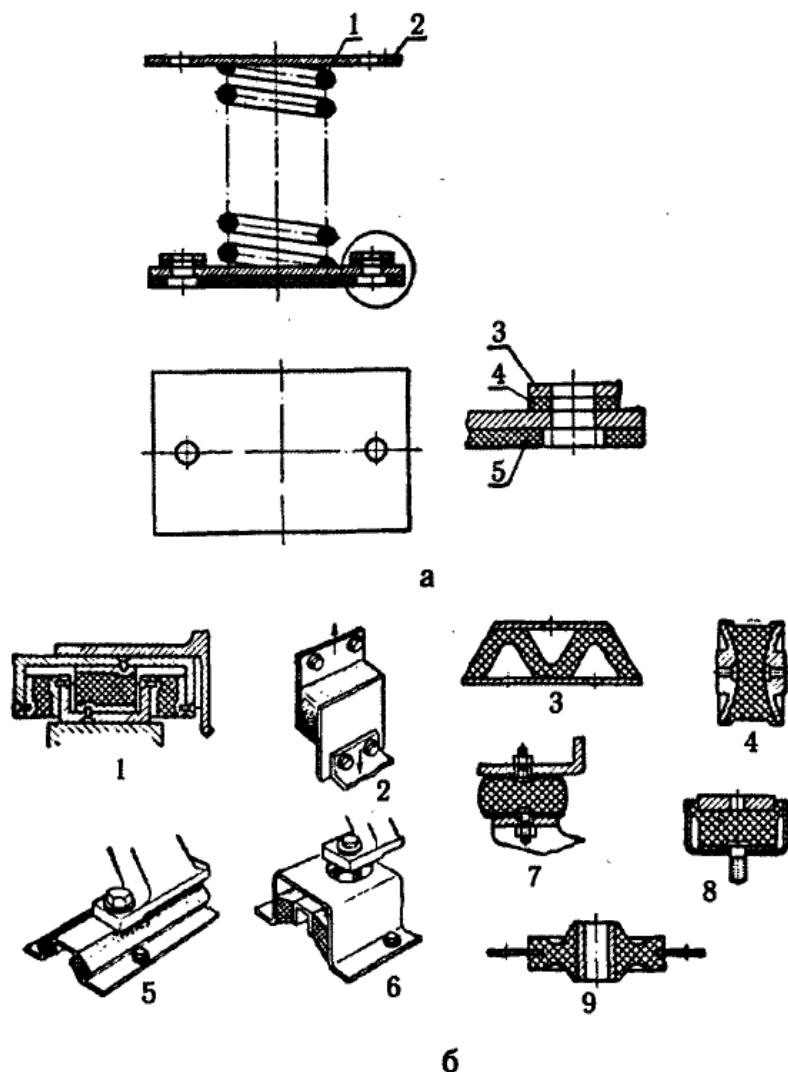


Рис. 5.1. Віброізолятори:

а — пружинний віброізолятор типу ДО: 1 — сталеві пружина, 2 — опорна плита, 3 — сталеві шайби під кріпильний болт, 4 — гумові шайби, 5 — гумові прокладки; б — гумові зварні віброізолятори: 1, 6 — комбіновані опорні гумовометалеві; 2, 4 — гумові підвісні; 3, 5 — профільовані упорні; 7, 8 — опорні з фіксованим положенням; 9 — мембранний

Проектування віброізолювальної основи для обладнання слід здійснювати за допомогою спеціальних розрахунків або підбирати за типовими кресленнями.

Ефективність віброізоляції залежить від відношення частоти збудження та власної частоти коливань системи. Віброізолятори знижують передачу динамічних сил на захищений об'єкт при умові (рис. 5.3)

$$\frac{f}{f_0} > \sqrt{2}, \quad (5.1)$$

де  $f$  — частота збудження, Гц;  
 $f_0$  — власна частота системи, Гц.

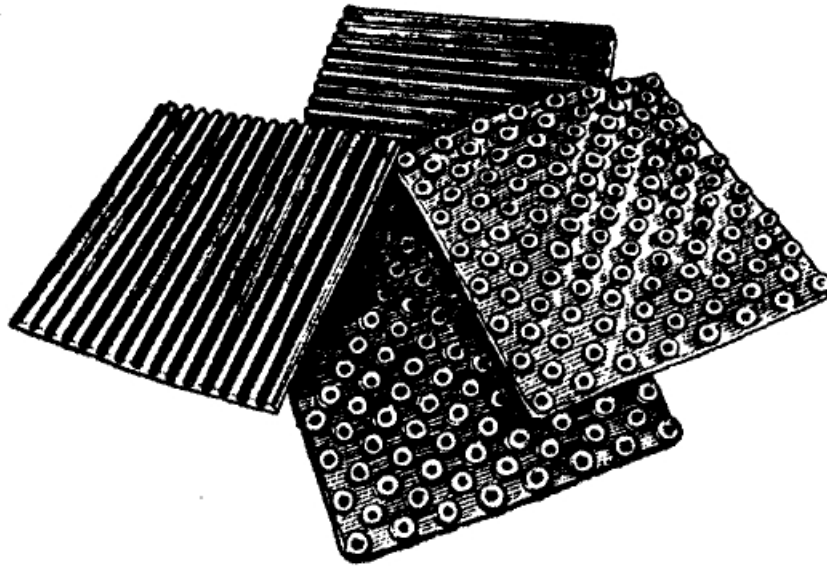


Рис. 5.2. Віброізолювальні килимки

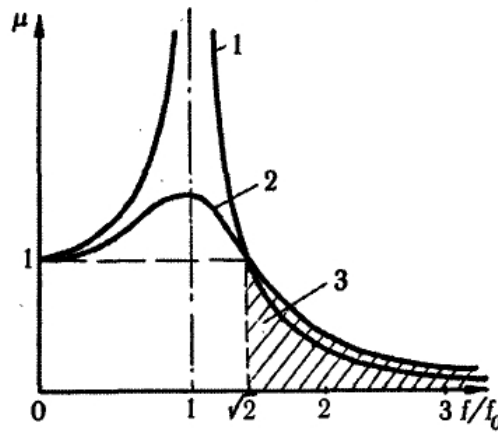


Рис. 5.3. Залежність коефіцієнта передачі  $\mu$  від відношення  $f/f_0$ :  
 1 — при використанні сталевих пружинних віброізоляторів; 2 — при застосуванні гумових віброізоляторів;  
 3 — область віброізоляції

Власна частота системи визначається з відношення

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kg}{Q}} = \frac{5}{\sqrt{\lambda_{ст}}}, \quad (5.2)$$

де  $m = Q/g$  — маса віброізолюваного об'єкта, кг;  
 $Q$  — силоне навантаження на віброізолятори, Н;  
 $g$  — прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  
 $\lambda_{ст}$  — статична деформація віброізоляторів,  $\lambda_{ст} = Q/K$ .

Коефіцієнт передачі при гармонійних коливаннях без врахування затухання у віброізоляторах можна визначити за формулою

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1} \quad (5.3)$$

З формул (5.2), (5.3) видно, що чим більша деформація віброізоляторів під дією сили ваги ізольованого об'єкта, тим нижча власна частота коливань системи і вища ефективність віброізоляції.

Основні параметри віброізоляторів: жорсткість,  $H/м$ ; відношення жорсткостей в різних напрямках; коефіцієнт в'язкого тертя,  $H \cdot с/м$ ; допустима деформація під навантаженням,  $м$ .

Ефективність віброзахисту на нижній межі області знижуваних частот ( $f_H$ ) залежить від  $\lambda_{ст}$  та  $f_H$ :

$$\lambda_{ст} = \frac{4,9}{\pi^2 f_H^2} \quad (5.4)$$

Значення  $\lambda_{ст}$  в залежності від  $f_H$  наводяться в табл. 5.1.

Т а б л и ц я 5.1

**Значення статичної деформації віброізоляторів  
залежно від нижньої межі області знижуваних частот**

$f_H, Гц$	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
$\lambda_{ст}, м$	1,02	0,5	0,25	0,13	0,06	0,03	0,02	0,01

Віброізолятори виготовляють зі сталевих пружин, гуми, а також застосовуються комбіновані гумовометалеві та пружинно-пластмасові амортизатори.

Пружинні віброізолятори довговічні і мають високу віброізолювальну здатність. Однак внаслідок невеликого внутрішнього тертя вони погано розсіюють енергію коливань. Тому затухання коливань машини, котра встановлена на пружинних віброізоляторах, відбувається за 15—20 періодів.

Віброізольована основа під обладнання повинна забезпечувати значення  $\Delta L$  менше, ніж величини, вказані в табл. 5.2.

Т а б л и ц я 5.2

**Необхідна ефективність віброізоляції**

Обладнання	Необхідна ефективність віброізоляції
1	2
1. Відцентрові компресори	34

П р о д о в ж е н н я т а б . 5.2

1	2
2. Поршневі компресори потужністю, кВт:	
— до 10	17
— від 10 до 50	20
— від 50 до 100	26
3. Відцентрові насоси	26
4. Вентилятори з числом обертів, хв <sup>-1</sup> :	
— більше 800	26
— від 500 до 800	20—26
— від 350 до 500	17—20
— від 200 до 350	11—17