

---

*Крот Олександр Юлійович, д.т.н., доц.,  
професор кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки,  
Кузуб Юрій Олегович, аспірант,  
Крючков Олександр Анатолійович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Пуховой Олександр Вікторович, аспірант,  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова.*

## **МОЖЛИВА СХЕМА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІБРОВАЛКОВОГО АКТИВАТОРА**

Активація бетонних сумішей шляхом механічного впливу на них різними пристроями здатна забезпечити суттєве покращення марочності бетону чи виробів з нього без істотного зростання собівартості [1]. Пропонується для активації дрібнозернистих бетонних сумішей застосувати активатор у вигляді валка 1 (рис. 1), закріпленого на важелі 2. Важіль 2 закріплений у шарнірі 3, і на важелі встановлено дебалансний механічний вібратор 4. Важіль зв'язаний з пружиною стискання 5, кінець якої закріплений на рамі активатора. Поблизу циліндричної поверхні валка 1 з зазором встановлено скобу 6, яка може бути закріплена на рамі жорстко, або встановлена на рамі на пружинах. Працює активатор таким чином. Суміш на переробку подається зверху, потерпає впливу прокатування валка 1 і випадає знизу. Дрібнозернисті бетонні суміші можуть застосовуватись для виготовлення тротуарної плитки, цегли на основі мінерального в'язучого та блоків з коміркового бетону.

Було розглянуто сили, що діють на систему (і приведені до точки – центра валка). Реактивні сили: сила інерції  $m_{\text{привед}} \ddot{S}$ , сила опору (в тому числі і в'язкого опору бетонної суміші  $F_{\text{кочення}} \approx \mu \cdot \dot{S}$ ) і сила пружності (перш за все – пружини 5:  $c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1}$ ). Сила  $c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1}$  приведена до середини валка.  $c$  – коефіцієнт пружності пружини 5. Активна сила (що намагається вивести систему зі стану рівноваги) – це збуджуюча сила дебалансного вібратора 4 (відцентрова сила, величина проекції якої на вісь «Y» змінюється за гармонічним законом  $F(t) = F_0 \sin(\omega t)$ ).

---

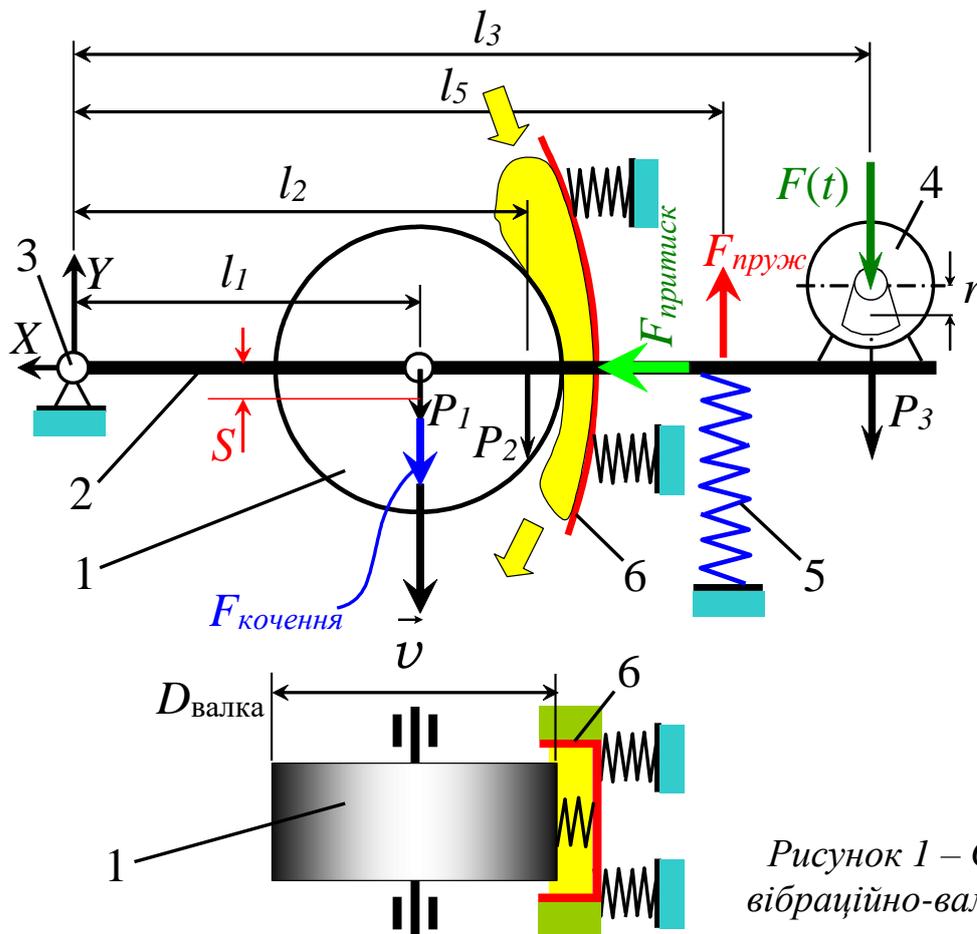


Рисунок 1 – Схема вібраційно-валкового

$$m_{\text{привед}} = \frac{J_{C1} + J_{C2} + J_{C3}}{l_1^2} = \text{const}$$

Так звана приведена маса: . Тут  $J_{C1}$ ,  $J_{C2}$ ,  $J_{C3}$  – моменти інерції відповідно валка, важеля та навісного вібратора відповідно осі важеля.

$$m_{\text{привед}} \ddot{S} + \frac{\mu}{m_{\text{привед}}} \cdot \dot{S} + c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = F(t) \frac{l_3}{l_1} \quad (1)$$

Розділили всі складові на  $m_{\text{привед}}$ :

$$\ddot{S} + \frac{\mu}{m_{\text{привед}}} \cdot \dot{S} + \frac{c}{m_{\text{привед}}} \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = \frac{1}{m_{\text{привед}}} F(t) \frac{l_3}{l_1} \quad (2)$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m_{\text{привед}}}}$$

Скористаємося загальноприйнятими позначеннями:  $k$  – циклічна кутова швидкість вільних (власних) коливань (інше поширене позначення цієї

величини  $\omega_0$ );  $2 \cdot n = \frac{\mu}{m_{\text{привед}}}$  – показник ступеня загасання коливань [1]. Записали рівняння (2) у вигляді:

$$\ddot{S} + 2 \cdot n \cdot \dot{S} + k^2 \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = \frac{1}{m_{\text{привед}}} F_0 \sin(\omega t) \cdot \frac{l_3}{l_1} \quad (3)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} S(t) + 2n \cdot \frac{d}{dt} S(t) + k^2 \cdot S(t) \cdot \frac{l_5}{l_1} - \frac{1}{m_{\text{привед}}} \cdot \frac{l_3}{l_1} \cdot F_0 \sin(\omega t) = 0 \quad (4)$$

Для вихідних даних [ $k=87\text{с-1}$ ,  $n=21\text{с-1}$ ,  $l_5=1\text{м}$ ,  $l_1=0,5\text{м}$ ,  $l_3=1,5\text{м}$ ,  $F_0=9000\text{Н}$ ,  $\omega=300\text{рад/с}$ ,  $m_{\text{привед}}=133\text{кг}$ ] виконано приклад розрахунку (рис.2). Початкові умови  $S(0)=0$ ;  $S'(0)=0$ . Математична модель (залежність (4)) буде використана для підбору раціональних параметрів активатора.

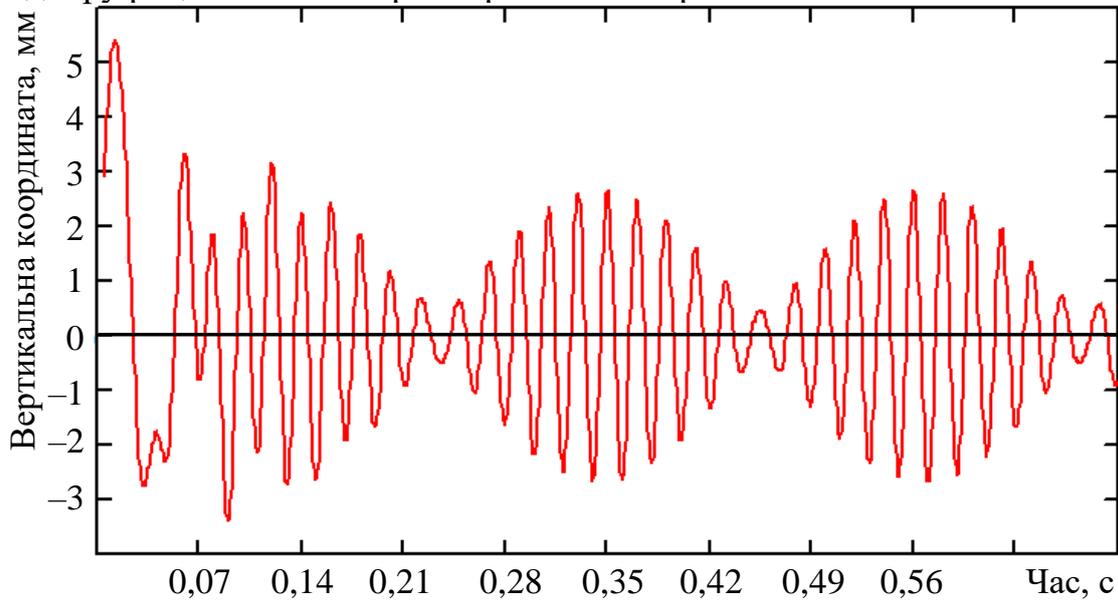


Рисунок 2 – Приклад розв'язання диференційного рівняння (4)

#### Література

1. Krot, A. Analytical Modeling of Oscillations of Movable Operating Elements of a Roll-Drum Activator / A. Krot, A. Ruchka, A. Savchenko, O. Krot, D. Supryaga // *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol 7 (4.3). – P. 58-63. DOI:10.14419/ijet.v7i4.3.19552.