

УДК 666.9.033

Б.В.Корнійчук, асистент КНУБА

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КІЛЕЦЬ

Актуальність роботи. Забезпечення заданих технологією параметрів і режимів роботи віброустановки для формування залізобетонних кілець є необхідною і достатньою умовою отримання високоякісного виробу. Тому розробка такої методики є роботою актуальною, оскільки залізобетонні кільця є поширеним виробом в будівництві, а існуючі способи не в повній мірі забезпечують їх високу якість.

Огляд та аналіз досліджень. Існуючі способи виготовлення залізобетонних кілець в повному об'ємі розглянуті в роботі [1]. На основі аналізу відомих методів був обґрунтований принципово новий підхід, в основі якого покладено принцип використання формоутворюючого обладнання виробу як робочого органу, коливання на якій передається від вертикально розташованих двох віброзбудників по осі форми. За подібною схемою, але із одним збудником коливань відома лише одна робота [2], методика розрахунку в якій побудована на підходах, коли розглядаються виключно гармонійні коливання, а вплив суміші враховується так званою приєднаною масою [2], що є наближеним і критикується в ряді робіт [3, 4].

Методика та приклад інженерного розрахунку параметрів віброустановки. Методика складається із обґрунтування конструктивної та розрахункової схеми з подальшою розрахунковою частиною, яка включає:

- загальний розрахунок основних параметрів;
- остаточний (уточнений) розрахунок параметрів.

При розробці конструктивної схеми важливими моментами є висота виробу h , його діаметр D . Для значень $h \leq 1$ м і $D \leq 1$ м доцільним є застосування вібраторів загального призначення, які розташовуються за схемою (рис.1) із фазовим кутом між дебалансами $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Для діаметрів $D > (1,5...2,0)$ м варто конструювати установку за схемою із розробкою центрального вала із закріпленими на ньому двох дебалансів із фазовим кутом між ними $\alpha = \frac{\pi}{2}$ і загальним приводом, який розташовується в нижній частині форми під основою. Як в першому так і в другому випадках необхідно забезпечити обертання навколо центральної осі кільця із розташуванням збудників коливань таким чином, щоб забезпечувалося рівність горизонтальних амплітуд коливань по всій висоті форми. Досліди [5] показали, що при симетричному розташуванні вібраторів у верхній частині величини горизонтальних амплітуд коливань дещо більші ніж в нижній частині форми. Для висоти виробу $h \leq 1$ м таке розташування дає задовільні результати, а для висот виробу $h > 1$ м необхідно нижній вібратор змістити по осі вниз і збільшити на 25...30 % його статичний момент маси дебалансів.

Розрахункова схема із визначеними розмірами на основі конструктивної схеми має враховувати визначені масові характеристики, які суттєво впливають на точність визначення статичного моменту дебалансів, який в свою чергу має забезпечувати (гарантувати) заданий технологією режим роботи установки. Приведені дослідження дозволили встановити, що за фіксованим статичним моментом маса форми m_{ϕ} , яка впливає на динаміку руху не відповідає її статичній масі m_{cm} , а має дещо меншу величину

$$m_{\phi} = (0,8...0,9) \cdot m_{cm} . \quad (1)$$

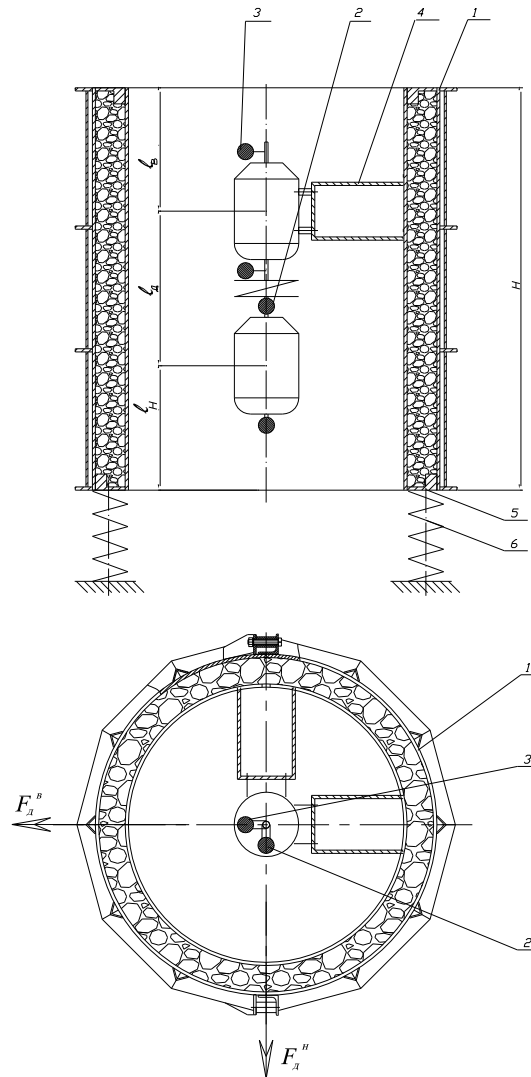


Рисунок 1. Схема експериментальної установки:

1 – форма; 2,3 – вібробудники коливань; 4 – основа для кріплення збудників коливань; 5 – нижня рама; 6 – опори; 7 – опори; 8 – муфта; 9 – привод.

Розрахункова частина методики передбачає визначення основних параметрів на основі обґрунтованих і вибраних характеристик [5]:

- статичний момент маси дебалансів;
- змушуючи сила;
- потужність приводу установки.

Друга розрахункова частина методики передбачає перевірку розрахункових параметрів, шляхом визначення амплітуд горизонтальних і вертикальних коливань за залежностями [6].

Отримані результати за другою частиною методики є контрольними і вони порівнюються із значеннями амплітуд коливань та питомою енергією. При встановленні розбіжності між параметрами $\Delta > 15\%$ вносяться корективи в першу частину розрахунку.

Викладена методологічна частина розрахунку відноситься до дослідницько-промислової конструкції віброустановки. І наразі конструкції віброустановки із розробкою вібрвала з дебалансами для великих діаметрів кілець, труб значної висоти і т.п. постає проблема вибору конструкції дебалансів із змінною величиною ексцентриситету. Для таких конструкцій на основі методики [7] уточнена методика конструювання дебаланса шляхом оптимізації його форми, геометричних розмірів при збереженні необхідного статичного моменту.

Зазвичай вихідними даними являються: амплітуди горизонтальних і вертикальних коливань, склад суміші (Ц:П:Щ), водоцементне відношення (В/Ц), початкова (ρ_0) і кінцева (ρ_K) щільності, габаритні розміри кільця, чи іншого подібного виробу.

Методика передбачає визначення основних параметрів.
Визначаються числові значення мас, що коливаються

$$m_K = m_\phi + m_\delta. \quad (2)$$

Знаходиться числове значення сумарного статичного моменту

$$\sum m_0 \cdot r_0 = m_K \cdot X_{зоп.онм}. \quad (3)$$

Розраховуються числові значення змушуючих сил

$$F_{01} = (m_0 \cdot r_0)_1 \cdot \omega^2; \quad (4)$$

$$F_{02} = (m_0 \cdot r_0)_2 \cdot \omega^2.$$

Розраховується результуюча змушуюча сила

$$F_p = \sqrt{F_{01}^2 + F_{02}^2 + 2 \cdot F_{01} \cdot F_{02} \cdot \cos \alpha}, \quad (5)$$

де α – кут взаємного розміщення дебалансів вібраторів.

Розраховуються збудюючі моменти

$$M_{01} = F_{01} \cdot h_1; \quad (6)$$

$$M_{02} = F_{02} \cdot h_2,$$

де h_1, h_2 – відстань площин обертання верхнього та нижнього вібраторів від центру мас віброустановки.

Визначається результуючий збудюючий момент

$$M_p = \sqrt{M_{01}^2 + M_{02}^2 + 2 \cdot M_{01} \cdot M_{02} \cdot \cos \alpha}. \quad (7)$$

Коефіцієнт пружності опор віброустановки знаходиться із умови віброізоляції

$$\sum c_0 = \omega_0^2 \cdot m_K. \quad (8)$$

Навантаження на одну опору

$$F'_{on} = \frac{m \cdot g}{n}, \quad (9)$$

де n – кількість опор.

Коефіцієнт пружності однієї опори:

$$c_{01} = \frac{\sum c_0}{n}. \quad (10)$$

Площа опори

$$S_{01} = \frac{F'_{on}}{[\sigma]_o}, \quad (11)$$

Висота опори

$$h = \frac{E_\delta \cdot S_{01}}{c_{01}}, \quad (12)$$

де $[\sigma]_o$ – допустиме напруження на стиск.

де E_δ – динамічний модуль пружності гуми.

Визначаються складові енергії

Енергія на ущільнення суміші

$$E_{yuc} = \frac{\bar{E}_{num} \cdot V}{t}. \quad (13)$$

Енергія на тертя

$$E_{mp} = \frac{1}{2} \cdot F_{mp} \cdot \mu \cdot \frac{d_u}{2} \cdot \omega. \quad (14)$$



$$\text{Енергія на коливання установки} \quad E_K = 0,1 \cdot E_{mp} \quad (15)$$

Загальна енергія:

$$P_{уст} = \frac{E_{yц} + E_{mp} + E_K}{\eta} \quad (16)$$

Уточнення розрахунків амплітуд коливань здійснювалося за формулами [6]:

Модулі амплітуд A, θ_0, ψ_0 :

$$\begin{cases} A = \frac{\sqrt{(m_1 r_1)^2 + (m_2 r_2)^2 + 2m_1 r_1 m_2 r_2 \cdot \cos \alpha}}{M}; \\ \theta_0 = \frac{\sqrt{(m_1 r_1 z_1)^2 + (m_2 r_2 z_2)^2 + 2m_1 r_1 z_1 m_2 r_2 z_2 \cdot \cos \alpha}}{I_x}; \\ \psi_0 = \frac{\sqrt{(m_1 r_1 z_1)^2 + (m_2 r_2 z_2)^2 + 2m_1 r_1 z_1 m_2 r_2 z_2 \cdot \cos \alpha}}{I_y} \end{cases} \quad (17)$$

Горизонтальна складова амплітуди коливань для частинок, віддалених на відстань z_i від центральної осі:

$$A_i = A_{zop} \cdot \sqrt{1 + \frac{z_i^2 \cdot \psi_{max}^2}{A_{zop}^2} - \frac{2 \cdot z_i \cdot \psi_{max}}{A_{zop}} \cdot \cos \varphi_0} \quad (18)$$

Результати числового розрахунку за формулами (1-16) і (17, 18) наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Результати розрахунків основних параметрів.

Вихідні дані		Результати розрахунку			
Характеристика	Числове значення	Параметри	Числові значення	Параметри	Числові значення
$X_{zop.ont}$, мм	0,4	m_ϕ , кг	300	F'_{on} , Н	$1,3 \cdot 10^3$
		m_0 , кг	265	c_{01} , $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$0,4 \cdot 10^6$
$X_{vert.ont}$, мм	0,15	$\sum m_0 r_0$, кг·см	22,5	S_{01} , м ²	$0,2 \cdot 10^{-2}$
		$F_{01} = F_{02}$, кН	10,12	h , м	$1,75 \cdot 10^{-2}$
ω , $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	300	F_p , кН	20,25	$E_{yц}$, Вт	255,0
Ц:П:Ш	1:2,7:4,2	M_{01} , кН·м		E_{mp} , Вт	535,5
		M_{02} , кН·м		E_K , Вт	59,5
$\frac{B}{\text{Ц}}$	0,42	M_p , кН·м		$P_{уст}$, Вт	944,4
ρ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	2350	$\sum c_0$, $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	$2,0 \cdot 10^6$	$X_{zop.poz}$, мм	0,44

В роботі здійснено оптимізацію форми дебаланса, алгоритм розрахунку якого приведено на рис. 2.

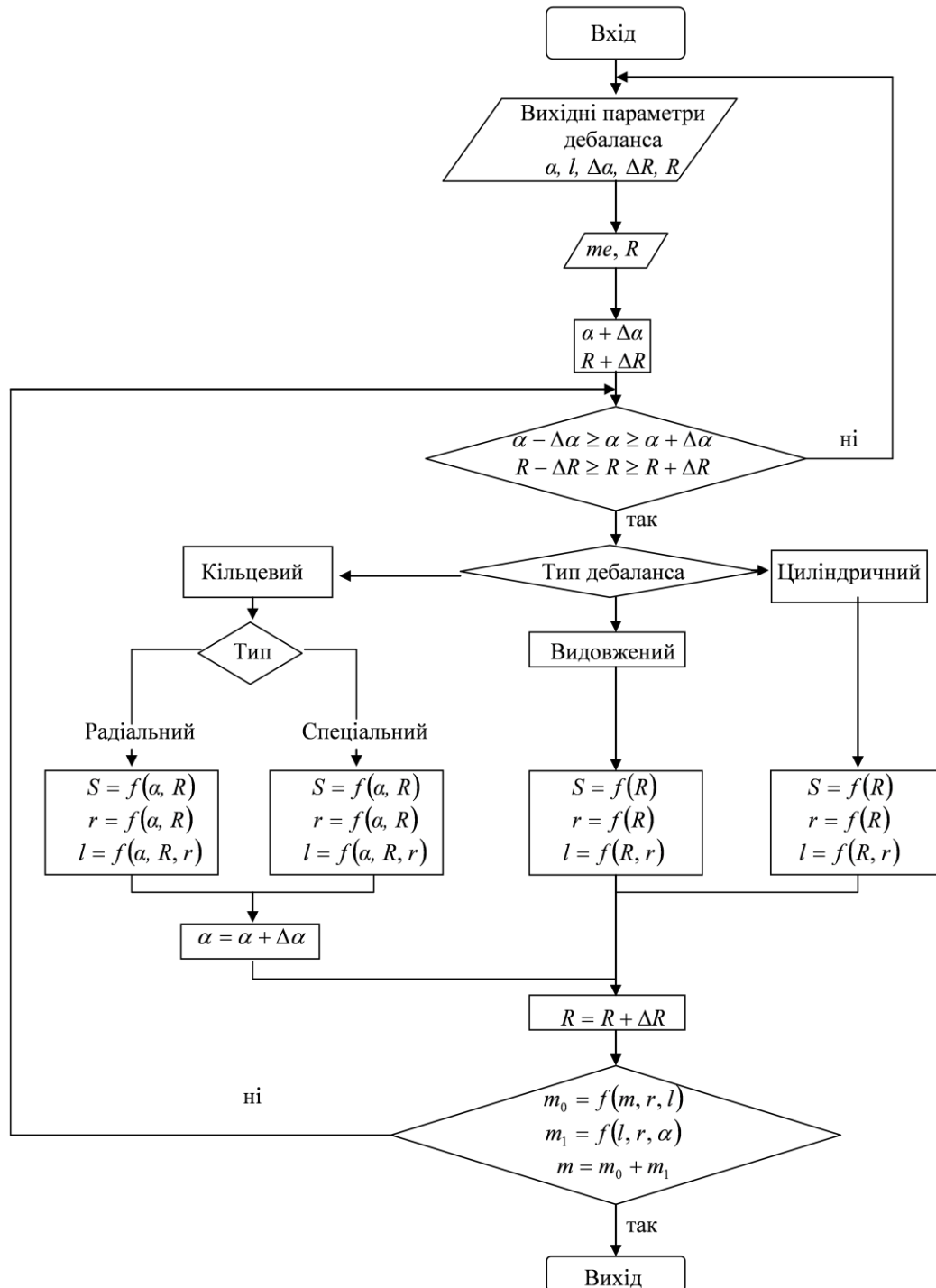


Рисунок 2. Схема алгоритму розрахунку конструкцій дебаланса:

S – площа; r – ексцентриситет; l – товщина; R – зовнішній радіус обертання.

Висновки.

1. Співставляючі результати амплітуд горизонтальних коливань, які враховувалися в формулах (1-16) і (17, 18) визначено, що різниця складає 10%, тобто гарантовано забезпечення заданого режиму робочого процесу ущільнення бетонної суміші при формуванні кільця.
2. Запропонований алгоритм вибору оптимальної форми дебаланса дозволяє оцінити раціональну конструкцію в залежності від прийнятого критерію та обмежень, що накладаються конкретною конструкцією віброустановки.

*Література*

1. Корнійчук Б.В. Вибір та обґрунтування конструктивної схеми віброустановки для формування залізобетонних кілець / Корнійчук Б.В. // Техніка будівництва. – 2007. – №20. – С. 67-73.
2. Орисенко О.В. Розроблення установки для формування залізобетонних кілець із просторовим коливанням робочого органа / Орисенко О.В., Нестеренко М.П. // Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПДТУ ім. Юрія Кондратюка. 2000. – С. 38–46.
3. Назаренко И.И. Прикладные задачи теории вибрационных систем / Назаренко И.И. – К.: ИСИО, 1993. – 216 с.
4. Маслов А.Г. Вибрационные машины и процессы в дорожном строительстве / Маслов А.Г., Пономарев В.М. – К.: Будівельник, 1985. – 128 с.
5. Корнійчук Б.В. Експериментальні дослідження робочих параметрів віброустановки з вертикальним розташуванням збудників коливань / Корнійчук Б.В. // Техніка будівництва. – 2009. – №23. – С. 43-52.
6. Назаренко І.І. Теоретичні дослідження руху віброустановки з вертикальним розташуванням збудників коливань / Назаренко І.І., Корнійчук Б.В. // Техніка будівництва. – 2009. – №22. – С. 35–46.
7. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії / Назаренко І.І. – К.: КНУБА, 2007. – 229 с.