

KYIV NATIONAL UNIVERSITY
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

CONFERENCE PROCEEDINGS

**INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL
CONFERENCE
OF YOUNG SCIENTISTS**



**KYIV
UKRAINE
27-29
NOVEMBER
2019**

**BUILD
MASTER
CLASS**

Ukraine, Kyiv, Povitroflotskyi av. 31



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE



KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF CONSTRUCTION
AND ARCHITECTURE (KNUCA)



SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL HUB FOR
ARCHITECTURAL DESIGNING AND RESEARCH
OF NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS OF
KNUCA

CONFERENCE PROCEEDINGS

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC – PRACTICAL CONFERENCE
OF YOUNG SCIENTISTS

«BUILD-MASTER-CLASS-2019»



BUILD MASTER CLASS 2019

27-29.11.2019

In Kyiv National University of Construction and Architecture
Ukraine, Kyiv, Povitroflotskyi av. 31

Шаленко Вадим, Корнійчук Борис, Маслюк Андрій, Кобилинський Дмитро Безопалубне формування на довгих стендах.....	300
Добровольський Олександр, Шаленко Вадим, Поліщук Юлія Фулерит – наноматеріал твердість якого, вища за твердість алмаза	302
Косминський Ігор Технологічне обґрунтування і аналіз поверхневої обробки при використанні привантажувача в процесі формування залізобетонних виробів	304
Лутенко Кирило, Мачишин Григорій, Пелевін Леонід Обґрунтування адекватності режимів навантаження при стендових та натурних випробуваннях.....	306
Клименко Микола Дослідження конструкції та енерговитрат барабанів автобетонозмішувачів з додатковими змішувальними робочими органами.....	308
Mischuk Yevhen, Zagorniy Ilya, Yatsenko Yulia 'Determination of the inertial parameters of a resonant jaw crusher	310
Давиденко Артем, Лобков Ярослав, Лесько Віталій Розробка та застосування пластмас і методів їх обробки в будівельному виробництві	312
Делембовський Максим, Корнійчук Борис Планування об'ємів вибірки при дослідженні показників надійності вібраційних машин будівельної індустрії.....	314
Ловейкін Вячеслав, Почка Костянтин Моделювання процесу динамічного зрівноваження привідного механізму роlikової формувальної установки з енергетично зрівноваженим приводом.....	316
Mischuk Yevhen, Tkachenko Dmitry Analysis of kinematics of the jaw crusher	318
Лесько Віталій, Лесько Лариса, Лобков Ярослав, Козловець Сергій Надійність логістичних систем та її основні складові	320
Бордюг Роман, Рашківський Володимир Аналіз засобів демпфрування вимушених коливань на навісці одноківшевого екскаватора при роботі з гідро молотом	324
Section 6. Organization, economics and management in construction	
Гавриш Олександр Товарознавчі аспекти ринку сухих будівельних сумішей України.....	326
Рязанов Андрій, Оліферук Сергій Структуризація статей і елементів собівартості з метою зниження витрат	328
Menejljuk Oleksandr, Nikiforov Oleksiy, Menejljuk Ivan Labour rationing in construction enterprises using modern management technologies	330
Стась Олександр, Алавердян Людмила Стан та перспективи розвитку об'єктів складської нерухомості міста Києва	332
Пишна Олена, Запєчна Юлія Іпотека: переваги і недоліки	334

Моделювання процесу динамічного зрівноваження привідного механізму роликів формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом

Вячеслав Ловейкін, д.т.н., професор¹, Костянтин Почка, к.т.н., доцент²
¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
² Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

Для роликів формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом розглянуто динамічне зрівноваження привідного механізму. Неврівноваженість привідного механізму оцінюється максимальними і середньоквадратичними значеннями сумарної сили інерції та крутного сумарного моменту від дії сил інерції.

Ключові слова: роликів формувальна установка, привідний механізм, сила інерції, момент, зрівноваження.

1. ВСТУП

В існуючих теоретичних та експериментальних дослідженнях машин роликів формувальних виробів з будівельних сумішей обґрунтовано їхні конструктивні параметри та продуктивність [1]. Разом з тим, недостатньо уваги приділено дослідженню діючим динамічним навантаженням та режимам руху [2], що в значній мірі впливає на роботу установки та на якість готової продукції.

2. МЕТА РОБОТИ

Метою даного дослідження є динамічне зрівноваження привідного механізму роликів формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом.

3. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою зменшення витрат енергії в машинах роликів формувальних запропоновано конструкцію роликів формувальної установки [3] для забезпечення ущільнення виробів з будівельних сумішей на одній технологічній лінії, яка складається з трьох формувальних візків, розташованих паралельно між собою з однієї сторони привідного валу, що приводяться в зворотно-поступальний рух від спільного приводу, до складу якого входять три кривошипно-повзунні механізми, кривошипи яких жорстко закріплені на одному привідному валу та зміщені між собою на кут $\Delta\varphi = 120^\circ$ (рис. 1, а). Кожен з формувальних візків 1, 2 та 3 змонтовані на порталі 11 і здійснюють зворотно-поступальний рух в напрямках 12 над порожниною форми 13. Формувальний візок 1 складається з подавального бункера 14 та з співвісних секцій укочувальних роликів 15. Таку ж конструкцію мають і інші два візка. Візки 1, 2 і 3 з розподільними бункерами приводяться в зворотно-поступальний рух за допомогою приводу, виконаного у вигляді трьох кривошипно-повзунних механізмів, кривошипи 7, 8 та 9 яких жорстко закріплені на одному привідному валу 10 і зміщені між собою на кут $\Delta\varphi = 120^\circ$. Шатуни 4, 5 та 6 шарнірно з'єднані з формувальними візками 1, 2 та 3, а іншими кінцями з'єднуються з кривошипами 7, 8 та 9. Така конструкція формувальної установки дозволяє зменшити динамічні навантаження в елементах привідного механізму, зменшити зайві руйнівні навантаження на рамну

конструкцію і, відповідно, підвищити довговічність установки в цілому. На рис. 1, б зображено кінематичну схему роликів формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом для формування залізобетонних виробів на одній технологічній лінії.

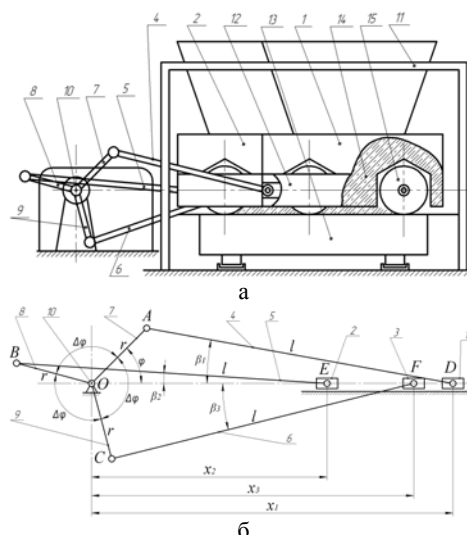


Рисунок 1. Роликів формувальна установка з енергетично врівноваженим приводом (а) та її кінематична схема (б)

При динамічному аналізі швидкохідних механізмів, до яких відноситься роликів формувальна установка, необхідно розв'язувати дві задачі динамічного врівноваження:

1. врівноваження сил інерції, що прикладені в центрах мас рухомих ланок;
2. врівноваження приведеного до осі обертання привідного валу крутного моменту, що виникає від дії сил інерції.

При цьому визначено всі кінематичні характеристики формувальних візків установки, записано функції зміни кінетичної енергії кожного елемента установки та всієї системи, сил інерції кожного елемента установки та сумарної сили інерції, сумарного моменту від дії сил інерції. На основі рівнянь Лагранжа другого роду складено рівняння руху установки і визначено узагальнену силу та рушійний момент на валу привідного двигуна.

Критерієм неуврівноваженості привідного механізму установки може бути сумарне значення сил інерції:

$$F_{ic} = m \left[\ddot{\phi} \left(\frac{\partial x_1}{\partial \phi} + \frac{\partial x_2}{\partial \phi} + \frac{\partial x_3}{\partial \phi} \right) + \dot{\phi}^2 \left(\frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2} \right) \right], \quad (1)$$

де m – маса кожного з формувальних візків; ϕ – кутова координата положення кривошипа першого візка; $\dot{\phi}$ та $\ddot{\phi}$ – кутова швидкість та кутове прискорення обертання кривошипів; $\frac{\partial x_1}{\partial \phi}$, $\frac{\partial x_2}{\partial \phi}$, $\frac{\partial x_3}{\partial \phi}$, $\frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2}$, $\frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2}$, $\frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2}$ – відповідно перші та другі передаточні функції центрів мас формувальних візків.

За один цикл руху роликової формувальної установки (один оберт кривошипа) нерівномірність сил інерції може бути оцінена максимальним значенням сили інерції, зведеної до центра мас установки $F_{ic \max}$ або його середньоквадратичним значенням, яке визначається залежністю:

$$\bar{F}_{ic} = \sqrt{\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} F_{ic}^2 dt} = \sqrt{\frac{m^2}{t_1} \int_0^{t_1} \left[\ddot{\phi} \left(\frac{\partial x_1}{\partial \phi} + \frac{\partial x_2}{\partial \phi} + \frac{\partial x_3}{\partial \phi} \right) + \dot{\phi}^2 \left(\frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2} \right) \right]^2 dt}, \quad (2)$$

де t_1 – тривалість циклу руху установки.

Критерієм нерівноваженості привідного механізму також може бути значення крутного моменту, яке визначається залежністю:

$$M_i = m \left(\dot{x}_1 \frac{\partial \dot{x}_1}{\partial \phi} + \dot{x}_2 \frac{\partial \dot{x}_2}{\partial \phi} + \dot{x}_3 \frac{\partial \dot{x}_3}{\partial \phi} \right) = m \dot{\phi}^2 \left(\frac{\partial x_1}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_2}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_3}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2} \right). \quad (3)$$

За один цикл руху роликової формувальної установки нерівноваженість зведеного до привідного валу крутного моменту, що виникає від дії сил інерції, може бути оцінена його максимальним значенням $M_{i \max}$ або середньоквадратичним значенням, яке визначається залежністю:

$$\bar{M}_i = \sqrt{\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} m^2 \dot{\phi}^4 \left(\frac{\partial x_1}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_2}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_3}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2} \right)^2 dt} = m \cdot \sqrt{\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} \dot{\phi}^4 \cdot \left(\frac{\partial x_1}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_1}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_2}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_2}{\partial \phi^2} + \frac{\partial x_3}{\partial \phi} \frac{\partial^2 x_3}{\partial \phi^2} \right)^2 dt}. \quad (4)$$

Для роликової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом розраховано та побудовано графіки зміни максимального $F_{ic \max}$ і середньоквадратичного \bar{F}_{ic} значень сил інерції (рис. 2) та максимального $M_{i \max}$ і середньоквадратичного \bar{M}_i значень моментів від сил інерції (рис. 3) в залежності від кута зміщення кривошипів $\Delta\phi$.

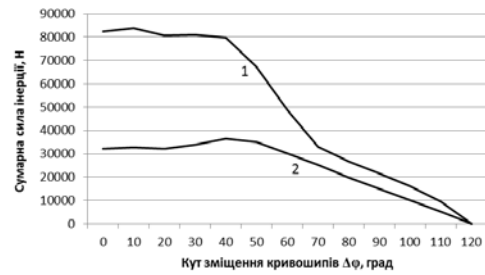


Рисунок 2. Графіки зміни максимальних $F_{ic \max}$ (1) та середньоквадратичних \bar{F}_{ic} (2) значень сил інерції в залежності від кута зміщення кривошипів $\Delta\phi$

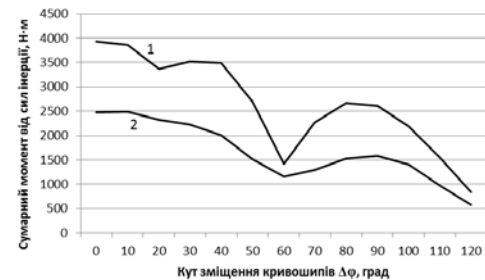


Рисунок 3. Графіки зміни максимальних $M_{i \max}$ (1) та середньоквадратичних \bar{M}_i (2) значень моментів від сил інерції в залежності від кута зміщення кривошипів $\Delta\phi$

Аналіз графіків на рис. 2 і 3 показує, що максимальне значення сумарної сили інерції і моменту від сил інерції та їх середньоквадратичні значення набувають мінімуму при зміщенні кривошипів на кут $\Delta\phi = 120^0$.

4. ВИСНОВОК

В результаті проведених досліджень встановлено, що в установці з енергетично врівноваженим приводом найкраще врівноваження сил інерції, що прикладені в центрах рухомих мас ланок, та приведенного до осі обертання привідного вала крутного моменту, що виникає від дії сил інерції, спостерігається при значенні кута зміщення кривошипів $\Delta\phi = 120^0$.

Список літератури

[1] Гарнець В.М. Бетоноформувальні агрегати. Конструктивно-функціональні схеми, принцип дії, основи теорії: Монографія / В.М. Гарнець, С.В. Зайченко, Ю.В. Човнюк, В.О. Шаленко, Я.С. Приходько – К.: Інтерсервіс, 2015. – 238 с.

[2] Ловейкін В.С. Аналіз нерівномірності руху роликової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – № 4 (60). – С. 20-29.

[3] Патент України на корисну модель № 50032U. Установка для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В.С., Почка К.І. – № u 200911443 заявл. 10.11.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.

«BUILD-MASTER-CLASS-2019»

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC-
PRACTICAL CONFERENCE
OF YOUNG SCIENTISTS**

EDITORS:

**Anna Heher, Vasyl Pidlutskyi,
Volodymyr Skochko, Sergii Kozhedub**

CORRECTORS:

**Andrii Posikera, Tatyana Bovda,
Yelizaveta Bespalova, Oleksandr Ihnatenko**

**EDITORIAL COMMITTEE IS NOT RESPONSIBLE
FOR THE CONTENT OF CONFERENCE PROCEEDINGS**