

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОЛИКОВИХ ЦЕНТРИФУГ

АНОТАЦІЯ. Наведено основні цілі і задачі фізичного моделювання робочого процесу роликів центрифуг. Сформульовано вимоги до фізичної моделі. Розроблена конструкція дослідного стенда та отриман критерій подібності натури і моделі.

Ключові слова: моделювання, дослідний стенд, критерій подібності.

АННОТАЦИЯ. Приведены основные цели и задачи физического моделирования рабочего процесса роликовых центрифуг. Сформулированы требования к физической модели. Разработана конструкция исследовательского стенда и получен критерий подобия натуры и модели.

Ключевые слова: моделирование, экспериментальный стенд, критерий подобности.

SUMMARY. Basic purposes and tasks of the physical simulation of the working process of roller centrifuges are given. The conditions of physical model are formulated. The construction of research stand is developed. The criterion of similarity of nature and similarity is gained.

Keywords: simulation, test bench, the criterion of the similar.

Вступ

Одним з найсучасніших методів виготовлення довгомірних залізобетонних тіл обертання (труб, опор ЛЕП, колон і т.ін.) є їх відцентрове формування на роликів центрифугах. Роликів центрифуга складається із станини, приводних і підтримуючих роликів і приводу (рис.1).

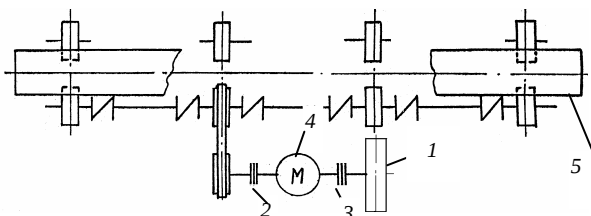


Рис.1.Кінематична схема роликів центрифуги з маховиком:

1 – маховик; 2,3 – зчепні муфти;
4 – електродвигун; 5 – форма

Особливістю відцентрового формування є те, що у вихідний момент робочого процесу бетонна суміш знаходиться у нижній півформі у вигляді сегмента.

Ексцентричне розміщення бетонної суміші на початку обертання форми викликає підвищення крутного моменту приводу, внаслідок чого на роликів центрифугах застосовують електродвигуни постійного струму підвищеної потужності. В деяких випадках для розгону форми може використовуватись додатковий привід.

У процесі обертання форми сегмент із бетонної суміші поступово перетворюється в порожнє тіло обертання і крутний момент суттєво знижується.

Введення в конструкцію центрифуги акумулятора енергії у вигляді маховика дає можливість значно знизити навантаження на привід на початку формування і, як наслідок, зменшити потужність електродвигуна.

Центрифуга працює наступним чином. На початку процесу під час монтажу форми і додаткових операцій розкручується маховик 1. При цьому муфта 2 відключена, а муфта 3 підключена. Після розгону маховика вмикається муфта 2 і форма 5 з бетонною сумішшю приводиться до обертання сумісною енергією маховика 1 двигуна 4.

Метою даного дослідження є розробка основних принципів фізичного моделювання робочого процесу роликів центрифуг з маховиком.

Для фізичного моделювання та виконання експериментальних досліджень був розроблений ескізний проект фізичної моделі центрифуги МР – 280 у вигляді експериментального стенда (рис.2, 3).

Стенд відтворює фрагмент центрифуги в масштабі 1:5 і складається із рами 1, електродвигуна 2, клинопасової передачі 3, опорних роликів 4, форми 5, муфт зчеплення 6,7 і маховика 8.

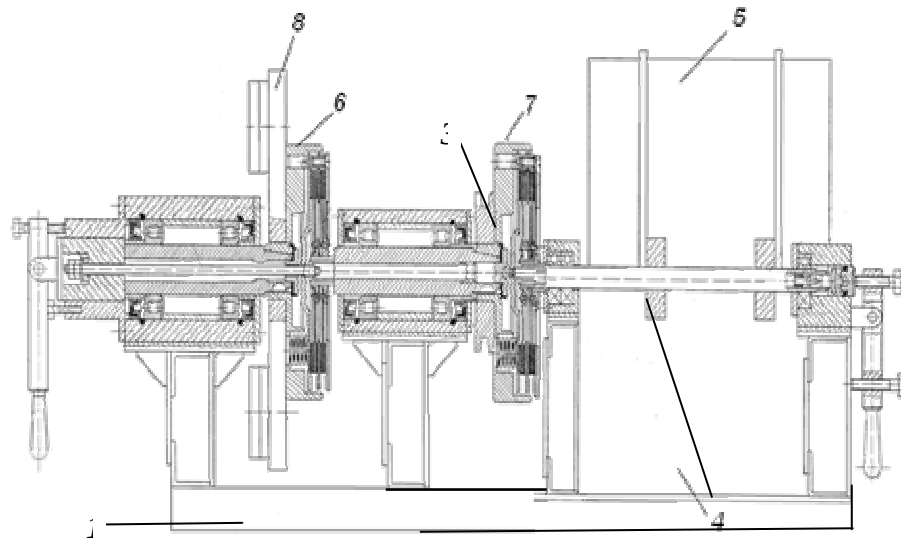


Рис.2 Дослідний стенд для моделювання робочого процесу роликів центрифуг (вигляд збоку)

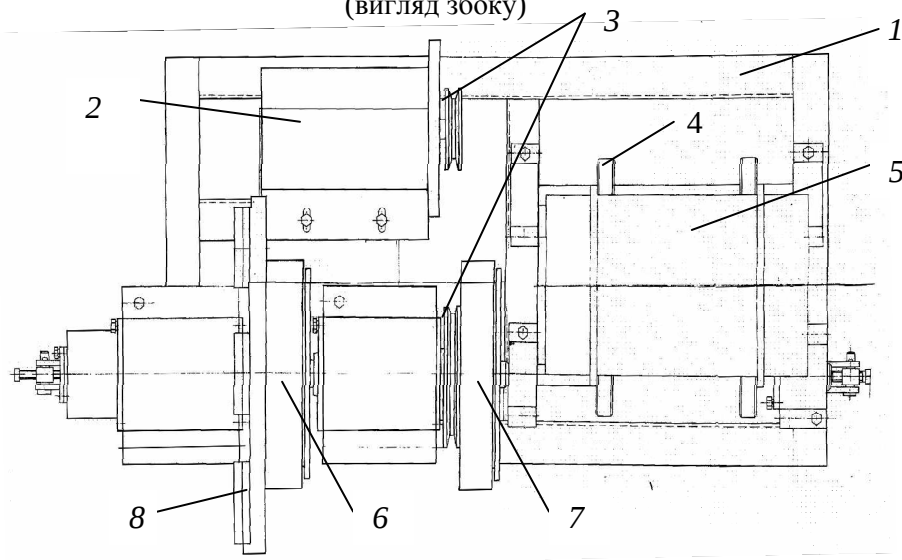


Рис.3 Дослідний стенд для моделювання робочого процесу роликів центрифуг (вигляд у плані)

Стенд має наступні технічні характеристики:

- діаметр форми – 200 мм;
- привід - двигун постійного струму з регулюємими параметрами (генератор Г-12) потужність, 250 Вт;
- напруга живлення – 12 В;
- сила струму при номінальному напруженні - 20 А;
- максимальна частота обертання вала – 7500 об/хв;
- габаритні розміри – 985*490*420мм.

На стадії проектування були враховані такі вимоги для стенда:

- стенд повинен мати конструкцію подібну до натуральної центрифуги;

- давати можливість варіації ряду основних параметрів центрифуги;
- бути простим, зручним і безпечним у роботі.

За прототип прийнята модель центрифуги, розробленої на кафедрі МОТП. В якості двигуна застосований генератор постійного струму автомобіля ЗІЛ- 150, що живиться постійним струмом за допомогою випрямляча.

У якості муфт зчеплення застосовані муфти від мотоцикла „Дніпро -156”. Для керування муфтами розроблена спеціальна система.

Стенд працює наступним чином.

Вмикається електродвигун 2 та муфта 6 і здійснюється розгін маховика 8 до певної кількості обертів. Після цього плавно вми-

кається муфта 7 і обертальний рух передається формі 5 з бетонною сумішшю. У процесі обертання бетону суміш розподіляється по стінках форми і утворюється напівфабрикат у вигляді труби.

Коли кількість обертів форми і маховика співпадають маховик 8 від'єднується за допомогою муфти 6.

Для визначення режиму формування на моделі доцільно застосування критерію подібності, що одержаний із умови однакового тиску бетонної суміші на внутрішню поверхню форми.

Якщо розглянути елемент напівфабрикату на середньому радіусі одиничної ширини і довжини, то його тиск на внутрішню поверхню форми буде дорівнювати відцентровій силі цього елемента [1], тобто

$$p = \gamma R_{cp} \omega^2, \quad (1)$$

де γ - середня щільність бетонної суміші;

c - товщина стінки напівфабрикату;

R_{cp} - середній радіус напівфабрикату;

ω - кутова швидкість обертання форми.

Товщина стінки напівфабрикату

$$c = R - r, \quad (2)$$

де R - внутрішній радіус форми; r - внутрішній радіус напівфабрикату.

Визначимо середній радіус

$$R_{cp} = \frac{R + r}{2}. \quad (3)$$

Вираз (1) з урахуванням (2) і (3) отримаємо

$$p = \gamma \omega^2 \frac{R^2 - r^2}{2}. \quad (4)$$

Критерій подібності із виразу (4)

$$\Pi = \gamma \omega^2 \frac{R^2 - r^2}{2p} = 1. \quad (5)$$

Якщо прийняти для натури і моделі рівний тиск на внутрішню поверхню форми за однаковою бетонною сумішшю, одержимо з урахуванням (5)

$$\omega_H^2 (R_H^2 - r_H^2) = \omega_M^2 (R_M^2 - r_M^2). \quad (6)$$

Звідки

$$\frac{\omega_M}{\omega_H} = \frac{n_M}{n_H} = \sqrt{\frac{R_H^2 - r_H^2}{R_M^2 - r_M^2}}, \quad (7)$$

де $\omega_M, \omega_H, n_M, n_H$ - відповідно кутова швидкість і кількість обертів форми моделі і

натури; R_H, r_H, R_M, r_M - зовнішній і внутрішній радіуси натури і моделі відповідно.

Формула (7) дає можливість розраховувати режим формування на моделі виходячи із режиму формування натури.

Розглянемо для прикладу режим формування опори ЛЕП СК-5 на центрифугі МР-280:

Приймаючи $R_H = 325 \text{ мм}$; $r_H = 280 \text{ мм}$;

$R_M = 70 \text{ мм}$; $r_M = 50 \text{ мм}$.

Результати розрахунків за формулою (7) зведено до табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунків кількості обертів

Кількість обертів формування	
натури	моделі
65-80	290 -360
150	675
200	900
300	1350
380-400	1800

формування

Висновки

Таким чином, в результаті досліджень обгрунтована доцільність фізичного моделювання робочого процесу роликів центрифуг.

Розроблено дослідний стенд і отримано критерій подібності моделювання.

Подальші дослідження будуть пов'язані з плануванням експерименту, реалізації фізичної моделі і обробкою одержаних результатів.

Література

1. *А.Н.Попов, П.А.Макаров. "Оборудование для производства бетонных и железобетонных труб". - М.: Машиностроение, 1965. 205с.*
2. *Артоболевський С.І. Теорія механізмів і машин.- М., Высшая школа, 1985 – 308с.*
3. *Математичне моделювання робочого процесу роликів центрифуг /Богуславський В.Є., Шаленко О.О. Гірничні, будівельні, дорожні та меліоративні машини № 66 К., КНУБА, 2005. - С.43- 45*

Рецензент: В.Є. Горбатюк к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

Отримано: 08.02.2010р.