

УДК 621.643.253

В.Є. Богуславський, канд. техн. наук, доцент КНУБА,

О.О. Шаленко, інженер КНУБА

АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ПАРИ ТЕРТЯ ПРИ РОБОТІ РОЛИКОВИХ ЦЕНТРИФУГ

Роликові центрифуги є найбільш розповсюдженим обладнанням для формування довгомірних залізобетонних тіл обертання (типу труб, опор ліній електропостачання і т.д.). Перевагами роликових верстатів є їх простота, надійність і висока продуктивність.

Принцип дії центрифуг полягає в завантаженні бетонної суміші в форму з наступним її обертанням. При цьому бетонна суміш попадає в поле дії відцентрових сил, за рахунок чого розподіляється по внутрішній поверхні форми, приймаючи конфігурацію тіла обертання.

Тонкостінна форма з бандажами встановлюється на два ряди роликів, з яких один ряд є ведучим, а другий підтримуючим [2].

Обертання від ведучих роликів на форму передається з допомогою сил тертя.

Практика показує, що в процесі центрифугування на контактні форми і роликів виникають вібрації, що підвищують рухомість бетонної суміші і сприяють ефективності формування. В той же час вібраційні імпульси збільшують зношування поверхні роликів і бандажів форми і рахуються як негативне явище.

Причинами появи вібрацій, як правило, вважають недосконалість конфігурації форми і неточність встановлення роликів [1].

Метою цієї роботи є доведення того, що одною із причин появи вібрацій може бути проковзування на контактні форми і ролика при досягненні певної швидкості обертання.

Розглянемо рівновагу форму при постійній швидкості обертання. На форму діють такі сили: сили тертя на контактах з ведучим і підтримуючим роликом, сила тяжіння форми, відцентрова сила, що намагається відштовхнути форму від ведучого ролика (рис. 1).

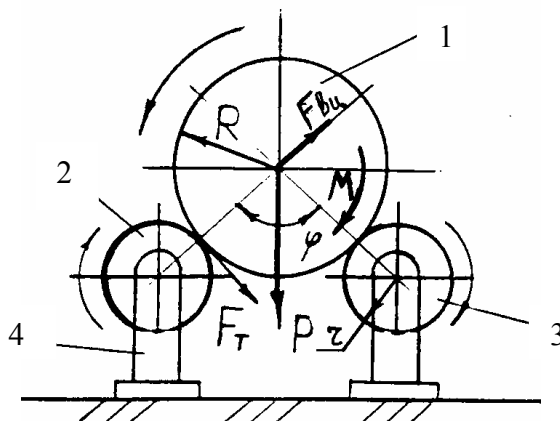


Рис.1. Схема сил і моментів, діючих на форму в процесі обертання:

1 - форма; 2 - ролик ведучий; 3 - ролик підтримуючий; 4 - станина

Форма обертається завдяки силі тертя між бандажами і ведучими роликами, і в свою чергу, передає рух на підтримуючий ролик, долаючи опір в його опорах.

Нормальний тиск форми на ролик визначається формулою

$$F = \frac{P}{\cos(\varphi/2)} - F_{\text{вц}}, \quad (1)$$

де P – сила тяжіння форми, Н; φ – кут встановлення роликів, град.; $F_{\text{вц}}$ – відцентрова сила, що діє на форму з боку ролика, Н.

Момент опору обертанню підтримуючого ролика [1]

$$M = \frac{PR}{\cos(\varphi/2)} \frac{f_1 r_u + \mu}{r}, \quad (2)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя ковзання в опорах роликів; μ – коефіцієнт кочення між бандажем форми і роликом, м; R – радіус бандажа форми, м; r_u – радіус цапфи ролика, м; r – радіус ролика, м.

Рівняння моментів відносно вісі форми

$$\left(\frac{P}{\cos(\varphi/2)} - F_{\text{вц}} \right) fR - \frac{PR}{\cos(\varphi/2)} \frac{f_1 r_u + \mu}{r} = 0, \quad (3)$$

де f – коефіцієнт тертя сталі по сталі.

Рівняння (3) в розгорнутому вигляді

$$\left(\frac{mg}{\cos(\varphi/2)} - m\omega^2 R \right) fR - \frac{mgR}{\cos(\varphi/2)} \frac{f_1 r_u + \mu}{r} = 0. \quad (4)$$

Критична швидкість $\omega_{\text{кр}}$ обертання при якій починається проковзування

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{g}{Rf \cos(\varphi/2)} \left(f - \frac{f_1 r_u + \mu}{r} \right)}. \quad (5)$$

Критична кількість обертів форми, після якої буде мати місце проковзування

$$n_{\text{кр}} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{Rf \cos(\varphi/2)} \left(1 - \frac{f_1 r_u + \mu}{r} \right)}. \quad (6)$$

Формули (5, 6) показують, що критична швидкість обертання форми і відповідна кількість обертів не залежить від її маси, а визначаються тільки геометричними параметрами центрифуги і коефіцієнтами тертя.

Запропонована методика дозволяє більш зважено підходити до вибору конструкції роликівих центрифуг і їх робочих режимів.

При подальшому збільшенні кутової швидкості обертання форми можливо виникнення явища її відриву від ведучого ролика під дією відцентрової сили і виникнення галопування форми, тобто зворотно-поступального руху навколо вісі підтримуючого ролика. При співвідношенні частоти вимушених коливань форми з її власною частотою може мати місце явище резонансу і, як наслідок, схід форми з роликів.

Для запобігання можливості такого варіанта форми оснащуються спеціальними запобіжними пристроями.

Література

1. Попов А.Н. Бетонные и железобетонные трубы. – М.: Стройиздат, 1973. – 269с.
2. Попов А.Н., Макаров П.А. Оборудование для производства бетонных и железобетонных труб. – М.: Машиностроение, 1965. – 184с.