

УДК 648.236

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЛЬНИХ МАШИН З ЦЕНТРИФУГАМИ, ЩО МАЮТЬ ВЕРТИКАЛЬНУ ВІСЬ ОБЕРТАННЯ

О.П. Бурмістенков, доктор технічних наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну

В.М. Павленко, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: центрифуга, дисбаланс, схема управління, вертикальна вісь, пральні машини.

В різних галузях промисловості для центрифугування широко використовуються ємності, в яких процес видалення рідини з оброблюваного матеріалу відбувається за рахунок відцентрових сил, при цьому бічна поверхня центрифуг може бути циліндричною, конусною або багатогранною. Конструктивно в різних машинах вісь обертання центрифуг може бути горизонтальною, вертикальною або під кутом до однієї з вісей координат. Загальним недоліком абсолютно всіх центрифуг є те, що в процесі центрифугування, під дією відцентрових сил відбувається переміщення матеріала, який віджимається, при цьому зміщується центр тяжіння системи «ємність-матеріал», внаслідок чого виникає дисбаланс.

В якості приклада розглянемо процес центрифугування в центрифугі з вертикальною віссю обертання і конусною бічною поверхнею (рис.1) Дисбаланс в системі виникає в той час, коли під дією відцентрових сил відбувається рух матеріалу, що віджимається, бічною поверхнею конуса центрифуги.

Позначимо осі координат: X –вздовж утворюючої конуса, Y – перпендикулярно вісі X . Вісь Z співпадає з віссю обертання.

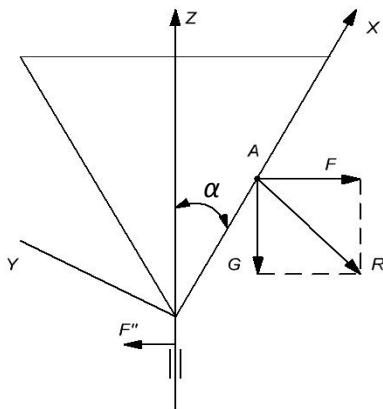


Рисунок 1 – Розрахункова схема центрифуги

Якщо маса матеріалу буде m то сила тяжіння буде $G = mg$, а відцентрова сила інерції при обертанні конуса навкруги вертикальної вісі буде $F = m\omega^2$. Рівнодіюча цих сил R буде направлена перпендикулярно до бічної поверхні конуса. Точкою A позначимо місце прикладення рівнодіючої цих сил R .

Проекції цих сил на вісь X :

$$X = -G\cos\alpha + F\cos(90^\circ - \alpha)$$

де α – кут нахилу бічної поверхні відносно вісі Z ,

або
$$X = m(r\omega^2\sin\alpha - g\cos\alpha),$$

тоді
$$R = x\sin\alpha,$$

На основі використання другого закону динаміки запишемо диференціальне рівняння руху тіла уздовж осі X . В нашому випадку впливом

змінної та коріолісовими силами інерції можна знехтувати через те, що нас цікавить тільки вплив зміщення центральної точки на вісь обертання

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = m(x\omega^2 \sin^2\alpha - g \cos\alpha),$$

де x – зміна координати руху тіла при збільшенні швидкості ω

Момент, який діє на конус, що обертається прагне його перекинути і буде дорівнювати:

$$M = \frac{1}{k^2}(1 - e^{kt}) \frac{mg}{\sin\alpha} g \cos\alpha$$

або

$$M = \frac{1}{k^2}(1 - e^{kt}) \frac{m\omega^2 r}{\cos\alpha} g \cos\alpha = \frac{1}{k^2}(1 - e^{kt}) m\omega^2 r g = \frac{1}{k^2}(1 - e^{kt}) P\omega^2 r$$

$$M = P\omega^2 x \sin\alpha \frac{1}{k^2}(1 - e^{kt})$$

На наш погляд, для зменшення дисбаланса системи можна створити центрифугу, що складається з жорстко закріплених елементів (рис.2): конус (ємність) 1, самоцентруючий підшипник ковзання 2, пружна муфта 3 і електродвигун 4.

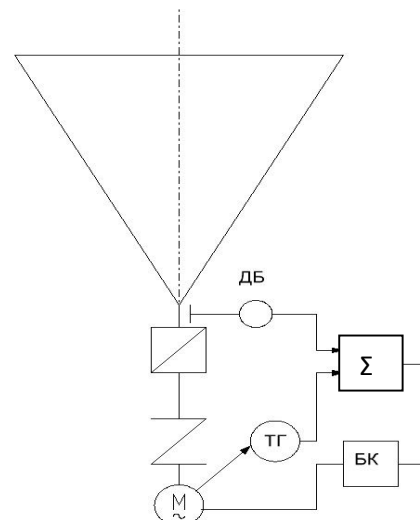
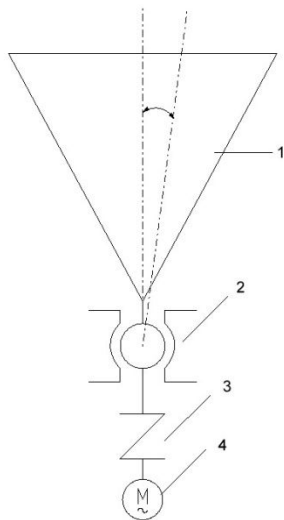


Рисунок 2 – Кінематична схема центрифуги з жорстким з'єднанням елементів

Рисунок 3 – Схема управління центрифугою

Самоцентруючий підшипник 2 і пружна муфта 3 дозволяють ємності відхилитися від вертикальної осі обертання на деякий кут (від 0 до 10градусів) під дією збурюючої сили незбалансованої маси.

Плавно змінюючи (підвищуючи) частоту обертання вала двигуна і контролюючи початок появи дисбаланса, можна запобігти входженню всієї системи в коливальний режим роботи.

Схема управління центрифугою може бути представлена на рис 3.

ДБ - датчик дисбалансу (ємнісний, індукційний, тензометричний тощо) ТГ - тахогенератор., Σ - пристрій порівняння (суматор) БУ- блок управління.

Така конструкція центрифуги і принцип організації її роботи на наш погляд дозволить спростити процес балансування і значно знизити витрати електроенергії.