

УДК 001+378
ББК 72:74
С56

*Утверждено к печати советом
Хмельницкой областной организации СНИО Украины
и президиумом Украинского Национального комитета IFToMM,
протокол № 3 от 10.08.2017*

Представлены доклады XII Международной научной конференции “Современные достижения в науке и образовании”, проведенной в г. Нетания (Израиль) в 17–24 сентября 2017 г.

Рассмотрены проблемы образования, нанотехнологий, динамики и прочности механических систем, информатики и кибернетики, экономики и управления.

Материалы конференции опубликованы в авторской редакции.
Для ученых, инженеров, работников и аспирантов ВНЗ.

Редакционная коллегия:

д. т. н. *Ройзман В. П.* (Украина), д-р *Прейгерман Л. М.* (Израиль),
д. т. н. *Костюк Г. И.* (Украина), д. т. н. *Бубулис А.* (Литва),
д. т. н. *Натриашвили Т. М.* (Грузия), д-р *Петрашек Я.* (Польша),
д. т. н. *Коробко Е. В.* (Беларусь), д. т. н. *Силин Р. И.* (Украина)

С56 **Современные** достижения в науке и образовании : сб. тр.
XII Междунар. науч. конф., 17–24 сент. 2017 г., г. Нетания
(Израиль). – Хмельницкий : ХНУ, 2017. – 169 с. (укр., рус., англ.).
ISBN 978-966-330-296-6

Рассмотрены проблемы образования, динамики и прочности, материаловедения, нанотехнологий, экономики и управления.

Для научных и инженерных работников, специализирующихся в области изучения этих проблем.

Розглянуті проблеми освіти, динаміки і міцності, матеріалознавства,
нанотехнологій, економіки та управління.

Для науковців та інженерних працівників, які спеціалізуються в
області вивчення цих проблем.

УДК 001+378
ББК 72:74

ISBN 978-966-330-296-6

© Авторы статей, 2017
© ХНУ, оригинал-макет, 2017

рабочим телам включаться в работу только на зарезонансных частотах вращения ротора. Это значительно усложняет конструкцию АБУ и не дает возможности к их широкому применению.

Между тем, на практике, АБУ могут снижать вибрации как на зарезонансных частотах, так и на дорезонансных, и на самом резонансе. Для того, чтобы разобраться в несоответствии теории и практики автоматической балансировки проведены исследования поведения рабочих тел в АБУ с помощью скоростной видеосъемки.

На основании экспериментальных и теоретических исследований разработана конструкция комбинированного жидкостно-шарового автобалансирующего устройства, применение которого позволяет снизить вибрации ротора не менее, чем в 2,5 раза во всем диапазоне частот вращения.

Схожесть конструктивных схем экспериментальной установки и центрифуги ФПН-1251Л, используемой в сахарной промышленности, позволяет предположить, что использование метода автоматической балансировки для снижения вибраций будет достаточно эффективным на данных типах центрифуг, без применения существенных переделок в конструкции.

Литература

1. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов / В. Г. Белик, С. А. Зозуля и др. ; под ред. В. Г. Белика. – Київ : Техніка, 1982. – 304 с.
2. Лукьяненко В. М. Промышленные центрифуги / В. М. Лукьяненко, А. В. Таранец. – Москва : Химик, 1974. – 376 с.
3. Дахин О. Х. Центрифуги : учеб. пособие / О. Х. Дахин, Н. О. Сиволобова / Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2006. – 61 с.

ВПЛИВ КУТА НАХИЛУ ОСІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОБАЛАНСУВАННЯ РІДИНОЮ

*Ткачук В. П., Драч І. В., Ройзман В. П.
Хмельницький національний університет, e-mail: royzman_v@mail.ru*

У зв'язку з тим, що ефективність автобалансування роторів з вертикальною віссю обертання вища, ніж з горизонтальною [1], то для теоретичного дослідження впливу кута нахилу осі обертання до горизонту на ефективність автобалансування було розглянуто рух невагомого вала, розташованого під кутом Ω ($0 < \Omega < \pi/2$) до горизонту, із

встановленим на ньому АБП, частково наповненого рідиною масою m (рис. 1).

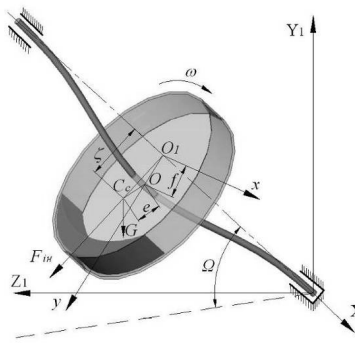


Рис. 1. Положення рідини в полі відцентрових сил і гравітації під кутом до горизонту

Знайдемо його розв'язок як суму розв'язків відповідного однорідного диференціального рівняння $\frac{G}{g} \cdot \ddot{y} + c \cdot y = 0$ (y_0) і частинного розв'язку y_1 .

$$y_0 = C_1 \cdot \cos \sqrt{\frac{c \cdot g}{G}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{c \cdot g}{G}} t.$$

Частинний розв'язок знаходимо за виглядом правої частини рівняння (3.17), у вигляді: $y_1 = A \cdot \cos \omega t$, де A – невідома константа (амплітуда коливань). Знайдемо невідому константу A . $\dot{y}_1 = -A \cdot \omega \cdot \sin \omega t$, $\ddot{y}_1 = -A \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t$,

$$-G/g A \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t + c \cdot A \cdot \cos \omega t = (F_{ц} + G \cdot \cos \Omega) \cos \omega t$$

$$A(-m \cdot \omega^2 + c) = F_{ц} + G \cdot \cos \Omega, \text{ звідки } A = \frac{F_{ц} + G \cdot \cos \Omega}{c - m \cdot \omega^2}.$$

$$\text{Отже } y_1 = \frac{(F_{ц} + G \cdot \cos \Omega) \cdot \cos \omega t}{c - m \cdot \omega^2}.$$

Додавши загальний і частинний розв'язки, одержимо загальний розв'язок рівняння у вигляді:

$$y = C_1 \cdot \cos \sqrt{\frac{c \cdot g}{G}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{c \cdot g}{G}} t + \frac{F_{ц}}{c - m \cdot \omega^2} \cos \omega t + \frac{G \cdot \cos \Omega}{c - m \cdot \omega^2} \cos \omega t. \quad (2)$$

Диференціальне рівняння руху центра мас роторної системи C_c вздовж осі y , що лежить в площині АБП, має вигляд:

$$\frac{G}{g} \cdot \ddot{y} + c \cdot y = (F_{ц} + G \cdot \cos \Omega) \cos \omega t, \quad (1)$$

де G – вага рідини; c – жорсткість вала; $F_{ин}$ – сила інерції рідини.

При $\Omega = 0$ маємо випадок горизонтального розташування вала роторної системи, при $\Omega = \pi/2$ – вертикального розташування вала. Вираз (1) є неоднорідним диференціальним рівнянням 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами.

Із отриманого розв'язку видно, що зі збільшенням кута Ω , переміщення центра мас ротора в напрямку осі y буде зменшуватись за абсолютною величиною, оскільки тоді буде зменшуватись доданок $\frac{G \cdot \cos \Omega}{c - m \cdot \omega^2} \cos \omega t$, а при $\Omega = \pi / 2$, $\frac{G \cdot \cos \Omega}{c - m \cdot \omega^2} \cos \omega t = 0$.

Результати досліджень показали, що при перебуванні рідини під час обертання горизонтального ротора у нижній точці сила ваги збігається за напрямом із силою інерції, що збільшує переміщення (вібрації) системи "ротор-АБП" порівняно з вертикальним ротором.

Експериментальні дослідження впливу кута нахилу осі обертання Ω до горизонтальної площини на ефективність роботи рідинного автобалансира було проведено на створеній експериментальній установці із горизонтальною віссю обертання (рис. 2) [2].

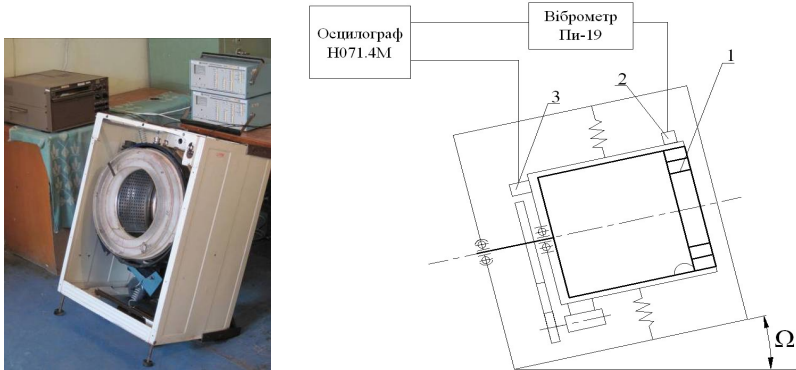


Рис. 2. Схематичне зображення експериментальної установки:
1 – автобалансир; 2 – вібродатчик; 3 – відмітник обертів

Дослідження виконували для наступних положень осі обертання відносно горизонту 0° , 30° , 45° , 60° і 90° .

Під час досліджень пасивний рідинний автобалансир жорстко закріплювався на роторі.

Дослідження проводились в наступній послідовності:

- відбалансовували ротор і записували графік вібропереміщення бака при обертанні ротора з сталими швидкостями: $\omega = 28 \text{ c}^{-1}$, 32 c^{-1} , 37 c^{-1} , 46 c^{-1} , 55 c^{-1} , 70 c^{-1} , 93 c^{-1} ;
- розбалансовували ротор шляхом закріплення на ньому вантажу масою 50 г ($D = 1000 \text{ г}\cdot\text{см}$) і записували графік вібропереміщення на вказаних швидкостях обертання;

– не змінюючи дисбалансу ротора, зовнішню камеру АБП частково наповнили рідиною об'ємом 50 мл і записували графік вібропереміщення на вказаних швидкостях обертання;

– не змінюючи дисбалансу ротора і об'єму рідини в камері АБП записали графік вібропереміщення на вказаних швидкостях обертання, при різних кутах нахилу осі обертання до горизонту ($\Omega = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$).

Результати експериментальних досліджень впливу кута нахилу осі обертання ротора на ефективність автобалансування наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Залежність вібропереміщення (мм) переднього краю бака установки від кута нахилу осі обертання

Кут нахилу осі ротора	Кутова швидкість руху ротора $\omega, \text{с}^{-1}$						
	28	32	37	46	55	70	93
Відбалансований ротор $\Omega = 0^\circ$	6	9	13	8	4	3,5	3
Розбалансований ротор ($D = 1000 \text{ г}\cdot\text{см}$) $\Omega = 0^\circ$	13	25	33	26	18	16	16
Розбалансований ротор ($D = 1000 \text{ г}\cdot\text{см}$); об'єм води в АБП 50 мл							
$\Omega = 0^\circ$	10	19	24	18	10	9	8
$\Omega = 30^\circ$	10	19	23	17	9	8	7,5
$\Omega = 45^\circ$	9	17	22	16	9	8	7
$\Omega = 60^\circ$	8	16	21	14	8,5	7	6
$\Omega = 90^\circ$	7	14	18	13	7	6	5

Результати експериментальних досліджень показали, що зі зменшенням кута нахилу осі обертання ефективність автобалансування зменшується.

Література

1. Експериментальні дослідження процесу автоматичного балансування роторів з горизонтальною віссю обертання / В. П. Ткачук, В. П. Ройзман, І. В. Драч, В. Барздайтис // Зб. наук. пр. за матеріалами міжнар. наук.-техн. конф. “Підвищення якості, надійності і довговічності технічних систем і технологічних процесів” (Шарм ель Шейх (Єгипет), 3–10 груд. 2006 р.) / М-во освіти і науки України, Хмельницький нац. ун-т [та ін.]. – Хмельницький : ХНУ, 2006. – С. 161–167.

2. Ройзман В. П. Експериментальні дослідження роботи рідинних автобалансирів, встановлених на роторах з горизонтальною віссю обертання / В. П. Ройзман, В. П. Ткачук, О. О. Нікітін // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 5. – С. 23–30.