

1. Решетов Д. Н. Детали машин: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1974. – 655 с.
2. Дмитриев В. А. Детали машин. – Л.: Судостроение, – 1970. – 791 с.
3. Детали машин / Добровольский В. А., Заблонский К. И., Мак С. Л., Радчик А. С., Эрлих Л. Б. – К. – М.: Mashgiz. – 1960. – 587 с.
4. Детали машин / Под ред. Н. С. Ачеркана. – Т.1. – М.: Машиностроение. 1968. – 440 с.

Надійшла 14.11.2009 р.

УДК 621.19.10

В.П. РОЙЗМАН, В.П. ТКАЧУК, О.О. НІКІТІН
Хмельницький національний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РІДИННИХ АВТОБАЛАНСИРІВ, ВСТАНОВЛЕНИХ НА РОТОРАХ З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

Існуючі експериментальні і теоретичні дослідження роботи рідинних пасивних автобалансирів не розглядають їх роботу при встановленні на горизонтальному роторі. Власний досвід показав, що існують суттєві відмінності між автобалансуванням вертикальних і горизонтальних роторів. В даній статті досліджено поведінку рідини в АБП, встановленому на роторі з горизонтальною віссю обертання, вплив кута нахилу осі обертання до горизонту на ефективність автоматичного балансування, а також досліджено можливість підвищення ефективності роботи АБП шляхом покращення його конструкції.

Present experimental and theoretical researches that study operation of liquid passive auto-balancers don't consider their operation on horizontal rotor. Our own experience testifies essential difference in auto-balancing vertical and horizontal rotors. The paper represents research of: behavior of a liquid in auto-balancing unit (ABU) set on the rotor with horizontal axis of rotation; the effect of incline angle between the axis of rotation and horizon on auto-balancing effectiveness; and also increasing effectiveness of ABU operation by improving its design.

Ключові слова: ротор, автобалансування, швидкісна відеозйомка.

Сучасні методи і засоби балансування дозволяють довести початковий дисбаланс виготовленого або відремонтованого ротора до величини припустимого для заданого класу точності балансування. Однак для машин зі змінним дисбалансом ротора і при зрівноваженні роторів машин без зупинки в експлуатаційних умовах традиційні методи балансування малоефективні. До таких машин належать пральні машини, сепаратори, центрифуги та ін., які використовуються в різних галузях народного господарства (харчовій, хімічній, цукровій, гірничій і т.д.), медицині, побуті. Більшість вище перерахованих роторних машин мають горизонтальну вісь обертання. Періодична зупинка таких машин для добалансування економічно недоцільна, а інколи і неможлива через умови експлуатації. Ротори цих машин необхідно балансувати безпосередньо в процесі експлуатації, а саме необхідне автоматичне балансування з допомогою автобалансуючих пристроїв (АБП).

Перші найпростіші зразки пасивних АБП з'явилися більш 120 років тому. У подальшому були розроблені різні типи таких пристроїв у тому числі і рідинні. Переважна більшість описаних запатентованих і автобалансуючих пристроїв ще ніколи не були реалізовані на практиці і залишилися на рівні неперевіренних ідей. Коригувальна маса – рідина у пасивних автобалансирах – не тільки створює зусилля для балансування ротора, але і є чутливим елементом, що реагує на зміну величини і положення дисбалансу. Огляд сучасного стану теорії і практики автоматичного балансування дозволяє зробити висновок про те, що в існуючій теорії рідинних АБП відсутній аналіз роботи автобалансирів, встановлених на роторах з горизонтальною віссю обертання із врахуванням сили ваги і тертя. Вже перші експерименти по використанню рідинних АБП для автобалансування роторів з горизонтальною віссю обертання виявили ряд особливостей на відзнаку від роторів з вертикальною віссю обертання. Щоб розібратись з цими відмінностями було вирішено провести швидкісну відеозйомку поведінки рідини в камері автобалансира, подібно тому як це було зроблено раніше для ротора з вертикальною віссю обертання [1, 2].

Метою даної статті є дослідження поведінки рідини в АБП, встановленого на роторі з горизонтальною віссю обертання, ефективності зниження вібрацій пасивними автобалансирами та впливу кута нахилу осі обертання до горизонту на процес автоматичного балансування, а також дослідження можливості підвищення ефективності роботи АБП шляхом покращення його конструкції.

Експериментальна установка для дослідження роботи рідинного АБП була розроблена на базі прально-віджимної машини "В'ятка-автомат" і представляє собою жорсткий консольний горизонтальний ротор у вигляді пустотілого циліндра, виготовленого із нержавіючої сталі з днищем на одному кінці, що забезпечує необхідну жорсткість ротора. Конструкція установки представлена на рис. 1. Ротор 1 через підшипники кочення 3 зв'язаний з жорстким барабаном 2, який, в свою чергу, через пружні елементи 5 зв'язаний з корпусом пральної машини 4. Таку конструкцію має велика кількість пральних машин іноземного виробництва. Найбільш розповсюдженими моделями в світовому господарстві на сьогоднішній

день є: Whirlpool AWO/D 43115, Indesit WIL 105 EX, Bosch WAA 16160 OE, Electrolux EWF 10470 W, Ariston AQXL 105 CS1 та багато інших. З метою зменшення ступенів вільності ротора установки він додатково зв'язаний із корпусом за допомогою підшипника кочення 6, який дозволяє виконувати прецесійні рухи. Дана коливальна система має 3 ступені вільності (власна частота коливальної системи становить 6 Гц). На вільному кінці ротора закріпленій автобалансир 7, який торцем кріпиться до ротора.

Привід ротора здійснюється синхронним електродвигуном 8 з потужністю на валові 180 Вт через понижуючу клинопасову передачу 9. Двигун живиться змінним струмом, напругу якого можна змінювати в широкому діапазоні за допомогою автотрансформатора із системою керування. Завдяки цьому установка дозволяє задавати обертання ротору з різними частотами, що лежать у діапазоні від 0 до 18 Гц (від 0 до 1080 об/хв), задавати різні кутові прискорення при розгоні ротора, зупинятися в докритичній, критичній і закритичній зонах обертання ротора на заданий час з метою детальних досліджень роботи АБП.

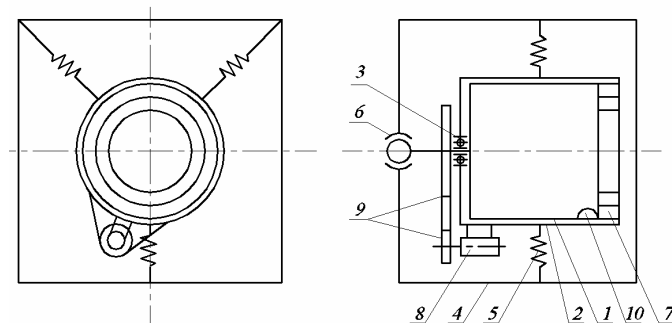


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – ротор; 2 – барабан; 3 – підшипник кочення; 4 – корпус; 5 – пружні елементи; 6 – підшипник кочення; 7 – автобалансир; 8 – двигун; 9 – клинопасова передача; 10 – дисбаланс

Макет АБП виготовлено із оптично прозорого матеріалу (акрил прозорий), який дозволяє візуально і з допомогою сучасних засобів відеозйомки прослідкувати поведінку рідини в камері АБП на всіх режимах обертання ротора. Автобалансир представляє собою кільце із зовнішнім діаметром 400 мм, внутрішнім діаметром 300 мм і кільцевою перегородкою діаметром 350 мм, які утворюють дві концентричні, герметичні камери для розміщення в них робочих тіл. Загальний вигляд макета АБП зображений на рис. 2.

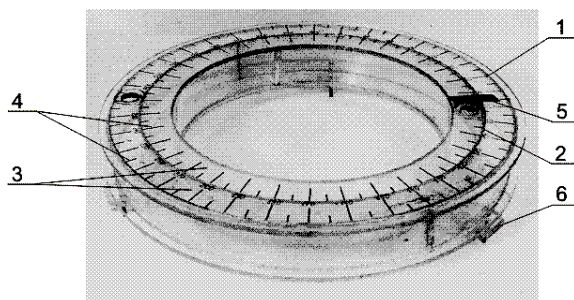


Рис. 2. Макет АБП: 1 – кільце; 2 – перегородка; 3 – концентричні камери; 4 – шкала; 5 – кольорова смужка; 6 – фіксатор

Оцінку ефективності автобалансування виконано за зміною вібропереміщення переднього (вільного) краю барабана – зі сторони встановлення АБП на барабані (роторі) рис. 3. Вимірювання вібрацій виконувалось за допомогою вібровимірювальної апаратури, яка складалась із вібровимірювального пристрою ПИ-19 із набором акселерометрів і шлейфового осцилографа Н071.4М. Для спрощення розшифровки записів вібровимірювальної апаратури був застосований відмітник обертів (датчик Хола) рис. 3. Пасивний рідинний автобалансир жорстко закріплювався на роторі.

Для виключення впливу монтажного дисбалансу ротора і АБП на одержувані результати перед проведенням досліджень виконали його балансування на робочих обертах методом обходу вантажем [3]. Критерієм максимального значення маси штучного дисбалансу вважали той, при якому амплітуда вібрацій досягала 30 мм. Виходячи із прийнятого критерію, встановили масу дисбалансу, що дорівнює 50 г. Дисбаланс ротора склав 1000 г·см.

Для процесу автобалансування рідиною горизонтального ротора необхідно, щоб рідина “включилась” в обертання роторної системи. На відміну від вертикального ротора це “включення” відбувається пізніше внаслідок дії сили ваги. Тому першим етапом експериментальних досліджень поведінки рідини в камері АБП було дослідження процесу “включення” рідини в обертаний рух автобалансир при розгоні ротора.

Дослідження поведінки рідини в АБП виконувалось за допомогою швидкісної відеозйомки на стенді рис. 3, який включав в себе наступну апаратуру:

- відеокамера Panasonic 9000;
- відеомагнітофон Panasonic NC-NC 1000;

- світильники з галогенними лампами потужністю по 1000 Вт кожна;
 - персональний комп'ютер Pentium III-713 з відеокартою відеозахвату Rialvision 1-4 МА.
- Відеокамера розміщувалась горизонтально (фронтально АБП) по осі обертання ротора.

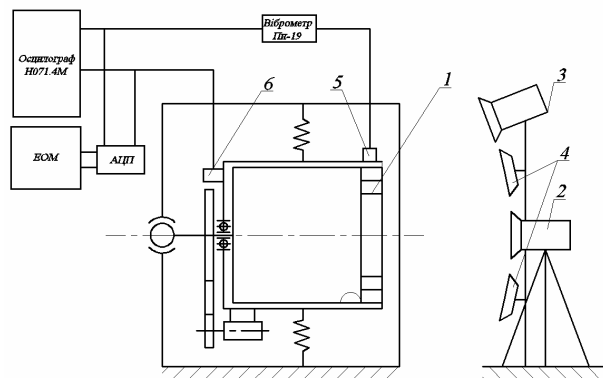


Рис. 3. Схема стенда для дослідження поведінки робочих тіл в АБП: 1 – АБП; 2 – відеокамера; 3 – стробоскоп; 4 – лампи освітлення; 5 – акселерометр; 6 – відмітник обертів

Методика проведення досліджень з допомогою швидкісної відеозйомки поведінки рідини в камері АБП на горизонтальному роторі включала в себе:

- визначення необхідної швидкості руху магнітної відеоплівки;
- визначення оптимального положення відеокамери (кута огляду і відстані до АБП);
- пробні запуски всієї системи для узгодження взаємодії її окремих вузлів;
- синхронний запис на відеоплівку положення рідини в АБП та осцилографічну плівку сигналів вібродатчика і відмітника обертів.

Під час експериментальних досліджень було встановлено, що для процесу автобалансування рідиною горизонтального ротора, на відзнаку від вертикального, необхідно, щоб рідина “включилась” в обертання роторної системи. Це “включення” в роботу відбувається не відразу внаслідок дії сили ваги. Тому першим етапом експериментальних досліджень поведінки рідини в камері АБП є дослідження процесу “включення” рідини в обертотворний рух автобалансира.

За результатами відеоспостережень поведінки рідини при розгоні ротора було виділено 4 режими руху рідини в АБП.

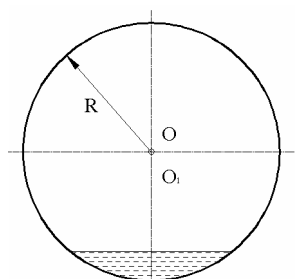


Рис. 4. Положення рідини в камері АБП при першому режимі

Перший режим має місце на початку руху АБП за малих обертів ротора. Рідина не приймає участі в обертанні ротора і займає стає положення майже навколо нижньої вертикальної точки камери (рис. 4). При цьому режимі має місце проковзування камери АБП відносно рідини.

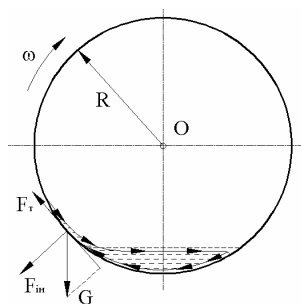


Рис. 5. Циркуляційний рух рідини в камері АБП

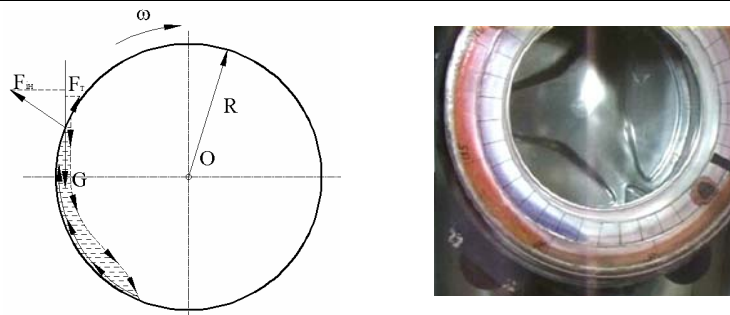


Рис. 6. „Зрив” рідини в камері АБП

Другий режим – режим циркуляційного руху рідини. Спостерігається при подальшому збільшенні кутової швидкості ротора з АБП (рис. 5). За цього режиму рідина здійснює циркуляційний рух із зсувом центру мас в бік обертового руху АБП. Зміщення центра мас відбувається наступним чином. Автобалансир, що обертається з кутовою швидкістю ω , захоплює шар рідини, який граничить із стінкою АБП, внаслідок дії сили тертя між стінкою і рідиною. Захоплена рідина рухається разом із автобалансуючим пристроєм по колу до тих пір, поки проекція сили ваги на дотичну, проведена до стінки АБП через точку контакту з рідиною, не переважає силу тертя (рис 5). Проекція відцентрової сили на дотичну дорівнює 0. В момент, коли проекція сили ваги буде більшою за силу тертя, відбувається відрив рідини від стінок АБП і вона по поверхневому шару стікає у нижню вертикальну точку. Тонкі шари рідини, які граничать із стінками АБП, підіймаючись разом із автобалансуючим пристроєм, а згодом стікаючи по поверхневому шарові, поступово приводять в рух всю рідину змушуючи її циркулювати. Сектор, який займає рідина, а, отже, і центр мас рідини при цьому зміщується відносно свого початкового положення рівноваги в сторону обертання ротора. За цього режиму не виникає розриву об'єму рідини, а лише відносне переміщення її шарів. При малій силі тертя, рідина, яка рухається вниз по поверхневому шарові, очевидно, б проходила нижню точку і по інерції підіймалась по стінці автобалансира на деяку висоту. Загалом рідина б здійснювала коливальні рухи із зміщенням центра мас.

Третій режим – зрив рідини (рис. 6). Спостерігається із подальшим зростанням кутової швидкості ротора з АБП. Сектор, який займає рідина, зміщується відносно початкового положення на кут, трошки більший 90° . Рідина продовжує циркуляційний рух, але вже з відривом частинок від стінок автобалансира і загального об'єму у верхній точці. Після відриву відбувається падіння частинок на вільну поверхню рідини і стікання їх у нижню точку, в якій рідина знову контактує із стінкою АБП. Під час цього режиму відбувається розрив вільної поверхні рідини. Очевидно при малій силі тертя між рідиною і камерою АБП ми спостерігали б також, як і в попередньому режимі, маятникові коливання рідини, але із розривом її вільної поверхні.

Четвертий режим – режим захоплення рідини. Він має місце після 3-го режиму, коли векторна сума відцентрової сили і сили тертя перевищує силу тяжіння. При четвертому режимі, рідина при наявності дисбалансу, розташовується навпроти нього і припиняє свій рух відносно АБП (рис. 7). Таким чином кутова швидкість, при якій відбувається захоплення рідини, відповідає мінімальному значенню кутової швидкості, при якому можливе автобалансування рідинним АБП горизонтального ротора.

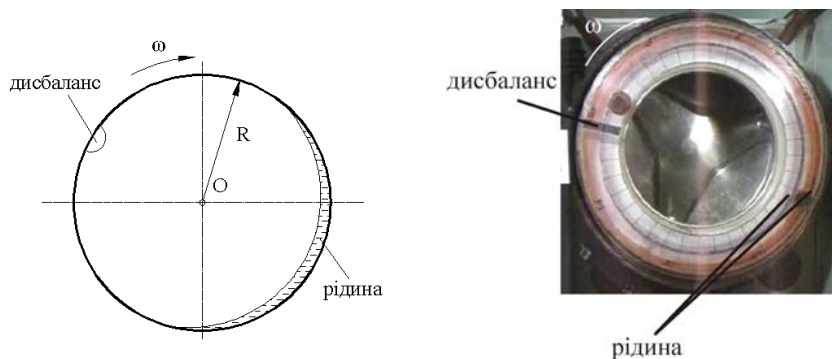


Рис. 7. „Захоплення” рідини камерою АБП

Експериментально встановлена кутова швидкість захоплення рідини для даної установки $\omega_3 = 24 \text{ c}^{-1}$.

Наступним кроком було експериментальне дослідження поведінки рідини в автобалансирі, встановленому на горизонтальному роторі, що обертається із постійними дорезонансною, резонансною і зарезонансною швидкостями обертання та встановлення залежності ефективності автобалансування від об'єму рідини і конструкції автобалансира.

Резонансна швидкість обертання ротора складає $\omega_p = 37 \text{ c}^{-1}$ (6 Гц). Для дослідження поведінки робочих тіл в АБП на дорезонансних, резонансних і зарезонансних частотах обертання ротора, останньому задавались і витримувались кутові швидкості $0,75 \omega_p$ (дорезонансна зона), ω_p (резонансна зона), $1,5\omega_p$

(зарезонансна зона).

Відеокамера разом з апаратурою вмикалась після вистою ротора на заданій частоті обертання протягом від 10 до 15 с, коли положення рідини відносно відміток на корпусі АБП стабілізувалось.

Сумісна обробка відеозаписів і осцилографічних плівок показала, що при виході ротора на постійну швидкість обертання рідина прагне зайняти положення навпроти дисбалансу і зрівноважити ротор. Як показала відеозйомка, вже на частоті 4,5 Гц ($\omega=28 \text{ c}^{-1}$), яка відповідає дорезонансній частоті обертання ротора, на постійних обертах рідина встановлюється майже навпроти дисбалансу ротора. На рис. 8-10 представлені зразки записів із відеоплівки розміщення рідини, які відповідають дорезонансній частоті обертання ротора $\omega=28 \text{ c}^{-1}$, резонансній частоті обертання ротора, яка дорівнює $\omega=37 \text{ c}^{-1}$ і зарезонансній – $\omega=55 \text{ c}^{-1}$.

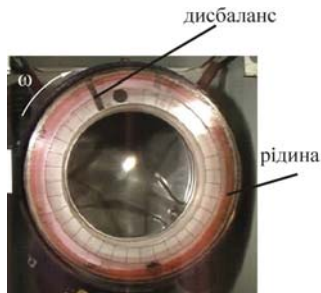


Рис. 8. Розміщення рідини в АБП при кутовій швидкості $\omega=28 \text{ c}^{-1}$

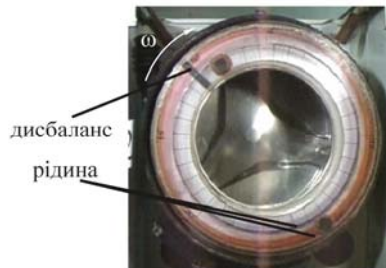


Рис. 9. Розміщення рідини в АБП при кутовій швидкості $\omega=37 \text{ c}^{-1}$

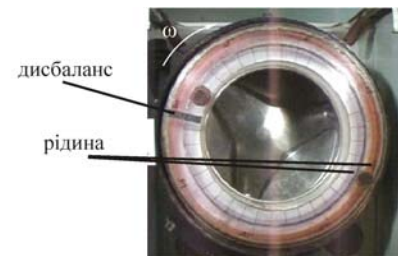


Рис. 10. Розміщення рідини в АБП при кутовій швидкості $\omega=55 \text{ c}^{-1}$

Таким чином, відеозаписи положення рідини наглядно підтвердили, що рідина намагається розміститись навпроти дисбалансу і дозрівноважити ротор не лише на зарезонансних частотах обертання, але і на резонансі, а також і на дорезонансних частотах обертання.

Рідина, яка залита в різні, герметично ізольовані камери, працює однаково (рис. 9, 10). Товщина шару рідини h , який приймає участь у зрівноваженні ротора не може перевищувати двох ексцентриситетів ротора ($2e$) [4]. Це показує, що багатокамерне АБП буде працювати ефективніше, так як рідина в кожній камері буде намагатись встановитись навпроти дисбалансу і дозрівноважити ротор. Для перевірки цього ствердження було проведено серію експериментів по автобалансуванню розбалансованого ротора (дисбаланс ротора 1000 г·см) за допомогою рідинного АБП при заповненні однієї і двох камер різними об'ємами рідини. Отримані результати представлені у вигляді таблиць 1 і 2.

Таблиця 1

Вібропереміщення (мм) переднього краю бака установки (при використанні однієї камери АБП)

Дисбаланс ротора	Кутова швидкість руху ротора		
	$\omega=28 \text{ c}^{-1}$	$\omega=37 \text{ c}^{-1}$	$\omega=55 \text{ c}^{-1}$
$m_d = 0 \text{ г}; v = 0$	6	13	4
$m_d = 100 \text{ г}; v = 0 \text{ мл}$	13	33	18
$m_d = 100 \text{ г}; v = 25 \text{ мл}$	12	27	14
$m_d = 100 \text{ г}; v = 50 \text{ мл}$	11	24	10
$m_d = 100 \text{ г}; v = 100 \text{ мл}$	12	28	11
$m_d = 100 \text{ г}; v = 150 \text{ мл}$	13	29	12

m_d – маса дисбалансу ротора в грамах; v – об'єм води (мл) в камері АБП

Таблиця 2

Вібропереміщення (мм) переднього краю бака установки (при використанні двох камер АБП)

Дисбаланс ротора	Кутова швидкість руху ротора		
	$\omega=28 \text{ c}^{-1}$	$\omega=37 \text{ c}^{-1}$	$\omega=55 \text{ c}^{-1}$
$m_d = 0 \text{ г}; v = 0$	6	13	4
$m_d = 100 \text{ г}; v = 0 \text{ мл}$	13	33	18
$m_d = 100 \text{ г}; v = 25 \text{ мл}$	10	22	7
$m_d = 100 \text{ г}; v = 50 \text{ мл}$	10	20	8
$m_d = 100 \text{ г}; v = 100 \text{ мл}$	12	23	9
$m_d = 100 \text{ г}; v = 150 \text{ мл}$	13	29	10

m_d – маса дисбалансу ротора в грамах; v – об'єм води (мл) в кожній камері АБП

Аналіз вібропереміщення розбалансованого ротора, який обертається з постійною кутовою швидкістю, із частковим заповненням однієї і двох камер АБП дозволив встановити що багатокамерні автобалансири є більш ефективні.

Наступним етапом експериментальних досліджень було дослідження впливу кута нахилу осі

обертання ротора до горизонту на ефективність автобалансування (рис. 11).

Дослідження впливу кута нахилу виконували при різних положеннях осі обертання ротора відносно горизонту (0° , 30° , 45° , 60° і 90°) в наступній послідовності:

- відбалансували ротор і записали його вібрації на робочих обертах $\omega=55 \text{ с}^{-1}$ (вісь обертання ротора була розміщена горизонтально ($\alpha = 0^\circ$);

- розбалансували ротор шляхом закріплення на ньому вантажу масою 50 г ($D=100 \text{ г-см}$) і записали його вібрації на робочих обертах $\omega=55 \text{ с}^{-1}$;

- не змінюючи дисбалансу ротора, зовнішню камеру АБП частково наповнили рідиною об'ємом 50 мл і записали його вібрації при $\omega=55 \text{ с}^{-1}$;

- не змінюючи дисбалансу ротора і об'єму рідини в камері АБП, записали його вібрації на робочих обертах при різних кутах нахилу осі обертання до горизонту ($\alpha = 30^\circ$, 45° , 60° , 90°).

Результати експериментальних досліджень, представлені у вигляді таблиці 3, показали, що із зменшенням кута нахилу осі обертання ефективність автобалансування зменшується. Таким чином було встановлено, що застосування рідинних автобалансирів на роторах з горизонтальною віссю обертання дозволяє знизити вібрації ротора, але це зниження в порівнянні із вертикальним ротором є дещо меншим.

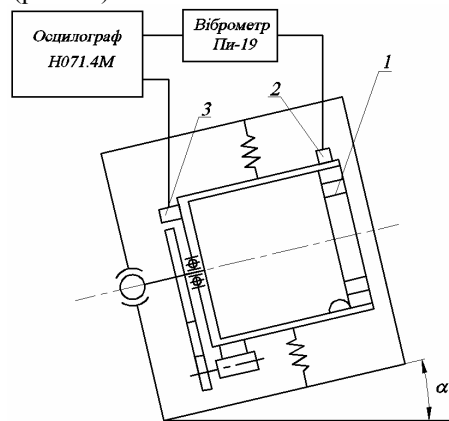


Рис. 11. Схематичне зображення експериментальної установки: 1 – автобалансир; 2 – вібрдатчик; 3 – відмітник обертів

Таблиця 3

Вібропереміщення (мм) переднього краю бака установки при кутовій швидкості обертання ротора $\omega=55 \text{ с}^{-1}$

Дисбаланс ротора	Кут нахилу осі обертання ротора до горизонту				
	$\alpha=0^\circ$	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	$\alpha=90^\circ$
$m_d = 0 \text{ г}; v = 0$	4	4	4	4	4
$m_d = 100 \text{ г}; v = 0 \text{ мл}$	18	18	18	18	18
$m_d = 100 \text{ г}; v = 50 \text{ мл}$	10	9	8	7	7

m_d – маса дисбалансу ротора в грамах; v – об'єм води (мл) в камері АБП

З метою збільшення діапазону роботи АБП, встановленого на горизонтальному роторі, за рахунок зниження кутової швидкості захвату рідини було створено автобалансир з радіальними перегородками рис. 12. Перегородки розділяють камеру АБП на окремі сектори (судини), які по периферії з'єднані між собою тонким каналом. Під час обертання розгону ротора рідина, не встигає перетікати в сусідні камери. Перегородки утримують її змушуючи обертатись разом із камерою і рівномірно розподіляться по колу автобалансира поки не відбудеться захоплення. Під час автобалансування рідина, яка відкинута до зовнішньої стінки камери, може вільно перетікати із однієї судини в іншу і встановлюватись навпроти дисбалансу.

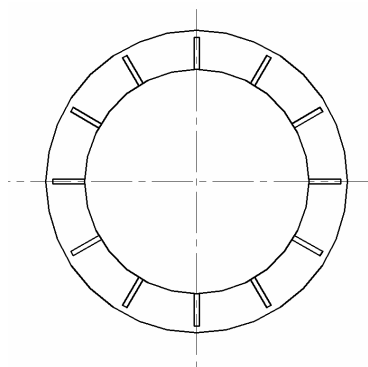
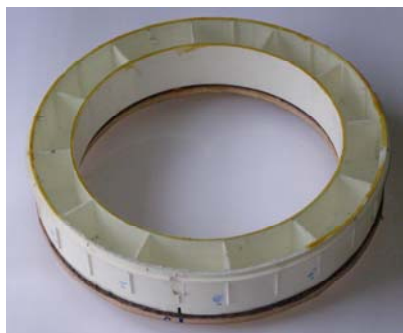


Рис. 12. Конструкція АБП з перегородками

Таким чином загалом конструкція автобалансира є системою судин сполучених каналом, що виконує роль дроселя при перетіканні рідини із однієї комірки в іншу. Вода при розгоні ротора не встигає перетікати в сусідні судини. Перегородки утримують її змушуючи обертатись разом із камерою АБП по колу до захоплення. Під час автобалансування рідина перетікає через канал і розташовується навпроти дисбалансу.

З метою перевірки ефективності роботи АБП такої конструкції, було проведено порівняльні експериментальні дослідження на попередньо створеному стенді рис. 1 із застосуванням методу швидкісної відеозйомки.

Під час проведення відеозйомки в кадрі перебував електронний годинник то вдалось зафіксувати час і визначити кутову швидкість захвату рідини камерою АБП з перегородками і без. Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками зображено на рис. 13.

Загалом конструкція автобалансира є система судин сполучених каналом, який виконує роль дроселя при перетіканні рідини із однієї комірки в іншу, а сила тертя між рідиною і камерою АБП впливає на кутову швидкість захоплення рідини, то застосування автобалансира з перегородками дозволило зменшити мінімальну кутову швидкість, при якій відбувається захоплення рідини з $\omega_3=24 \text{ c}^{-1}$ до $\omega_3=19 \text{ c}^{-1}$. Хоча суттєво знизити кутову швидкість захоплення рідини не вдалось проте час розгону ротора до робочих обертів знизився з 15 до 8 с.

Під час проведення експериментів було помічено, що автобалансир з перегородками проходить резонанс із значно меншими вібраціями. Тому було проведено додаткові експериментальні дослідження ефективності автобалансування рідинним АБП з перегородками і без.

За матеріалами досліджень вдалось встановити, що ротор із встановленим на ньому АБП без перегородок не може пройти резонанс, якщо автобалансир заповнити рідиною, об'єм якої більший або дорівнює 500 мл. На перехідних режимах а саме при розгоні ротора, особливо під час проходження резонансу, через відставання площини прогину від площини дисбалансу рідина перебуває в русі відносно АБП та змінює своє положення. Рухаючись за інерцією рідина може співпадати із положенням дисбалансу, що, в свою чергу, призводить до збільшення вібрацій. Це особливо небезпечно при наповненні автобалансира великим об'ємом рідини. При застосуванні автобалансира з перегородками таких проблем не виникає оскільки вузький канал виконує роль дроселя і ротор легко проходить резонанс навіть при наповненні камери АБП рідиною об'ємом 1000 мл. У випадку, якщо при проходженні резонансу рідина ще не встигла встановитись навпроти дисбалансу, то при наявності перегородок вона розподіляється більш рівномірним шаром і не впливає на вібрації ротора.

В машинах зі змінним дисбалансом ротора неможливо передбачити величину незрівноваженості під час виконання кожної технологічної операції [5]. Тому об'єм рідини в камері повинен бути таким, що зможе зрівноважити найбільший можливий дисбаланс. Однак як було встановлено при великих об'ємах рідини в АБП без перегородок на резонансі виникають великі вібрації ротора, тому автобалансири з перегородками є більш ефективними оскільки при їх застосуванні таких проблем не виникає.



Рис. 13. Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками

Література

1. Експериментальні дослідження роботи автобалансира / Ройзман В.П., Малигін О.В., Чоловський Р.Г., Борко І.В // Сборник трудов II междунар. конференции «Динамика роторных систем». – г. Каменец-Подольский. – 1998. – С. 91-96.
2. Драч І.В. Теоретичні та експериментальні дослідження процесу балансування роторів з вертикальною віссю обертання рідкими робочими тілами / І. В. Драч // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2005. – № 4. – С. 101– 110.
3. Справочник по балансировке / Левит М.Е., Агафонов Ю.А., Вайнгортин Л.Д. и др. – М.: Машиностроение, 1992. – 464 с.
4. Драч І.В. Поведінка рідинного автобалансируючого пристрою з урахуванням прогину ротора під час обертання / І.В. Драч // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 1. – С. 48– 52.
5. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин / Гольдин А.С. – М.: Машиностроение, 2000. – С. 20.

Надійшла 6.11.2009 р.