

Література

1. Філімоніхін Г.Б. Числове моделювання процесу зрівноваження кульовими автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Філімоніхін Г.Б., Яцун В.В. // Вісник гірничого університету. – 2008. №10, с. 72–77.
2. Філімоніхін Г.Б. Методика складання диференціальних рівнянь руху роторних систем з автобалансирами і її застосування до системи ротор – масивний корпус - автобалансир / Філімоніхін Г.Б., Гончаров В.В. // Збірник наукових праць КНТУ, 2009, Вип. 22, С. 357–363.
3. Пат. 74641 України на корисну модель, МПК G01M 1/32 (2006.01), F04D 29/66 (2006.01), Спосіб динамічного балансування жорсткого ротора пасивними автобалансирами / Філімоніхін Г.Б., Гончаров В.В., Олійніченко Л.С.; заявник та патентовласник Кіровоградський нац. техн. університет. – № u201203307; заявл. 20.03.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. №21.
4. Філімоніхін Г.Б. Зрівноваження крильчаток осьових вентиляторів на ходу автобалансирами з перегородками / Г.Б.Філімоніхін, В.В.Яцун, Л.С.Олійніченко // 36. "Науково-технічні розробки та інноваційні технології кіровоградського національного технічного університету". Випуск 3. Кіровоград: КНТУ, 2011. С. 78-79.
5. Філімоніхін Г.Б. Експериментальне визначення ефективності динамічного зрівноваження кульовими автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Г.Б.Філімоніхін, Л.С.Олійніченко // Український міжвідомчий н.-т. Збірник „Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні”, Львів: НУ «Львівська політехніка», 2011. Вип. №45, С. 496-503.

УДК 621.4.002.2: 629.73.002.72

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗРІВНОВАЖЕННЯ АВТОБАЛАНСИРОМ ФІЛЬТРА-СИТА ЦЕНТРИФУЖНОЇ СОКОВИЖИМАЛКИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ SOLIDWORKS I COSMOS MOTION

Г.Б. Філімоніхін, В.В. Гончаров

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

Розглядається широкий клас центробіжних соковижималок (СВ) середньої – СВСП та підвищеної – СВПП продуктивності з циліндричними фільтром-ситом (ситом) вітчизняного та зарубіжного виробництва, що випускаються у відповідності до ДСТУ 3135.7-96 і розраховані на переробку великої кількості сировини. Під час роботи таких СВ віджата маса (мезга) розташовується нерівномірно на ситі, внаслідок чого можуть виникати значний дисбаланс сита та вібрації корпусу СВ [1]. Особливо це відчутно в момент напівавтоматичного (примусового) скидання мезги.

В патенті на корисну модель [2] було запропоновано зменшувати дисбаланс та вібрації СВ на ходу за допомогою суміщеного з платформою автобалансира (АБ). В [3] доповідались результати експериментальних досліджень з підбору основних параметрів СВ, проведених на

виготовленому натурному стенді СВ з АБ. Були наведені рекомендації по підбору параметрів, що забезпечують найшвидше настання автобалансування.

Але повне і детальне дослідження роботи СВ з АБ вимагає значних часових та матеріальних затрат. Тому вирішено перейти до досліджень на основі 3D моделювання у програмі SolidWorks із застосуванням модуля Cosmos Motion.

Створення комп'ютерної моделі СВ. На рис. 1 показано створені за допомогою SolidWorks тривимірні твердотільні деталі СВ з АБ (рис. 1, а) - корпус на чотирьох опорах 1, ротор 2, АБ 3, кулі 4, сито 5 та зібрана з цих деталей і встановлена на столі 6 3D модель СВ (рис. 1, б).

Створена 3D модель була оброблена модулем Cosmos Motion наступним чином. Стіл прийнятий як нерухома деталь. Чотири пружно-в'язкі опори, на які спирається корпус, змодельовані з використанням інструменту «Втулка».

В корпусі встановлено ротор з можливістю обертання навколо вертикальної осі.

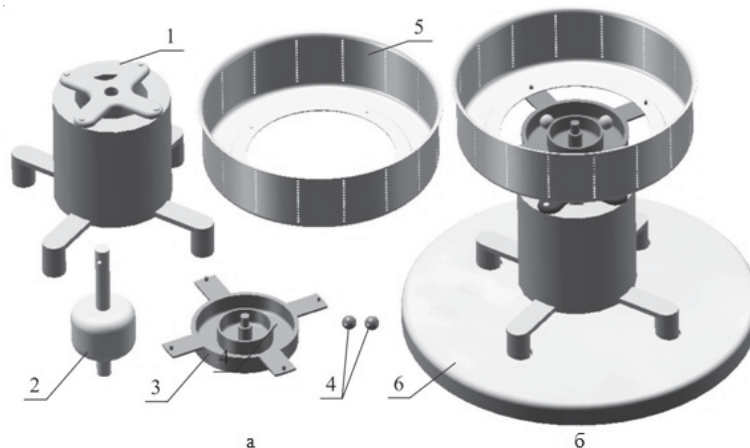


Рис. 1. Комп'ютерна 3D модель СВ (а – основні деталі СВ; б – збірка СВ)

На вал ротора насаджено АБ з жорстко закріпленим на ньому ситом. В АБ на горизонтальну грань вставлено кулі з можливістю руху вздовж його бічної поверхні. В'язка сила опору, що перешкоджає відносному руху, для кожної кулі моделюється двома однаковими демпферами, що зв'язують кулю з діаметрально протилежними точками на бічній поверхні АБ. Демпфери створюються інструментом «Демпфер». При цьому коефіцієнт сил в'язкого опору (коефіцієнт в'язкості) рівний коефіцієнту демпфування інструменту «демпфер».

Кутова швидкість ротора змінюється за трапецевидним законом: на ділянці розбігу (перші 2 с) вона лінійно зростає від 0 до крейсерської швидкості 3000 об/хв; на ділянці крейсерського руху – стала; на ділянці вибігу (останні 10 с) – лінійно спадає від 3000 об/хв до 0. Дисбаланс моделюється за допомогою кулі, розміщеної на бічній поверхні сита.

Критеріями якості роботи АБ вибрані:

- час (с), за який кулі приходять в автобалансувальне положення і стають нерухомими відносно інших куль;
- вібропришвидження точки (m/c^2) на верхній горизонтальній поверхні корпусу.

Вібропришвидження моделює трьохосьовий датчик вібропришвиджень, встановлений зверху на корпусі СВ.

Числові значення критеріїв визначаємо з графіків відповідних величин, отриманих в Cosmos Motion.

Налагодження моделі. Спочатку підбираємо параметри інструментів «втулка». Їх вибираємо такими, щоб при розбігу ротора СВ без куль і дисбалансу вертикальне і тангенціальне зміщення корпусу були практично відсутніми. Далі визначаємо коефіцієнт в'язкості (на прикладі двокульового АБ). Його вибираємо з умови, що кулі при відсутності дисбалансу виходять на автобалансувальне положення за мінімальний час. В табл. 1 приведено час, за який кулі приймають діаметрально протилежні положення, якщо вони в початковий момент дотикалися між собою (перший рядок) та утворювали центральний кут в 90 градус (другий рядок). Оптимальні значення виділено сірим фоном.

Таблиця 1

№ п/п	Коеф. в'язкості, $(H \cdot c/mm)$	Час (с) настання автобалансування в залежності від маси (гр) або діаметра (мм) куль		
		0,5 (5)	1,8 (7,5)	4,2 (10)
1	$1 \cdot 10^{-6}$	2,6 2,0	3,5 2,9	не настає 8,0
2	$5 \cdot 10^{-6}$	1,6 1,2	2,8 2,1	2,1 1,0
3	$1 \cdot 10^{-5}$	1,9 1,4	1,7 1,5	2,0 0,9
4	$5 \cdot 10^{-5}$	4,8 2,8	1,0 0,7	0,9 0,7
5	$1 \cdot 10^{-4}$	9,0 4,5	1,7 0,8	0,9 0,7
6	$5 \cdot 10^{-4}$	не настає	3,8 1,0	1,5 1,2
7	$5 \cdot 10^{-3}$	не настає	4,6 3,4	5,7 4,5

Тестування моделі. Перевіряємо працездатність моделі шляхом запуску СВ при відсутності дисбалансу з різною кількістю однакових куль. Дві кулі з часом займають діаметрально протилежні положення (рис. 2, а), три - утворюють правильний трикутник (рис. 2, б), а чотири - прямокутник (рис. 2, в).

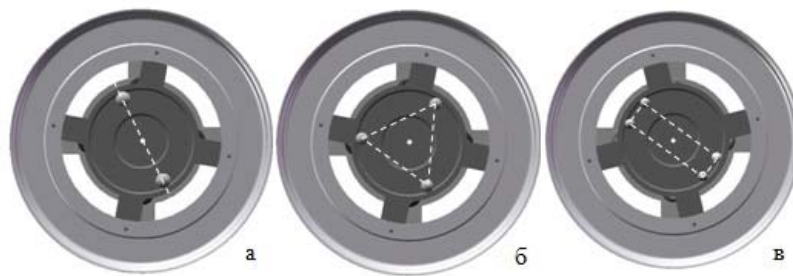


Рис. 2. Автобалансувальні положення куль при відсутності дисбалансу і різній кількості куль в АБ

Залежність процесу автобалансування від коефіцієнта в'язкості та положення дисбалансу. На рис. 3 показано положення куль, які вони займають при настанні автобалансування в залежності від положення дисбалансу (темна куля) на ситі.

В табл. 2 приведені значення вібропришвидження точки на верхній горизонтальній поверхні корпусу на крейсерській швидкості після настання автобалансування при різних значеннях коефіцієнта в'язкості та різних положеннях дисбалансу на бічній поверхні сита.

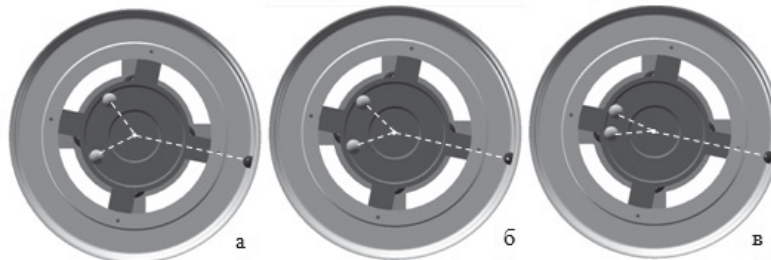


Рис. 3. Автобалансувальні положення куль в двокульовому АБ в залежності від розташування дисбалансу на бічній поверхні сита (а - унизу; б - посередині; в – зверху)

Висновки.

1. Працюючий АБ, в залежності від розташування дисбалансу, зменшує вібропришвидження у контрольній точці СВ в 3÷7 разів.

2. Оптимальне значення коефіцієнта в'язкості залежить від діаметра куль: більшим діаметрам відповідає більше оптимальне значення коефіцієнта (табл. 1).

3. При збільшенні висоти розташування дисбалансу на ситі:
 - АБ витрачає більшу балансувальну ємність на зрівноваження дисбалансу (рис. 3);
 - з'являється залишковий моментний дисбаланс і збільшуються залишкові вібрації СВ (табл. 2).
4. Оптимальний коефіцієнт в'язкості не залежить від розташування дисбалансу на бічній поверхні сита (табл. 2).

Таблиця 2

№ п/п	Коеф. в'язкості, (Н с/мм)	Віброприскорення точки корпусу (м/с ²)		
		знизу	посередині	зверху
1	куль немає	12,9	17,2	21,2
2	$5 \cdot 10^{-6}$	>13	>18	>22
3	$5 \cdot 10^{-5}$	2,3	4,8	7,2
4	$1 \cdot 10^{-4}$	2,0	4,7	7,1
5	$5 \cdot 10^{-4}$	1,9	4,4	7,1
6	$5 \cdot 10^{-3}$	2,2	4,6	7,5

Література

1. Летаев Д.А. Бытовые электроприборы для кухни. Справ. пособие. – Москва: Легпромбытиздат, 1992. – 96 с.
2. Пат. 77192 України, МПК G01M 1/32 Електрична центрифужна напівавтоматична соковижималка / Філімоніхін Г.Б., Гончаров В.В.; заявник та патенто-власник Кіровоградський нац. техн. університет. – № u201203340; заявл. 20.03.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл.№3.
3. Філімоніхін Г. Зрівноваження кульовими автобалансирами екстракторів відцентрових соковижималок / Філімоніхін Г., Гончаров В. // Тези доповідей 3-ої Міжнародної науково-технічної "Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій" у Львові, 07-09.11.12, С. 134.

УДК 539.595

ВИМУШЕНІ НЕЛІНІЙНІ КОЛИВАННЯ РЕЗЕРВУАРУ У ФОРМІ УСІЧЕНОГО КОНУСА, ЧАСТКОВО ЗАПОВНЕНОГО РІДИНОЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РАДІУСА НИЖНЬОЇ ОСНОВИ

В.В. Губська, О.С. Лимарченко
 Міжнародний математичний центр НАН України, Україна

Актуальність задач динаміки рідини в резервуарах постає при проектуванні сучасних систем конструкцій з рідиною. Прикладом таких