

Г. Б. ФИЛИМОНИХИН, д-р техн. наук, проф., Кировоградский национальный технический университет;

В. В. ГОНЧАРОВ, канд. физ.-мат. наук, доц., Кировоградский национальный технический университет

СТЕНД ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СОКОВЫЖИМАЛКИ С АВТОБАЛАНСИРОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ АВТОБАЛАНСИРА

На основе центробежной соковыжималки отечественного производства создан стенд, предназначенный для проведения много- и полнофакторных экспериментов с целью поиска оптимальных значений параметров автобалансира. Излагается методика по наладке и тестированию стенда. Оценивается эффективность работы автобалансира.

Ключевые слова: стенд, центробежная соковыжималка, дисбаланс, автобаланси́р, уравнивание.

Введение. В процессе работы электрических центробежных соковыжималок (СВ) с цилиндрическим фильтром-ситом (ситом) [1, 2], выпускаемых в соответствии с ДСТУ 3141-95 (ГОСТ 18199-95) и рассчитанных на непрерывную переработку большого количества сырья, отжатая масса (мезга) неравномерно распределяется по ситам, вследствие чего возникает значительный дисбаланс и появляются вибрации корпуса СВ. Последнее приводит к снижению производительности СВ и быстрому износу ее деталей.

Один из способов борьбы с вибрациями СВ заключается в использовании шаровых автобаланси́ров (АБ) разной конструкции [3 – 6]. Эти устройства предназначены для автоматического уравнивания на ходу быстровращающихся роторов.

В работе [7] нами предложены разные технические решения по модернизации широкого класса СВ отечественного и зарубежного производства, рассмотрен принцип работы АБ на СВ. Модернизация состоит в замене серийной платформы, на которой устанавливается сито, платформой, совмещенной с шаровым АБ.

Цель работы. В данной работе описывается стенд, созданный на основе СВ отечественного производства СВПП-201, предназначенный для проведения много- и полнофакторных экспериментов с целью поиска оптимальных значений параметров АБ. Излагается методика по наладке и тестированию стенда.

Описание стенда. На рис. 1 показаны принципиальные схемы двух конфигураций стенда СВ с АБ. Стенд в первой конфигурации (рис. 1 а) предназначен для доводки корпуса АБ и изучения относительного движения шаров в стробоскопическом свете, стенд во второй конфигурации (рис. 1 б) - для исследования эффективности работы АБ по виброускорениям. На рис. 2 показаны соответствующие фотографии данных конфигураций стенда, а на рис. 3 - увеличенные фотографии некоторых составляющих натурального стенда СВ с АБ.

Стенд состоит из таких элементов: корпус СВ с приводом 1, корпус АБ 2, шары 3, сито 4, датчик частоты (НОА1405-2 О423) 5, фольга 6, частотный-формирователь импульсов (ЧФВ-001) 7, диодные лампы 8, фотоаппарат-кинокамера (CANON PoverShot SX30 IS) 9 на штативе 10, крышка СВ 11,

трехосевой датчик виброускорений (MMA6231Q 2AX, диапазон 0–10g) 12, два блока обработки сигналов датчика виброускорений (аналогово-цифровая плата осциллографа ADXL202EB–232A) 13; персональный компьютер (DELL VOSTRO 1540) 14; дисбаланс, моделируемый пластилином.

Для стенда была спроектирована и изготовлена универсальная модель шарового АБ (рис. 4). Благодаря своей конструкции она может быть использована в трех разных вариантах: как обычный однорядный шаровой АБ (рис. 4, а, где 1 – корпус АБ, 2 – шары АБ); как АБ с подвижными перегородками (рис. 4, б), благодаря использованию

съемной втулки 3 с перегородками; как АБ с неподвижными перегородками (рис. 4, в), благодаря установлению на крышке 4 с оргстекла четырех болтов 5. При этом крышка 4 может закрывать беговую дорожку в корпусе АБ герметично, что дает возможность заполнять ее маслом. Разведение масла керосином позволяет менять силы вязкого сопротивления, препятствующие относительному движению шаров. Разработанный АБ (без перегородок) имеет такие параметры: масса АБ $m = 200$ г, радиус беговой дорожки $r = 41,6$ мм, высота беговой дорожки $h = 14$ мм.

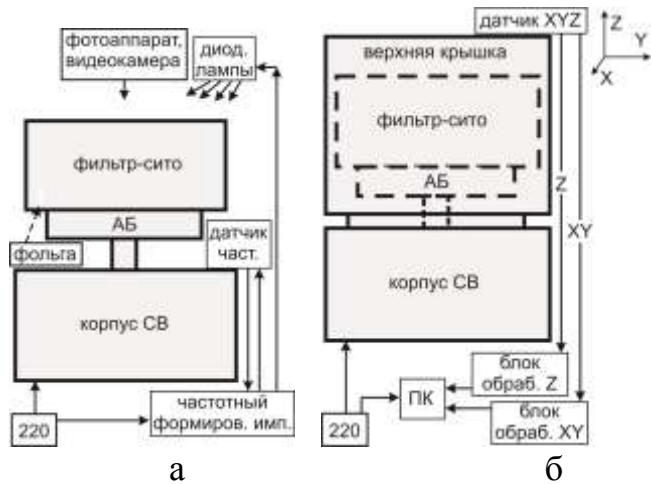


Рис.1 - Принципиальные схемы конфигураций стенда СВ с АБ: а – для доводки АБ и исследования относительного движения шаров в стробоскопическом свете; б – для исследования эффективности работы АБ по виброускорениям



Рис. 2 - Фотографии конфигураций стенда СВ с АБ: а – для доводки АБ и исследования относительного движения шаров в стробоскопическом свете; б – для исследования эффективности работы АБ по виброускорениям

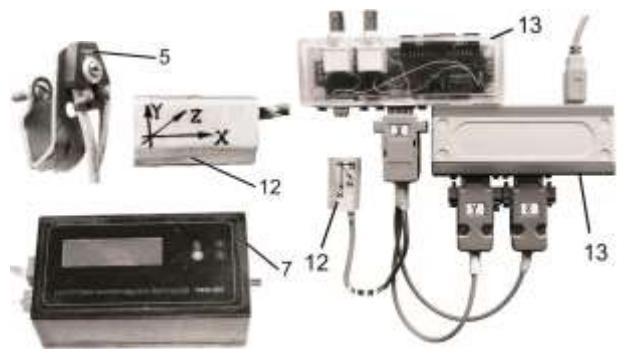


Рис.3 – Фотографии оборудования, применяемого в стенде СВ с АБ

Стенды позволяют:

- изменять: дисбаланс сита - величину от 0 до 10 гр и положение от днища сита до его верхней кромки; диаметр шаров от 0 до 14 мм; количество шаров (при заполнении ими не больше половины беговой дорожки) от 1 до 7 при максимальном диаметре шаров (14 мм) и в значительно большем диапазоне при малых диаметрах шаров; балансировочную емкость АБ от 0 до $S_b = 1900$ г·мм г·мм

(последняя достигается при наличии в АБ 7 шаров диаметра 14 мм); величину силы сопротивления относительно движению шаров (в широких пределах);

- наблюдать за движением шаров относительно корпуса АБ благодаря стробоскопическому свету;

- определять частоту вращения сита;

-получать

осциллограммы трех составляющих (в трех взаимно перпендикулярных направлениях) виброускорения корпуса СВ; по ним

программным путем можно находить стандартные характеристики работы СВ – значения модуля мгновенных виброускорения и виброскорости, их средние значения за время работы СВ и др.)

Наладка стенда.

1. *Предварительная доводка АБ* – проверка биений беговой дорожки АБ после его установки на вал ротора. Проверка проводится согласно методике [8, 9] и в соответствии с ГОСТ 1940-1-2007 [10]. Если биения выходят за допустимые пределы (не должны превышать 0,01 мм), то выполняется правка беговой дорожки АБ.

2. *Проверка наличия дисбаланса СВ и корпуса АБ с ситом в сборке.* Наличие дисбаланса и его величина определяются и устраняются согласно методике [8, 9] по относительным положениям двух шаров в АБ на стенде в первой конфигурации. При наличии дисбаланса (при установившемся движении шары располагаются несимметрично относительно корпуса АБ) он устраняется забором лишней массы с «тяжелой» стороны корпуса АБ - выпиливанием или высверливанием.

Тестирование стенда. Тестирование проводится на стенде в первой конфигурации на экспериментах, качественные результаты которых известны заранее.

Тест 1. При отсутствии «модельного» и статичного дисбаланса.

В этом случае при разном количестве одинаковых шаров и наступлении автобалансировки центры шаров должны занять такие

положения: два шара – диаметрально противоположные положения; три - образовать равносторонний треугольник; четыре – прямоугольник.

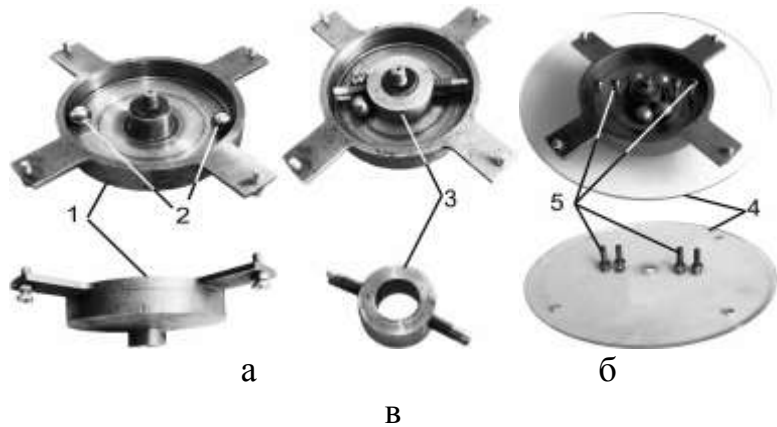


Рис. 4 – Использование модели шарового АБ как: а – обычного АБ; б – АБ с подвижными перегородками; в – АБ с неподвижными перегородками



Рис. 4 – Автобалансирующие положения шаров при отсутствии дисбаланса и разном количестве шаров в АБ: а – два шара; б – три шара; в – четыре шара

Результаты тестирования для разного количества шаров показаны на рис. 4.

Тест 2. При наличии дисбаланса.

2.1. *Дисбаланс при фиксированном положении, но разной массе.* Этот тест проводится с двумя шарами в АБ. При уменьшении массы дисбаланса шары должны расходиться – меньшей массе дисбаланса соответствует большее расстояние между шарами.

На рис. 5 показаны положения двух шаров 1 ($D=12,7$ мм, $m=8,42$ гр, при наступлении автобалансирующей в зависимости от массы дисбаланса 2 расположенного на дне сита:

$m_d = 5,6$ - рис. 5а; $m_d = 2,8$ - рис. 5 б; $m_d = 1,4$ - рис. 5 в.

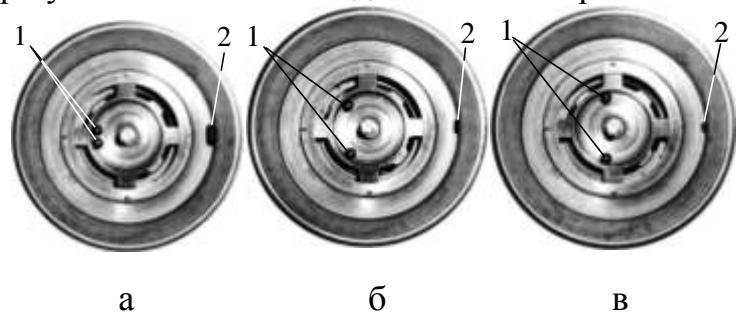


Рис. 5. Автобалансирующие положения шаров в двухшаровом АБ в зависимости от массы дисбаланса: а – $m_d = 5,6$; б – $m_d = 2,8$; в – $m_d = 1,4$

Оценка эффективности работы АБ. Изучение величины остаточного моментного дисбаланса. Дисбаланс фиксированной массы последовательно располагается на боковой поверхности сита на разной высоте. Этот эксперимент проводится с двумя шарами в АБ. Сначала подбирается масса дисбаланса возле верхней кромки сита, при которой два шара в установившемся движении почти сходятся. Затем при опускании дисбаланса шары должны расходиться (чем ниже находится дисбаланс тем больше расстояние между шарами).

На рис. 6 показаны положения двух шаров 1 ($D = 12,7$ мм, $m = 8,42$ гр) при наступлении автобалансирующей в зависимости от положения дисбаланса 2 ($m_d = 3,8$ гр) на сите: возле кромки сита - рис. 5 а; посередине сита - рис. 5 б; на дне сита - рис. 5 в.

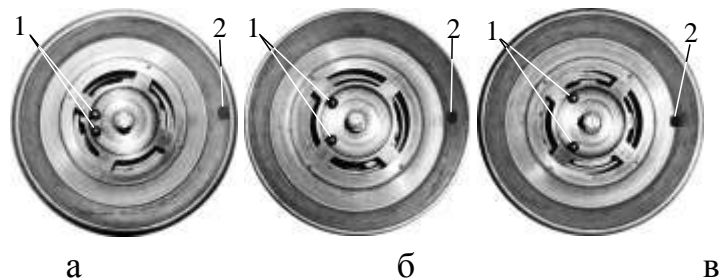


Рис. 6 – Автобалансирующие положения шаров в двухшаровом АБ в зависимости от положения дисбаланса на сите: а – возле кромки сита; б – посередине сита; в – на дне сита

На стенде во второй конфигурации проводим два типа экспериментов: один – при

отсутствии шаров в АБ, а второй – при их наличии для разных дисбалансов (по величине и положению) и разным количестве и массе шаров в АБ.

Результаты экспериментов показаны в таблице 1. В колонках 4-6 указано среднее интегральное значение мгновенного модуля виброускорения (среднее значение виброускорения) корпуса СВ:

$$A = \frac{1}{T} \int_0^T \sqrt{[x(t)]^2 + [y(t)]^2 + [z(t)]^2} dt,$$

где T - время работы СВ; $x(t), y(t), z(t)$ - текущие значения компонент виброускорения корпуса СВ. В скобках указана эффективность АБ - во сколько раз наличие шаров в АБ уменьшает среднее значение виброускорения корпуса СВ

(отношение значения в первой строчке к значению в соответствующей клетке). Из табл. видно, что эффективность АБ изменяется в пределах $5,3 \div 10,2$.

Таблица – Эффективность коэффициентов АБ

№ п/п	диаметр шара	кол-во шаров	Среднее значение виброускорения корпуса СВ (мВ) при различном расположении дисбаланса на сите		
			снизу	посередине	сверху
1	шаров нет		1066,2	1105,3	1133,8
2	12,7	2	135,4 (7,9)	177,6 (6,2)	213,9 (5,3)
3		3	134,8 (8,0)	143,5 (7,7)	155,7 (7,3)
4		4	124,3 (8,6)	136,8 (8,1)	149,3 (7,6)
5	9,5	5	107,7 (9,9)	141,3 (7,8)	161,8 (7,0)
6		7	105,6 (10,2)	126,1 (8,8)	156,0 (7,3)
7		9	138,1 (7,7)	150,7 (7,4)	159,5 (7,1)

Выводы

1. На стенде в первой конфигурации можно:

- проводить предварительную доводку корпуса АБ - устранять биения беговой дорожки и дисбаланс СВ с корпуса АБ и ситом в сборке
- наблюдать в стробоскопическом свете за разбегом и выбегом шаров, а также за их выходом на автобалансирующее положение;
- производить фото и видеосъемку.

2. На стенде во второй конфигурации можно исследовать эффективность работы АБ при автобалансировке, а также проводить много- и полнофакторные эксперименты с целью поиска оптимальных значений параметров АБ.

3. Работающий АБ, в зависимости от расположения дисбаланса по высоте сита, уменьшает среднее значение виброускорения контрольной точки корпуса СВ в $5,3 \div 10,2$ раз.

Список литературы: 1. Летаев, Д. А. Бытовые электроприборы для кухни. Справ. пособие / Д. А. Летаев. – Москва: Легпромбытиздат, 1992. – 96 с. 2. Партала, О. Н. Справочник по ремонту бытовых электроприборов / О. Н. Партала. - СПб: Наука и техника, 2010. – 400 с. 3. Гусаров, А. А. Автобалансирующие устройства прямого действия / А. А. Гусаров– М.: Наука, 2002. – 119 с. 4. Філімоніхін, Г. Б. Зрівноваження і віброзахист роторів автобалансирами з твердими коригувальними вантажами / Г. Б. Філімоніхін – Кіровоград: КНТУ, 2004. – 352 с. 5. Нестеренко, В. П. Автоматическая балансировка роторов приборов и машин со многими степенями свободы / В. П. Нестеренко. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1985. – 84 с. 6. Rodrigues, D. J. Automatic two-plane balancing for rigid rotors / D. J. Rodrigues, A. R. Champneys, M. I. Friswell, R. E. Wilson // International Journal of Non-Linear Mechanics vol. 43 issue 6 July, 2008. p. 527-541. 7. Електрична центрифужна напівавтоматична соковижималка: Патент 77192 України, МПК G01M 1/32 / Г. Б. Філімоніхін, В. В. Гончаров; власник патенту Кіровоградський нац. техн. університет. – № u201203340; заявл. 20.03.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл.№3. - 4 с. : іл. 8. Філімоніхін, Г. Б. Експериментальне дослідження зрівноваження кульовими автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Г. Б. Філімоніхін, В. В. Яцун // Всеукраїнський н.-т. журнал „Вібрації у техніці та технологіях”. – 2007. №2 (47), с. 26–32 9. Яцун, В. В. Експериментальне дослідження ефективності зрівноваження крильчаток осьових вентиляторів пасивними автобалансирами / В. В. Яцун, Г. Б. Філімоніхін // Загальнодержавний міжвідомчий н.-т. збірник “Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”. – 2008, вип. 38, с. 100–105. 10. ГОСТ 1940-1-2007. Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Способ списания. – Взамен ГОСТ 22061-76. Срок действия с 01.07.08. Ограничение срока действия снято. – Группа Г02.

Поступила в редколлегию 25.11.2013

Стенд центробежной соковыжималки с автобалансиром для определения оптимальных значений параметров автобалансира / Филimoniхин Г. Б., Гончаров В. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 70 (1043). – С.22-27. – Бібліогр.: 10 назв.

На основі відцентрової соковыжималки вітчизняного виробництва створений натуральний стенд, призначений для проведення багато- і повнофакторних експериментів з метою знаходження оптимальних значень параметрів автобалансира. Запропонована методика по налагодці і тестуванню стенда. Оцінюється ефективність роботи автобалансира.

Ключові слова: стенд, відцентрова соковыжималка, дисбаланс, автобалансир, зрівноваження.

On the basis of centrifugal juicer with a cylindrical filter-sieve set up a stand designed for multi-and full-factorial experiments in order to find the optimal values of the parameters of autobalancer. Were purposed the technique for setting up and testing of the stand. Were evaluated the effectiveness of the auto-balancer.

Keywords: stand, centrifugal juicer, imbalance, auto-balancer, balancing

УДК 629.017

В. П. САВЧУК, канд. техн. наук, доц., Херсонская государственная морская академия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ MACPHERSON НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ВАЗ 2110

В статье приведены результаты моделирования движения элементов конструкции подвески MacPherson переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ 2110 при наезде на кочку. Приведены значения линейного перемещения, скорости и ускорения элементов подвески в зависимости от жесткости амортизатора.

Ключевые слова: подвеска, амортизатор, жесткость, модель.

Введение. В связи со стремительным развитием автомобильного транспорта, и повышением требований к комфорту и безопасности движения появляется необходимость исследования для правильной комплектации подвески необходимыми амортизаторами.

На один и тот же автомобиль по желанию водителя можно установить множество разнообразных видов амортизаторов, отличающихся не только по качеству, но и по техническим характеристикам. При покупке автомобиля одной и той же модели, разный покупатель предпочтет более мягкую подвеску для комфортной езды, или более жесткую, для агрессивной.

На сегодняшний день, одной из самых распространенных типов подвесок переднеприводных автомобилей особо малого, малого и среднего классов является подвеска MacPherson или «качающаяся свеча».

Постановка проблемы. Анализ литературных источников [1-5], описывающих характеристику и выбор упругих и гасящих элементов подвески, показал отсутствие инженерных методов расчета и подбора их характеристик.

В работе [1] приводятся требования, которым должна удовлетворять подвеска автомобиля, для обеспечения плавности хода. Подвеска должна обеспечивать определённый закон изменения вертикальной реакции на колесо R_z в зависимости от величины прогиба подвески f . В некотором диапазоне изменения нагрузок, близком