

УДК 621.01 + 62-868 + 62-83

## **СПОСОБ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ КОЛЕБАНИЙ В ВИБРОПРИВОДАХ**

*Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, А.В. Кононистов, Г.Е. Карнов*

Разработан способ возбуждения синхронных колебаний в виброприводах. Способ позволяет существенно расширить технологические возможности существующих способов возбуждения колебаний в части управления формами их вибрационных полей.

Ключевые слова: вибропривод, возбуждение колебаний, синхронизация, самосинхронизирующиеся системы.

Основным назначением виброприводов является создание механических колебаний для производственных процессов, таких как: перемешивание и уплотнение строительных смесей, просеивание, измельчение, вибрационное транспортирование деталей, виброиспытания изделий и т.д. Некоторые производственные процессы могут быть ограничены простыми колебаниями, возбуждаемыми одним дебалансом. Но существует большое количество процессов, требующих как прямолинейную форму траектории колебательного движения, так и создание колебательных движений со сложными формами траекторий. Такого рода движения могут быть достигнуты использованием двух или более виброприводов. Синхронизация вращающихся масс позволяет контролировать вращение, что, в свою очередь, ведет к поддержанию угла фаз между двигателями в фиксированном состоянии. Изначально синхронизация такого типа достигалась кинематически, посредством зубчатых, цепных и ременных передач. Позже было обнаружено, что синхронизация может достигаться без обращения к кинематическим связям. Было замечено, что угловые скорости и фазы двигателей автоматически поддерживали определенное отношение фазы без использования цепных и зубчатых передач. Впервые данный эффект был открыт Гюйгенсом [1]. Данное явление получило название самосинхронизации. Это явление широко используется в вибромашинах для улучшения их технологических характеристик. Основным недостатком таких машин, является отсутствие возможностей создания колебаний со сложной формой траектории и их поддержание на протяжении заданного периода. Также явными недостатками таких систем являются высокие энергозатраты, малый диапазон регулирования частот и ограниченность вынуждающей силы, создаваемой виброприводом.

Для решения вышеизложенных проблем, разработан новый способ возбуждения синхронных колебаний [2], представленный на рис. 1.

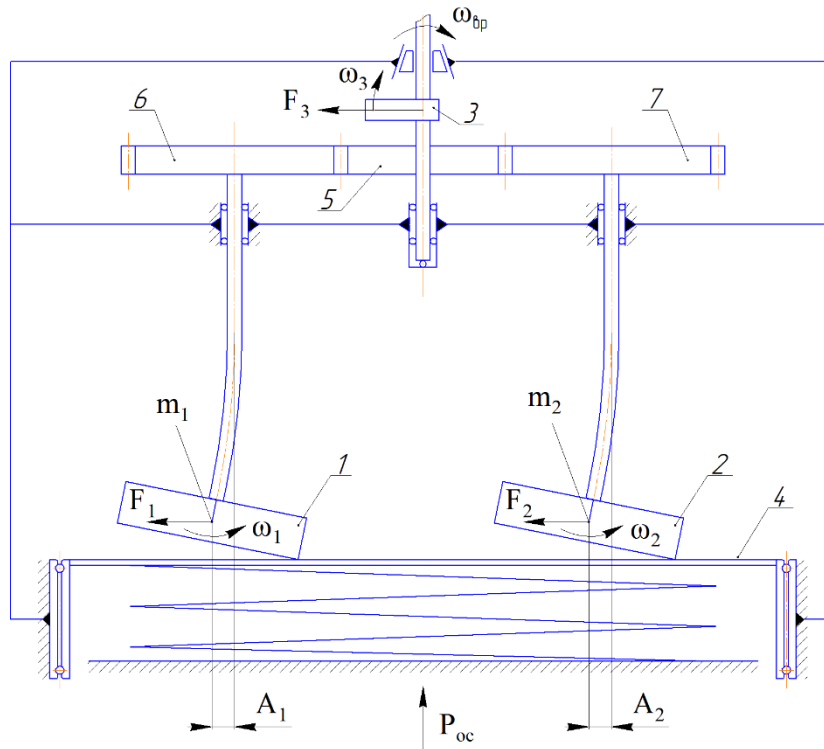


Рис. 1. Схема возбуждения синхронных колебаний

Способ возбуждения колебаний, заключается в том, что тела 1 и 2 вращаются с частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$  соответственно и сопрягают торцевой поверхностью с контртелом 3 с тарированной силой прижима  $P_{ос}$  (рис. 1), затем тела 1 и 2, посредством жестких кинематических связей 5–7, с одинаковыми угловыми скоростями, одновременно, обкатывают по их собственным замкнутым траекториям, каждая из которых имеет поворотную симметрию вокруг оси симметрии своей траектории. При этом образуются центры мгновенного качения, а вращаемые тела 1 и 2 совершают круговые высокочастотные колебания  $\omega_1$  и  $\omega_2$  соответственно, обкатываясь периферией торцов по поверхности контртела 4. Вместе с тем, когда на синхронно вращаемые тела воздействуют неуравновешенной радиальной силой  $F_3$  посредством 3 и постоянно меняют ее направление с частотой вращения тела  $\omega_3$ , колебания всей системы обретают моделирующие свойства. Сравнение заявленного способа возбуждения колебаний с известными посредством компьютерного моделирования [3] позволяет сделать вывод о достижении нового эффекта, выразившегося в расширении функциональных возможностей, а именно регулирования формы и параметров возбуждаемых колебаний и обеспечении условий для самосинхронизации колебаний всех вращаемых тел.

Технический результат в виде сравнения форм различных способов возбуждения синхронных колебаний представлен на рис. 2а и 2б, где: цифрой 1 обозначена форма синхронных колебаний дебалансного вибропри-

вода; цифрой 2 обозначена форма колебаний роторно-дебалансного вибропривода, состоящего из тела, сопряженного торцевой поверхностью с основанием, и неуравновешенной радиальной силы; под цифрой 3 представлен предлагаемый способ возбуждения колебаний. Из рис. 2а видно, что при одних и тех же условиях, формы траекторий колебаний рассматриваемых виброприводов различаются. Форма траектории колебаний дебалансного вибропривода представляет собой окружность, центр которой совпадает с началом системы координат, у роторно-дебалансного вибропривода – дельтоиду, а форма траектории колебаний вибропривода, основанного на предлагаемом способе представлены в виде фигуры Лиссажу.

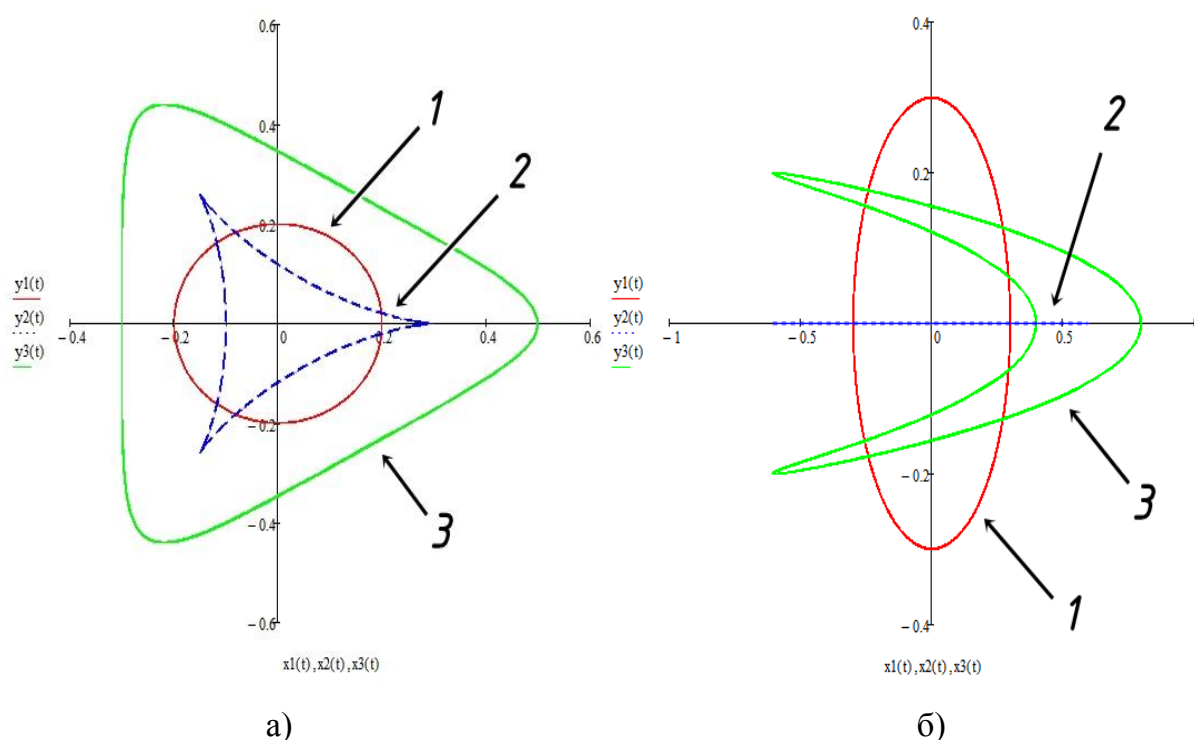


Рис. 2. Формы колебаний:

а – дебалансного (1), роторно-дебалансного (2) и предлагаемого способа (3), при  $\omega_1 = 2\omega_2 = 3\omega_3$ ; б – дебалансного (1), роторно-дебалансного (2) и предлагаемого способа (3), при  $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$ ;

При другом сценарии моделирования из рис. 2а видно, что так же, как и в предыдущем случае, колебания дебалансного вибропривода являются круговыми. Форма траектории колебаний роторно-дебалансного вибропривода будет в виде прямой линии, а форма траектории колебаний, получаемых предлагаемым способом представляет собой полумесяц.

**Заключение.** Проанализировав формы траекторий колебаний, изображенные на рисунках, можно сделать вывод, что предлагаемый способ ко-

лебаний, в отличие от существующих, позволяет получать траектории колебаний от прямолинейных, до их сложных форм, например, в виде фигур Лиссажу. Использование эффекта самосинхронизации в предлагаемом способе приводит к расширению возможных форм вибрационных полей при увеличении диапазона регулирования их площадей (рис. 2) [3]. Промышленное применение предлагаемого способа может найти в различных отраслях, например, в виброприводах измельчителей для переработки отходов упруговязких материалов в качественное вторичное сырье в виде измельченных частиц с требуемыми формой и размерами.

#### Библиографический список

1. Блехман, И.И. Синхронизация динамических систем / И.И. Блехман. – М.: Наука, 1971. – 896 с
2. Пат. 2533743 Российская Федерация: МПК7 В 06 В 1/00, G 03 G 9/08. Способ возбуждения колебаний / Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, Б.А Решетников, Е.Н. Гордеев, Р.Г. Закиров, В.П. Гоголев, А.А. Микрюков, А.В. Иршин; заявитель и патентообладатель ООО «Гранулятор». – 2013121307/28; заявл. 07.05.13; опубл. 20.11.14, Бюл. № 32. – 11 с.
3. Свидетельство № 2014660855 Российская Федерация. Программное обеспечение для автоматизированного мониторинга самосинхронизирующихся вибросистем: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / С.В. Сергеев, Ю.С. Сергеев, Е.Н. Гордеев, А.А. Микрюков, А.Н. Кононистов, Г.Е. Карпов; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ). – № 2014618346; заявл. 20.08.2014; зарегистр. 17.10.2014. – 10 с.

[К содержанию](#)