

УДК 62-868 + 621

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО КЛАССА РОТОРНЫХ ИНЕРЦИОННЫХ ВИБРОПРИВОДОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Р.Г. Закиров, С.Н. Юдин

Приведены перспективные направления применения нового класса роторных инерционных виброприводов в вибрационных машинах общего машиностроения, основанные на анализе результатов теоретических и экспериментальных исследований. Показаны отличительные преимущества вибрационных машин для дробления, измельчения и транспортирования с высоким уровнем регулируемости параметров воспроизводимого вибрационного воздействия и траектории колебательных движений рабочего органа.

Ключевые слова: дефекты, качество, крупнопанельное здание, платформенный стык, несущая способность.

Вибрационные машины получают все более широкое применение в самых разнообразных отраслях промышленности. Применение вибрационной техники в промышленности в ряде случаев позволяет коренным образом усовершенствовать технологические процессы. Обрабатываемые среды под действием вибраций становятся более «податливыми», что способствует интенсификации технологического процесса. Расширяется область применения зарекомендовавших себя ранее вибромашин, вновь создаются вибромашины для осуществления новых технологических операций. Это обусловлено конструктивной простотой вибромашин и во многих случаях более высокой, чем у обычных машин, технологической эффективностью [1].

В вибрационных машинах наибольшее применение получили центробежные виброприводы с силовым возбуждением механических колебаний за счет вращения неуравновешенных элементов и планетарные виброприводы с кинематическим возбуждением колебаний за счет применения кривошипно-шатунного, эксцентрикового и других механизмов [2]. Их общим недостатком является сложность изменения параметров и формы траектории колебаний рабочего органа в достаточно широких пределах без изменения конструктивных элементов. Это обстоятельство затрудняет использование вибрационных машин в мелко- и среднесерийном производстве с часто изменяющимися типоразмерами производимой продукции. Отсутствие виброприводов с высоким уровнем регулируемости параметров воспроизводимого вибрационного воздействия и траектории колебательных

движений рабочего органа не позволяет повысить качественные показатели технологических процессов, выполняемых вибрационными машинами.

В Южно-Уральском государственном университете был предложен новый класс роторных инерционных виброприводов [3], в котором образование вибрационных полей происходит за счет совмещенного (кинематически силового) способа получения колебаний [4].

В этом способе вращаемое тело 1 (рис. 1) массой m и длиной l прижимают торцевой поверхностью к плоскому контртелу 2 осевой тарированной силой $P_{ос}$. При этом вращаемое тело вращают с регулируемой угловой скоростью $\omega_{вр}$.

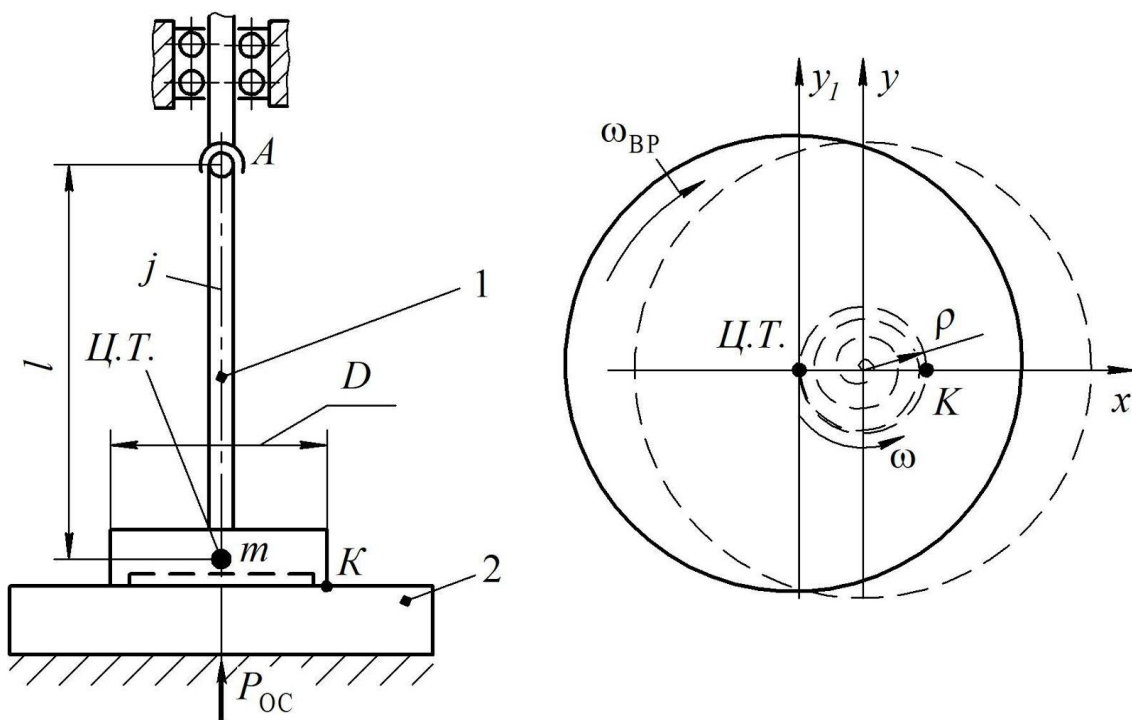


Рис. 1. Схема работы роторного инерционного вибропривода

В результате происходит смещение продольной оси вращаемого тела (в плоскости контакта с контртелом). Вращаемое тело при планетарном обкатывании (в подвижной точке K , в которую переходит действие осевой силы $P_{ос}$) торцевой поверхностью диаметром D по поверхности сопряженного с ним контртела начинает совершать поперечные колебания (с частотой ω). При этом кинематически неуравновешенная масса m (дебаланс) вызывает вращающуюся инерционную силу, которая уравновешивая систему, выводит центр тяжести вращаемого тела на круговую орбиту с постоянной (в установившемся режиме) амплитудой ρ .

В установившемся режиме параметрами круговых колебаний управляют по соотношениям, полученным при статическом положении вращаемого тела:

$$\omega = \frac{P_{oc}}{2lm\omega_{ep}} \sqrt{\frac{P_{oc}^2}{4l^2m^2\omega_{ep}^2} + \frac{j}{m}};$$
$$\rho = \frac{D\omega_{ep}}{2\omega},$$

где j – жесткость стержня вращаемого тела.

Совмещение планетарного и дебалансного способов получения колебаний позволяет при незначительных частотах вращения получать в десятки-сотни раз превышающие частоты круговых колебаний инерционного элемента (вращаемого тела). При этом варьируя значительным количеством исходных параметров регулируют частоту и амплитуду этих колебаний в широком диапазоне. Это обстоятельство позволяет считать данный способ возбуждения колебаний перспективным в плане решения рассматриваемой проблемы. На основе этого способа в последние годы были разработаны способы возбуждения колебаний [5, 6], позволяющие управлять ещё и формой движения рабочих органов.

В сфере возможности практического применения роторных инерционных виброприводов, разработанные в них новые способы регулирования параметров колебаний позволяют расширить возможности регулирования параметрами колебаний рабочего органа вибрационных машин. При этом важно, что выяснены основные закономерности, позволяющие определять качественные характеристики движения рабочего органа и условия обеспечения их требуемых значений.

Основными направлениями применения роторных инерционных виброприводов являются: вибрационное транспортирование штучных деталей; вибрационное измельчение материалов при подготовке порошков и пресовочных смесей; вибрационное формование и уплотнение формовочных смесей; вибрационное перемешивание жидких сред при подготовке СОЖ.

Для загрузки штучными заготовками отдельно работающих станков или станков, встроенных в автоматическую линию нашли широкое применение вибрационные бункерные загрузочные устройства (ВБЗУ). Вибрация вносит ряд новых положительных качеств в процесс подачи штучных заготовок: позволяет производить выборку заготовок из бункера без захватных органов; уменьшает силы трения между заготовками и таким образом способствует более свободному развороту и движению их в бункере; предотвращает повреждение поверхности при выборке и является в ряде случаев единственно возможным способом автоматизации перемещения хрупких деталей и деталей с очень тонкими стенками; исключает образование устойчивых сводов и заторов в бункерах; способствует разрешению

проблемы ориентирования заготовок простыми элементами (щелями, уступами, пазами или скосами на лотке) без применения специальных ориентирующих устройств.

Наибольшее распространение получили ВБЗУ, состоящие из загрузочного бункера с круговыми бункерами и спиральными лотками, который располагается на электромагнитном виброприводе, сообщая бункеру встряхивающее движение [7]. Данное ВБЗУ отличается простотой конструкции, универсальностью, экономичностью, надежностью и долговечностью работы. Однако при необходимости синхронизации потоков движения деталей приходится использовать два и более бункерных устройства с кинематически несвязанными между собой электромагнитными виброприводами. В этом случае управление параметрами колебательных процессов производится регулированием элементов упругих систем бункерных питателей, что значительно усложняет их настройку для деталей различной массы и формы.

Применение в приводе вибрационного бункерного питателя роторного инерционного вибропривода с соосным расположением роторов (рис. 2), в котором обеспечивается синхронизация колебательных движений двух рабочих органов, позволит синхронизировать потоки движения деталей в двух чашах, увеличить максимальную скорость перемещения заготовок по лотку, повысить производительность загрузки заготовок и снизить трудоемкость наладки вибропривода.

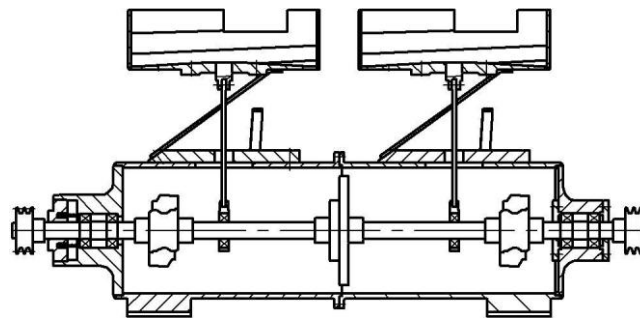


Рис. 2. Вибрационный бункерный питатель с роторным инерционным виброприводом

Существенным недостатком применяемых в машиностроении измельчительных машин является сложность регулирования размеров измельченных продуктов, что ограничивается низкой универсальностью применяемых виброприводов. Возможность регулирования размеров измельченных продуктов имеет существенное значение, например, при измельчении отходов реакто- и термопластов, что отражается в первую очередь на качестве производимых из них изделий. Для решения этой задачи применяются измельчители вибрационного типа, в которых за счет наложения вынуж-

денных колебаний на режущую кромку барабанного измельчительного органа, обеспечивается стабилизация размеров измельченных частиц [8]. Однако из-за сложности регулирования амплитуды колебательных движений измельчительного органа, которое осуществляется путем замены эксцентрика, и невысокой частоты вибрационного воздействия в них не удастся обеспечить получение требуемых размеров измельченных продуктов, особенно это проявляется при необходимости получения порошка из обрабатываемого сырья.

С применением в приводе вибрационного измельчителя вибропривода с соосным расположением роторов (рис. 3), позволяющем расширить возможности регулирования параметров колебаний рабочего органа, обеспечится возможность регулирования размеров частиц посредством регулирования параметров колебаний рабочего органа, обеспечится получение стабильных требуемых размеров измельченных продуктов в пределах до 10 мкм, и, следовательно существенно повысится эффективность вибрационного процесса измельчения фрезерованием.

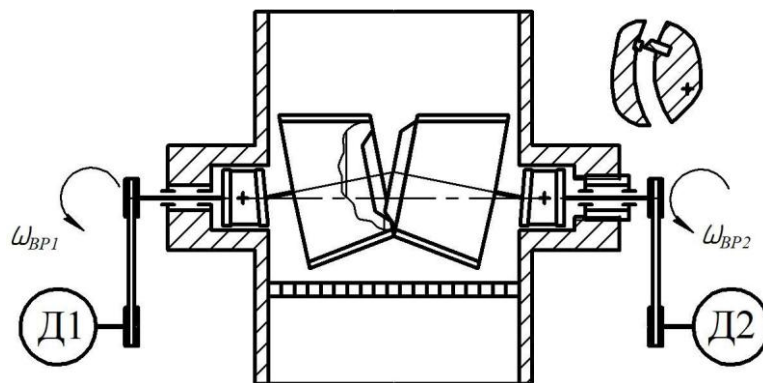


Рис. 3. Вибрационный измельчитель с роторным инерционным виброприводом

В действующих конструкциях конусных инерционных дробилок для измельчения твердых материалов используются виброприводы с одним и двумя дебалансными вибровозбудителями. Применение в конусной инерционной дробилке роторного инерционного вибропривода с параллельным расположением роторов (рис. 4) позволит увеличить коэффициент усиления вынуждающей силы и получить различную форму колебаний рабочего органа, что обеспечит разрушение материалов (особенно с ярко выраженными анизотропными свойствами) с наименьшими усилиями и затратами энергии.

За счет увеличения частоты вибрационного воздействия значительно повысится производительность процесса дробления, за счет повышения дробящего усилия – повысится степень дробления материалов, путем ре-

гулирования траектории движения рабочего органа можно учитывать изотропность материалов и повысить равномерность гранулометрического состава измельченного продукта и производительность процесса.

Применение роторного инерционного вибропривода с параллельным расположением в приводе вибрационных уплотнителей при изготовлении облицовочной плитки из цементно-песчаной смеси позволит увеличить предел прочности изделий и сократить количество бракованных изделий.

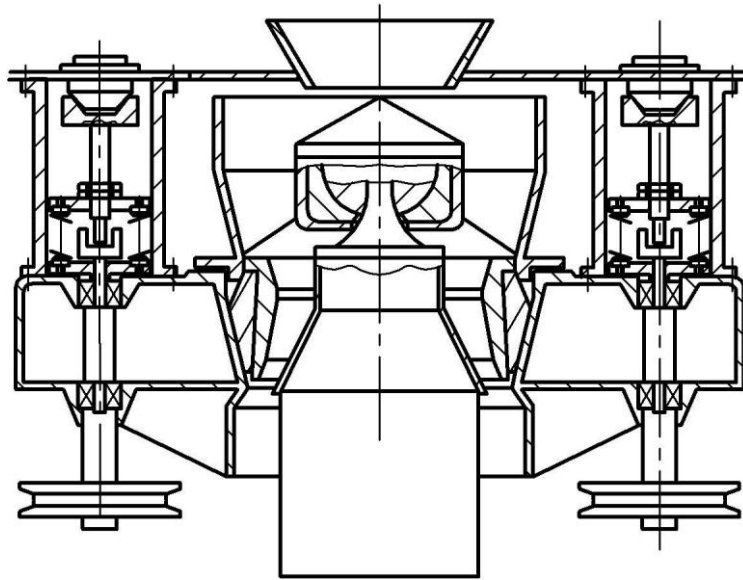


Рис. 4. Конусная инерционная дробилка с роторным инерционным виброприводом

Применение роторного инерционного вибропривода с соосным расположением роторов в приводе литейной выбивной решетки при выбивке отливок из литейных опок позволит увеличить количество выбиваемых опок в час и повысить общую грузоподъемность устройства.

Таким образом, применение в вибрационных машинах различного технологического назначения разработанного нового класса роторных инерционных виброприводов, позволяющего расширить возможности регулирования параметрами колебаний рабочего органа вибрационных машин, обеспечит значительный технико-экономический эффект.

Библиографический список

1. Бабичев, А.П. Основы вибрационной технологии: монография / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 2008. – 693 с.
2. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э.Э. Лавендела, 1981. – 509 с.

3. Закиров, Р.Г. Повышение эффективности вибрационных машин применением роторных инерционных виброприводов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02 / Р.Г. Закиров. – Челябинск, 2007. – 160 с.

4. А.с. 1664412 СССР, МКИЗ В 06 В 1/15. Способ возбуждения круговых колебаний и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, С.В. Сергеев. – № 4414912/24-28; заявл. 24.04.88; опубл. 23.07.91, Бюл. № 27. – 10 с.

5. Пат. 2347627 Российская Федерация, МПК7 В06 В 1/16. Способ возбуждения колебаний и устройство для его осуществления / С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров, Б.А. Решетников и др. – № 2007136688/28; заявл. 04.10.2007; опубл. 27.02.2009. – Бюл. № 6. – 58 с.

6. Пат. 2410166 Российская Федерация, МПК7 В06 В 1/16. Способ возбуждения колебаний / С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров, Б.А. Решетников, Ю.С. Сергеев. – № 2009119832/28; заявл. 25.05.2009; опубл. 27.01.2011, Бюл. № 3. – 20 с.

7. Нгуен Хоа Бин. Совершенствование вибрационных автоматических грузозачных устройств: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02 / Нгуен Хоа Бин. – Тула, 2007. – 121 с.

8. Яцун, С.Ф. Вибрационные машины и технологии для переработки гранулированных сред: монография / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 296 с.

[К содержанию](#)