

УДК 621.926

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УДАРНО-ВИБРАЦИОННЫХ ПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

В. С. СЕВОСТЬЯНОВ, Т. Л. СИВАЧЕНКО

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»

Белгород, Россия

Современные технологические машины, к которым относятся дробилки, мельницы, смесители, грохоты, грануляторы, питатели, сушилки и ряд других, свой рабочий процесс основывают на циклических механизмах воздействия на обрабатываемую среду [1, 2]. Новый класс оборудования – штифтовые мельницы [3, 4].

Конструктивно штифтовые мельницы представляют собой наборы стержневых элементов, закрепленных одним концом в держателе, а торцом свободного конца производящие обработку материала возвратно – поступательным или обкатывающим действием [3, 4]. В последнем случае, это может быть чистое качение или качение с наложением ударно-вибрационных импульсов.

В простейшем представлении – штифтовая мельница состоит из несущей конструкции (рамы), рабочего оборудования и привода. С функциональных позиций привод здесь играет доминирующую роль и объясняется это огромными нагрузками, ударным режимом работы, отсутствием демпферов в системе передачи силовых импульсов и сложностью выбора рациональных параметров, режимов эксплуатации. Основные механизмы воздействия штифтовых рабочих органов на измельчаемый материал приведены на рис. 1, 2.

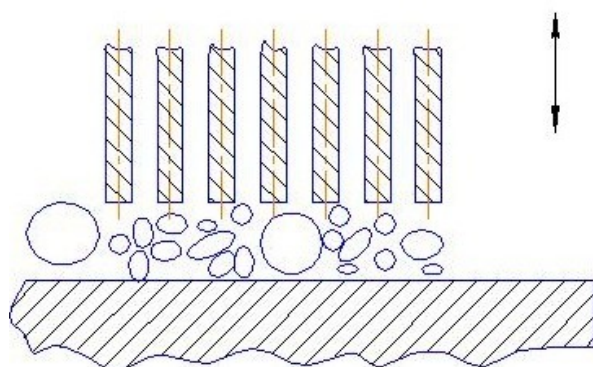


Рис. 1. Механизм ударно-вибрационного действия

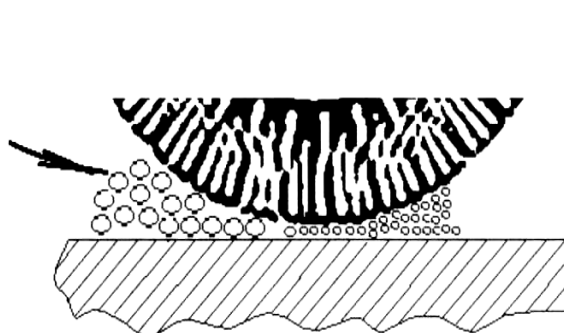
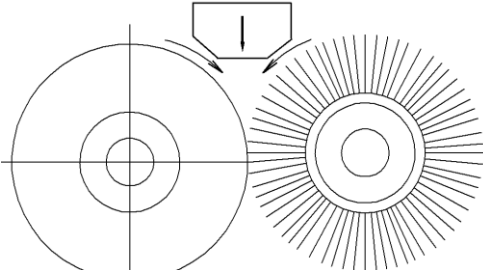
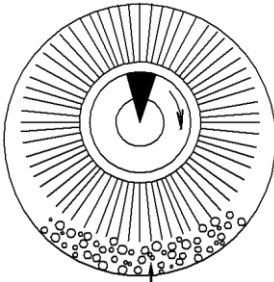
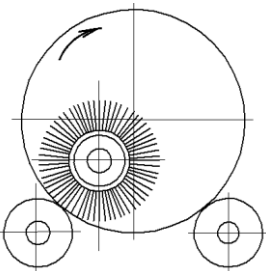
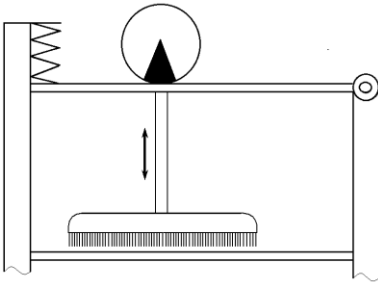
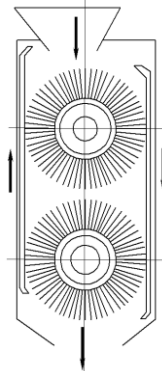
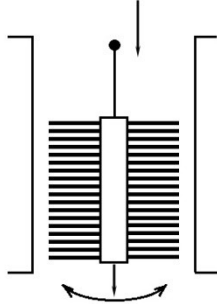
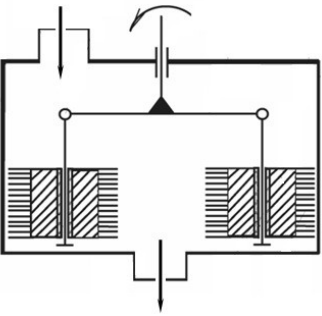
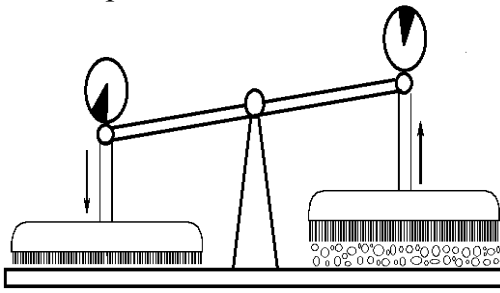


Рис. 2. Механизм обкатывающего действия

Базовые конструкции штифтовых мельниц представлены табл. 1.

Табл. 1. Базовые конструкции штифтовых мельниц

Обкатывающего действия	Ударно-вибрационного действия
<p>1 Валковая</p> 	<p>5 Вибрационная барабанная</p> 
<p>2 Барабанно-валковая</p> 	<p>6 Ударно-вибрационная</p> 
<p>3 Перетирочная</p> 	<p>7 Щековая</p> 
<p>4 Ролико-маятниковая</p> 	<p>8 Балансирная</p> 

Принцип действия представленных вариантов оборудования понятен из схем. Выполнение привода для аппаратов с обкатывающим действием

рабочего оборудования принципиальных затруднений не вызывает и подчиняется традиционным методам проектирования. В качестве основного замечания здесь только следует выделить необходимость включения в состав конструкции предохранительных устройств с целью исключения поломок при попадании недробимых включений или иных технологических ограничений. Характер силового воздействия рабочих органов таких мельниц изначально определяется расчетным путем и корректируется в процессе эксплуатации посредством нажимного механизма.

Особых подходов при проектировании требуют к себе аппараты ударно-вибрационного действия (см. схемы 5–8). Проблемы здесь начинаются с единичных актов разрушения. Исходным условием является правильный выбор геометрических размеров стержней, их установки на держателе, степень заполнения рабочего пространства. В случае разнородности стержней одни из них будут работать в чрезмерно нагруженном режиме и разрушать “наковальню”, а вторые окажутся холостыми. Чрезмерная длина стержней создаст эффект демпфирования, что также нежелательно.

Циклограмма усилия, действующего вдоль оси рабочего органа по схеме 6 с демпфером приведена на рис. 3, где кривая 1 – вынуждающая сила вибратора, кривая 2 – усилие возвратной пружины.

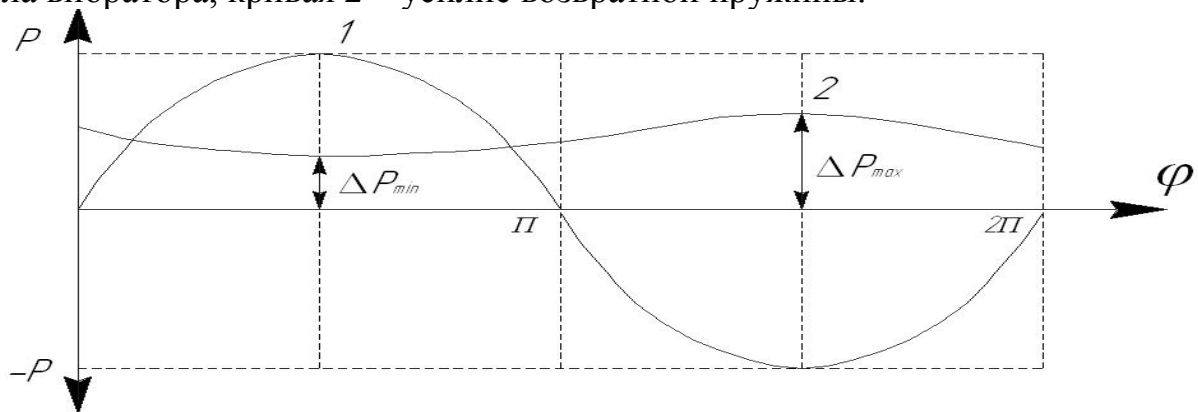


Рис. 3. Циклограмма усилия на оси рабочего органа

Циклограмма построена в координатах: усилие P – угол поворота вибратора φ . Дополнительное усилие на рабочем органе можно создать включением усилия пружинного механизма в направлении рабочего хода исполнительного звена. Естественно, что усилие пружинного механизма не может превышать величину вынуждающей силы вибратора.

Значительный практический интерес представляет собой балансирный вариант выполнения рабочего оборудования с двумя вибраторами противофазного действия (см. схему 8). Для этого случая, рабочее усилие и число актов воздействия возрастает в два раза, что очень важно для повышения энергонапряженности процесса.

Анализируя представленную информацию, можно предложить, что перспективным является совмещение обкатывающего и ударно-вибрационного действия рабочих органов, например, в соответствии со схемами 2 и 5.

Мощность, необходимую для работы штифтовой мельницы, можно определить из выражения

$$\Sigma N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5, \quad (1)$$

где N_1 – затраты мощности на разрушение материала; N_2 – затраты мощности на трение в подвижных сопряжениях аппаратов; N_3 – затраты мощности на диссипативные потери в элементах рабочего оборудования; N_4 – мощность, необходимая для перекачивания рабочих валов; N_5 – мощность привода вибратора.

Составляющие затрат мощностей N_4 и N_5 учитываются в соответствующих исполнениях оборудования и определяются на основании специальных расчетных методов.

Полноценное развитие штифтовых мельниц, которые только начинают создаваться, невозможно без использования в их составе современных средств мехатроники. Главной задачей их применения является контроль за проведением собственно процессов измельчения и управления поведением рабочих органов, а также обеспечение требуемых показателей качества обрабатываемого продукта. Для этого аппараты должны иметь встроенные системы анализаторов дисперсного состава и других характеристик обрабатываемого материала, а также приборы показаний напряженно-деформированного состояния рабочих органов. В последнем случае, необходимо создание специальных датчиков, способных контролировать жесткость элементов рабочих органов, степень их износа, величину и интенсивность внешних воздействий, создаваемых приводным механизмом и т.д.

Поставленные задачи необходимо будет решать в связи с тем, что предполагаемой областью использования новых аппаратов является получение ультрадисперсных материалов в виде порошков, суспензий и паст, в том числе наноразмерных композиций, что требует разработки специальных контрольных схем.

Выполнение всего комплекса поставленных задач, позволит создать высокоэффективный и конкурентоспособный на рынке класс технологического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Севостьянов, В. С.** Энергосберегающие помольные агрегаты / В. С. Севостьянов. – Белгород, изд-во БГТУ, 2006. – 451с.
2. **Сиваченко, Л. А.** Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 375с.
3. **Сиваченко, Л. А.** Вибрационные штифтовые мельницы / Л. А. Сиваченко, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко // Управляемые вибрационные технологии и машины: сб. науч. статей. – Курск: КГТУ, 2010. – Ч. 2. – С. 52–56.
4. **Сиваченко, Т. Л.** Создание волоконно – стержневых аппаратов для получения наноразмерных композиций / Т. Л. Сиваченко // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: БГТУ, 2010. – С. 220–228.