

СВЕРХТОНКИЙ ПОМОЛ МАТЕРИАЛОВ В ПРУЖИННОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Введение. Измельчение, как технологическая операция, — фундамент, на котором базируется все современное материальное производство. От качества и свойств порошковых материалов зависят сложность, материалоемкость и энергоемкость процессов производства изделий.

На процессы дробления и измельчения материалов расходуется более 20 % всей производимой в мире электроэнергии.

Основная часть. Известно большое количество самых разнообразных измельчительных машин [1; 2], однако это многообразие является следствием как их технологического несовершенства, так и недостаточно реализованных потенциалов развития.

В последнее время наблюдается переход от простого процесса измельчения в более сложный механизм управляемого изменения свойств перерабатываемой среды [1; 3]. Это, в свою очередь, привело к активизации научно-исследовательских и прикладных работ в области измельчителей повышенной интенсивности рабочего процесса: вибрационных, планетарных, струйных, электромагнитных и др.

Одним из новых направлений является создание пружинной мельницы, реализующей повышенные контактные напряжения, тем самым обеспечивая сверхтонкий помол.

Одной из главных задач является анализ параметров, реализуемых данной мельницей. К ним следует отнести: частоту вращения пружины, объем мелющих тел и их размер [4].

Осуществить подобную задачу можно на примере пружинной мельницы с мелющей загрузкой в виде мелких шариков диаметром 0,05—0,5 мм. В отличие от традиционных механизмов измельчения между витками на этих мелющих телах реализуются повышенные контактные напряжения, чем обеспечивается сверхтонкий помол. Техническое решение этого метода иллюстрируется рисунками 1, 2, на которых приведены кинематическая схема и общий вид пружинной мельницы соответственно [5; 6].

Пружинная мельница содержит электродвигатель 1, муфту 2, рабочую камеру 3, в которой на опорных валах 4 посредством узлов крепления 5 смонтирован дугообразно изогнутый пружинный рабочий орган 6, а для загрузки и выгрузки материала предусмотрены патрубки 7, 8.

Работа мельницы производится при заполненной камере 3 исходным материалом, который также содержит от 10 до 50 % по загрузке мелющих тел. При включенном двигателе 1 рабочий орган 6 приводится во вращение и производит разрушение материала как между собственно витками пружины, так и с заклиниванием между ними мелющих шариков. Мелющие тела могут отделяться от обработанного продукта как посредством сетки, помещаемой в выгрузочный патрубок 8, так и на отдельном посту после выгрузки из аппарата всей находящейся в нем загрузки. Мельница в режиме нанопомола предназначена для работы преимущественно по мокрому способу.

Исходным материалом может быть как достаточно мелкий (0,01...0,5 мм) сухой продукт, так и суспензия аналогичной крупности. Процесс разрушения материала в пружинной шаровой мельнице происходит в различных ее зонах по-разному. Мелющие тела, свободно движущиеся в камере, измельчают материал, который попадает в зоны их соударений. Мелющие тела, которые захватываются смежными витками пружины рабочего органа 6 и подвергаются сжимающему воздействию, обеспечивают интенсивное измельчение частиц на боковых поверхностях витков.

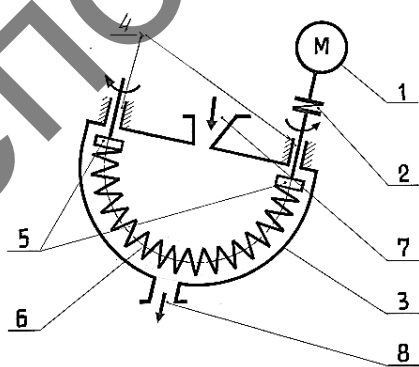


Рисунок 1 — Кинематическая схема пружинной мельницы



Рисунок 2 — Общий вид пружинной мельницы

Интенсивность измельчения материала в пружинных мельницах мелкими мелющими телами потенциально значительно выше, чем в традиционных мельницах, так как в межвитковых зонах можно обеспечить предельно допустимые по условиям (прежде всего прочности) контактные напряжения измельчающих элементов — витков пружины рабочего органа и мелющих тел.

К достоинствам предлагаемой конструкции мельницы можно отнести ее простоту. При этом присутствие в обрабатываемой среде мелких шариков позволяет отказаться от закрепления пружинного рабочего органа своим свободным кольцом на оси опоры. Шарикам будут выполнять роль своеобразных тел качения и дополнительно улучшат условия работы пружины, которая не будет испытывать сопротивление на трение в опоре, которое будет переведено в работу измельчения.

При необходимости в предлагаемой мельнице можно осуществить криогенное измельчение. Для этого в рабочую среду следует вводить хладагент, например жидкий азот. Повышенная энергонапряженность процесса разрушения, особенно минерального сырья, обеспечивает не только сверхтонкий помол, но и эффект механоактивации, что кардинально изменяет свойства обрабатываемого таким образом продукта.

Заключение. Анализ предлагаемой конструкции показывает реальную возможность получения в измельченном материале большого количества наночастиц. Заметим, что работ по нанопомолу в аппаратах с пружинными рабочими органами не проводилось.

Введение в помольную камеру пружинной мельницы мелких мелющих тел создает дополнительные механизмы повышения напряжений в частицах измельчаемого материала и тем самым позволяет повысить дисперсность готового продукта, в том числе перевести его в разряд нанопродукта. Концепция такого подхода изложена в работах [4; 7].

Список цитируемых источников

1. Сотник, Л. Л. Основы проектирования вибровалкового агрегата для дезинтеграторной обработки минеральных материалов / Л. Л. Сотник, Л. А. Сиваченко, И. А. Богданович // Научно-технические новации и инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Белгород, 2016. — Ч. 4. — С. 179—186.
2. Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. — Минск : Издат. центр БГУ, 2008. — 375 с.
3. Хайнике, Г. Трибохимия / Г. Хайнике. — М. : Мир, 1987. — 584 с.
4. Пружинная шаровая мельница МПК ВО2с 19/22 : пат. № 29820 Казахстана / Б. А. Унаспеков, Л. А. Сиваченко, Е. Г. Голбан [и др.] ; дата публ.: 15.05.2015.
5. Устройство для помола : пат. 4899941 США : МПК6 В02 С19/22 / Л. А. Сиваченко, А. М. Кургузиков, В. В. Моисеенко ; дата публ.: 1988.
6. Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. — Минск : Издат. центр БГУ, 2008. — 375 с.
7. Сиваченко, Л. А. Технологические аппараты для получения наноразмерных композиций / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : сб. ст. — Белгород : БГТУ, 2014. — С. 283—286.

УДК 69.04

Е. С. Живула, Д. С. Снегирев, Л. Л. Сотник

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПРОГИБА ДВУХОПОРНЫХ БАЛОК

Введение. Двухопорные балки — наиболее распространенный тип задач в механике материалов. Опираемые балки в двух точках осуществляются применением одной подвижной и одной неподвижной шарнирных опор, в совокупности отнимающих у балки все три степени свободы. В подвижной опоре возникает только вертикальная реакция, в неподвижной — вертикальная и горизонтальная (при наличии горизонтальных составляющих нагрузки) [1].

Двухопорные балки являются важным классом статически определимых задач, которые встречаются как в машиностроении, так и в других областях современной техники.

Если в поперечных сечениях балки одновременно имеют место большие значения изгибающих моментов M и поперечных сил Q , то производится проверка величины наибольшего приведенного напряжения. Помимо этого необходимо проверить приведенные напряжения в поясных швах.

При двухопорном нагружении верхние части профиля балок работают на сжатие, нижние — на растяжение.

Определение прогиба в таких задачах может быть выполнено различными методами, но наиболее часто используемыми являются: метод начальных параметров и правило Верещагина [2].

Применение правила Верещагина при решении задач с нагружением двухопорной балки не пользуется популярностью у студентов машиностроительного профиля. Для большинства студентов наиболее простым является метод начальных параметров. Это обусловлено более простым алгоритмом действий