

СОВМЕЩЕННЫЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И СУШКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Ишутин А.Г. Веригин А.Н.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), Санкт-Петербург*

Ключевые слова: измельчение, сушка, потенциально опасные вещества, дисперсный материал, механическая обработка, роторно-вихревая мельница, процесс.

Аннотация. Рассматриваются особенности механического и теплового воздействия на дисперсные материалы при измельчении и сушке. Предложен эффективный способ совместного измельчения и сушки потенциально опасных дисперсных материалов в вихревом потоке роторно-вихревой или струйно-вихревой мельниц. Оборудование на основе таких измельчителей позволяет значительно повысить безопасность и эффективность при совместном проведении процессов сушки и измельчения.

COMBINED CRUSHING AND DRYING OF POTENTIALLY HAZARDOUS SUBSTANCES

Ishutin A.G., Verigin A.N.

Saint-Petersburg State Institute of Technology, Saint-Petersburg

Keywords: grinding, drying, potentially hazardous substances, dispersed material, mechanical processing, rotary vortex mill, process.

Abstract. The features of the mechanical and thermal effects on dispersed materials during grinding and drying are considered. An effective method for the joint grinding and drying of potentially hazardous dispersed materials in the vortex flow of rotary-vortex or jet-vortex mills is proposed. Equipment based on such grinders can significantly improve safety and efficiency when carrying out drying and grinding processes together.

Механическое и тепловое воздействие на частицы потенциально опасных веществ (ПОВ) при измельчении и сушке имеют специфические особенности: воздействия достаточной интенсивности приводят к возникновению самовоспламенения, незатухающей волны горения и вспышки. Удар, трение и нагрев, как виды энергетического воздействия легко возбуждают такую волну в ПОВ.

Существуют несколько подходов к описанию процесса самовоспламенения и вспышки при механических воздействиях на ПОВ. Согласно одного из подходов эти процессы обусловлены механической сдвиговой деформацией кристаллической решетки и при этом активацией молекул ПОВ. Возникновение первичных очагов самовоспламенения связывают с дислокациями кристаллов, а критический разогрев в них – с высвобождением свободной энергии при уничтожении отдельных пар дислокаций на плоскостях скольжения или схлопывании полостей при интенсивных сдвигах вещества [1].

Согласно энергетической теории при механических воздействиях на ПОВ на первом этапе ударного воздействия возникает адиабатическое сжатие и разогрев вещества до температуры самовоспламенения. На втором этапе

формируется фронт воспламенения и горения. Для каждого ПОВ, соответственно его химической природе и физическому состоянию, имеется некоторое критическое давление инициирующей волны, обеспечивающее разогрев вещества или отдельных очагов в нем до температуры самовоспламенения и вспышки, которые находятся в сравнительно слабой зависимости от давления. Однако нагрев вещества до температуры самовоспламенения само по себе еще недостаточно для реализации воспламенения и вспышки, необходимо, чтобы эта температура быстро распространялась в веществе, т. е. чтобы время сжатия вещества в волне было больше периода задержки вспышки. Если же зона самовоспламенения до вспышки будет захвачена волной затухания, то вспышка не реализуется.

Процесс возникновения воспламенения при механических воздействиях имеет сложную природу, конкретный механизм возбуждения может меняться в зависимости от структуры вещества, вида нагрузки и условий его деформирования. Во всех случаях он имеет очаговый характер и связан со сдвиговыми процессами, сопутствующими динамическому нагружению.

При проектировании машин для механической обработки ПОВ необходимо знать критическое напряжение ПОВ ($\sigma_{кр}$), т. е. наибольшее напряжение, которое еще выдерживают кристаллы без возгорания. По полученным опытным путем критическим напряжениям устанавливают допустимые напряжения ($\sigma_{дон} = 1/2 \dots 2/3 \sigma_{кр}$), обеспечивающие безопасность. Следует отметить, что критическое напряжение является не абсолютной, а условной характеристикой чувствительности ПОВ, существенна не величина напряжений сама по себе, а вызванные этими напряжениями деформации, при которых происходит перемещение отдельных дислокаций.

Не вдаваясь в подробности измельчения можно высказать лишь общие рекомендации для проектирования измельчителей дисперсных ПОВ. Процесс должен проводиться в аппаратах без пар трения, с минимальным временем и интенсивностью обработки и при низкой концентрации.

Этим условиям идеально удовлетворяют аппараты, использующие принцип динамического самоизмельчения, в частности аэродинамические струйные и вихревые мельницы. Измельчение в них основано на соударении частиц дисперсного материала в закрученном потоке газа. Низкая интенсивность механических воздействий на частицы компенсируется в этих аппаратах высокой частотой соударений и энергетической эффективностью.

Конвективная сушка ПОВ сопровождаются теми же проблемами, что и измельчение. Во многих технологических процессах измельчение и сушка ПОВ являются последовательными операциями. Если исходный материал содержит значительное количество влаги (внутренней и поверхностной), то задача получения высокодисперсного сухого продукта может быть решена различными путями.

– Образование суспензии с последующим мокрым измельчением, отделением от жидкости и сушкой.

– Материал предварительно высушивается (удаляется поверхностная и внутренняя влага) и затем измельчается.

– Удаление поверхностной влаги производится с крупного продукта, а удаление внутренней влаги совмещено с измельчением.

Получение высокодисперсного сухого продукта целесообразно проводить по последнему варианту. Для измельчения и конвективной сушки ПОВ разработана установка (рис. 1), основным аппаратом которой является роторно-вихревая мельница 3 [2], которая сочетает преимущества вихревого и псевдооживленного слоев для взаимной интенсификации двух процессов (сушки и измельчения).

Представленная установка позволяет измельчать не только ПОВ, но и другие влажные дисперсные материалы. Замена роторно-вихревой мельницы на аппарат, использующий струйно-вихревые камеры в качестве рабочей зоны [3], позволяет обрабатывать более чувствительные ПОВ, а также значительно повысить эффективность проведения процессов и снизить энергозатраты.

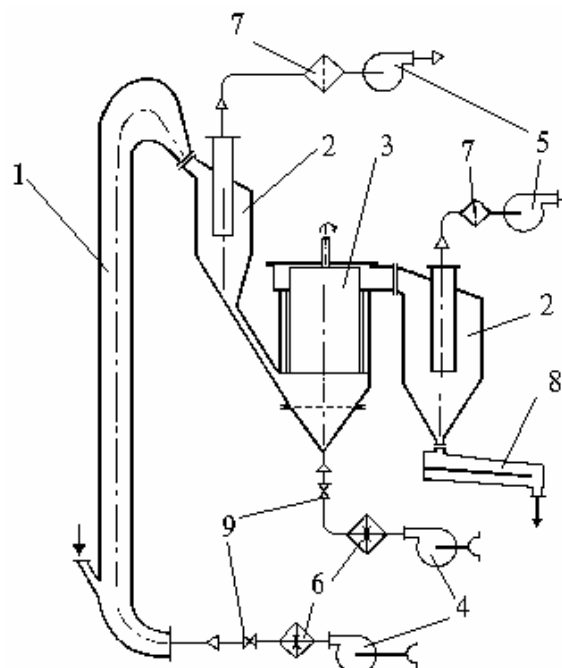


Рис. 1. Схема установки для сушки и измельчения ПОВ: 1-труба-сушилка; 2-циклон; 3-роторно-вихревая мельница; 4-воздуходувка; 5-вентилятор; 6-калорифер; 7-фильтр; 8-вибрлоток; 9-регулятор расхода

Список литературы

1. Иштуин А.Г., Веригин А.Н. Энергодеструкционная концепция процессов механической обработки кристаллических дисперсных материалов // Теоретические основы химической технологии. – 2000. – Т. 34, №2. – . 212-217.
2. А.с. №1618440 СССР. Роторно-вихревая мельница / В.И. Кочерга, А.Н. Веригин, А.Г. Иштуин, И.А. Щупляк, В.Ф. Гридковец, Л.В. Гришечкин, В.Г. Джангирян. – Заявка №4643964 от 30.01.1989; опубл. 07.01.1991.
3. Патент №2118911 РФ. Струйно-вихревая камера / А.Г. Иштуин, А.Н. Веригин, И.А. Щупляк. – Заявка №96112503 от 19.06.1996; опубл. 20.09.1998.

Сведения об авторах:

Иштуин Алексей Георгиевич – к.т.н., доцент, доцент;

Веригин Александр Николаевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.