

ИМПУЛЬСНОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ КОМПАКТИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ

Е.В. Муравлев, А.А. Павленко, И.Р. Ахмадеев, О.Б. Кудряшова, Н.В. Коровина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), г. Бийск

Для создания высокодисперсных аэрозолей необходима большая энергия, которая может получаться при сгорании высокоэнергетических материалов (ВЭМ). При диспергировании порошков необходимо рассмотреть влияние энергии ВЭМ на компактированные среды. В статье приведены данные об экспериментальных исследованиях импульсных процессов диспергирования компактированных порошков. Показана возможность дополнительного диспергирования порошков и создания облаков аэрозолей за короткие промежутки времени.

Ключевые слова: компактированные порошки, распылитель, дисперсность.

ВВЕДЕНИЕ

Аэрозоли с успехом используют во многих отраслях, так, например, в современной медицине – аэрозольной терапии и аэрозольной диагностике. Вдыханием аэрозолей некоторых лекарств и антибиотиков можно эффективно лечить ряд заболеваний. Аэрозольное лечение весьма рационально, поскольку в этом случае достаточно дорогостоящие лекарственные средства расходуется в меньшем количестве, чем при его употреблении в любой другой форме. Также, распыление облаков аэрозолей может применяться для нанесения покрытий на детали сложной формы и для тушения пожаров.

Перспективным методом создания облака мелкодисперсного аэрозоля является импульсный (за счет энергии высокоэнергетических материалов – ВЭМ). Такой метод обладает рядом преимуществ по сравнению с другими [1]. Это, во-первых, дешевизна и простота реализации, во-вторых, малые габариты распылителей, что позволяет реализовывать импульсный метод диспергирования на разных объектах без предварительной сложной подготовки [2].

Проведены экспериментальные исследования создания облаков мелкодисперсных аэрозолей из компактированных порошков импульсным (взрывным) методом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В ходе работы проводились экспериментальные исследования диспергирования порошков двух органических вещества (карбамид, карбид кальция). В качестве оснастки для импульсного диспергирования использовались распылители трех типов (рис. 1) с массой ВЭМ 0,05 г.

Подготовка образцов проводилась следующим образом.

Образец вещества измельчался с помощью шаровой мельницы КМ-1, далее ситовым методом прово-

дилась выборка порошка дисперсностью 0,063...0,1 мм.

Компактирование образцов проводилось на разрывной машине Р-0,05 с помощью штамповой оснастки.

Полученные образцы в виде таблеток (рисунок 2) массой 0,1г. имеют размеры – диаметр 8 мм и толщина ~ 2 мм.

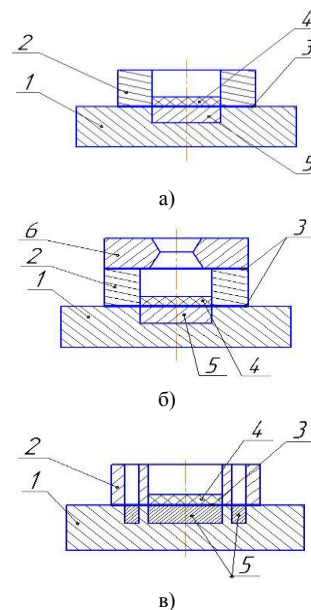


Рис. 1. Структурная схема распылителей

а – открытый; б – с соплом; в – с дополнительным радиальным зарядом

Испытания проводились следующим образом. В основание распылителя 1 укладывается заряд ВЭМ 5, закрывается мембраной 3, устанавливается корпус распылителя 2 (рис. 1). На мембрану помещается образец порошка 4. При использовании распылителя (рис. 1б) корпус 2 закрывается мембраной 3 и устанавливается сопло 6. При использовании распы-

лителя (рис. 1в) укладывается дополнительно кольцевой заряд ВЭМ (масса 0,05г.).

Экспериментальные исследования проводились с органическими веществами в разных агрегатных состояниях: насыпном и твёрдом (компактированном).

На рис. 2 приведены кадры видеосъёмки процесса диспергирования компактированного образца карбида. Кадры тепловизионной съёмки приведены на рис. 3.

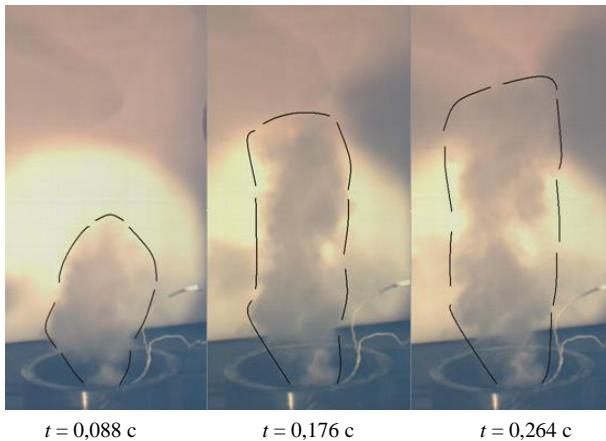


Рис. 2. Пример видеосъёмки процесса диспергирования

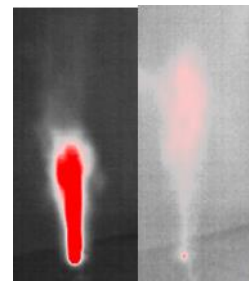


Рис. 3. Пример тепловизионной съёмки

На графиках (рис. 4) приведены зависимости: скорость распространения фронта облака аэрозоля (v) – время (t); объём облака (V) – время (t); температуры облака (T) – время (t); для порошка (1) и компактированного образца (2) карбида кальция при открытии (рис. 1а) генератора.

Как видно из графиков, аэрозольное облако, полученное при диспергировании компактированного образца, распространяется в измерительном объеме с большей скоростью и с меньшей температурой, что может быть объяснено большим давлением форсирования, необходимым для разрушения образца.

На рис. 5 приведены гистограммы размеров частиц облака через 0,5 секунд от начала эксперимента.

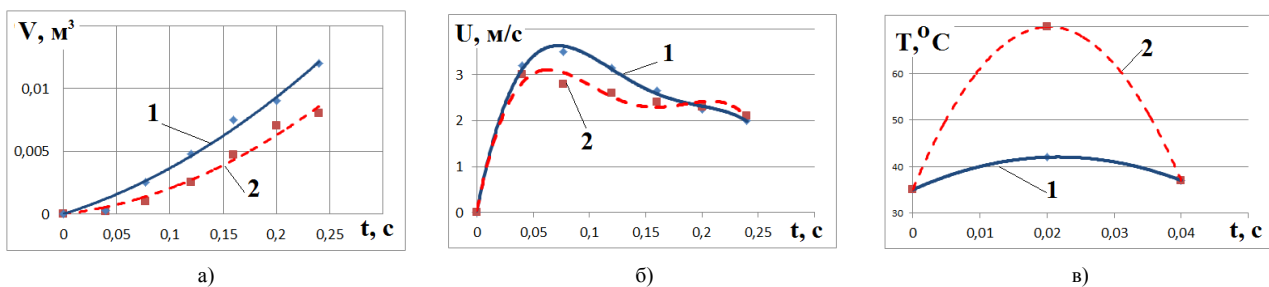


Рис. 4. Зависимости объёма (а), скорости (б), температуры (в) облака аэрозоля от времени при различных типах агрегатного состояния порошка: 1 – компактированный образец; 2 – порошок

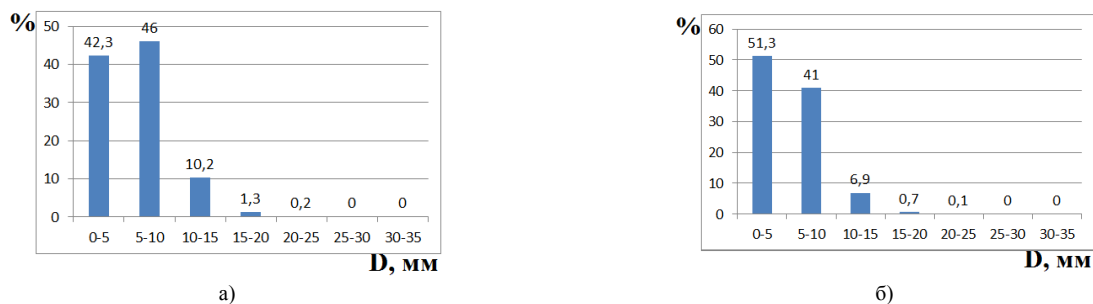


Рис. 5. Размеры частиц после эксперимента: а – карбид кальция; б – карбамид

Из анализа полученных данных можно сделать вывод, что использование импульсного метода диспергирования приводит к дополнительному дроблению порошка с начальной дисперсности 0,063...0,1 мм до 0,001...0,02 мм.

На рис. 6 приведены зависимости объёма облака и скорости распространения фронта от времени для

различных веществ (карбида кальция и карбамида). Из анализа графиков (рис. 6) видно, что параметры облаков аэрозоля, получаемых в процессе диспергирования, практически не зависят от материала частиц.

На рисунке 7 приведены сравнительные зависимости при различных вариантах конструкции распылителей (рис. 1).

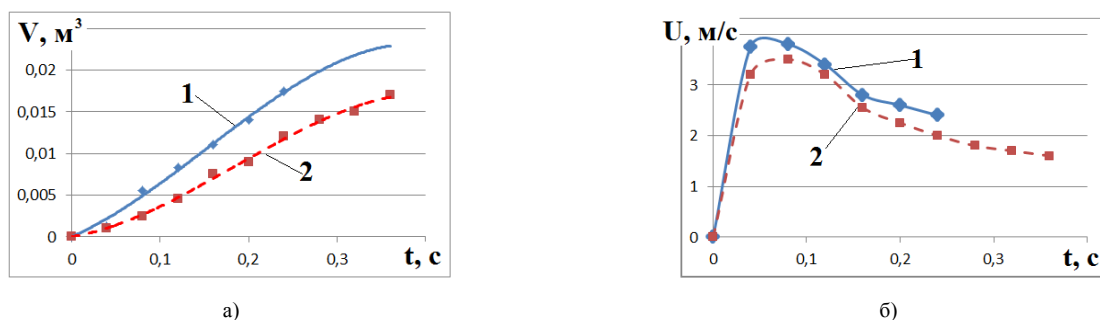


Рис. 6. Зависимости $V(t)$ и $U(t)$: 1 – карбамид; 2 – карбид кальция

Анализируя графики на рис. 7 при различных вариантах заряжания, можно сделать вывод, что объём и скорость распространения облака при использовании распылителя с дополнительным радиальным зарядом

(рис. 1в) больше (порядка 1,7 раз). Распылитель с соплом (рисунок 1б) вносит незначительное (порядка 10 %) увеличение скорости распространения облака.

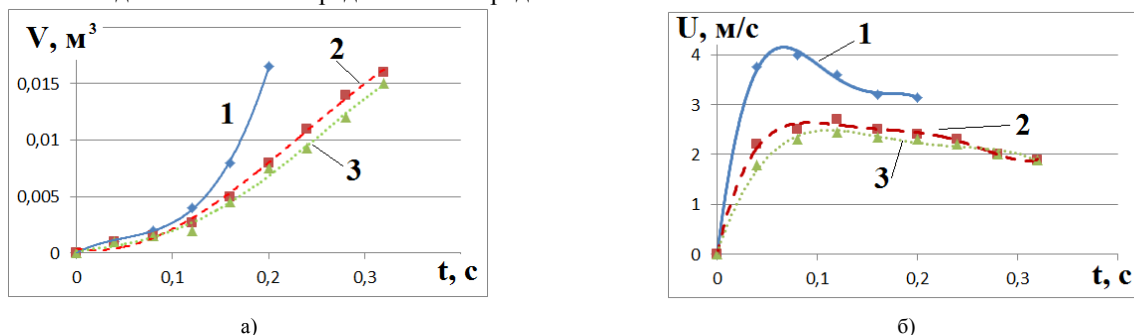


Рис. 7. Зависимости объёма облака, скорости распространения от времени при различных типах распылителей: 1 – с радиальным зарядом; 2 – сопловым блоком; 3 – открытый

Таким образом, в результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы.

1. Показана возможность диспергирования (измельчения) образцов органических веществ (размеры частиц уменьшается до 3 раз). Достоинством данного метода является создание большого объёма облака, за короткий промежуток времени и практически мгновенное остывания облака (порядка 0,04 секунды) до температуры окружающей среды, что позволяет исключить воздействие нагрева на конечный продукт.

2. Разработаны конструкции распылителей и проведен сравнительный анализ их функционирования. При этом установлено, что использование распылителя с соплом увеличивает скорость движения фронта облака (на величину, порядка 10 %), а использование генератора с дополнительным радиальным зарядом увеличивает скорость распространения в 1,7 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кудряшова О.Б., Ударно-волновая генерация высокодисперсных жидкокапельных аэрозолей / О.Б. Кудряшова, Б.И. Ворожцов, Е.В. Муравлев, А.Н. Ишматов, А.А. Павленко // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 95–100.
 2. Ворожцов, Б.И. Экспериментальное моделирование взрывного диспергирования жидкости и порошков / Ворожцов Б.И., Кудряшова О.Б., Муравлев Е.В. и др. // Известия вузов: Физика. – 2008. – Т. 51, № 8/2. – С. 115–121.

Муравлев Евгений Викторович – ст. науч. сотр. лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел. (3854) 30-58-47, e-mail: evvimv@Gmail.com.

Павленко Анатолий Александрович – заведующий лабораторией физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел. (3854) 30-58-47.

Ахмадеев Игорь Радикович – науч. сотр. лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел. (3854) 30-58-47.

Кудряшова Ольга Борисовна – ст. науч. сотр. лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, д-р физ.-мат., наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел. (3854) 30-58-47, e-mail: olgakudr@inbox.ru.

Коровина Наталья Владимировна – науч. сотр. лаборатории физики преобразования энергии высокоэнергетических материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), тел. (3854) 30-58-47.

PULSE DISPERSGATING OF THE COMPACTED POWDERS

E.V. Muravlev, A.A. Pavlenko, I.R. Akmadeev, O.B. Kudryashova, N.V. Korovina

*Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Biysk*

To create highly dispersed aerosols, a large amount of energy is required, which can be obtained by burning high-energy materials. When dispersing powders, it is necessary to consider the effect of burning high-energy materials energy on compacted media. The article presents data on experimental studies of pulsed processes of dispersing compacted powders. The possibility of additional dispersion of powders and creation of aerosol clouds in short time intervals is shown.

Ключевые слова: компактированные порошки, распылитель, дисперсность

REFERENCES

1. Kudryashova O.B., Vorozhtsov B.I., Muravlev E.V., Ishmatov A.N., Pavlenko A.A. "Shock-wave generation of highly disperse liquid-drop aerosols", *Polzunovskii vestnik*, 2010, no. 4-1, pp. 95–100.
2. Vorozhtsov B.I., Kudryashova O.B., Muravlev E.V. "Experimental simulation of explosive dispersion of liquid and powders", *Izvestiya Vuzov: Physics*, 2008, vol. 51, no. 8/2, pp. 115–121.

Muravlev Eugene Viktorovich – Senior research associate of laboratory of physics of transformation of energy of high-energy materials, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30-58-47, e-mail: evvimv@gmail.com.

Pavlenko Anatoliy Aleksandrovich – Head of laboratory of physics of transformation of energy of high-energy materials, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30-58-47.

Akmadeev Igor Radikovich – Research associate of laboratory of physics of transformation of energy of high-energy materials, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30-58-47.

Kudryashova Olga Borisovna – Senior research associate of laboratory of physics of transformation of energy of high-energy materials, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30-58-47, e-mail: olgakudr@inbox.ru.

Korovina Nataliy Vladimirovna – Research associate of laboratory of physics of transformation of energy of high-energy materials, Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS), (3854) 30-58-47.