

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРЕНИЯ АЭРОВЗВЕСЕЙ НЕКОТОРЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

А.И. Сечин, д.т.н., профессор

О.Б. Назаренко, д.т.н., профессор

Ю.А. Амелькович, к.т.н., доцент

А.А. Сечин, к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,

Проблема устойчивости технологического оборудования химических производств привлекает внимание многих исследователей и является темой большого числа работ [1, 2]. Неустойчивая работа любого промышленного агрегата, как правило, сопровождается какими-то потерями. Неустойчивость режима работы химического реактора приводит в одних случаях к остановке или сокращению производительности, в других – к браку продукта, в третьих – к аварии, и т.д. Поэтому выяснение условий устойчивости можно рассматривать как задачу о работоспособности и даже экономичности технологического процесса [3], особенно это относится к технологиям наноматериалов.

Воспламенение пылевоздушных смесей является многопараметрическим процессом, поэтому принятые классификации и характеристики пыли являются достаточно условными и не могут учитывать всего разнообразия факторов, оказывающих влияние на ее воспламенение.

Большая вероятность аварийных ситуаций при ведении процессов получения наноматериалов обусловлена тем, что они, предположительно, протекают в области концентрационных пределов воспламенения, но данных об этом нет.

В связи с этим разработка новых устройств и методик для изучения критических условий распространения пламени в аэровзвесах наноматериалов продолжает оставаться актуальной.

Целью данной работы было оценить возможность использования известной методики по изучению критических условий распространения пламени в аэровзвесах наноматериалов при варьировании некоторых технологических факторов.

За основу экспериментальной установки было принято устройство [4, 5, 6] для определения критических условий распространения пламени в аэровзвесах. Само устройство и методика определения нуждались в доказательстве принципиальной возможности применения для подобных систем.

Изучаемым образцом явилось наножелезо, представляющее собой мелкодисперсный порошок серого цвета. Вторым образцом был порошок алюминия, который при получении был пассивирован в водородной среде. Проведенные исследования показали возможность изучения подобных материалов в моделируемых условиях. Исследования показали, что порошок наножелеза в состоянии аэровзвеси категоризируется как пожароопасное вещество, его концентрация составила 89 г/м^3 . В свою очередь порошок алюминия пассивированный в водороде горит при концентрациях в 40 г/м^3 .

На рисунке 1 представлены фотографии горения наножелеза которые показывают, что аэровзвесь при концентрации 100 г/м^3 горит в режиме газового горения, где в первую очередь горят наиболее мелкие частицы, а уже через $0,077 \text{ с}$ наблюдается горение более крупных частиц и через $0,154 \text{ с}$ горят уже более крупные фракции. Несомненно, что при наличии более крупных фракций времени индукции для их горения просто не хватит и они не будут участвовать в этом процессе.



Рис.1. Горение порошка наножелеза
а) начало горения б) горение через 0,077 с в) завершение горения 0,154 с

В результате проведенного исследования была установлена возможность исследования распространения пламени в аэрозвесьях наноматериалов с минимально критическими концентрациями пылевых взвесей и изменяемой температурой инициирующего источника зажигания.

Определены критические концентрации пылевых взвесей наноматериалов, по которым возможно распространение пламени. Было установлено, что порошок наножелеза в состоянии аэрозвеси категоризируется как пожароопасное вещество, его концентрация составила 89 г/м^3 . Порошок алюминия пассивированного в водороде в состоянии аэрозвеси категоризируется как взрывоопасное вещество, его концентрация составила 40 г/м^3 .

Список литературы:

1. Вольтер Б.В., Сальников И.Е. Устойчивость режимов работы химических реакторов. М.: Химия, 1981. 195 с.
2. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 127 с.
3. Обновленский П.А., Мусяков Л.А., Чельцов А.В. Системы защиты потенциально опасных процессов химической технологии. Л.: Химия, 1978. 224 с.
4. Патраков Ю.Ф., Сечин А.И., Сечин А.А. Методика экспериментального определения пределов распространения пламени по пылевоздушным смесям // Горный журнал. 2017. № 12. С. 87–90.
5. Сечин А.А., Патраков Ю.Ф., Сечин А.И. Об экспериментальном определении пределов распространения пламени по пылевоздушным системам // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2019. № 3. С. 168–172.