

## **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  $89 \text{ г/м}^3$ . В свою очередь порошок алюминия пассивированный в водороде горит при концентрациях в  $40 \text{ г/м}^3$ .

На рисунке 1 представлены фотографии горения наножелеза которые показывают, что аэровзвесь при концентрации  $100 \text{ г/м}^3$  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  $89 \text{ г/м}^3$ . Порошок алюминия пассивированного в водороде в состоянии аэрозвеси категоризируется как взрывоопасное вещество, его концентрация составила  $40 \text{ г/м}^3$ .

#### **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.