ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Меркулова А.В., Черунова И.В., Юдин А.Г., Лысов Д.В., Конюхов Ю.В., Костицина Е.В., Михайлов И.Ю., Миляева С.И., Чупрунов К.О.
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса», ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Активное воздействие ультразвукового колебания на вещество, обусловлено в большинстве случаев нелинейными эффектами в звуковом поле и широко используется в промышленных технологиях. Это ультразвуковые сушка и очистка поверхностей твердых тел, сварка и распыление жидкостей, диспергирование и эмульгирование, дегазация жидкости, ультразвуковые терапия и хирургия, кристаллизация и флотация под действием ультразвука и др. В промышленности ультразвук применяется для эмульгирования косметики и пищевых продуктов, для соединения пластиковых изделий, для резки металлов и крупномасштабной очистки различных поверхностей. Современный этап развития ультразвуковой техники характеризуется не только совершенствованием ранее разработанных способов, но и расширением числа новых областей применения ультразвука [1]. Сегодня ультразвук воздействует не только на макро и микро тела, но и на нанопорошки и наносистемы, изменяя их свойства.

В связи с этим представляет интерес исследование характера влияния ультразвукового воздействия на физико-химические свойства нанопорошков. В научном эксперименте, в качестве дисперсионных сред использовались технический спирт и ацетон технической чистоты, а в качестве образца для исследований – нанопорошок Fe с удельной поверхностью 5,10 м2/г, и содержанием кислорода 2,27 %. Анализ нанопорошка Fe до и после обработки проводили методами термогравиметрии и низкотемпературной адсорбции азота. В результате установлено, что ультразвуковая кавитация оказывает влияния на процесс формирования наночастиц при осаждении, при этом удается значительно сузить распределение частиц по размерам и уменьшить средний размер наночастиц конечного продукта. Ультразвуковое воздействие также может влиять на форму частиц, полученных химическим осаждением. В ходе экспериментов была показана возможность проведения реакции полимеризации под воздействием ультразвуковой кавитации. В процессе исследования были предложены технологические режимы получения нанопорошков для внедрения в технический текстиль. Положительный эффект ультразвукового воздействия на дисперсность нанопорошка никеля был подтвержден результатами рентгеноструктурного анализа, которые позволили определить средний размер кристаллитов и распределение их по размерам.

Установлено также, что в акустическом поле источником ударных волн являются кавитационные пузырьки [2]. Давление в возникающей ударной волне снижается достаточно быстро с удалением от места возникновения, однако на расстоянии 1 – 2 радиусов пузырька она еще достаточно мощная, чтобы разрушить практически любой материал. Применяя акустические колебания большой частоты и мощности, можно добиться кардинального изменения свойств акустической среды, что, в свою очередь может использоваться для обработки деталей машин, пленок, наноструктуированных материалов, нанопорошков и др.

На микрофотографиях сканирующего электронного микроскопа HITACHI TM 1000, полученных в ходе экспериментов, видно, что исходный порошок представляет собой агрегаты частиц оксида никеля неправильной формы, которые иногда достигают размеров до 5 – 7 мкм, а после обработки акустическими ударными волнами порошок равномерный, в котором практически отсутствуют агрегаты частиц более 2 – 3 мкм. Проведя анализ результатов эксперимента сделаны оценки качества обрабатываемых ультразвуком поверхностей наноструктуированных материалов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки России в рамках ФЦП по гранту № 14.B37.21.2057.

Литература

1. Кузнецов Д.М., Черунова Е.С., Черунова И.В., Куренова И.В. Оценка свойств проницаемости современных текстильных материалов // Швейная промышленность. – 2010. – № 6. – С.34-35.
2. Родионов В.П. Гидродинамика струйного истечения и явление кавитации в жидкости. – Краснодар, 2000. – 88с.