

Лекция 4. Криохимический метод синтеза наночастиц и наноматериалов

Криохимический способ получения нанодисперсных порошков протекает в результате кристаллизации растворов при криогенных температурах и последующем удалении растворителя.

Процесс получения наночастиц данным методом состоит из следующих стадий:

1. Приготовление раствора,
2. Распыление,
3. Замораживание капель,
4. Удаление растворителя из гранул,
5. Десублимация растворителя.

В качестве хладоагентов для замораживания капель наиболее часто используют жидкий азот ($T_{\text{кип}} = 77,3 \text{ K}$) или предельные углеводороды, например, гексан ($T_{\text{пл}} = 178 \text{ K}$).

Схема процесса изображена на рис. 1.

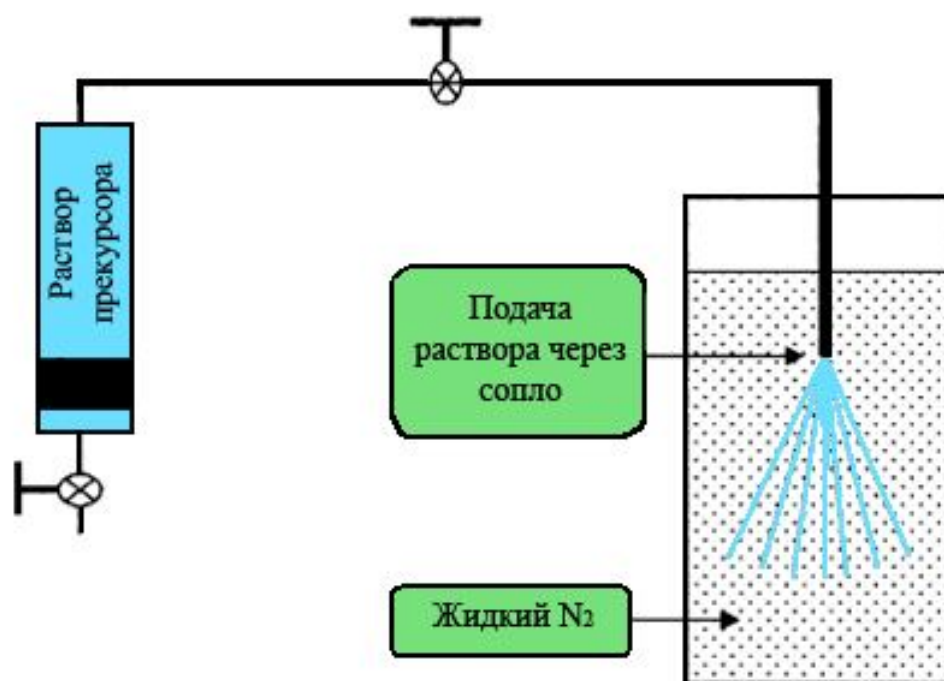


Рис. 1. Схема процесса распыления и замораживания в криогенном синтезе наноматериалов

Существует несколько способов удаления растворителя из замерзших капель:

- Сублимация растворителя,
- Криоэкстрагирование,
- Криоосаждение.

Если в результате замораживания образуется кристаллический продукт, то для удаления растворителя применяется сублимационная сушка.

Если образуется стеклообразный материал, то применяют криоэкстрагирование и криоосаждение.

На рис. 2 показаны микрофотографии оксида алюминия, синтезированного криохимическим методом.

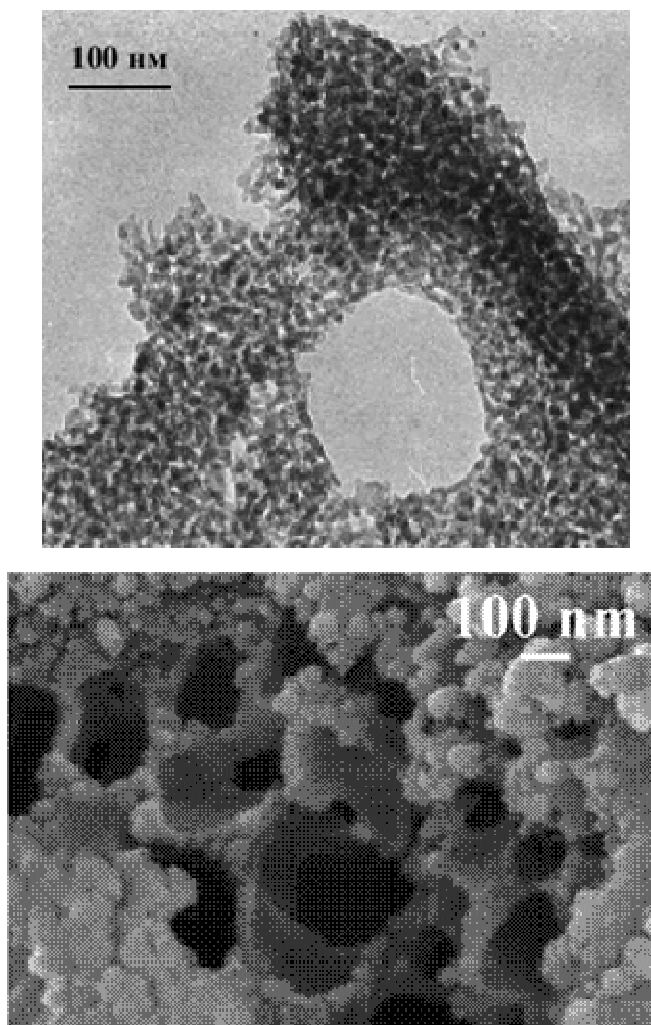


Рис. 2. Нанокристаллический Al_2O_3 , синтезированный криохимическим методом

Для увеличения степени кристаллизации гранул изменяют рН или состав раствора, вводят в раствор добавки, увеличивающие скорость зарождения центров кристаллизации.

Для интенсификации стеклования гранул используются криопротекторы - вещества, увеличивающие вязкость растворов и способствующие их переходу при быстром замораживании в стеклообразное состояние. К криопротекторам относятся, например, органические вещества, модифицирующие структуру исходного раствора и изменяющие механизм льдообразования. Наиболее распространенными криопротекторами являются глицерин, спирты (метанол, этанол и др.), полиэтиленоксиды, гликоли и т.д.

Основная литература

1. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006, 325 с.