

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ NaCl ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Макаревич¹ С.В., Григорьев^{1,2} А.С., Загузин¹ И.Ю., Юрьев¹ П.А.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор

¹НИ Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФЯО «Горно-химический комбинат», Красноярский край, г. [Железногорск](#), ул.Ленина, 53

E-mail: gos100@tpu.ru

Использование материалов, изотопный состав которых отличается от природного, в некоторых случаях может обуславливать существенное изменение потребительских свойств материалов различного применения. Расширению сферы применения изотопов препятствует высокая стоимость изотопной продукции. Поэтому актуально установление и изучение ранее не исследованных изотопных эффектов. Эти исследования направлены на разработку новых методов разделения стабильных изотопов или формирования структуры твердого тела с разными концентрациями изотопов. Последнее направление развивается как изотопная инженерия. При этом исходное сырье может иметь любой изотопный состав, в том числе природный.

Известно, что в твердых телах, содержащих двухкомпонентную смесь изотопов, неизбежно формируются кластеры из изотопов, обуславливающее изотопное разупорядочение. Это разупорядочение может изменить фоновую теплопроводность, электрофизические и другие свойства. Формирование изотопной сверхрешетки, упорядоченной структуры, содержащей моноизотопные области, также приводит к значительному изменению некоторых свойств кристаллов. Такая структура, например, будет иметь анизотропию теплопроводности и электропроводности. Поэтому в работе ставилась задача изучения особенностей роста кристаллов NaCl из пересыщенного водного раствора во внешнем постоянном магнитном поле.

Известны два основных способа поддержания заданной степени пересыщения, необходимой для непрерывного роста кристаллов: испарение растворителя и охлаждение раствора. Растворимость поваренной соли в воде незначительно зависит от температуры. Поэтому кристаллизацию проводили за счет вакуумного испарения воды. В вакуумных условиях кристаллизация протекает в результате адиабатического испарения части растворителя при пониженном давлении. При этом на испарение растворителя расходуется теплота раствора, что приводит к его охлаждению. Для получения необходимого количества кристаллов раствор, имеющий объем 300 мл, испаряли на 10%.

Магнитное поле изменяет скорость кристаллизации из водных растворов за счет формирования различия в скоростях спиновой динамики изотопов одного элемента. Очевидно, что кроме величины магнитного поля необходимо оптимизировать скорость кристаллизации, зависящей от температуры раствора, разряжения атмосферы над раствором.

Для проведения исследований по формированию обогащенных по изотопам слоев кристаллов NaCl из водных растворов, была разработана экспериментальная установка, содержащая следующие узлы: колба Бунзена с раствором NaCl; вытяжная установка, создающая давление 1 мм.рт.ст.; источник постоянного магнитного поля; вакуумметр. Пересыщенный раствор предварительно отстаивали для удаления нерастворимых примесей.

При кристаллизации, после заливки раствора, откачивали воздух из колбы до давления 20 мм рт.ст. При таком давлении колбу выдерживали в течении 30 мин. Далее давление уменьшали до 5 мм рт.ст. на все время кристаллизации. Вокруг кюветы периодически создавали постоянное магнитное поле в диапазоне 20-80 мТл в течении 30 мин. Магнитное воздействие повторяли через 30 мин кристаллизации без магнитного поля.

На дне колбы образовывались кристаллы правильной формы. Кристаллы неправильной формы также образовывались на стенках кюветы и на поверхности пересыщенного водного раствора. Через время, необходимое для испарения заданного количества растворителя, остаточный раствор сливали, а кристаллы промывали ацетоном и высушивали в вакууме. В дальнейшем определяли размеры кристаллов с помощью оптического микроскопа.

Установлено, что размеры кристаллов правильной формы, образовавшихся на дне кюветы без магнитного поля не превышают 1,5 мм. В магнитном поле образуется большое количество кристаллов размером более 50 мкм, а крупная фракция, наблюдаемая визуально, до 2 раз мельче, чем без поля. Такое отличие в размерах связано с увеличением скорости образования зародышей новой фазы. Поэтому вместо роста кристаллов происходит зарождение новых кристаллов. В докладе подробно анализируется и обосновываются причины наблюдаемых результатов.

Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.