

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПОВ $^{35}\text{Cl}/^{37}\text{Cl}$ ПО ОБЪЕМУ КРИСТАЛЛОВ NaCl , ВЫРАЩЕННЫХ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Макаревич¹ С.В., Григорьев^{1,2} А.С., Гамов¹ Д.Л., Роздольский¹ В.Г., Загузин¹ И.Ю.

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 обогащенных по изотопам материалов, в некоторых случаях, может дать существенный технологический или экономический эффект. Высокая стоимость изотопной продукции препятствует расширению сферы применения изотопов. Это обуславливает актуальность установления и изучения ранее не известных изотопных эффектов. Результаты таких исследования показывают перспективы использования новых методов разделения изотопов.

Известно, что атомы более тяжелых изотопов имеют меньший диаметр, чем легких. Это обуславливает изменения параметра кристаллической решетки при изотопном замещении. Энергия связи тяжелых изотопов также больше. В твердых телах, содержащих смесь более чем двух изотопов, неизбежно формируются кластеры из изотопов - изотопное разупорядочение, которое может изменить фоновую теплопроводность, электрофизические и другие свойства.

Формирование изотопной сверхрешетки, упорядоченной по изотопам структуры, содержащей моноизотопные области, также приводит к значительному изменению некоторых свойств кристаллов. Такая слоистая структура, например, будет иметь пространственную анизотропию в величинах теплопроводности и электропроводности. Поэтому в работе ставилась задача изучения особенностей распределения по объему изотопов хлора при росте кристаллов NaCl из пересыщенного водного раствора во внешнем постоянном магнитном поле.

Натрий является моноизотопным элементом, хлор представлен двумя изотопами: ^{35}Cl и ^{37}Cl в соотношении 75,8 : 24,2. Ядра обоих изотопов хлора, а также натрия имеют спин 3/2. При кристаллизации NaCl из водного раствора формируются кубические кристаллы правильной формы. Это существенно упрощает интерпретацию получаемых результатов.

Для формирования из водных растворов слоев кристаллов NaCl , обогащенных по изотопам хлора, была использована экспериментальная установка, содержащая следующие узлы: стеклянная колба Бунзена; вакуумная вытяжная установка, позволяющая создавать давление в колбе 1 мм.рт.ст.; источник постоянного магнитного поля; вакуумметр. Использовались две колбы с раствором NaCl . Установлено, что скорость испарения воды увеличивается при создании над поверхностью раствора потока газа. Поэтому на обеих колбах использовались натекатели.

Для кристаллизации использовали предварительно отстоянный пересыщенный раствор соли. После заливки раствора в колбы Бунзена и соединения вакуумной системы откачивали воздух из обеих колб до давления 20 мм рт.ст. При таком давлении колбы выдерживали в течении 30 мин. Далее давление уменьшали до 1 мм рт.ст. на все время кристаллизации. Вокруг одной из кювет периодически создавали постоянное магнитное поле величиной 20-80 мТл в течении 30 мин. Магнитное воздействие повторяли через 30 мин кристаллизации без магнитного поля.

На дне обеих колб образовывались кристаллы правильной формы. Кристаллы также образовывались на стенках кюветы и на поверхности пересыщенного раствора. Через время, необходимое для испарения 10% растворителя, остаточный раствор сливали, а кристаллы промывали ацетоном и высушивали. Изучали кристаллы со дна, для которых регистрировали размеры, спектры комбинационного рассеяния и рентгеновской дифракции.

Установлено, что размеры кристаллов, образовавшихся на дне кюветы без магнитного поля 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 обусловлено увеличением скорости образования зародышей новой фазы в магнитном поле - вместо роста кристаллов происходит зарождение ядер кристаллизации.

Спектры комбинационного рассеяния показывают, что в магнитном поле изменяется активность акустических и оптических фононных мод. Спектры рентгеновской дифракции показывают, что при некоторых величинах магнитного поля дифракционный максимум раздваивается. Это связано с наличием областей с разным изотопным составом.

В докладе подробно анализируются и обосновываются причины наблюдаемых результатов.

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