

## ПАРАМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ РАСТУЩЕГО ИЗ РАСТВОРА КРИСТАЛЛА В СЛАБОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Огородников С.А., Арыштаев С.А.

*Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор ТПУ  
Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: saol2@tpu.ru*

Понимание процессов, наблюдающихся при воздействии магнитного поля на кристаллизацию, имеет существенное значение для практических применений в различных областях. Это понимание может привести к созданию новых материалов с улучшенными свойствами и оптимизации процессов синтеза материалов. Особенно важно также разработать более эффективные методы управления химическими реакциями, происходящими на поверхности твердого тела, например, катализатора.

Нами исследуются условия для роста монокристаллов NaCl с различными изотопами хлора, протекающего в слабом постоянном магнитном поле. Переход частиц NaCl из раствора в кристалл сопровождается формированием ковалентных связей между Na и Cl хотя бы в одной точке контакта частицы NaCl с кристаллом. Однако формирование ковалентной химической связи, из-за закона сохранения суммарного спина, возможно только из синглетного состояния спинов неспаренных электронов взаимодействующих частиц. При столкновении радикалов состояние образующейся пары случайно. При наличии магнитного поля синглетным состояниям соответствует 25 % случаев столкновений, а триплетным – 75 %.

При столкновении с поверхностью кристалла молекула NaCl теряет избыточную энергию и переходит в сорбированное состояние. Если до времени появления сильной флуктуации тепловой энергии в месте контакта происходит конверсия триплетного состояния в синглетное, то NaCl формирует химическую связь и переходит в кристалл. При обратных условиях NaCl возвращается в раствор. Ядерный спин обоих изотопов хлора имеет значение  $3/2$ . Поэтому магнитный изотопный эффект определяется различием g-факторов изотопов. Известно, что g-факторы составляют:  $^{35}\text{Cl}$  – 168 мТл;  $^{37}\text{Cl}$  – 140 мТл. Поэтому магнитное поле действует на распределение изотопов хлора между раствором и кристаллом во встречном направлении относительно массового изотопного эффекта.

Если время триплет-синглетной конверсии спиновой пары для одного из изотопов больше, а для второго – меньше, чем время контакта

этих изотопов с поверхностью растущего кристалла, то изотопный эффект максимальный. При этом время конверсии зависит от индукции магнитного поля, а время контакта – от температуры. Поэтому суммарный изотопный эффект зависит от сочетания величин температуры раствора и индукции магнитного поля. В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований и обсуждаются причины наблюдающегося изотопного эффекта для различных сочетаний магнитной индукции и температуры.

## **ИЗОТОПНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗ РАСТВОРА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

*Арыштаев А.М.<sup>1</sup>, Огородников С.А.<sup>2</sup>*

*Научный руководитель: Мышкин В.Ф.<sup>2</sup>, д.ф.-м.н., профессор ТПУ*

*<sup>1</sup>ФГАО «ГХК», 662972 г. Железногорск, ул. Ленина, 53*

*<sup>2</sup>Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: ama33@tpu.ru*

В настоящее время очень активно ведутся разработки по получению изотопно-модифицированных материалов. Путем изменения изотопного состава можно добиться улучшения нужных свойств материалов. Существуют множество методов разделения, пригодные для получения изотопов всех элементов. Из-за высокой стоимости изотопно-модифицированных материалов актуальны исследования по разработке эффективных методов разделения изотопов различных элементов.

Известен магнитный изотопный эффект (МИЭ), связанный с формированием ковалентной химической связи между двумя свободными радикалами из раствора, находящегося в слабом постоянном магнитном поле. МИЭ не требует больших затрат энергии. Формирование кристаллов из растворов также сопровождается появлением новых химических связей. Поэтому следует ожидать проявление МИЭ в процессе кристаллизации. Задача исследования – установление МИЭ.

Экспериментальное исследование изотопных эффектов при кристаллизации в постоянном магнитном поле проводили на примере изотопного состава хлора в кристаллах NaCl, формируемых из водного раствора. Такие исследования на практике представляет собой сложную задачу, которая требует глубоких знаний физико-химических основ влияния магнитного поля на время триплет-синглетной конверсии спиновой пары для одного из изотопов, а также методик проведения исследований.