

При замене сахарозы другими сахарами или сахарозаменителями следует учитывать их растворимость и способность к кристаллизации. Следовательно, усилить гелевую структуру можно увеличением дозировки пектина. Важную роль оказывает степень измельчения сырья. Таким образом, чем выше степень диспергирования пектиносодержащего сырья, тем выше значение эффективной вязкости. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о возможности применения в качестве эффективного студнеобразователя – пектиновые вещества в виде измельченных ягод черники.

#### МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ЛЕГИРОВАННОГО МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИОБАТА ЛИТИЯ

<sup>1</sup>Кулешов Д.О., <sup>2</sup>Елизарова И.Р.

<sup>1</sup>Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, Апатиты;

<sup>2</sup>Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН, Апатиты, e-mail: elizarir@chemy.kolasc.net.ru

Разработка новых функциональных материалов и оптимизация их характеристик являются приоритетными направлениями российской науки. Монокристаллический ниобат лития (НЛ) применяется в электронике, акустоэлектронике, системах связи и автоматике. Требования, предъявляемые:

- 1) к чистоте диэлектрических материалов;
- 2) к однородности химического состава при введении в шихту легирующих примесных компонентов обуславливают необходимость использования аналитических методов контроля с низким порогом обнаружения и позволяющие проводить локальный анализ, в том числе послыйный.

Одним из перспективных методов, подходящих по этим критериям, является ЛА МС-ИСП (масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой и лазерным пробоотбором).

ЛА-МС-ИСП состава пластин НЛ в литературе практически не описан. Сведения качественного характера приведены в работе [1]. Авторы попытались исследовать распределение элементов в пластинах, легированных Er (~2,7 мас. %). Работа не содержит информации об оптимизации условий анализа и количественных результатах.

В представленной работе исследовались номинально чистые и легированные Mg, Er монокристаллы ниобата (предоставлены Бирюковой И.В., ИХТРЭМС КНЦ РАН) лития Z-среза, полученные методом Чохральского в воздушной атмосфере. Легирующая примесь (Mg, Er) вводилась в виде соответствующего оксида квалификации ос. ч. Различные способы введения легирующего компонента могут повлечь ликвации по нему в выращенном монокристалле.

Распределение примеси исследовалось масс-спектрометрическим методом (ELAN-9000 DRC-e, Perkin Elmer, США), локальный отбор пробы производили с применением установки лазерного пробоотбора UP-266 MACRO (New Wave Research, США). Излучение Nd:YAG (иттрий-алюминиевый гранат, легированный неодимом) с длиной волны 266 нм.

Эксперименты по определению взаимосвязи интенсивности аналитического сигнала и энергии излучения с диаметром аблятирующего лазерного пучка, частоты следования импульсов, мощностью лазерного излучения позволили уточнить параметры локального ЛА МС-ИСП анализа. Выбранные оптимальные режимы анализа позволили воспроизвести аттестованные значения концентрации аналитов

в SRM NIST 612. Значения RSD, % и  $\Delta$ , % составили соответственно 0,5–6,9 и 0,07–8,60 для Co, Cu, Dy, Er, Au, Nd, Ni, Sm, Ag, Th, Ce, Eu, Gd, La, Rb, U, Yb, B, K, Ti, Fe, Sr, Tl, Pb при использовании лазерного пучка  $\varnothing = 100$  мкм. Переход к 70 мкм приводил к увеличению  $\Delta$  до 15 %, что соответствует уровню погрешностей этого метода анализа.

Количественный анализ пластины НЛ, легированной Er, показал наличие градиента примеси, на отрезке 10000 мкм от центра поперечного среза кристалла к краю. В этом направлении концентрация примеси варьировалась от 2,45 до 1,40 мас. %.

Нами проведен анализ распределения Mg по срезу кристалла НЛ. Результаты представлены в таблице. Имеющиеся расхождения можно объяснить методическими различиями локального анализа и анализа усредненной по составу пробы.

#### Результаты количественного анализа Mg в НЛ

Область кристалла ниобата лития	Концентрация Mg, % мас.		
	ЛА-МС-ИСП	Химический метод анализа*	РФА*
Конус	0,83	0,55	0,61
Начало цилиндра	0,99	0,80	0,64
Цилиндр	0,73	0,68	0,75
Цилиндр	1,04	0,85	1,10

Примечание. \* анализ проведен Коротковой Г.В. и Щур Т.Е., ИХТРЭМС КНЦ РАН.

#### Список литературы

1. Палатников М.Н., Щербина О.Б. и др. // Исследования и разработки в области химии и технологии функциональных материалов: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Апатиты. Изд-во КНЦ РАН. – С. 173.

#### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ *n*-НИТРОФЕНОЛА И ВЫБОР РАСТВОРИТЕЛЯ

Мазаева А.О., Костенко Н.В., Зорина Г.И., Курунина Г.М., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт, филиал ГОУ ВПО ВолгГТУ Волжский, www.volpi.ru, e-mail: galinal@mail.ru, nikol-kostenko@yandex.ru

Рассматривая влияние растворителя, можно сделать вывод о воздействии природы среды на наблюдаемую скорость реакции и степень превращения. При этом, в зависимости от природы растворителя может изменяться не только константа скорости реакции. Влияние природы растворителя на скорость реакции исследовалось на примере реакций гидрирования *n*-нитротолуола в растворах этилового спирта, т.к. согласно литературным данным этиловый спирт является хорошим растворителем *n*-нитротолуола [1, 2].

Целью данной работы является термодинамический анализ реакции гидрирования *n*-нитрофенола (ПНФ) и выбор оптимального растворителя.

Был осуществлен термодинамический расчет константы равновесия вышеуказанной реакции. Расчеты изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса реакции проведены в интервале температур 285–305K по известным методикам с использованием эмпирических методов [3]. Результаты расчета представлены в таблице.

Из таблицы видно, что в выбранном интервале температур реакция термодинамически возможна, о чем свидетельствует величина энергии Гиббса и константа равновесия.

Используемый в данной работе потенциометрический метод изучения скорости гидрирования пред-

полагает наличие растворителя в системе. Так как *n*-нитрофенол практически не растворяется в воде, то провести процесс его гидрирования в водной среде не представилось возможным. Поэтому вначале необходимо было подобрать такой растворитель, в котором бы *n*-нитрофенол растворялся. В качестве растворителей использовали: изопропиловый и изоамиловый спирты.

T, K	$\Delta H_{г,г}^0$ кДж/моль	$\Delta S_{г,г}^0$ Дж/(моль·K)	$\Delta G_{г,г}^0$ кДж/моль	$K_p$
285	-607,46	-546,80	-451,64	$6,01 \cdot 10^{82}$
290	-607,53	-548,41	-448,5	$6,11 \cdot 10^{80}$
295	-607,96	-548,51	-446,15	$1 \cdot 10^{79}$
300	-608,21	-549,36	-446,70	$6,02 \cdot 10^{77}$
305	-608,47	-550,76	-440,64	$2,94 \cdot 10^{75}$

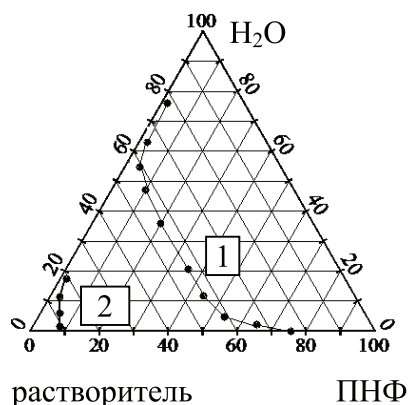
Методика определения взаимной растворимости системы «*n*-нитрофенол – вода – растворитель» заключалась в следующем. В колбах с притертыми пробками готовили двухкомпонентные системы из растворителя (5 мл) и *n*-нитрофенола, масса которого изменялась. Состав двухкомпонентной системы рассчитывался по формулам:

$$w(\text{ПНФ}) = \frac{m(\text{ПНФ})}{5 \text{ мл (р-ля)} + m(\text{ПНФ})} \cdot 100\%;$$

$$w(\text{р-ля}) = 100\% - w(\text{ПНФ}).$$

Растворы титровали из микробюретки дистиллированной водой до появления муты. После каждой добавленной капли колбу закрывали пробкой и тщательно встряхивали. Если муть, исчезающая при отстаивании, появляется при повторных встряхиваниях, это означало, что титрование окончено. Состав трехкомпонентной системы, отвечающий началу расщепления, рассчитывается по формуле:

$$w(\text{воды}) = \frac{m(\text{воды})}{5 \text{ мл(р-ля)} + m(\text{ПНФ}) + m(\text{воды})} \cdot 100\%$$



*n*-Нитрофенол хорошо растворяется в изопропиловом спирте и несколько хуже в изоамиловом спирте. По полученным данным строили график растворимости трехкомпонентной системы «*n*-нитрофенол – вода – растворитель», из которого видно, что изопропиловый спирт (1) имеет большую область растворимости по сравнению с изоамиловым спиртом (2). Поэтому для изучения реакции потенциометрическим методом был выбран изопропиловый спирт.

**Список литературы**

1. Бутов Г.М., Зорина Г.И., Курунина Г.М. Изучение влияния концентрации этилового спирта на скорость гидрирования *n*-нитротолуола на платиновых катализаторах, нанесенных на оксид

гадолиния // Изв. ВолгГТУ. Серия Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. – Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2009. – № 2. – С. 87-90.

2. Зорина Г.И., Курунина Г.М., Кочетков В.Г. Изучение кинетических характеристик реакции гидрирования *n*-нитротолуола в водно-спиртовой среде на 1% Pt катализаторах, нанесенных на оксиды редкоземельных элементов / Научный потенциал студенчества в XXI веке: материалы III Международной научной студенческой конференции. – Т.1. Естественные и точные науки, технические и прикладные науки. – Ставрополь, 2010. – С. 45.

3. Казанская А.С. Скобло В.А. Расчеты химических равновесий. Сборник примеров и задач: учебное пособие для вузов; под ред. Г.М. Панченкова. – М.: Высшая школа, 1974. – 359 с.

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАВНОВЕСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ ПРИ УДАЛЕНИИ СОЛЕЙ ВРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕАКТИВОВ**

Маланова Н.В., Косинцев В.И., А.И. Сечин А.И., Яворовский Н.А., Нгуен Х.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: chemy@mail2000.ru

Несмотря на обилие водоемов Западной Сибири, для водоснабжения используют, в основном, подземные воды, которые характеризуются большим значением жесткости, чем воды рек. Повышенная жесткость воды негативно сказывается на здоровье человека, ухудшает органолептические свойства воды, придает ей горьковатый вкус и оказывает отрицательное действие на органы пищеварения, суставы и сердечнососудистую систему человека. Кроме того, соли жесткости образуют малорастворимые соединения, откладывающиеся на стенках технологического оборудования. Образование прочных карбонатных отложений на поверхностях энергетического, теплообменного и нефтяного оборудования создает серьезные препятствия при их эксплуатации. Борьба с этим явлением – очень важная и актуальная проблема.

Для умягчения воды применяют различные методы: термические, реагентные, ионного обмена. При реагентной обработке ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  связываются в практически нерастворимые соединения с последующим их отделением в осветлителях и фильтрах [1].

В данной работе рассмотрен процесс удаления солей временной жесткости, а именно гидрокарбоната кальция, с применением водного раствора аммиака.

Рассмотрим ионные подвижности водных растворов в системах



**Таблица 1**  
Подвижности ионов в воде [2]

Катион	$\lambda_{\pm}$ , $\text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$	Анион	$\lambda_{\pm}$ , $\text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$
$\text{NH}_4^+$	73,5	$\text{OH}^-$	198,3
$\text{Ca}^{2+}$	59,5	$\text{HCO}_3^-$	44,5

Из табл. 1 следует, что подвижность ионов в системе « $\text{H}_2\text{O}-\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ » составляет  $755,38 \text{ см}^2/(\text{Ом} \cdot \text{г} \cdot \text{экв})$ , а в системе « $\text{H}_2\text{O}-\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2-\text{NH}_4\text{OH}$ » составляет  $1026,68 \text{ см}^2/(\text{Ом} \cdot \text{г} \cdot \text{экв})$ . Из представленных вычислений можно сделать вывод, что введение раствора аммиака увеличивает подвижность ионов водного раствора и возрастает, соответственно, вероятность выпадения карбоната кальция в осадок.

Эффективное решение проблемы устранения солей временной жесткости при добавлении щелочной загрузки возможно лишь на базе тщательного термодинамики и механизма образования