

устойчивые коллоидные соединения. Это населенные пункты в Александровском районе: Назино, Лукашкин Яр, Новоникольское, Октябрьское.

В населенных пунктах Верхнекетского района, в составе исходной воды также содержатся соединения кремния высокой концентрации, поэтому была применена дополнительная ступень водоочистки – коагуляция. В качестве коагулянта был применен Аква-аурат 30 («гидроксохлорид алюминия», «полиалюминия хлорид»), представляющий собой водный раствор основных солей хлорида алюминия. Через дозирующие устройства, коагулянт дозировался в приемные резервуары исходной воды – баки-реакторы – в соотношении 5–20 мг на 10 куб. м, при скорости дозирования 20–60 мл/мин. Концентрация коагулянта и скорость дозирования определялась

исходя из индивидуальных параметров исходной воды.

Дополнение безреагентной технологии водоочистки ступенью коагуляции через дозирующее устройство полностью оправдалась.

Безреагентные технологии водоочистки в условиях Западно-Сибирского региона показывают высокую эффективность. Но в случаях присутствия в исходных подземных водах устойчивых коллоидных соединений, содержащих высокую концентрацию гуминовых веществ, ионов железа и соединений кремния необходимо применение реагентного метода коагуляции с использованием коагулянта типа Аква Аурат.

Безреагентные методы электрокоагуляции экономически не оправданы в связи с высокой энергозатратностью метода и стоимостью электроэнергии в удаленных районах региона.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТОВ БАРИЯ, ИСПОЛЬЗУЯ ГИДРОСИЛИКАГЕЛЬ, ВЫДЕЛЕННЫЙ ИЗ СЕРПЕНТИНОВ

С.А. Меликян

Научный руководитель – д.х.н. Н.О. Зулумян

*Институт общей и неорганической химии НАН Республики Армения  
0051, Армения, г. Ереван, ул. Аргутяна 2-ой переулок, 10, Isahakyananna@yahoo.com*

Высокая химическая и термическая стабильность, структурное разнообразие делает силикаты бария ( $Ba_2SiO_4$ ,  $BaSiO_3$ ,  $BaSi_2O_5$ ,  $Ba_3SiO_5$ ,  $Ba_5Si_8O_4$ ) весьма привлекательным материалом при изготовлении люминофоров для светящихся диодов, флуоресцентных ламп, плазменных экранов и т.д. Одним из наиболее широко распространенных способов получения люминофоров на основе силикатов бария, в частности ортосиликата бария  $Ba_2SiO_4$ , является твердофазный многочасовой высокотемпературный синтез (1200 °С и выше), осуществляемый путем прямого взаимодействия карбоната бария  $BaCO_3$  с диоксидом кремния  $SiO_2$ . Предлагаются также двухстадийные способы, основанные на получении промежуточной твердой фазы в жидкой среде путем взаимодействия солей бария (нитрат  $Ba(NO_3)_2$  или хлорид бария  $BaCl_2$ ) с кремнеземсодержащими реагентами (силикагель, тетраэтоксисилан или силикат натрия  $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ ), обычно осуществляемые в гидротермальных условиях, и дальнейшем длительном обжиге полученных веществ. Следует отметить, что все эти способы отличаются тех-

нологической сложностью и требуют большие расходы энергии.

По новой методике из дегидратированных серпентинитов  $(Mg(Fe))_6[Si_4O_{10}](OH)_8$  выщелачивается гидросиликагель, содержащий до 5–8% кремнезема  $SiO_2$  [1]. В отличие от известных традиционных форм  $SiO_2$  он обладает высокой химической активностью, обусловленной низкой энергией разрыва силоксановых связей в Si–O–Si мостиках, что объясняется наличием ненасыщенных Si–O(Si) связей в его структуре [2]. Применение его в качестве исходного реагента позволило не только упростить методику получения некоторых веществ (корунда, кремния,  $\beta$ -воластонита), но и понизить температуру начала их твердофазного синтеза.

Данная работа посвящена исследованию взаимодействия между реагентами в системе  $SiO_2$ –NaOH– $BaCl_2$ – $H_2O$ , где в качестве кремнеземсодержащего реагента используется гидросиликагель, выделенный из серпентинитов.

Перемешивание в течение 1 ч кипящей водной суспензии, полученной добавлением раствора из гидроксида натрия NaOH и данного

гидросиликагеля к кипящему раствору хлорида бария  $BaCl_2$ , мольное соотношение которых  $SiO_2:NaOH:BaCl_2$  составляет 1:4:2, сопровождается образованием карбоната бария  $BaCO_3$  и незначительного количества кристаллогидрата силиката бария  $BaSiO_3 \cdot H_2O$ , который при нагреве до  $800^\circ C$  кристаллизуется в метасиликат бария  $BaSiO_3$ . Выдержка его при более высоких температурах не приводит ни к каким фазовым изменениям.

Если, наоборот, кипящий раствор  $BaCl_2$  добавить к смеси из гидросиликагеля и  $NaOH$ , то образуется  $BaH_2SiO_4$ , термообработка которого до  $700^\circ C$  приводит к разложению  $BaCO_3$  и переходу полученного соединения в аморфное состояние, а при  $800^\circ C$  уже формируются хорошо

кристаллизованные наноразмерные кристаллы ортосиликата бария  $Ba_2SiO_4$  и  $BaSiO_3$ .

Итак, применение гидросиликагеля, выделенного из серпентинового минерала, в качестве исходного реагента, позволяет не только синтезировать силикаты бария, включая ортосиликат бария, при относительно низких температурах ( $800\text{--}820^\circ C$ ), но и значительно упростить процедуру их получения, минуя стадию автоклавной обработки и сокращая длительность многочасового обжига.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного комитета по науке МОН РА в рамках научного проекта №16YR-1D025.

### Список литературы

1. Зулумян Н.О, Исаакян А.Р., Оганесян З.Г. // *Ж. прикл. Химии*, 2007.– Т.80.– №6.– С.1045–1047.
2. А.Р. Исаакян, А.А.Бегларян, П.А. Пирумян и др. // *Ж. физ. Химии*, 2011.– Т.85.– №1.– С.78–81.

## ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОТОНИРОВАНИЯ СЛОИСТОГО НИОБАТА КАЛИЯ, АТТЕСТАЦИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

А.М. Минеев

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.А. Кочетова

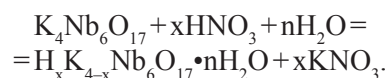
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира 19, Nadezhda.Kochetova@urfu.ru

Слоистые ниобаты щелочных и щелочно-земельных металлов представляют интересный класс соединений, особая структура которых обуславливает появление ряда функциональных свойств. Среди них высокая фотокаталитическая активность, оптические свойства, хорошая сорбционная способность [1, 2]. Также существует возможность ионообменных реакций, в частности, обмена катионов, располагающихся в межслоевом пространстве, на протоны [3], что может оказывать влияние на электрические свойства.

Целью настоящей работы было изучение условий протонирования гексаниобата калия  $K_4Nb_6O_{17}$ , получение протонированных форм различного состава  $H_xK_{4-x}Nb_6O_{17} \cdot nH_2O$  ( $x=0,5\text{--}4,0$ ,  $n=3, 4$ ), изучение их термических и электрических свойств.

Гексаниобат калия  $K_4Nb_6O_{17}$  получали твердофазным методом, выдерживая стехиометрическую смесь  $Nb_2O_5$  и  $K_2CO_3$  при  $1100^\circ C$  в

платиновом тигле в течение 10 часов с промежуточным перетирированием в среде этанола. Протонированные формы получали путем ионного обмена, выдерживая гексаниобат калия в растворах разбавленной азотной кислоты при  $60^\circ C$  и постоянном перемешивании. Условия подбирали путем варьирования концентрации раствора кислоты и времени выдержки. Реакция ионного обмена может быть записана в виде:



Максимальная степень протонирования достигалась при выдержке 5 дней в растворе с концентрацией 2 моль/л. Далее образцы были отделены от раствора центрифугированием и высушены под вакуумом. Отметим, что как  $K_4Nb_6O_{17}$ , так и протонированные формы склонны к гидратации, молекулы воды интеркалируются в межслоевое пространство.

Образцы были изучены методом рентгено-