

## Лаборатория керамического материаловедения важнейшие 2018

### **1. Синтезирована серия термически стабильных до 1500К допированных ниобатов висмута со структурой типа пирохлора со смешанной электронно-ионной проводимостью**

Синтезированы допированные ниобаты висмута  $\text{Bi}_{1.5}\text{Mg}_{1-x}\text{Li}_x\text{Nb}_{1.5}\text{O}_{7-\delta}$  ( $x \leq 0.50$ ) со структурой пирохлора методом сжигания нитрат-органических прекурсоров. Структура пирохлора  $\text{Bi}_{1.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Li}_{0.5}\text{Nb}_{1.5}\text{O}_{7-\delta}$  стабильна вплоть до температуры плавления ( $\sim 1500$  К) и может кристаллизоваться из расплава. С помощью структурного анализа и  $7\text{Li}$  ЯМР спектров установлено распределение атомов лития в позициях висмута в  $\text{Bi}_{1.5}\text{Mg}_{1-x}\text{Li}_x\text{Nb}_{1.5}\text{O}_{7-\delta}$  ( $x = 0.25, 0.50$ ). Допированные ниобаты висмута  $\text{Bi}_{1.5}\text{Mg}_{1-x}\text{Li}_x\text{Nb}_{1.5}\text{O}_{7-\delta}$  – смешанные проводники. Присутствует электронная (p-типа) и ионная (протонная при  $T \leq 800$  К, кислородная при  $T > 800$  К). Диэлектрическая константа  $\epsilon'$  для  $\text{Bi}_{1.5}\text{Mg}_{1-x}\text{Li}_x\text{Nb}_{1.5}\text{O}_{7-\delta}$  увеличивается от 85 ( $x = 0$ ) до 142 ( $x = 0.50$ ) при одинаковой величине  $\tan\delta \approx 0.002$  (1 МГц, 25 °С).

*Исполнители: н.с. к.х.н. Королева М.С., в.н.с. д.х.н. Пийр И.В.*

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

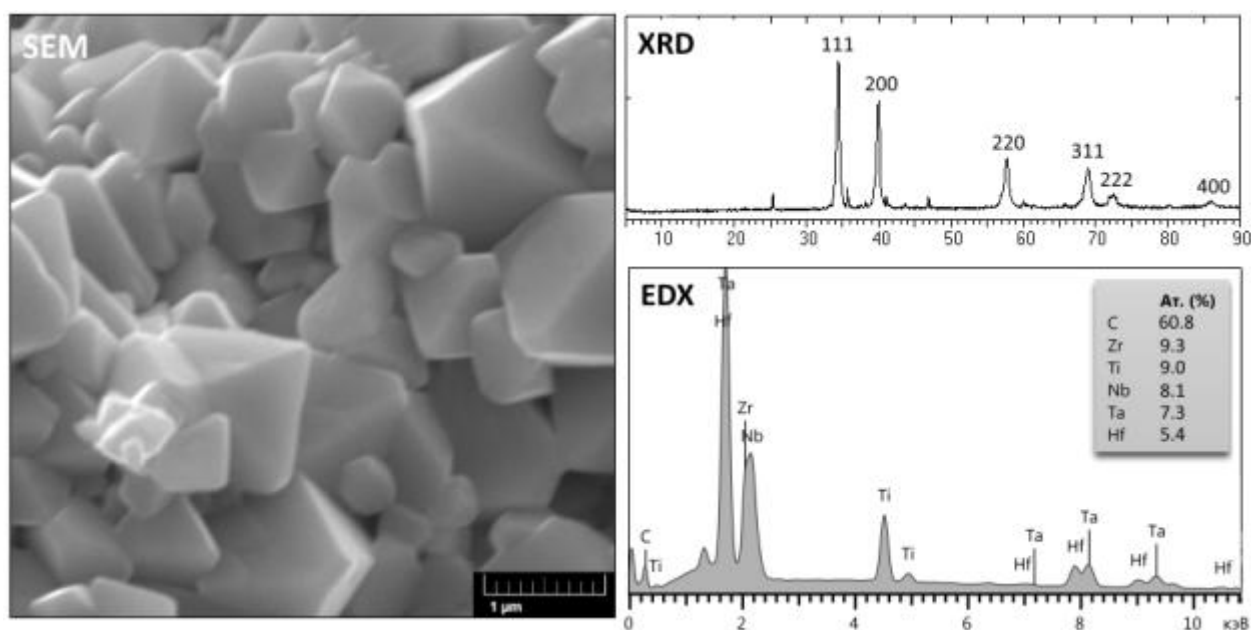
*Лаборатория керамического материаловедения*

*Зав. лаб. д.х.н. Рябков Ю.И.*

### **2. Методом вакуумного карбосиликотермического восстановления синтезирован высокоэнтропийный монокарбид $(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Hf}, \text{Nb}, \text{Ta})\text{C}$ со структурой каменной соли (структурный тип B1), содержащий в металлической подрешётке атомы пяти переходных металлов 4-й и 5-й групп в соотношении, близком к эквиатомному.**

Проведено исследование вакуумного карбосиликотермического восстановления порошковых смесей, содержащих оксиды переходных металлов 4-й и 5-й групп. При использовании комбинированного восстановителя, содержащего карбид кремния и углерод, из порошковой

смеси состава  $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2 + 0.5\text{Nb}_2\text{O}_5 + 0.5\text{Ta}_2\text{O}_5$  в результате термической обработки при  $1600\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 60 мин был синтезирован с выходом 85% высокоэнтропийный монокарбид со структурой каменной соли (структурный тип B1), параметр кристаллической решётки которого равен  $a = 0.45174\text{ нм}$ . Согласно данным EDX, химический состав карбида соответствовал формуле  $(\text{Ti}_{0.23}\text{Zr}_{0.24}\text{Hf}_{0.14}\text{Nb}_{0.21}\text{Ta}_{0.19})\text{C}$ . Следует ожидать, что в силу большого энтропийного вклада в термодинамические характеристики полученный карбид должен характеризоваться высокой термодинамической устойчивостью, особенно при повышенных температурах, а также низкой теплопроводностью и малым коэффициентом диффузии, что делает перспективным его использование в качестве материала для ультравысокотемпературных применений.



*Исполнители: Истомин П.В.к.х.н., Истомина Е.И.к.х.н., Надуткин А.В. к.т.н., Грасс В.Э.к.г.-м.н.).*

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*Лаборатория керамического материаловедения*

*Зав. лаб. д.х.н. Рябков Ю.И.*

**3. Проект 18-3-3-31**

Разработка комплекса ресурсосберегающих технологий переработки титанового сырья и создание новых материалов для преобразования и хранения энергии.

*Регистрационный номер: АААА-А18-118012490070-3*

Рук. Рябков Ю.И.

**Проведена сравнительная оценка традиционных методов обогащения титанооксидного сырья и обоснованы преимущества – эффективность и экологическая чистота метода силикотермической восстановительной обработки кремнийтитаноксидных минеральных смесей с целью выделения соединений титана для получения материалов для преобразования и хранения энергии.**

Исследованы процессы восстановления элементарным кремнием компонентов кварц-рутилового минерального сырья (на примере лейкоксенового концентрата (ЛК) Ярегского месторождения). Достигнута степень обескремнивания ЛК (содержание  $TiO_2$  увеличено от 29 мас.% (в исходной шихте) до 82 мас.%). Выполнен термодинамический расчёт констант равновесия  $K_i(T)$  для реакций силикотермического восстановления. Теоретически и экспериментально доказанная возможность реализации экологически чистых процессов выделения из минерального сырья соединений титана с последующей их трансформацией в оксидные соединения титана является обоснованием нового эффективного метода получения сырья для синтеза титанатов - материалов для преобразования и хранения энергии.