

Как видно из приведенных данных, водопоглощение, плотность и открытая пористость образцов зависят не только от температуры спекания, но и от давления прессования изделий. Открытая пористость и водопоглощение постепенно уменьшаются с увеличением температуры обжига до 1200 °С.

Прочностные характеристики керамики зависят не только от общей пористости, но и от размера пор, равномерности их распределения в объеме изделия, а также от фазового состава синтезированного материала. Механическая прочность образцов (при изгибе), полученных на основе исследуемой системы и обожженных при температуре 1200 °С, находится в пределах 39,07—52,36 МПа.

Повышение механической прочности материалов обусловлено интенсификацией процессов формирования кристаллических фаз, обеспечивающих высокие физико-технические свойства; протекающими в керамике физико-химическими преобразованиями: полиморфизмом, вызывающего значительные объемные изменения в материале, а также увеличением количества образующегося при термообработке расплава и снижения его вязкости с увеличением температуры синтеза, которые способствуют заполнению пустот, свободного пространства между зернами и существующих пор, при этом благоприятно влияя на цементирование керамической матрицы и формирование более плотной и прочной структуры после завершения процесса обжига.

На основании проведенных исследований установлено влияние давления прессования и температуры обжига на показатели свойств синтезированной керамики. Установлено, что оптимальное давление прессования подобных материалов должно составлять 20 МПа, а температура обжига 1100—1150 °С.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЛАНТАНОСОДЕРЖАЩИХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ФЕРРИТА ВИСМУТА СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА

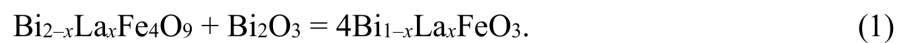
Д.В. Зиневич, К.В. Поддубская, А.А. Глинская, Г.П. Дудчик, И.А. Великанова

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь; dudchik@belstu.by

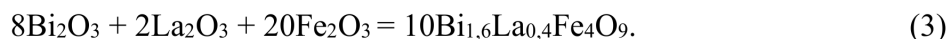
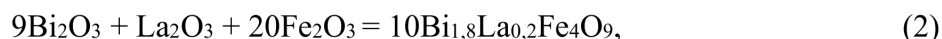
Цель исследований — разработка метода синтеза твердых растворов со структурой перовскита на основе феррита висмута BiFeO_3 , в котором ионы Bi^{3+} изовалентно замещены ионами лантана La^{3+} и которые не содержат примесных фаз — антиферромагнитной фазы муллита $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ и парамагнитной фазы силленита $\text{Bi}_{25}\text{FeO}_{39}$.

Известно, что сложные оксиды на основе феррита висмута BiFeO_3 проявляют магнитоэлектрический эффект — уникальное свойство, позволяющее рассматривать их в качестве перспективных материалов для создания высокоэффективных устройств записи, считывания и хранения информации путем преобразования магнитного упорядочения или разупорядочения в электрический сигнал [1—6]. Однако синтез подобных соединений, называемых сегнетомагнетиками или мультиферроиками, путем взаимодействия соответствующих оксидов (в нашем случае оксидов висмута Bi_2O_3 , железа Fe_2O_3 и лантана La_2O_3) существенно осложняется рядом факторов, связанных с особенностями химических свойств оксида висмута, что не позволяет получать беспримесные твердые растворы типа $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$. В связи с этим в данной работе был проведен поиск и отбор других исходных реагентов для синтеза, так называемых прекурсоров, или предшественников, установление оптимальных температурно-временных режимов синтеза лантанзамещенного феррита висмута и изучение его свойств.

Наиболее оптимальным оказался разработанный нами метод синтеза замещенного феррита висмута $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0,05; 0,1$) путем твердофазного взаимодействия твердых растворов на основе муллита $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ состава $\text{Bi}_{2-x}\text{La}_x\text{Fe}_4\text{O}_9$ ($x = 0,2; 0,4$) и оксида висмута Bi_2O_3 по реакции (1):



Соответствующие твердые растворы прекурсоров на основе муллита синтезировались предварительно из оксидов висмута Bi_2O_3 , лантана La_2O_3 и железа Fe_2O_3 высокой степени чистоты (квалификация «х.ч.») по реакциям (2–3) в соответствии с методикой, описанной в [7]:



Идентификация синтезированных образцов прекурсоров и конечных продуктов синтеза — твердых растворов на основе феррита висмута BiFeO_3 проводилась путем рентгенофазового анализа.

Определены оптимальные температуры и время обжига исходных смесей. Для синтеза однофазных поликристаллических образцов замещенного мультиферроика состава $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$ оптимальными условиями термообработки смеси оксида висмута и прекурсора $\text{Bi}_{1,8}\text{La}_{0,2}\text{Fe}_4\text{O}_9$ является температура 900°C при времени обжига 4 ч. Для синтеза однофазного замещенного мультиферроика состава $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ из прекурсора $\text{Bi}_{1,6}\text{La}_{0,4}\text{Fe}_4\text{O}_9$ и оксида висмута наиболее оптимальной является температура 900°C при менее продолжительном времени обжига — 30 мин.

Данные рентгенофазового анализа и ИК-спектры поглощения синтезированных образцов $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ свидетельствуют об образовании твердых растворов с ромбоэдрически искаженной структурой перовскита. Кроме того, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что разработанный нами метод твердофазного синтеза замещенных мультиферроиков на основе феррита висмута приводит к получению однофазных поликристаллических образцов, свободных от присутствия нежелательных примесей муллита и силленита.

Результаты измерения электропроводности твердых растворов мультиферроиков представлены на рис. 1.

Удельная электропроводность σ образцов твердых растворов составов $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$ при увеличении температуры от 300 до 1100 К возрастает. Например, при $T = 850$ К для BiFeO_3 удельная электропроводность $\sigma = 1,77$ мСм/см, а для $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$ $\sigma = 2,14$ мСм/см. Увеличение электропроводности с ростом температуры свидетельствует о том, что исследуемые твердые растворы являются полупроводниками p -типа.

По линейным участкам зависимостей $\ln\sigma$ от $1/T$ были определены значения энергии активации электропроводности E_A . В интервале температур 700—1000 К величина E_A составила 11,5—17,1 эВ для твердых растворов $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$, в интервале температур 360—520 К величина E_A для твердых растворов $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$ составила 1,5—2,0 эВ.

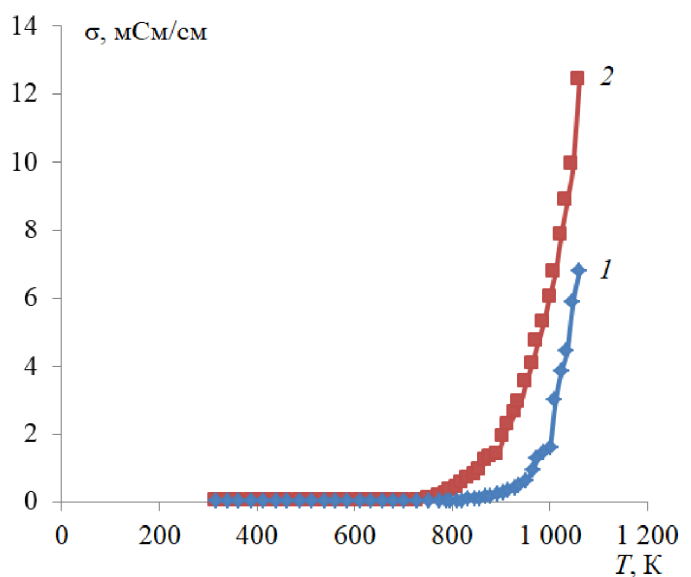


Рис. 1. Температурная зависимость удельной электропроводности твердых растворов: 1 — $\text{Bi}_{0,9}\text{La}_{0,1}\text{FeO}_3$ ($T = 900^\circ\text{C}$, $t = 0,5$ ч); 2 — $\text{Bi}_{0,95}\text{La}_{0,05}\text{FeO}_3$ ($T = 900^\circ\text{C}$, $t = 4$ ч)

1. Макоед И. И. Получение и физические свойства мультиферроиков. – Брест: БрГУ. – 2009.
2. Wang J. [et al.] Epitaxial BiFeO_3 multiferroic thin film heterostructures // Science. – 2003 (299), 1719–1722.

3. Звездин А. К., Пятаков А. П. Фазовые переходы и гигантский магнитоэлектрический эффект в мультиферроиках // Успехи физических наук. – 2004 (174), № 4, 465–470.
4. Wang J. [et al.] Room-temperature saturated ferroelectric polarization in BiFeO₃ ceramics synthesized by rapid liquid phase sintering // Appl. Phys. Lett. – 2004 (84), No. 10, 1731–1733.
5. Пятаков А. П., Звездин А. К. Магнитоэлектрические материалы и мультиферроики // Успехи физических наук. – 2012 (182), № 6, 593–620.
6. Затюпо А. А. Физико-химические свойства твердых растворов на основе феррита висмута и кобальтитов, галлатов лантана, самария со структурой перовскита: дис...канд. хим. наук: 02.00.21, 02.00.04. Минск, 2013, 190 с.
7. Башкиров Л. А., Глинская А. А., Великанова И. А., Дудчик Г. П. Синтез новых мультиферроиков на основе феррита висмута BiFeO₃ со структурой перовскита с использованием в качестве прекурсоров ферритов висмута других структур // Труды БГТУ. – 2017 (2): Химические технологии, биотехнология, геоэкология, № 2, 42–48.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ И СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.Э. Икрамова^{1,2}, С.С. Негматов^{1,2}, К.С. Негматова^{1,2}, К.Т. Тухтаев³,
Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов^{1,2}, Н.А. Кенжаев

¹Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт», Узбекистан

²Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова, Узбекистан,

³АО «Узбекнефтегаз», Узбекистан

Известно, что для Республики Узбекистан особо важное экономическое значение имеет интенсификация и развитие нефтегазовой промышленности.

С каждым годом увеличивается добыча и переработка нефтегазовой продукции. В свою очередь, интенсификация добычи нефти и газа и качественное бурение скважин требует буровые растворы в большом количестве, для чего, в свою очередь, требуется пресная вода [1].

Бурение нефтяных и газовых скважин на площадях Узбекистана проводится как в нормальных, так и в осложненных геологических условиях. Геологическое строение разбуриваемых площадей, глубина залегания продуктивных горизонтов, а также различие пластовых давлений и наличие зон осложнений требуют качественного и целенаправленного бурения [2].

В Республике Узбекистан наиболее значительными месторождениями минерализованных пластовых вод являются — Газлинское, Кандымское, Зевардинское, Култаское, Шуртанское, Шапахтинское, Акчалакское месторождения [2].

В настоящее время разработано и используется большое количество рецептов буровых растворов, отличающихся по виду дисперсионной среды и дисперсионной фазы. Важнейшая особенность любого бурового раствора заключается в том, что взаимодействие между раствором и разбуриваемой породой должно оказывать минимальное воздействие на механические свойства пород. Это существенное требование для того, чтобы сохранить номинальный диаметр скважины и успешно закончить бурение.

Как правило, качество буровых растворов существенно зависит от состава и структуры применяемых химических реагентов. Следует отметить, что химические реагенты, применяемые в настоящее время для бурения скважин в осложненных геологических условиях Узбекистана, недостаточно эффективны и весьма дорогие [3].

Вышеотмеченное настоятельно требует разработки и освоения технологий получения высокоэффективных, импортозамещающих и экспортоориентированных, более дешевых композиционных химических реагентов для обработки буровых растворов с использованием как органических, так и неорганических ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств, что является актуальной проблемой.

В связи с этим, целью данной работы является разработка новых эффективных стабилизированных буровых растворов, применяемых при бурении нефтегазовых скважин, в частности в ДП «Устюртское УРБ», АК «Узгеобурнефтегаз» Каракалпакстана.