

Дударева Марина Олеговна

аспирант

Новолодская Диана Владиславовна

студентка

Научный руководитель

Козлова Ирина Васильевна

канд. техн. наук, доцент

НИУ «Московский государственный строительный университет»

г. Москва

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

ПЕРОВСКИТНЫХ СТРУКТУР

Аннотация: рассмотрены варианты внедрения перовскитных соединений с различной степенью катионных замещений в структуру материалов для разработки приборов с повышенными пьезоэлектрическими и электрооптическими свойствами; элементов солнечных батарей с более высоким КПД по сравнению с традиционными кремниевыми модулями; цементных составов, обеспечивающих самоочищение поверхностей за счет повышения фотокаталитических свойств.

Ключевые слова: перовскитная структура, сегнетоэлектрики, фазы Ауривиллиуса, модифицирование, фотокатализ.

На современном этапе развития науки и техники перед исследователями стоит важная задача поиска и получения новых функциональных материалов и соединений, способных придать улучшенные характеристики существующим традиционным материалам и повысить их эксплуатационных показатели. К таким соединениям можно отнести минерал перовскит с химической формулой CaTiO_3 , строение которого можно описать как идеализированную кубическую ячейку, в вершинах которой расположены атомы кальция, в центре – атом титана, атомы занимают положения в центрах граней куба. К перовскитоподобным кристаллам принято относить такие соединения, в структурах которых сохраняется важнейшая черта перовскита: каркасы, слои или квадратные сетки из

связанных вершинами октаэдров BX_6 , пирамид BX_5 и квадратов BX_4 [1]. Данные особенности строения перовскитоподобных соединений определяют разнообразие присущих им свойств. Важно отметить перспективу создания наноматериалов на основе перовскитных соединений с различной степенью катионных замещений, что значительно расширяет спектр их свойств.

В первую очередь соединения с искаженной перовскитной структурой изучались в качестве сегнетоэлектриков, и активно применяются в электротехническом материаловедении для создания приборов с пьезоэлектрическими и электрооптическими свойствами, в области микроэлектроники и телекоммуникаций, создании компьютерной памяти нового поколения, инфракрасных детекторов, ионных проводников [2; 3; 4].

В настоящее время область исследования и применения перовскитоподобных соединений и материалов на его основе значительно расширилась.

Ведутся активные разработки элементов солнечных батарей с перовскитным покрытием как альтернатива традиционным кремниевым панелям. Новые фотоэлементы обладают большим КПД (предположительно, приближающегося к 40% против 20% для кремниевых модулей), что позволит снизить их стоимость и упростить производство [5].

Активно изучаются фотокатализитические свойства наноразмерных слоистых перовскитоподобных висмутсодержащих оксидов со структурой фаз Ауривиллиуса, ($Bi_4Ti_3O_{12}$, Bi_2SiO_5), которые могут проявить лучшие каталитические свойства в сравнении с традиционным оксидом титана. Применение TiO_2 ограничивается достаточной широкой запрещенной зоной 3,2 эВ, что определяет основную долю поглощения в УФ-диапазоне менее 400 нм [6]. Фотокатализ нашел применение как деструктивный метод очистки от органических загрязнителей до CO_2 и H_2O , что может найти применение в строительном материаловедении при производстве составов для самоочищающихся поверхностей [7; 8]. Модифицирование цементных систем нанодисперсными перовскитными частицами, возможно, могло бы повлиять на структурообразование в цементной матрице,

ускоряя процесс образования гидросиликатов кальция, и, следовательно, вызывая формирование более плотного и прочного цементного камня.

Интересной для изучения является возможность интеркаляции – реакции обратимого внедрения частиц в межслоевое пространство слоистых оксидов со структурой фаз Раддлсдена-Поппера и Диона-Якобсона, в составе которой имеются перовскитные блоки. Процесс введения в состав данных фаз крупных органических молекул при определенных условиях сопровождается образованием суспензии, в которой перовскитные нанослои могут коагулировать, образуя рыхлую структуру с развитой поверхностью. Возможно целенаправленное осаждение перовскитных монослоев из суспензии на твердую подложку, что является перспективным методом разработки нанесения функциональных покрытий [9; 10; 11].

Таким образом, можно отметить перспективность перовскитных структур для получения различных добавок, которые могут значительно улучшить характеристики существующих материалов и придать им новые полезные свойства.

Список литературы

1. Александров К.С. Иерархия перовскитоподобных кристаллов / К.С. Александров, Б.В. Безносиков // Физика твердого тела. – 1997. – Т.39. – №5.
2. Секущин Н.А. Электрохимические свойства железосодержащих титанатов висмута со структурой слоистого перовскита / Н.А. Секущин, М.С. Королева, И.В. Пийр // Электрохимия. – 2015. – Т. 51. – №9. – С. 930–936.
3. Клындюк А.И. Синтез и свойства титаната лантанзамещенного висмута со структурой фаз Ауривиллиуса / А.И. Клындюк, А.А. Глинская, Е.А. Чижова, Л.А. Башкиров // Огнеупоры и техническая керамика. – 2017. – №1–2. – С. 29–33.
4. Калева Г.М. Синтез, микроструктура, диэлектрические и сегнетоэлектрические свойства керамики (Na, Bi, K) TiO₃ / Г.М. Калева, Е.Д. Политова, А.В. Мосунов, С.Ю. Стефанович [и др.]. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. – №7. – С.18–22.

5. Антонова Е.А. Повышение эффективности солнечных батарей нового поколения за счет использования новых материалов и их гибридизации / Е.А. Антонова, С.В. Горячев // Вестник КРСУ. – 2019. – Т.19. – №8.
6. Водянкин А.А. Синтез и фотокаталитические свойства материалов на основе силикатов висмута/ А.А. Водянкин, И.П. Ушаков, Ю.А. Белик, О.В. Водянкина // Кинетика и катализ. – 2017. – Т 58. – №5. – С. 606–613.
7. Тюкавкина В.В. Структура цементного камня, модифицированного нанодисперсной титаносодержащей добавкой / В.В. Тюкавкина, А.В. Цырятъева // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2019. -16. – С. 597–601.
8. Антоненко М.В. Фотокаталитически активные самоочищающиеся материалы на основе цемента. Составы, свойства, применение / М.В. Антоненко, Ю.Н. Огурцова, В.В. Строкова, Е.Н. Губарева // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. – №3. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-3-16-25.
9. Родионов И.А. Фотокаталитическая активность слоистых перовскитоподобных оксидов в практически значимых химических реакциях / И.А. Родионов, И.А. Зверева // Успехи химии. – 2016. – 85 (3). – С. 248–279. DOI: <https://doi.org/10.1070/RCR4547>.
10. Bizeto M.A. Layered H₂K₂Nb₆O₁₇ exfoliation promoted by nbutylamine / M. A. Bizeto, V. R. L. Constantino // Mater. Res. Bull.. – 2004. – Vol. 39. – №12. – pp. 1811–1820.
11. Зверева И.А. Ионообменные реакции в структуре перовскитоподобных слоистых оксидов / И.А. Зверева, О.И. Силюков, М.В. Числов // Журнал общей химии. – 2011. – Т.81. – вып.7. – С. 1089–1091.