

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОПАНТА (Eu/Nd) НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИГИДРОКСИДА ИТТРИЯ

**А.В. Буланова, В.В. Авдин, В.В. Полозова, Л.А. Сидоренкова,
К.А. Безбородов, А.В. Уржумова, М.С. Головин, А.И. Зорина**
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В работе изучено влияние концентрации европия и неодима, добавленных в виде соли, при синтезе оксигидроксида иттрия из нитрата иттрия по золь-гель технологии, на его физико-химические свойства. Методом синхронного термического анализа установлено, что ионы европия и неодима по-разному взаимодействуют с оксигидроксидом иттрия, но в обоих случаях происходит усложнение кривых термического анализа и масс-спектрометрии газообразных продуктов термолита (записанных в режиме мониторинга 18, 30 и 44 м. ч.). Определено, что европий и неодим влияют не только на фазовый состав и люминесцентные свойства, но и на осаждение оксигидроксида иттрия. Для неодима наблюдается меньшее его содержание в осадке, чем было в исходном растворе, для европия характерна другая тенденция и его количество в осадке больше нежели в растворе, то есть он препятствует переходу в твёрдую фазу полимерных частиц оксигидроксида иттрия. Методом рентгено-фазового анализа выявлено смещение пиков на дифрактограммах относительно недопированного оксигидроксида иттрия на $5...7^\circ$, что свидетельствует о частичном внедрении допантов в кристаллические образования оксигидроксида иттрия. Методами энергодисперсионного анализа и сканирующей электронной микроскопии установлено, что оба допанта равномерно распределены по матрице образцов. Образцы, допированные неодимом, образуют крупные частицы, а оксигидроксиды, допированные европием, – мелкодисперсные сферические или слоистые частицы (в зависимости от количества допанта). Образцы обладают люминесценцией в ультрафиолетовом диапазоне с максимумом около 300 нм и могут быть применены в качестве люминофоров в эритемных лампах.

Ключевые слова: оксигидроксид иттрия, допирование европием, допирование неодимом, золь-гель метод, люминесценция, рентгенофазовый порошковый анализ, сканирующая электронная микроскопия, картирование распределения элементов, синхронный термический анализ, масс-спектрометрия газообразных продуктов термолита.

Введение

Материалы на основе редкоземельных элементов (РЗЭ) и особенно люминофоры относятся к наиболее изучаемым материалам, которым посвящено множество исследований [1–5]. В литературе представлены результаты исследований, в которых показано, что люминофоры с наноразмерными частицами могут проявлять более высокую люминесцентную эффективность, улучшать разрешение изображений при освещении и отображении [6, 7]. Одним из важнейших допированных соединений является $Y_2O_3:Eu_2O_3$, так как он находит применение в различных технических устройствах, таких как плазменные панели или люминесцентные лампы [8]. В целом РЗЭ находят всё большее применение в современной технике. При этом РЗЭ являются невозобновляемым ресурсом. В 2010 и 2014 годах Европейский Союз объявил, что РЗЭ имеют самый высокий риск поставок для общества [9], что требует от современного общества более рационального их использования. Способами рационального использования РЗЭ являются подбор концентраций РЗЭ в материалах и оптимизация методов их получения. В литературе описано большое количество методов получения допированного оксида иттрия в порошковых образцах с особыми характеристиками: твердофазные реакции разложения [10], гомогенное осаждение [11], гидротермальная обработка [12–15], золь-гель метод Печини [16, 17], метод электроспиннинга [18]. В данной работе проведены исследования оксигидроксида иттрия, допированного ионами европия и неодима, полученного золь-гель методом. Исследовано влияние концентрации солей-допантов на встраивание в матрицу оксигидроксида иттрия и на физико-химические свойства полученных материалов.

Экспериментальная часть

Для получения раствора нитрата иттрия оксид иттрия растворяли в концентрированной азотной кислоте (65 % масс.). Концентрация нитрата иттрия в готовом растворе составила 0,1 моль/л. Для приготовления растворов допантов использовали ацетат европия и нитрат неодима. Концентрация растворов для допирования составляла 0,3 моль/л. В качестве гидролитического агента был использован раствор гидроксида натрия с концентрацией 1,0 моль/л. Все реактивы имели квалификацию ХЧ и не подвергались дополнительной очистке перед применением.

Синтез проведён с использованием золь-гель технологии [19]. К раствору нитрата иттрия перед проведением гидролиза добавляли раствор допанта в количестве 1,0; 5,0; 10,0 и 15,0 % об. (смешивали нитрат иттрия и допант в соотношениях: 49,5 и 0,5 мл, 47,5 и 2,5 мл, 45 и 5 мл, а также 42,5 и 7,5 мл). Образцы обозначили соответственно Eu1, Eu5, Eu10, Eu15, Nd1, Nd5, Nd10, Nd15. В тех же условиях синтезировали оксигидроксид иттрия без допанта (обозначен Y). Мольные концентрации допантов составили 2,97, 13,8, 25,2 и 34,8 % мол., что близко к значениям, при которых, согласно работе [20], допированные европием образцы оксида иттрия обладают максимальной люминесценцией. В полученный раствор вводили гидролитический агент до pH 9,0. Время введения гидролитического агента составило 5 мин. Синтез проводился при комнатной температуре. Полученный гель подвергался созреванию в течение 24 ч в маточном растворе. После созревания гель декантировали и пятикратно отмывали – заливали дистиллированной водой, интенсивно встряхивали в течение минуты, затем центрифугировали при частоте вращения 9000 об/мин в течение 2 мин. В предварительных экспериментах установили, что такие условия отмывки гарантируют получение отрицательной реакции на противоионы в фугате. Полученный осадок высушивали в вакуумном шкафу при давлении 8 мБар и температуре 70 °С.

Спектрофотометрические характеристики образцов получены на спектрофотометре ультрафиолетового и видимого диапазона Shimadzu UV-2700. Рентгенофазовый анализ (РФА) проведён при помощи порошкового рентгеновского дифрактометра Rigaku Ultima IV с использованием излучения $\text{CuK}\alpha$ (1,5405929 Å). Исследования морфологии и определение элементного состава выполняли на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-7001F с приставкой EDS Oxford INCA X-max 80.

Термический анализ и масс-спектрометрия газообразных продуктов термолитического разложения (ТГ-ДСК-МС) проведены на синхронном термоанализаторе Netzsch STA 449C «Jupiter» (ТГ-ДСК), совмещённым с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C «Aeolus». Нагревание проводилось в атмосфере аргона со скоростью 10 К/мин, в интервале температур 30...1200 °С с предварительной отдувкой образца в печи термоанализатора в течение 2 часов в атмосфере аргона при температуре 30 °С. Масса навески образцов составляла около 5 мг (зависимости строили для относительно изменения массы, %). Масс-спектрометры записаны в режиме мониторинга трёх массовых чисел: 18 (H_2O), 30 (NO) и 44 (CO_2) – газов, выделяющихся при термолитическом разложении продуктов гидролиза нитрата иттрия [21].

Физико-химические исследования проведены на оборудовании научно-образовательного центра «Нанотехнологии» Южно-Уральского государственного университета.

Обсуждение результатов

На рис. 1 представлены спектры образцов, записанные в режиме диффузного отражения с антибликовой плёнкой. Образцы имеют визуально белый цвет, поэтому все линии лежат выше 100 %, что свидетельствует о люминесценции. Судя по графикам, образцы люминесцируют с максимумом около 300 нм, что несколько выше, чем в аналогичных образцах, полученных гидротермальным методом [20]. Максимум несколько смещается в зависимости от содержания допанта, особенно в образцах, содержащих неодим. Люминесценция для обоих допантов примерно одинаковая, но у образцов, содержащих неодим, часть излучения наблюдается ближе к видимой области, чем у оксигидроксидов, допированных европием (за исключением образца Eu15). Поэтому при визуальном наблюдении люминесценции под ультрафиолетовой лампой (применяемой для проведения тонкослойной хроматографии) образцы, допированные неодимом, выглядят более яркими, чем образцы, допированные европием (рис. 2).

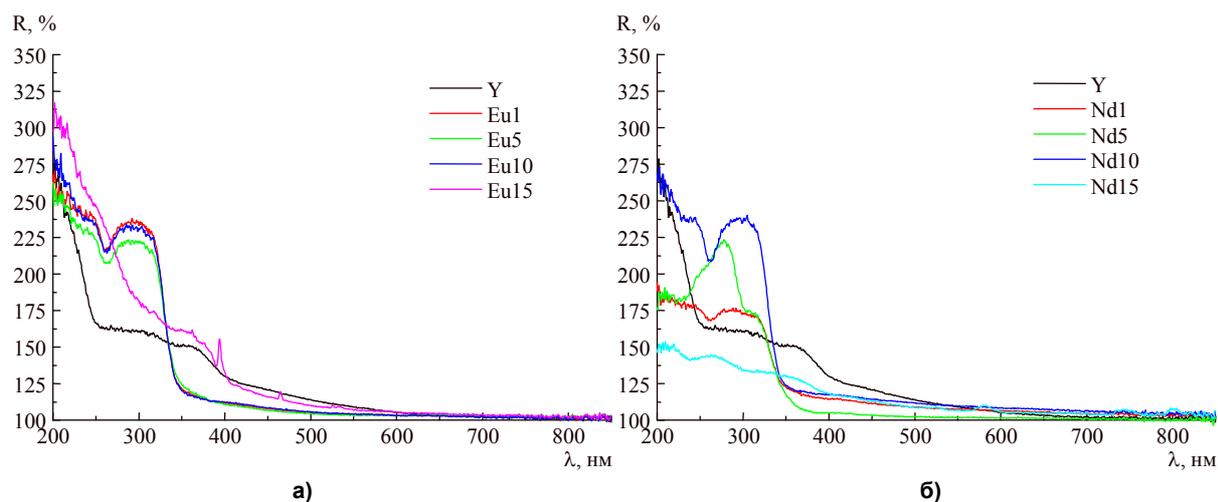


Рис. 1. Спектры отражения допированных образцов, допированных европием (а) и неодимом (б)

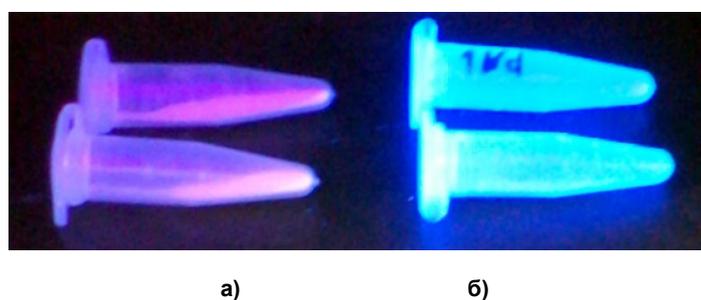


Рис. 2. Визуальное наблюдение люминесценции под ультрафиолетовой лампой в образцах, допированных европием (а) и неодимом (б)

Повышение доли европия с 1 до 10 % об. в исходном растворе не изменяет люминесценцию в пределах ошибки. В образцах, допированных неодимом, напротив, повышение доли допанта изменяет и интенсивность, и профиль кривых. Наибольшей люминесценцией обладают образцы, в которых при синтезе добавлен 10 % об. (0,03 моль/л) соли неодима. При 15 % об. люминесценция почти исчезает для обоих допантов.

На рис. 3 показаны кривые РФА допированных материалов, а также недопированного образца. Введение 1 % об. допанта (как европия, так и неодима) резко снижает кристалличность образцов. Дальнейшее повышение содержания допанта в случае европия повышает кристалличность, а в случае неодима повышает при добавке 5 % об., затем вновь снижает при добавке 10 % об. и далее вновь увеличивает при введении 15 % об. Следует отметить, что введение обоих допантов влияет на образование кристаллов чистого гидроксида $Y(OH)_3$. При добавлении в исходный раствор 1 % об. европия или неодима фаза $Y(OH)_3$ исчезает. В случае европия эта фаза появляется при введении 5 и 15 % об., причём для 5 % об. размер кристаллов довольно велик (см. врезку на рис. 3а). Введение неодима приводит к появлению фазы $Y(OH)_3$ также при 5 и 15 % об. допанта в растворе, но максимальный размер кристаллов наблюдается для 15 % об. (см. врезку на рис. 3б). Для образцов, синтезированных при добавлении 10 % об. как европия, так и неодима, гидроксидная фаза почти отсутствует.

На рис. 4 представлены зависимости концентраций допантов в образцах C_{Eu} обр. и C_{Nd} обр., % масс., по отношению к общей массе m металлов ($m_{Eu}/(m_Y + m_{Eu})$ и $m_{Nd}/(m_Y + m_{Nd})$) от содержания допанта в исходном растворе C_M раст., % масс. Значения C_{Eu} обр. и C_{Nd} обр. вычислены по данным EDS-анализа, C_M раст., % масс. – из концентраций и объёмов растворов солей соответствующих металлов. Как видно из данных зависимостей, европий и неодим влияют не только на фазовый состав и люминесцентные свойства, но и на осаждение оксигидроксида иттрия. Причём, если неодима в осадке меньше, чем было в исходном растворе, то европия больше, то есть он препятствует переходу в твёрдую фазу полимерных частиц оксигидроксида иттрия.

Несмотря на то, что на картах распределения элементов (рис. 5) допаны представлены отдельными зёрнами, можно предположить, что часть из них внедряется в кристаллические образования оксигидроксида иттрия. Это подтверждается смещением пиков на дифрактограммах 5...7° относительно недопированного образца.

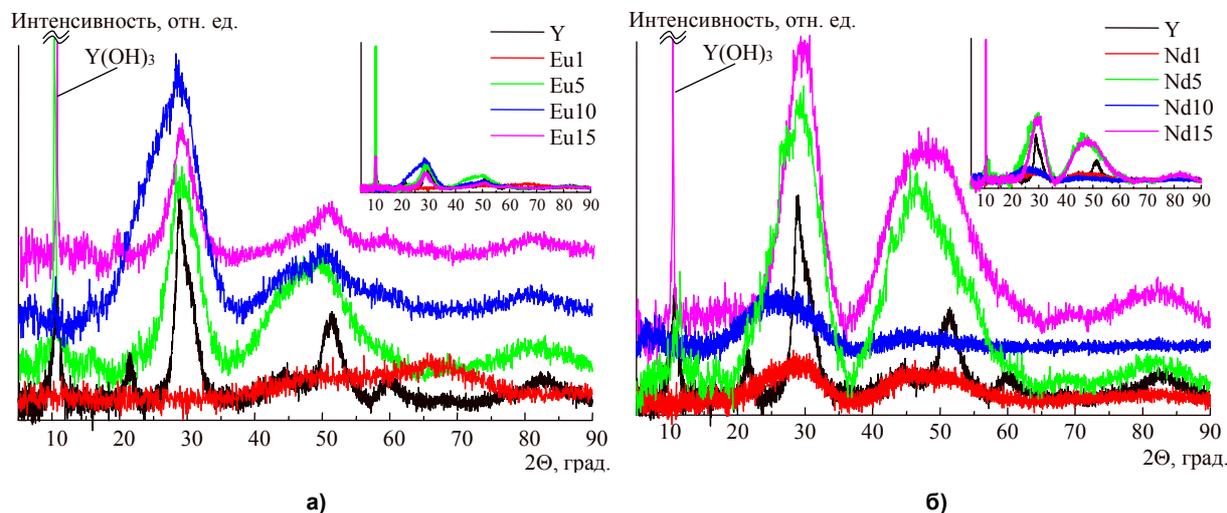


Рис. 3. Дифрактограммы образцов, допированных европием (а) и неодимом (б). (на врезках показано соотношение интенсивностей всех кривых)

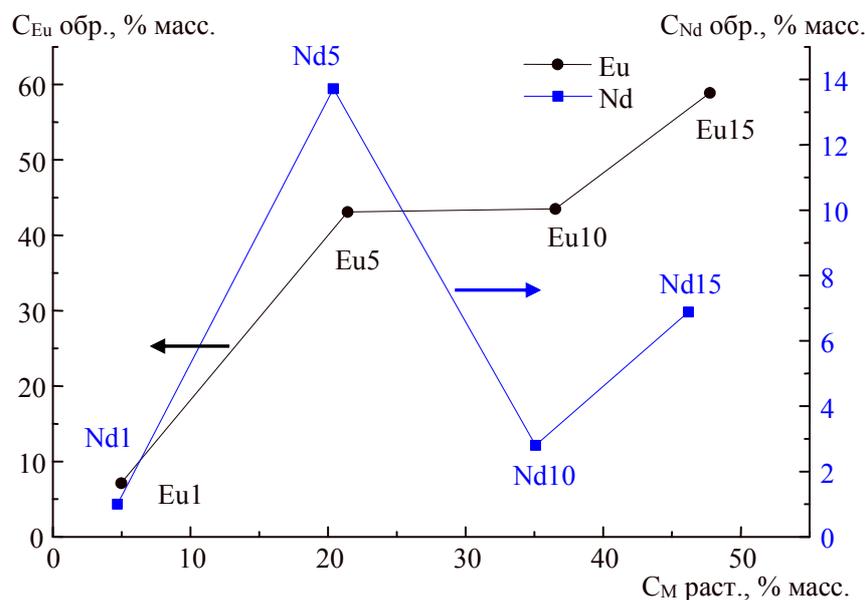


Рис. 4. Зависимости концентраций допантов в образцах от их содержания в исходных растворах

При изучении морфологических особенностей образцов выявлено, что для образцов, полученных в присутствии неодима в качестве допирующего агента, характерно формирование крупных монокристаллических слоистых структур (рис. 6). Для продуктов гидролиза нитрата иттрия, проведенного в присутствии нитрата европия, характерно формирование рыхлых структур с уменьшением размера частиц при увеличении концентрации нитрата европия в исходной смеси. Возможно, это связано с большим содержанием европия в образце и формированием смешанных структурных единиц.

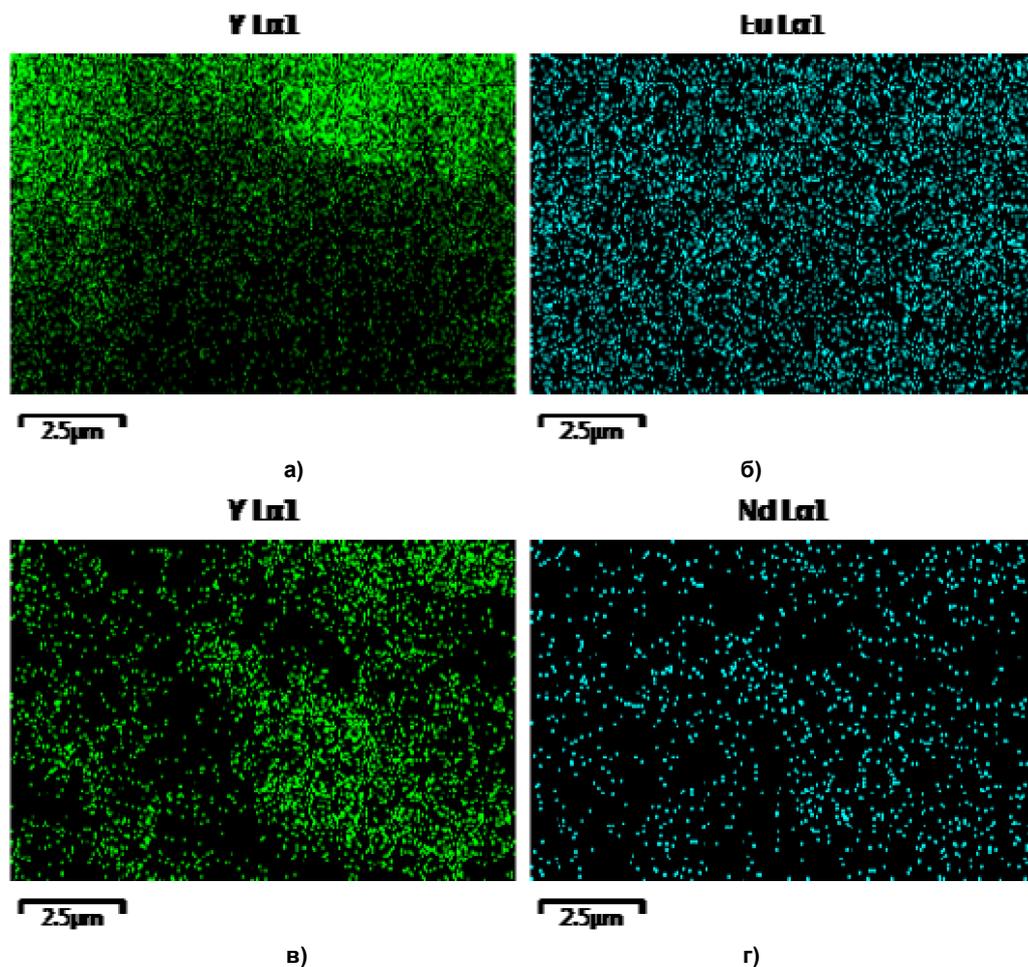


Рис. 5. Карты распределения иттрия и допантов в образцах, содержащих европий (а и б) и неодим (в и г)

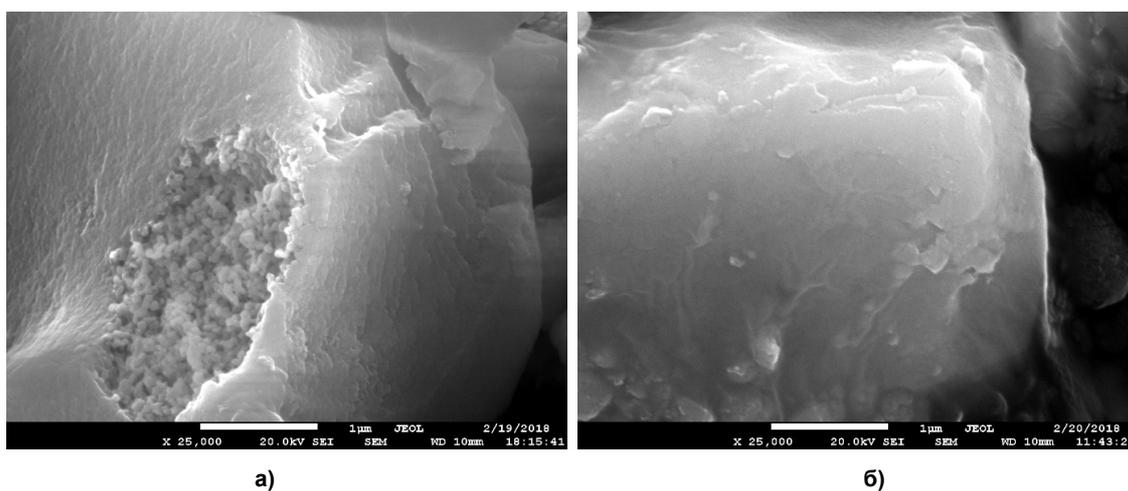


Рис. 6. СЭМ-изображения оксигидроксида иттрия, допированных европием (а) и неодимом (б)

Результаты ТГ-ДТГ-ДСК-МС-анализа показали, что профили кривых термического анализа и ионного тока значительно отличаются от соответствующих кривых недопированного оксигидроксида иттрия [21]. Примеры полученных результатов представлены на рис. 7. Профили допированных образцов характеризуются большим количеством пиков, особенно для образцов с высоким содержанием количеством допантов.

Наиболее значимым отличием является наличие высокотемпературной потери массы, происходящей у образцов, допированных неодимом около 700, а у образцов, допированных европием – около 830 °С. Потеря массы сопровождается выделением углекислого газа и экзотермическим эффектом. Похожая картина наблюдается при разложении карбоната иттрия [21]. Разнообразие профилей кривых ТГ-ДТГ-ДСК-МС, по-видимому, связано с разнообразием типов соединений, образующихся при допировании.

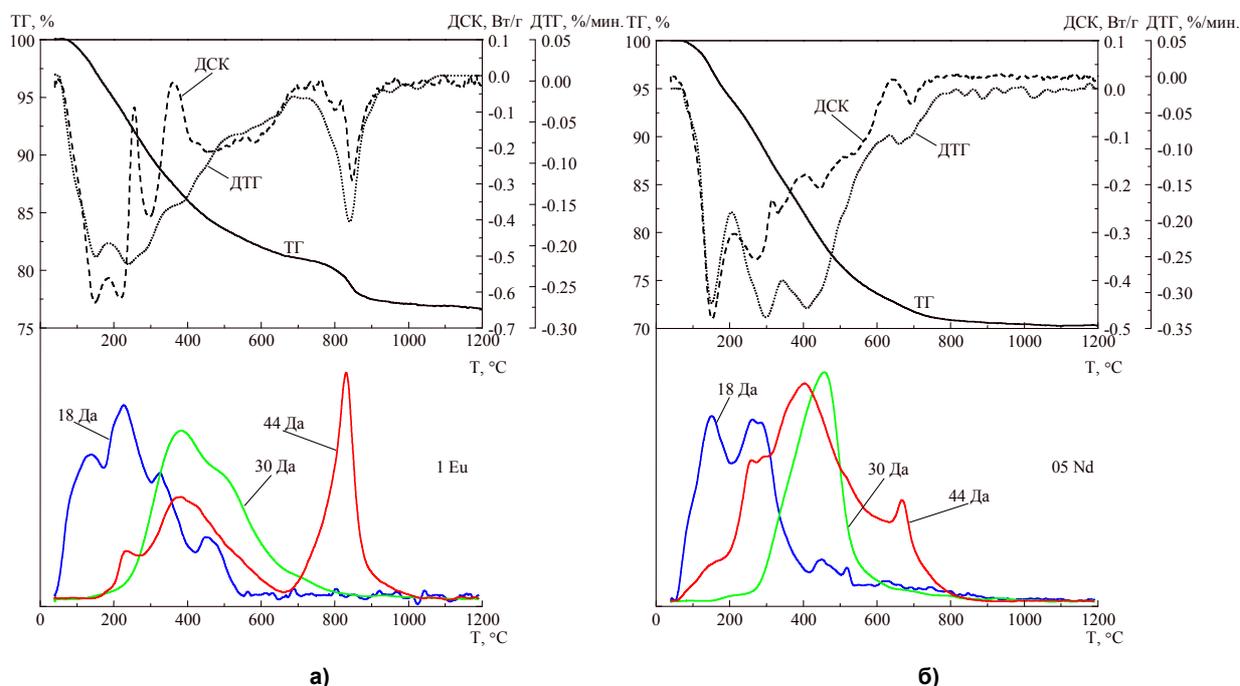


Рис. 7. Примеры кривых ТГ-ДТГ-ДСК-МС анализа оксигидроксидов иттрия, допированных европием (а) и неодимом (б)

Прочие закономерности термического разложения допированных образцов не отличаются от недопированных, описанных нами в работе [21]. Несмотря на тщательную отмывку, образцы содержат примеси противоионов исходной соли, а также карбонат-ионов, захваченных при синтезе маточным раствором.

Заключение

При гидролизе водных растворов нитрата иттрия, содержащих некоторое количество солей европия или неодима, наблюдается равномерное распределение допирующего иона в структуре матрицы оксигидроксида иттрия. Допирующий ион, по-видимому, образует как собственные соединения, так и смешанные оксигидроксиды с иттрием, в том числе кристаллические фазы, что приводит к усложнению профилей кривых ТГ-ДТГ-ДСК-МС и смещению пиков на дифрактограммах относительно чистого оксигидроксида иттрия. Европий, вероятно, активней, чем неодим, взаимодействует с иттрием и образует низкомолекулярные гидроксоаквакомплексы, не переходящие в осадок, что приводит к возрастанию содержания европия в осаждаемой фазе по сравнению с его концентрацией в исходном растворе. Образцы, допированные неодимом, в основном образуют крупные агрегаты, а образцы, допированные европием, – слоистые и мелкодисперсные частицы. Для допированных образцов характерна люминесценция при длине волны около 300 нм, что делает их перспективными люминофорами для эритемных ламп. Образцы, допированные европием, имеют практически одинаковую люминесценцию в широком интервале концентраций допанта, а максимумы и интенсивность оксигидроксидами, допированных неодимом, сильно меняются при варьировании количества добавленной соли.

Литература/References

1. Chander H. Development of Nanophosphors – A review. *Mater. Sci. Eng. Rep.*, 2005, vol. 49, pp. 113–155. DOI: 10.1016/j.mser.2005.06.001.
2. Yan Z.G., Yan C.H. Controlled Synthesis of Rare Earth Nanostructures. *J. Mater. Chem.*, 2008, vol. 18, pp. 5046–5059. DOI: 10.1039/B810586C.
3. Wang X., Zhuang J., Peng Q., Li Y. A General Strategy for Nanocrystal Synthesis. *Nature*, 2005, vol. 437, no. 7055, pp. 121–124 (2005). DOI: 10.1038/nature03968.
4. Grzyb T., Lis S. Structural and Spectroscopic Properties of LaOF:Eu³⁺ Nanocrystals Prepared by the Sol-Gel Pechini Method. *Inorg. Chem.*, 2011, vol. 50, no. 17, pp. 8112–8120. DOI: 10.1021/ic2005453.
5. Grzyb T., Szczeszak A., Rozowska J., Legendziewicz J., Lis S. Tunable Luminescence of Sr₂CeO₄:M²⁺ (M = Ca, Mg, Ba, Zn) and Sr₂CeO₄:Ln³⁺ (Ln = Eu, Dy, Tm) Nanophosphors. *J. Phys. Chem.*, 2012, vol. 116, no. 5, pp. 3219–3226. DOI: 10.1021/jp208015z.
6. Hong K.S., Meltzer R.S., Bihari B., Williams D.K., Tissue B.M. Spectral Hole Burning in Crystalline Eu₂O₃ and Y₂O₃:Eu³⁺ Nanoparticles. *J. Lumin.*, 1998, vol. 76–77, pp. 234–237. DOI: 10.1016/S0022-2313(97)89949-8.
7. Bhargara R.N., Gallagher D., Hong X., Nurmikko A. Optical Properties of Manganese-Doped Nanocrystals of ZnS. *Phys. Rev. Lett.*, 1994, vol. 72, pp. 416–419.
8. Ronda C.R. Recent Achievements in Research on Phosphors for Lamps and Displays. *J. Lumin.*, 1997, vol. 72–74 pp. 49–54. DOI: 10.1016/S0022-2313(96)00374-2.
9. European Commission. Report on the Critical Raw Materials for EU. Report of the Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials (2014). Available at: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/10010/attachments/1/translations/en/renditions/native> (accessed 5 March 2016).
10. D'Assunção L.M., Giolito I., Ionashiro M. Thermal Decomposition of the Hydrated Basic Carbonates of Lanthanides and Yttrium. *Thermochim. Acta*, 1989, vol. 137, no. 2, pp. 319–330. DOI: 10.1016/0040-6031(89)87224-7.
11. Vila L.D., Stucchi E.B., Davolos M.R. Preparation and Characterization of Uniform, Spherical Particles of Y₂O₂S and Y₂O₂S:Eu. *J. Mater. Chem.*, 1997, vol. 7, pp. 2113–2216. DOI: 10.1039/A701540B.
12. Simoneti J.A., Davolos M.R., Jafelicci Jr. M. Hydrothermal Treatment of Gadolinium Oxide in Presence of Silica. *High Pressure Res.*, 1994, vol. 12, pp. 353–360.
13. J. Holsa, T. Leskela, M. Leskela, Luminescence Properties of Europium(3+)-Doped Rare-Earth Oxyhydroxides. *Inorg. Chem.*, 1985, vol. 24, no. 10, pp. 1539–1542. DOI: 10.1021/ic00204a026.
14. Davolos M. R., Feliciano S., Pires A.M., Marques R., Jafelicci M. Jr, Solvothermal Method to Obtain Europium-doped Yttrium Oxide. *Sol. St. Chem.*, 2003, vol. 171 pp. 268–272. DOI: 10.1016/S0022-4596(02)00174-3
15. Holsa J., Turkki T. Preparation, Thermal Stability and Luminescence Properties of Selected Rare Earth Oxycarbonates. *Thermochim. Acta*, 1991, vol. 190, no. 2, pp. 335–343. DOI: 10.1016/0040-6031(91)85261-F.
16. Hassanzadeh-Tabrizi S.A. Synthesis and Luminescence Properties of YAG:Ce Nanopowder Prepared by the Pechini Method. *Adv Powder Technol.*, 2012, vol. 23, pp. 324–327. DOI: 10.1016/j.apt.2011.04.006.
17. Szczeszak A., Kubasiewicz K., Grzyb T., Lis S. Spectroscopic Properties of Y_{1-x}Eu_xBO₃ and Y_{1-x}Tb_xBO₃ Nanopowders Obtained by the Sol-Gel Pechini Method. *J. Luminescence*, 2014, vol. 155, pp. 374–383. DOI: 10.1016/j.jlumin.2014.07.006
18. Song L., Shao X., Du P., Cao H., Hui Q., Xing T., Xiong J. A Facile Preparation and the Luminescent Properties of Eu³⁺-Doped Y₂O₂SO₄ Nanopieces. *Mater. Res. Bull.*, 2013, vol. 48, no. 11, pp. 4896–4900. DOI: 10.1016/j.materresbull.2013.07.017.
19. García-Murillo A., Carrillo-Romo F. de J., Oliva-Uc J., Esquivel-Castro T.A., de la Torre S.D. Effects of Eu Content on the Luminescent Properties of Y₂O₃:Eu³⁺ Aerogels and Y(OH)₃/Y₂O₃:Eu³⁺@SiO₂ Glassy Aerogels. *Ceram. Int.*, 2017, vol. 43, no. 15, pp. 12196–12204. DOI: 10.1016/j.ceramint.2017.06.079.

20. Esquivel-Castro T., Carrillo-Romo F., Oliva-Uc J., Garcena-Murillo A., Hirata-Flores G.A., Cayetano-Castro N., De la Rosa E., Morales-Ramirez A.de J. Influence of pH and europium concentration on the luminescent and morphological properties of Y_2O_3 powders. *Opt. Mater.*, 2015, vol. 48, pp. 97–104. DOI: 10.1016/j.optmat.2015.07.030.

20. Fuse S., Mifune Y., Tanabe N., Takahashi T. Continuous-Flow Synthesis of Activated Vitamin D_3 and its Analogues. *Org. Biomol. Chem.*, 2012, vol. 10, no. 27, pp. 5205–5211. DOI: 10.1039/c2ob25511a.

21. Avdin V.V., Yudina E.P., Krivtsov I.V. Preparation of Layered Yttrium Oxide by Hydrolysis of Yttrium Nitrate. *Materials Science Forum*, 2016. vol. 843. pp. 10–15. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.843.10

Буланова Александра Владимировна – заведующий лабораторией НОЦ «Нанотехнологии», Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: frolovaav@susu.ru

Авдин Вячеслав Викторович – доктор химических наук, профессор, декан химического факультета, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: avdinvv@susu.ru

Полозова Валерия Владимировна – аспирант, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. E-mail: polozovavv@susu.ru

Сидоренкова Людмила Александровна – кандидат технических наук, доцент, кафедра теоретической и прикладной химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: sidorenkova@l@susu.ru

Безбородов Константин Александрович – магистрант, кафедра химической технологии, химический факультет, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: chip-pi@mail.ru

Уржумова Анна Викторовна – магистрант, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: anna.urzhumova7@yandex.ru

Головин Михаил Сергеевич – магистрант, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. E-mail: golovin-mixail@mail.ru

Зорина Анна Игоревна – студент, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: annazorina@yandex.ru

Поступила в редакцию 10 февраля 2020 г.

DOI: 10.14529/chem200209

INFLUENCE OF DOPANT CONCENTRATION (Eu / Nd) ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF YTTRIUM OXYHYDROXIDE

A.V. Bulanova, frolovaav@susu.ru

V.V. Avdin, avdinvv@susu.ru

V.V. Polozova,valeriya74ru@mail.ru

L.A. Sidorenkova, sidorenkova@l@susu.ru

K.A. Bezborodov, chip-pi@mail.ru

A. V. Urzhumova, anna.urzhumova7@yandex.ru

M.S. Golovin, golovin-mixail@mail.ru

A.I. Zorina, annazorina@yandex.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

In this paper we have studied the influence of europium and neodymium concentration, added to a water solution in the salt form, on the properties of yttrium oxyhydroxide, which was syn-

thesized via the sol-gel route, using yttrium nitrate as a precursor. By synchronous thermal analysis it has been found that ions of europium and neodymium interact with yttrium oxyhydroxide in different ways, but in every case the thermoanalytical curves and mass spectra of gaseous thermolysis products (18, 30, 44 mass/charge) become more complicated. It is clear that europium and neodymium affect not only the phase composition and luminescent properties, but also the yttrium oxyhydroxide precipitation. For neodymium, its content in the precipitate is lower than in the initial solution; for europium, a different tendency is characteristic and its amount in the precipitate is greater than in the solution, i. e., it prevents the transfer of polymer particles of yttrium oxyhydroxide into the solid phase. By the method of X-ray phase analysis, the shift of the peaks in the diffraction patterns of relatively undoped yttrium oxyhydroxide by 5...7° has been revealed, which indicates the partial introduction of dopants into the crystalline formations of yttrium oxyhydroxide. The EDX and SEM methods reveal that both dopants are uniformly distributed in the matrix of materials. Neodymium-doped materials form coarse particles, while europium-doped ones form more finely dispersed spherical and lamellar particles (subject to dopant quantity). Materials possess luminescence properties in UV range with maximum at 300 nm and can be applied as luminophores in sunlamps.

Keywords: yttrium oxyhydroxide, europium doping, neodymium doping, sol-gel method, luminescence, X-ray powder analysis, scanning electron microscopy, element distribution mapping, synchronous thermal analysis, mass spectroscopy of gaseous thermolysis products.

Received 10 February 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Влияние концентрации допанта (Eu/Nd) на физико-химические свойства оксигидроксида иттрия / А.В. Буланова, В.В. Авдин, В.В. Полозова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 85–93. DOI: 10.14529/chem200209

FOR CITATION

Bulanova A.V., Avdin V.V., Polozova V.V., Sidorenkova L.A., Bezborodov K.A., Urzhumova A.V., Golovin M.S., Zorina A.I. Influence of Dopant Concentration (Eu/Nd) on the Physical and Chemical Properties of Yttrium Oxyhydroxide. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2020, vol. 12, no. 2, pp. 85–93. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem200209