

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ $Mg(OH)_2$ И MgO

А.Н. Ручей, С.В. Бесараб, И.В. Мацукевич

Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси

e-mail: irinavas.k1975@gmail.com

Summary. *The nanostructured oxide materials are actively studied as they possess a number of unique physical and chemical properties such as high surface area, unusual adsorption properties, rapid diffusion, high strength, wettability and mechanical stability. Among the known metal oxides, magnesium oxide is widely studied, because it is a solid with a high degree of ionicity and it has a simple stoichiometry and crystal structure. Magnesium oxide has found application as adsorbent, catalyst and in determination of the contamination of chemicals and toxic substances and their subsequent treatment. This is important for water and gas purification. In this work mesoporous magnesium hydroxide and oxide were synthesized from water solutions by easy and cheap wet chemistry method. The crystal structure, particle size distribution and adsorption properties of synthesized powders were studied. Obtained powders of $Mg(OH)_2$ and MgO showed sufficiently high total pore volume – 0,737 and 1,038 cm^3/g , respectively, which opens up opportunities to use them as nanoreactors for the synthesis of isolated nano-sized particles and poly directions catalysts.*

Оксид магния используется для гетерогенного катализа в органическом синтезе [2], в производстве датчиков влажности и кислых газов, в процессах водо- и газоочистки от кислых примесей [3], как адсорбент ионов железа и тяжелых металлов в водных растворах [4], для дезактивации химического оружия и боевых отравляющих веществ и нейтрализации токсических выбросов [5], в качестве антибактериального агента [6] и др. Гидроксид магния находит широкое применение – как флокулянт для очистки сточных вод, для нейтрализации сбросовых кислот в промышленных процессах и др. [7]. В настоящей работе синтезированы наноструктурированные порошки гидроксида и оксида магния, изучена их кристаллическая структура, гранулометрический состав и адсорбционные свойства.

Порошки гидроксида магния получали методом осаждения из разбавленных растворов – хлорида магния, приготовленного из $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (ч.д.а.), и $NaOH$ (ч.д.а.) – взятых в эквимолярном соотношении. После осаждения полученный гелеобразный осадок многократно промывали дистиллированной водой, фильтровали и сушили до постоянной массы при температуре $105^\circ C$. Оксид магния получали отжигом уже синтезированного порошка гидроксида магния при температуре $550^\circ C$ в течение 2 ч.

Идентификацию образцов проводили при помощи рентгенофазового анализа (РФА) (рентгеновский дифрактометр Дрон–3, $Cu_{K\alpha}$ -излучение). Размеры кристаллитов (t , нм), т.е. размеры первичных частиц, оценивали по уширениям рентгеновских дифракционных пиков с помощью формулы Дебая–Шеррера. Гранулометрический состав (распределение по размерам вторичных частиц) порошков $Mg(OH)_2$ определяли при помощи динамического рассеяния света на приборе Malvern Zetasizer Nano ZS (Великобритания). Адсорбционные свойства полученных образцов оценивали объемным методом на анализаторе площади поверхности и пористости ASAP 2020 MP (Micromeritics, США) из изотерм низкотемпературной ($-196^\circ C$) статической физической адсорбции-десорбции азота.

После сушки при температуре $105^\circ C$, образец согласно результатам РФА, представлял собой гидроксид магния со структурой брусита и гексагональной кристаллической решёткой, а после отжига при температуре $550^\circ C$ материал идентифицировался как оксид магния со структурой периклаза. Параметры кристаллической структуры синтезированных порошков приведены в таблице. Размеры первичных частиц t_1 уменьшились после отжига, что может

быть связано с выделением газообразных продуктов реакции, в то время как увеличение размеров агломератов было связано со спеканием по границам вторичных частиц (таблица).

Адсорбционно-структурные исследования порошков $Mg(OH)_2$ и MgO показывают, что после отжига не наблюдается заметного изменения в структуре распределения пор по эффективным радиусам. Порошки гидроксида и оксида магния характеризуются достаточно узким распределением пор с максимумом около 30 нм. При этом на кривой распределения гидроксида магния наблюдается присутствие мезопор размером 3 нм, которые не идентифицируются на кривой распределения оксида магния. Кроме того, при переходе от гидроксида к оксиду наблюдается значительный рост удельной поверхности и общего объема пор, что, как следует из вышеизложенного, не связано с изменением внутренней пористой структуры, а является следствием изменения микроструктуры порошка в результате формирования новой фазы и спекания частиц в агломераты.

Параметры кристаллической структуры (a , b), размеры первичных и вторичных частиц (t_1 и t_2^{cp}), размеры вторичных частиц преобладающей фракции (t_2^{np}), удельная поверхность ($S_{уд.}$), общий объем пор (V_s) и размеры пор ($r_{пор}$)

Образец	a , нм	b , нм	t_1 , нм	t_2^{cp} , нм	t_2^{np} , нм	$S_{уд.}$, м ² /г	V_s , см ³ /г	$r_{пор}$, нм
$Mg(OH)_2$	0,31430(10)	0,47699(15)	26,59	180	79	98,4	0,737	31,9
MgO	0,42112(9)		11,15	2350	255	124,4	1,038	34,9

Таким образом, в работе синтезированы мезопористые порошки гидроксида и оксида магния с контролируемой структурой агрегации частиц, изучена их кристаллическая структура, гранулометрический состав и адсорбционные свойства. Полученные порошки $Mg(OH)_2$ и MgO продемонстрировали высокие значения общего объема пор – 0,737 и 1,038 см³/г соответственно, что открывает широкие возможности использования их в качестве нанореакторов для синтеза наноразмерных изолированных частиц и полимаршрутных катализаторов.

Литература

1. Umar A., Hahn Y.B. Metal Oxide Nanostructures and their Applications. American Scientific Publishers, USA. 2010.
2. Demirci S., Öztürk B., Yildirim S., Bakal F., Erol M., Sancakoğlu O., Yigit R., Celik E., Batar T. Synthesis and comparison of the photocatalytic activities of flame spray pyrolysis and sol-gel derived magnesium oxide nano-scale particles // Mater. Scienc. Semicond. Process. 2015. Vol. 34. – P. 154–161.
3. Al-Hazmi F., Umar Ah., Dar G.N., Al-Ghamdi A.A., Al-Sayari S.A., Al-Hajry A., Kim S.H., Al-Tuwirqi R., Alnowaiserb F., El-Tantawy F. Microwave assisted rapid growth of $Mg(OH)_2$ nanosheet networks for ethanol chemical sensor application // J. Alloys and Compd. 2012. Vol. 519. – P. 4–8.
4. Озеров А.А., Сысуев Б.Б., Солодунова Г.Н., Мерешкова Н.Ю. Эффективная технология очистки бишофита методом адсорбции на магния оксиде // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №7. – С. 83–85.
5. Zeyneb C., Sema E. (Akyil), Sabriye Y. (Doyurum). Magnesium Oxide Nanoparticles: Preparation, Characterization, and Uranium Sorption Properties // Environmental Progress & Sustainable Energy. 2012. Vol. 31. Iss. 4 – P. 536–543.
6. Bindhu M.R., Umadevi M., M. Kavin Michea, Arasu M.V., Al-Dhabi N.A. Structural, morphological and optical properties of MgO nanoparticles for antibacterial applications // Mater. Lett. 2016. Vol. 166. – P. 19–22.
7. Saoud Kh.M., Saeed Sh., Al-Soubaihi R.M., Bertino M.F. Microwave assisted preparation of magnesium hydroxide nano-sheets // American Journal of nanomaterials. 2014. Vol. 2, No. 2. – P. 21–25.