

ГИДРОКСИД МАГНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА



ОАО «Каустик» в Волгограде
Фото: kaustik.ru

Группа компаний НИКОХИМ создала многопрофильный химический технопарк в Волгограде на промышленной площадке площадью 460 гектар. Там базируется крупнейшее предприятие группы ОАО "КАУСТИК", которое занимается производством каустической соды, хлора, суспензионного поливинилхлорида, едкого натра, хлористого магния и хлористого кальция.

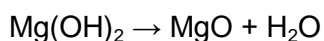
Теперь НИКОХИМ, развивая свою промышленную площадку в Волгограде, создает там комплекс современных производств по выпуску высокочистых магниевых соединений. Этому способствует наличие природного сырья для такого производства –раствора бишофита, месторождения которого расположены в непосредственной близости. Разведанные запасы бишофита и полученные лицензии на его добычу гарантируют обеспечение сырьем в течение следующих 100 лет. Благодаря этому источнику компания намерена организовать производство наноструктурированного гидроксида магния с

модифицированной поверхностью объемом 25 тысяч тонн в год. Какое применение может найти это вещество?

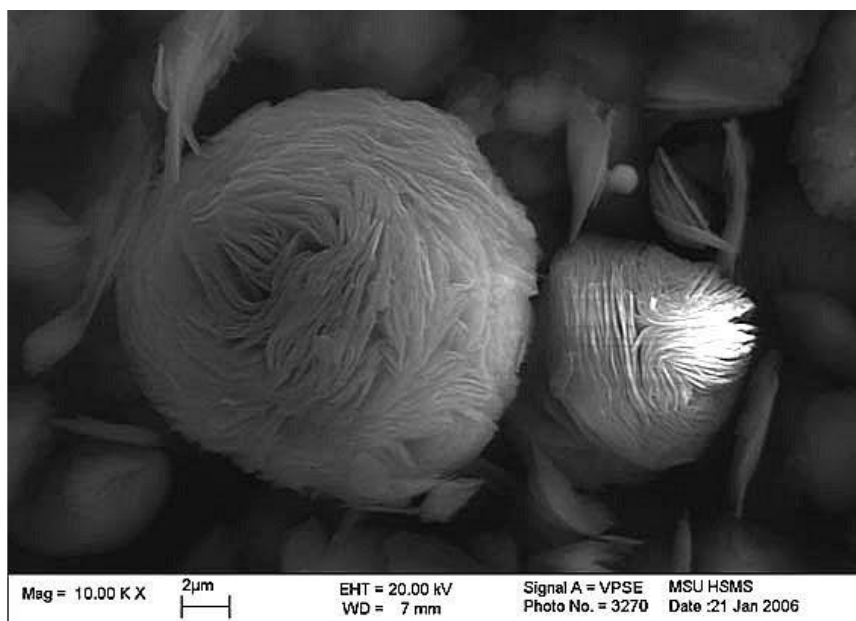
Прежде, чем найти ответ на этот вопрос, разберемся с прилагательным «наноструктурированный». Тут следует помнить, что при развитии науки и техники человечество сначала занималось объектами макромира, то есть видимыми глазом. Их размеры составляют от 400-700 нанометров и более (1 нанометр – это одна миллиардная доля метра или одна миллионная доля миллиметра). В XX веке развитие физики позволило ученым заглянуть в микромир – мир атомов и субатомных объектов, размером менее одного нанометра. И дольше всего без внимания оставался диапазон от 1 до 400-700 нанометров. Именно его называют наномиром. Повышенное внимание к нему в последние десятилетия вызвано тем, что, как оказалось, изменения структуры веществ на этом уровне могут привести к удивительным изменениям их свойств. Научившись работать с веществом на наноуровне, можно получать, например, материалы, термопластичные материалы, которые будут менять форму в зависимости от температуры, или ультратонкие мембраны, пропускающие заданный тип молекул.

Теперь о гидроксиде магния. Если мы вспомним уроки химии, то догадаемся, что данное вещество относится к щелочам. В его молекулу входит один атом магния и две гидроксильные группы ($Mg(OH)_2$). На вид это бесцветные кристаллы, плохо растворимые в воде. Наноструктурированные частицы этого вещества под электронным микроскопом напоминают цветы хризантем со множеством лепестков. Если же смотреть на него невооруженным взглядом, то оно имеет вид белого порошка или пасты.

Основная функция наноструктурированного гидроксида магния – защита от пламени. При нагревании свыше $332\text{ }^{\circ}C$ гидроксид магния разлагается на оксид и воду:



Данная реакция идет с поглощением значительного количества тепла, так что замедляет процесс горения материала, в который добавлен гидроксид магния. Выделяющаяся вода разбавляет любые горючие газы и ингибирует реакцию с кислородом – то есть собственно горение. Так что гидроксид магния используется в качестве антипирена – огнезащитной добавки к различным материалам. Еще более эффективны в этой роли наноструктурированные частицы этого вещества. Они, к тому же, обладают рядом дополнительных полезных свойств. Например, у них более высокое электрическое сопротивление, что позволяет применять наноструктурированный гидроксид магния в качестве добавки к изоляционным материалам.



Наноструктурированный гидроксид магния

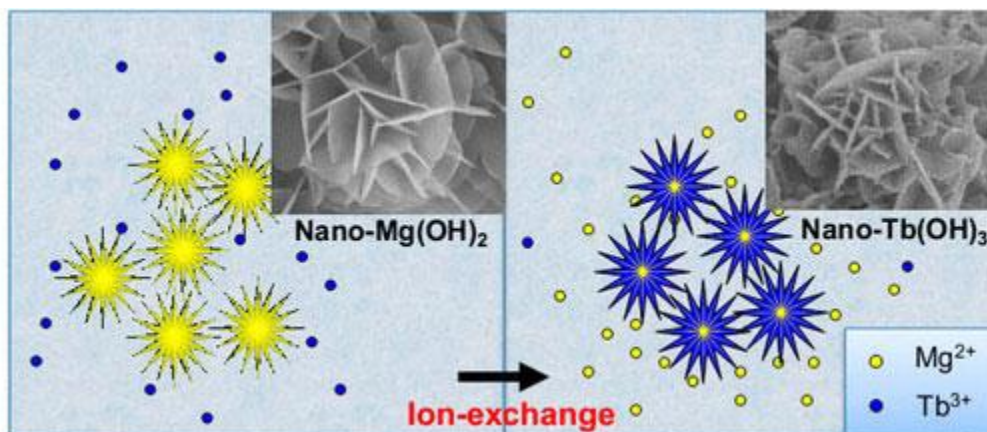
В целом наноструктурированный гидроксид магния может быть использован как огнестойкая и дымопоглощающая добавка при производстве почти всех типов пластиков и полимерных материалов, красителей. Также он используется как компонент катализаторов, добавка к маслам, мазутам и топливам.

Ранее в качестве антипиреновых добавок широко применялись соединения, содержащие галогены. Но ужесточение экологических норм в Евросоюзе привело к отказу от использования этих веществ при производстве электрооборудования и повышению спроса на безгалогеновые антипирены, в частности на наноструктурированный гидроксид магния. Сейчас среднесрочный рост рынка гидроксида магния оценивается в 9 – 10 % в год. Производство наноструктурированного гидроксида магния в качестве огнезащитной добавки стало одним из проектов, поддержанных государственной корпорацией «Роснано».

Существует и еще одна важная сфера возможного применения наноструктурированного гидроксида магния. Даже обычный $Mg(OH)_2$ уже применяется для очистки сточных вод, понижая их кислотность. Если же использовать для этого наноструктурированное вещество, то «лепестки» его гранул окажутся способны эффективно улавливать молекулы других веществ, растворенных в стоках, и связывать их, образуя коллоидный осадок.

Осенью 2013 года было опубликовано исследование, где доказывалось, что гранулы наноструктурированного гидроксида магния можно использовать для извлечения редкоземельных металлов из сточных вод. Эту задачу пытаются решить многие ученые, но ее сильно осложняет низкая концентрация ионов редкоземельных металлов. Чжан Линь и его коллеги из Института исследований структуры вещества Китайской академии наук в городе Фучжоу опубликовали свои результаты в журнале Американского химического общества ACS Applied Materials & Interfaces. Они экспериментировали раствором одного из редкоземельных металлов – тербия. Помещенные в раствор частицы наноструктурированного гидроксида магния, как оказалось, сумели захватить содержащегося там 85% редкоземельного металла. Как установила команда китайских

химиков, между наноструктурированными частицами и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы магния выделяются в раствор, а ионы тербия проникают в частицы. Позднее тербий можно оттуда сравнительно легко извлечь.



Важность этого метода становится понятной, если вспомнить, что важная роль редкоземельных металлов во многих современных технологиях сочетается с их растущим дефицитом. Ежегодная мировая потребность в этом элементе составляет как минимум 185 тысяч тонн, разведанных запасов руд хватит по расчетам на 30 лет. Тербий используется в электронных устройствах, лазерной технике, в гибридных аккумуляторах. Его оксид - компонент зеленых люминофоров в плоских дисплеях и светодиодных лампах. Сплав тербия с железом - лучший из так называемых магнитоstrictionных материалов, изменяющих линейный размер при изменении намагниченности. Это его свойство используется в сверхточных измерительных приборах, генераторах ультразвука и некоторых вариантах компьютерной памяти.

Более 90 % мировых ресурсов редкоземельных металлов принадлежат Китаю. Опасаясь серьезной зависимости от Китая в целом ряде современных технологий, другие страны уделяют много внимание поиску альтернативных источников этих элементов, в том числе и способам извлечения их из вторичного сырья, например, отслуживших свой срок мониторов, смартфонов и других устройств. Извлечение редкоземельных металлов из промышленных стоков не только обеспечит возобновление ценного ресурса, но и сделает производство более экологически чистым.