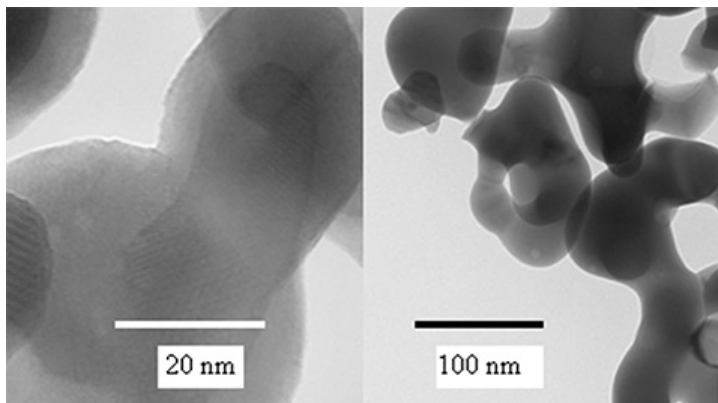


Сибирские учёные предложили новый способ синтеза перспективного магнитного материала

Учёные из Сибирского федерального университета совместно с коллегами из Института химии и химической технологии СО РАН и Института физики имени Л. В. Киренского СО РАН применили новый метод для синтеза железо-диспрозиевого граната $Dy_3Fe_5O_{12}$.



Магнитные материалы подобного класса используются в микроволновой и магнитно-фотонной технике. Железо-диспрозиевый гранат мало изучен и может обладать ранее неизвестными свойствами. Статья [опубликована](#) в журнале Materials Science and Engineering.

Несмотря на то, что метод анионообменного осаждения известен с 60–70-х годов XX века, его применяли только для синтеза гидроксидов алюминия, хрома (III), железа (III) и индия (III) и некоторых других соединений. За последующие 40 лет изучение анионообменного синтеза заметно не продвинулось, и современных публикаций на эту тему практически нет. **Группа сибирских учёных первой использовала анионит для получения сложных оксидных систем, до этого подобных исследований никто не проводил.** Данная работа — одна из серии публикаций группы учёных из СФУ и Института химии СО РАН.

«Наша лаборатория на протяжении двух десятков лет занимается исследованием метода анионообменного осаждения применительно к различным системам, и сейчас с его помощью получены материалы с магнитными свойствами», — рассказала профессор кафедры неорганической химии СФУ, доктор химических наук **Светлана Сайкова**.



Метод анионнообменного осаждения — один из методов «мокрой» химии. Реакция проводится при комнатной температуре и атмосферном давлении. Продукт осаждают из смеси водных растворов солей, но вместо традиционных осадителей (щелочи или аммиака) используют высокомолекулярное соединение — анионит — органическую смолу, в которую переходит анион из исходных солей. При традиционном осаждении металлов зачастую образуются аморфные рыхлые осадки (то есть неструктурированные мелкодисперсные частицы), которые трудно освободить от соосаждённого электролита. Использование анионитов позволяет полностью избежать загрязнения осадка посторонними катионами, а также благодаря переходу аниона исходной соли в фазу ионита, оказалось возможным выделить осадки практически чистых гидроксидов. Кроме того, ионообменный синтез протекает с хорошим выходом, поскольку ионы, первоначально содержащиеся в растворе, связываются в слабодиссоциирующее (слаборастворимое) соединение или переходят в фазу сорбента. В результате, химическое равновесие смещается в сторону удаления ионов.

Ещё одно преимущество метода заключается в том, что он позволяет получать продукт в контролируемых условиях, без использования высоких температур и агрессивных веществ. Все продукты реакции образуются одновременно, что облегчает их дальнейшее взаимодействие.

Возможность оптимизировать соотношения реагентов, выбирать ионообменную смолу, при

необходимости вводить в систему вещества, которые регулируют скорость осаждения, позволяет проводить синтез при строго заданном значении pH. Это важно если задача заключается в том, чтобы получить продукт с определёнными свойствами, например, метастабильные или активные фазы, что невозможно при обычном осаждении щелочью вследствие эффекта локального пересыщения.

Этот метод является более удобным, дешёвым, и контролируемым, чем распространённый сейчас твёрдофазный метод синтеза гранатов, с помощью которого в настоящее время получено большинство известных соединений со структурой граната. Тщательно перетёртые смеси определённого состава спекаются на воздухе или в вакууме при различных температурах и времени выдержки в зависимости от исходного состава. Затем, в зависимости от необходимых свойств конечного продукта, подбирается значение температуры в диапазоне 1300–1350 °С. Более того, перетирание и прокаливание проводятся неоднократно для достижения однородного состава.

Осадок, полученный в ходе анионнообменного осаждения, также подвергают термообработке, но это требует температур 700–900 °С и меньшей продолжительности спекания: за счёт того, что осаждение всех продуктов происходит одновременно, взаимодействие компонентов начинается уже на стадии реакции, а дальнейшая термическая обработка просто увеличивает скорость этого взаимодействия. Материалы, получаемые таким образом, вследствие высокой активности прекурсоров (веществ, участвующих в реакции), находящихся в наноразмерном состоянии, могут обладать необычными свойствами.

С помощью этого метода учёные синтезировали вещество с формулой $\text{Dy}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ — железо-диспрозиевый гранат. Физические методы показали, что полученные осадки состоят из нанокристаллов размером 20–30 нм, но имеют кристаллическую решётку. При исследовании магнитных свойств граната использован метод магнитно-кругового дихроизма.

Интерес к этим веществам основан на большом разнообразии физических свойств граната. Например, природный железо-алюминиевый гранат ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), алмадин, за счёт ярко-малинового цвета и большой твёрдости часто используется в ювелирных украшениях. Многие из гранатов обладают магнитными свойствами. В частности, распространены и достаточно хорошо изучены алюмо-иттриевый ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) и железо-иттриевый ($\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) гранаты. Они широко используются в качестве компонентов микроволновых приборов, циркуляторов, фазовращателей, магнитофотонных устройств, изоляторов. Нанокристаллы этих материалов играют большую роль в физике и технике магнитных материалов. Авторы изучили магнитные свойства железо-диспрозиевого граната и выяснили, как они изменяются при замещении иттрия на диспрозий. В планах группы большая работа по исследованию гранатов, в составе которых иттрий замещён на другие редкоземельные элементы.

[Пресс-служба СФУ](#), 15 января 2018 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/19829>