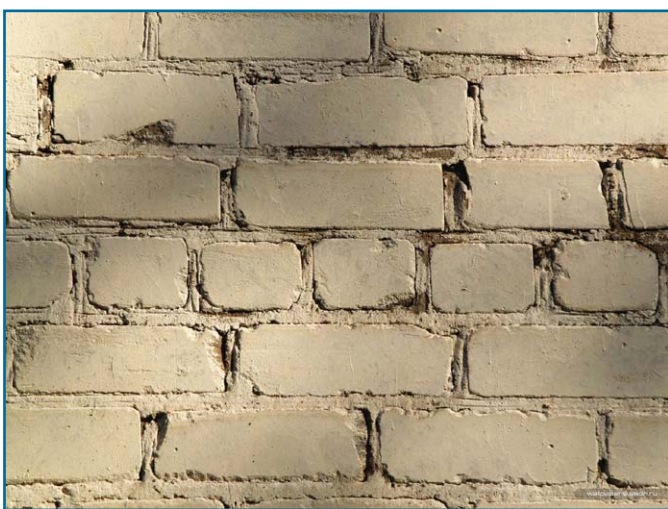


НАНОКОМПОЗИТЫ (Nanocomposites)



Что такое композит? Исходя из английского «compose» – «составлять», легко предположить, что композит – это нечто, состоящее из нескольких частей. В материаловедении композитами называют материалы, состоящие из смеси или комбинации двух или больше микро- или макросоставляющих, которые различны по форме, химическому составу и нерастворимы в значительной степени друг в друге. Композитные материалы встречаются нам на каждом шагу: это бетонные и кирпичные сооружения, асфальт на дороге и детали корпусов большинства современных автомобилей. Даже такой древний строительный материал как дерево является природным композитом, состоящим из целлюлозных волокон, связанных вместе полимерной матрицей, представляющей собой в основном лигнин. Теперь совсем легко понять, что же такое нанокompозит! Это композит, в котором раз-

*Схватил он Любовь колдовскою рукой,
Схватил он Измену рукою другою
И бросил в кувшин их, зеленый, как море,
А следом туда же – и радость, и горе,
И верность, и злость, доброту, и дурман,
И чистую правду, и подлый обман.*

...
*Когда переплавится все, перемучится,
Какая же там чертовщина получится?
Кувшин остывает. Опыт готов.
По дну пробежала трещина,
Затем он распался на сотню кусков,
И появилась женщина.*

Э. Асадов. «Любовь, Измена и Колдун»

меры одной, нескольких или всех составляющих частей находятся в области наноразмеров.

Отличительной чертой композитов, обуславливающих их важность, является то, что два или более заметно различающихся материала при объединении образуют материал, который обладает значительно улучшенными свойствами по сравнению со свойствами его индивидуальных составляющих.

Нанокompозиты широко изучаются в первую очередь из-за улучшенных механических свойств. *Закон Холла–Петча* гласит, что для большинства поликристаллических материалов твердость и предел упругости возрастают при уменьшении среднего размера кристаллитов, а это в свою очередь способствует уплотнению композитов за счет большой удельной площади поверхности и коротких путей диффузии.

Широким классом композитных материалов являются армированные (упрочненные) нановолокнами пластика, металлы и керамика (рис. 1). Так, в промышленности широко производятся пластмассы, армированные стеклянными волокнами или *углеродными нанотрубками*. Разработка методов получения *нановолокон*, нанопроволок и *вискеров* также открыла возможность их

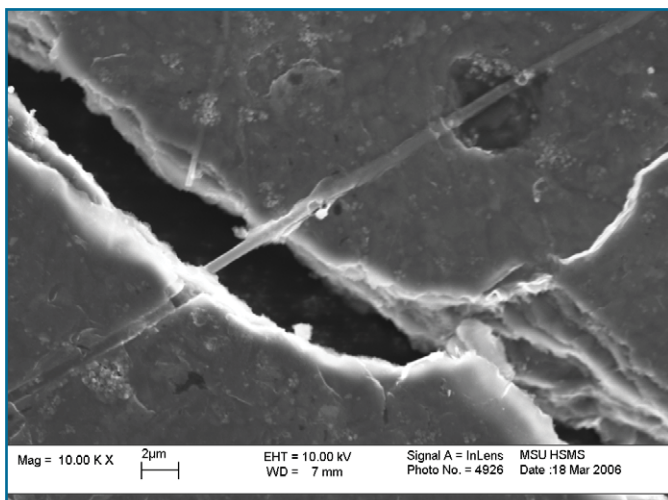


Рис. 1. Ксерогель V_2O_5 , армированный вискерами $Ba_6Mn_{24}O_{48}$: разлом ксерогеля сдерживается вискерами (ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова)

использования в качестве армирующих волокон. Примером могут служить вискеры карбида кремния, которые смешивают с порошком металлов, а затем подвергают горячему прессованию.

Другой класс нанокompозитов составляют неорганo-органические «гибридные материалы», в которых органическая и неорганическая составляющие взаимопроникают друг в друга на нанометровом уровне (рис. 2). Среди них выделяют композитные гибридные материалы, состоящие из молекул органических соединений, олигомеров или полимеров с низкой молекулярной массой, помещенных в неорганическую матрицу, с которой они связаны слабыми Ван-дер-Ваальсовыми силами. Возможна и обратная ситуация, когда наночастицы неорганического материала размещаются в полимерной матрице. Так, например, металлполимерные нанокompозиты с высоким содержанием ферромагнитных наночастиц размером около 5 нм, расположенных на расстоянии ~ 5 нм, можно использовать для создания квазипериодических поверхностных структур с рекордной плотностью записи информации.

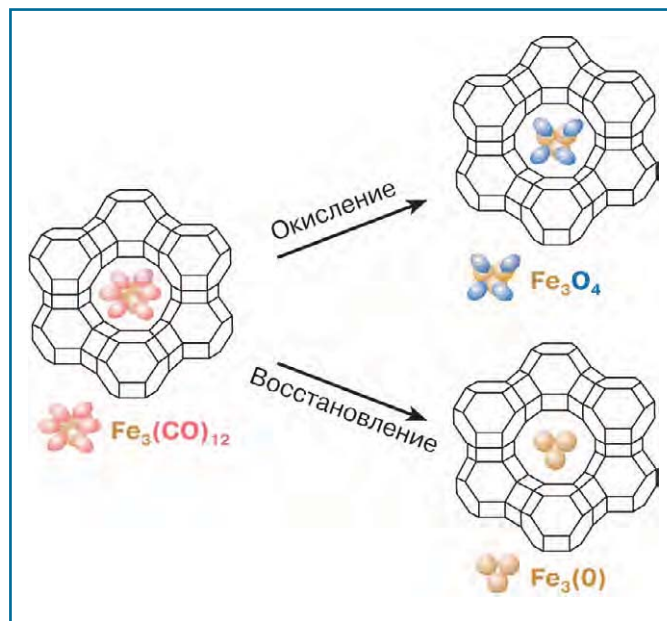


Рис. 2. Схема образования внутри полости цеолита наночастицы оксида железа или металлического железа. Молекула прекурсора проникает в полость через «окно» размером около 0,8 нм; свободный диаметр полости составляет 1,2 нм

В отдельную группу выделяются нанокompозиты, которые представляют собой ансамбли металлических или оксидных наночастиц, изолированных в твердых телах – матрицах. В качестве таких матриц часто используют микро- и *мезопористые молекулярные сита, цеолиты*. При получении наночастиц оксида железа и металлического железа из карбонильного комплекса Fe в полостях микропористой цеолитной матрицы наночастицы практически полностью изолированы друг от друга, что исключает их взаимодействие. В этом случае наночастицы приобретают свойства *квантовых точек*, в которых поведение электронов описывается квантово-механической моделью. Такие квантовые точки, стабилизированные в инертных матрицах, могут использоваться в *устройствах хранения информации* и рассматриваются как перспективные материалы в оптоэлектронике.

Литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 410 с
2. Третьяков Ю.Д. Нанометр. 2006. № 3, 4.