



ОТ АТОМА К НАНО-, МИКРО- И МАКРОКРИСТАЛЛАМ, МАТЕРИАЛАМ И МЕСТОРОЖДЕНИЯМ

Сотрудниками лаборатории минералогии алмаза Института геологии совместно с коллегами из Центра электронной микроскопии Ахенского университета Германии (Т. Вайрих, Е. Майер) впервые разработана классификация наноструктур природных и синтетических веществ атомарного и молекулярного разрешения и выявлен принципиально новый тип наноструктур.

Исследования и разработки на наноуровне являются одним из наиболее актуальных направлений современной науки и инноваций. Накопление информации в этой области происходит с неугасающей и нарастающей силой, что требует экстренного развития фундаментальной базы.

В результате исследований с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии на молекулярном и атомарном уровнях в совокупности с низкоэнергетической электронной спектроскопией на примере углеродной минерализации различного генезиса получены обширные данные о наноструктурном и атомарном состояниях природных углеродных веществ. Эти данные в совокупности с обобщением опубликованных сведений в обла-

сти материаловедения разнообразных веществ впервые позволили проанализировать классифицирование наноструктур. Данная классификация позволила в целом оценить типизацию и разнообразие структурной организации конденсированного состояния вещества.

По степени упорядоченности вещества делятся на 3 типа: упорядоченные, неупорядоченные и смешанные (промежуточные), последний выделен впервые.

Упорядоченные наноструктуры характеризуются двумя классами — кристаллические и некристаллические наноструктуры, которые соответственно подразделяются на виды: монофазные и полифазные кристаллические наноструктуры и некристаллические — трубки, сферы, конусы, спирали, слои.

Неупорядоченные наноструктуры относятся в классу аморфных веществ, которые представлены гомоатомным, гетероатомным, псевдогетероатомным видами.

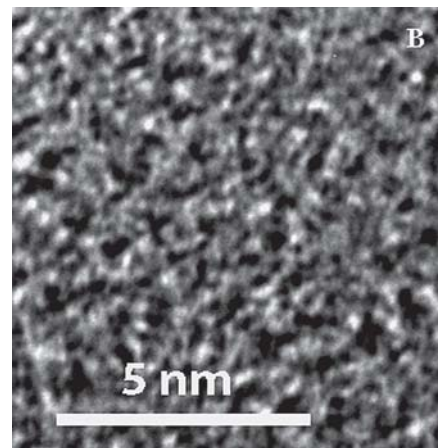
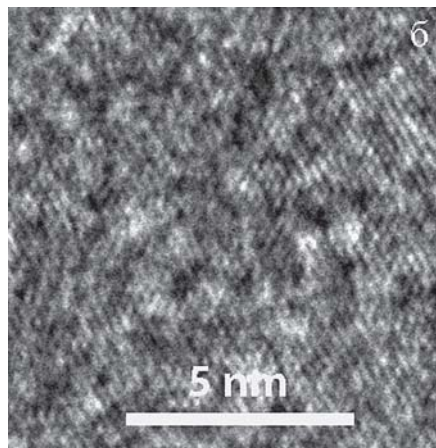
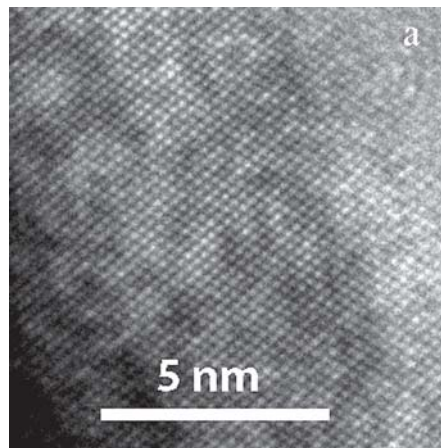
Тип смешанных (промежуточных) наноструктур характеризуется одновременным присутствием (совмещением) как кристаллического структурного, так и аморфного мотивов. Такое строение отнесено к псевдокристаллическому классу структуризации вещества с выделяющимися в его пределах по степени преобладания того или иного мотивов кристаллической наноструктуры с элементами аморфной и аморфной с элементами кристаллической структуры.

Предложенная нами классификация наноструктур является фундаментальной основой при изучении веще-

Классификация наноструктур атомарного и молекулярного разрешения

Тип	Наноструктура				
	Упорядоченная		Смешанная		Неупорядоченная
Класс	Кристаллическая	Некристаллическая	Псевдокристаллическая	Некристаллическая псевдоаморфная	Аморфная
Вид	Монокристаллическая Поликристаллическая	Слоистая <i>Цепочечная</i>	Кристаллическая с элементами аморфной Аморфная с элементами кристаллической	Аморфная с элементами некристаллической упорядоченной	Атомарная <i>Молекулярная</i>
Подвид	Атомарно-кристаллическая Молекулярно-кристаллическая	Незамкнутые слои Замкнутые слои <i>Цепочки</i>	Псевдомонокристаллическая <i>Псевдополикристаллическая</i>	Аморфная с незамкнутыми слоями Аморфная с замкнутыми слоями <i>Аморфная с цепочками</i>	Гомоатомная Гетероатомная Псевдогетероатомная
Разновидность	Идеальная Дефектная кристаллическая Мозаичная Блочная Полисинтетически сдвойникованная Полосчатая с элементами зигзагообразной	Сферы Трубки Конусы Спираль Плоские слои Изогнутые слои <i>Прямолинейные цепи</i> <i>Криволинейные цепи</i>	Сетчатая Мозаичная <i>Блочная</i>	Аморфная с совершенными наночастицами Аморфная с несовершенными наночастицами <i>Аморфная с совершенными и несовершенными наночастицами</i>	Равномерно-аморфная <i>Неравномерно-аморфная</i>

Примечание. Обычным шрифтом показаны экспериментально наблюдаемые наноструктуры, курсивом — теоретически возможные.



Типы наноструктур атомарного разрешения: а) упорядоченная, б) смешанная, в) неупорядоченная

ства на атомарном и молекулярном уровнях, может быть использована для описания и характеристики любых типов конденсированных веществ как природного, так и техногенного происхождения и рекомендована для применения в областях моделирования

процессов кристаллообразования, поисков и обогащения полезных ископаемых, материаловедения.

Литература

Шумилова Т. Г., Вайрих Т., Майер Е. Наноструктуры природных углеродных ве-

ществ // Минералы и минералообразование, структура, разнообразие и эволюция минерального мира, роль минералов в происхождении и развитии жизни, биоминеральные взаимодействия. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 234—240.

Д. г.-м. н. Т. Г. Шумилова