

УДК 549.08

В.А. ГЛАГОЛЕВ, П.Е. КОТЕЛЬНИКОВ, В.Л. ЛЕВИН, Т.А. ШАБАНОВА, Г.К. БЕКЕНОВА

ПРИРОДНОЕ НАНОВЕЩЕСТВО – ИЗУЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Резкий рост интереса к нанотехнологиям и нановеществу не дань моде, а результат столь же быстрого их распространения во всех областях жизни и деятельности. Технологический прогресс связанный с переходом на наноразмерный уровень не только обусловлен развитием науки, но и ускорил развитие даже тех направлений, где вещество с частицами наноразмерного диапазона изучалось десятилетиями. При этом существует определенная недосказанность в определении нановещества вообще и наноминералов в частности. Ниже перечислены основные свойства наночастиц отличающие их от микро- и макровещества, все они взаимосвязаны, краткие пояснения даны только для параметров и свойств определенно сказывающихся на геологических процессах: 1 - интервал размеров от 1 до 100 нм.; 2 - большая доля атомов вещества находится на поверхности частиц (стремящаяся к 100% для фуллеренов, графенов, карбонов, и их неуглеродных аналогов). В основном именно этот параметр обеспечивает очень специфические свойства нановещества и наноминералов; 3 - изменение температуры плавления. Обычно, с уменьшением размера частиц, температура перехода в жидкое состояние понижается, но уже отмечены отклонения в противоположную сторону. Расхождения достигают сотен градусов и сопровождаются явлениями гистерезиса; 4 - повышенная реакционная способность или аномальная устойчивость (влияющая на все процессы от генезиса до извлечения и обогащения); 5 - электропроводность; 6 - специфические магнитные особенности наночастиц определяются близостью с размерами магнитных доменов; 7 - прочность и плотность; 8 - квантовые эффекты (квантовые точки и т. п.); 9 - повышенная миграционная способность металлических кластеров в кристаллической решетке минерала-«хозяина»; 10 - допускаются кристаллические решетки не встречающиеся в макромире (оси симметрии 5 и 7 порядка) или не соответствующие макрорешеткам с тем же составом вещества; 11 - относи-

тельно малое количество или отсутствие объемных и поверхностных дефектов в кристаллической решетке (близость к идеальным кристаллам); 12 - особые типы структур характерные для наночастиц разного в т.ч. неуглеродного состава – сферические - фуллереноподобные (однослойные и многослойные), нанотрубки (однослойные и многослойные) и нановолокна, мономолекулярные слои (графены), дендримеры и др. Реже встречаются нанокристаллы с элементами огранки соответствующими макроформам; 13 - совмещение свойств минерала и молекулы (протокристаллы, протоминералы); 14 - наноструктурирование или сверхструктуры кристаллов, надмолекулярная упорядоченность рентгеноаморфных веществ.

Проводимые во всем мире работы по изучению природного нановещества несколько отстали от успехов физико-химических исследований и синтеза нановещества. Но теперь данные синтеза позволяют по-новому оценить значение проведенных ранее исследований руд и минералов, в том числе проведенных в ИГН работ, ставших классическими, опубликованные и запатентованные исследования лаборатории благородных металлов и (А.А. Абдулин, В.Н. Матвиенко, В.Л. Левин, 1987 г.)

Классификация рентгеноаморфного углеродистого вещества была сделана в 1987 г. и опубликована в 1988 г. Ф.А. Курмакаевой и Т.А. Шабановой по материалам проведенных исследований с Г.Б. Паталахой на месторождениях Текели, с Н.И. Пшеничной на месторождениях Шалкия и Талап, М.К. Сатпаевой – месторождение Жезказган.

В работах М.К. Сатпаевой, В.Л. Левина, Е.А. Косяка, П.Е. Котельникова настолько детально описаны микро- и наноформы минеральных образований, что они легко переводятся на язык современной нанонауки, становятся основой раздела наноминеральных форм природных сульфидов (халькогенидов) и др., позволяют прогнозировать открытие новых наноминералов на месторождениях этого типа.

В работах В.Л. Левина уже в 1986 описана миграция кластеров меди, позволяющая понять природу миграционных способностей наноформ самородных металлов и существенно изменить способы их добычи.

Сотрудниками лаборатории литологии ИГН под руководством чл.-корр. АН КазССР П.Т. Тажибаевой при проведении исследований тонкодисперсных минералов осадочных пород, коры выветривания, подсолевых отложений Прикаспийской впадины установлены формы соответствующие нынешним наноминералам. Изученное с помощью дифракционных методов электронной микроскопии, электронографии и рентгенографии структурное состояние гипергенных минералов позволило выявить тонкие особенности структуры нановещества: изменение степени совершенства кристаллических структур, наличие сверхпериодов, смешанослойность глинистых минералов, заполнение межслоевых промежутков смектитовых минералов атомами металлов и др. Для установления генезиса указанными методами были изучены особенности микроструктуры криптозернистых кремнистых пород Казахстана.

Многие из синтезированных и планируемых к синтезу веществ с уникальными свойствами уже существуют в природе. Сильной стороной отечественной геологии является проработка генетических построений с инструментальным определением термо-, баро-, геохимических параметров минералообразования. Эти данные уве-

ренно сопрягаются с условиями синтеза нановещества и являются основой дальнейших прогнозов. Применение особенностей свойств наноразмерных частиц и наноминералов, позволяет перевести на новый уровень традиционную задачу геологических исследований – поиск и изучение минерального вещества, дать новые возможности в отработке уже известных и выявлении новых месторождений полезных ископаемых (традиционные методы не позволяют обнаруживать и извлекать из многих типов руд большую, иногда – преобладающую, часть благородного металла, так как остальное находится в наноминеральных формах). Природные аналоги синтезируемых уникальных веществ – это новый вид полезных ископаемых, гораздо более ценный, чем те осколки в которые их превращает современная металлургия и устаревшие технологии горноперерабатывающей промышленности. Изучение сохранившихся и образовавшихся наноминералов – существенная часть комплексного решения экологических и экономических проблем использования и ликвидации старых отвалов и хвостохранилищ. Именно наночастицы наиболее подвижная и наименее изученная их часть.

Эта задача под силу только творческому сотрудничеству многих НИИ, но в первую очередь минералогии и геологии, она соответствует общему стремлению перехода на высокие технологии даже в такой казалось бы далекой от этого отрасли как горная промышленность.

— Это факт синтеза вещества с уникальными свойствами. Но факт синтеза вещества с уникальными свойствами не означает, что это вещество существует в природе. Сильной стороной отечественной геологии является проработка генетических построений с инструментальным определением термо-, баро-, геохимических параметров минералообразования. Эти данные уве-