

НАНОМИНЕРАЛОГИЯ И НАНОГЕОХИМИЯ – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Конеев Р.И. (ri.koneev@gmail.com), Халматов Р.А. (r.khalmatov@yahoo.com)

Минералогическое общество Узбекистана. Национальный Университет Узбекистана,
Ташкент, Учебно-экспериментальный центр высоких технологий

NANOMINERALOGY AND NANOGEOCHEMISTRY – MODERN CONDITION, OPPORTUNITIES AND PROSPECTS

Koneyev R.I., Khalmatov R.A.

Mineralogy society of Uzbekistan. National university of Uzbekistan.
Educational-experimental centre for High Technologies

Стремительное развитие в XXI веке нанотехнологий привело к формированию новых разделов геонаук - наноминералогии и наногеохимии. В интервале наноразмеров природа программирует основные характеристики веществ, явлений, процессов и очевидно можно говорить о естественных нанотехнологиях – физико-химических процессах, происходящих в масштабах и концентрациях наношкалы (10^{-6} - 10^{-9}) в геологических, экологических техногенных и других системах.

Наноминералогия – раздел минералогии, изучающий условия формирования, физико-химические свойства соединений, размер которых хотя бы в одном измерении входит в наношкалу (10^{-6} - 10^{-9} м) (Юшкин и др, 2005; Конеев, 2006). Все минералы проходят этап наносостояния при образовании и многие из них остаются «карликами». Появление наноминералов может происходить при кристаллизации в магматогенных, гидротермальных, коллоидных системах; распаде твердых растворов; диффузии и локализации примесей в дефектах структуры; распаде неустойчивых соединений и нестабильных изотопов, а наночастицы формируются в тектогенных, взрывогенных процессах, при брекчировании, выветривании, при обогащении руд и др. Необычные свойства наноминералов и наночастиц определяются значительной удельной поверхностной энергией, которая начинает заметно возрастать, начиная с 100 мкм и по мере приближения размера минерала к нулю стремится к бесконечности, то есть объект превращается в двумерную структуру – пленку, образующую фуллерены, нанотрубки, или послойно формирующиеся кристаллические индивиды. Наночастицы имеют высокую химическую, каталитическую, сорбционную активность. Этим можно объяснить постоянную приуроченность крупных и гигантских месторождений золота к зонам разломов, брекчиям, углеродистым толщам. Размер наноминералов может выходить за пределы наношкалы, т.к. они часто состоят из атомов тяжелых металлов с большими радиусами. Среди кристаллов часто наблюдаются икосаэдры с осью симметрии пятого порядка.

Наногеохимия – раздел геохимии, изучающий распределение, формы нахождения в породах, рудах и минералах элементов, средние содержания которых в Земной коре (кларки) и промышленные концентрации, составляют ppm–ppb (10^{-6} – 10^{-9} т). Очевидно, что геохимия Au, Pt, Pd, Te, Se, Bi будет отличаться от геохимии Si, Al, Ca, Mg, Na, Fe и других элементов с кларками 10n–n%. Например золото, известное как “благородный”, химически инертный металл, в наносостоянии становится чрезвычайно

активным и образует соединения со многими элементами: Bi, Cu, Pb, Te, Sb, Hg, S, Se (Конеев, 2008).

Нанотехнологический подход послужил основой для изучения условий образования, минералогии, геохимии, типизации, поисках скрытого оруденения и оценки технологических свойств золотых руд в Узбекистане, который по запасам и золотодобыче входит в первую десятку стран в мире. Здесь известны золоторудный гигант Мурунтау, крупнейшие месторождения золота Зармитан, Амантайтау, Даугызтау, Кочбулак и др. (Конеев, Халматов, Мун, 2010). Изучение этих месторождений методами минералого-геохимической нанотехнологии показало, что руды всех месторождений сформированы единым рядом минерально-геохимических типов, соответствующих стандартной геохимической зональности отложения элементов, минералов и ассоциаций в гипо-мезо-эпитермальных условиях: /Au-W/Au-Bi-Te/Au-As/Au-Ag-Te/Au-Ag-Se/Au-Sb/Au-Hg/. Золото в первичных эндогенных рудах типичный микро-наноминерал. Выделяется в виде самородных наночастиц или образует наноансамбли неповторяющихся для каждого типа соединений. Решающую роль в наноансамблях играют минералы Bi, Te, Sb, Se, Ag, Pb и др. определяющие геохимию и минералогию золота и не уступающие ему по распространенности. На их основе разработана классификация руд, признаки, критерии поиска и оценки скрытых месторождений.

Наиболее перспективными направлениями использования методов минералого-геохимической нанотехнологии представляются следующие:

- Геологические системы, в которых формируются месторождения благородных, редких, редкоземельных и др. элементов, выделяющихся в рудах в виде микро-наноансамблей необычных или нестехиометричных соединений.

- Техногенные месторождения, образующиеся на хвостах обогащения, цианирования и т.д. Их основной материал это обломочные микро-наночастицы, высокая химическая и абсорбционная активность которых приводит к возникновению новообразованных микро-наноминералов и руд.

- Экологические системы, формирующиеся не отдельными элементами, ПДК которых обычно считают главным показателем загрязненности, а необычными соединениями или обломочными микро-наночастицами известных минералов (кварц) чрезвычайно агрессивных и влияющих на человека и окружающую среду.

Возможности наноминералогии и наногеохимии при изучении подобных систем изучены пока явно недостаточно, требуют высокоразрешающей (10^{-6} - 10^{-9} м) и высокочувствительной (10^{-6} - 10^{-9} т) аналитики, но уже имеющиеся результаты исследований свидетельствуют об их эффективности.

Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества. Санкт-Петербург: Наука, ред. Н.П. Юшкин и др, 2005. 581 с.

Конеев Р.И. Наноминералогия золота эпитермальных месторождений Чаткало-Кураминского региона. Узбекистан. СПб: Дельта, 2006, 220с.

Конеев Р.И. Естественные нанотехнологии: наногеохимия и наноминералогия процессов рудообразования // Наногеохимия золота. Труды симпозиума, Владивосток: Дальнаука, 2008, С. 42-47.

Р.И.Конеев, Р.А.Халматов, Ю.С.Мун Наноминералогия и наногеохимия руд месторождений золота Узбекистана // 2010 Записки РМО, 2010. С. 1-14.