

Т.М. ЖАУТИКОВ¹

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА

Алтын металлогенісі бойынша көпжылдық зерттеулер, соның ішінде кендену іргесі кезінде алтынның көшпүі мен шөгүіне байланысты теориялық мәселелер туралы нәтижелер баяндаптан. Ірі және бірегей кенорындарның қалыптасуы көпсатылы және саф алтын фазасында метатрақты формасының жүйелі дамуы кезеңінде пайда болады.

Освещены результаты многолетних исследований по металлогенезу золота, включая теоретические вопросы миграции и отложения его при процессах рудообразования. Формирование крупных и уникальных месторождений происходит при многостадиальной и последовательной эволюции метастабильных форм золота в его самородную фазу.

The results of long standing studies of gold metallogeny, including theoretical questions of its migration and sedimentation in the ore forming processes are considered. Formation of large and unique deposits occurs during multistep and successive evolution of metastable forms of gold into its native phase.

На территории Казахстана издавна эксплуатировались месторождения золота. Химический анализ золотых изделий уникальных археологических находок региона показал, что они изготовлены из местного сырья, добывшего из коренных и россыпных месторождений Жонгарии, Калбы и Южного Алтая (С.К. Калинин, Т.М. Жаутиков, М.И. Мадина, 1991). Самыми древними (XIV-XII века до н.э.) из этих находок являются изделия из золота могильника Аксу-Аюлы и Аишрак в Центральном Казахстане. Изделия, так называемой, андроновской культуры – каменные и бронзовые орудия горного промысла – встречаются на многих месторождениях золота. Анализируя расположение многочисленных древних выработок (по-казахски – «мыңшұңқыр») на месторождениях Степняк, Аксу и др., на россыпях Баянколя, Ргайты, Беттибулака и др., можно констатировать, что еще в то далекое время использовались определенные критерии в поисках и отработке золотосодержащих руд, т.е. имелись, хотя и в примитивной форме, определенные элементы металлогенического анализа.

Естественно, успехи в познании металлогении золота пришли не сразу, а формировались последовательно и поэтапно в течение длительного времени, что отчетливо прослеживается в истории развития этой науки в трудах ученых Института геологических наук им. К.И. Сатпаева.

На начальном этапе исследования по золоту велись небольшой группой научных сотрудников в составе сектора региональной металлогенезии под

руководством академика А.К. Каюпова, воспитавшего целую плеяду высококвалифицированных научных сотрудников (доктора геолого-минералогических наук Х.А. Беспаев, Т.М. Жаутиков, Н.К. Кудайбергенова, А.М. Мауленов и кандидаты геолого-минералогических наук В.М. Гришин, Г.Т. Оразбеков и др.). В работах освещались в основном региональные вопросы металлогенеза золота (М.А. Абдулкабирова, 1967 г., 1975 г.; А.К. Каюпов, Б.М. Руденко и др., 1973 г.), особенности рудовмещающих структур (В.М. Гришин, 1969 г.), преобладающая связь золотого оруденения с интрузивными комплексами (Н.К. Кудайбергенова 1969 г., 1973 г.) и др. В последующем (1976 г.) в составе Отдела Металлогенеза Института была организована Лаборатория золоторудных формаций, бессменным руководителем которой является Т.М. Жаутиков – доктор геолого-минералогических наук, лауреат Государственной премии РК, действительный член Международной Академии минеральных ресурсов. За 34 года существования лаборатории золота были выполнены следующие важнейшие научно-исследовательские работы:

«Условия образования месторождений главных золоторудных формаций Казахстана» (1976–1980 гг.), «Геолого-генетическая модель формирования месторождений благородных металлов» (1986–1990 г.г.), «Локальные критерии поисков и принципы количественной оценки месторождений золота» (1991–1994 г.г.), «Промышленно-генетические типы, закономерности формирования

¹ Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

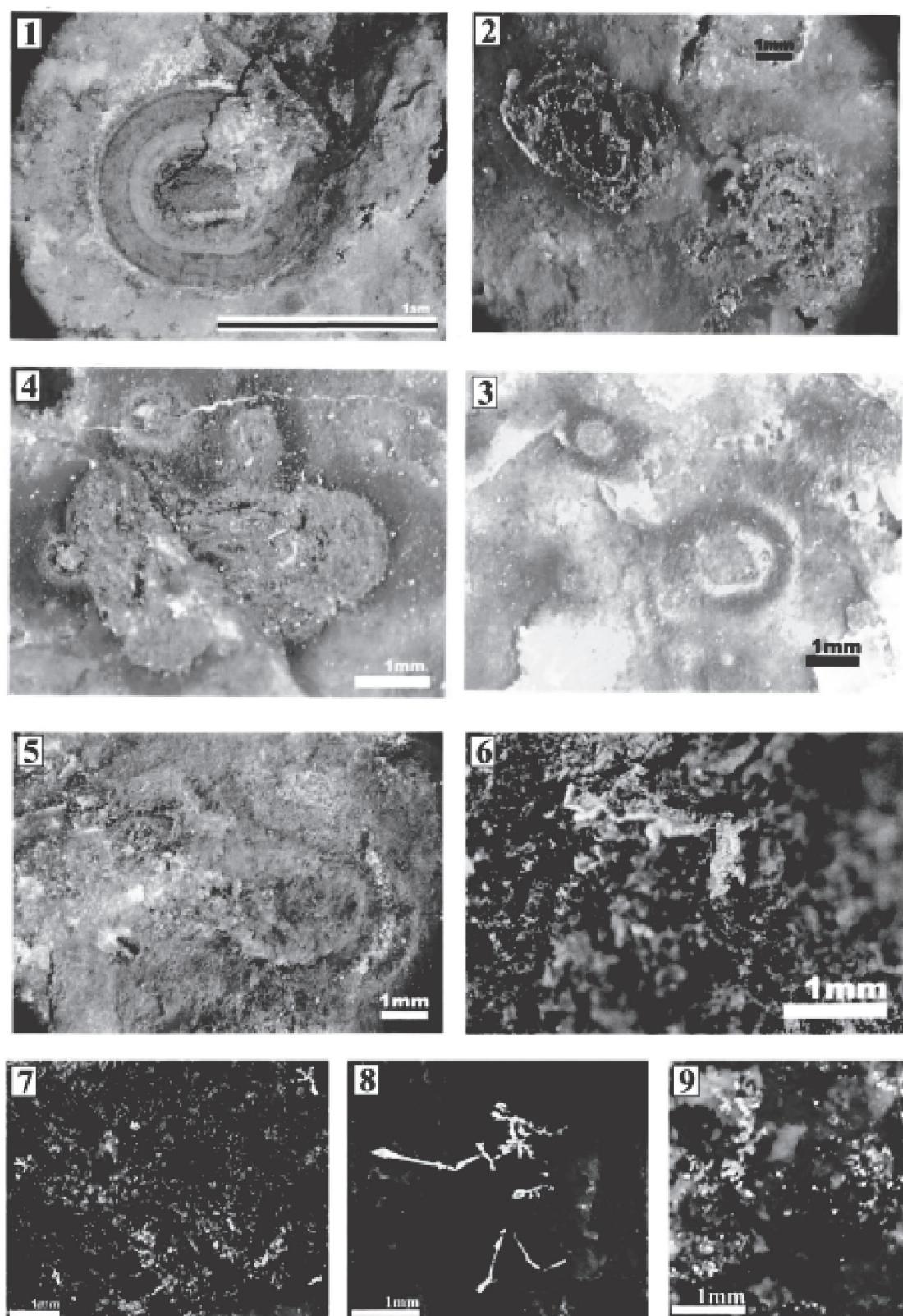


Рис. 1. Тонкодисперсное и дендритоидное гипергенное золото в зоне окисления золото-серебряного месторождения Архарлы.
1–5 – тонко- и коллоидно-дисперсное гипергенное золото, образовавшееся в зоне окисления в виде колец «Лизеганга»; 6–9 – дендритоидное гипергенное золото

и прогноз месторождений золота Казахстана» (1997-1999г.г.) и др. По результатам этих исследований был показан широкий диапазон геотектонических условий формирования золотого оруднения, значительная роль седиментогенных и вулкано-плутонических процессов в первичной металлогенической специализации регионов, определено геотектоническое положение черносланцевых толщ, показана роль последовательно проявленных полигенных геолого-металлогенических процессов в происхождении важнейших для Казахстана золотосульфидных месторождений (Т.М. Жаутиков, В.И. Фомичев), разработана общая систематика золоторудных формаций, выделены геотектонические типы колчеданоносных районов Казахстана, произведена классификацияrudовмещающих структур, проанализированы механизм их формирования и поисковый парагенезис, рассмотрены основные принципы средне- и крупномасштабного прогнозирования (Т.М. Жаутиков, В.А. Алексеев и др.).

Весь комплекс геологических, структурно-тектонических и минералого-геохимических факторов, собранных в процессе изучения золоторудных месторождений Казахстана, позволил рассматривать их как единый эволюционирующий во времени и совмещенный в пространстве парагенезис, который закладывается в основу составления прогнозных карт, поисковых и разведочных проектов. Разработанные лабораторией теоретические предпосылки позволили составить рекомендации о значительных масштабах запасов месторождений золота Бакырышкского и Акбакайского рудных полей, золото-медно-колчеданного месторождения Мизек, подтвержденные последующими разведочными и добывающими работами (Т.М. Жаутиков, В.Н. Матвиенко и др.). В 1995-1998г.г. сотрудниками лаборатории проводились металлогенические исследования в пределах бывшего Семипалатинского ядерного полигона, которые привели к открытию нового золоторудного месторождения Балтемир (Т.М. Жаутиков, Д.Б. Бекмагамбетов).

Важным результатом теоретических исследований сотрудников лаборатории является издание В.И. Фомичевым и Т.М. Жаутиковым монографии «Поведение и формы миграции золота в процессах рудообразования» (2005г.). В основу монографии положено экспериментальное изучение растворимости золота и серебра, термоди-

намическое моделирование поведения их комплексов и ионов, позволивших установить условия их устойчивости и миграционно-рассевающей способности в эволюционирующих гидротермальных системах и выявить электрохимическую специфику разрушения и осаждения на участках резкой смены Eh-pH среды, температуры и давления. **Впервые в мировой практике им удалось идентифицировать разнообразные типы геохимических барьеров и произвести их классификацию.** Дальнейшие редокс-исследования показали, что золото (как и серебро) кардинально изменяет устойчивость в зависимости от термодинамического состояния воды – от самого инертного в природе благородного металла в области термодинамической стабильности воды до неустойчивого элемента метастабильного состояния, полностью потерявшего свое благороднометальное свойство и способного сохраняться лишь в виде халькогенидных комплексных соединений в резко восстановительных условиях нижней зоны разложения воды. Специфика поведения комплексов и ионов благородных металлов в такой необычной обстановке (за нижней границей устойчивости воды) отражена в подготовленной монографии «Редокс-условия рассеяния и концентрации золота и серебра в эволюционирующих флюидных системах».

Генетические аспекты образования золоторудных месторождений и, в первую очередь, формы миграции золота, особенности его поведения и осаждения в разных термодинамических условиях и различных геологических средах вызывают повышенный интерес как крупнейших ученых, так и геологов-разведчиков, поскольку имеют большое практическое значение в целенаправленных поисках и оценке новых рудных полей. Особое внимание исследователей привлекает зона гипергенеза золоторудных объектов (Т.М. Жаутиков и др., 2008-2010 гг.), в которой воочию устанавливается ремобилизация гипогенного золота, его миграция и локализация в меняющихся физико-химических условиях. Исследования зоны окисления месторождений Архарлы, Балтемир и других показали, что новообразованное золото имеет самые различные морфологические типы: лапчатые и веточковидные дендриты, звездчатые лучистые кристаллы, пылевидные и округлые зональные образования наподобие колец Лизеганга (рис. 1.2). Анализ этих морфологических типов зо-

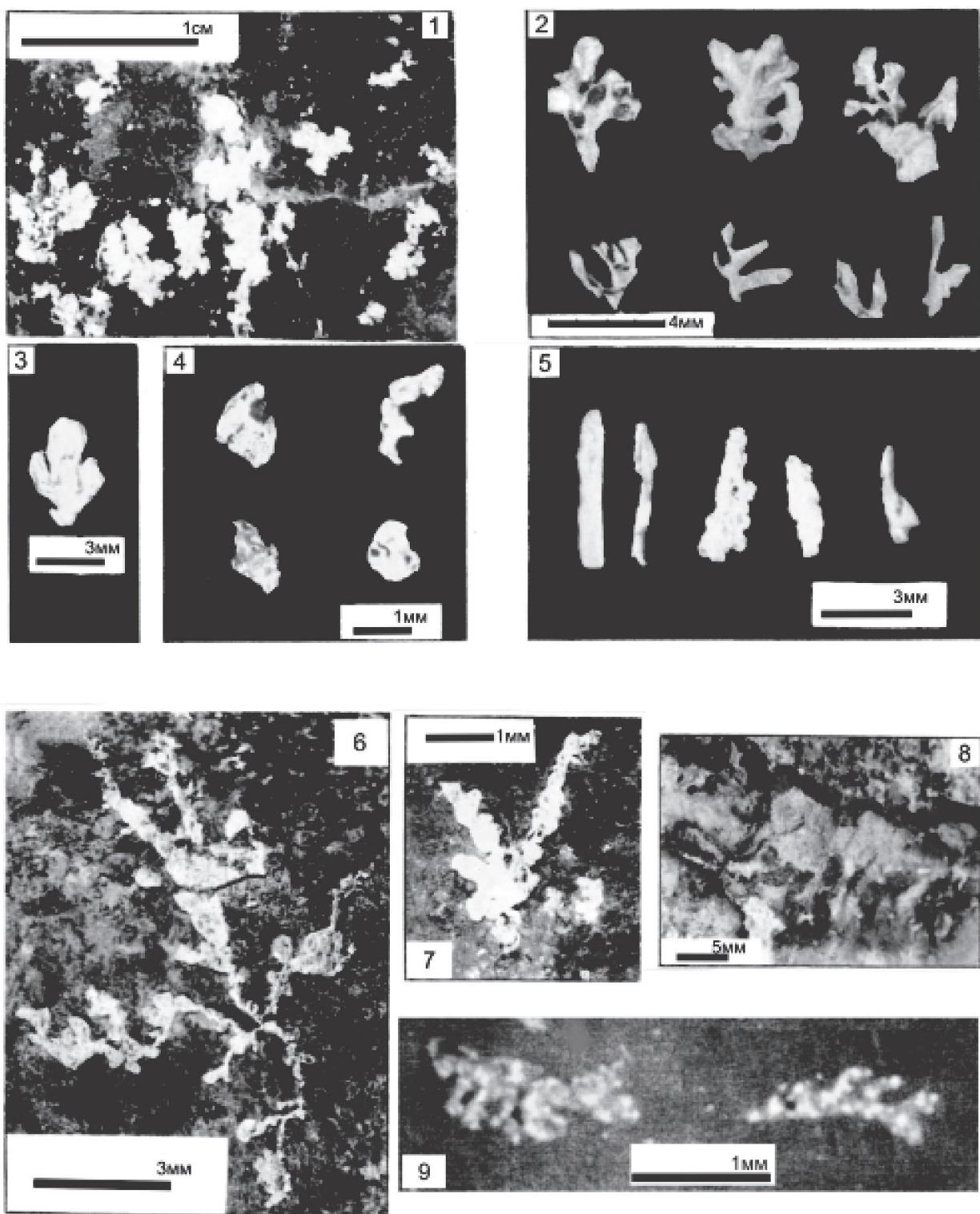


Рис. 2. Гипергенное золото зоны окисления месторождений Казахстана

1 – пленочное золото месторождения Балтемир (Северо-Западная Калба); 2 – дендритоиды из зоны окисления месторождения Олимпийское (Шу-Илийская зона); 3 – лапчатые золотины месторождения Северный Беттибулак (обрамление Кокшетауской глыбы); 4 – мелкие гипергенные зерна золота в ассоциации с гидро-гематитом (там же); 5 – палочкообразные золотины (там же); 6–8 – звездчато-лапчатые дендриты (6,7) и пылевидные (8) золотины в ассоциации с лимонитом в зоне гипергенеза месторождения Архарлы (Южная Жонгария); 9 – дендритоиды месторождения Южный Карамурун (сев. западное окончание хр. Карагатай)

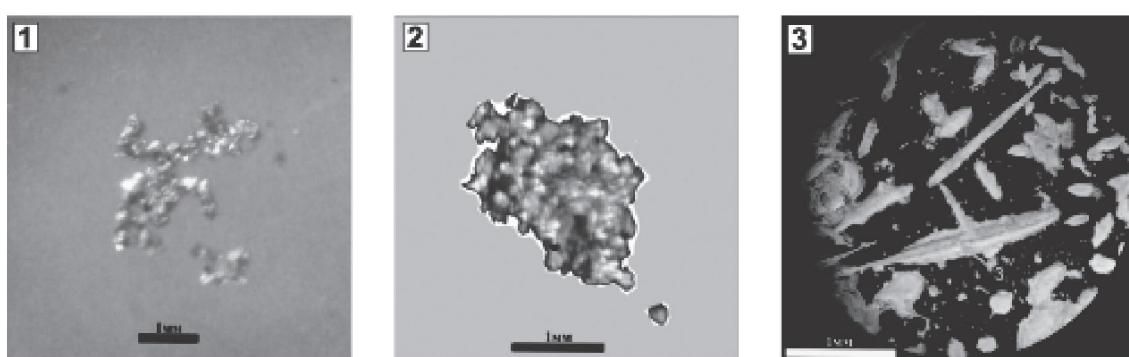


Рис. 3. Золото, полученное экспериментальным путем: дендритоид (1), комковидное (2) из сплеленных кристаллов и коллоидное (3) в низкотемпературном тридимите. Материал: руда золото-серебряного месторождения Архарлы. Из коллекции А.С. Солдатенко, 2009 г.

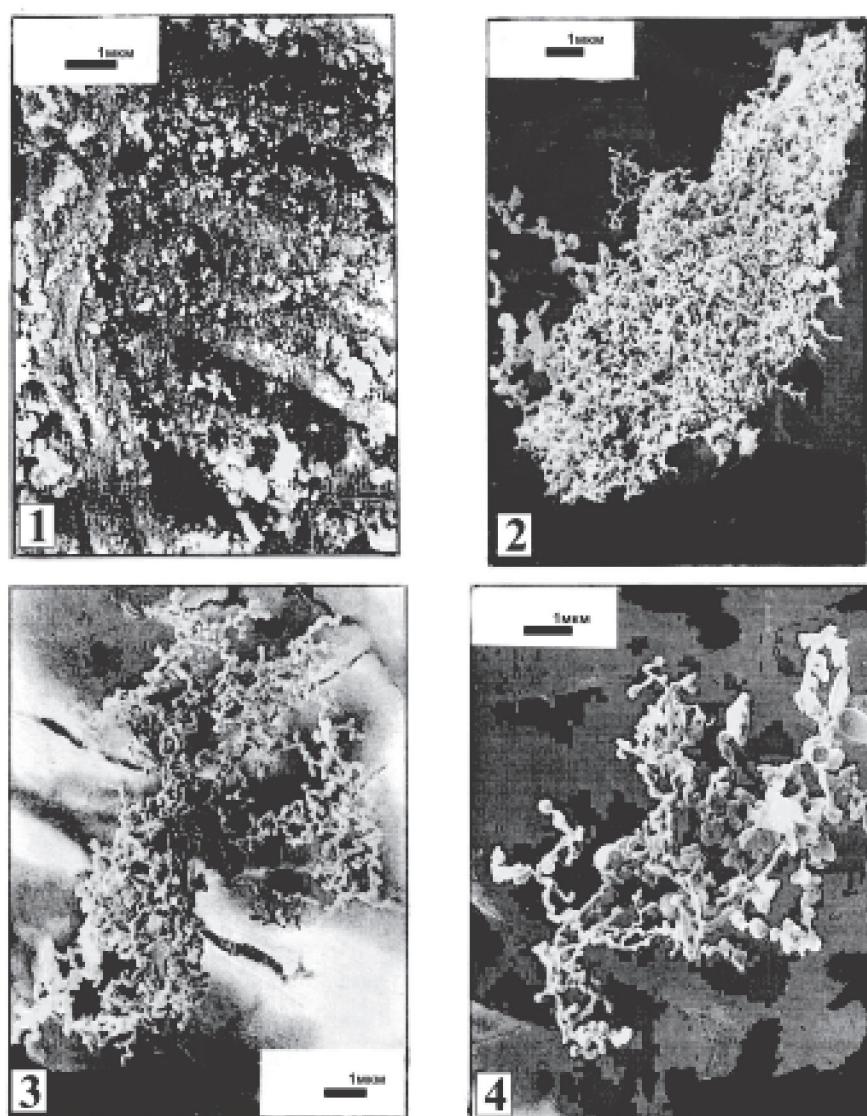


Рис. 4. Тонкодисперсное и тонкогубчатое золото и серебро в коренных золоторудных (Степняк) и золото-серебряных (Архарлы) месторождениях Казахстана. (По В.М. Матвиенко)

1 – ультратонкодисперсное золото из ранних прожилково - вкрапленных руд месторождения Степняк;
2 – 4 – тонкогубчатые выделения самородного золота (2, 3) и серебра (4) в рудах месторождения Архарлы.

лотин показывает, что в образовании гипергенного золота большую роль играют электрохимические процессы, закономерно возникающие в зоне окисления месторождений. С другой стороны, эти данные свидетельствуют о большом разнообразии геохимических барьеров, способствующих отложению самородного золота.

Минералогическое разнообразие золота зоны окисления находится на начальном этапе своего изучения и, возможно, именно в ней следует ожидать самые крупные открытия по минералогии субмикроскопических и наноскопических форм нахождения золота. В процессе ограниченных по количеству экспериментов по растворению и осаждению золота А.А. Солдатенко получены золотины различной формы, в том числе, дендритоиды, слепленные в комок полые кристаллы, шары и т.п. (рис. 3). Еще в исследований 80-х годов прошлого столетия ведущим сотрудником лаборатории В.Н. Матвиенко были установлены полые шаровидные и кристаллические формы золотин, ультратонкодисперсные и тонкогубчатые их формы (рис. 4), которые в настоящее время считаются изначальной основой в структурной иерархии самородных форм золота как фрактального кластера. Именно такие фор-

мы способны заполнять большие объемы при малом количестве вещества.

В последние годы значительное место в работе лаборатории было отведено исследованиям конкретных золотороссынных районов Казахстана (Т.М. Жаутиков, В.В. Рассадкин, 2004-2010 гг.), которые выявили большие перспективы в увеличении их ресурсов (Западная Калба, Саур-Манрак, Жонгария). Этими работами заложена основа производства широкомасштабных поисково-оценочных и разведочных работ на россыпи дальнего переноса и переотложения, ориентированных в основном на мелкое и тонкое золото.

Международные связи сотрудников с учеными Российской Федерации (М.М. Константинов, Л.А. Николаева, Сазонов В.Н., В.Н. Сафонов), КНР (Lu Bing, He Zhili, Li Jiang), ФРГ и других стран оказывают большое влияние на поднятие уровня исследований лаборатории. Укрепление лабораторной базы Института, организация исследований в области наноминералогии, сотрудничество с Институтом космических исследований в области применения высококачественных космоснимков в электронном варианте и др. приведут в будущем к полному раскрытию малоизученных граней металлогенеза золота.