Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LI, вып. 2, 1966 г.

УДК 550. 84

О МЕТОДИКЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Е. М. Квятковский

Как известно, основным, если не единственным, методом поисков месторождений золота до последнего десятилетия являлась шлиховая съемка. Начиная с 1956 г. в Восточном Забайкалье, а затем и других районах наряду со шлиховой съемкой все шире применяются геохимические методы, что стало возможным благодаря использованию высокочувствительного адсорбционно-спектрального метода анализа проб на золото [Сафронов и др., 1958]. Затем были предложены электрохимически-спектральный [Добхаева, 1961], двудуговой спектральный [Григорьева, 1963] методы, среди которых наибольшее распространение получил электрохимически-спектральный. Все эти методы анализа разработаны применительно к анализу литохимических и в меньшей мере биохимических проб. Для гидрохимических же проб до сих пор нет надежных экспрессных высокочувствительных методов определения золота. Работы ВИТР, Ленинградского горного института и других организаций не вышли еще из стадии эксперимента, хотя и есть уже некоторые рекомендации [Миллер, Каравайкова, Муликовская 1961]. В основу настоящей статьи положены материалы, полученные при исследованиях в пределах Любавинского рудного поля, а также материалы Н. И. Сафронова, В. В. Поликарпочкина и других [Сафронов, Поликарпочкин, Утгоф, 1958; Поликарпочкин, Лапп, 1959; Сафронов, Поликарпочкин, Трушков, 1960] по Восточному Забайкалью, А. М. Григорьева [1962] по Бурятии, Л. В. Разина и И. С. Рожкова [1963] по Якутии.

О процессах миграции золота при формировании вторичных ореолов и потоков рассеяния. Как известно [Крейтер и др., 1958], в коренных месторождениях золото присутствует в виде относительно крупных зерен ($\geqslant$ 0,1 *мм*); в тонкодисперсном состоянии (от 0,0005 до 0,1 *мм*) в кварце, лимоните, барите и сульфидах, а также в форме теллуридов и селенидов, разлагающихся в зоне окисления с образованием самородного тонкодисперсного золота.

По мнению некоторых исследователей [Билибин, 1938; Фосс, 1963 и др.], при формировании вторичных элювио-делювиальных ореолов и аллювиальных потоков рассеяния происходит главным образом дезинтеграция золота из вмещающих пород и дальнейшее измельчение его на путях переноса. На основании этого считается невозможным обнаружить шлиховой съемкой коренные месторождения тонкодисперсного золота, приуроченные к осадочным породам типа роговиков, углисто-глинистых сланцев, джаспероидов [Сафронов, Поликарпочкин, Трушков, 1960]. Месторождениям такого типа свойственны, по-видимому, большие запасы при весьма низких концентрациях золота. Возможно,

они распространены достаточно широко и в будущем могут играть значительную роль в общем балансе [Чайковский, 1963].

По мнению М. Н. Альбова [1960], Г. В. Фосса [1963] и других, образование «вторичных» самородков из тонкодисперсного (субмикроскопического и микроскопического) золота в процессе его миграции возможно лишь в пределах коры выветривания и зоны окисления коренных месторождений.

По Р. В. Нифонтову [1960] и В. А. Обручеву [1935] тонкодисперсное или коллоидное золото может образовывать самородки и в аллювиальных потоках рассеяния. В доказательство этого приводятся известные в практике случаи восстановления золотоносности отработанных россыпей, а также образование при эрозии углисто-глинистых пород, содержащих в повышенных концентрациях рассеянное хемогенное золото, аллювиальных россыпей со свободным самородным золотом.

Более справедлива, по-видимому, вторая точка зрения, согласно которой существенную роль в процессах миграции золота в гипергенных условиях играют коллоидные, ионные или комплексные растворы золота, из которых при благоприятных условиях выпадает самородное тонкодисперсное золото, а иногда образуются и достаточно крупные самородки.

Любопытен в этом отношении описанный Р. В. Бойлем [Boyle, 1951] случай обнаружения пленок самородного золота в ископаемом льду вблизи золоторудных жил. По-видимому, золото выпало из растворов, что свидетельствует о его высокой миграционной способности даже в условиях развития многолетней мерзлоты. К такому же выводу приводит вычисление коэффициента водной миграции золота по данным Л. В. Разина и И. С. Рожкова [1963]: для растворенного золота 1,3 и для «взвешенного» 10.

Таким образом, поведение золота в процессе формирования вторичных ореолов и потоков рассеяния зависит как от формы нахождения его в коренных источниках, так и от физико-химической обстановки в зоне гипергенеза. Когда в коренном источнике золото представлено в основном зернами или самородками крупнее 0,1 *мм* при формировании элювио-делювиальных ореолов ведущим процессом является дезинтеграция золотин из вмещающих пород, а в аллювиальных потоках — процесс механического истирания золотин с образованием тонкодисперсного и «плывущего» золота. Когда в коренном источнике золото представлено в форме тонкодисперсной примеси к сульфидам или находится в рассеянном (сорбированном?) состоянии в углисто-глинистых, железистых или иных породах, при формировании зоны окисления, коры выветривания и элювио-делювиальных ореолов рассеяния ведущим процессом будет миграция в тонкодисперсной, коллоидной или ионной форме. В хорошо проработанной зоне окисления или коре выветривания может образовываться свободное самородное тонкозернистое ($> 0{,}01$ *мм*) или зернистое ($\geqslant 0{,}1$ *мм*) золото. Этот процесс характерен, по-видимому, и для аллювиальных потоков рассеяния, особенно для приплотиковых горизонтов в непосредственной близости от коренных источников. По мере удаления от коренного источника в потоке рассеяния все больше и больше будут сказываться явления разубоживания за счет привноса продуктов выветривания и явления механического истирания золотин. Естественно, что в наиболее широко распространенных в природе случаях, когда в коренном источнике золото присутствует как в самородной форме, так и в виде тонкодисперсной примеси к сульфидам, при формировании элювио-делювиальных ореолов рассеяния существенную роль будут играть процессы и механического и солевого рассеяния золота. При формировании же аллювиальных потоков рассеяния золота (россыпей) вблизи коренного

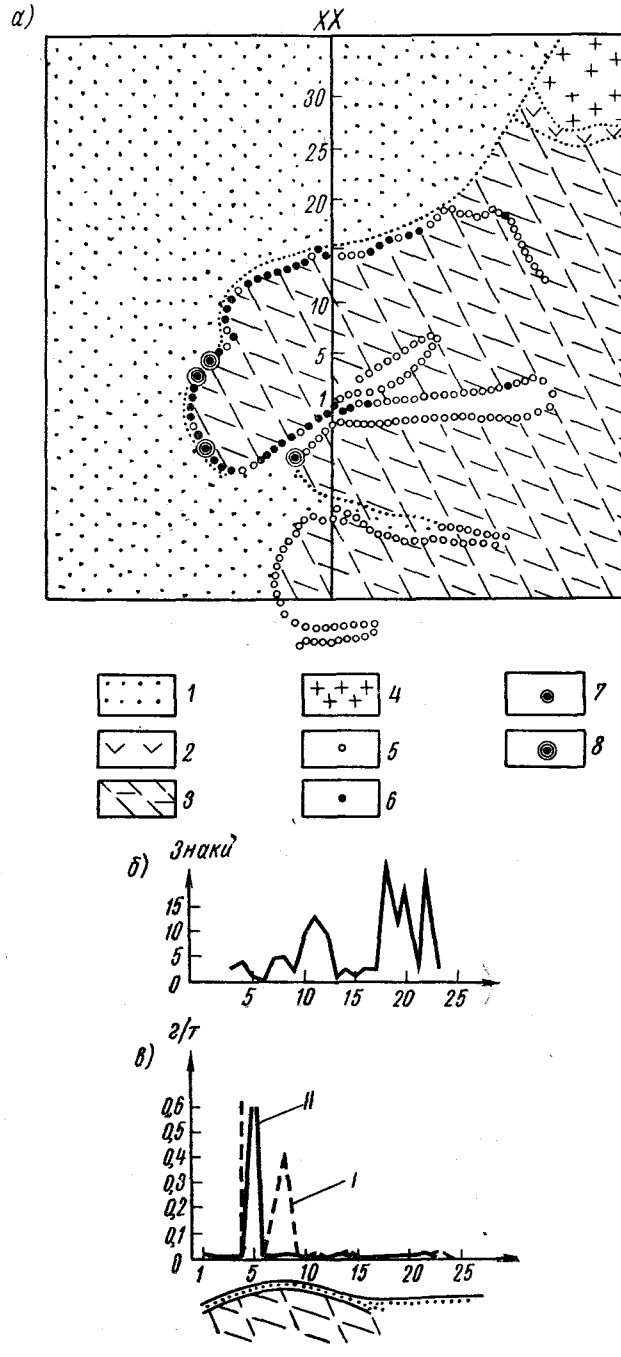


Рис. 1. Шлиховая съемка делювия по подножью склона (*а*), по профилю XX (*б*) и литохимическая съемка по профилю XX (*в*) при поисках месторождений золота в районе Любавинского рудного поля в Восточном Забайкалье:

Содержание золота: *I* — в коренных породах; *II* — в рыхлых отложениях. *1* — аллювий; *2* — кварцевые порфиры; *3* — андезиты; *4* — граниты; *5—8* — шлиховые пробы: *5* — без знаков золота; *6* — от 1 до 3 знаков; *7* — от 4 до 10 знаков; *8* — от 11 до 50 знаков. Один знак золота $2 \cdot 10^{-3}$ *г/т*, или $2 \cdot 10^{-7}$%).

источника ведущую роль будет играть образование тонкозернистого и зернистого самородного золота, с удалением же от источника — процесс истирания золотин и образование тонкодисперсного «плывущего» золота.

В районе Любавинского рудного поля, например, при шлиховой съемке на одном из участков, сложенном андезитами верхнемелового возраста (?), зафиксировано повышенное содержание (до 0,1 *г/т*) золота в делювии у подножья возвышенности (рис. 1, *а*). Попытка установить местоположение коренного источника золота шлиховым опробованием рыхлых отложений вдоль профиля XX, пересекающего вершину сопки, не дала положительных результатов, однако максимальные содержания «знакового» золота приурочены к аллювиальным отложениям в северной части профиля, тогда как в делювиальных отложениях на склонах и вершине сопки содержания «знакового» золота уменьшаются (рис. 1, *б*). При литохимическом опробовании рыхлых отложений и коренных пород (андезитов) вдоль профиля XX получена иная картина — максимальные содержания тонкодисперсного (рассеянного) золота, которое улавливается двудуговым методом анализа, оказались приуроченными к вершине сопки, тогда как в делювии, у подножья сопки, и в аллювии золото содержится в значительно меньших концентрациях (рис. 1, *в*). Вероятно, источником как в литохимических, так и в шлиховых пробах является тонкодисперсное, рассеянное в слабо измененных андезитах золото, создающее в делювии солевой (литохимический) ореол рассеяния, переходящий в аллювии в механический поток рассеяния «знакового» золота. В этом отношении интересны также результаты исследований месторождений куранахского типа на Алданском щите, где к россыпям приурочена наибольшая концентрация самородного золота, тогда как в химических ореолах рассеяния золото находится только над золотоносными участками [Разин, Рожков, 1963].

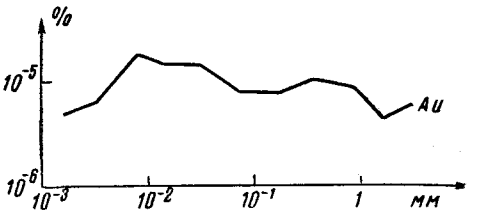


Рис. 2. Распределение золота в различных классах крупности частиц литохимических проб из делювиальных ореолов рассеяния. Среднее из 6 проб.

О существенной роли процессов «солевой» миграции золота при формировании коры выветривания и элювио-делювиальных ореолов рассеяния свидетельствует также характер распределения золота в различных классах крупности частиц литохимических проб из делювиальных ореолов в пределах Любавинского рудного поля. Как видно из рис. 2, золото как бы пропитывает все частицы, в том числе и наиболее крупные. Увеличение концентрации золота с уменьшением крупности частиц свидетельствует, по-видимому, о существенной роли явлений сорбции золота тонкодисперсными гипергенными минералами. Причем локальные максимумы в области 0,25—0,5 *мм* и особенно 0,005—0,05 *мм* совпадают с обогащением этих классов гидроокислами железа и марганца. Это подтверждает вывод Л. В. Разина и И. С. Рожкова [1963] об особой роли вторичных минералов железа и марганца в процессах миграции золота. Резкое обеднение золотом наиболее тонких классов ($<$ 0,005 *мм*) трудно объяснить, тем более, что в песчано-глинистой рыхлой массе карстовых воронок на месторождениях куранахского типа максимальные концентрации золота наблюдаются именно в наиболее тонком классе частиц $<$ 0,003 *мм*.

Сопоставление шлиховой и литохимической съемок при поисках месторождений золота по потокам рассеяния. Учитывая изложенное

о процессах миграции золота при формировании вторичных потоков рассеяния, можно предположить, что шлиховая съемка не менее эффективна, чем литохимическая даже при поисках коренных источников дисперсного золота, не сопровождаемых сколько-нибудь практически интересными россыпями. Такие месторождения, как отмечает Н. И. Сафронов [Сафронов, Поликарпочкин, Трушков, 1960], по-видимому, действительно могут быть встречены, хотя не исключена возможность и обратной картины — промышленно интересные золотоносные россыпи, обусловленные выветриванием практически не представляющих интереса коренных источников дисперсного золота. Например, в Бодайбинском районе возможным источником образования богатых россыпных месторождений являются золотоносные пиритизированные темные филлиты [Обручев, 1935]. В золотоносных районах, как правило, наблюдаются достаточно многочисленные потоки рассеяния со «знаковыми» содержаниями золота, коренные источники которых иногда трудно установить (см. рис 1). Чувствительность шлиховой съемки настолько высока, что вероятность пропуска даже весьма слабых механических потоков рассеяния, сопровождающих коренные месторождения дисперсного золота, практически очень мала. Действительно, при шлиховой съемке в пробе весом около 50 *кг* достаточно уверенно обнаруживаются «знаки» золота размером 0,05—0,1 *мм* или весом примерно 0,01 *мг*, что соответствует содержанию $2 \cdot 10^{-4}$ *г/т*, или $2 \cdot 10^{-8}$%. Чувствительность же специальных методик анализа литохимических проб не превышает $2 \cdot 10^{-6}$%, т. е. в 100 раз ниже. Иначе говоря, достаточно, чтобы в потоке рассеяния всего 1% от валового содержания золота порядка $2 \cdot 10^{-6}$% был представлен самородным и «знаковым», а 99% — субмикроскопическим и коллоидным, и надежность обнаружения потока рассеяния шлиховой и литохимической съемкой будет одинаковой. Повышение эффективности литохимической съемки дальнейшим увеличением чувствительности анализа ограничено кларком золота в литосфере, равным 10^{-7}%. На этом фоне можно достаточно уверенно обнаруживать «солевые» потоки рассеяния золота с содержанием $\geqslant 5 \cdot 10^{-7}$%, т. е. и в данном случае чувствительность шлиховой съемки будет выше, если 5% от валового содержания будет представлено «знаковым» золотом. Естественно, что если шлиховая съемка практически непригодна для обнаружения «солевых» потоков рассеяния золота, то литохимическая, в свою очередь, непригодна для обнаружения механических потоков «знакового» золота. Действительно, при использовании навески порядка 10 *г* попадание в нее одного знака золота возможно лишь при содержании 1 *г/т*, или 10^{-4}%, что характерно уже для промышленно интересных россыпей.

Вторичные элювио-делювиальные ореолы рассеяния золота при поисках. В процессе формирования элювио-делювиальных ореолов происходит рассеяние и избирательный вынос отдельных элементов. В первом приближении для рудных тел жильной формы можно считать справедливой зависимость

$$C_x \cdot 2L = qC_p h_p, \qquad (1)$$

где C_x — среднее содержание в ореоле вблизи дневной поверхности; $2L$ — ширина ореола; C_p — среднее содержание золота в рудном теле; h_p — средняя видимая мощность рудного тела; q — коэффициент обогащения или разубоживания ореола рассеяния (для золота можно принять равным 1).

При ширине ореола 40 *м*, мощности рудного тела 0,4 *м* и содержании золота в рудном теле 10 *г/т* (10^{-3}%) в ореоле рассеяния получим $C_x = 10^{-5}$%.

Если в рудном теле соотношение дисперсного и самородного золота, допустим, 1 : 10, что характерно, например, для малосульфидных кварцево-золоторудных жил, то в ореоле получим соответственно «химического золота» 10^{-6}%, «шлихового» $9 \cdot 10^{-6}$%. Вследствие неполной дезинтеграции золота в делювии содержание «шлихового» золота будет значительно меньшим (порядка $3 \cdot 10^{-6}$%), что тоже значительно выше порога чувствительности шлиховой съемки. Содержание же «химического» золота находится на пороге чувствительности литохимической съемки. Следовательно, при таком соотношении дисперсного и самородного золота в рудном теле бесспорное преимущество на стороне шлиховой съемки.

Если же соотношение дисперсного и самородного золота в рудном теле обратное, т. е. 10 : 1, что характерно, например, для существенно-сульфидных золоторудных месторождений, то в ореоле получим соответственно «химического» золота $9 \cdot 10^{-6}$%, «шлихового» $1 \cdot 10^{-6}$%. В данном случае явное преимущество на стороне литохимической съемки.

Применение литохимической съемки при поисках рудных тел по ореолам рассеяния золота иллюстрировано рис. 3. Можно предположить, что на рис. 3, *а* представлены нормальные элювио-делювиальные ореолы рассеяния золота, очертания которых в общем повторяют выход рудного тела жильной формы под рыхлые отложения. Отдельные локальные ореолы, расположенные к юго-востоку от рудной жилы, ниже ее по склону, могут быть обусловлены как сносом материала с верхней части склона, так и наличием параллельных жил, еще не вскрытых канавами (что менее вероятно). В юго-западной части участка на более крупном склоне наблюдается переход от нормального к шлейфообразному ореолу. На рис. 3, *б* представлен типичный шлейфообразный ореол рассеяния, приуроченный к делювиальным отложениям в нижней части склона и к пролювиальным отложениям конуса выноса небольшого ручья.

Исходя из предположения о существенной роли биохимических процессов, приводящих к накоплению золота в растениях и при отмирании последних в гумусовом горизонте, Н. И. Сафронов [Сафронов, Поликарпочкин, Трушков, 1960] рекомендует отбирать пробы при литохимической съемке по ореолам рассеяния из гумусового горизонта с глубины 10—15 *см*. Проверка этой рекомендации в пределах Любавинского рудного поля показала, что гумусовый горизонт обедняется золотом в такой же мере, как и другими металлами, т. е. концентрации золота в гумусе примерно в 2—3 раза ниже, чем в горизонте *С*. На рис. 4 приведены графики содержания золота в делювии над кварц-золоторудной жилой при различной глубине отбора проб, в том числе и из гумуса. Примерно к такому же заключению пришел и А. М. Григорьев [1962], проводивший исследования в Бурятии. По данным Л. В. Разина и И. С. Рожкова [1963] горизонт *С* (глубина от 35 до 70 *см*) от 5 до17 раз богаче растительной подстилки (глубина до 4 *см*) и в 6—7 раз — гумусового горизонта (глубина от 4 до 15 *см*). В почвенном разрезе эти исследователи отметили довольно ясную зависимость между распределением по профилю золота и гидроокислов железа. По-видимому, в закреплении «химического» золота важную роль играют процессы сорбции, связанные с гидроокислами железа.

При литохимической съемке по ореолам рассеяния в пробах одновременно или параллельно с анализом на золото определяются и другие элементы. Как показывает опыт работ в различных районах [Вольфсон, 1963; Загоскин, 1963; Квятковский, 1963 и др.], к числу элементов-спутников золота в первую очередь следует отнести мышьяк, в некоторых случаях медь, цинк, свинец и др. Ореолы рассеяния мышьяка достаточно четко фиксируют как отдельные золоторудные жилы (рис. 5), так и

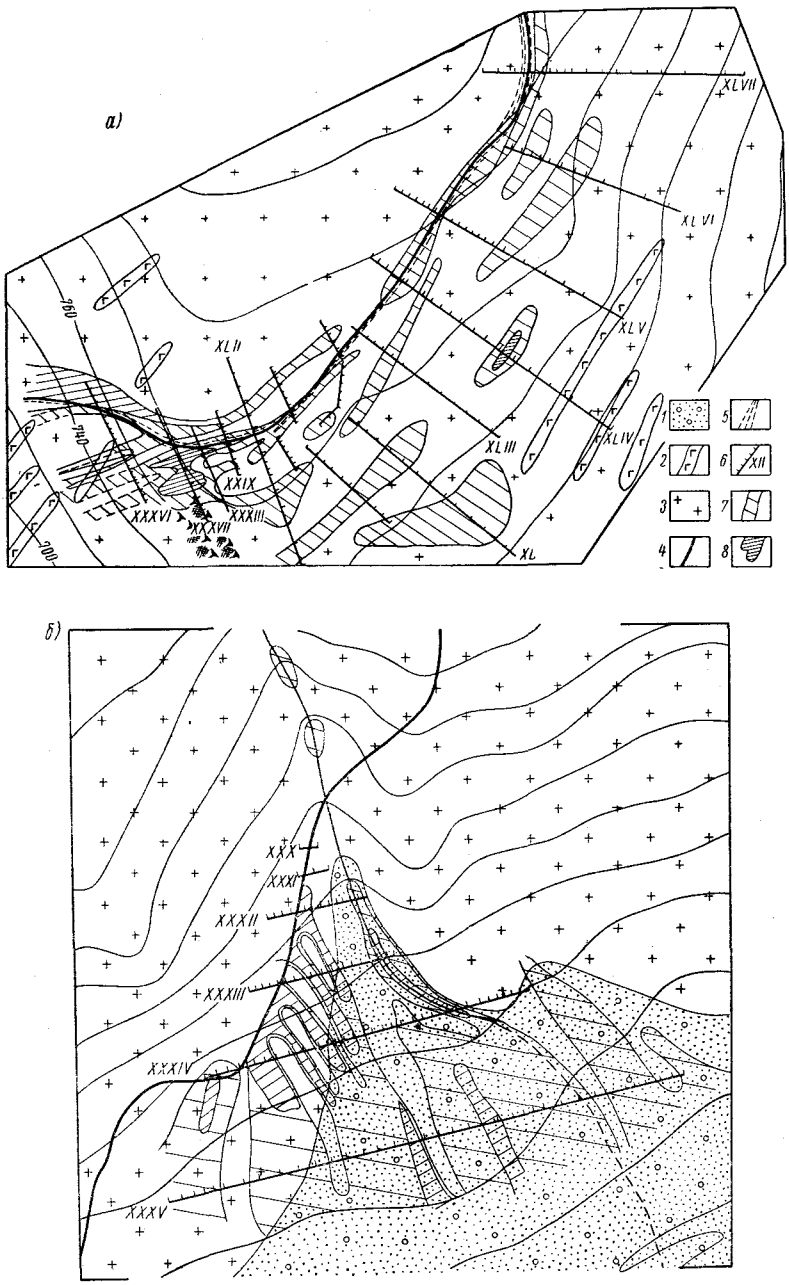


Рис. 3. Ореолы рассеяния золота (по А. М. Григорьеву [1962]): *а* — нормальный элювио-делювиальный (жила Бургузинская II); *б* — шлейфообразный делювиально-пролювиальный (жила Баргузинская I).

1 — пролювий; *2* — диориты; *3* — плагиограниты; *4* — кварц-золоторудная жила; *5* — рассланцованные и гидротермально-измененные породы; *6* — профили и точки отбора литохимических проб; *7* — содержание золота больше 1 *г/т*; *8* — меньше 1 *г/т*.

достаточно протяженные и мощные рудные зоны. Однако даже в пределах одного рудного поля далеко не все ореолы рассеяния мышьяка и других элементов-спутников одинаково перспективны на золото. В пределах Любавинского рудного поля, например (рис. 6), содержания золота в ореолах рассеяния мышьяка зафиксированы вдоль основной рудоконтролирующей структуры рудного поля — зоны малых интрузий. Ореолы же рассеяния мышьяка и свинца, развитые южнее зоны малых интрузий, не сопровождались ореолами рассеяния золота. По данным изучения первичных ореолов золоторудных жил и сопоставления первичных и вторичных ореолов в Любавинском рудном поле намечаются три этапа мине-

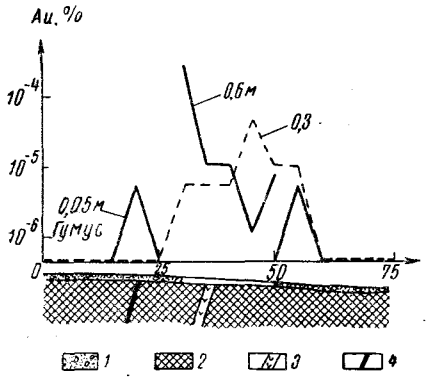


Рис. 4. Содержание золота в различных горизонтах делювиального ореола рассеяния кварц-золоторудной жилы. Любавинское рудное поле:

1 — делювий; *2* — ороговикованные песчаники и сланцы; *3* — дайка порфирита; *4* — кварцевая жила.

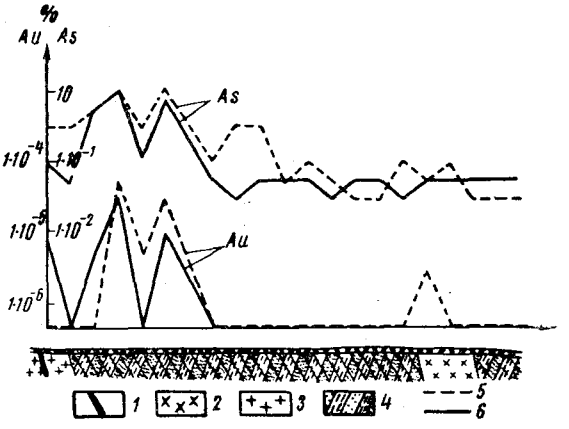


Рис. 5. Содержание золота и мышьяка в делювиальном ореоле рассеяния кварц-золоторудной жилы. Любавинское рудное поле:

1 — кварцевые жилы; *2* — кварцевые порфиры; *3* — граниты; *4* — песчаники и сланцы; *5* и *6* — содержание золота и мышьяка на глубине 0,3 *м* по данным адсорбционно-спектрального (*5*) и двудугового (*6*) спектрального анализов.

рализации: 1) Pb, Sb, As (Sn); 2) Pb, As, Ag, Au (сульфидное), W, Mo, Cu; 3) Au (самородное).

Многоэтапность процесса рудообразования, по-видимому, типична для золоторудных месторождений и ее следует всегда принимать во внимание при изучении вертикальной и горизонтальной зональности первичных ореолов.

Замечания к биохимическому методу поисков месторождений золота. Обычно биохимический метод при поисках золота прежде всего обосновывают статьей И. Бабички [1954], в которой изложены результаты опробования на золото травяной и злаковой растительности (крапивы, хвощей, кукурузы) в золотоносных районах Австрии и Чехии. Было установлено, что концентрация золота в золе этих трав и злаков значительно выше (до 100 *г/т* и более), чем в почве. Однако И. Бабичка основное внимание уделял не разработке биохимического метода поисков золота, а вопросам нахождения золота в организмах и выявлению растений-концентраторов золота. Существование же растений-концентраторов золота (как и других элементов), да еще из травяной или злаковой растительности с весьма неглубокой корневой системой, не может служить ни основанием, ни доказательством применимости биохимических методов поисков. Более того, по-видимому, далеко не всегда растения-концентраторы будут наилучшими индикаторами месторождения, так

как они способны накапливать определенные элементы даже при отсутствии солевых ореолов рассеяния месторождений этих элементов.

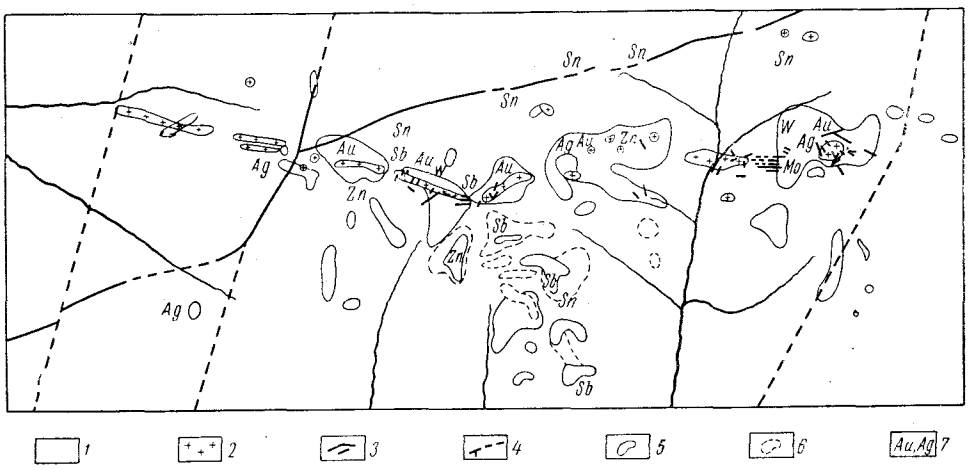


Рис. 6. Результаты детально-поисковой литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния на площади Любавинского рудного поля.

1 — песчаники и сланцы пермского возраста; *2* — гранит-порфиры; *3* — кварцевые жилы; *4* — тектонические нарушения (выявленные и предполагаемые); *5* — содержание мышьяка в делювии > 0,01 %; *6* — *содержание свинца в делювии* > 0,01 %; *7* — *локальные ореолы рассеяния элементов.*

По разработке же собственно биохимических методов поисков золоторудных месторождений первые опытные работы выполнены в Забайкалье [Сафронов, Поликарпочкин, Трушков, 1960]. Эти работы послужили основанием для следующих выводов: а) биохимические ореолы в целом повторяют контуры литохимических ореолов; б) содержание золота в золе растений (березе, лиственнице, иве) находится примерно на уровне концентраций его в почвообразующих породах; в) учитывая это, а также трудоемкость операций по озолению, биохимический метод поисков целесообразен только в некоторых специфических случаях (на каменных осыпях, болотах, при поисках в зимних условиях).

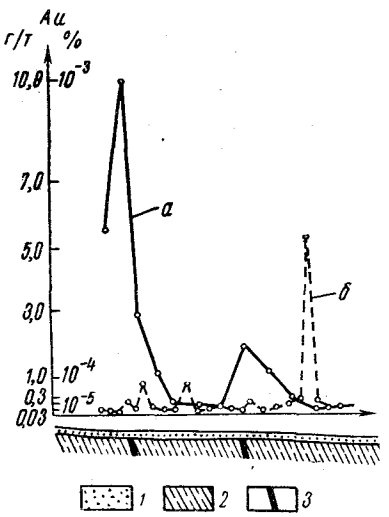


Рис. 7. Содержание золота в золе богульника (*а*) и почве (*б*). Карафтитское месторождение [А. М. Григорьев, 1962].

1 — элювий-делювий; *2* — кристаллические сланцы; *3* — кварц-золоторудные жилы.

К несколько иному заключению пришел А. М. Григорьев [1962]. На одном из участков Карафтитского месторождения при опробовании богульника он получил значительно лучшие результаты, чем при литохимической съемке (рис. 7). По этому же профилю опробование ивы и березы не дало существенных результатов — золото было обнаружено лишь в единичных пробах. На другом участке в пределах литохимических ореолов рассеяния золота обнаружены достаточно высокие его концентрации в золе растений, особенно в малине и иве (10—30 *г/т*). На соседнем же участке концентрации золота в золе расте-

ний оказались значительно меньшими, чем в литохимических ореолах. Столь резко отличные результаты на соседних участках А. М. Григорьев объясняет своеобразным характером распределения золота в различных горизонтах рыхлых отложений. Такое объяснение не выглядит убедительным, особенно когда богатый литохимический ореол не сопровождается биохимическим ореолом. Вряд ли можно говорить, особенно для районов развития многолетней мерзлоты, о том, что питание растений идет не за счет самых верхних горизонтов почвы и делювия, опробуемых при литохимической съемке, а за счет более глубоких горизонтов делювия, обедненных золотом. Скорее встречается резкое обеднение золотом самых верхних горизонтов гумусового слоя, за счет которого и идет основное питание растений, при заметном обогащении богатого гидроокислами железа иллювиального горизонта, содержащего повышенные концентрации золота.

Л. В. Разин и И. С. Рожков [1963] по данным 238 анализов 17 видов растений (сосны, лиственницы, березы, ольхи, осины, шиповника, богульника и несколько видов травяной растительности) и 17 видов почв установили, что среднее содержание золота в золе растений примерно в два раза ниже, чем в почвенном горизонте ($A_1 \div B$). В этом районе, как указано ранее, содержание золота в горизонте C наиболее высокое. Тем не менее исследователи считают, что при поисках месторождений куранахского типа «... наиболее эффективен биохимический метод поисков по почвам (горизонты $A_1 \div B$) и золе растений» [1963, стр. 22]. С такой рекомендацией, естественно, согласиться нельзя, тем более что и контрастность литохимических ореолов рассеяния, как правило, выше биохимических.

Заключение

1. При поисковых работах масштаба 1 : 50 000 и мельче по потокам рассеяния шлиховая съемка представляется более эффективной, чем литохимическая, независимо от типа коренных месторождений золота. Когда при поисках масштаба 1 : 50 000 параллельно со шлиховой съемкой идет литохимическая по ореолам, необходимо все пробы анализировать на мышьяк — достаточно надежный элемент-спутник золота.

2. Параллельно со шлиховой и литохимической съемками масштаба 1 : 50 000 по потокам и ореолам рассеяния необходимо изучать фоновые концентрации золота во всех типах коренных пород района. Это представляет особый интерес с точки зрения обнаружения коренных месторождений дисперсного золота, которые в силу тех или иных причин не сопровождаются шлиховыми потоками рассеяния. Такие участки необходимо также детально исследовать двумя методами — шлиховым и литохимическим для окончательного решения вопроса о целесообразности отказа от литохимической съемки по потокам рассеяния золота при поисках масштаба 1 : 50 000 и мельче.

3. При поисковых работах масштаба 1 : 10 000 и крупнее ведущим методом поисков должна быть литохимическая съемка по ореолам рассеяния элементов-спутников золоторудных месторождений — мышьяка, серебра, свинца, цинка, молибдена, вольфрама и др. Некоторая часть литохимических проб (по опыту работ в Любавинском рудном поле — не более 50%) анализируется на золото. В центральных точках каждого из литохимических ореолов золота целесообразно отобрать по 2—3 шлиховые пробы с целью определения минерального состава коренных источников золота до вскрытия горными выработками.

4. Анализ на многие элементы и построение полиэлементных литохимических карт позволяет более полно судить о структуре и этапах формирования рудного поля, а при изучении первичных ореолов на различных горизонтах — и о наличии вертикальной зональности рудных тел. Однако четкая вертикальная зональность первичных ореолов и рудных тел наблюдается редко, а способы выделения «зональности отложения» на сложном фоне многоэтапного процесса рудообразования еще недостаточно разработаны.

5. Методика отбора и обработки литохимических проб при съемке по вторичным открытым остаточным ореолам рассеяния элементов-спутников и золота одинакова — в обоих случаях пробы следует отбирать из горизонта *C* с глубины 30—40 *см* и выделять на анализ фракцию меньше 0,25 *мм*. Вес пробы зависит от метода анализа на золото: при двудуговом методе достаточно иметь всего 5 *г*, а при одновременном анализе пробы на ртуть с чувствительностью $10^{-5}\%$ — порядка 10 *г*: при адсорбционно-спектральном или электрохимически-спектральном — соответственно 30—50 *г*. Это, естественно, осложняет весь процесс отбора и обработки проб.

6. Чувствительность $n \cdot 10^{-6}\%$ и точность $\pm 40 \div 50\%$ указанных выше методов анализа литохимических проб на золото нельзя считать вполне удовлетворительными, так как фоновые содержания золота обычно лежат минимум на один порядок ниже.

7. Неудовлетворительно обстоит дело с методами анализа гидрохимических проб. Имеющиеся в этом отношении рекомендации не могут обеспечить надежного проведения гидрохимических поисков месторождений золота, хотя миграция золота в подземных и поверхностных водах в растворенном и взвешенном состоянии достаточно интенсивна.

8. Биохимические методы при поисках золоторудных месторождений в Восточном Забайкалье целесообразны лишь при детальных поисках масштаба 1 : 10 000 и крупнее на участках, неблагоприятных для литохимической съемки по вторичным ореолам.

ЛИТЕРАТУРА

Альбов М. Н. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. Госгеолтехиздат, 1960.

Бабичка И. Золото в организмах. В сб. Геохимические методы поисков рудных месторождений. ИЛ, 1954.

Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. ОНТИ, 1938.

Вольфсон Н. Б., Гарьковец В. Г., Хваловский А. Г. О комплексном использовании геофизических методов при поисках коренных месторождений золота в горных районах Узбекистана. Сов. геол., № 10, 1963.

Григорьев А. М. К вопросу о возможности применения биохимического метода поисков золота в Бурятии. Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Бурятской АССР, вып. 8. Бурятское книжное изд-во, 1962.

Григорьева О. А., Квятковский Е. М. Высокочувствительный двудуговой метод спектрального анализа на золото и некоторые рассеянные элементы. Зап. ЛГИ, т. XLV, вып. 2, 1963.

Добхаева Э. Д. Спектральный анализ на золото с предварительным электрохимическим обогащением проб. Мат-лы VIII совещ. работы геол. организаций, вып. 4, 1961.

Загоскин В. А. Первичная зональность в золоторудных жилах Средне-Витимской горной страны. Геология рудных месторождений, № 5, 1963.

Квятковский Е. М. Первичные ореолы рассеяния кварц-золоторудных жил Любавинского рудного поля (Восточное Забайкалье). Зап. ЛГИ, т. XLV, вып. 2, 1963.

Крейтер В. М. и др. Поведение золота в зоне окисления. Госгеолтехиздат, 1958.

Миллер А. Д., Каравайкова А. П., Муликовская Н. П. Концентрирование и определение ультрамикроколичеств золота в природных водах

и кислотных вытяжках при поисковых работах. Обмен опытом, № 41. Изд. ВИТР, 1961.

Нифонтов Р. В. К вопросу о хемогенной золотоносности некоторых осадочных пород и ее значении для образования россыпных месторождений. В сб. Закономерности размещения полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1960.

Обручев В. А. Рудные месторождения. ОНТИ, 1935.

Поликарпочкин В. В., Лапп М. А. Ореолы рассеяния золота в илисто-глинистой фракции аллювиальных отложений и использование их при поисках. БНТИ, ОНТИ МГиОН, № 6 (23), 1959.

Разин Л. В., Рожков И. С. К геохимии золота в коре выветривания и биосфере провинции многолетней мерзлоты на Алданском щите. Тр. Якутского фил. СО АН СССР, сер. геол., вып. 16, 1963.

Сафронов Н. И., Поликарпочкин В. В., Трушков Ю. Н. Комплексные методы поисков месторождений золота. Сов. геология, № 4, 1960.

Сафронов Н. И., Поликарпочкин В. В., Утгоф А. А. Опытно-методические работы по золотометрической съемке в Восточном Забайкалье. Сов. геол., № 7, 1958.

Фосс Г. В. Золото. Госгеолтехиздат, 1963.

Чайковский В. К. Золото в осадочно-метаморфических породах и проблема его изучения. В сб. Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований. Изд-во АН СССР, 1963.

Boyle R. W., Janes W. W. Geochemical surveying for Gold Veins in the Atlantic district, Wyoming, Geol. Survey Research, 1961.

Boyle R. W., Econ. Geol., № 46, 1951.