

## КИРОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ – НОВЫЙ ТИП ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

В последние годы на Урале выявлены, разведаны и начали разрабатываться прожилково-вкрапленные месторождения так называемого “нетрадиционного типа”. Они нередко характеризуются объемной формой рудных залежей, малоглубинным (близповерхностным) залеганием, особенностями вещественного состава, благоприятного для использования современных технологий переработки руд. Все это в совокупности позволяет рассматривать данные объекты как наиболее привлекательные для инвестиций на современном этапе. Поэтому выявление условий формирования, пространственного размещения этих месторождений, их более дробная систематика, поисковые признаки оруденения – вопросы, имеющие как научный, так и практический интерес.

К объектам “нетрадиционного типа” в полной мере можно отнести и Кировское месторождение рудного золота. Оно располагается на Южном Урале в северной части Оренбургской области (вблизи пос. Белозерский). Открыто месторождение геологами Восточной ГРЭ (г. Орск) при проведении глубинных литохимических поисков (Грицаюк и др., 1979), последующей заверке выявленных аномалий (Харьков и др., 1988) и разведке объекта (Сементин и др., 1995). Как на стадии поисковых и разведочных работ, так даже и при промышленном освоении объекта у местных геологов не сформировались отчетливые представления о генезисе этого своеобразного для региона месторождения, возрастном диапазоне его формирования. Доминировала точка зрения, согласно которой пластообразные залежи в измененных углисто-глинистых сланцах рассматривались с позиций формирования рудоносных химических кор выветривания. Однако даже на глубоких горизонтах (250 – 260 м от поверхности) сколько-нибудь значимых коренных руд золото-сульфидно-кварцевого состава выявлено не было.

Иная концепция на формирование месторождения предложена сотрудниками ВСЕГЕИ Б.М. Михайловым, А.П. Харлашиным, Н.Г. Шатковым [6]. В основу этих исследований положены материалы эксплуатировавшей месторождение Южноуральской золотодобывающей компании, а также результаты изучения более 100 проб, отобранных из стенок карьера и керна разведочных скважин. К настоящему времени основное рудное тело месторождения уже выработано карьером (диаметром – 160 м и глубиной 30 м). Отмеченные авторы рассматривают месторождение как объект золото-аргиллизитовой формации. Наши наблюдения, основывающиеся на документации стенок карьера и результатах изучения нескольких десятков проб (наблюдения 1999 и 2000 гг.), подтверждают сделанные ими выводы. Учитывая важное значение месторождений подобного типа как потенциальных объектов золотодобычи на ближайшую перспективу, их новизну, а также значительное своеобразие этого нетрадиционного типа оруденения, остановимся на характеристике некоторых его особенностей.

Месторождение представлено рядом залежей прожилково-вкрапленных руд в терригенно-карбонатной углеродсодержащей толще нижнего карбона. Располагается оно в зоне сочленения Восточно-Уральского поднятия и Магнитогорского прогиба на площади Кваркенской структурно-формационной зоны. В ее пределах выделяются Солончанский горст и Кировский грабен, разделенные глубинным Западно-Кировским разломом. С востока грабен отделен от Суундукской антиклинали Восточно-Кировским разломом. Значительную часть антиклинальной структуры занимает крупный Суундукский гранитоидный массив, представленный породами тоналит-плагиогранит-гранодиоритового состава.

Месторождение размещается в западном борту грабена вблизи его границы с Солончанским горстом, сложенным углеродисто-кремнистыми сланцами среднего ордовика. Сам Кировский грабен заполнен отложениями нижнекаменноугольного возраста. Рудовмещающими являются породы средне- и верхневизейского подъярусов ( $C_1V_2^3-V_3^1$ ). Эта толща, являющаяся углеродисто-терригенно-карбонатной, сложена полимиктовыми гравелито-песчаниками, сиренево-серыми аркозовыми песчаниками, углисто-глинистыми алевролитами, органогенными известняками, окварцованными известковистыми породами со скоплениями кремней. Суммарная мощность толщи достигает 2000 м (Алексеев и др., 1984).

Кировское месторождение сложено слаболитифицированными метасоматитами, развитыми по породам нижнекаменноугольного возраста - углистым сланцам, алевролитам, песчаникам, известнякам. Рудные тела пластообразно-линзовидной формы подчинены элементам слоистости

углеродисто-терригенно-карбонатной толщ. Наиболее крупная по размеру залежь № 1 линзовидной формы зафиксирована на уровне мезозойской поверхности выравнивания. Сверху она перекрыта рыхлыми отложениями (глинами) неоген-четвертичного возраста (мощностью 4–12 и более м). Рудное тело, имеющее падение на запад, прослежено до глубины 82 м. Ниже уровень золотоносности резко снижается. Углы падения залежи изменяются от 10 до 50°, длина по падению составляет 50–100 м. Мощность рудного тела колеблется от 1,9 до 40 м (в среднем 16,4 м). В плане оно имеет серповидную форму, как бы облекая глубже залегающую рифогенную постройку маршаллитизированных карбонатных пород. В строении залежи проявлена рудно-метасоматическая зональность (Харлашин и др., 1999).

В основании вскрытого в карьере разреза рудоносной толщи располагаются нацело метасоматически измененные (до состояния маршаллитов) известняки. Маршаллиты имеют микрокварцевую структуру. Нередко сохраняется и органогенная структура. Текстура пористая. Сохранились единичные зерна и агрегаты кальцита. Установлены мелкие желваки и друзы метасоматического кварца, температура формирования которого (по Толмачевой Е.В.) составляет первые сотни градусов [6]. Выше по разрезу зафиксирована наклонно залегающая толща терригенных метасоматически и гипергенно измененных пород мощностью 10–30 м. Эти породы облекают рифогенную постройку маршаллитизированных известняков и слабо рудоносны. Здесь выделены две подзоны. Первая, примыкающая к маршаллитам, имеет кварц-серицит-каолинит-лимонитовый состав. Сложена преимущественно лимонитовыми породами, имеющими конкреционное строение. Конкреции сложены кварцем и гетитом. Для них характерны идиоморфные кристаллы. В строении конкреций также участвуют каолинит, серицит, отмечено наличие зеленых хромовых слюд. Вторая подзона представлена углистыми алевритовыми глинами с унаследованной сланцевой текстурой и лепидогранобластовой структурой. Её состав кварц-серицит-каолинит-гиббситовый. Отмечены галлуазит, ярозит. Еще выше расположенная по разрезу рудоносная зона имеет кварц-серицит-парагонитовый парагенезис. Структура породы лепидогранобластовая, текстура микроплойчатая. Алевритовые зерна представлены кварцем различной степени окатанности. Серицит и парагонит образуют прихотливые изогнутые агрегаты, придающие породе микроплойчатую текстуру. Кварц отмечается в виде округлых агрегатов с микрокварцевой структурой. Участками порода интенсивно лимонитизирована. Лимонит развивается по трещинам, замещая серицит. К числу второстепенных минералов следует отнести гиббсит, ярозит, гетит, галлуазит, диаспор, рутил.

Обрамляющая с внешней стороны рудную залежь кварц-серицит-кальцитовая зона представлена метасоматитами существенно серицитового состава. Сохранилась первичная сланцеватая текстура первичной породы. Структура лепидогранобластовая. Кварц образует агрегаты с микрокварцевой структурой. Пустоты выщелачивания заполнены звездчатыми агрегатами кальцита. Последние нередко образуют конкреции. Наиболее характерен процесс кальцитизации для верхней части зоны, где под покровом неоген-четвертичных глин сформировался своеобразный “кальцитовый горизонт”.

Самородное золото рудоносной зоны мелкое и тонкодисперсное. По форме это чешуйки, пластинки, иногда изометричные выделения кристалломорфных очертаний. Отмечены и хорошо образованные идиоморфные кристаллы. Нередко можно наблюдать, как пластинчатые золотины изогнуты согласно с чешуйками серицита. Такое их расположение дает основания полагать об их совместном образовании [6]. Проба золота исключительно высокая (990 – 999 ‰). Среди примесей установлены серебро и медь.

Рациональный анализ руд выполнен еще на стадии разведки месторождения. При изучении технологических проб в лаборатории АО “Южуралзолото”, отобранных из скважин 4517 и 4518 с глубины 50 м, получены следующие характеристики (фонды Восточной ГРЭ). При измельчении руды до 0,08 мм на долю свободного золота приходится лишь 5,2 – 8,3 %, на золото в сростках (с серицитом, углеродистым веществом) 77,9 – 88,7 %, в “рубашке” 4,9 – 8,9 %, в кварце 4,3 – 6,4 %. Отмеченное однозначно свидетельствует о крайне низком россыпеобразующем потенциале руд, невозможности выявления подобных объектов только на основе традиционного шлихового метода поисков.

Распределение золотой минерализации в контурах рудных залежей крайне неравномерное, колеблется от первых до нескольких десятков граммов на тонну. Несмотря на подмеченный литологический контроль оруденения, контуры рудных тел могут быть выделены только по данным опробования. Геологические наблюдения, проведенные авторами на месторождении летом 1999 г. (отчасти 2000 г.), подтверждают сказанное.

Объектом геологического изучения явилась северо-западная стенка карьера на уровне третьего уступа (глубина – 15–18 м от поверхности). На данном участке наблюдается северное выклинивание рудного тела № 1. На отрезке в 75 м по уступу отобран минералого-геохимический профиль из 38 проб с шагом опробования 2 – 3 м (рис. 1). Часть проб (21 шт.) была подвергнута рентгеноспектральному и приближенно-количественному спектральному анализу в лабораториях Института геологии и геохимии УрО РАН, выборочно выполнен минералогический анализ тяжелой фракции промытого шлиха (5 шт.) в лаборатории кафедры ГПР МПИ УГТГА (минералог С.В. Акулова); состав глинистой фракции ряда проб изучен в лаборатории рентгеноструктурного анализа (аналитик Н.Г. Сапожникова).

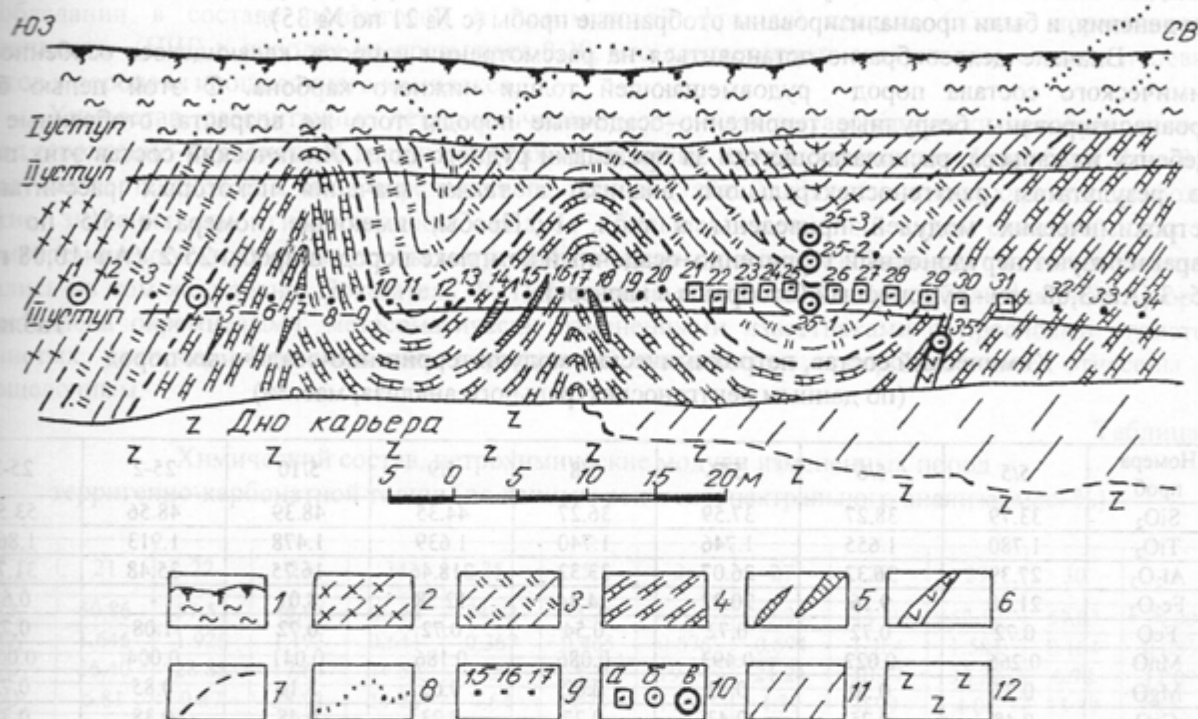


Рис. 1. Геологическое строение северо-западной стенки Кировского золоторудного месторождения:

1 - рыхлые отложения преимущественно глинистого состава (N-Q); 2 - породы терригенной толщи-углисто-глинистые сланцы с тонкими прослоями маршаллитизированных известняков ( $C_1v_2^3-v_3^1$ ); 3 - породы переходной зоны (от терригенной к терригенно-карбонатной); 4 - породы терригенно-карбонатной толщи - маршаллитизированные известняки белесых, желтоватых и охристых тонов ( $C_1v_2^3-v_3^1$ ); местами отмечено интенсивное ожелезнение; 5 - отдельные линзы углистых сланцев в терригенно-карбонатной толще; 6 - дайка измененных пород среднего состава; 7 - границы литологических разновидностей пород; 8 - предполагаемые границы пород в эродированной части структуры; 9 - точки отбора проб, их номера; 10 - точки, в которых выполнено: а) рентгеноспектральное, спектральное изучение проб, б) исследование минерального состава тяжелой фракции шлихов, в) то и другое; 11 - осыпь; 12 - дно карьера, заполненное водой

В северо-западной стенке удалось наблюдать нижнюю часть охарактеризованного выше разреза. Здесь достаточно полно вскрыты карбонатные породы, почти нацело измененные до состояния маршаллитов. В разрезе иногда отмечаются тонкие прослои углисто-глинистых сланцев. Породы претерпели метасоматические изменения, но остались слабо рудоносными. Помимо этого маршаллиты интенсивно гипергенно преобразованы. При этом белесые, серые тона в зоне окисления заменяются на желтые и охристые. Можно наблюдать, что ореол гипергенного ожелезнения подчинен элементам слоистости карбонатных пород, а также системам развитых здесь трещин. В зоне окисленных маршаллитов отмечены гнезда, прожилки и даже жилки гетита (порой натечного строения).

Выше по разрезу расположены породы терригенной толщи нижнего карбона, представленные пепельно-серыми углисто-глинистыми сланцами. Породы претерпели существенные гидротермальные изменения, а также воздействие процессов гипергенеза. При интерпретации дифрактограмм в их составе отмечено присутствие полевого шпата, кварца, хлорита, а также каолинита и слюд - мусковита (политипии  $2M_1$ ), парагонита. Переход от маршаллитизированных карбонатных пород к терригенным довольно постепенный. Он выражается в появлении "переходной" зоны (мощностью до 5-6 м и более), представленной чередованием тонких пропластков, линз

сланцев и маршаллитов. Да и в основном поле развития маршаллитов тонкие прослои сланцев (как уже отмечалось ранее) проявляют себя так же. Все это свидетельствует в пользу того, что породы субстрата, вмещающие золотооруденение, формировались в нестабильной фациальной обстановке, отвечающей прибрежно-морской, переходной к островному мелководью.

Вся терригенно-карбонатная толща раннекаменноугольного возраста интенсивно дислоцирована. Один из возможных вариантов интерпретации характера проявленной при этом складчатости отражен на рис. 1. На западном фланге задокументированного разреза отмечается крутопадающее крыло сложнопостроенной антиклинальной складки; осевая часть антиклинали оказалась эродированной; в восточной части сохранился лишь фрагмент осевой части синклинальной складки. Именно на данном участке, где мог проявить себя эффект структурного экранирования оруденения, и были проанализированы отобранные пробы (с № 21 по № 35).

Вначале целесообразно остановиться на рассмотрении вопроса, касающегося особенностей химического состава пород рудовмещающей толщи нижнего карбона. С этой целью были проанализированы безрудные терригенно-осадочные породы того же возраста, отобранные под щебенку из карьера, располагающегося за пределами рудного поля. Химический состав этих пород по результатам рентгеноспектрального анализа, а также значения некоторых рассчитанных петрохимических модулей приведены в табл. 1. Пробы, имеющие номера с 5/5 по 5/10, характеризуют нерудоносный терригенно-осадочный комплекс пород, а пробы 25-2 (Au-10,08 г/т) и 25-3 (Au-3,08 г/т) - рудоносный (отобраны в карьере).

Таблица 1

Химический состав, петрохимические модули терригенно-осадочных пород  
(по данным рентгеноспектрального анализа, мас. %)

Номера проб	5/5	5/6	5/7	5/8	5/9	5/10	25-2	25-3
SiO <sub>2</sub>	33.79	38.27	37.59	36.27	44.35	48.39	48.56	53.59
TiO <sub>2</sub>	1.780	1.655	1.746	1.740	1.639	1.478	1.913	1.866
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.39	36.32	26.07	33.32	218.46	16.75	35.48	31.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.60	9.16	20.22	14.44	12.58	8.01	-	0.64
FeO	0.72	0.72	0.72	0.54	0.72	0.72	1.08	0.72
MnO	0.266	0.022	0.493	0.086	0.186	0.041	0.004	0.005
MgO	0.72	0.50	0.93	0.62	0.65	3.10	0.85	0.72
CaO	0.48	0.25	0.43	0.27	0.23	0.48	0.38	0.37
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.22	0.28	0.25	0.34	0.51	1.55	1.31
K <sub>2</sub> O	0.72	0.61	0.99	0.57	0.75	1.16	5.09	3.57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.44	0.26	0.40	0.29	0.24	0.03	0.02	0.02
п.п.п.	12.22	11.90	10.68	12.19	10.06	13.44	5.33	5.00
Сумма	100.08	99.89	100.55	100.59	100.21	94.11	100.26	99.59
Петрохимические модули								
ГМ	1.53	1.26	1.32	1.39	0.99	0.57	0.81	0.66
АМ	0.80	0.94	0.69	0.92	0.64	0.34	0.73	0.59
ТМ	0.052	0.043	0.046	0.048	0.036	0.030	0.039	0.035
ПЗ	1.24	1.05	1.44	1.08	1.56	2.88	1.36	1.68
ОНЦ	0.027	0.21	0.048	0.022	0.024	0.034	0.187	0.090

Примечания: 1. Пробы с № 5/5 по 5/10 характеризуют нерудные породы; пробы 25-2, 25-3 - рудные (из карьера). 2. Принятые сокращения: ГМ - гидролизатный модуль -  $(Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO)/SiO_2$ ; АМ - алюмокремниевый модуль -  $Al_2O_3/SiO_2$ ; ТМ - титановый модуль -  $TiO_2/SiO_2$ ; ПЗ - показатель зрелости Ф. Петтиджона -  $SiO_2/Al_2O_3$ ; ОНЦ - общая нормативная щелочность -  $(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ .

Известно, что гидролизатный модуль (ГМ) раскрывает тенденцию химического выветривания пород, а именно отделение продуктов гидролиза от кремнезема [5]. Рассчитанные значения ГМ в изученных пробах повсеместно высокие, это свидетельствует в пользу присутствия в глинистых породах каолинита, а также свободных оксидов алюминия и железа. Отмеченное подтверждают и значения алюмокремниевого модуля (АМ), раскрывающего те же тенденции. Если рассматривать полученные данные применительно к комплексам потенциально бокситоносных пород (кремниевый модуль), то две из проанализированных проб (5/6, 5/8) можно отнести к аллитам (АМ>0,85), а остальные к сиаллитам. Уместно подчеркнуть, что вопрос о возможной бокситоносности пород нижнего карбона в пределах Магнитогорского прогиба уже обсуждался в

литературе [3]. Сказанное подтверждают и результаты минералого-петрографического изучения пород углеродисто-терригенно-карбонатной толщи на месторождении, а именно присутствие в составе рудных тел таких минералов, содержащих свободный глинозем, как гиббсит, диаспор (Харлашин А.П.)

Значения титанового модуля (ТМ), отражающего противоположные тенденции поведения титана и алюминия в процессах химического выветривания, относительно невысокие, что свидетельствует в пользу незавершенности процесса выветривания пород в обстановке гумидного и отчасти аридного климата. Эту же тенденцию отражают и значения в осадочных породах индикатора зрелости Ф. Петтиджона (ПЗ). Они повсеместно выше единицы. Петрографическое изучение аналогичных пород из скважин на месторождении свидетельствует об абсолютном преобладании в составе псефитовой и псаммитовой фракций кварца. Общая нормативная щелочность (НЩ) в породах не превышает 0,20, что соответствует содержанию слюд и полевых шпатов в породах гипощелочного комплекса.

Химсостав, рассчитанные петрохимические модули для метасоматически преобразованных пород терригенно-карбонатной толщи в пробах, отобранных из карьера (см. рис. 1, пробы с 21 по 31), имеют как черты сходства, так и определенного отличия (табл. 2). Для этих пород характерны более высокие значения как гидролизатного модуля (большая часть их ниже единицы), так и алюмокремниевый (только две пробы могут быть отнесены к аллитам). Значения титанового модуля остались на том же уровне. Показатель Ф. Петтиджона естественно возрос (большая часть пород представлена окремнелыми, метасоматически измененными известняками с прослоями углисто-глинистых сланцев). По значению нормативной щелочности породы также отнесены к гипощелочным.

Таблица 2

Химический состав, петрохимические модули измененных пород терригенно-карбонатной толщи (по данным рентгеноспектрального анализа, мас. %).

Номера проб	21	22	23	24	25	25/1	26	27	28	29	30	31
SiO <sub>2</sub>	50.86	57.57	46.64	66.46	74.82	74.76	60.14	63.37	44.49	42.52	57.83	74.00
TiO <sub>2</sub>	1.646	1.926	1.193	0.641	0.367	0.465	0.876	0.694	1.464	1.581	0.164	0.083
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.40	28.85	17.64	14.52	11.59	15.36	19.14	21.21	40.47	38.22	6.78	11.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.81	0.87	25.13	11.23	7.64	3.73	11.63	4.39	0.99	4.04	25.37	7.87
FeO	0.54	0.54	0.72	0.54	0.54	0.72	0.54	0.72	0.54	0.64	0.72	0.72
MnO	0.004	0.003	0.007	0.005	0.007	0.008	0.012	0.024	0.006	0.007	0.029	0.016
MgO	1.13	0.84	0.82	1.09	1.07	0.38	0.95	0.88	0.50	0.65	0.81	0.61
CaO	0.40	0.29	0.26	0.19	0.25	0.19	0.22	1.61	0.17	0.24	0.72	0.18
Na <sub>2</sub> O	4.88	1.18	0.64	0.91	0.49	0.70	1.23	0.74	1.85	1.97	0.34	0.12
K <sub>2</sub> O	3.67	3.32	2.42	0.37	0.25	0.29	0.80	1.02	2.29	3.83	0.39	0.31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.06	0.04	0.07	0.10	0.04	0.04	0.02	0.04	0.20	0.12
п.п.п.	4.36	3.77	4.93	2.53	2.41	2.04	3.60	4.71	6.68	6.28	5.09	2.82
Сумма	100.72	99.18	100.46	98.53	99.50	98.74	99.18	99.41	99.47	100.02	98.37	97.92
Петрохимические модули												
ГМ	0.70	0.55	0.95	0.40	0.27	0.27	0.53	0.43	0.97	1.04	0.57	0.26
АМ	0.52	0.50	0.38	0.22	0.15	0.20	0.32	0.33	0.90	0.89	0.11	0.15
ТМ	0.06	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.01
ПЗ	1.312	1.99	2.64	4.57	6.45	4.86	3.14	2.98	1.09	1.11	8.53	6.68
ОНЩ	0.32	0.15	0.17	0.17	0.06	0.01	0.03	0.02	0.09	0.13	0.01	0.01

Примечание. Принятые сокращения см. в табл. 1

Пересчет результатов изучения химсостава на нормативный минеральный состав (по методике Ниггли) показал, что на долю кварца в изученных породах приходится в среднем около 30 %; также в значительном количестве присутствуют каолинит (27,5 %), серицит (16,5 %), парагонит (15,9 %). В первых процентах представлены такие минералы, как анортит, магнетит, гематит, лимонит; доли процента приходятся на форстерит, рутил, возможно корунд и др. Во многом близкий нормативный состав свойственен и измененным терригенно-осадочным породам (пробы 25/2 и 25/3). Здесь доминируют серицит (32,1 – 44,1 %), каолинит (26,6 – 34,2 %), парагонит (17,8 – 20,1 %); на кварц приходится лишь 4,0 – 11,3 %; первые проценты и их доли – на рутил, форстерит, магнетит и др.

При изучении геохимических особенностей рудоносных залежей установлено, что золото коррелируется с целым комплексом химических элементов, а также рядом оксидов (входящих в состав рудовмещающих толщ). Причем они далеко не всегда свойственны большинству традиционных месторождений золото-сульфидно-кварцевого типа. Так, по данным А.П. Харлашина, в пробах из разведочных скважин значимую корреляционную связь золото проявляет с железом ( $r=+0,50$ ), мышьяком (+0,37), кобальтом (+0,30), никелем (+0,26), медью (+0,24), а также с группой оксидов (в пробах, отобранных из карьера) –  $BaO$  (+0,41),  $K_2O$  (+0,36),  $TiO_2$  (+0,24),  $Al_2O_3$  (+0,23). Из сказанного следует, что золото входит в ассоциации, свойственные как гипогенным, так и гипергенным парагенезисам. Однако характер рассчитанных в обобщающих выборках корреляционных связей не является сколько-нибудь пространственно устойчивым. Здесь свое влияние оказывает высокий уровень изменчивости оруденения, а также полигенный (и, видимо, полихронный) характер формирования золоторудной минерализации. Сказанное подтверждают результаты минералого-геохимического изучения проанализированных проб.

Так, по исследованному профилю (пробы 21-31), аномальному содержанию золота (проба 28 имеет 4 г/т) соответствует достаточно "размазанный" пик содержания бора (рис. 2). Для целого ряда других сопутствующих золоту элементов ( $As$ ,  $Sb$ ,  $Ag$ ,  $Pb$ ,  $W$ ,  $Hg$  и др.), а также оксидов  $K$ ,  $Na$ ,  $Al$ , максимумы концентраций не совпадают с таковым по золоту, но располагаются как бы в его обрамлении.

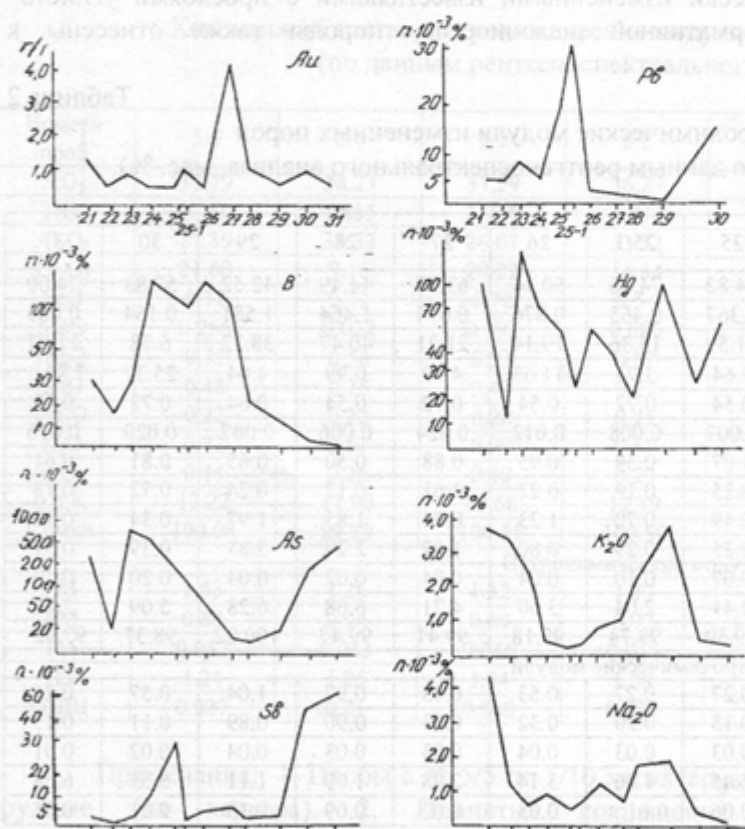


Рис. 2. Графики распределения золота и сопутствующих элементов по изученному профилю (в северо-западной стенке карьера)

Изучен минеральный состав тяжелой фракции шлиховых проб, отобранных из стенки карьера (№ № 1, 4, 25-1, 25-2, 25-3, 35). Объем промытых проб составил  $6,0 \text{ дм}^3$ . Выход шлиха оказался весьма невысоким, изменяясь от 0,007 до 0,237 и в среднем составляя  $0,066 \text{ кг/м}^3$ . Состав тяжелой фракции шлиха отражен в табл. 3. Легкая фракция шлиха повсеместно представлена кварцем и кварц-слюдистыми образованиями. Несмотря на низкий выход шлиха, состав тяжелой фракции оказался достаточно представительным. В магнитной фракции присутствует исключительно магнетит; в 1-й электромагнитной фракции много ярозита, а также отмечены хромшпинелиды, гидроксиды железа и марганца, ильменит и др.; спектр П электромагнитной фракции разнообразен, однако преобладают здесь опять же ярозит, хромшпинелиды, охристо-слюдистые образования, иногда пироксен, турмалин и др.; в тяжелой немагнитной фракции установлены рутил, циркон, лейкоксен, апатит и другие минералы. В четырех шлихах выявлено присутствие свободного золота весьма малой размерности (класс –  $0,10+0,05 \text{ мм}$  и мельче).

Минеральный состав тяжелой фракции шлихов (в числителе - в %, в знаменателе - в г/м<sup>3</sup>)

Минералы	Номера проб					
	1	4	25-1	25-2	25-3	35
Магнетит	ед.	ред.	ед.	7,2/1.7	ед.	ед.
Гидроксиды железа	0.1/0.2	6.6/0.8	17.4/0.8	12.7/3.0	11.8/0.9	22.7/23.4
Хромшпинелиды	4.8/9.7	ред.	19,6/0.9	2,5/0.6	1,3/0.1	60,3/62.2
Ярозит	62.5/126.3	72.7/8.8	-	47.3/11.2	ред.	ред.
Глинисто-слюдисто-акристые образования	29.7/60.0	6.6/0.8	-	-	5.3/0.4	-
Гематит	-	ед.	ед.	0.4/0.1	ед.	-
Ильменит	-	ред.	ед.	8.0/1.9	2.6/0.2	-
Рутил	ед.	5.0/0.6	8.7/0.4	5.9/1.4	5.3/0.4	ред.
Слюда ожелезненная	-	3.3/0.4	2.2/0.1	-	10.5/0.8	1.8/1.9
Лейкоксен	2,3/4.7	1.7/0.2	-	-	40.8/3.1	4.1/4.2
Турмалин	ед.	ед.	43.5/2.0	43.5/2.0	ред.	-
Хлорит	ед.	-	ед.	ед.	-	ед.
Фуксит	-	-	-	-	-	10.9/11.3
Пирит	-	-	ед.	ед.	-	-
Карбонат	-	-	ед.	ед.	-	-
Галенит	-	ред.	-	-	-	-
Монацит	ед.	-	ред.	ред.	-	-
Ксенотим	0.1/0.2	3.3/0.4	-	-	ед.	ед.
Флоренсит	-	ед.	-	-	-	ед.
Циркон	-	0.8/0.1	8,7/0.4	8,7/0.4	14,5/1,1	0,2/0,2ед.
Амфибол	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.
Пироксен монокл.	-	ед.	ед.	ед.	ед.	-
Гр. эпидота	-	ед.	ед.	ед.	7.9/0.6	ред.
Гидроксиды марганца	-	-	-	-	-	-
Ставролит	-	ед.	-	-	-	-
Гранат	-	-	-	-	ед.	-
Барит	-	-	-	-	ед.	-
Кианит	ед.	ед.	-	-	ед.	-
Сфен	-	ед.	-	-	ед.	ед.
Апатит	0,4/0,9	ред.	-	-	-	-
Золото	ед.	Ед.	-	-	ед.	-

Примечание. Пробы 1, 25-2, 25-3 отобраны из пород терригенной толщи; пробы 4, 25-1 - из терригенно-карбонатной; 35 - из даек среднего состава; ред. - редкие знаки; ед. - единичные знаки.

Итак, минералого-геохимические особенности изученных проб в совокупности с имеющимися геологическими данными позволяют сделать следующие выводы:

1. Выявленные ассоциации минералов, отвечающие как эндогенным, так и экзогенным парагенезисам, позволяют рассматривать Кировское месторождение как эталонный объект гипогенно-гипергенного типа [2], отвечающий по своей природе золото-аргиллизитовой формации.

2. Месторождение является, по-видимому, полигенным и полихронным. Ведущей, наиболее продуктивной на золото-аргиллизитовой формации возможно предшествовали более ранние гидротермально-метасоматические изменения пород, выражающиеся в их грейзенизации (судя по присутствию таких минералов, как турмалин, ксенотим, флоренсит, монацит), березитизации - лиственитизации (присутствие фуксита, ряда сульфидов).

3. Установленная по изученному геохимическому профилю корреляционная связь золота с бором имеет, скорее всего, структурно-пространственную природу (процессы аргиллизации и турмалинизации оказались совмещенными). Однако ранее отмеченное (Харлашин А.П.) присутствие на месторождении цеолитов (в скв. 4819<sup>а</sup>) не исключает участие в золото-аргиллизитовом процессе таких боросиликатов, как датолит, аксинит.

Важную роль в процессах формирования золотого оруденения следует отводить Суундукскому гранитоидному массиву. Его становление происходило на длительном отрезке геологической истории (включающей поздний палеозой и возможно даже ранний мезозой). Массиву отводится рудогенерирующая роль. Он может рассматриваться в ранге мощного энергоносителя,

активизирующей деятельности горячих подземных вод в обрамляющих купол структурах. Одна из возможных моделей концентрирования золота на месторождении может быть сведена к следующей схеме [4]. Графитизированные породы в пределах Кировского грабена и контактирующий с ними гранитоидный массив образовали своеобразную длительно функционировавшую термоду. Естественные электрические палеопотоки определяли направление миграции подземных вод и содержащегося в них золота (как растворенного, так и коллоидного). Заряженные частицы скапливались на локальных непроводящих неоднородностях, осложняющих электрические цепи. По мере наложения на эту систему процессов химического выветривания золото обособлялось в виде мелких свободных и тонкодисперсных выделений.

4. Золотое оруденение развито и в восточном обрамлении Суундукского массива в пределах Болотовской грабен-синклинали, сложенной также нижнекаменноугольными породами углеродисто-терригенно-карбонатной формации. За счет этого золотооруденения сформировались богатейшие россыпи золота мезозойско-неогенового возраста (Колчинская, Михайловская, Назаровская и др.). В зоне древнего (мезозойского) карста Колчинской россыпи на глубине 30 м в борту гидравлического разреза нами были встречены аргиллизиты, обогащенные сурьмой (кларк концентрации 150), бериллием (13,3), скандием (12,3), оловом (10,5) [5]. Скорее всего, процессы аргиллизации играли в данном случае не столько рудообразующую роль, сколько способствовали формированию термокарстовых полостей, вызвавших обвал золотоносного аллювия мелового возраста с образованием "косых пластов".

5. Нетрадиционная модель формирования золотооруденения на Кировском месторождении предопределила также и своеобразие строения геохимических ореолов. Для месторождения не характерна вертикальная геохимическая зональность, свойственная многим объектам плутоногенно-гидротермального типа. Так, обработка данных геохимического опробования по четырем профилям поисковых скважин, пробуренных к северу от месторождения, позволила рассчитать следующий ряд вертикальной зональности (сверху-вниз): W-Zn-Cu-As-Pb-Au. Этот ряд примечателен тем, что вольфрам в плутоногенно-гидротермальных месторождениях чаще всего находится в нижних частях гидротермально-метасоматических колонн. Необычным также является пространственное соотношение в разрезе и ряда других сопутствующих золоту элементов. Эти геохимические данные следует учитывать при проведении поисковых работ в пределах аналогичных структур на нетрадиционные типы золотого оруденения в связи с процессами мезозойской тектономагматической активизации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранников А.Г., Сорокин П.В. Исследование распределения золота в «косых пластах» Колчинской россыпи с использованием компьютерных технологий // Уральская летняя минерал. школа – 96: Мат-лы. Всерос. науч. конф., 23 – 27 июля 1996, УГГГА. Екатеринбург, 1996. С. 97 – 98.
2. Баранников А.Г. Гипогенно-гипергенный тип золотого оруденения на Урале // Известия УГГГА. Сер.: Геология и геофизика, 1998. Вып. 8. С. 94 – 99.
3. Белякова В.Д., Юкляевских В.В. Нижнетурнейская кора выветривания Магнитогорского мегасинклинория // Геология и минерагения подвижных поясов: Сб. науч. тр. / Под ред. К.К. Золоева. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. С. 226 – 240.
4. Виноградов А.М., Коровин А.П. Изучение региональных и локальных палеоэлектрических цепей в связи с локализацией месторождений тонкодисперсного золота (на примере рудного поля Кировского месторождения) // Новые идеи в науке о Земле: Тез. докл., Т.2. М.: МГГА, 2001. С. 195.
5. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород: Справ. пособ. М.: Недра, 1985. 511 с.
6. Михайлов Б.М. Термальный гипергенез на Кировском месторождении золота (Южный Урал) // Проблемы геологии и разведки месторождений золота, извлечения благородных металлов из руд и отходов производства: Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, УГГГА, 1999. С. 18 – 20.