

СЕРИЦИТ-МИКРОКЛИНОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ РЯБИНОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (АЛДАНСКИЙ ЩИТ)

© 2009 г. Г. П. Дворник

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: gprmpi.dep@ursmi.ru*

Поступила в редакцию 28.03.2008 г.

Рябиновское рудное поле, расположенное в Центральном-Алданском районе Южной Якутии, включает Рябиновое и Новое месторождения, а также несколько рудопроявлений золота (Рябчик, Аналогичное, Желанное), которые образовались в эпоху мезозойской тектоно-магматической активизации Алданского щита. В щелочных сиенитах рудного поля широко проявились процессы микроклинизации и серицитизации. К-Аг возраст серицит-микроклиновых метасоматитов 134–120 млн. лет. Они сформировались в три последовательные стадии. В раннюю щелочную стадию при температуре 550–400°C и давлении 1.5–1 кбар произошла псевдоморфная микроклинизация исходных пород, в кислотную стадию при $T = 400\text{--}160^\circ\text{C}$ и $P = 3.5\text{--}1.3$ кбар они были замещены агрегатом светлой слюды (железистым и кремнеземистым серицитом, калиевым фенгитом) с образованием серицитизированных микроклинов с телами серицитолитов, в зоне развития которых в позднюю щелочную стадию при температуре 300–200°C и давлении 1.0–0.6 кбар возникли мелкозернистые микроклины с прожилково-вкрапленным золотосульфидным оруденением (пиритом, халькопиритом, борнитом, молибденитом, галенитом и сфалеритом). Рудные тела Рябиновского поля представлены, по данным разведочных работ, наклонными и крутопадающими штокверковыми зонами. Промышленное золотое оруденение в них локализуется в интервале абсолютных отметок от +600 до +1050 м. В пределах поля отчетливо проявилась вертикальная рудно-метасоматическая и геохимическая зональность. Золоторудная минерализация рябиновского типа также обнаружена в других щелочных массивах Центрального Алдана (рудопроявления Якутского, Ыллымахского, Томмотского и Мрачного массивов). Золотоносные серицит-микроклиновые метасоматиты Центрально-Алданского рудного района сходны по составу с калишпатизированными и серицитизированными сиенитами, вмещающими меднопорфировые месторождения с благороднометальной минерализацией в мезозойских массивах Северо-Американских Кордильер.

Ключевые слова: *Алданский щит, мезозой, активизация, щелочные сиениты, серицит-микроклиновые метасоматиты, прожилково-вкрапленное оруденение, золото, вертикальная зональность.*

Рябиновское золоторудное поле расположено в Центральном-Алданском районе Южной Якутии. Оно размещается на площади около 30 км². В пределах рудного поля установлено около десяти пространственно сближенных между собой мезозойских многофазных интрузивов площадью 1–4 км², включающих и наиболее крупный среди них Рябиновый щелочной массив. Вмещающие кристаллические сланцы, гнейсы и гранито-гнейсы федоровской свиты архея на контакте с порфировыми щелочными интрузиями фенитизированы. Во внешней зоне фенитов развиты кварц-ортоклазовые метасоматиты, ширина ореола измененных пород архея составляет 100–500 м.

Рябиновское рудное поле включает Рябиновое и Новое месторождения, а также несколько рудопроявлений золота (Рябчик, Аналогичное, Желанное). Они образовались в эпоху мезозойской тектоно-магматической активизации Алданского щита. В строении рудного поля принимают участие щелочные породы трех фаз магматической деятель-

ности [25]. Псевдолейцитовые фонолиты и пироксеновые трахиты первой фазы ($J_1\text{--}J_2$) образуют покровы, занимающие около 15% площади. Во вторую интрузивную фазу ($J_3\text{--}K_1$) внедрились тела щелочных пироксенитов и габброидов (малиньитов, шонкинитов), лаурвикитов, щелочных сиенитов (пуласкитов, псевдолейцитовых сиенит-порфиров, сиенит-пегматитов), слагающих основную часть поля. В завершающую стадию ($K_1\text{--}K_2$) сформировались трубообразные тела и многочисленные дайки щелочных пикритов, минетт, бостонитов, сельвсбергитов, грорудитов, эгириновых гранитов.

Структурное положение Рябиновского золоторудного поля определяется его приуроченностью к узлу пересечения разноориентированных долгоживущих глубинных разломов – Якутского меридионального, Томмотского северо-восточного и Юхухтинского северо-западного. Тектонические нарушения более высокого порядка, установленные в пределах рудного поля, в основном соответствуют этим направлениям.

МЕТАСОМАТИТЫ

В щелочных сиенитах Рябиновского рудного поля в конце второй фазы широко проявились метасоматические процессы микроклинизации и серицитизации. Эти процессы, реализующиеся в условиях высокой активности калия и воды, отнесены к водородно-калиевому типу метасоматизма. Серицит-микроклиновые метасоматиты в пределах поля образовали крупные штокообразные тела площадью до нескольких квадратных километров. Радиологический возраст серицит-микроклиновых метасоматитов по данным К-Аг метода – 134–120 млн. лет [18, 25]. В эволюции процессов метасоматизма отчетливо выделяются три последовательные стадии, соответствующие ранней щелочной, кислотного выщелачивания и поздней щелочной по [16]. Ранняя щелочная стадия характеризовалась высокой активностью калия в гидротермальных растворах. Она проявилась в псевдоморфном развитии в щелочных сиенитах нерешетчатого микроклина-1 по первичному ортоклазу и биотита по фемическим минералам (авгиту и эгирин-авгиту). Показатели преломления микроклина-1: $N_g = 1.522$, $N_p = 1.514–1.516$, ортоклаза: $N_g = 1.523–1.524$, $N_p = 1.517–1.518$. Структурное состояние микроклина-1 определяется коэффициентами моноклинности и триклинности [1], состав его колеблется от промежуточного до максимального микроклина. Температура триклинно-моноклинного перехода щелочных полевых шпатов по экспериментальным данным составляет 550–400°C [21]. Величина общего давления в системе в связи с псевдоморфным характером метасоматического замещения соответствовала минимальному литостатическому давлению магматической стадии – 1–1.5 кбар [14]. Микроклинизация протекала без изменения первичной структуры и текстуры сиенитов. Часто она сопровождалась насыщением микроклина-1 мельчайшими газовой-жидкими включениями, обусловившими дисперсионный эффект розовой окраски. Завершило раннещелочную стадию отложение слабо золотоносных сульфидов: пирита кубической формы и более редких халькопирита и борнита в количестве от 2 до 5%. Изменение химического состава сиенитов при их микроклинизации состоит в привносе в зону реакции ионов калия, алюминия, выносе ионов натрия, титана, железа и увеличении общей основности пород [4].

Стадия кислотного выщелачивания отвечала условиям повышения активности воды в гидротермальных растворах, что, вероятно, было вызвано снижением температуры метасоматического процесса. Смена минеральных парагенезисов в эту стадию выразилась в замещении микроклина-1 агрегатом серицита и формировании во внутренней зоне метасоматической колонки на Рябиновом месторождении серицитолитов среди серицитизиро-

ванных микроклинитов по эгириновым сиенитам и сиенит-пегматитам. На менее эродированном Новом месторождении метасоматические преобразования проявились менее интенсивно. Здесь в кислотную стадию образовались эпилейцитовые сиенит-порфиры, содержание серицита в которых варьирует от 3 до 50%. Из нерудных минералов в эту стадию развивался хлорит, замещавший биотит. Хлорит по величине показателя преломления ($N_m = 1.620$) относится к магнезиально-железистым разностям типа пикнохлорита. Кремнезем, высвободившийся при замещении микроклина-1 светлой слюдой, образовывал немногочисленные кварцевые прожилки на флангах зоны серицит-микроклиновых метасоматитов или в ее ближайшем обрамлении. Генетическая связь этих прожилков с процессами водородно-калиевого метасоматизма отражена не только в их пространственных и временных соотношениях, но и в особенностях состава водных вытяжек из жильного кварца [25]. Кварц пирит-кварцевых жил среди серицитизированных микроклинитов отличается от кварца барит-полиметаллически-кварцевых жил, ассоциирующих с фенитами, повышенным значением отношения калия к натрию в остаточных растворах. Для химического состава флюидов гидротермальных жил Рябинового месторождения характерно, согласно [17], преобладание по концентрации хлора над фтором, высокие содержания углекислого газа (2.2–3.6%) и присутствие серы в виде сульфат-иона.

Слюда из серицитизированных микроклинитов светло-зеленого цвета, состав ее колеблется от железистого до кремнеземистого серицита [4], показатели преломления: $N_g = 1.612$, $N_p = 1.563$. Слюда из серицитолитов белого цвета, по составу относится к калиевым фенгитам, показатели преломления: $N_g = 1.608$, $N_p = 1.560–1.563$. Серициты “гнездового” выполнения по данным рентгеноструктурного анализа 40 монофракций слюд отчетливо отличаются по параметрам кристаллической решетки от слюд из тел серицитолитов. Температура образования железистого и кремнеземистого серицита по мусковитовому геотермометру [2] находится в пределах 450–200°C, а калиевых фенгитов – 300–100°C. Давление в течение стадии кислотного выщелачивания также не оставалось постоянным. Признаком его изменений служит развитие в серицитолитах фенгита – барофильного минерала, по [19], а так же явления “структурного сжатия” [23], проявившегося в уменьшении средних размеров зерен слюды в серицитолитах примерно в два раза в сравнении с серицитизированными микроклинитами. Более поздние определения температуры и давления по гомогенизации и гетерогенизации флюидных включений в кварце из прожилков в микроклинизированных и серицитизированных сиенитах Рябинового массива [3] подтвердили наши результаты. Температурные границы гидротермального процесса в ста-

дию кислотного выщелачивания они определили в 400–160°C, давление составило 3.5–1.3 кбар, концентрация солей (масс. % экв. NaCl) во флюидах – 25.0–7.6. Тела серицитолитов участками содержат обильную вкрапленность молибденита, а серицитизированные микроклиниты – тонкочешуйчатый гематит, развивавшийся по сульфидам. Изменение химического состава при формировании в кислотную стадию серицитизированных микроклинитов и серицитолитов выражается в привносе ионов водорода, алюминия, выносе ионов кальция, магния, уменьшении концентраций ионов калия и кремния и снижении общей основности пород [4].

Поздняя щелочная стадия ознаменовалась новым повышением активности калия и серы в гидротермальных растворах и резким спадом активности воды. В этой обстановке продукты стадии кислотного выщелачивания замещались мелкозернистым агрегатом бледнорозового микроклина-2, образующего гнезда, жилы и прожилки. Нерешетчатый микроклин-2 замещал не только серицит, но также и микроклин-1. При этом таблитчатые зерна последнего, замутненные вследствие наличия обильных газовой-жидких включений, были преобразованы в гранобластовый агрегат прозрачного в шлифах микроклина-2. Включения “изгонялись” из микроклиновых зерен в их интерстиции. Микроклиниты-2 в сравнении с микроклинитизированными щелочными сиенитами обладают более мелкозернистой, но также неоднородной структурой. Показатели преломления микроклина второй генерации: $N_g = 1.522–1.524$, $N_p = 1.516–1.518$, по структурным параметрам он соответствует максимальному микроклину. Образование мелкозернистых микроклинитов в позднюю стадию характеризовалось привносом в зону реакции ионов калия,

кремния, выносом ионов алюминия, водорода и увеличением общей основности [4].

Химический состав серицит-микроклиновых метасоматитов в колонках по пуласкитам, сиенит-пегматитам и псевдолейцитовым сиенит-порфирам иллюстрирует табл. 1. В сравнении с эдуктами все разновидности метасоматитов характеризуются более высокими концентрациями оксида калия и низкими содержаниями оксида натрия. Геохимическая специализация серицит-микроклиновых метасоматитов Рябиновского рудного поля смешанная литохалькофильная, что определяет повышенную концентрацию в них серебра, меди, молибдена, свинца, лития. Дифференциация рудных компонентов в зависимости от их кислотно-основных свойств выразилась в предпочтительном концентрировании меди и серебра в микроклинитах-2 и в меньшей степени – в микроклинитах-1, а молибдена – в серицитолитах. В процессе микроклинитизации и серицитизации щелочных сиенитов сидерофильные элементы (хром, ванадий, кобальт, титан, марганец) в различной степени деконцентрируются, происходит также вынос литофильных элементов – бария, стронция, олова [4]. Серицит-микроклиновые метасоматиты в сравнении с эдуктами выделяются также более низкими концентрациями тория, урана, лантана, иттербия, низкими отношениями La/Yb и Th/U [18].

ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

Золотое оруденение Рябиновского рудного поля приурочено к зонам развития метасоматитов поздней щелочной стадии (микроклинитов-2). Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, борнитом, галенитом, сфалеритом, образующими вкрапленность, мелкие гнезда и тонкие прожил-

Таблица 1. Химический состав (мас. %) серицит-микроклиновых метасоматитов в колонках по щелочным сиенитам Рябиновского рудного поля

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	60.18	57.32	59.50	54.96	57.80	64.08	55.38	54.60	60.34	61.28	60.80	61.00	61.80
TiO ₂	0.44	0.24	0.26	0.17	0.03	-	0.06	0.04	0.12	0.45	0.64	0.33	1.00
Al ₂ O ₃	18.30	19.47	20.26	23.01	24.00	18.52	25.62	28.00	21.42	16.80	15.70	15.65	16.25
Fe ₂ O ₃	3.46	1.05	2.20	3.88	1.14	0.10	0.96	0.72	1.39	3.45	3.96	4.33	3.58
FeO	0.85	1.20	1.53	0.37	0.19	0.61	0.22	0.10	0.26	0.76	0.67	0.69	0.87
MnO	0.12	0.05	0.12	0.01	0.01	-	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	0.09	0.03
MgO	0.16	1.27	0.06	0.28	0.05	0.26	0.45	0.23	0.05	0.90	0.40	0.40	0.40
CaO	0.41	0.76	0.20	0.23	0.20	0.36	0.48	0.25	0.20	2.00	0.40	0.60	0.40
Na ₂ O	1.75	0.50	0.44	0.41	0.27	1.86	0.40	0.27	0.39	2.68	2.82	0.50	1.15
K ₂ O	12.40	14.84	13.34	12.64	13.82	12.72	13.30	12.48	14.22	10.23	14.00	13.68	13.04
P ₂ O ₅	0.07	-	0.03	-	-	0.01	0.05	-	-	0.41	0.03	0.04	0.01
H ₂ O	0.94	0.36	2.03	3.13	1.65	0.29	2.44	2.50	0.80	0.45	-	0.19	0.65
CO ₂	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20	0.56	0.20	0.20	0.20	0.20	0.05	0.38	0.05
Сумма	99.18	97.36	100.16	99.29	99.36	99.37	99.57	99.41	99.40	99.66	99.49	97.88	99.23

Примечание. 1, 6, 10 – щелочные сиениты (1 – пуласкит, 6 – сиенит-пегматит, 10 – псевдолейцитовый сиенит-порфир); 2, 7, 11 – микроклиниты-1; 3, 12 – серицитизированные микроклиниты; 4, 8 – серицитолиты; 5, 9, 13 – микроклиниты-2. Анализы 1–10 выполнены в химической лаборатории ПГО “Уралгеология” (руководитель Г.В. Вьюнова), анализы 11–13 проведены в химической лаборатории ГУП “Алдангеология” (руководитель Н.И. Класс).

ки в мелкозернистом агрегате микроклина-2. Среди сульфидов, как и в раннюю щелочную стадию, преобладающее распространение получил пирит. В сравнении с ранним пиритом он обладает большим морфологическим разнообразием. Ему свойственны неправильные и гипидиоморфные зерна, кристаллы кубического, кубооктаэдрического, кубопентагондодекаэдрического габитуса. Общее содержание сульфидов в руде составляет 10–15%. Кроме того, в прожилково-вкрапленных рудах Рябинового месторождения обнаружены [17] в небольших количествах минералы металлов платиновой группы (мончеит и эрликманит).

Изотопный состав серы сульфидов (пирита, халькопирита, галенита), отобранных из прожилково-вкрапленных руд Рябинового месторождения характеризуется, по данным [13], узким диапазоном значений $\delta^{34}\text{S}$ от -7.4 до -12.8‰ при среднем значении -10.2‰ по 25 анализам. Более широкие вариации значений $\delta^{34}\text{S}$ (от $+1.8$ до -12.8‰ при среднем значении -4.6‰ по 8 анализам) установлены для пирита, образующего рассеянную вкрапленность в серицит-микроклиновых метасоматитах за пределами штокверковых зон с кондиционным золотым оруденением. Обогащение сульфидной серы легким изотопом вероятно обусловлено специфическими условиями формирования золотого оруденения Рябинового месторождения, наличием глубинного нижнекорового-верхнемантийного щелочнобазальтоидного магматического источника рудообразующих растворов, высокой концентрацией в них сульфат-ионов. В прожилково-вкрапленных рудах, кроме золота, присутствуют в повышенных концентрациях серебро, медь, платина и палладий. Температуры рудоотложения поздней щелочной стадии можно оценить по данным декрепитации позднего пирита ($200\text{--}300^\circ\text{C}$, пик $240\text{--}250^\circ\text{C}$) [15]. Флюидное давление в эту стадию, согласно [3] понизилось до $1.0\text{--}0.6$ кбар.

Самородное золото в рудах Рябинового месторождения находится в виде включений в сульфидах (пирите, борните, халькопирите), в сростках с пиритом, ранним и поздним микроклином, кварцем. Форма золотинок преимущественно изометричная, комковидная, в виде кристаллов и их сростков (октаэдры, комбинации куба и октаэдра), реже уплощенная прожилковая. Пробность золота из первичных и окисленных руд изменяется в широких пределах от 630 до 945‰ , наибольшее распространение получили золотины средней пробы, высокопробное золото преимущественно установлено в пределах рудных столбов. Изучение химического состава самородного золота из окисленных руд Рябинового месторождения по данным микрозондового анализа (оператор В.Г. Гмыра) позволило определить, что краевая часть золотинок несколько обогащена серебром и обеднена медью в сравнении с их центральной частью. В протолочках рудных проб выявлены

мелкие выделения ($0.1\text{--}0.25$ мм) ртутистого золота состава: Au – $63\text{--}75\%$, Ag – $4\text{--}9\%$, Hg – $19\text{--}26\%$. В борните установлены [15] включения электрума (Au – 43% , Ag – 57%) в сростке с самородным серебром (Au – 3% , Ag – 96.4%).

Золотое оруденение в Рябиновском рудном поле контролируется следующими структурными элементами: 1) крутопадающими рудоподводящими тектоническими нарушениями; 2) наклонными ($30\text{--}50^\circ$) рудоконтролирующими зонами дробления и повышенной трещиноватости; 3) контактными поверхностями тел щелочных пород, различающихся по кислотно-основным и физико-механическим свойствам. Разведка прожилково-вкрапленных руд Рябиновского поля осуществлялась комбинированной горнобуровой системой с проходкой канав, шурфов, скважин колонкового бурения и подземных горных выработок (штольни, штреков, расщечек, восстающих). Рудные штокверки в серицит-микроклиновых метасоматитах не имеют четких границ, их контуры проведены по данным бороздового и кернового опробования разведочных выработок на золото, серебро, медь. По морфологии рудных штокверков, изменчивости содержаний в них золота Рябиновое и Новое месторождения относятся к третьей группе сложности по классификации ГКЗ. Оконтуривание и подсчет балансовых запасов золота по категории C_1 на месторождениях осуществлялись на основе утвержденных кондиций [11]:

1. Бортовое содержание золота в пробе для оконтуривания рудных тел по мощности – 1 г/т.
2. Минимальные мощности рудных интервалов, включенных в расчет коэффициента рудоносности – 2 м.
3. Минимальное содержание золота в краевой выработке без учета вскрыши для установления внешней границы рудного тела – 1.1 г/т.
4. Минимальное промышленное содержание золота в подсчетном блоке без учета вскрыши – 1.8 г/т.
5. Увеличение минимального промышленного содержания золота на единицу ($\text{м}^3/\text{т}$) коэффициента вскрыши – 0.13 г/т.

Рудные тела на Рябиновом месторождении представлены, по данным разведочных работ, наклонными и крутопадающими штокверковыми зонами (рис. 1, 2) длиной по простиранию от 100 до 300 м, по падению – $100\text{--}150$ м, мощностью до 90 м. Канавы на месторождении проходились через 40 м с целью уточнения границ штокверковых зон с поверхности, а также параметров и сплошности золотого оруденения. Разведочное бурение на месторождении проводилось по сети $40 \times (10\text{--}20)$ м с целью определения параметров рудных тел, их морфологии и геолого-структурных условий локализации золотого оруденения. Мощность рудонасыщенных зон корректировалась с учетом данных каротажа скважин. Подсчет запасов золота и сере-

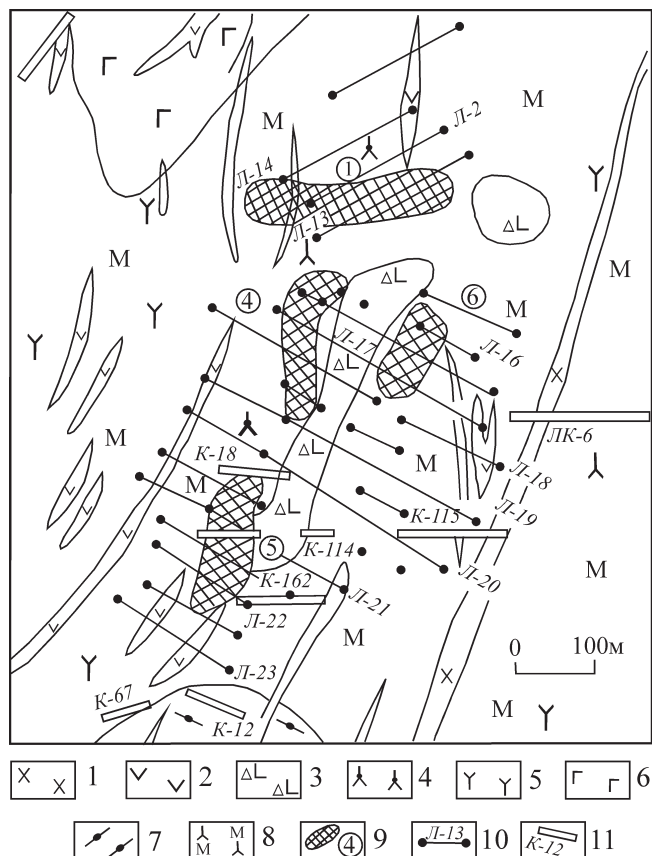


Рис. 1. Геологический план Рябинового месторождения золота (по [11] с дополнениями автора).

1 – щелочные сиенит-порфиры, 2 – минетты, 3 – щелочные пикриты, 4 – сиенит-пегматиты, 5 – эгириновые сиениты, 6 – шонкиниты, 7 – фениты, 8 – серицит-микроклиновые метасоматиты по эгириновым сиенитам и сиенит-пегматитам, 9 – штокверковые зоны с кондиционным золотым оруденением, 10 – линии скважин колонкового бурения, 11 – горные выработки (канавы).

бра на Рябиновом месторождении выполнен способом вертикальных параллельных разведочных сечений, ориентированных преимущественно в северо-западном направлении вкрест простирания рудных тел (рис. 1). Среднее содержание золота по рудным интервалам определялось как средне-взвешенное по длине проб, а по выработкам и сечениям раздельно для каждого подсчетного блока – как средневзвешенное по длине опробованных интервалов. Промышленное золотое оруденение на месторождении установлено в пяти рудных телах с балансовыми запасами категории С1 в интервале абсолютных отметок от +600 до +930 м. Среди них наиболее высокими содержаниями золота в подсчетных блоках (1-С1, 3-С1, 5-С1) отличается рудное тело 1, размещавшееся в пределах линзовидного тела микроклинизированных и серицитизированных сиенит-пегматитов, падавшего под углами 30–50° на северо-восток. Оно было отработано в 1989–1997 гг. карьером с переработкой руды цианированием. К югу от эксплуатировавшегося рудного

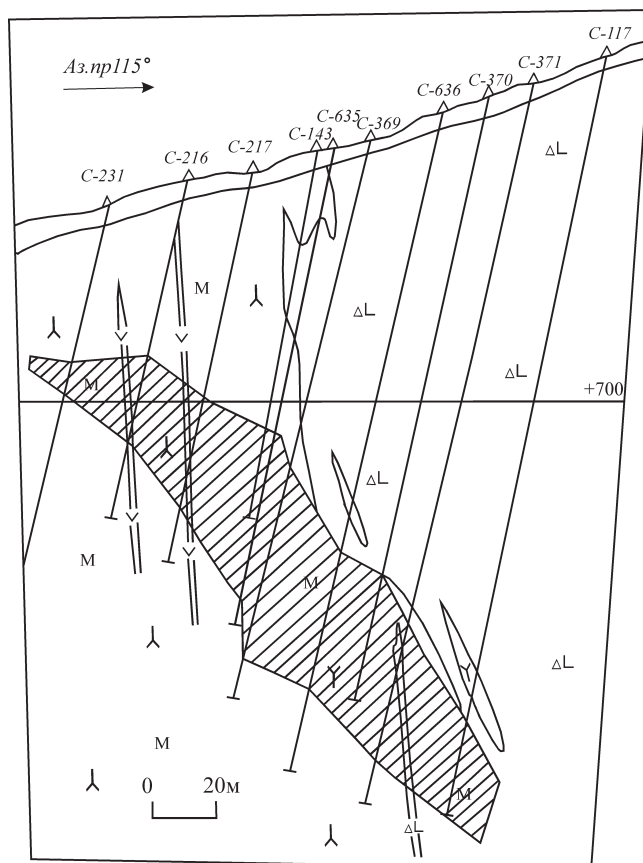


Рис. 2. Геологический разрез по линии 18 Рябинового месторождения золота.

1 – минетты, 2 – щелочные пикриты, 3 – эгириновые сиениты, 4 – серицит-микроклиновые метасоматиты по эгириновым сиенитам, 5 – штокверковая зона с кондиционным золотым оруденением, 6 – буровые скважины.

тела 1 располагаются рудонасыщенные зоны 4, 5, 6 (блоки 1-С1, 2-С1, 3-С1), локализованные в серицит-микроклиновых метасоматитах по эгириновым сиенитам и сиенит-порфирам в приконтактовой зоне их со щелочными пикритами (рис. 1, 2). В северной части Рябинового месторождения оконтурена рудонасыщенная зона 7 (блок 4-С1), в пределах которой обогащенные золотом участки приурочены обычно к контактам микроклинизированных и серицитизированных сиенитов с фенитами, дайками минетт и щелочных пикритов.

Кроме балансовых руд на месторождении выделено шесть блоков забалансовых руд категории С2, расположенных в обрамлении штокверковых зон с запасами категории С1 и отличающихся меньшими значениями коэффициентов рудоносности и средних содержаний золота. Однако, исходя из современных кондиций и высокого уровня цен на золото, они также могут быть эффективно отработаны совместно с балансовыми рудами способом кучного выщелачивания.

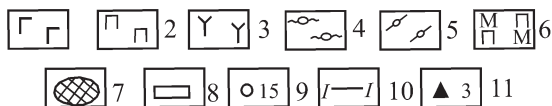
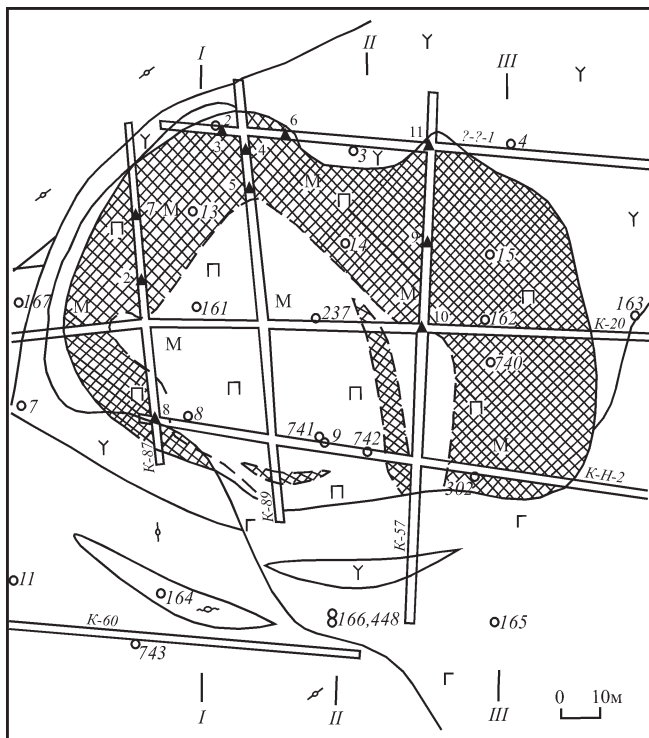


Рис. 3. Геологический план Нового месторождения золота (по [10] с дополнениями автора).

1 – шонкиниты, 2 – псевдолейцитовые сиенит-порфиры, 3 – эгириновые сиениты, 4 – кварц-полевошпатовые метасоматиты, 5 – фениты, 6 – серицит-микроклиновые метасоматиты по псевдолейцитовым сиенит-порфирам, 7 – зоны повышенной золотоносности в пределах рудного штока, 8 – каналы, 9 – буровые скважины, 10 – линии разрезов, 11 – точки отбора шлиховых проб.

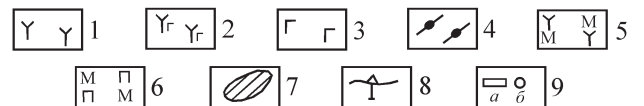
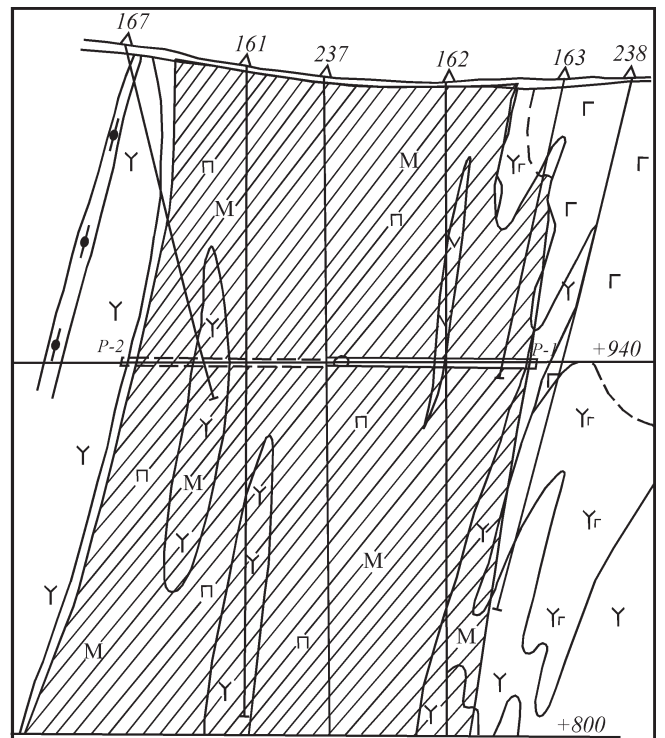


Рис. 4. Геологический разрез по линии 26 Нового месторождения золота.

1 – эгириновые сиениты, 2 – меланократовые сиениты, 3 – шонкиниты, 4 – фениты, 5, 6 – серицит-микроклиновые метасоматиты по эгириновым сиенитам (5) и псевдолейцитовым сиенит-порфирам (6), 7 – контур рудного штока с кондиционным золотым оруденением, 8 – буровые скважины, 9 – горные выработки (а – рассечки, б – штольня).

В пределах месторождения картировочной скважиной 122 выявлено развитие непромышленной вкрапленной золоторудной минерализации в микроклинизированных и серицитизированных сиенитах на подрудном уровне до горизонта +150 м.

Зона окисления на Рябиновом месторождении золота прослежена до глубины 20–30 м. На поверхности рудовмещающие серицит-микроклиновые метасоматиты имеют красновато-бурую, желтовато-коричневую окраску. По трещинам и в кавернах в них отмечаются лимонитовые охры, порошковатые агрегаты ярозита. Пирит в прожилково-вкрапленных рудах в разной степени замещен натечными и псевдоморфозными агрегатами, гетита, гидрогетита и лепидокрокита, нередко имеющими зональное строение. В первичных рудах по борниту, халькопириту, галениту в зоне окисления развиваются ковеллин, халькозин, церуссит, лимонит. В трещинах на плоскостях спайности полевых шпатов в серицит-микроклиновых метасоматитах иногда образуются пленки малахита и азурита.

Золоторудное месторождение Новое размещается в пределах многофазного штока щелочных пород размером 400 × 600 м, в 1 км на юго-восток от Рябинового месторождения. Возраст пород позднеюрский-раннемеловой. Наиболее ранние магматиты представлены биотитовыми и ортоклазовыми пироксенитами и перидотитами, нередко содержащими ксенолиты оливинитов, дунитов, развитыми в центральной и восточной частях штока. В последней широко распространены также щелочные габброиды (шонкиниты, малиньиты). Западную часть штока мезозойских магматитов составляют эгириновые сиениты и псевдолейцитовые сиенит-порфиры. Шток залегает в толще кристаллических сланцев, гнейсов и гранито-гнейсов федоровской свиты архея. На контакте метаморфические породы архея фенитизированы с образованием эгирин-ортоклазовых и кварц-ортоклазовых метасоматитов. В тектоническом отношении шток мезозойских магматитов приурочен к пересечению разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного

простираются. В его восточной части и в поле развития фенитов отмечены более поздние (K_1-K_2) дайки минетт и щелочных сиенит-порфиров мощностью до 10 м. Промышленное золотое оруденение Нового месторождения локализовано в геологических границах штока сульфидизированных псевдолейцитовых сиенит-порфиров размером на поверхности 100×140 м, на горизонте 940 метров площадью 132×117 м и в приконтактных со штоком частях тела эгириновых сиенитов (рис. 3, 4). Золоторудная минерализация на месторождении установлена в интервале абсолютных отметок от +620 до +1050 м. Таким образом, вертикальный размах распространения прожилково-вкрапленного золотого оруденения в Рябиновском рудном поле составляет 900 м.

Прожилково-вкрапленное золото-сульфидное оруденение Нового месторождения приурочено к участкам развития поздних микроклинитов. Рудные минералы представлены преимущественно пиритом (1–10%), галенитом (1–3%) и более редкими халькопиритом, сфалеритом, молибденитом, борнитом. Самородное золото установлено в виде ксеноморфных зерен с извилисто-угловатыми контактами размером 0.03–0.4 мм в сростании с микроклином, карбонатом и адуляром. В геохимическом поле тело рудоносных эпидейцитовых сиенит-порфиров выделяется контрастными аномалиями вторичных ореолов золота. Основным попутным компонентом золота в прожилково-вкрапленных рудах Нового месторождения является серебро. Подсчет балансовых запасов золота и серебра на месторождении выполнен методом вертикальных параллельных сечений широтного направления (рис. 4) в интервале горизонтов 1050–800 м (блоки 5-С1, 6-С1). Ниже, в интервале абсолютных отметок 800–710 м выделены предварительно оцененные запасы, забалансовые по горнотехническим причинам (блок 13-С2). Золото-серебряное отношение в порфировых рудах Нового месторождения по данным бороздowego и кернового опробования горных выработок и скважин колонкового бурения ($n = 18$) варьирует от 0.13 до 0.63, линейный коэффициент рудоносности изменяется в широких пределах: от 0.25 до 1.0. В пределах рудного штока-верка отмечается некоторое увеличение с глубиной средних содержаний золота и серебра в подсчетных блоках 5-С1, 6-С1 и 13-С2 в пропорциях 1:1.01:1.32 для Au и 1:1.42:1.49 для Ag.

В пределах Нового месторождения золота с целью выделения по степени окисления минеральных типов руд на горизонте подземных выработок +940 м и по рудным скважинам были отобраны 110 протолок и проведен их сокращенный минералогический анализ [10]. В результате установлено, что первичные руды локализованы в северо-восточной, центральной и юго-западных частях золотоносного штока-верка, и составляют около 40% его объема. Полуокисленные руды распространены в центральной

и восточных частях штока эпидейцитовых сиенит-порфиров. Окисленные руды преимущественно развиты в верхней части штока до глубины 20–30 м от поверхности и в его краевых частях.

Фазовый анализ 6 технологических проб первичных, полуокисленных и окисленных руд Рябиновского и Нового месторождений [10, 11] показал, что в них содержится от 7 до 58% свободного золота, 32–76% золота находится в сростках с минералами (пиритом, полевым шпатом, карбонатом), доля золота, упорного к цианированию (“ржавого”, в сульфидах, силикатах) составляет 9–49%. По результатам изучения технологических проб, рациональная схема переработки руд включает их гравитационное обогащение с последующим сорбционным выщелачиванием, что обеспечит извлечение 86–88% золота. Технологические испытания проб, взятых из прожилково-вкрапленных руд, показали, что они могут эффективно перерабатываться способом кучного выщелачивания. Перколяционное выщелачивание в колонне в течение 33 суток дало извлечение золота 90–92% при дроблении руд до фракции 5 мм. Содержание золота в “хвостах” составило от 0.18 до 0.56 г/т при исходном содержании золота в руде 1.36–4.4 г/т.

В пределах Рябиновского поля отчетливо проявилась вертикальная рудно-метасоматическая и геохимическая зональность [7, 9]. Метасоматическая зональность выражена в более интенсивном развитии процессов микроклинизации и серицитизации щелочных сиенитов на среднерудном уровне локализации золотого оруденения в интервале 700–800 м, где на Рябиновом месторождении сформировались крупные тела серицитолитов мощностью до 30–40 м среди сильно серицитизированных микроклинитов, возникших по сиенит-пегматитам, в сравнении с верхнерудным (инт. 850–930 м) и нижнерудным (инт. 600–700 м) уровнями, в пределах которых образовались небольшие линзы серицитолитов мощностью до нескольких метров среди средне серицитизированных микроклинитов по эгириновым сиенитам. Рудная зональность в Рябиновском поле заключается в постепенной смене с глубиной золото-пирит-галенит-сфалеритовой минеральной ассоциации на золото-пирит-молибденит-халькопирит-борнитовую ассоциацию. В трех рудных телах Рябиновского месторождения, образовавшихся на среднерудном уровне, сосредоточен 61% балансовых запасов золота. Подсчетные блоки запасов категории С1, оконтуренных на этом уровне, выделяются в сопоставлении с залежами верхнего и нижнего уровней рудоотложения по процентному отношению в них богатых, рядовых и бедных руд и по повышенным значениям коэффициентов рудоносности и коэффициентов богатства (табл. 2), рассчитанных по [8]. Такая же закономерность в распределении золотого оруденения по вертикали установлена на Новом месторождении. Вертикальная геохимическая

Таблица 2. Качественная характеристика прожилково-вкрапленных руд Рябиновского рудного поля (по данным бороздового и кернового опробования)

Место-рождения	Блоки	Абсолютные отметки, м	Количество проб	Типы руд, %			Коэф. рудоносности	Коэф. богатства	Золото-серебряное отношение
				богатые	рядовые	бедные			
Рябиновое	4-С1	850–930	427	3	10	87	0.60	1.16	0.96
	(1,3,5)-С1	700–800	391	6	28	66	0.80	2.93	0.67
	2-С1	700–800	545	5	30	65	0.86	1.88	0.80
Новое	1-С1	600–700	653	4	12	84	0.62	1.24	0.31
	5-С1	940–1050	1788	1	17	82	0.51	1.50	0.33
	6-С1	800–940	718	4	28	68	0.50	1.51	0.24
	13-С2	710–800	218	6	27	67	0.72	1.98	0.29
	С-162	620–710	88	–	14	86	0.61	0.88	–

зональность Рябиновского рудного поля выражается в преимущественной концентрации свинца и цинка в телах верхнерудного уровня, а меди и молибдена – на нижнем уровне локализации золотого оруденения (табл. 3). Эти части единой рудно-метасоматической системы отчетливо различаются и по величине полиметаллического индекса – $(Pb \times Zn)/(Cu \times Mo)$, являющегося комплексным показателем геохимической зональности руд. Среднее значение золото-серебряного отношения в прожилково-вкрапленных рудах, по данным бороздового и кернового опробования горных выработок и скважин колонкового бурения, на Рябиновом месторождении равно 0.68, на Новом месторождении – 0.27. Содержание меди в рядовых пробах обычно составляет сотые, реже десятые доли процента, но в отдельных пробах, отобранных на нижнем уровне рудоотложения, концентрация меди возрастает до 4–6%.

Новое месторождение также существенно отличается от Рябиновского месторождения по мине-

ральному составу тяжелой фракции шлихов, отобранных на верхнерудном уровне (940–1050 м) из прожилково-вкрапленных руд зоны окисления, более высокой концентрацией магнетита, барита, низким содержанием гематита, присутствием в шлихах самородного золота вместе с пиритом и минералами полиметаллической ассоциации (галенитом, сфалеритом, вольфенитом, аргентитом). А для состава шлихов из окисленных руд Рябиновского месторождения, взятых на среднерудном уровне (700–800 м), характерна ассоциация золота с пиритом и минералами меди (халькопиритом, борнитом, халькозином) и более высокое отношение содержаний Fe_2O_3 / Fe_3O_4 . Установленные различия отражают вертикальную рудно-метасоматическую зональность Рябиновского поля, разный уровень эрозионного среза Нового и Рябиновского месторождений, более интенсивный характер проявления на последнем процессов микроклинизации и серицитизации щелочных сиенитов, в результате чего маг-

Таблица 3. Геохимическая характеристика ($10^{-3}\%$) прожилково-вкрапленных руд Рябиновского рудного поля (по данным спектральных анализов керновых проб)

Место-рождение	Рябиновое			Новое						
	Блок	4-С1	2-С1	1-С1	5-С1			6-С1		
Абсолютные отметки, м	850–930	700–800	600–700	1000–1050	940–1000	среднее	900–940	850–900	800–850	среднее
Количество проб	62	61	145	82	116	198	118	92	158	368
Элементы	Халькофилы									
Cu	34.0	23.4	231.9	6.4	5.9	6.1	12.5	9.0	10.6	10.7
Zn	19.1	17.7	5.5	10.6	19.4	15.0	14.7	17.8	15.1	15.9
Pb	14.5	9.5	6.5	12.2	21.2	16.7	20.4	15.5	19.6	18.5
As	7.3	8.5	2.6	3.8	5.5	4.6	7.0	5.7	6.9	6.5
Bi	6.9	6.2	2.5	2.9	3.2	3.1	4.9	3.4	3.4	3.9
	Литофилы									
Mo	0.7	0.9	1.6	2.3	2.7	2.5	4.6	4.4	4.7	4.6
W	5.0	9.3	5.2	6.3	7.3	6.8	13.5	9.0	5.8	9.4
Rb	27.1	20.6	23.8	25.7	27.0	26.4	27.6	24.9	24.6	25.7
Sr	20.7	83.8	74.8	57.5	45.9	51.7	28.5	37.9	9.5	25.3
Zr	44.8	33.2	38.8	37.1	53.2	45.1	65.4	65.4	57.7	62.8
Nb	3.9	2.0	1.6	5.1	7.2	6.2	8.5	12.9	12.8	11.4
Y	2.5	1.8	0.7	1.9	2.4	2.1	2.6	2.5	2.4	2.5
$(Pb \times Zn)/(Cu \times Mo)$	12.5	8.0	0.1	8.9	26.3	16.5	5.2	6.9	5.9	6.0

Примечание. Спектральные анализы выполнены в химической лаборатории ГУП “Алдангеология” (руководитель Н.И. Класс)

нетит исходных пород становится неустойчивым и замещается гематитом, а ильменит – окислами титана (рутилом, брукитом, анатазом).

Необходимо отметить, что Новое месторождение отчетливо различается и по морфометрическим параметрам и составу самородного золота из окисленных руд от более эродированного Рябинового месторождения. На Новом месторождении в исследованной представительной выборке ($n = 1341$) золото находится в виде кристаллов и их сростков (75%), а также в прожилковой (18.7%), комковидно-гнездовой (3.8%), уплощенно-комковидной (1.7%) и игольчатой (0.8%) формах. Количество “породистого” золота (в сростках с кварцем, полевым шпатом, гидроксидом железа) составляет 17%. Средний размер золотин изменяется от 0.02 до 0.45 мм. По гранулометрическому составу (классы, мм: 0.01–0.05 – 46.5%; 0.05–0.1 – 41.4%; 0.1–0.25 – 11.7%; 0.25–1.0 – 0.4 %) в выборке резко преобладает пылевидное и тонкое золото. Уплотненность золотин колеблется от 1 до 7, доля индивидов изометричной формы равна 78%. Химический состав самородного золота из окисленных руд Нового месторождения характеризуется по результатам микрозондового анализа (оператор В.Н. Ослоповских) широкими вариациями пробности при преобладающем распространении высокопробных золотин (727–9901‰, $\bar{x} = 9191$ ‰, $n = 40$), присутствием в их составе меди (0.01–0.28%, $\bar{x} = 0.06$ %, $n = 34$), платины (0.02–0.39%, $\bar{x} = 0.13$ %, $n = 22$) и палладия (0.01–0.12%, $\bar{x} = 0.06$ %, $n = 17$).

Рябиновое месторождение выделяется повышенной средней крупностью золотин (0.05–0.5 мм, $\bar{x} = 0.09$ мм, $n = 858$) и меньшей их уплощенностью ($y = 1-7$, $\bar{y} = 1.7$, $n = 858$), преимущественным развитием золота средней пробности (714–945‰, $\bar{x} = 887$ ‰, $n = 37$), повышенным содержанием в нем меди (0.03–0.23%, $\bar{x} = 0.13$ %, $n = 27$) и ртути (0.09–0.29%, $\bar{x} = 0.20$ %, $n = 6$).

Рябиновое месторождение золота, по условиям образования и величине барического показателя закрытости системы: $(P_{H_2O} + P_{газов})/P_{H_2O} = 16.9-9.4$, отнесено [20] совместно с типичными молибден-меднопорфировыми месторождениями к классу полукрытых рудообразующих систем. В этот класс входят гидротермальные месторождения золота гипабиссального или субвулканического уровня глубинности (Дарасун, Карийское в Восточном Забайкалье и др.), для которых характерны широкие вариации физико-химических параметров: температуры, давления, концентрации солей и газов в рудообразующих флюидах. Именно в такой обстановке, согласно приведенным данным, сформировались серицит-микроклиновые метасоматиты и прожилково-вкрапленное оруденение Рябинового месторождения золота. При проведении поисковых и тематических работ золотое оруденение

также обнаружено в других щелочных массивах Центрально-Алданской провинции (рудопоявления Якокутского, Ыллымахского, Томмотского и Мрачного массивов) [5, 6, 23].

Рудоносные серицит-микроклиновые метасоматиты Центрально-Алданской щелочной провинции сходны по возрасту и вещественному составу с калишпатизированными и серицитизированными сиенитами, вмещающими меднопорфировые месторождения с благороднометальной (золото-серебряно-платиновой) минерализацией в мезозойских массивах Северо-Американских Кордильер (Аллард Шток, Коппер-Маунтин-Ингербелл, Гелор Крик, Шескет Крик, Гус Лейк, Пирамид) [26, 27]. В этих массивах измененные щелочные породы (лейкократовые и меланократовые сиениты и сиенит-пегматиты) содержат прожилково-вкрапленное оруденение, представленное пиритом, халькопиритом, борнитом, арсенопиритом, теннантитом. Средние содержания меди в порфировых рудах этих месторождений составляют 0.6–1.3%, золота – 0.17–1.23 г/т, серебра – 1.5–29 г/т, палладия – 0.01–6.43 г/т, платины – 0.02–13.6 г/т. Меднопорфировые месторождения с благороднометальной минерализацией в щелочных массивах Северо-Американских Кордильер близки с Рябиновым месторождением золота и по изотопному составу сульфидной серы. Так среднее значение $\delta^{34}S$ для сульфидов из прожилково-вкрапленных руд месторождения Аллард Шток равно -6.5‰ при вариациях значений от -4.7 до -7.9‰ [27].

К потенциально золотоносным относятся также массивы калиевых щелочных пород, в пределах которых проявились серицит-микроклиновые метасоматиты. В эту группу входят палеозойские щелочные массивы Казахстана (Ишимский, Борсыксайский Карасорский, Карсакпайский, Каратальский, Абаевский), Северного Прибайкалья (Сыннырский, Южносакунский), Кузнецкого Алатау (Кобарзинский), кайнозойский Тежсарский комплекс на Кавказе [4].

Для калиевых щелочных массивов, продуктивных на прожилково-вкрапленное золотое оруденение характерно развитие пород щелочно-сиенитовой серии (малинит, шонкинит, лаурвикит, пуласкит, сиенит-пегматит, нордмаркит), которые на классификационной тройной диаграмме (кварц–ортоклаз–плагиоклаз) представлены рядом монзонит–сиенит–щелочнополевошпатовый сиенит [4]. Отношение K_2O/Na_2O в породах этого ряда составляет 1.1–2.2. Породы мезозойский щелочных массивов Северо-Американских Кордильер, вмещающих меднопорфировые месторождения с благородно-метальной минерализацией принадлежат к субщелочному ряду: кварцевый монзонит–кварцевый сиенит–щелочнополевошпатовый сиенитоид. Для них также свойственно высокое отношение K_2O/Na_2O (1.7–2.5).

Серицит-микроклиновые метасоматиты по характеру проявления в связи с массивами калиевых щелочных пород разного возраста и географического нахождения, особенностям вещественного состава и условиям образования отнесены к самостоятельной метасоматической формации [24]. Эта формация занимает вполне определенное положение в ряду рудно-метасоматических формаций, свойственных для штокверковых месторождений золота, меди и молибдена [12, 22].

ВЫВОДЫ

Серицит-микроклиновые метасоматиты Рябиновского золоторудного поля сформировались в три последовательные стадии. В раннюю щелочную стадию при $T = 550\text{--}400^\circ\text{C}$ и $P = 1.5\text{--}1$ кбар произошла псевдоморфная микроклинизация щелочных сиенитов (пуласкиитов, псевдолейцитовых сиенит-порфиоров, сиенит-пегматитов). В стадию кислотного выщелачивания при $T = 400\text{--}160^\circ\text{C}$ и $P = 3.5\text{--}1.3$ кбар возникли серицитизированные микроклиниты с телами серицитолитов. В позднюю щелочную стадию при $T = 300\text{--}200^\circ\text{C}$ и $P = 1.0\text{--}0.6$ кбар в этих породах образовались зоны поздних микроклинитов, вмещающие прожилково-вкрапленное золотое оруденение.

Промышленное золотое оруденение в Рябиновском поле локализуется в рудных телах, представленных наклонными и крутопадающими штокверковыми зонами, в интервале абсолютных отметок от +600 до +1050 м. Для него характерна отчетливо выраженная вертикальная рудно-метасоматическая и геохимическая зональность. Она заключается в максимальном проявлении процессов микроклинизации и серицитизации в щелочных сиенитах и сопряженного с ними золотого оруденения на среднерудном уровне (700–800 м), постепенной смене с глубиной золото-пирит-галенит-сфалеритовой минеральной ассоциации в серицит-микроклиновых метасоматитах на золото-молибденит-халькопирит-борнитовую ассоциацию, преимущественной концентрации свинца и цинка в телах верхнерудного уровня (800–1050 м), а меди и молибдена – на нижнем уровне локализации золотого оруденения (600–700 м).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афонина Г.Г., Макагон В.М., Шмакин Б.М. Диаграмма структурного состояния щелочных полевых шпатов в рентгенометрических координатах и экспрессная методика его определения // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1979. № 5. С. 73–82.
2. Болтыров В.Б., Огородников В.Н. Использование мусковита метасоматических пород в геологической термо- и барометрии // Геология метаморфических комплексов Урала. Свердловск: Изд-во СГИ, 1974. С. 59–64.
3. Высокобарические флюиды гидротермальных жил Рябиновского щелочного массива (Центральный Алдан) / В.Б. Наумов, В.А. Коваленкер, И.К. Мызников и др. // Докл. АН. 1995. Т. 343. № 1. С. 99–102.
4. Дворник Г.П. Серицит-микроклиновые метасоматиты и золото-меднопорфировое оруденение в калиевых щелочных массивах // Геология метаморфических комплексов. Екатеринбург: Изд-во УГИ, 1992. С. 108–120.
5. Дворник Г.П. Серицит-микроклиновые метасоматиты и золоторудная минерализация Мрачного щелочного массива (Алданский щит) // Научные основы и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья с извлечением благородных металлов. Тр. Междунар. научно-техн. конф. Ч. I. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. С. 31–38.
6. Дворник Г.П. Метасоматиты и золоторудная минерализация Томмотского щелочного массива и его ближайшего обрамления (Алданский щит) // Изв. УГГУ. Сер. Геология и геофизика. Вып. 19. Екатеринбург. 2004. С. 119–127.
7. Дворник Г.П. Условия образования серицит-микроклиновых метасоматитов и золоторудного оруденения Рябиновского рудного поля (Алданский щит) // Современные технологии освоения минеральных ресурсов / Ред. В.Е. Кисляков. Красноярск: Изд-во ГУЦМиЗ, 2006. С. 46–52.
8. Дворник Г.П., Угрюмов А.Н. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и техногенного сырья. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2004. 220 с.
9. Дворник Г.П., Элюев В.К. Вертикальная рудно-метасоматическая и геохимическая зональность Рябиновского месторождения золота // Проблемы геохимии эндогенных процессов и окружающей среды. Мат-лы Всерос. науч. конф. Т. 3. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2007. С. 20–22.
10. Дворник Г.П., Элюев В.К. Геологическое строение, метасоматиты и особенности разведки прожилково-вкрапленных руд Нового месторождения золота (Алданский щит) // Вест. Читинского госуниверситета. № 37. Ч. III. 2004. С. 3–8.
11. Дворник Г.П., Элюев В.К. Геология, разведка и технологические свойства прожилково-вкрапленных руд Рябиновского месторождения золота // Научные основы и прогрессивные технологии переработки труднообогатимых руд и техногенного сырья благородных металлов (Плаксинские чтения) // Тр. Междунар. совещ. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2001. С. 128–129.
12. Евстрахин В.А., Ициксон М.Н. Порфировый тип рудных месторождений // Разведка и охрана недр. 1980. № 1. С. 9–16.
13. Загружина И.А., Голубчина М.Н., Кочетков А.Я. и др. Изотопный состав серы сульфидов в щелочном массиве Центрального Алдана. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. № 2. С. 405–407.
14. Калиевый щелочной магматизм Байкало-Становой рифтогенной системы / Костюк В.П., Панина Л.И., Жидков А.Я. и др. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. 239 с.
15. Ким А.А. Минералого-геохимические особенности оруденения одного из щелочных массивов Центрального Алдана // Минералого-геохимические особен-

- ности рудных месторождений Восточной и Южной Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1981. С. 93–108.
16. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 335–456.
 17. Коваленкер В.А., Мызников И.К., Кочетков А.Я. и др. Платиноносное золото-сульфидное оруденение Рябинового щелочного массива (Центральный Алдан, Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 4. С. 345–356.
 18. Кочетков А.Я., Пахомов В.Н., Попов А.Б. Магматизм и метасоматизм Рябиновского рудоносного щелочного массива (Центральный Алдан) // Магматизм медно-молибденовых рудных узлов. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. С. 79–110.
 19. Куприянова И.И. Группа мусковита // Типоморфизм минералов. Справочник / Под ред. Л.В. Чернышевой. М.: Недра, 1989. С. 299–313.
 20. Прокофьев В.Ю. Геохимические особенности рудообразующих флюидов гидротермальных месторождений золота различных генетических типов (по данным исследования флюидных включений). Новосибирск: Наука. Сибирская изд. фирма, 2000. 192 с.
 21. Сендеров Э.Э., Бычков А.М. Физико-химические условия образования структурных модификаций щелочных полевых шпатов при петрогенезисе // Советская геология. 1979. № 9. С. 33–44.
 22. Сотников В.И. Медно-молибден-порфировая рудная формация: природа, проблема объема и границ // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 3. С. 355–363.
 23. Угрюмов А.Н., Дворник Г.П. Рудоносные водородно-кальциевые метасоматиты в мезозойских щелочных массивах Центрального Алдана // Геология и геохимия рудоносных магматических и метасоматических формаций зоны Малого БАМа. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1986. С. 31–48.
 24. Угрюмов А.Н., Дворник Г.П. Серицит-микроклиновые метасоматиты Рябинового щелочного массива (Центральный Алдан) // Докл. АН СССР. 1985. Т. 280. № 1. С. 191–193.
 25. Угрюмов А.Н., Дворник Г.П. Щелочные рудоносные метасоматиты Рябинового массива (Алданский щит) // Советская геология. 1984. № 9. С. 84–94.
 26. Mutschler F.E., Griffin M.E., Scott D. et al. Precious metal deposits relate to alkaline rocks in the North American Cordillera. – An interpretive review // Trans. Geol. Soc. S. Afr. 1985. V. 88. P. 355–377.
 27. Werle I.L., Ikramuddin M. and Mutschler F.E. Allard hosted porphyry copper-precious metal deposit // Can. J. Earth Sci. 1984. V. 21. P. 630–641.

Рецензент Е.С.Контарь

Sericite-microcline metasomatites and gold mineralization in Ryabinovsk ore field (Aldan shield)

G. P. Dvornik

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

Ryabinovsk ore field is located in Central Aldan region of Southern Yakutia. It includes Ryabinov and New deposits as well as several ore occurrences (Ryabchik, Analogichnoje, Zhelannoje), which were formed in the Mesozoic tectonic and magmatic activity of Aldan shield. There are wide distribution of metasomatic microclinization and sericitization in alkaline syenites of Ryabinovsk ore field. The K-Ar age of sericite-mikrocline metasomatites is 134–120 Ma. Metasomatites were formed in the three successive stages. In the early alkaline stage ($T = 550\text{--}400^\circ\text{C}$, $P = 1.5\text{--}1$ kbar) the pseudomorphic mikroclinization of syenites were happen, in the acid leaching stage ($T = 400\text{--}160^\circ\text{C}$ and $P = 3.5\text{--}1.3$ kbar) the mica aggregates (ferruginous to siliceous sericite, potassic phengite) had replaced altered syenites and the sericitic microclinites with lenses of sericitolites were formed, in the late alkaline stage ($T = 300\text{--}200^\circ\text{C}$, $P = 1.0\text{--}0.6$ kbar) the products of previos one were replaced by fine-grained microcline with streaky-dessiminated gold-sulphides mineralization (pyrite, chalcopryrite, bornite, molibdenite, galenite and sphalerite). The ore bodies form inclened and steeply dipping stockwork zones according to the prospecting date. Commercial gold mineralization is located within the absolute marks interval from +600 to +1050 m. Vertical ore-metasomatic and geochemical zoning is distinctly seen within the Ryabinovsk field. Gold mineralization of this type was been found in some other alkaline massifs of Central Aldan (Yakokut, Yllymakh, Tommot and Mrachny ore occurrences). The above mentioned gold-bearing sericite-microcline metasomatites are similar to potash feldspar and sericitic syenites containing copper porphyry deposits with precious metal mineralization in Mezozoic massifs of North-American Cordilleras.

Key words: Aldan shield, Mesozoic era, activity, alkaline syenites, sericite-microcline metasomatites, streaky-dessiminated mineralization, gold, vertical zoning.