

УДК 553.071:553.251.2:553.411.44 (571.61)

Мельников Антон Владимирович

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

г. Благовещенск, Россия

E-mail: Melnikov_Anton1972@mail.ru

Воропаева Елена Николаевна

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

г. Благовещенск, Россия

E-mail: levorglav@mail.ru

Melnikov Anton Vladimirovich

Institute of Geology and Nature Management FEB RAS

Blagovoshchensk, Russia

E-mail: Melnikov_anton1972@mail.ru

Voropaeva Elena Nikolaevna

Institute of Geology and Nature Management FEB RAS

Blagovoshchensk, Russia

E-mail: levorglav@mail.ru

САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО ПЕРВИЧНЫХ И ОКИСЛЕННЫХ РУД ЧАГОЯНСКОГО ЗОЛОТОПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

NATIVE GOLD OF PRIMARY AND OXIDIZED ORES OF THE CHAGOYANSK GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT (UPPER AMUR REGION)

Аннотация. На территории Верхнего Приамурья широко развиты коры выветривания и зоны окисления над золоторудными месторождениями и проявлениями, что значительно затрудняет поиски первичных золотых руд. Исследован состав коры выветривания и зоны окисления Чагоянского золотополиметаллического месторождения. Определен петрографический и минеральный состав руд, метасоматитов и рудных минералов зоны окисления месторождения. Проведено изучение выделенного самородного золота как в первичных, так и в окисленных рудах месторождения.

Abstracts. In the Upper Amur region, weathering crust and oxidation zones over gold ore deposits and manifestations are widely developed, which greatly complicates the search for primary gold ores. The composition of the weathering crust and the oxidation zone of the Chagoyansk gold-polymetallic deposit was studied. Petrographic and mineral composition of ores, metasomatites and ore minerals of the oxidation zone of the deposit was determined. The isolated native gold was studied in both primary and oxidized ores of the deposit.

Ключевые слова: золотополиметаллические руды, кора выветривания, зона окисления, самородное золото.

Key words: gold-polymetallic ores, weathering crust, oxidation zone, native gold.

DOI: 10.22250/20730268_2023_103_95

Чагоянское золотополиметаллическое месторождение расположено на левобережье р. Зеи, в пределах Чагоян-Джурканского рудного поля Сиваглинского (Чагоянского) золотоносного узла, приуроченного к Чагоянскому останцу кровли палеозойских терригенно-карбонатных образований среди мезозойских и палеозойских гранитоидов Мамынского выступа Буреинского кристаллического массива (рис. 1).

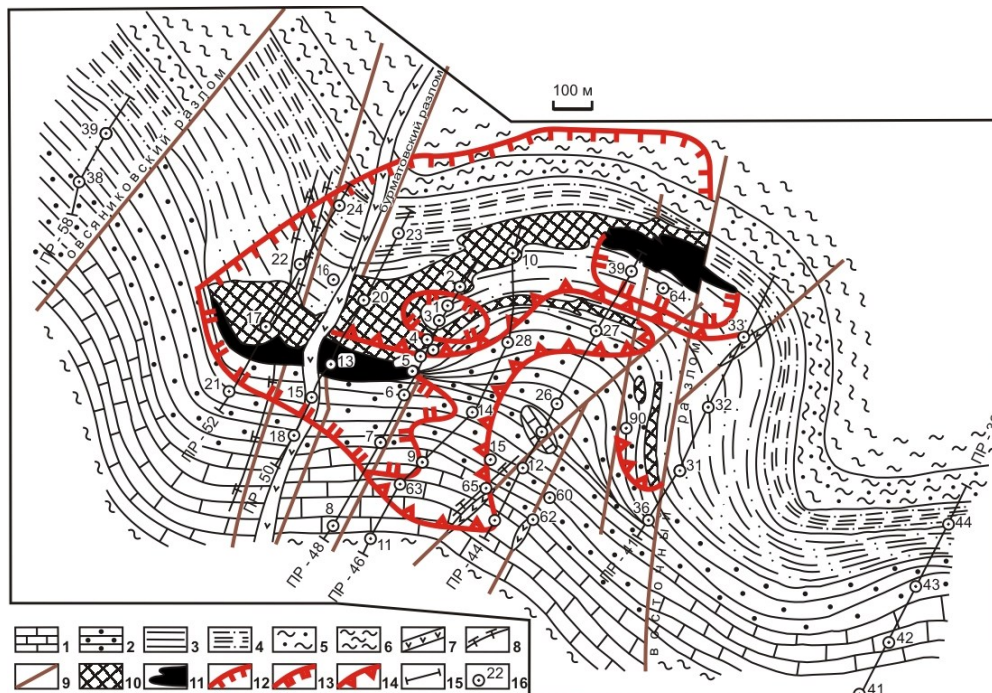


Рис. 1. Чагойанское золотополиметаллическое месторождение:

1 – доломиты и доломитизированные известняки; 2 – песчаники крупно- среднезернистые (продуктивная пачка); 3 – песчаники мелко- среднезернистые; 4 – песчаники мелко- среднезернистые с прослоями тонкозернистых серицитовых песчаников и серицитовых сланцев; 5 – тонкозернистые серицитовые песчаники, серицитовые сланцы с прослоями мелко- среднезернистых песчаников; 6 – черные кварцево-слюдястые углистые сланцы; 7 – дайки роговообманковых порфириров, кварцевых диоритовых порфириров; 8 – кварц-турмалиновые жилы с зонами окварцевания; 9 – тектонические нарушения (разломы, зоны тектонитов, дробления); 10 – рудные сульфидные тела с содержанием Pb и Zn в сумме > 0.5%, Au - 0.3-1.0 г/т, Ag - 1.0-3.0 г/т; 11 – рудные сульфидные тела с содержанием Pb и Zn в сумме > 2.0%, Au > 1.0 г/т, Ag > 3.0 г/т; 12 – граница распространения эродированных первичных сульфидных руд; 13 – проекции рудных тел на горизонтальную плоскость с содержанием Pb и Zn в сумме > 2.0%, Au > 1.0 г/т, Ag > 3.0 г/т; 14 – проекции рудных тел на горизонтальную плоскость с содержанием Pb и Zn в сумме > 0.5%, Au - 0.3-1.0 г/т, Ag - 1.0-3.0 г/т; 15 – профили буровых скважин и их номера; 16 – буровые скважины и их номера.

Поисково-оценочные работы на месторождении проводились в 1959-1963 гг. (Ю.А.Софронов и др., 1960ф; А.М. Винтер и др., 1961, 1962ф; Г.Т.Дятел, 1964ф), 1966-1969 (Р.А. Антипина и др., 1967, 1969, 1970; Г.В. Чупраков и др., 1968), в 1982-1984 гг. (А.В. Ложников и др., 1985), 1998-1999 (С.В. Соколов и др., 2000), в 2004-2007 гг. (Е.В. Дмитренко и др., 2007, 2009). Научные исследования на месторождении осуществляли И.Г. Хельвас (1961), А.Я. Сандомирский и др. (1977), А.В. Мельников (2000), описания присутствуют в монографиях «Минерально-сырьевая ...» (2000), «География ...» (2003).

Чагойан-Джурканское рудное поле приурочено к обнажающимся из-под чехла рыхлых кайнозойских отложений Ушмынской впадины блоку венд-кембрийских карбонатных и силурийских песчаниково-алевролитовых отложений, где широко развиты надвиговые структуры (А.В. Ложников и др., 1985ф). Венд-кембрийская карбонатная толща сложена светлыми и темными известняками и доломитами, среди которых встречаются пласты и линзы кремней, мраморизованных известняков, алевролитов и известковистых песчаников. Силурийская терригенная толща сложена мелко-, средне- и крупнозернистыми песчаниками с глинисто-серицитовым цементом, а также пластами известковистых песчаников. В рудном поле широко распространены штоки и дайки диоритов, кварцевых диоритов, диорит-порфириров, диоритовых порфириров мелового возраста. Их породы во многих случаях окварцо-

ваны, турмалинизированы, серицитизированы, сульфидизированы, т.е. они являются дорудными.

Золото-серебро-полиметаллическое оруденение приурочено к надвиговой зоне, локализуясь преимущественно в песчаниковой толще автохтона и в меньшей мере – в карбонатной толще аллохтона. На месторождении вскрыты три рудные залежи общей протяженностью 1400 м, шириной по падению 800 м, мощностью 10-50 м, параллельные контактам продуктивной пачки. Залежи вытянуты в северо-западном направлении, с пологим (20-40°) падением на юго-запад.

Главные рудные минералы – сфалерит, галенит, пирит, пирротин, халькопирит. Из нерудных наиболее распространены кальцит, кварц, турмалин, мусковит, серицит, хлорит, присутствуют также гранат, пироксен, эпидот, серпентин. Формирование месторождения протекало в несколько стадий, но практически почти вся масса галенита и сфалерита отложена в последнюю, собственно полиметаллическую, стадию. Для рудных тел месторождения характерна вертикальная зональность отложения, проявляющаяся в преимущественной концентрации галенита в верхних частях рудных тел, а сфалерита – в более глубоких. Соотношение свинца и цинка снизу вверх закономерно растет от 1:5 до 1:1 и более. На нижних горизонтах рудных тел в повышенных количествах присутствуют халькопирит, пирротин.

Золотоносность связывается с поздней гидротермальной деятельностью, зонами окварцевания и кварцевыми жилами в песчаниках (Эйриш, 2002). Г.В.Чупраковым (1968ф) выделены следующие стадии минерализации: 1) кварц-мусковитовая безрудная; 2) кварц-турмалиновая с галенитом и сфалеритом первой генерации; 3) пирротиновая; 4) пиритовая; 5) полиметаллическая с галенитом и сфалеритом второй генерации, содержащая серебро и кадмий; 6) золоторудная. В соответствии с выделенными стадиями на рудном поле фиксируется горизонтальная зональность: в краевой юго-восточной части преобладает пирротиновая минерализация, приуроченная к углистокремнистым сланцам, сменяющаяся к северо-западу пиритовой и сфалерит-галенитовой, а золоторудная минерализация проявлена за северо-западным флангом рудного поля, в зоне Чагоянского разлома.

Золотополиметаллические руды – преимущественно вкрапленные, прожилково-вкрапленные (рис. 2 А), реже массивные и штокверковые (рис. 2 Б). Контуры рудных тел нечеткие и выделяются лишь по результатам анализов. В рудах широко распространены пирит, пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, арсенопирит, блеклая руда, киноварь, антимонит, кварц, кальцит, турмалин, мусковит, серицит, хлорит. Количество сульфидов достигает 15%. Кроме того, установлены гранат, пироксен, эпидот, серпентин. Содержание в первичных рудах Pb составляет 1.09-2.52% (среднее 2.0%), Zn – 0.37-3.4% (среднее 1.97%), Ag – 20-3000 г/т (среднее 50 г/т), Cd – 0.05-1%, Au – до 23.4 г/т (среднее 1.75 г/т). Выявлено несколько комплексных первичных геохимических ореолов Au – 0.01-0.6 г/т, Pb, Zn, Cu и Ag. Золотоносность связывается с поздней гидротермальной деятельностью, выраженной в образовании зон окварцевания и кварц-турмалиновых жил в терригенно-осадочных породах.



А

Б

Рис.2. Первичная полиметаллическая прожилково-вкрапленная (А), массивная и штокверковая (Б) руда Чагоянского месторождения.

Самородное золото первичных руд – тонкие и мелкие зерна размером до 0.1 мм; они рассредоточены в ранних сульфидах, локализованы на участках замещения пирита и пирротина арсенопиритом, входят в состав кварц-карбонат-серицит-турмалиновых жилков. Золото также образует частые скопления на стыке крупных гнезд ранних сульфидов с поздними прожилками. Преобладающие формы золота – мелкие и пылевидные знаки комковидной и ячеистой формы (рис. 3), округлые – изометричные зерна и кристаллы пентагондодекаэдрической, кубической и октаэдрической огранки. Отмечаются многочисленные сростки Au с кварцем, пиритом и галенитом (рис. 4). Цвет первичного золота ярко-желтый, с красноватым и розоватым оттенком, проба 900-950. В краевых частях золотин встречаются каймы с содержанием золота 75-80%, Ag – до 25%, Hg – до 0.2%. Фазовый состав Au: тонкодисперсное в турмалине – 50%, в сростках с сульфидами и нерудными минералами – 30%; тонкодисперсное в пирите и пирротине – 9%, то же в пирротине – 5%, свободное Au – 5%.



Рис. 3. Неокатанное золото: комковидное и ячеистое.

Зона окисления (кора выветривания) палеогенового возраста, имеющая промышленное значение, прослежена над всеми рудными телами на протяжении 1800 м. Глубина распространения зоны окисления крайне неравномерна – от 3-35 м до 140 м (средняя мощность 2.5-47 м). Она представлена тремя зонами: верхняя – глинистая, средняя – щебнисто-глинистая и нижняя – щебнистая с подчиненной долей глинистых минералов и обломками оруденелых пород. Пестрые глины верхней зоны, развитые в виде провалов, линз и карманов, в приповерхностной части коры выветривания имеют преимущественно каолиновый (50-60%) состав с примесью смешанно-слоистых минералов (до 10-20%) и монтмориллонита (от 10-20 до 40%). Наблюдаются реликтовые структуры исходных пород. Структурные глины каолинит-гидрослюдистого и гидрослюдисто-каолинового состава средней части разреза содержат примесь монтмориллонита и кремнисто-гетитовые прожилки. Количество каолинита – от 10-15 до 25-40%, гидрослюд – 20-50%. Обломочный материал представлен лимонити-

зированными песчаниками и алевролитами, выщелоченными доломитизированными известняками и кварцитоподобными породами. Слабо каолинизированные щебнисто-гидрослюдистые образования нижней зоны имеют хорошо сохранившуюся структуру исходных пород. Значительна доля гидрогетитовых и гидрогематитовых скоплений, часты обломки, линзовидные обособления и пропластки известняков, песчаников, кремней и сланцев. Обильны гидроокислы Mn.

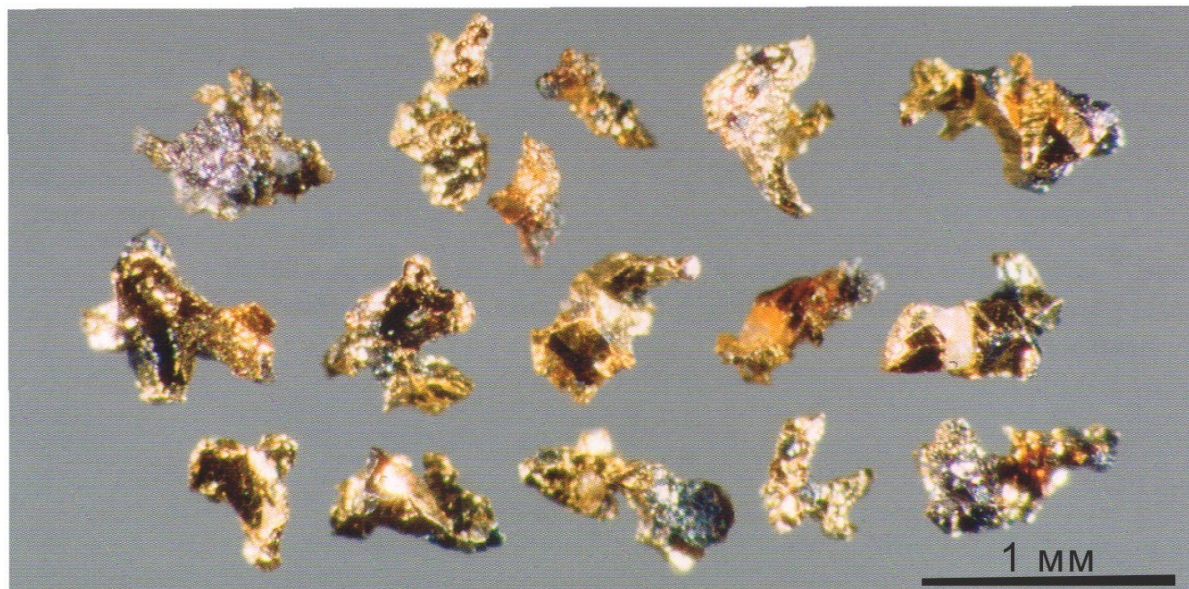


Рис. 4. Сростки самородного золота с галенитом, окисленным пиритом и кварцем.

Содержания Au в коре выветривания достигают 80 г/т, изредка – более. Наиболее часто встречающиеся значения – 1.2-10.5 г/т, среднее – 2.75 г/т. Рудные столбы (Au 30-80 г/т) приурочены к пересечениям разломов северо-восточного и субширотного направлений. Отмечаются высокие содержания As – до 1.38%, Ag – до 10000 г/т. Содержания Pb и Zn в сумме достигают 25%. По содержанию золота выделяются бедные (менее 1 г/т) и богатые руды. Бедные руды, по данным технологических исследований, относятся к окисленным рудам золотополиметаллического убогосульфидного типа с содержанием в среднем: Au – 0.7 г/т, Zn – 1.75%, Pb – 0.95%, Ag – 20 г/т.

Основные породообразующие минералы – гидрослюды, смешаннослойные образования, кварц. Породы часто дезинтегрированные до сыпучих, землистых масс от охристо-желтого до темно-бурого, черного цвета, железисто-глинистого состава. Нередко породы имеют брекчиевидный облик с обломками (6-20 мм) обохренных окварцованных пористых пород – слюдисто-кварцевых метасоматитов по песчаникам и алевролитам. Породы зоны окисления часто сохраняют структурный рисунок первичных пород и руд (прожилково-вкрапленный, вкрапленный, брекчиевидный). Иногда в них отмечаются натечные формы гетита. Рудные минералы (пирит, галенит, сфалерит, пирротин, арсенопирит) замещены вторичными минералами, иногда сохраняются в виде реликтов в железисто-глинистой церуссит-лимонитовой массе, нередко цементирующей обломки окисленных руд.

Все породы зоны окисления дезинтегрированные, переходящие в алеврито-песчано-древяный материал. Гидроокислы железа придают породам охристо-бурю, желтую, темно-бурю окраску, а вторичные минералы марганца – черную, образуя налеты, колломорфные формы, сажистые массы. Богатые золотом породы зоны окисления в результате технологических исследований отнесены к окисленным рудам золото-серебряно-кварцевого убогосульфидного типа со средними содержаниями Au – 2.75 г/т, Ag – 70 г/т, Zn – 2.5%, Pb – 1.75%. Сложены они преимущественно кварцем голубовато-серого цвета, насыщенного порами и пустотами до облика «сухарей» с примесью глинистого материала и гидроксидов железа. Текстура пород неоднородная, в основном кавернозная, участками пятни-

стая, неясно-полосчатая. Цвет пород меняется от светло-серого до темно-бурого, преобладают светлые тона. Гидроксиды Fe развиваются по трещинам, выполняют поры, образуют землистые выделения. Реже отмечаются гидроксиды Mn черного цвета в виде стекловатых корочек и сажистых масс.

Основная масса пород состоит из разнозернистого кварцевого агрегата и тонкочешуйчатой гидрослюды. Размеры зерен кварца – от 0.02 до 0.2 мм, отмечаются аморфные скрытокристаллические выделения кремнезема совместно с гидроокислами железа. Богатая руда четко фиксируется в зоне окисления (более светлые и крепкие породы), прослеживается визуально, имеет вид «маркера». Богатые руды прослежены до 300-500 м по простиранию, с изменением мощности от 5 до 10 м и содержанием Au от 10 до 80 г/т. Изучение богатых руд по скважине 501 в интервале 5-12 м показало присутствие в рудах обломочного материала (5-15 мм) и рыхлого тонкообломочного оглиненного материала (менее 1 мм). Au распределено крайне неравномерно: большее его количество (76%) обнаружено в тонкой части, по составу преимущественно полевошпатовой (65-69%), обломочная часть представлена кварцем. Содержание Au во фракции – 1 мм составило 75 г/т, Ag – 1200 г/т, Zn – 3.75%, Pb – 2.28%. В обломочной части содержание Au – 15.5 г/т, Ag – 80.3 г/т, Zn – 2.27%, Pb – 1.55%. Серебросодержащие минералы в руде были обнаружены минералогическим анализом в виде единичных зерен акантита и аргентита.

Самородное Au зоне окисления подразделяется на три формы его нахождения: 1) самородная, 2) тонкодисперсная в продуктах окисления сульфидов и магнетита, 3) сорбированная глинистыми частицами. Преобладает Au пылевидное (до 50 мкм), очень мелкое (до 0.1 мм) и мелкое (0.1-0.5 мм). Основная масса Au в классе крупности 0.1-0.25 мм. Проба Au – 950-999. Для Au характерны идиоморфные и интерстициальные зерна (рис. 5), кристаллы и их сростки. Преобладают октаэдры Au с ровной и гладкой поверхностью.

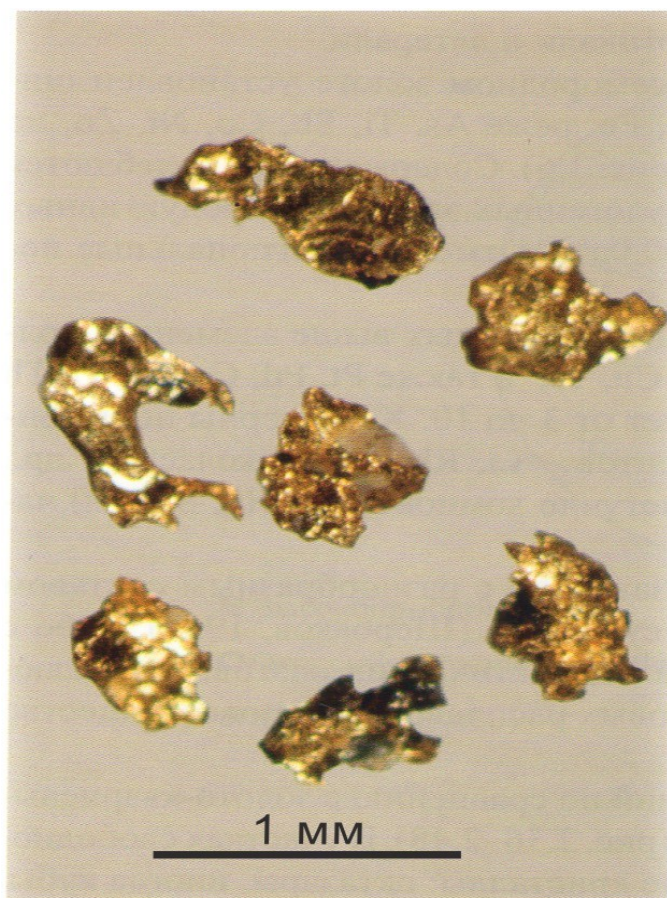


Рис. 5. Интерстициальные частицы золота.

В зоне интенсивного дробления и милонитизации нередки мелкие кристаллы и сростки бипирамидальной формы, тонкие тригональные пластинки с блестящими гранями, проволочные, волосовидные, булавообразные выделения. Отмечаются корродированные пластинки Au с гексагональным поперечным сечением. Встречаются частицы очень мелкого Au в виде лепешек, палочек, волосков, проволочек и амебообразных выделений. Достаточно широко распространены дендритовидные обособления изометричных и удлинённых корродированных кристаллов Au размером до 0.3x0.5 мм. Значительная часть Au покрыта пленками гидроокислов Fe и Mn. Фазовый состав Au: в сростках с сульфидами и породой – 73%, свободное Au – 11%, тонкодисперсное в нерудных минералах – 9%, в пленке кислоторастворимых минералов – 5%, тонкое в окисленных галените и сфалерите – 2%.

Самородное золото россыпных месторождений Сиваглинского узла размером от 0.01-4.0 до 10.0 мм, при добыче отмечались самородки весом до 200 граммов по ручьям Чагоян, Малый Джуркан, Малый Чукал и др. Золотины хорошо окатанные, полуокатанные, желтого и ярко-желтого цвета, чешуйчатой, пластинчатой, комковатой, лепешковидной формы, часты кристаллы кубического и октаэдрического габитуса, встречаются сростки золота с кварцем и сульфидами. В некоторых россыпях (руч. Юхта) отмечается большое количество (до 75%) зерен золота в черных и темно-коричневых «рубашках». Проба золота довольно высокая и варьирует в широких пределах – от 830 до 999, отмечается небольшое количество (до 5%) золотинок совершенно неокатанных, зеленовато-желтого цвета, губчато- друзовидной формы, с пробой 733-814 (руч. Зеленовский, Большой Джуркан, Сивагли, Малый Чукал и др.). Вероятнее всего, эти низкопробные частицы золота привнесены в современный аллювий из близкорасположенных рудопроявлений и зон минерализации в днищах и бортах долин водотоков.

Чагоян-Джурканское рудное поле дренируют несколько ручьев, по которым разведаны промышленные золотоносные россыпи: Чагоян, Малый Джуркан, Большой Джуркан.

Морфология золота руч. Чагоян – по форме комковато-губчатое, лепешковидное, комковатое, пластинчатое, чешуйчатое, друзовидное, кристаллическое; отмечаются сростки с зернами кварца, сульфидами и магнетитом. Золото от неокатанного и слабоокатанного до окатанного. Цвет золотинок-желтый, с красноватым и зеленоватым оттенками. Крупность золота (в %): до 0.3 мм – 32.35; 0.3-1 мм – 56.97; 1-3 мм – 10.68, средняя крупность 0.55 мм. Ранее при отработке россыпи встречались самородки весом до 200 граммов.

Морфология золота руч. Малый Джуркан – золото желтое, ярко-желтое, буро-желтое, чешуйчатое, друзовидно-дендритовидное, кристаллы. Отмечаются редкие неокатанные зерна зеленовато-желтого цвета. Встречается золото в сростках с кварцем.

Элементы-примеси в самородном золоте ведут себя крайне неустойчиво, можно отметить некоторое уменьшение их содержаний по отношению к рудному золоту. Большинство элементов-примесей – Pd, Fe, Ni, Ti, Cr, Mn, Mo, Sb, Hg, Pb, Se, Te – присутствует в незначительных количествах – 0.0001-0.007%. Другие примеси в золоте отмечаются в резко повышенных концентрациях – Cu (более 0.2%), Zn (более 0.1%), Co (более 0.1%), W (более 0.07%). Установлено, что состав и содержание рудогенных элементов-примесей зависит от состава продуктивных минеральных ассоциаций. На площади Сиваглинского узла известны медно-молибден-порфиоровое, вольфрамовое, полиметаллическое оруденения с золотом. В немногочисленных золотопроявлениях и месторождениях отмечаются также повышенные содержания в рудах халькопирита, шеелита, вольфрамита, сфалерита. Всё это и обусловили высокие концентрации в золоте Cu, Zn, W. Большие содержания Co могут указывать на

еще неизвестную редкую кобальтовую минерализацию с золотом или на золото-кобальтовый минеральный тип.

Формирование месторождения, по материалам исследований И.Г. Хельвас (1964ф), А.Я.Сандомирского и др. (1977ф), происходило в несколько стадий, но основная масса полиметаллов (галенит и сфалерит) отложилась в заключительную золотополиметаллическую стадию. При этом установлена преимущественная концентрация галенита в верхних частях рудных тел, а сфалерита, халькопирита и пирротина – в нижних. Рудным телам сопутствуют первичные ореолы Pb, Zn, Mo, Sn, Cu, Cd, Ag, Ni. При этом масштабы ореолов в 10-15 раз превышают мощность рудных тел. По величинам линейных продуктивностей химических элементов в первичных ореолах Чагоянское месторождение рассматривается как среднеэродированное.

Судя по минеральным ассоциациям, Чагоянское месторождение представляет собой крайний (джаспероидный) член березит(порфирово)-скарново-джаспероидного ряда формаций. Такие ряды установлены в Лебедином рудном поле Центрального Алдана, в Ольховско-Чибижекском рудном поле в Восточных Саянах, в Джилау-Торор-Мосрифском поле в западном Таджикистане (Мельников, 2000).

Изучение строения россыпей и свойств самородного золота Сиваглинского золотоносного узла помогло решить важные вопросы формирования месторождений россыпного золота, установить их связь с определенными коренными источниками и промежуточными коллекторами, а также выделить для Сиваглинского узла и Верхнего Приамурья новый специфический минеральный тип – золото-кобальтовый.

1. География природных ресурсов и природопользования Амурской области. – Благовещенск: Изд-во «Зея», 2003. – 216 с.

2. Мельников, А.В. Геолого-геохимические закономерности размещения оруденения и золотоносных россыпей в Чагоянском рудном узле (Верхнее Приамурье). Автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Благовещенск: АмурКНИИ, 2000. – 27 с.

3. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. (И.А. Васильев, В.П. Капанин, Г.П. Ковтонюк, В.Д. Мельников, В.Л. Лужнов, А.П. Данилов, А.П. Сорокин). – Благовещенск: КИПР, 2000. – 168 с.

4. Сандомирский, А.Я., Остапенко, Н.С., Миронюк, А.Ф. Вертикальная зональность первичных ореолов Чагоянское полиметаллического месторождения // Геология Верхнего Приамурья. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 64-68.

5. Хельвас, И.Г. Геолого-структурные особенности и генезис полиметаллического месторождения «Чагоян». Автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Благовещенск: АмурГГЛ ДВГИ, 1964. – 28 с.

6. Эйриш, Л.В. Металлогения золота Приамурья (Амурская область. Россия). – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 194 с.