

## Золотое оруденение лебединского и куранахского типов в Верхнеамгинском районе (Южная Якутия)

Г.С.АНИСИМОВА, Л.А.КОНДРАТЬЕВА (Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН); 677980, г. Якутск, проспект Ленина, д. 39),  
Е.П.СОКОЛОВ (Акционерное общество «Якутскгеология»; 677009, г.Якутск, ул.Кальвица, д. 24),  
В.Н.КАРДАШЕВСКАЯ (Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН); 677980, г. Якутск, проспект Ленина, д. 39)

В Верхнеамгинском районе Южной Якутии впервые выявлено золотое оруденение по структурно-морфологическим и минералого-геохимическим параметрам, сопоставимое с куранахским и лебединским типами Центрально-Алданского района. В Хатырхайском поле оруденение лебединского типа представлено горизонтальными гетит-гидрогетитовыми залежами и скарнированными доломитами в экзоконтакте монзонит-сиенитового лакколита, окварцованными метасоматитами по сиенит-порфирам, сульфидизированными березитизированными гранитогнейсами. Геохимические ассоциации элементов – Au, Ag, Cu, Bi. Типоморфные минералы – пирит, гематит, халькопирит, теллурувисмутит, самородное золото, самородные металлы (Al, Sn) и интерметаллиды. Пробность самородного золота варьирует от 858 до 978‰, отмечается медистое золото (598‰, Cu – 38%). Оруденение Хохойского поля куранахского типа локализовано в субмеридиональных линейных карстовых зонах на контакте раннекембрийских карбонатных и раннеюрских терригенных толщ осадочного чехла платформы. Руды состоят из супесчано-суглинистого материала, насыщенного рассеянным гетит-гидрогетитом, с обломками окисленных первичных руд – пирит-адуляр-кварцевых метасоматитов. Геохимические ассоциации элементов – Au, Ag, Sb, Tl. Типоморфные минералы – кварц, адуляр, кальцит, флюорит, барит, гетит, гематит, пирит, самородное золото, интерметаллиды, галенит, бертьерит, голландит, теллуриды и антимонаты Tl, сульфид Re и W. Самородное золото высокопробное (834–992‰), пористого строения.

Установленные геолого-генетические типы золотого оруденения, составляющие основу золотодобывающей промышленности Южной Якутии, являются свидетельством высокого потенциала обширной малоизученной территории Верхнеамгинского района.

*Ключевые слова:* Верхнеамгинский район, сиениты, гранито-гнейсы, скарны, рудный карст, залежь, метасоматиты, самородное золото, минералы Tl, Re, W, интерметаллиды, минеральные ассоциации, лебединский и куранахский типы.

Анисимова Галина Семёновна  
Кондратьева Лариса Афанасьевна  
Соколов Евгений Павлович  
Кардашевская Вероника Николаевна



gsanisimova1952@mail.ru  
lkon12@yandex.ru  
geopoisk@sakha.ru  
kardashevskaya92@mail.ru

## Gold mineralization of the Lebedinsky and Kuranakh types in Verkhneamginsky district (South Yakutia)

G.S.ANISIMOVA, L.A.KONDRATIEVA (Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences)  
E.P.SOKOLOV (Joint stock company «Yakutskgeology»)  
V.N.KARDASHEVSKAYA (Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences)

In the Verkhneamginsky district of South Yakutia gold mineralization for structural-morphological and mineralogical-geochemical parameters comparable to the Kuranakh and Lebedinsky types of the Central Aldan district is for the first time revealed. In the Khatyrkhay field, the Lebedinsky type mineralization is represented by horizontal goethite-hydrogoethite lode and skarned dolomites in the exocontact of monzonite-syenite laccoliths, silicified metasomatites by syenite-porphry, sulfidized beresitized granite gneisses. Geochemical associations of elements – Au, Ag, Cu, Bi. Typomorphic minerals are pyrite, hematite, chalcopyrite, tellurovismutite, native gold, native metals (Al, Sn) and intermetallides. Fineness of native gold varies from 858 to 978‰, copper gold (598‰, Cu – 38 wt%) is noted. The mineralization of the Khokhoy field of the Kuranakh type is localized in N-S striking linear karst zones at the contact of the Early Cambrian carbonate and Early Jurassic

terrigenous sequences of the sedimentary cover of the platform. The ores consist of clay sandy material saturated with disseminated goethite-hydrogoethite and fragments of oxidized primary ores – pyrite-adularia-quartz metasomatites. Geochemical associations of elements – Au, Ag, Sb, Tl. Typomorphic minerals are quartz, adularia, calcite, fluorite, barite, goethite, hematite, pyrite, native gold, intermetallides, galena, berthierite, hollandite, Tl tellurites and antimonates, Re and W sulfide. Native gold is high-grade (834–992‰) with porous structure.

The established geological-genetic types of gold mineralization, which form the basis of the gold mining industry in South Yakutia, show the high potential of the vast, insufficiently explored territory of the Verkhneamginsky district.

**Key words:** Verkhneamginsky district, syenites, granite-gneisses, skarns, karst, lode, metasomatites, native gold, Tl, Re, W minerals, intermetallides, mineral associations, Lebedinsky and Kuranakh types.

До последнего времени в пределах Верхнеамгинского района были известны только россыпные месторождения золота. Несмотря на благоприятную перспективную оценку, основанную на сходстве геологического строения Верхнеамгинского и Центрально-Алданского (ЦАР) районов, ранее были выявлены лишь мелкие проявления золота «лебединского типа», приуроченные к зонам скарнирования и контактам щелочных интрузий. Сейчас известны промышленные месторождения россыпного золота и флюорита, мелкие проявления горного хрусталя, железа, минерализации редкоземельных элементов цериевой группы. В целом на территории проявлен характерный набор полезных ископаемых, подобных ЦАР.

**Краткие сведения о типах золоторудных месторождений Центрального Алдана.** Алдано-Становая золотоносная провинция известна своей уникальностью с начала XX в. На её территории расположены крупные россыпные и рудные месторождения золота, но, к сожалению, первые из них исчерпали свои запасы. В настоящее время добыча золота ведётся в основном в пределах Центрального Алдана на рудных месторождениях Куранахское, Лебединское, Рябиновое, Самолазовское и др., которые являются общеизвестными, классическими золоторудными объектами мира.

**Лебединское золоторудное месторождение** относится к скарновому типу. Рудные тела представлены крутопадающими жилами и горизонтальными залежами в низах доломитовой толщи венда, вблизи или на контакте с кристаллическим фундаментом, по периферии мезозойских магматитов. Руды гидротермального происхождения, золото-сульфидно-кварцевого типа, связаны с формированием мезозойского гипабиссального магматизма [4, 6, 7, 10, 11].

На **Куранахском месторождении** карстового типа оруденение приурочено к контакту верхней толщи нижнего кембрия и подошвы нижнеюрских песчаников [4, 5, 7, 15]. Руды гидротермального происхождения, золото-кварцевого типа, связаны с преобразованием доюрской коры выветривания, где первичные породы претерпели выщелачивание, дезинтеграцию, интенсивное ожелезнение в период мезозойской активизации. В современном виде они представлены рудным карстом.

Данное месторождение относится к крупным с запасами более 100 т. Некоторые исследователи сопоставляют его с карлинским типом.

**Самолазовское месторождение** выделяется как скарновый тип. Оруденение локализовано в гидротермально-метасоматических образованиях, приуроченных к скарнам, на контакте сиенитов лебединского комплекса с доломитами усть-юдомской свиты венда. По минеральному составу руды представлены окисленными, дезинтегрированными пирит-кварцевыми метасоматитами [3, 5].

**Рябиновое месторождение** относится к порфировому типу в щелочных массивах. Оруденение вкрапленное, рудные тела представлены штокверком золото-содержащих сульфидных руд и сульфидизированным штоком эпидейцитовых сиенит-порфиров [5, 7–9].

**Геологические особенности Верхнеамгинской площади.** Верхнеамгинский золотоносный район, в состав которого входят Хатырхайское и Хохойское рудные поля, расположен на стыке двух крупных структурных единиц: Олёкминской гранит-зеленокаменной и Центрально-Алданской гранулит-гнейсовой областей, в межглыбовой зоне (Амгинский разлом). Нижний структурный ярус представлен образованиями кристаллического фундамента, перекрытого венд-нижнекембрийским платформенным чехлом, мощностью 400–450 м. На отдельных участках в северной части района сохранились небольшие выходы мезозойских терригенных отложений. Основной объём магматических проявлений связан с платформенным этапом мезозойской тектономагматической активизации. Большая часть субщелочных-щелочных интрузий локализуется по периферии Ямалахского горста, почти непрерывно его обрамляя. К крупным интрузиям приурочены зоны минерализации, окварцевания, скарнирования. Широко представлены разнообразные гидротермально-метасоматические породы, связанные, главным образом, с мезозойским этапом развития территории.

В 2012–2013 гг. при производстве опережающих геолого-геофизических и геохимических работ в Верхнеамгинском районе были выявлены линейные и площадные геохимические аномалии золота, приуроченные к проявлениям сиенитового магматизма в зоне градиента

верхнеамгинского гравитационного минимума [13]. Сиениты представляют щёлочноземельную серию, являются высококалийевыми породами и, по данным Rb-Sr метода, датируются  $140 \pm 7$  млн. лет [2].

**Хатырхайское рудное поле.** Рудопроявление Хатырхай (рис. 1) расположено на левобережье среднего течения одноименного ручья, правого притока р. Амга. Центральную часть участка занимает позднемезозойский субщелочной массив (г. Шайтан), представленный многофазной интрузией монцонитов – авгитовых сиенитов лебединского монцонит-сиенитового комплекса, расположенной на северном склоне Ямалахского горста, на участке ступенчатого погружения поверхности архейского фундамента в северном направлении под толщу нижнекембрийских терригенно-карбонатных осадков. Суммарная амплитуда сброса, по данным горных выработок, составляет 125 м. Перекрывающая архейский фундамент осадочная толща сложена субгоризонтально залегающими терригенно-карбонатными отложениями усть-юдомской свиты, пронизанными многочисленными силлами, дайками, мелкими штоками мезозойских магматитов монцонит-сиенитовой формации лебединского комплекса. Максимальная установленная мощность отложений усть-юдомской свиты – 168 м.

В пределах рудного поля выделяются три рудных участка. Участок Крутой расположен на южном фланге рудного поля в долине одноименного ручья на северо-западной границе Ямалахского горста и сложен кристаллическими породами архейского фундамента, преимущественно гранито-гнейсами. Породы полого ( $20-45^\circ$ ) падают на северо-запад ( $290-330^\circ$ ), вероятнее всего представляя собой крыло синформной структуры. На поверхности фундамента местами сохранились реликты базального горизонта осадочной толщи (песчаники, конгломераты). Кристаллические породы прорваны штоком монцонитов – биотит-авгитовых сиенитов, по периферии которого выявлены аномалии Au, Cu, Вi по вторичным ореолам рассеяния и механические ореолы рассеяния шлихового золота. Оруденение представлено березитизированными гнейсами с прожилково-вкрапленной минерализацией (рис. 2, А), приуроченной к участкам расланцевания, как правило, сопровождающимся дайками лампрофиров. Количество сульфидов в рудах изменяется от 5 до 15%. Минерализованные породы образуют согласные пологозалегающие линзовидные залежи в приконтактной части фундамента с осадочным чехлом. Зоны расланцевания, вмещающие минерализацию, контролируются крутопадающим субширотным сдвигом.

В центральной части рудного поля выделяется участок Шайтан, в пределах которого расположена интрузия биотит-авгитовых сиенитов г. Шайтан. На поверхности она имеет два выхода, разделённых седловиной, выполненной мраморизованными доломитами, мраморами, гранат-диопсидовыми и магнетитовыми скарнами. В северной слабоэродированной части интрузии

сохранились значительные по площади реликтовые развалы тёмно-зелёных мелелит-везувиановых скарнов, нередко с кварцевыми прожилками и окисленной пиритовой минерализацией (см. рис. 2, Б). Скарны образуют линзовидные, лентовидные залежи мощностью 0,5–1,5 м, приуроченные к зонам расланцевания северо-восточного простирания. Золотоносными являются дроблённые мраморы с вкрапленной окисленной пиритовой минерализацией и магнетитовые скарны. Рудные залежи рассечены трещинами субмеридионального простирания, выполненными дайками сиенит-порфириров и лампрофиров, а также нарушениями с плоскостями срывов субширотного простирания.

Участок Тайахта расположен в долине одноименного ручья на северном фланге рудного поля. Площадь участка перекрыта чехлом терригенно-карбонатных отложений усть-юдомской свиты, насыщенных силлами и дайками лампрофиров, сиенит-порфириров. В правом борту руч. Тайахта картируется небольшой шток монцонитов – биотит-авгитовых сиенитов. Рудоносными являются мраморизованные, скарнированные доломиты с пластовыми интрузиями лампрофиров, развитые в северном экзоконтакте интрузии биотит-авгитовых сиенитов г. Шайтан, а также сами метасоматически изменённые сиениты (см. рис. 2, В). Породы разбиты многочисленными сбросами с амплитудой в первые десятки сантиметров, дайками лампрофиров, сиенит-порфириров. В верхнем течении руч. Тайахта развиты высокозолотоносные (до 100 г/т) кварц-лимонитовые метасоматиты по оолитовым доломитам (см. рис. 2, Г), образующие линзовидный прослой в кровле силла лампрофиров, в толще серых массивных доломитов усть-юдомской свиты. Видимая мощность рудной залежи – 0,2–1,0 м. Вскрытая протяжённость по длинной оси составляет 50 м, вкрест – 10 м. Скважинами выявлены рудоносные интервалы на 3 горизонтах: наиболее значимые содержания золота (выше 1 г/т) приурочены к участку границы фундамента и осадочного чехла (10–20 м); второй выше границы фундамента (40–50 м); третий выше границы фундамента (70–80 м). Практически везде обогащённые золотом участки приурочены к прослоям лампрофиров, участкам контактов и непосредственно к лампрофирам. Значимые содержания золота установлены в рудных пересечениях скважин, пройденных на удалении от контакта интрузии г. Шайтан, тогда как вблизи и на контакте они незначительные.

**Хохойское рудное поле.** Рудопроявление Хохой расположено в бассейне верхнего течения одноименного ручья, правого притока р. Амга. Участок находится на северо-восточном фланге Амгинской тектономагматической зоны, в области погружения фундамента и наращивания мощности осадочного чехла. Нижнекембрийские терригенно-карбонатные отложения пестроцветной, тумулдурской и унгелинской свит со стратиграфическим несогласием перекрыты нижнеюрскими терригенными песчанистыми отложениями юхтинской

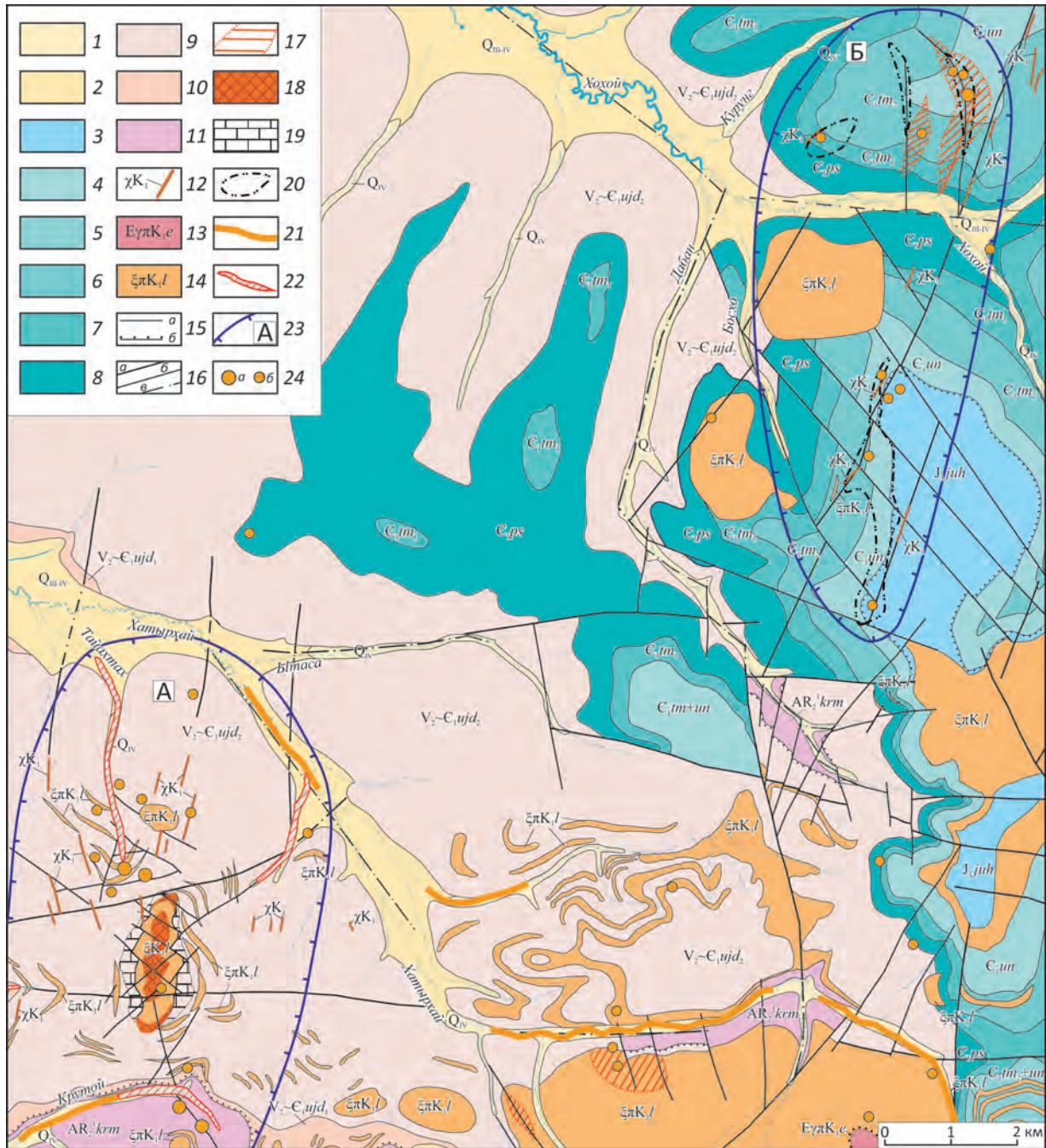


Рис. 1. Геологическая карта Верхнеамгинской золотоносной площади. По материалам В.И.Лядина, 1964 и Е.П.Соколова, 2017:

1 – аллювиальные отложения русел и пойм,  $Q_{m.iv}$ ; 2 – нерасчленённые отложения русла, поймы и первой надпойменной террасы,  $Q_{m.iv}$ ; 3 – ютинская свита ранней юры,  $J.juh$ ; 4–8 – нижнекембрийские отложения: 4 – унгелинская свита нерасчленённая,  $E_{tm}$ , 5 – тумулдурская свита, верхняя подсвита+унгелинская свита нерасчленённые,  $E_{tm_2+un}$ , 6 – тумулдурская свита, верхняя подсвита,  $E_{tm}$ , 7 – тумулдурская свита, нижняя подсвита,  $E_{tm}$ , 8 – пестроцветная свита,  $E_{ps}$ ; 9–10 – венд-нижнекембрийские отложения: 9 – усть-юдомская свита, верхняя подсвита,  $V_2 \sim E_{1.ujd_2}$ , 10 – усть-юдомская свита, нижняя подсвита,  $V_2 \sim E_{1.ujd_1}$ ; 11 – курумканская свита верхнего архея,  $AR_2^krm$ ; 12 – дайковый лампрофировый комплекс,  $\gamma K_1$ ; 13 – эльконский гипабиссальный комплекс щелочносиенит-щелочногранитовый,  $E_{\gamma t K_1 e}$ ; 14 – лебединский плутонический комплекс монцит-сиенит-гранитовый,  $\xi t K_1 l$ ; 15 – геологические границы: а – между разновозрастными геологическими образованиями, б – несогласного залегания; 16 – разрывные нарушения: а – главные, б – второстепенные, в – скрытые под аллювиальными отложениями; 17 – пирит-кварц-калишпатовые и пирит-кварц-карбонат-калишпатовые метасоматиты; 18 – мелелит-везувиановые экзоскарны; 19 – мраморы, мраморизованные доломиты; 20 – зоны развития карста; 21 – россыпные месторождения; 22 – границы отработанных полигонов; 23 – рудные участки: Хатырхай (А), Хохой (Б); 24 – рудные месторождения (а), пункты минерализации (б)

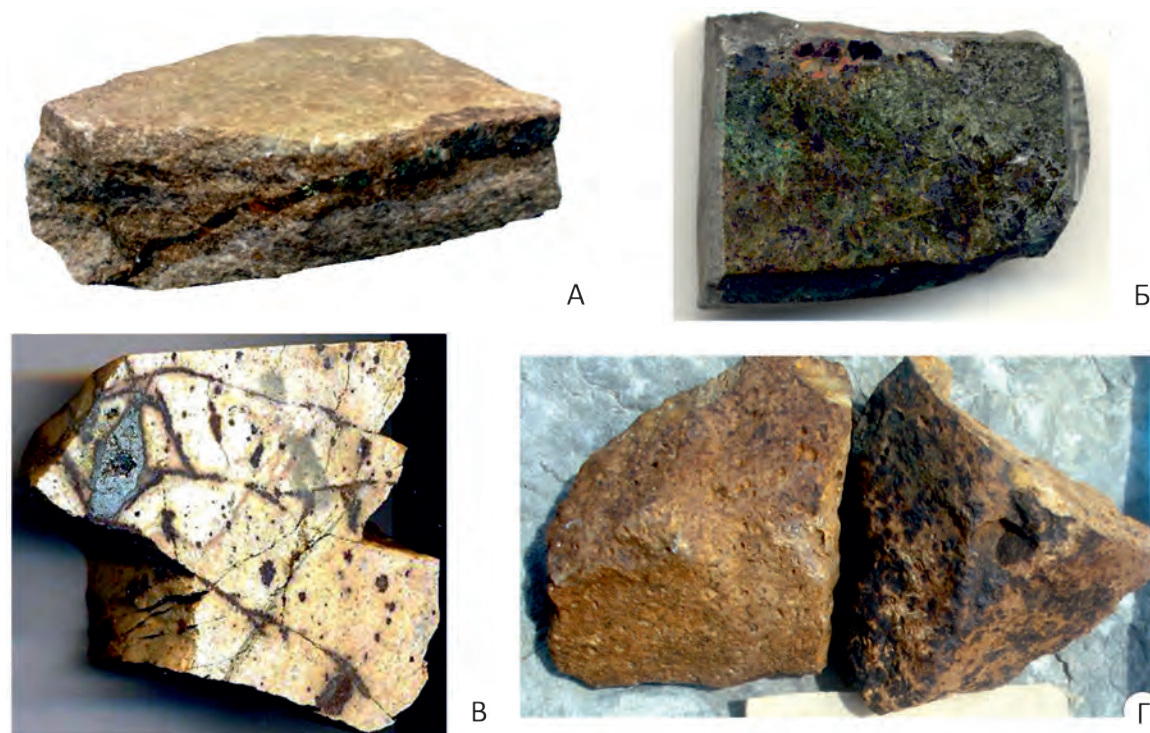


Рис. 2. Типы руд Хатырхайского рудного поля:

А – березитизированные гранито-гнейсы; Б – мелелит-везувиановые скарны; В – метасоматиты по сиенитам; Г – гетит-гидрогетитовые руды

свиты. Проявления мезозойского магматизма представлены небольшими пластовыми интрузиями, лакколитами сиенит-порфиров и протяжёнными дайками лампрофиров (вогезитов).

Структура рудного поля характеризуется наличием протяжённых разрывов север-северо-восточного простирания, сбросов, сдвига-сбросов, системы Амгинского разлома, формирующих грабенообразную структуру на контакте карбонатных пород нижнего кембрия и песчано-конгломератовой толщи нижней юры. Разрывные структуры хорошо выражены в магнитном поле узколинейными протяжёнными аномалиями и трассируются дайками минетта-вогезитового состава. Протяжённость зоны с установленным золотым оруденением 10 км.

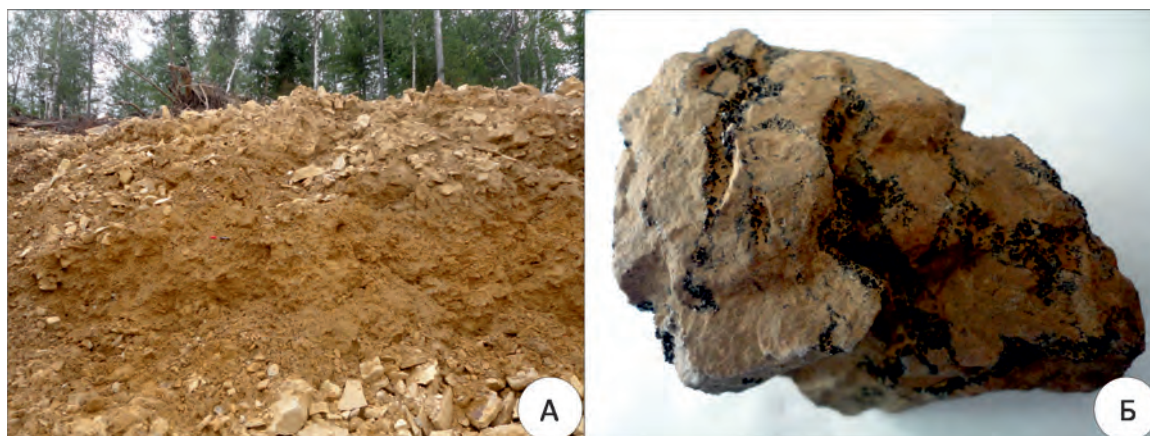
Рудные тела морфологически представлены рудными залежами, приуроченными к карстовым полостям в зонах трещиноватости плоскостей сбросов, сдвига-сбросов. Рудами являются рыхлые, обломочные, супесчано-суглинистые минерализованные отложения карстовых полостей по метасоматически изменённым нижнекембрийским карбонатным отложениям и юрским песчаникам (рис. 3, А). Морфология рудной залежи зависит от морфологии карстовых полостей, большей частью представляющих собой щелевидные полости с крутыми бортами. Расширение карстовых

полостей происходит на участках пересечения систем трещин и серии ступенчатых сбросов. Ширина минерализованного карста колеблется от 3 до 50 м и более, глубина в среднем составляет 10–20 м.

Первичными рудами являются пирит-адуляр-кварцевые метасоматиты (см. рис. 3, Б). Минерализация представлена вкрапленным типом, основной рудный минерал пирит, практически всегда окисленный, в значительных количествах присутствуют гидроксиды железа и гематит. Обломочный материал часто содержит мелкие кристаллы, друзы и щётки дымчатого и чёрного кварца, кварцевые брекчии, флюорит и гематитизированный пирит. Количество сульфидов составляет 5%, редко – 10–15%. Оруденение сопровождается калишпатизацией, окварцеванием, флюоритизацией доломитов, известняков, реже песчаников. Формационный тип золото-кварцевый.

Промышленная золоторудная минерализация сосредоточена в правом борту руч. Хохой, в месте пересечения разломов северо-восточного и северо-западного простирания, и приурочена к приподнятому блоку грабенообразной структуры.

**Минеральный состав руд Верхнеамгинской площади.** Большинство рудных тел площади полностью или частично окислено. Первичные руды сохранились



**Рис. 3. Типы руд Хохойского рудного поля:**

А – общий вид карстовых отложений; Б – лимонитизированные пирит-адуляр-кварцевые метасоматиты со щётками мориона в кавернах

лишь в отдельных местах в виде реликтов среди окисленных и метасоматически преобразованных пород. Кварцевые прожилки с первичной сульфидной минерализацией отмечаются в березитизированных гранито-гнейсах. В результате детального изучения минералогии руд и околорудных метасоматитов значительно пополнен вещественный состав руд (табл. 1).

На основе проведённых исследований в пределах Хатырхайского поля *рудные минералы* [1] представлены (табл. 2) халькопиритом (рис. 4, А), пиритом (см. рис. 4, Б), теллуrowисмутитом (см. рис. 4, А–Г), самородным золотом (см. рис. 4, Д), самородным алюминием (см. рис. 4, Е), интерметаллидами Cu, Al, Sn, выявлены единичные выделения теннантита (см. рис. 4, Ж), галенита, бурнонита и медистого золота. *Акцессорные минералы* рудовмещающих пород (табл. 3) – барит (см. рис. 4, З), монацит (см. рис. 4, Г), рутил, апатит, магнетит, титаномагнетит, ильменит, сванбергит, голландит

и др. *Гипергенные минералы* представлены гетитом, развивающимся по пириту, халькопириту. Теллуриды висмута замещены по краям теллуридом висмута (см. рис. 4, Г, см. табл. 2). Ковеллин окаймляет выделения халькопирита.

В Хохойском рудном поле основными рудными минералами являются гетит, гематит, пирит и самородное золото. Все другие минералы образуют спорадическую примесь, диагностируемую только под микроскопом. К ним относятся интерметаллиды Cu и Sn, Cu и Zn, галенит, аргентит, арсенопирит, сфалерит, антимонит, бертьерит, особо следует отметить теллуриды и антимонаты Tl (рис. 5, А), сульфид Re и W (см. табл. 2). Редкоземельные минералы преимущественно представлены карбонатными разностями, монацит (REE-фосфат) отмечается редко. Среди жильных минералов, кроме кварца, доломита, кальцита, адуляра, встречаются морион, халцедон, флюорит, барит и голландит.

## 1. Минеральный состав руд Верхнеамгинской площади

Распространённость (в %)	Гипогенные	Гипергенные
Главные (>10)	Кварц, доломит	Гетит, лимонит
Второстепенные (1–10)	Кальцит, гематит, пирит, халькопирит, адуляр, морион, халцедон, флюорит	Ковеллин
Редкие (0,1–1)	Теллуrowисмутит*, галенит, бурнонит, пирротин, монацит, барит, магнетит, циркон, апатит, рутил, ильменит	Теллуриды Bi*
Спорадические (>0,1)	Самородные золото, серебро*, алюминий*, олово*, цинк*, интерметаллиды* Cu, Fe, Zn, Pb, Al, Cr, Ni, Sn, , сульфид Re и W*, REE-карбонаты*, голландит*, теннантит*, халькозин, антимонит*, арсенопирит, аргентит*, титаномагнетит, сванбергит*	Оксиды Cu, Zn, Pb, Sb, теллуриды и антимонаты таллия*

*Примечание.* \* – впервые обнаруженные минералы.

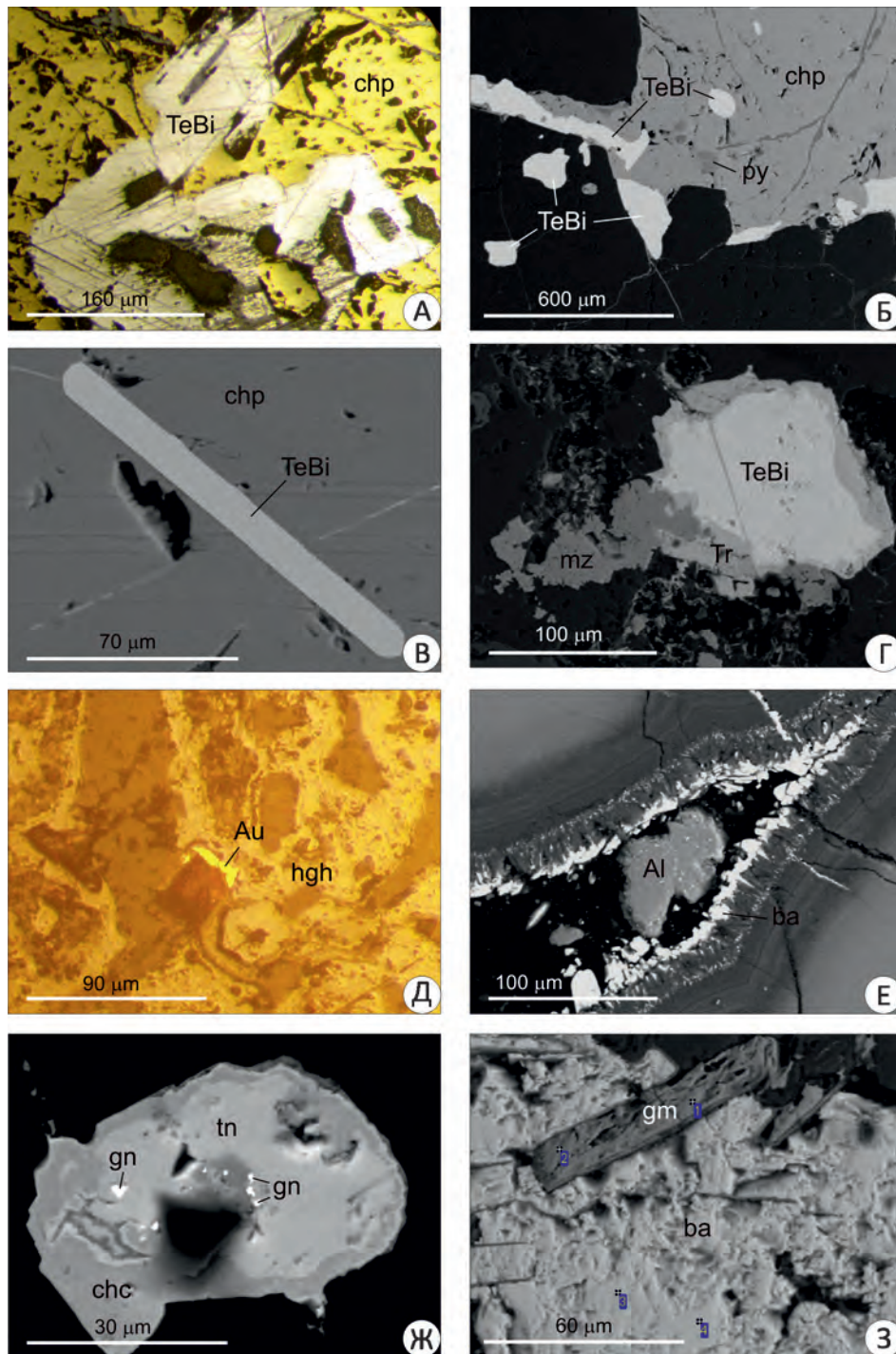


Рис. 4. Минералогия Хатырхайского рудного поля:

А – крупные выделения халькопирита (chp) с табличкатыми выделениями теллуовисмутита (TeBi); Б – овальная, удлинённая и аллотриоморфная формы выделения теллуовисмутита (TeBi) и кристаллы пирита (py) в халькопирите (chp); В – удлинённо-пластинчатая форма теллуовисмутита (TeBi) в халькопирите (chp); Г – аллотриоморфное выделение теллуовисмутита (TeBi) в ободочке теллурита Vi (Tr), замещаемое монацитом (mz); Д – кайма самородного золота (Au) вокруг окисленного карбоната (hgh) в измененных сиенитах; Е – аллотриоморфное выделение самородного алюминия (Al) в жееде из барита (ba) и алюмосиликатов, локализованных в измененном сиените; Ж – теннантит (tn) с включениями галенита (gn), замещаемый халькозином (chc); З – кристалл гематита (gm) среди барита (ba)

## 2. Химический состав рудных минералов (в массовых долях %)

Минерал	Fe	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Bi	Te	W	Sn	Re	Tl	Mn	Ti	As	Sb	Al	Si	S	O	Сумма
Пирит	45,95				1,02	0,45													53,39		100,46
Гематит	67,38													2,82						30,75	100,95
Пирротин	60,00				1,15	0,48											93,32	3,08	37,82		99,45
Самородные элементы и ингер- металлы	3,17			100,10						98,8			1,68				6,76				96,40
	7,08	92,27															5,48				100,10
	2,1	39,88	30,0	29,02																	101,95
	2,35	54,64		36,69		6,23															100,74
	1,58	35,66		18,50		39,00															102,04
Халькопирит	31,02	34,48				0,84													34,11		100,27
Халькозин	8,22	63,17													16,34				26,95		97,35
Теннантит	5,41	45,11		4,55															29,65		101,06
Бурнонит		13,94	42,24								24,00								20,21		100,39
Теллури- висмутит							50,72	48,77													100,48
Теллуриг Bi, Cu		4,34					55,49	27,01												13,31	100,16
								7,58			8,72	76,53								13,93	99,18
								10,13				79,13								12,45	99,16
Минералы TI	4,63							5,98			6,23	56,02								20,58	97,59
								6,37			4,57	73,49								15,24	99,28
											13,78	61,77								16,78	98,64
Сульфид Re и W									32,54										31,92		100,00
									44,92										31,49		100,00

Примечание. В таблицах 2 и 3 анализы выполнены в ИГАБМ СО РАН на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6480LV с энергетическим спектрометром фирмы OXFORD; аналитики С.К.Попова, С.А.Карпова.

## 3. Химический состав аксессуарных минералов (в массовых долях %)

Минерал	F	P	Ca	Ba	Sr	Zr	Hf	Ce	Nd	La	Nb	Th	Al	Ti	Fe	Mn	Si	S	O	Сумма	
Апатит	7,92	16,92	36,92																36,88	98,64	
		18,00	37,17																	45,88	101,05
Барит				52,10	6,69														14,25	27,90	100,94
			5,58	52,38															13,74	27,33	99,03
Флюорит	47,03		52,97																		100,00



Продолжение табл. 3

Минерал	F	P	Ca	Ba	Sr	Zr	Hf	Ce	Nd	La	Nb	Th	Al	Ti	Fe	Mn	Si	S	O	Сумма
Монацит	0,74	12,66						27,77	9,61	14,69									26,45	98,93
		13,01						28,68	12,00	14,10		5,58							25,85	99,22
		12,89	0,84					25,68	11,06	13,44		5,28			4,09				27,00	100,28
Рутил											1,08								37,54	97,15
Циркон																			39,65	101,19
						47,10	0,63								1,03		14,34		39,65	101,72
Титанит						44,04									4,79		13,98		38,01	100,82
Ильменит			20,14																45,16	102,12
Сванбергит		7,53													36,12				30,40	99,06
Голландит																		6,92	45,05	96,75
																			37,26	100,00
																			42,06	100,00
																			39,11	100,00

Во вторичных ореолах рассеяния в пределах Верхнеамгинской площади выделяются две основные рудные группы: 1) Au, Bi, W и Cu в Хатырхайском поле; 2) Au, Ag, Pb, Tl и V в пределах Хохойского поля. В процессе исследований удалось выяснить минеральные формы нахождения Bi, W, Re и Tl. Впервые диагностированы теллуриды и антимонаты Tl, а также сульфид Re и W, аналогов которых пока не найдено.

*Самородное золото.* Видимое золото в руде Хатырхайского поля не обнаружено. Микроскопическое золото встречено в лимонит-гетитовом материале (см. рис. 4, Д), спорадически в скарнированных породах. Форма золотинок неправильная, иногда овальная. Размеры не превышают 0,1 мм. Цвет ярко-жёлтый. По данным микронзондового анализа пробность золота варьирует от 858 до 978‰, среднее 952‰, примеси представлены (в %): Bi до 0,33, Hg до 0,31, Fe до 0,1, Cu до 0,17, Pb до 0,15 и Pt до 0,18. Появление медистого золота – отличительная особенность руд Хатырхайского поля. Такой тип золота встречен в березитизированных гранито-гнейсах и в метасоматически изменённых сиенит-порфирах. Концентрация Cu в золоте достигает 38,15, а Ag – 3,97%.

Особенностью морфологии золота Хохойского рудного поля является пористость (см. рис. 5, Б). Внутреннее строение золота в основном ячеистое, мозговидное, петельчатое. При этом наблюдаются обособления золотинок массивного строения среди пористого золота. Поры в золоте остаются от окисления и разрушения ассоциирующих минералов, в основном гетит-гидрогетитового состава. Золото высокопробное, пробность изменяется от 834 до 992‰. Элементы-примеси (в %): Ag до 15,95, Bi до 0,25, Pb до 0,76, Hg до 0,26, Pt до 0,22, Cu до 0,13, Fe до 0,15.

Раннюю стадию представляют пирротин-пирит-магнетит-кварцевая ассоциация в скарнах и спектр самородных металлов и интерметаллидов в метасоматически изменённых породах. Типоморфные минералы – магнетит, пирит, пирротин и кварц, образующие рассеянную вкрапленность в скарнированных породах. С ними встречается самородное Au. Самородные элементы сидерофильной и халькофильной групп фиксируются в изменённых гранит-гнейсах, лимонитизированных залежах, кварц-полевошпатовых метасоматитах, гематизированных и скарнированных породах Хатырхайского поля. В Хохойском поле развиты интерметаллиды Cu, Zn и Sn. В течение второй стадии сформировалась Au-галенит-халькопирит-кварцевая минеральная ассоциация. Типоморфные минералы – халькопирит, галенит, пирит, самородное золото. С ними отмечаются сфалерит, арсенопирит, бурнонит. В халькопирите спорадически наблюдается As-блёклая руда – теннантит. Рудные минералы образуют вкрапленность в метасоматически изменённых породах. Интенсивно развиты гидроксиды Fe. Позднее формируется эпitherмальная минерализация: Au-Te-Bi-кварцевая ассоциация

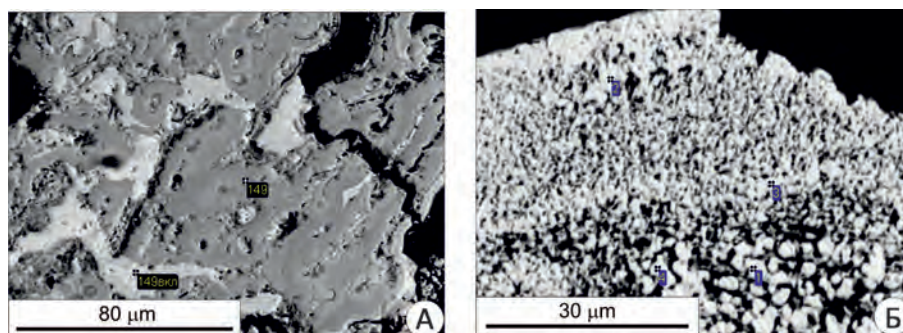


Рис. 5. Минералогия Хохойского рудного поля:

А – прожилки теллурида таллия (светло-серое) в основной массе теллурида-антимоната таллия (тёмно-серое); Б – самородное золото пористого строения

(типоморфные минералы – теллурувисмутит, халькопирит) в кварцевых телах среди березитизированных гранито-гнейсов Хатырхайского поля и Au-Te-Sb-Tl (типоморфные минералы – теллуриды и антимонаты Tl) в пирит-адуляр-кварцевых метасоматитах Хохойского поля. К данному сообществу можно причислить и единичные мелкие вкрапления аргентита, самородного Ag. К поздней стадии относится и Au-Ag-теллуридно-кварцевая ассоциация, которая выделяется по результатам исследований россыпного золота Хатырхайского поля. В самородном золоте россыпей в виде микровключений широко распространены теллуриды Au, Ag и Pb (петцит, калаверит, гессит, алтаит), а также галенит, сфалерит, гринокит, теллурувисмутит, сульфовисмутит [12, 14]. В самих рудах теллуриды Au, Ag и Pb, гринокит не обнаружены. Данное обстоятельство, по-видимому, свидетельствует об эрозионном срезе площадей распространения этих минералов.

**Обсуждение результатов.** Практически все установленные в Хатырхайском рудном поле проявления золоторудной минерализации можно отнести к скарновому типу и к одному из его видов – лебединскому типу. Признаками наличия скарнового типа оруденения являются: выделенная геохимическая ассоциация элементов (золото, медь, висмут); конфигурация геохимических аномалий золота во вторичных ореолах рассеяния, оконтуривающих массив г. Шайтан и его дочерние магматиты; приуроченность механических ореолов золота к выходам скарнов и скарнированных пород как в пределах массива, так и на его контактах; высокая пробность золота (900‰ и выше).

Структура рудного поля характеризуется широким развитием пологих субгоризонтальных зон трещиноватости, в сочетании с крутопадающими нарушениями благоприятных для локализации рудных тел. Рудные тела морфологически представлены рудными залежами, формирующимися на двух уровнях: 1) в осадочном чехле, развитые по горизонтам кремнецветных, окварцованных

доломитов, на контакте силлов сиенитов и 2) в сульфидизированных, березитизированных породах фундамента на границе с осадочным чехлом, развитые по пологим зонам трещиноватости. Формационный тип – золото-сульфидно-кварцевый.

Рудные залежи в осадочном чехле характеризуются прожилково-вкрапленным пирит-халькопиритовым типом минерализации. Количество сульфидов варьирует от 10–15 до 70–100%. Как правило, рудные залежи окисленные, в значительном количестве присутствуют гидроксиды железа, гематит, вторичные минералы меди. Золото в рудах содержится в тонкодисперсной и свободной формах. Концентрация Au в рудных телах колеблется от 1,03 до 13,61 г/т и более.

Рудные залежи, развитые по пологим зонам трещиноватости в сульфидизированных, березитизированных породах фундамента, обладают рассеянной вкрапленной, реже прожилково-вкрапленной минерализацией. Основной рудный минерал – пирит, реже отмечается примесь халькопирита, теллуридов висмута. Количество сульфидов изменяется от 5 до 25%. Как правило, руды слабо окисленные и неокисленные. Содержание Au в рудных телах – 0,95–1,99 г/т. Золоту сопутствует спектр халькофильных элементов: Ag, Bi, Cu. Подобные руды широко распространены на северном фланге рудного поля, в северном экзоконтакте интрузии г. Шайтан, на участках малоамплитудных ступенчатых сбросов.

Самородное золото комковидной, редко идиоморфной формы, массивного строения. Пробность золота от 598 до 978‰, преобладает золото средней и высокой пробы. Отмечается медистое золото, в котором содержание Cu достигает 38%. Элементы-примеси в золоте – Cu, Fe, Bi, Hg, Pt. Тесно ассоциирует с гетитом, пиритом, халькопиритом, баритом, монацитом.

Хохойское рудное поле в структурном плане, по морфологии рудных тел и минералого-геохимическим особенностям сопоставимо с оруденением куранахского типа. Оруденение локализовано в линейных карстовых

зонах на контакте раннекембрийских карбонатных и раннеюрских терригенных толщ осадочного чехла платформы, приуроченных к протяжённым разрывам север-северо-восточного простирания системы Амгинского разлома. Разрывные структуры трассируются дайками минетта-вогезитового состава. Рудные тела морфологически представлены залежами, приуроченными к карстовым полостям в зонах трещиноватости плоскостей сбросов, сдвига-сбросов. Рудами являются рыхлые, обломочные, супесчано-суглинистые минерализованные отложения карстовых полостей по метасоматически изменённым нижнекембрийским карбонатным отложениям и юрским песчаникам. Первичными рудами являются пирит-адуляр-кварцевые метасоматиты. Геохимические ассоциации элементов – Au, Ag, Sb, Tl. Минеральный состав руд сопоставим с составом руд Куранахского месторождения. Типоморфные минералы – кварц, халцедон, адуляр, морион, кальцит, доломит, флюорит, барит, гетит, гематит, пирит, самородное золото, интерметаллиды Cu и Sn, Cu и Zn, галенит, бертьерит, голландит, теллуриды и антимонаты Tl, сульфид Re и W. Особое внимание привлекают минералы таллия. Как известно, Куранахское месторождение сопоставляется с карлинским типом золоторудных месторождений, в минералогии которых минералы таллия играют существенную роль. Самородное золото высокопробное (834–992‰), пористого строения.

Таким образом, по результатам исследований определены лебединский тип золотого оруденения Хатырхайского и куранахский тип Хохойского рудных полей. Это свидетельствует о высоком потенциале обширной территории Верхнеамгинского района. В то же время следует отметить, что А.В.Терехов с соавторами [14], изучив типоморфные особенности россыпного золота руч. Горелый, предположили связь россыпей с коренными источниками золото-редкометалло-полиметаллического типа. По мнению авторов настоящей статьи, присутствие в рудах медистого золота и интерметаллидов Cu, Al и Sn, может быть признаком наличия в Верхнеамгинском районе золото-медно-порфирирового типа оруденения.

*Работа выполнена по плану НИР ИГАБМ СО РАН, проект № 0381-2016-0004, по гранту РФФИ №18-45-140045 и по программе комплексных научных исследований в РС(Я), направленных на развитие ее производительных сил и социальной сферы на 2016-2020 гг.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова Г.С. Минералого-геохимические особенности руд Хатырхайского рудного поля Верхнеамгинской площади // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы VII всероссийской научно-практической конференции, 5–7 апреля 2017 г. Т. I. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2017. С. 18–23.
2. Анисимова Г.С., Зайцев А.И., Соколов Е.П. Rb-Sr систематика пород Верхнеамгинской площади (Ю.Якутия) // Геология и минеральные ресурсы Северо-Востока Азии: материалы всероссийской научно-практической конференции, 6–8 апреля 2016 г. Т. I. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2016. С. 19–23.
3. Бойцов В.Е., Лабунь А.Н., Пилипенко Г.Н. Самолазовский тип золоторудных месторождений Центрального Алдана – благоприятный объект для кучного выщелачивания // Горный журнал. 2002. № 2. С. 30–32.
4. Ветлужских В.Г. Геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Южной Якутии // Отечественная геология. 1997. № 1. С. 16–24.
5. Ветлужских В.Г. Золотоносность Северо-Становой металлогенической зоны (Южная Якутия, Амурская область) // Отечественная геология. 2007. № 1. С. 59–71.
6. Добровольская М.Г., Разин М.В., Прокофьев В.Ю. Золоторудное месторождение Лебединое (Центральный Алдан): минеральные парагенезисы, стадии и условия образования // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58. № 4. С. 346–366.
7. Золоторудные месторождения Центрального Алдана / В.Г.Ветлужских, В.И.Казанский, А.Я.Кочетков и др. // Геология рудных месторождений. 2002. Т. 44. № 6. С. 467–499.
8. Кочетков А.Я. Мезозойские золотоносные рудно-магматические системы Центрального Алдана // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 7. С. 850–864.
9. Кочетков А.Я. Молибден-медно-золото-порфирировое месторождение Рябиновое // Отечественная геология. 1993. № 5. С. 50–58.
10. Леонтьев В.И., Платонова Н.В. Особенности проявления золотого оруденения лебединского типа в Джекондинском рудном узле (Центрально-Алданский рудный район) // Региональная геология и металлогения. 2016. № 65. С. 84–92.
11. Петровская Н.В., Сафонов Ю.Г., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений // Рудные формации эндогенных месторождений. Т. 2. Формации эндогенных месторождений золота, колчеданов, свинца, цинка и ртути. – М.: Наука, 1976.
12. Россыпная золотоносность Хатырхайского узла / Е.Г.Глушкова, З.С.Никифорова, А.Г.Каженкина и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы VII всероссийской научно-практической конференции, 2017. – Т. I. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2017. С. 64–70.
13. Соколов Е.П. Рудное золото Верхнеамгинского золотоносного района // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы всероссийской научно-практической конференции, 2015. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2015. С. 458–462.
14. Типоморфизм самородного золота из кайнозойских отложений руч. Горелый и его связь с коренными источниками в пределах Верхнеамгинского рудно-россыпного узла (Южная Якутия) / А.В.Терехов, А.В.Молчанов, В.В.Шатов и др. // Региональная геология и металлогения. 2016. № 65. С. 93–103.
15. The Kuranakh epithermal gold deposit (Aldan Shield, East Russia) / S.M.Rodionov, R.S.Fredericksen, N.V. Berdnikov and A.S. Yakubchuk // Ore Geology Reviews. 2014. Vol. 59. P. 55–65.