

реже пентландитом, хромитом и киноварью.

*Золото-скарновая субформация* проявлена в зонах глубинных разломов – Цаганшибетинском (рудопроявления Хагшар-Булак и Елочка) и Кобдинском (рудопроявление Отор-Ула). Рудные тела, представленные прожилково-вкрапленной золотосульфидной минерализацией, наложенной на диопсид-геденбергит-везувиан-скаполитовые скарны, локализованы, как правило, в экзоконтактах гранитоидных массивов. Золото в виде мельчайших неправильной форм выделений (0,01-0,08 мм) ассоциирует с пиритом, халькопиритом, магнетитом, реже висмутином, сфалеритом, галенитом.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены закономерности размещения золоторудной минерализации региона в связи с различными геодинамическими обстановками ранне- и позднекаледонских этапов развития палеозоид.

#### **Библиографический список**

1. Дергунов А.Б. Каледониды Центральной Азии. – М.: Наука, 1989. – 191 с.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Хан-Тайширский офиолитовый комплекс Западной Монголии и проблема офиолитов // Геотектоника. – 1978. – № 1. – С. 19-42.
3. Хаин В.Е. Современная структура континентов и океанов и основные этапы ее становления // Геотектоника. – 1985. - № 3. – С. 77-78.
4. Хрусталеv В.К. Монгол Алтайн алтны худэржилт // Монгол Алтайн геологийн асуудлууд. Улаанбаатар хот, 1991 он. – С. 57-70.
5. Хрусталеv В.К., Осокин П.В. Спроба металлогенічного аналізу на плейт-тектонічній основі (територія Монгольського Алтаю). J. геохімії горючих копалин НАН України, Львів. – 1999. – 3. 61-69.
6. Хрусталеv В.К., Осокин П.В. Основные особенности геодинамики и металлогении Монгольского Алтая, Саяно-Хубсугульского и Дзабханского районов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1999. - № 2. – С. 28-34.

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ.  
Рецензент А.П.Кочнев

**УДК 553.075**

**А.И.Иванов**

### **МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ОЖЕРЕЛЬЕ» – НОВЫЙ ТИП КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В БОДАЙБИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ**

Золоторудное месторождение «Ожерелье» выявлено в высоко метаморфизованных породах. Золото встречается в кварцевых жилах и прожилках. Месторождение характеризуется длительным процессом формирования, основной этап связан с ретроградным метаморфизмом при внедрении гранитов.

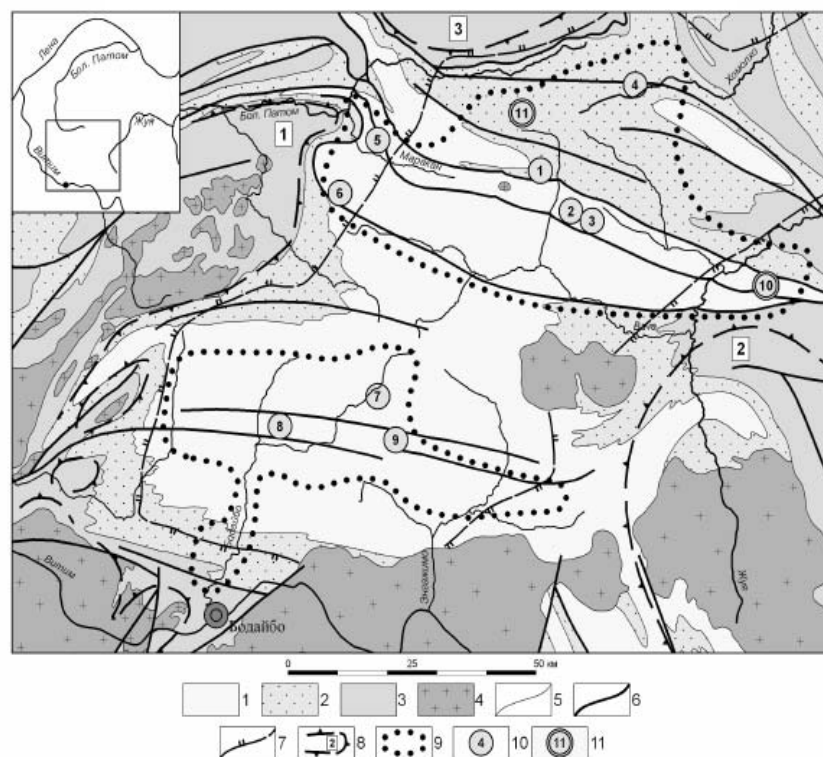
A.I.Ivanov

**The Ozherelie deposit is new type gold mineralization in Bodaibo gold-mining region**

The Ozherelie gold deposit was discovered in highly metamorphic rock. The gold is found in quartz veins and veinlets. The deposit is long-run formed with the main formation phase referred to the retrograde metamorphism during the granite intrusions.

Бодайбинский рудный район, сложенный рифейско-вендскими карбонатно-терригенными отложениями, смятыми в складки и прорванными верхнепалеозойскими гранитоидами, является одним из крупнейших золотоносных районов мира. Здесь с середины XIX века эксплуатируются месторождения россыпного золота, из которых добыто его за этот период более

1500 т. Здесь открыты крупнейшее в России золоторудное месторождение Сухой Лог и несколько крупных и средних по запасам и прогнозным ресурсам месторождений – Высочайшее, Вернинское, Невское (рис. 1). Кроме этих месторождений, известен ряд слабо изученных перспективных объектов



**Рис. 1. Схематизированная геологическая карта Бодайбинского рудного района:**

1-3 – рифейско-вендские отложения: 1 – венд, бодайбинская серия (аунакитская, вачская, анангрская, догалдынская и илигирская свиты), 2 – средний-верхний рифей, ныгринская серия (бужуихтинская, угаханская, хомолхинская и имнянская свиты), 3 – средний рифей, баллаганахская серия (хорлухтагская, хайвергинская, бугорихтинская и бодайбоканская свиты); 4 - верхнепалеозойские гранитоиды конкудеро-мамаканского комплекса; 5 – геологические границы; 6 – главные разрывные нарушения; 7 – изограда биотита регионального метаморфизма; 8 – границы внешних деформационных зон гранито-гнейсовых купольных структур (1 – Мамской группы, 2 – Верхне-Жуинской, 3 – Верхне-Хайвергинской); 9 – основные золотороссыпные районы; 10 - золоторудные месторождения (1 – Сухоложское, 2 - Вернинское, 3 – Невское, 4 – Высочайшее, 5 – Ожерелье, 6 – Ыканское, 7 – Догалдынская жила, 8 – Кавказ, 9 – Копыловское); 11 – потенциальные золоторудные месторождения (рудные зоны с промышленными параметрами: 10 – в Светловском и 11 – в Верхне-Угаханском рудных полях)

– Кавказ, Копыловское и др. Однако в последние десятилетия новых месторождений выявлено не было.

Работы автора настоящей публикации в 80 – 90-х годах [3-6] позволили на фактическом материале обосновать модель формирования золоторудных месторождений в Бодайбинском рудном районе, на основании которой были разработаны методики прогнозирования и поисков новых объектов. Особый акцент при этом был сделан на участки, где кроме золотоносных россыпей в долинах отсутствовали какие-либо другие поисковые признаки. В результате было выявлено несколько золоторудных объектов, на двух из которых (месторождения «Ожерелье» и «Ыканское») проведены оценочные работы и утверждены запасы категорий  $C_1$  и  $C_2$ . Ряд золоторудных зон с промышленными параметрами установлен на Светловском рудном поле, а также выявлено несколько перспективных рудопроявлений, на которых проводятся поисковые работы.

Золоторудное месторождение «Ожерелье» выявлено в бассейне нижнего течения р. Маракан, где к началу 60-х годов были разведаны россыпи золота с запасами около 50 т. По материалам разведочных работ (Ю.П. Казакевич и др.) было установлено преобладание в россыпях золота ближнего переноса – слабо окатанного, часто в сростках с кварцем или со сланцами. Также была установлена отчетливая изменчивость морфологии, крупности и цвета золотинок, состава сростков вдоль россыпи.

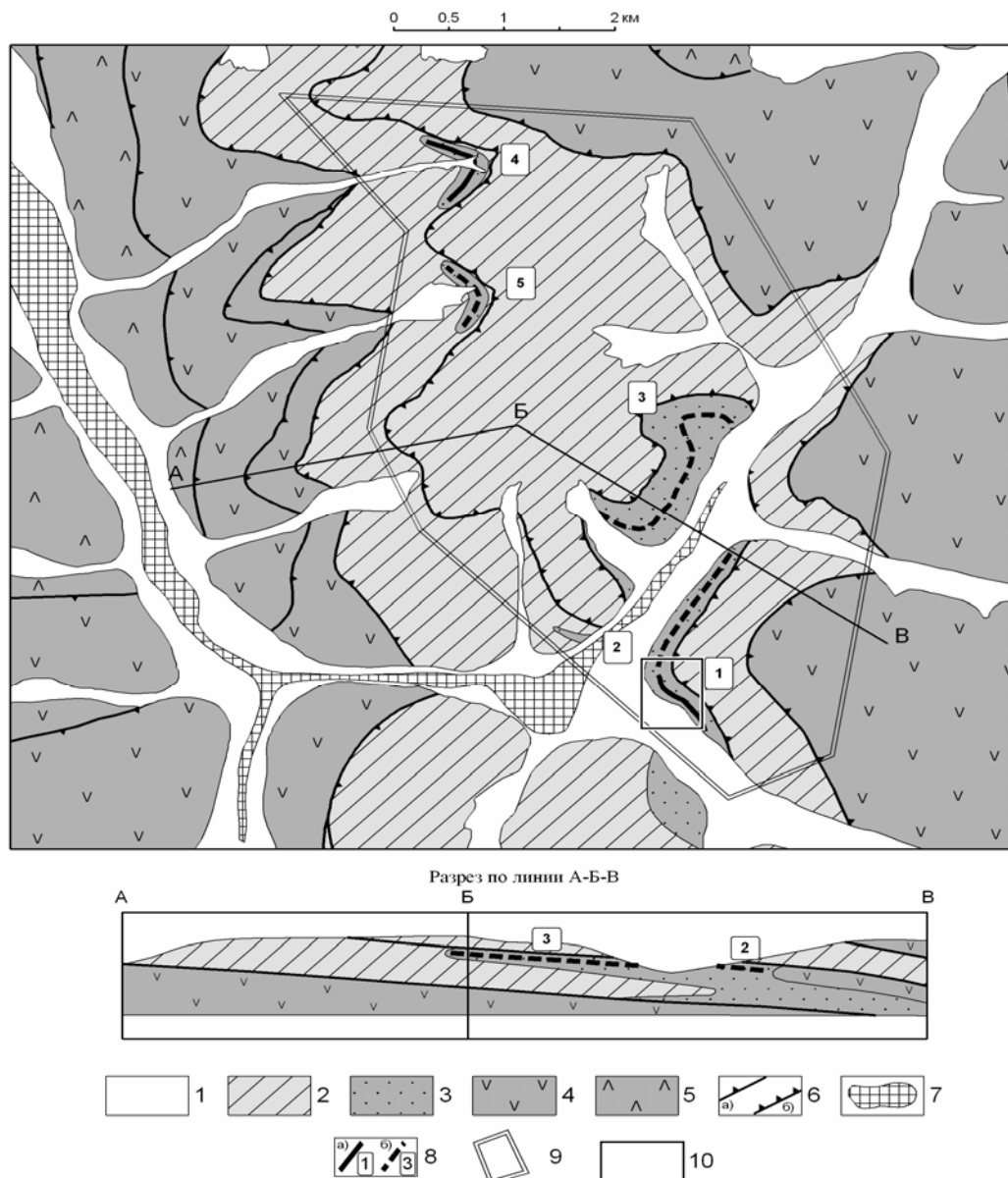
Однако, исходя из того, что россыпи р. Маракан и ее притоков расположены среди пород, метаморфизованных в условиях эпидот-амфиболитовой или амфиболитовой фаций (практически все исследователи считали, что в Бодайбинском рудном районе золотое оруденение могло формироваться только в «зоне хлорита»), был сделан вывод об их дальнеприносном характере и отсутствии коренных источников золота в бассейне р. Маракан [1, 2, 7]. А так как вследствие сильной «закрытости»

территории в процессе предшествующих геолого-съемочных, поисковых, геофизических и геохимических работ в бассейнах золотоносных частей долин р. Маракан и ее притоков не были установлены какие-либо поисковые признаки золотого оруденения, Мараканское рудное поле с 1993 г. вообще было исключено из прогнозной оценки.

Месторождение «Ожерелье» представляет собой объект с крупным золотом и прогнозировалось как источник россыпей рек Маракан, Большой Патом, ручьев Догалдын, Средний Маракан, Мустах. Размерность золота на месторождении Ожерелье соответствует размерности золота в россыпи р. Маракан. Следует отметить, что в большинстве россыпей Бодайбинского рудного района преобладает аналогичное очень крупное золото, то есть именно коренные объекты типа Ожерелья должны быть источниками большей части россыпей.

### *Стратиграфия*

В геологическом строении месторождения принимают участие породы аунакитской, вачской, анангской и догалдынской свит (рис. 2). В связи с расположением месторождения на периферии Мамской группы гранито-гнейсовых купольных структур (см. рис. 1) при куполообразовании происходило тектоническое редуцирование стратиграфических подразделений с сокращением их мощности по сравнению с более восточными районами, где проявлена только линейная складчатость. В то же время общее строение свит и их подразделений сохранено.



**Рис. 2. Схематизированная геологическая карта месторождения «Ожерелье»:**

1 - аллювиальные отложения; 2-4 – венд (2, 3 – догалдынская свита: 2 – средняя и верхняя подсвиты - метапесчаники, прослои сланцев углеродистых, 3 – нижняя, рудовмещающая, подсвита - сланцы высокоуглеродистые, прослои метапесчаников углеродистых); 4 - аунакитская, вачская и анангская свиты - метапесчаники, сланцы углеродистые); 5 – средний-верхний рифей, бужуихтинская, угаханская, хомолхинская и имняхская свиты - метапесчаники, сланцы углеродистые, мраморы); 6 - надвиговые зоны расланцевания (а), в том числе рудоконтролирующие (б); 7 - промышленные россыпи золота; 8 - рудные зоны, прослеженные канавами и скважинами с подсчитанными запасами (а) и предполагаемые по рудным обломкам и делювиальным шлиховым ореолам золота (б) и их номера; 9 - границы участка недр месторождения «Ожерелье»; 10 - контур геологического плана (рис. 3)

*Аунакитская, вачская и анангская свиты* непрерывно прослеживаются на восточном и западном флангах месторождения и слагают «нормальное» и запрокинутое крылья крупной Маракано-Тунгусской синклинали. Аунакитская свита сложена преимущественно черными

углеродистыми слюдисто-кварцевыми сланцами с прослоями темно-серых углеродистых кварцевых метапесчаников. В вачской свите преобладают черные высокоуглеродистые слюдисто-кварцевые сланцы, меньше высокоуглеро-

дистые кварцевые метапесчаники.

*Анангская свита* сложена переслаивающимися кварц-полевошпатовыми метапесчаниками и углеродистыми слюдястыми и гранат-слюдястыми сланцами.

*Догалдынская свита* слагает ядерную часть Маракано-Тунгусской синклинали. Нижнедогалдынская подсвита является рудовмещающей и представлена переслаиванием углеродистых темно-серых сланцев и метаалевролитов с углеродистыми серыми до темно-серых метапесчаниками. Переслаивание довольно тонкое, ритмичное. Часто отмечается градационная слоистость - от мелкозернистого метапесчаника через углеродистый метаалевролит до углеродистого сланца. По градационной слоистости уверенно определяется характер залегания пород и, таким образом, расшифровывается складчатая структура. Средняя подсвита сложена тонкопереслаивающимися известковистыми мелкозернистыми метапесчаниками и слюдястыми сланцами. Отмечаются маломощные пласты мраморизованных известняков. Сланцы в зависимости от уровня метаморфизма могут иметь существенно мусковитовый (восточная часть площади), мусковит-биотитовый, биотитовый и гранат-биотитовый (западная часть) состав. В условиях амфиболитовой фации регионального метаморфизма (северо-западная часть площади) в метапесчаниках часто отмечается амфибол.

Верхнедогалдынская подсвита сложена серыми биотитовыми полевошпатовыми кварцевыми метапесчаниками. В резко подчиненном количестве отмечаются маломощные прослои слабо углеродистых сланцев с биотитом и ильменитом.

### ***Структура рудного поля***

Месторождение «Ожерелье» приурочено к СВ крылу Маракано-Тунгусской синклинали, осложненному системой надвигов. Здесь синклираль деформируется северо-восточной частью гранито-гнейсового купола, в результате чего и ось синклинали и все продольные взбросы и надвиги, сформированные при линейной складчатости,

оггибают купольную структуру по ее периферии (см. рис. 1, 2). Синклиналь, за счет «раздавливания» гранито-гнейсовым куполом, стала почти «лежачей» изоклиальной - угол падения ее осевой поверхности составляет 8–20°, углы падения «нормального» крыла составляют 5–20°, запрокинутого – 10–25°. В ядре ее залегают породы догалдынской свиты, крылья сложены породами аунакитской, вачской и анагской свит. Шарнир складки в целом полого погружается к северо-западу. Синклиналь осложнена запрокинутыми складками второго и более высоких порядков, также изоклиальными.

Основными системами разрывов, развитых в пределах месторождения, являются надвиги, субмеридиональные зоны трещиноватости и северо-восточные зоны хрупко-пластических деформаций. Надвиги формируют структуру рудного поля и в виде серии «чешуй» осложняют запрокинутое крыло и ядерную часть Маракано-Тунгусской синклинали. На геологической карте выделено пять основных надвигов (см. рис. 2), хотя по существу это лишь зоны наиболее «концентрированных» смещений, а все запрокинутое крыло синклинали интенсивно рассланцовано с микросмещениями по каждой поверхности сланцеватости. Эта сланцеватость начала формироваться в дометаморфический этап в завершающую стадию линейной складчатости, активизировалась и усиливалась в синметаморфический этап при куполообразовании, а затем и в послеметаморфический «диафторический» сингранитный этап [5, 6]. Синметаморфическая деформация «фиксируется» участием в формировании сланцеватой анизотропии биотита и других метаморфических минералов, а также

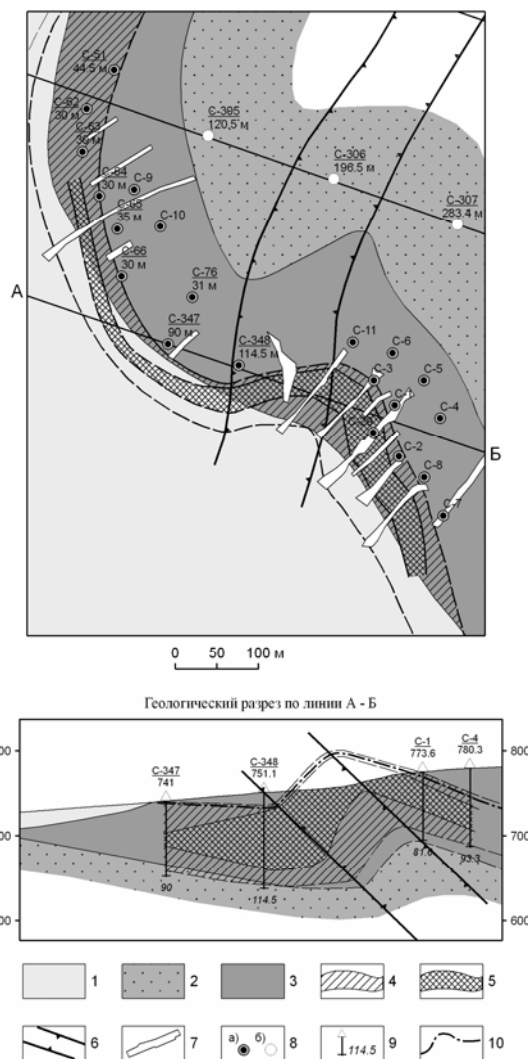
образованием кварц-полевошпатовых или кварцевых жил с биотитом, гранатом и другими метаморфическими минералами. При послеметаморфической активизации надвигов в плоскости сланцеватости формируются хлорит и мусковит, образуются низкотемпературные кварцевые жилы, происходит мусковитизация ранее образованных жил.

К зоне надвига, деформирующего на уровне денудационного среза породы догалдынской свиты в ядерной части и в запрокинутом крыле лежачей антиклинали второго порядка, приурочена контролирующая золотую минерализацию зона рассланцевания. Она прослеживается от правого борта р. Маракан до р. Бол. Патом на расстоянии более 7 км, и на этом протяжении в ее пределах выявлено пять участков, где она несет золоторудную минерализацию. Каждый из этих участков выделен как минерализованная зона. Они и составляют месторождение «Ожерелье» (см. рис. 2).

Субмеридиональные зоны трещиноватости сингранитного (рудного) этапа интенсивно проявлены в пределах рудного поля. Они часто вмещают плитообразные субвертикальные кварцевые жилы. Отмечаются субмеридиональные вертикальные жилы с апофизами по сланцеватости.

Северо-восточная зона взбросовых пластичных (флексурных) деформаций изучена в правом борту р. Маракан, где она деформирует минерализованную зону № 1 (рис. 3).

Наибольшей насыщенностью жильно-прожилковым материалом минерализованная зона характеризуется как раз в пределах флексуры, что свидетельствует о ее синрудном возрасте. Она формировалась длительно и часть жил и прожилков деформируются в ней вместе со слоистостью, а часть образуется после флексурной деформации одновременно с «заключительным» пологим рассланцеванием. Флексура имеет ширину около 100 м, азимут падения  $120^{\circ}$ , угол падения  $40^{\circ}$ , амплитуда вертикальных взбросовых перемещений составляет 60-80 м. В пределах месторождения предполагается наличие других подобных флексур.



**Рис. 3. Геологический план минерализованной зоны № 1 месторождения «Ожерелье»:**

1 – четвертичные отложения; 2, 3 – догалдынская свита: 2 – нижняя подсвита (ритмичное переслаивание углеродистых песчаников и сланцев), 3 – средняя подсвита (переслаивание известковистых песчаников и слюдяных сланцев); 4 – минерализованная зона; 5 – рудная зона; 6 – секущая зона флексурных взбросовых деформаций; 7 – канавы; 8 – скважины на плане: а-пробуренные, б-проектные; 9 – скважины на разрезе; 10 – положение осевой поверхности антиклинали (на разрезе)

### *Гидротермально-метасоматические изменения пород*

В пределах рудного поля проявлены сложные многостадийные гидротермально-метасо-

матические процессы. С этапом линейной складчатости связаны сульфидизация и бурошпатизация (железо-магнези-альная карбонатизация), которые в значительной степени переработаны последующими процессами, прежде всего регионально-метаморфическими. Наиболее интенсивные гидротермально-метасоматические преобразования пород связаны с синмагматическим рудным этапом, когда проявились жильно-прожилковое окварцевание, сульфидизация, бурошпатизация, мусковитизация, турмалинизация и т.д.

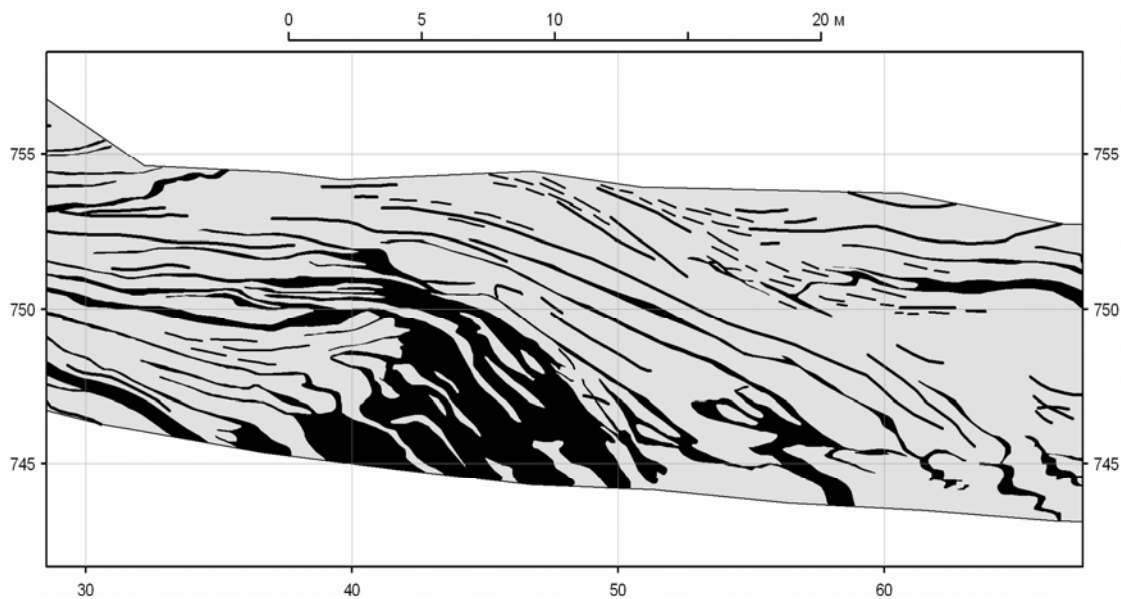
*Кварцевая минерализация.* На месторождении «Ожерелье» установлены синметаморфические и послеметаморфические кварцевые жилы. Синметаморфические жилы обычно сложены гранулированным до сахаровидного кварцем, в зальбандах отмечаются белый полевой шпат, кианит и биотит, в экзоконтакте - высокотемпературные метаморфические минералы – биотит, гранат, амфибол и т.д. Рудная минерализация отсутствует, либо отмечаются ильменит и вишневый рутил в виде крупных кристаллов. Они обычно согласны метаморфической сланцеватости, резко линзующиеся. В синметаморфических разломных зонах эти жилы иногда деформируются в сложные складки. В случае расщепления и деформации таких жил в стадию диафтореза высокотемпературные метаморфические минералы хлоритизируются и мусковитизируются и «появляется» низкотемпературная сульфидная минерализация.

Послеметаморфические жилы характеризуются развитием серицита или хлорита в экзоконтакте и разделяются на два основных морфологических типа. Первый тип – жилы, согласные и субсогласные сланцеватости, формируются в надвиговых зонах и часто содержат бурый шпат, пирит. Подобные жилы являются золотоносными и в основном формируют минерализованные зоны.

Одновременно образуется и второй морфологический тип жил этого возраста. Они секущие по отношению к складчатой структуре и преимущественно формируются

в субмеридиональных зонах крутопадающих взбросов. Эти жилы обычно субвертикальны, имеют плитообразную морфологию, иногда отмечаются их апофизы по сланцеватости. Значительная часть субвертикальных жил содержит различную минерализацию - оловянную, вольфрамовую, серебряную, висмутовую, иногда золотую. На отдельных участках в них присутствуют турмалин, агрегатный мусковит, часто они хрусталеносны (размеры кристаллов горного хрусталя достигают 5 – 10 см в длину).

Выявлены определенные пространственные закономерности в расположении этих жил и их взаимоотношениях с субсогласными жилами в зонах надвигов. В минерализованной надвиговой зоне расщепления субмеридиональные субвертикальные жилы установлены только на участках поперечных деформаций и формировались в отдельных существенно песчаных (более хрупких) пластах. Они тесно взаимосвязаны с субсогласными сланцеватости жилами – субвертикальные жилы обычно «смыкают» субсогласные, «утыкаясь» в них. Бывают и обратные взаимоотношения этих жил, либо от субмеридиональных жил «отходят» апофизы по сланцеватости, то есть те и другие жилы формировались одновременно в единых надвиговых зонах при одновременных надвиговых пластических (расщеплении) и взбросовых хрупких деформациях. При этом субмеридиональные жилы явно формируются в сколовых трещинах как плитообразные (имеют очень выдержанную мощность), но при дальнейшем «расплющивании» в надвиговых зонах расщепления они сминаются в складки с осевыми поверхностями, согласными сланцеватости (рис. 4).



**Рис. 4. Рудная жильно-прожилковая зона № 1 (средняя часть).**

Видны субпараллельное расположение кулисообразных золотоносных бурошпат-кварцевых жил (черное) и их складчатая деформация, стенка карьера (высота стенки 12 м)

В «межнадвиговом» пространстве за пределами зон расланцевания преобладала хрупкая деформация и субвертикальные субмеридиональные жилы формировались значительно шире.

При этом определенно проявилась геохимическая зональность рудоносного сингранитного этапа - субмеридиональные вертикальные висмутоносные жилы (с оловом и серебром) распространены исключительно выше золотоносной надвиговой зоны.

**Мусковитизация.** Мусковитизация является типичным низкотемпературным «диафорическим» процессом и проявилась наиболее интенсивно в пределах золотоносной надвиговой зоны расланцевания.

Она протекала одновременно с расланцеванием пород – ее поверхности фактически представляют собой тончайшие зонки мусковитизации. При этом происходила мусковитизация и хлоритизация биотита, гранат полностью заместился агрегатами низкотемпературных минералов. Заключительная стадия золотого рудообразования протекала одновременно с расланцеванием и мусковитизацией, вследствие чего до-

вольно значительная часть золотин в экзоконтакте жил и прожилков формировалась в мусковитовой массе и находится в «срастании» с пластинками мусковита.

**Бурошпатизация.** Бурошпатизация (сидерит, анкерит) проявлялась неоднократно и играла значительную роль в золоторудном процессе – одним из главных признаков (наряду с мусковитизацией и окварцеванием) минерализованной зоны является бурошпатизация «по массе». В минерализованной зоне бурый шпат образует совместные агрегаты с мусковитом, которые и формируют сланцеватую анизотропию пород.

Синскладчатый вкрапленный бурый шпат, образующий правильные кристаллы и накладывающийся на кливаж, сохранен лишь в «зоне хлорита» на левобережье р. Маракан. За изоградой биотита бурый шпат отмечается вблизи минерализованных зон в расланцованных биотитовых метапесчаниках в виде уплощенных в плоскости сланцеватости агрегатов.

**Сульфидизация.** В районе месторождения «Ожерелье» в связи с высоким «фоновым» метаморфизмом прак-



тически во всех породах отмечается вкрапленность пирротина. Обычно он в виде резко уплощенных в плоскости сланцеватости линз присутствует и в метапесчаниках, и в сланцах, хотя в последних его содержания обычно выше. Пирротин является типоморфным минералом и золоторудных зон - он отмечается во вмещающих золоторудные жилы метапесчаниках и сланцах, его содержание достигает 2 – 3 %. Форма выделений пирротина свидетельствует о его метаморфической природе, но в рудоносных минерализованных зонах он перекристаллизовывался, перераспределялся, а иногда отмечается развитие новообразованного синрудного пирротина по бурому шпату.

Пирит, в связи с проявлением высокотемпературного метаморфизма, на площади рудного поля не может иметь дометаморфический возраст и формировался при последующих низкотемпературных процессах. Как правило, он отмечается в участках проявления мусковитизации, хлоритизации, окварцевания и чаще устанавливается в минерализованных зонах в зальбандах кварцевых или бурошпат-кварцевых жил в виде агрегатов иногда довольно крупных кристаллов.

Арсенопирит визуально выявлен только в пределах минерализованных зон, где образует вкрапленность крупных (до 5-8 мм) кристаллов во вмещающих породах, иногда развивается по пирротину.

Халькопирит устанавливается в минерализованной зоне № 1, где иногда в виде агрегатов кристаллов встречается в кварцевых и кианит-мусковит-кварцевых жилах.

Минералогическим анализом в рудной зоне № 1 в незначительных количествах (до 1 г/т) устанавливается галенит, сфалерит и киноварь, но ни визуально, ни при изучении аншлифов они не наблюдались.

*Турмалинизация.* Турмалинизация «по массе» является типичным процес-

сом для рудного поля, но наиболее ярко проявлена в породах, залегающих выше минерализованной зоны. Там же формируются и висмутсодержащие жилы, но с ними турмалинизация «разобщена» по латерали – по-видимому, это следствие определенной зональности. Турмалинизация отмечена и в верхних частях минерализованных зон №№ 2, 3, 4. Процесс преимущественно развивается в метапесчаниках и выражается в появлении разноориентированных кристаллов бурого и буро-зеленого турмалина в массе породы. По мере нарастания процесса турмалин развивается по всем минералам и «конечные» турмалиниты имеют обычно кварц-мусковит-турмалиновый состав. По турмалинитам характерно образование кварц-турмалинитовых брекчий – турмалинитовые обломки сцементированы кварцем.

### *Строение минерализованных зон*

Строение минерализованных зон в целом близкое и рассматривается на примере наиболее изученной минерализованной зоны № 1. Зона на протяжении 700 м вскрыта серией канав и скважин и частично – карьером (рис. 2, 3). Она выделяется по геологическим признакам и представляет собой пологую зону интенсивной гидротермально-метасоматической переработки - это зона бурошпатизации и мусковитизации (вплоть до образования мусковит-бурошпатовых метасоматитов), с проявлением золотоносной жильно-прожилковой бурошпат-кварцевой минерализации. Поэтому в поверхностных условиях она выделяется рыжим цветом рассланцованных вмещающих пород (за счет выщелачивания бурого шпата) и наличием жильно-прожилкового материала. Бурые шпаты имеют сложный переменный состав, преобладает железо-магнезиально- кальциевый анкерит. Минерализованная зона уверенно фиксируется и по результатам анализов: на

фоне совершенно «безрудных» вмещающих ее неизменных пород зона выделяется содержаниями золота более 0,05 – 0,1 г/т. Внутри минерализованной зоны, в ее центральной части, как единое геологическое тело выделена рудная жильно-прожилковая зона (Рудная зона № 1). В самих жилах и прожилках содержания золота могут достигать нескольких десятков - нескольких сотен г/т. Когда количество жил и прожилков составляет более 5 – 10 % от объема зоны, такие интервалы, как правило, характеризуются содержаниями более 1 г/т (см. рис. 4). Минерализованная зона имеет сложное внутреннее строение. Жилы и прожилки представлены двумя основными возрастными генерациями, имеют различную морфологию и ориентировку. Первая наиболее древняя генерация представлена кианит-кварцевыми жилами и прожилками. Мощность таких жил обычно не превышает 0,4-0,5 м, они залегают как субсогласно сланцеватости и слоистости, так и могут сечь ее под разными углами. В первом случае их контакты характеризуются очень сложной извилистой морфологией с «заливами» и выступами (рис. 5).

Кварц в жилах дымчатый, стекловатый, в разной степени дробленный. Кианит в виде удлиненных кристаллов голубовато-зеленого цвета размерами до нескольких сантиметров тяготеет к зальбандам жил, реже встречается в их центральных частях. Отмечаются кристаллы пирита разного размера (до 5 %), также преимущественно в зальбандах. Для секущих жил характерны довольно резкие и более прямолинейные контакты, они в большей степени дроблены, за счет чего становятся гранулированными и приобретают белый цвет. Кианит интенсивно мусковитизирован, и собственно кианит сохраняется лишь в реликтах. Иногда в кианит-содержащих жилах отмечается вкрапленность халькопирита, в зальбандах – бурый шпат. Эти жилы часто содержат видимое золото - содержания золота в них по за-

дирковому опробованию достигают 10 – 15 г/т и более. В канаве 102 золотоносные субвертикальные кианит-мусковит-кварцевые жилы имеют субмеридиональное простирание и сформировались одновременно с субсогласными сланцеватости бурошпат-кварцевыми жилами. Те и другие гранулированы при синхронных надвиговых деформациях, и появление кианита может достаточно уверенно «привязать» начальную стадию формирования жильно-прожилковой зоны к завершающей стадии регионального метаморфизма – гранито-гнейсовому куполообразованию.

В то же время собственно золотая минерализация в жилах связана с «мусковитовой» стадией активизации надвигообразования и минералообразования, когда жилы деформируются со смятием в сложные складки.

Вторая (основная) рудная генерация представлена бурошпат-кварцевыми жилами и прожилками, которые в основном и образуют рудную жильно-прожилковую зону. Процесс формирования этих жил и прожилков является главным рудным процессом. Он значительно растянут во времени и развивается на начальной стадии вместе с интенсивной бурошпатизацией пород, на завершающей – вместе с интенсивной мускавитизацией. Начинается процесс с рассланцевания и образования согласных сланцеватости зон бурошпатизации и кварц-бурошпатовых прожилков мощностью от первых миллиметров до первых сантиметров. По мере увеличения мощности прожилков количество кварца в них возрастает и они постепенно становятся бурошпат-кварцевыми. В строении минерализованной жильно-прожилковой зоны сосуществуют субсогласные сланцеватости и секущие жилы и прожилки. Первые преобладают в наиболее рассланцованных участках, где этот процесс протекал практически непрерывно во время формирования жильно-прожилковой зоны.



**Рис. 5. Кианит-кварцевые (неправильно-пятнистые) и буропат-кварцевые (светлые однотонные) жилы в минерализованной зоне № 1 (скв. 4)**



**Рис. 6. Типовое золото, полученное при обработке валовых проб на месторождении «Ожерелье»**

Между такими расланцованными участками образовывались секущие жилы и прожилки, формирующие часто кулисные системы (см. рис. 4). Формирование жил и прожилков происходило при продолжающихся деформациях в надвиговой зоне расланцевания в условиях ее

дальнейшего «расплющивания» в «плоскости» расланцевания. Поэтому в тех участках жильно-прожилковой зоны, где дальнейшее расланцевание проявляется интенсивно, секущие жилы и прожилки часто сминаются в складки или образуются жильные тела сложной

морфологии, тогда как в субсогласных жилах усложняется морфология контактов (см. рис. 4, 5). Это свидетельствует о длительности жилообразования и надвигового расланцевания. По мере нарастания деформаций мощность секущих жил увеличивается до 0,5 – 1,5 м, преобладают жилы мощностью 5 – 50 см.

Кварц в бурошпат-кварцевых жилах обычно гранулированный мелкозернистый белый. В центральных частях мощных жил (более 0,5 м) часто отмечаются участки стекловатого дымчатого кварца. Грануляция кварца имеет тектоническую природу и происходила при деформации кварца в процессе расланцевания. Бурый шпат слагает зальбанды жил чаще в виде сплошной «каймы» сросшихся кристаллов. Сульфидная минерализация в бурошпат-кварцевых жилах отмечается редко в незначительных количествах, чаще это пирит, иногда – пирротин. Золото в жилах и прожилках обычно приурочивается к зальбандовой бурошпатовой кайме.

Золото в минерализованной зоне очень крупное. Согласно расситовке золота, полученного в процессе переработки валовых проб, около 70 % золота имеет размер золотин более 2 мм, в том числе 13 – 18 % - более 7 мм. Часто отмечаются золотины размером 20 – 40 мм (рис. 6). Это обуславливает крайне неравномерное распределение золота и низкую вероятность «попадания» крупных золотин в рядовые пробы, прежде всего керновые, из-за малого объема проб. По этой причине при оценке минерализованной зоны № 1 было применено крупнообъемное валовое опробование (с проходкой карьера), всего переработано на гравитационно-обогательном комплексе 5000 т горной массы (получено 15 кг золота).

Рудная зона № 1 не оконтурена: по простиранию она прослежена горными выработками на 700 м, по падению скважинами - на 100 м, причем в этом направлении установлена тенденция

возрастания мощности зоны и содержания в ней золота. Вертикальная мощность рудной зоны в наиболее изученной части меняется от 9,6 м до 35,6 м. Средние содержания в рудах составили 3,63 г/т (блок С<sub>2</sub>) – 4,93 г/т (блок С<sub>1</sub>) при средней мощности рудной зоны 26 м.

На момент написания настоящей статьи на месторождении проводятся разведочные работы, в процессе которых продолжается прослеживание по простиранию и падению Рудной зоны № 1, а также значительно увеличены перспективы на выявление промышленных рудных зон на минерализованных зонах №№ 3 и 4.

### Библиографический список

1. Буряк В.А. Генетические типы и закономерности локализации золотого оруденения Ленского района // Вопросы геологии и золотоносности Ленского района: сборник статей. – Иркутск. 1969. – С. 116-140.
2. Буряк В.А. Метаморфизм и золотое оруденение // Метаморфогенное рудообразование низкотемпературных фаций и ультраметаморфизма. – М.: Наука, 1981. – С. 31-48.
3. Иванов А.И. Закономерности формирования линейной складчатости северной части Байкало-Патомского нагорья // Автореф. дис. канд. ... г.-м. наук. – Иркутск, 1984.
4. Иванов А.И. Основные этапы рудообразования и металлогеническое районирование северной части Байкало-Патомского нагорья // Металлогения Сибири (тезисы докладов XI Всесоюзного металлогенического совещания). – Новосибирск, 1987. – Т. II. – С. 87-88.
5. Иванов А.И. Закономерности формирования золоторудных месторождений Бодайбинского рудного района // Известия Сиб. отд-ния секции Наук о Земле РАЕН. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. – Вып. 2. – С. 37-49.

6. *Иванов А.И., Лифшиц В.И., Перевалов О.В. и др.* Докембрий Патомского нагорья. –М.: Недра, 1995. –353 с.
7. *Ленский* золотоносный район / Ю.П.Казакевич, С.Д. Шер, Т.П.

Жаднова и др. –М.: Недра, 1971. - Т.1.

ЗАО «Сибирская геологическая компания»

Рецензент А.С. Механошин

УДК 553.411.3(571.51)

**Р.А.Цыкин, Н.Н.Попова**

### **ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА ИЗ РОССЫПЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА**

Рассмотрены 5 золотороссыпных районов, включающих 15 узлов, в которых получено более 30 т золота. По 7 россыпям были отобраны и исследованы шлиховые пробы. Золотины в основном высокопробные; из примесных элементов чаще присутствует серебро. По срезам выявлено наличие обогащенных кайм, отдельные включения минералов – сорудных и гипергенных. По РЭМ-изображениям уточнена морфология золотин. Комплекс методов свидетельствует о значительной роли гипергенного обогащения золотин и россыпей в целом.

R.A.Tsykin, N.N.Popova

#### **Regularities of gold from placers North-Western part of the East Sayan mountain chain**

In the paper 5 gold placer regions were listed, including 15 knots, there more than 30 tons of gold were mined. In 7 of them the placer samples were taken and investigated. Gold particles are mainly of a high order, and as an impurity element silver is often met. According to the crosssections the presence of enriched borders is discovered, several mineral impurities – primary and supergene. By PEM-images the gold particles morphology is specialized. Complex of methods is an evidence of supergene enrichment of gold particles and, accordingly, of placers.

В рассматриваемой части горного сооружения известны 5 районов и 15 узлов россыпной золотоносности (рис. 1), в которых за весь период отработки получено более 30 т металла.

В пределах Солгонского кряжа – юго-западной виргации Восточного Саяна – расположен узел, в котором по речкам Бирюса и Терел получено несколько килограммов золота. Юго-восточнее, в предгорной зоне располо-

жен Бахтинский рудный район северо-восточной ориентировки. Он включает Осиновский узел, в котором добыто 1547,5 кг золота и Нижнеманский, давший около 150 кг. К зоне Восточно-Саянского разлома приурочен Центральный россыпной район, включающий Тубильский (добыто около 1650 кг) и Кувайско-Жайминский (3410 кг) узлы [1, 5].