

**НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИИ, СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ
ЛОКАЛИЗАЦИИ И ГЕНЕЗИС ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОДНОГО ИЗ РАЙОНОВ ВОСТОЧНОГО
САЯНА**

Г. А. ФЕОФИЛАКТОВ (БГУ)

Золоторудный район располагается в юго-восточной части Восточного Саяна. Несмотря на давнюю известность в районе мелких россыпных месторождений золота, впервые коренные месторождения были выявлены и разведаны только в последнем десятилетии. Статья написана на основании обобщения большого накопленного материала поисковых и разведочных работ, проведенных на этих месторождениях геологами В. А. Глоба, А. И. Верховиным, Г. А. Феофилактовым, В. В. Левицким, В. А. Лбовым, В. А. Ананиным и др.

Геология и структура района

Согласно тектонической схеме В. П. Арсентьева [2], район располагается на сочленении каледонских и байкальских складчатых сооружений, прилегающих с юга к Сибирской платформе. Региональными структурными элементами района являются Гаргано-Бутугольская антиклинальная зона и примыкающие к ней с СЗ и ЮВ Окинский и Ильчирский синклинории (рис. 1). Антиклинальная зона вытянута в северо-восточном направлении. Юго-западная часть ее представлена Гарганской архейской глыбой, а северо-восточная — палеозойской и верхнепротерозойской гранитными интрузиями. Окинский и Ильчирский синклинории выполнены карбонатными и сланцевыми толщами нижнего и верхнего протерозоя. В пределах стыков протерозойских синклинориев с антиклинальной зоной широким развитием пользуются кембрийские отложения (конгломераты, песчаники, доломиты, сланцы), сформировавшиеся в узких грабен-синклинальных прогибах. В свою очередь, антиклинальный выступ отделен от прилегающих синклинориев и прогибов глубинными разломами, залеченными массивами ультраосновных пород нижнекембрийского возраста.

Большинство золоторудных месторождений района тяготеет к экзоконтактной полосе палеозойской гранитной интрузии с Гарганской глыбой. Породы глыбы в пределах этой полосы представлены, в основном, биотитовыми гнейсогранитами.

В краевых частях глыбы архейские гнейсограниты перекрыты с угловым несогласием известняками монгошинской свиты верхнего протерозоя. Известняки также отмечаются внутри глыбы в мульдообразных прогибах или в грабеновых образованиях.

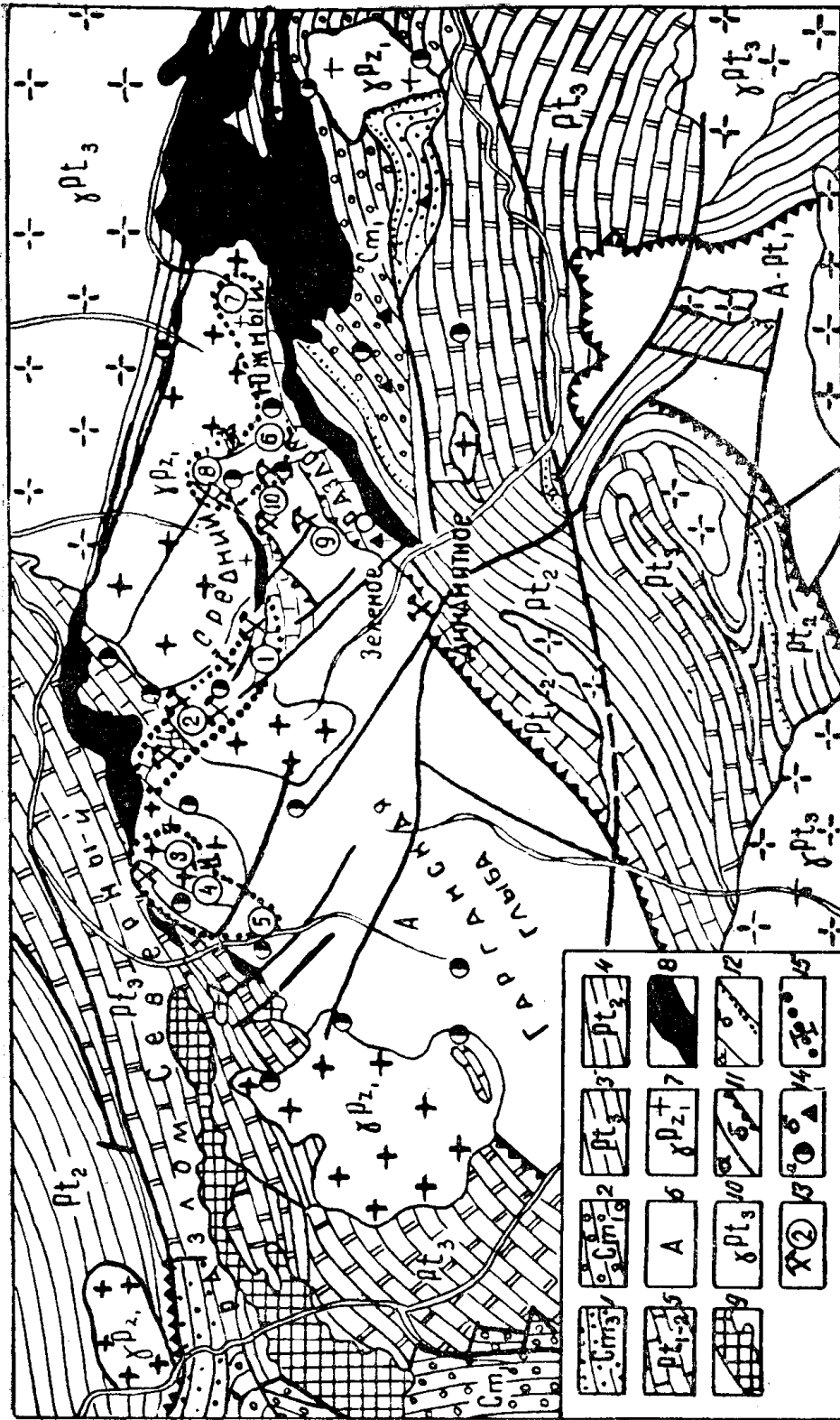


Рис. 1. Геолого-структурная карта рудного района. 1 — верхнекембрийские отложения — конгломераты, сланцы, песчаники; 2 — нижнекембрийские отложения — известняки, доломиты, сланцы, песчаники; 3 — свита верхнепротерозойских известняков; 4—5 — сланцевая и карбонатная свиты нижне- и среднепротерозойского возраста; 6 — архейские глыбы; 7 — нижнепалеозойские интрузии; 8 — дуниты и перидотиты; 9 — габбро и габбро-нориты; 10 — верхнепротерозойские граниты; 11 — линии круглопадающих нарушений (а) и надвигов (б); 12 — геологические контакты (а) и линии стратиграфических несогласий (б); 13 — месторождения золота и их номер; 14 — рудопроявления золота с полиметаллической минерализацией (а) и блеклыми рудами (б); 15 — контуры Центрального (I), Западного (II) и Восточного (III) рудных полей

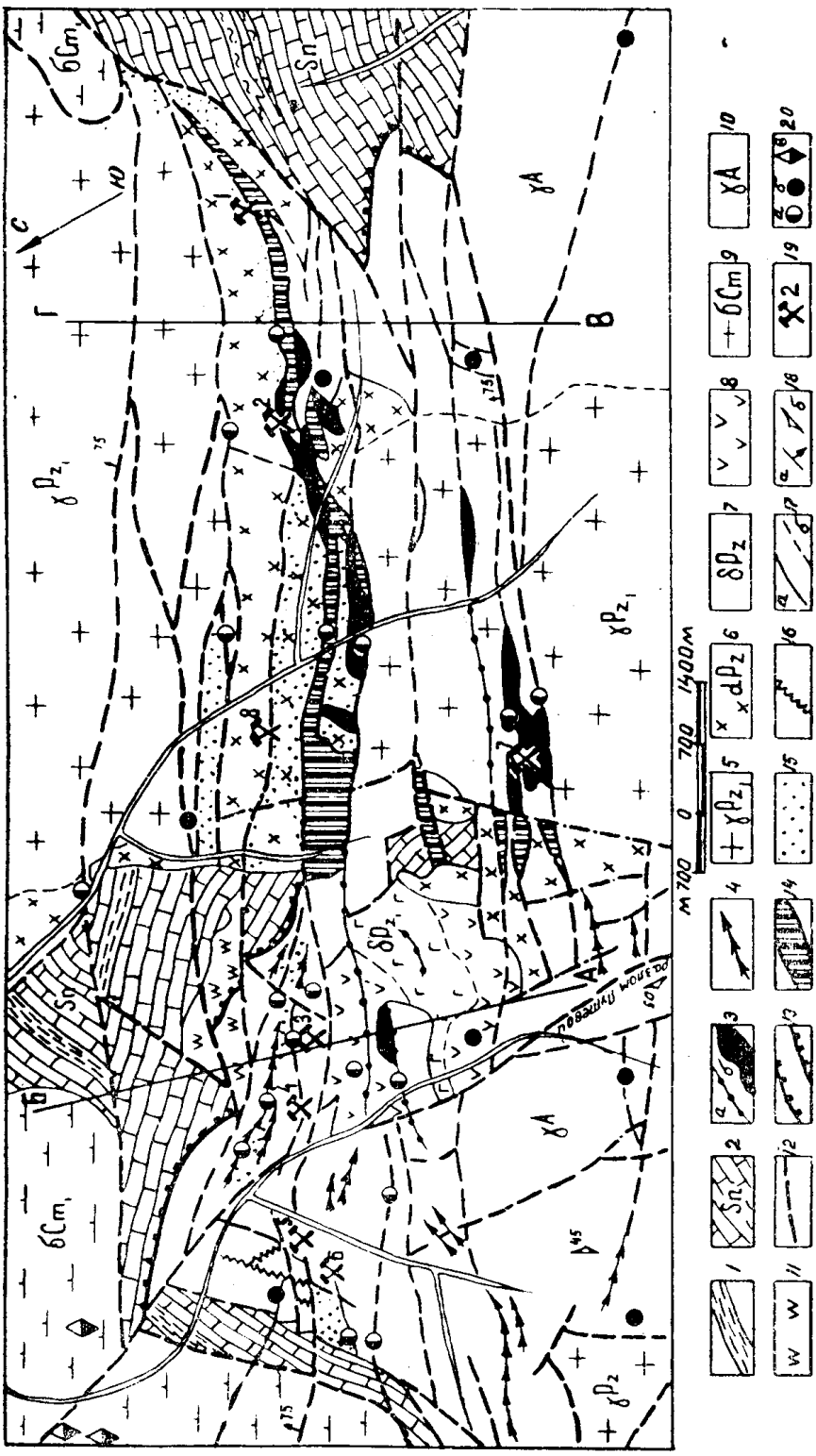


Рис. 2. Геолого-структурная карта Центрального рудного поля Монголии (верхний протерозой): 1 — сланцы; 2 — кристаллические пологосчатые известняки. Рудоносный интрузивный комплекс: 3 — дайки фельзитов и гранит-аплитов (а), штоки лейкократовых гранитов (б); 4 — дайки микродиоритов, лампрофиров и диоритовых порфиритов; 5 — биотитовые средне- и крупнозернистые граниты; 6 — биотит-роговообманковые диориты и гранодиориты; 7 — горнблендиты; 8 — роговообманковые меланократовые диориты; 9 — серпентинизированные дуниты и перidotиты нижнепалеозойского возраста; 10 — архейские гнейсо-граниты; 11 — кварциты; 12 — линии крутопадающих разрывных нарушений, представленных зонами милонитизации; 13 — линии крутопадающих разрывных нарушений, представленных зонами милонитизации; 14 — кварциты; 15 — участки развития катаклаза; 16 — зоны брекчий; 17 — интрузивные и стратиграфические контакты (а), границы фациальных разновидностей (б); 18 — элементы залегания тектонических зон (а) и гнейсации (б); 19 — рудные узлы месторождения № 1 — (1—2), месторождения № 2 (3—6) и № 3 — (7); 20 — рудопроявления золота с кварцево-полиметаллической (а) и пиритовой (б) формациями; проявление асбеста (а)

Палеозойская гранитная интрузия образует крупные массивы, которые спаивают Гарганскую глыбу с прилегающими к ней синклиниями. Все эти гранитные массивы в краевых частях, особенно в контакте с известняками и серпентинитами, имеют оторочку, сложенную гибридными породами: диоритами, габбро и горнблендитами. Эта оторочка интродуцируется биотитовыми среднезернистыми гранодиоритами и гранитами, слагающими основную часть массивов. Гранитная интрузия относится к трещинному типу и имеет посторогенный характер [1]. В краевых частях гранитных массивов нередко прослеживаются крупные тела лейкократовых биотитовых гранитов, представляющих вторую фазу интрузии.

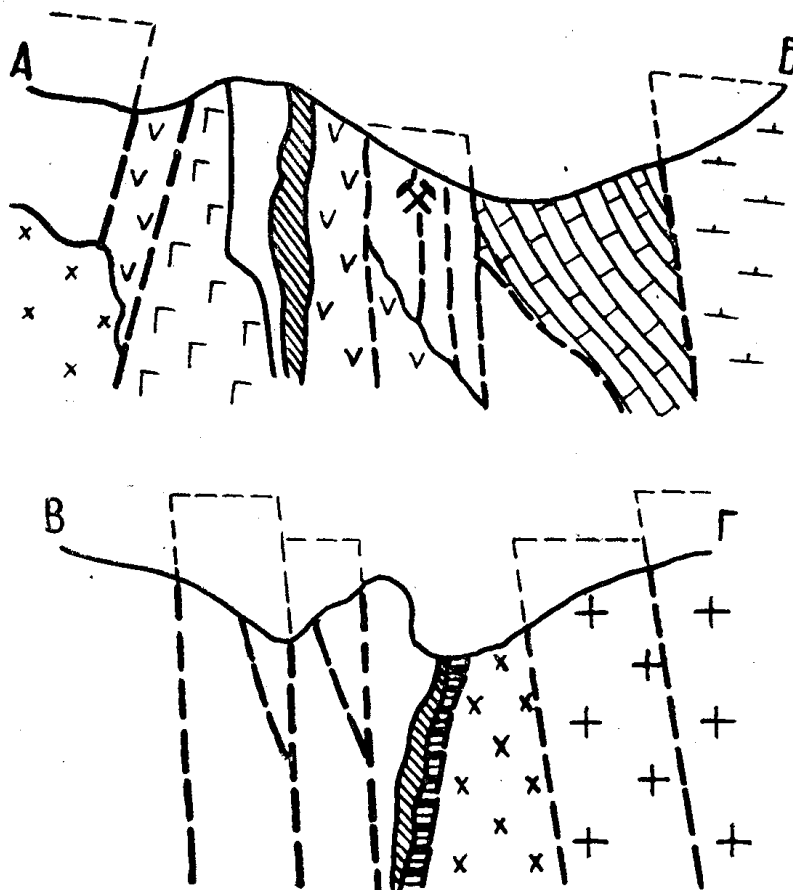


Рис. 3. Разрезы к геолого-структурной карте Центрального рудного поля (условные см. рис. 2)

Гранитная интрузия сопровождается широким набором дайковых образований, разделяющихся по возрасту на три группы. К первой относятся дайки измененных микродиоритов, габбродиоритов, диоритовых порфиров, лампрофиров, преимущественно развитые среди пород глыбы, но отсутствующие среди гранитной интрузии. Дайки приурочены к крутопадающим трещинам с северо-западным ($310-340^\circ$), субширотными ($270-290^\circ$) и меридиональными ($5-10^\circ$) простираниями. Протяженность даек колеблется от 0,2 до 2 км при мощности от 1 до 50 м. Ко второй возрастной группе относятся дайко- и штокообразные крупные тела лейкократовых гранит-аплитов, гранит-порфиров, фельзитов, структурно приуроченные к разрывным нарушениям северо-западного простирания. С гранит-аплитами связана прожилково-вкрапленная кварцево-молибденовая минерализация. Третья возрастная группа даек представлена лампрофирами (спессартитами и керсантитами), секущими гранит-аплиты. До настоящего времени многие исследователи (Л. С. Вол-

ков и др.) дайки объединяли в самостоятельный интрузивный комплекс. Однако объединение описанных интрузивных образований в единый комплекс мотивируется следующими фактами.

1. Все эти образования пространственно тяготеют друг к другу. Ранние дайки диоритовых пород располагаются вокруг гранитных массивов и занимают надинтрузивное положение. Постгранитные дайки отмечаются в краевых частях интрузии, изредка выходя за ее пределы.

2. Все породы интрузивного комплекса петрохимически и геохимически родственны между собой. Для них характерно преобладание плагиоклаза над калиевыми полевыми шпатами, а соотношение K_2O к Na_2O колеблется от 1 : 2 до 1 : 8 [1]. По данным минералогических и спектральных анализов, как в породах гранитной интрузии, так и в дайковых образованиях отмечается одна и та же ассоциация акцессорных минералов и элементов примесей. Из приводимой диаграммы распределения элементов-примесей по породам видно, что в поведении этих примесей унаследовываются характерные ассоциации от ранних интрузивных фаз к поздним (рис. 4).

3. Отмеченные признаки генетической связи всех образований комплекса подкрепляются близостью абсолютного возраста их формирования, определенного калий-аргоновым методом для гранитных массивов и диоритовых даек в количестве 482,4 млн. лет и для даек гранит-аплитов — 412 млн. лет (Ф. П. Митрофанов, 1964, Г. А. Феофилактов, 1967).

Переходя к описанию структур района, следует отметить, что пликативная тектоника в пределах антиклинального выступа поддается трудной расшифровке ввиду разрозненности блоков осадочных пород. Определяющим фактором в локализации золотого оруденения являются разрывные нарушения. Из них наиболее крупными являются глубинные разломы, прослеживающиеся вдоль стыка антиклинальной зоны с северным и южным протерозойскими синклиноориями. Между глубинными разломами отмечается сложный каскад оперяющих их нарушений и разделяющихся по возрасту и ориентировке на две группы:

1. Доинтрузивные (по отношению к палеозойским гранитам) верхнепротерозойские тектонические нарушения. Преимущественное развитие имеют в контурах архейской глыбы. Среди них наиболее древними являются надвиги протерозойских известняков на архейские гнейсо-граниты, развитые в краевых частях глыбы. Межформационные надвиги отчетливо секутся крупными сбросами северо-восточного и меридионального простираний, контролирующимися зонами милонитизации или зонами грубообломочных брекчий. В краевых частях глыбы зоны сбросов северо-восточного простирания являются сопряженными с глубинными разломами, прослеживаются параллельно последним и образуют грабеновые структуры.

2. Постинтрузивные зоны разрывов северо-западного простирания, непосредственно оперяющие глубинные разломы. Наиболее крупная из таких структур, именуемая Главным разломом, прослеживается в диагональном направлении между Северным и Южным глубинными разломами на стыке палеозойской гранитной интрузии с архейской глыбой. В центральной части она залечена массивом ультраосновных пород (Средний разлом), а на флангах представлена мощными зонами смятия с грабенообразным строением в поперечном разрезе.

Параллельно главной структуре прослеживаются более мелкие аналогичные тектонические зоны. По генетическим особенностям большинство из них относится к взбросо-сдвигам и сдвигам (по данным ориентировки штриховки зеркал скольжений). Вертикальные амплитуды смещений блоков вдоль этих зон достигают 400 м, что наблюдается по смещению ими плоскости пологого контакта известняков с гнейсо-гранитами.

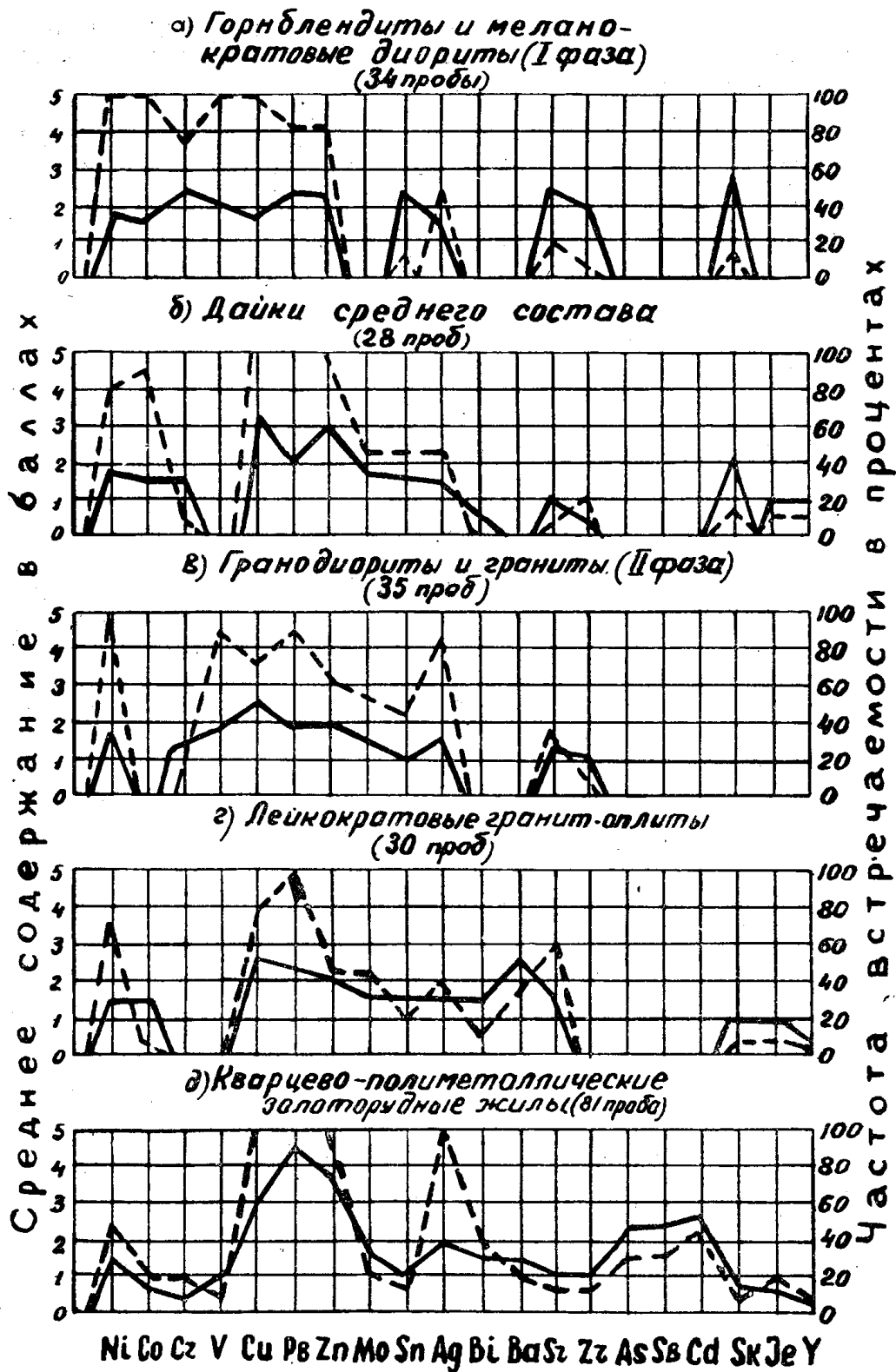


Рис. 4. Диаграммы распределения элементов примесей в породах холбинского интрузива соответствует: 1—0,001; 2—0,001—0,003; 3—0,003—0,001; 4—0,01—0,033; 5—0,033—0,1%.

Типы золоторудных месторождений и условия их локализации

При анализе условий распределения золотого оруденения района подмечено, что оно закономерно располагается относительно палеозойской гранитной интрузии и ее дайковых образований, подчиняясь структурным элементам. Эта закономерность выражена в пространственной приуроченности оруденения к этому интрузивному комплексу и проявлении эндогенной зональности оруденения в зависимости от степени удаленности его от интрузива. Пространственная приуроченность оруденения к интрузии подчеркивается расположением золотого оруденения в экзо- и эндоконтактовых частях гранитного интрузива, а также за его пределами в удалении до 3 км. Все месторождения и рудопроявления занимают надинтрузивное положение. Большинство рудных тел залегает в дайковых образованиях или формируется вдоль их контакта с вмещающими породами.

Проявление эндогенной зональности в изменении типов минерализации в зависимости от удаленности оруденения от гранитного интрузива позволяет все месторождения и рудопроявления четко разделить на три главных типа:

1-й тип — месторождения и рудопроявления с кварцево-полиметаллической формацией руд, располагающиеся в эндо- и экзоконтактовых частях рудогенерирующей гранитной интрузии;

2-й тип — месторождения и рудопроявления с кварцево-пирит-теллуридопиритовой формацией руд, располагающиеся в архейском структурном ярусе в удалении от интрузии;

3-й тип — месторождения и рудопроявления с кварцево-галенит-тетраэдритовой формацией руд, располагающиеся в значительном удалении от интрузии в протерозойских и кембрийских преимущественно карбонатных толщах.

Отмеченные закономерности распределения золотого оруденения и его типов минерализации относительно гранитных интрузивов, несомненно, свидетельствуют об их генетической связи. На это указывают также признаки геохимического родства пород интрузивного комплекса с различными формациями руд. По данным спектральных анализов те и другие характеризуются идентичным набором элементов-примесей (рис. 3).

Первый тип месторождений и рудопроявлений контролируется Главной зоной разлома. В свою очередь по пространственной сближенности месторождений в пределах этой зоны выделяются три рудных поля — Центральное (I), Западное (II), Восточное (III) (рис. 1). Наиболее крупное рудное поле — Центральное (рис. 2,3) приурочено к Главной зоне между Северным и Средним глубинными разломами и включает месторождения № 1 и 2. Рудоконтролирующая структура этого рудного поля в виде широкой полосы смятия прослеживается на протяжении 14—15 км. Она в сочетании с более древними нарушениями меридионального и северо-восточного простираний разбивает рудное поле на тектонические блоки, придавая ему сложное мозаичное строение. Восточная часть полосы смятия в поперечном разрезе имеет четко выраженное грабенообразное строение с максимально опущенным центральным блоком. Этот блок сложен интенсивно деформированными известняками, зажатыми между архейскими гнейсо-гранитами и гранитной интрузией. Ширина блока колеблется от 20 до 100 м, общая протяженность его достигает 3 км. С обеих сторон блок известняков отделен от вмещающих пород мощными зонами милонитов, к которым приурочены широко развитые дайки гранит-аплитов. Западная часть разлома представлена более сложной полосой смятия, кулисообразно примыкающей к восточной части

в виде клиновидного блока. Преимущественное развитие она имеет среди гнейсо-гранитов, захватывая эндоконтактовую часть гранитной интрузии.

Рудные тела месторождения № 1 (восточная часть рудного поля) и № 2 (западная часть поля) представлены кварцево-сульфидно-полиметаллическими жилами, залегающими в крутопадающих зонах расланцевания северо-западного простирания. На месторождении № 1 они приурочены к лежащему боку микрограбена, располагаясь вдоль контакта даек гранит-аплитов с расланцованными и графитизированными известняками. Среди них наиболее крупными являются Сульфидная, Доржи-Банзаровская, Перевальная и Дорожные (рудный узел 1 и 2, рис. 2). На месторождении № 2 жилы залегают в зонах расланцевания среди гнейсогранитов, локализуясь на участках их изгибов или пересечениях с поперечными зонами. Здесь известно более 50 жил; из 12 разведанных — пять обладают промышленными параметрами (рудные узлы 3, 4, 5, 6, 8). Жилы обоих месторождений характеризуются частым линзованием, резкими раздувами, переходами по простиранию в жильные и штокверковые зоны. Протяженность рудных тел колеблется от 70 до 150 м, не превышая 220 м, мощность от 0,1 до 4,5 м, составляя в среднем от 0,5 до 1,6 м. Все золоторудные жилы сложены кварцем нескольких генераций [10], среди которых преобладает кварц с рассеянной вкрапленностью и гнездами сульфидов от 3 до 30% рудной массы. Среди последних во всех жилах наибольшим развитием пользуются пирит 3-х генераций, галенит, сфалерит, реже пирротин и халькопирит. Изредка отмечается видимая вкрапленность самородного золота, совместно с которым обычно ассоциирует электрум, теллурид золота, изредка браннерит и блеклые руды. Основные жилы месторождений № 1 и 2 разведаны до глубины 250 м, однако наблюдаемый вертикальный интервал вскрытия рудных тел рельефом указывает на глубину оруденения, превышающую 400—500 м. Распределение золота в жилах по классам концентрации имеет столбовой и гнездовый характер. Промышленные контуры рудных тел почти совпадают с контурами жил: те и другие в проекции на вертикальную плоскость имеют форму рудных столбов, значительно вытянутых по падению, с крутым склонением.

Западное рудное поле включает месторождения № 3 и 4 и рудопроявление № 5, располагающиеся непосредственно вдоль Северного глубинного разлома (рис. 1). Кварцево-сульфидные жилы месторождения № 3 приурочены к сбросам и сбросо-сдвигам широтного простирания, являющимися сопряженными с глубинным разломом и развитыми среди известняков, полого залегающих на гнейсогранитах. Жилы располагаются друг за другом с незначительными перерывами в единой зоне общей протяженностью до 1 км. Мощность жил колеблется от 0,1 до 1,5 м, сульфидная и золотая минерализация распределена в них крайне неравномерно. Глубина распространения золотой минерализации определяется до контакта известняков с гнейсогранитами и среди последних промышленная минерализация полностью затухает. Месторождение № 4, расположенное в 4 км западнее месторождения № 3, по условиям локализации рудных тел и их характеристике аналогично месторождению № 2.

Восточное рудное поле включает месторождения № 6 и 7 и рудопроявление № 8, которые располагаются непосредственно в краевой части архейской глыбы в экзоконтакте гранитной интрузии. Кварцево-сульфидные жилы месторождения № 6 залегают среди гнейсо-гранитов в зонах северо-западного простирания на участках их пересечения с нарушениями меридионального и северо-восточного простираний. Жилы рудопроявления № 8 приурочены к сколовым трещинам, развитым в дайках гранит-аплитов. Месторождение № 7 расположено на самом восточном фланге Главной зоны и приурочено к одной из зон милонитизации,

оперяющей южную ветвь глубинного разлома. Основным рудным телом месторождения является жила № 1, залегающая в контактовой зоне между гранодиоритами и рассланцованными апосерпентинитовыми тальково-карбонатными породами. Протяженность жилы 115 м, мощность ее, в отличие от жил других месторождений, колеблется от 0,5 до 5,5 м, составляя в среднем 2—3 м. Южный фланг жилы перекрыт базальтами, а на север она выклинивается, образуя структуру типа «конского хвоста». Морфология жилы осложнена коленчатыми изгибами и резкими раздувами. Жила сложена белым кварцем с убогой вкрапленностью сульфидов, висячем боку жилы в контакте с лиственитами отмечается богатая сульфидная минерализация. Совместно с сульфидами встречаются тончайшие прожилки золота, самородного серебра, электрума и акантита.

Ко второму типу относятся месторождения № 9 и 10, располагающиеся внутри северо-восточной оконечности архейской глыбы вблизи Южного разлома. Рудные тела месторождений представлены небольшими кварцево-пиритовыми жилами, приуроченными к крутопадающим зонам северо-западного простирания вблизи пересечения последних с надвигами известняков на гнейсограниты. Морфология кварцево-пиритовых жил аналогична жилам месторождений первого типа. Промышленная минерализация в жилах обычно отмечается на участках развития поздней ассоциации минералов: самородного золота, тетрадимита, калаверита, креннерита, гессита и риккардита. По данным разведочных работ, эти месторождения характеризуются незначительной глубиной распространения промышленной минерализации (не более 100 м от поверхности). Причины такого явления еще слабо изучены. Для месторождений № 10 и 9, как и для месторождений № 2, 4, 6, залегающих в архейских гнейсо-гранитах, устанавливается экранирующая роль вышележащей толщи известняков, среди которых оруденение отсутствует. По-видимому, это объясняется слабым развитием разрывных нарушений среди известняков в связи с их повышенной пластичностью по сравнению с подстилающим хрупким гнейсо-гранитовым фундаментом. К тому же основная часть рудоконтролирующих трещин среди гнейсо-гранитов имеет сдвиговый генезис. Такие трещины раскалывают гнейсо-гранитовый фундамент, но не проникают в пологозалегающую кровлю известняков. Поэтому все кварцево-сульфидные жилы, приуроченные к трещинам сдвигового генезиса, выклиниваются перед линией надвига известняков на гнейсо-граниты. Однако проникновение рудоносных растворов в толщу известняков происходит вблизи глубинных разломов по крутым разрывным нарушениям сбросового или взбросового генезиса, и рудные тела здесь формируются в оперяющих их трещинах скола или отрыва. Локализация золотой минерализации среди известняков отмечается обычно в верхних горизонтах вблизи их контакта с вышележащими сланцами. Именно в такой структурной обстановке находятся месторождения третьего типа — Динамитное и рудопроявление Зеленое, с минерализацией блеклых руд. Все месторождения и рудопроявления золота этой группы значительно удалены от гранитной рудогенерирующей интрузии, что возможно связано с геохимической способностью сурьмянистых соединений переноситься на более далекие расстояния от материнских интрузий [10]. Золоторудная минерализация на этих участках связана с кварцевыми жилами, несущими обильную вкрапленность блеклых руд с примесью галенита, пирита, халькопирита и сфалерита. Для рудопоявлений третьего типа подчеркивается экранирующая роль сланцевых толщ, перекрывающих рудовмещающие известняки или песчаники. В целом при анализе условий локализации месторождений района и рудных тел получены следующие выводы.

1. Все месторождения располагаются в эндо- и экзоконтакте палеозойской гранитной интрузии и чаще всего занимают надинтрузивное положение. Рудные тела залегают во всех структурно-литологических ярусах кровли, вмещающей интрузию. Практически нерудовмещающими являются ультрасосновные породы. Роль контактов различных геологических сред и стратиграфо-литологических ярусов как экранирующих элементов оруденения подчеркивается повсеместным отсутствием случаев пересечения этих границ рудными телами.

2. Жилы обычно группируются в своеобразные узлы, образуя «роевое» расположение. Такие узлы формируются в рудоконтролирующих зонах, как правило, на участках пересечения ими поперечных разрывных нарушений или зон трещиноватости нередко скрытого характера, а также вблизи сочленения рудоконтролирующих зон с глубинными разломами. Все жильные узлы сопровождаются широким развитием дайковых пород. Дайки и руда представляют одну рудно-магматическую систему, формируются из одного магматического очага, используя единые структурные элементы. Процесс формирования рудоносного комплекса происходил по схеме: горнблендиты и диориты (как гибридные породы) и дайки диоритовых пород — гранитная интрузия — дайки лейкократовых пород и молибденовое оруденение — дайки лампрофиров — золотое оруденение.

3. Основные рудные тела главных месторождений непосредственно приурочены к наиболее мощным тектоническим зонам милонитизации северо-западного простирания или к сопряженным, сближенным с ними крупным сколовым трещинам. В таких зонах рудные жилы располагаются в виде линейно вытянутых линзирующихся тел, локализующихся на участках изгибов зон или пересечения их с поперечными дизъюнктивами. В мелких трещинах, оперяющих крупные зоны, локализуются небольшие кварцево-сульфидные жилы, изредка представляющие рудные тела с высокой концентрацией металла.

4. По своим геолого-структурным условиям локализации и генетическим особенностям месторождения золота описываемого района восточного золоторудных районов, расположенных в пределах Алтае-Саянском сходны с месторождениями Ольховско-Чибижекского и Мартайской складчатой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонцев Н. А. Гранитоиды Гарганской глыбы (автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук). Лаборатория геологии докембрия АН СССР, Л., 1965.
2. Арсентьев В. П. Краткий очерк тектоники юго-восточной части Восточного Саяна. Труды Бурят. компл. научн.-исслед. ин-та СО АН СССР, сер. геол., вып. 2, 1960.
3. Борадаевский Н. И. Материалы по методам изучения структур и геологической перспективной оценки месторождений золота. Тр. ин-та ЦНИГРИ, М., 1960.
4. Булынников А. Я. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы. Тр. Томского университета, сер. геол., вып. 26. Томск, 1948.
5. Вольфсон Ф. И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М., 1962.
6. Иванкин П. Ф. Морфогенез кварцевых жил. ж. «Геология и полезные ископаемые Забайкалья». Материалы II научной конференции ЗабНИИ, Чита, 1967.
7. Петровская Н. А. Характер золотоносных минеральных ассоциаций и формации золотых руд СССР, ж. «Генетические проблемы руд», XXI сер. 1961.
8. Сахарова М. С. Основные вопросы изоморфизма и генезиса блеклых руд. Геол. рудн. месторожд., № 1, 1966.
9. Феофилактов Г. А. Некоторые структурные особенности локализации золоторудных месторождений одного из рудных полей. Материалы по геологии и полезным ископаемым Бур. АССР, вып. IX, 1965.
10. Феофилактов Г. А. Минеральные ассоциации и особенности вещественного состава руд месторождений золота одного из районов Восточного Саяна. Материалы по геологии и полезным ископаемым. Бур. АССР, вып. X, 1965.