

УДК 551.441.(571.65)

ЗОЛОТО-ВИСМУТ-ТЕЛЛУРИДНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ГРАНИТ-ПОРФИРОВОМ ШТОКЕ КОНТАКТОВЫЙ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

© 2007 г. В. А. Сидоров, А. В. Волков, А. А. Вольфсон,
член-корреспондент РАН А. А. Сидоров

Поступило 28.05.2007 г.

В последние годы интерес к месторождениям золота в гранитоидных интрузивах подогревается успешной разработкой на Аляске и в Австралии месторождений Форт Нокс (>350 т), Пого (150 т), Даблин Галч (>100 т) и Тэфлер (>500 т) [1]. К настоящему времени в различных металлогенических поясах Северо-Востока России выявлено более 30 подобных месторождений [2], многие из которых могут оказаться в категории крупных и сверхкрупных [3]. В предыдущих публикациях нами рассматривались примеры рудопроявлений и месторождений Яно-Колымского металлогенического пояса и перивулканической зоны Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) [4, 5]. Однако несколько проявлений в штоках гранит-порфиров были выявлены также и в осадочных толщах основания ОЧВП. Внедрение этих штоков, по-видимому, связано с тектоно-магматическим циклом позднеюрско-раннемелового Удско-Мургаляского островодужного вулcano-плутоногенного пояса [6]. Наиболее перспективное рудопроявление было открыто в 2005 г. в штоке гранит-порфиров Контактный (рис. 1). В связи с этим необходимо заметить, что еще в 30-х годах прошлого века Т. Нолан [7] в рудных районах западных штатов США охарактеризовал эпitherмальные золото-теллуридные месторождения как залегающие в пределах небольших интрузивных (субвулканических) тел. Эти и подобные им месторождения мы относим к верхнему ярусу интрузивно-субвулканической рудно-магматической системы. И, напротив, золото-редкометальные месторождения в гипабиссальных гранитоидах представляют в наших схемах нижний ярус системы [2]. Оруденение

Контактное, как будет показано ниже, занимает промежуточное положение между месторождениями этих двух ярусов.

Характеризуемый рудный район с западного и восточного флангов ограничен северо-западными разрывными нарушениями, которые прослеживаются далеко за его пределами (рис. 1). В осевой части района выделяется узкий горстообразный выступ, в котором на дневную поверхность выведены осадочные породы юры и триаса, контактирующие по северо-западным разрывным нарушениям с позднемеловыми эффузивами ОЧВП. На южном и северном флангах район ограничивается крупными разломами субширотного направления. Они сопровождаются оперяющимися зонами сколовых трещин главным образом северо-восточного простирания.

Шток Контактный сложен гранит-порфирами и кварцевыми диоритами, отнесенными к раннемеловому сибердыкскому интрузивному комплексу. Шток имеет размеры 1500 × 1300 м. Западный, юго-западный контакты крутопадающие (70–80°), юго-восточный и восток-северо-восточный пологие (20–30°), северный, тектонический, по субширотному разрывному нарушению. Тела автомагматических брекчий отмечаются в центральной части штока, где они имеют форму линзообразных изогнутых даек протяженностью до 300 м при мощности около 20–30 м. В плане они образуют дугу, открытую в восток-северо-восточном направлении, которая охватывает центральную часть внутренней интрузивно-купольной структуры (рис. 2). К штоку гранит-порфиров приурочены контрастные аномалии калия, урана, тория, которые прослеживаются и за его пределами в восточном направлении на значительное расстояние (700–800 м). Со штоком связаны также интенсивные вторичные ореолы рассеяния золота (до 0.5 г/т), мышьяка (до $500 \cdot 10^{-3}\%$), висмута (до $50 \cdot 10^{-3}\%$), серебра (до 10 г/т), свинца, меди, цинка и других элементов, распространенные на значительной, 400–500 × 1000 м, площади. В нескольких точках установлены повышенные со-

*Северо-Восточный комплексный
научно-исследовательский институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Магадан
Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва*

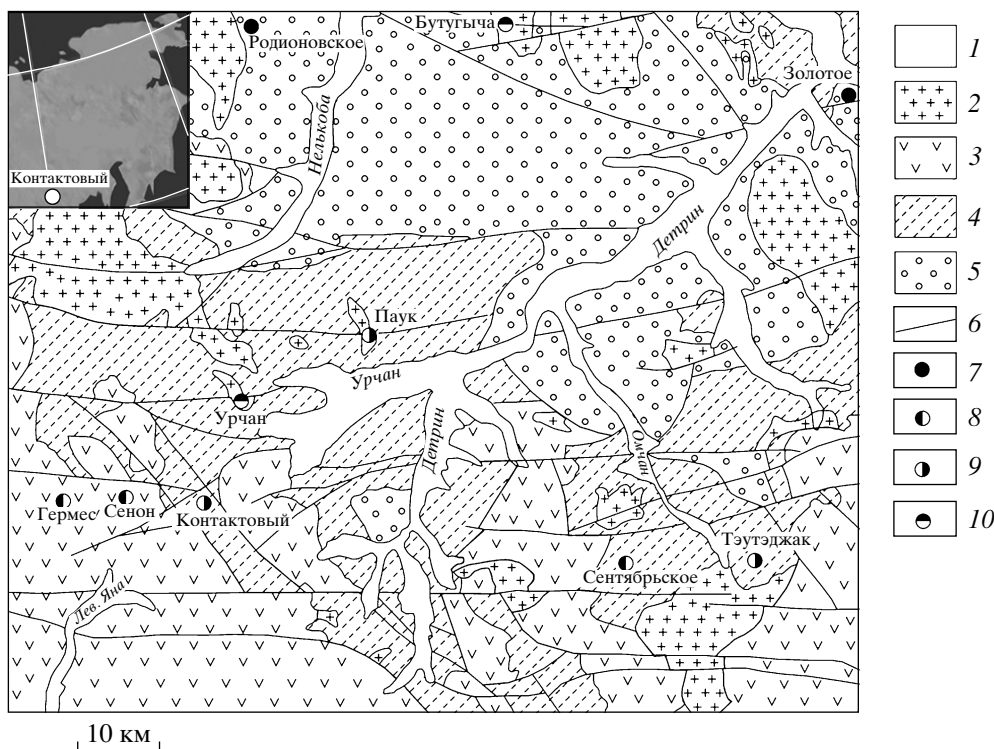


Рис. 1. Тектоническая позиция штока Контактный в региональных структурах. 1 – аллювиальные отложения; 2 – ранне-поздне меловые граниты; 3 – поздне меловые эффузивы; 4 – терригенные толщи юры и триаса; 5 – отложения перми; 6 – разломы; 7–10 – рудные месторождения: 7 – золото-кварцевые, 8 – золото-серебряные, 9 – золото-редко-металльные, 10 – оловяродные.

держания сурьмы (до 40 г/т), в одной – теллура (50 г/т). При этом ореолы не оконтурены на восточном фланге, в направлении падения пологого контакта штока.

По результатам морфоструктурных построений в пределах штока Контактный выделяется кольцевая интрузивно-купольная структура диаметром около 2 км. Центральная ее часть осложнена компенсационной просадкой, ограниченной кольцом с радиусом 750–800 м (от центра структуры). Внутри этой структуры выделяется еще один, вложенный в нее купол диаметром 700–750 м, разбитый системой радиальных разрывных нарушений (рис. 2). В центральной части интрузивно-купольной структуры выявлен ареал штокверкового прожилкования, локализованный в березитизированных гранит-порфирах, измененных на отдельных участках до мелкокристаллических метасоматитов альбит-кварцевого состава с реликтовой порфировой структурой. Они рассеяны частой сетью разноориентированных прожилков альбит-кварцевого и кварцевого состава. Мощность прожилков меняется от 0.5–1 мм до 1–2 см; преобладают прожилки, имеющие мощность 4–5 мм. Прожилки извилистые, крайне невыдержанные, выклинивающиеся и ветвящиеся. Контакты их четкие, извилистые. Прожилки сложены полиго-

нальными кристаллами кварца с волнистым погасанием; по краям зерен кварца развивается мелкочешуйчатый серицит, который также приурочен к лентовидным включениям реликтов вмещающих пород. Вдоль зальбандов прожилков наблюдаются тонкие оторочки альбита. В табл. 1 приведены содержания микроэлементов в метасоматических породах штока Контактный и его обрамления.

Максимальные содержания золота, установленные при точечном опробовании, составляют 5.9 г/т; висмута >2000 г/т, мышьяка >1000 г/т, свинца >600 г/т, серебра >35 г/т, теллура >300 г/т. Для золота отмечается значимая положительная корреляция с мышьяком, свинцом, цинком, висмутом, молибденом, отрицательная – с серебром, сурьмой, барием. Ареал штокверкового прожилкования имеет размеры 750–800 × 1200 м, вытянут в субмеридиональном направлении; наиболее интенсивное прожилкование приурочено к центральной части купольной структуры, совпадает с участком максимального метасоматического преобразования пород, имеющим размер 650 × 700 м. К этой же площади приурочены практически все пробы с повышенными содержаниями золота. Выделяются участки сгущения прожилков, приуроченные к зонам повышенной трещи-

новатости и максимального метасоматического изменения. Мощность таких участков, оцененная по коллювиальным развалам, составляет до 20 м. Преимущественная ориентировка прожилков, зон трещиноватости северо-восточная – субширотная, 50°–80°. Прожилки в одинаковой степени рассекают как измененные гранит-порфиры, так и автомагматические брекчии гранит-порфиров.

Встречаются единичные развалы жил халцедоновидного кварца мощностью, судя по обломкам, до 20 см. Жилы имеют массивную, неясно полосчатую текстуру, которая обусловлена окраской кварца, меняющейся от белого, желтовато-белого, до серого, а также неравномерным распределением рудной минерализации. Среди последней уверенно диагностируется только пирит. В жилах установлены повышенные содержания сурьмы (до 3000 г/т), висмута (до 2000 г/т), серебра (3–4 г/т), теллура (до 100 г/т); содержания золота невысокие – от 0.006 до 0.01 г/т.

Для оценки уровня золотоносности зон прожилкования вдоль пологого водораздела штока Контактный в субмеридиональном направлении был пройден профиль точечного опробования. Шаг отбора проб составил 20 м, масса одной пробы от 3 до 5 кг. Пробы отбирались из элювиально-коллювиальных отложений равномерно с площади 5 × 5–6 × 6 м. По результатам опробования был выявлен интервал протяженностью около 480 м с содержаниями золота в точечных пробах не ниже 0.1 г/т, а максимальным – 2.6 г/т. Внутри него выделяется зона интенсивного штокверкового прожилкования протяженностью около 240 м, имеющая северо-восточное простирание; в ее контуре среднее содержание золота по всем пробам составляет 0.6 г/т. Глубину распространения оруденения можно смело принять равной 350 м, до уровня долины руч. Контактный, так как в подножии его правого борта в прожилках из гранит-порфиров известны содержания золота до 1.2 г/т. Среднее содержание золота по пяти значимым точечным пробам составляет 2.5 г/т.

В результате минералогических исследований получены новые данные по Au–Bi–Te-минерализации рудопроявления Контактный. Эта минерализация распределена неравномерно, обычно локализуется вблизи зальбандов прожилков. К настоящему времени на рудопроявлении выявлено 19 рудных минералов (табл. 2). Преобладают пирит, арсенопирит, галенит и молибденит, которые образуют достаточно крупную вкрапленность – до 1–2 мм. Арсенопирит содержит тончайшую, 30–40 мкм, эмульсионную вкрапленность самородного висмута и золота. Развитие тонкодисперсных включений висмута, теллуридов и золота – главный признак гипабиссального золото-редкометального оруденения [5]. Золото чаще всего встречается в сростаниях с самородным висмутом

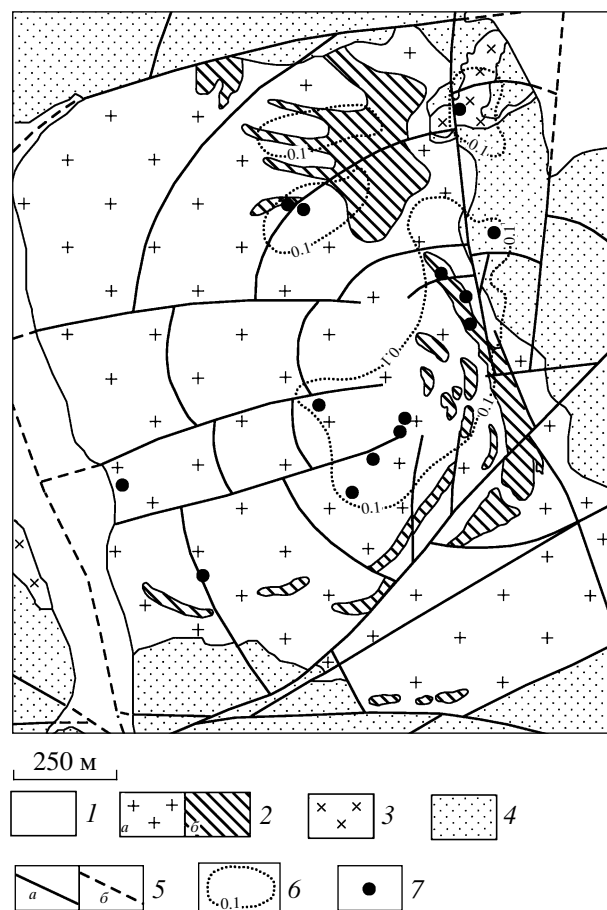


Рис. 2. Морфоструктурная схема штока Контактный и его обрамления. 1, 2 – гранит-порфиры (а), автометасоматические брекчии (б); 3 – диоритовые порфиры; 4 – нижний триас, ороговикованные алевролиты; 5 – разломы: прослеженные (а), перекрытые рыхлыми отложениями (б); б – эндогенный ореол золота ограниченный 0.1 г/т; 7 – пробы с содержаниями золота более 1 г/т.

и хеддеитом (рис. 3в). А в результате изучения под микрозондом установлено золото разной пробыности: 480, 670–760, 870–920. В наиболее высокопробном золоте выявлена существенная примесь меди (до 0.3%). В хеддеите обнаружены включения мелких кристалликов арсенопирита (рис. 3г). Многие рудные минералы на поверхности штока в основном окислены. Микрозондовым анализом обнаружено большое количество редких вторичных минералов, также содержащих теллур (табл. 2, рис. 3а, б).

Подводя итоги изложенному, необходимо отметить, что отсутствие эпитермальных золото-теллуридных месторождений в пределах позднемезозойского ОЧВП и его перивулканической зоне мы объясняли значительным эрозионным срезом субвулканических интрузий, а также недостаточной опоскованностью рудных районов Северо-Во-

Таблица 1. Содержание микроэлементов в метасоматических породах штока Контактный и его обрамления

Состав	Au, г/т	Pb	As	W	Ni	Co	Bi	Mn	Ti	Ba	Mo	Sn	Cu	Ag	Zn	Te
Гранит-порфир	0.11	10.5	10.3	0.2	0.7	0.4	25.6	18	184	70	0.7	1.4	6.0	11.0	17.5	–
Автомагматические брекчии гранит-пор- фиров	0.07	4.7	5.2	0.2	1.0	1.2	0.9	39	358	53	0.9	0.8	7.0	3.5	19.8	–
Ороговикованные породы рамы	0.02	2.6	5.0	0.3	1.4	1.7	0.4	38	449	55	0.3	0.9	5.9	1.9	14.3	–
Метасоматически измененные гранит- порфиры	0.66	17.8	24.1	0.3	0.8	0.3	237.7	11	150	52	1.1	1.7	4.9	14.1	11.5	–
Слюдисто-полево- шпат-кварцевый ме- тасоматит с кварце- выми прожилками	2.63	20.0	25.0	0.6	0.8	0.1	3000.0	20	100	30	1.6	1.0	3	25	10	30.0

Примечание. Использованы результаты атомно-абсорбционного анализа, лаборатория СВКНИИ ДВО РАН.

Таблица 2. Минералогия и распространенность минералов в кварцевых прожилках штока Контактный

Группы минералов	Главные	Второстепенные	Редкие
Элементы			Золото, висмут
Сульфиды и сульфосоли	Пирит, арсенопирит	Молибденит, галенит	Пирротин
Оксиды	Кварц, гётит		Заварицкит (BiOF), монганит* ($\text{Bi}_2\text{TeO}_6 \times 2\text{H}_2\text{O}$), смирнит* (Bi_2TeO_5), пинггуйт* ($\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{O}_{13}$), арсеновисмутит $\text{Bi}_2(\text{AsO})_4(\text{OH})_3$, якорит* $\text{Bi}_3\text{Fe}_3\text{O}_9(\text{TeO}_3)(\text{TeO}_4)_2 \times 9\text{H}_2\text{O}$, гананит BiF_3
Карбонаты	Кальцит, доломит		
Сульфаты	Барит, гипсид		Питтитит ($\text{FeAsO}_4\text{SO}_4\text{H}_2\text{O}$)
Теллуриды			Хедлеит (Bi_2Te), гессит (Ag_2Te)

Примечание. Звездочкой отмечены минералы висмута, встречающиеся только в штоке Контактный. Редкие минералы диагностированы на электронном микроскопе Jeol 5610 LV с приставкой ЭДС JED2300 (аналитик Н.В. Трубкин).

стока России [8]. Рудопоявления Контактного штока по структурно-морфологическим (кольцевые структуры и трубообразное рудное тело) и минералогическим (халцедоновидный кварц, гессит, разнопробное золото и др.) признакам может рассматриваться либо в качестве оруденения нижней части эпитермального яруса, либо самой верхней части гипабиссального золото-редкометального яруса.

Перечислим также факторы, определяющие высокую перспективность оруденения штока Контактный: 1) локализация оруденения в штоке гранит-порфилов; 2) большая площадь распространения метасоматически измененных пород; 3) морфологический тип потенциально рудоносного тела – трубообразная рудная залежь, контролируемая рвущим гранит-порфиры телом автомагма-

тических брекчий; 4) широкое распространение штокверкового прожилкования; 5) перспективный и разнообразный набор элементов-индикаторов оруденения (Au, As, Mo, Bi, Te, Sb) и рудных минералов (теллуридов висмута и золота, самородного висмута, арсенопирита с эмульсионной вкрапленностью золота и самородного висмута); 6) достаточно высокое содержание золота в зонах штокверкового прожилкования; золото разной пробыности указывает на развитие многостадийного оруденения и подчеркивает высокие перспективы штока на обнаружение промышленного месторождения; 7) значительный вертикальный размах оруденения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 06–05–64659) и Программы ОНЗ № 2 “Фундаментальные проблемы геологии,

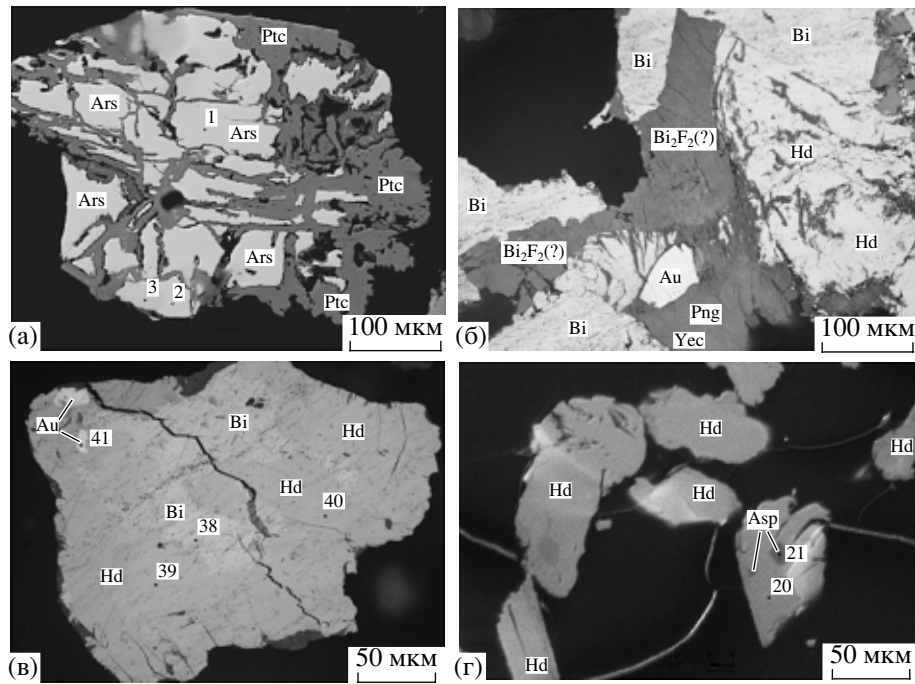


Рис. 3. Au–Bi–Te-минерализация штока Контактный. а – окисленный кристалл арсенопирита (Ars), по арсенопириту развит пирит (Ptc); б – золото-висмут-теллуридная минеральная ассоциация (Hd –хеддеит, Png – пинггит, Yec – якорит); в – тонкодисперсное золото в хеддеите; г – реликтовые блоки арсенопирита в хеддеите. Цифры на фото – точки микрозондового анализа.

условия образования и принципы прогноза традиционных и новых типов крупномасштабных месторождений стратегических видов минерального сырья”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lang J.R., Baker T., Hart C.J.R., Mortensen J.K. // An Seg. Newsleter. 2000. № 40. P. 1–15.
2. Сидоров А.А., Волков А.В. // ДАН. 2000. Т. 375. № 6. С. 807–811.
3. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Бахарев А.Г. и др. Условия зарождения и эволюции гранитоидных золоторудно-магматических систем в мезозоидях Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. 196 с.
4. Волков А.В., Сидоров А.А., Сидоров В.А. // ДАН. 2003. Т.392. № 2. С. 217–220.
5. Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А. // ДАН. 2007. Т. 412. № 1. С. 76–80.
6. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозоид Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
7. Нолан Т. Геология рудн. месторождений западных штатов США. М.: ОНТИ, 1937. С. 540–557.
8. Сидоров А.А. Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометального оруднения. М.; Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1998. 246 с.