

ТИПЫ РУД ЗОЛОТА И ОБСТАНОВКИ ИХ НАХОЖДЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НОВОГОДНЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ

А.В.Андреев,
Р.Х.Мансуров

ФГУП Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов,
г. Москва

В пределах Новогодненского рудного поля выделено три основных структурно-вещественных типа золотых руд: золото-магнетит-сульфидный массивный, золото-сульфидный прожилково-вкрапленный штокверковый, золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый. Установленные типы руд – продукты последовательного развития единой долгоживущей рудообразующей магматогенно-гидротермальной системы, связанной с проявлением девонского интрузивного магматизма. Промышленно значимые объекты Новогодненского рудного поля (месторождения Новогоднее-Монто, Петропавловское) отличаются пространственным совмещением нескольких типов руд, что должно учитываться при предварительной оценке известных и новых рудопроявлений золота Ауэрбаховско-Новогодненского ВПП.

Ключевые слова: вулканоплутонический пояс, рудный узел, рудное поле, месторождение, типы руд, скарны, метасоматиты, самородное золото, магнетит, пирит, кобальтин, теллуриды, рудно-магматическая система.

Новогодненское рудное поле с золоторудными месторождениями Новогоднее-Монто, Петропавловское и несколькими рудопроявлениями расположено в восточной части Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла на севере полярноуральского сегмента Ауэрбаховско-Новогодненского вулканоплутонического пояса (ВПП) (рис. 1). По строению и условиям формирования данный сегмент ВПП близок среднеуральскому того же пояса, к которому приурочен Ауэрбаховский рудный район с Воронцовским золоторудным месторождением.

Поисковые и оценочные работы на золото в пределах рудного узла проводились в 1990–2000 гг. ОАО «Ямалзолото» [7, 8, 11], ОАО «Ямальская ГК», ОАО «ПУГПП» [3]. В изуче-

нии площади узла, месторождений и проявлений участвовали специалисты ФГУП ЦНИГРИ, в том числе авторы [1–3, 5, 6, 9], ООО «Ямалгео», ООО «НПО Геосфера» [13], ФГУП ИМГРЭ [11], УГГУ [4] и других организаций. Накопленный и обработанный в ходе проведенных исследований материал послужил основой для настоящей статьи.

Тоупугол-Ханмейшорский рудный узел (рис. 2) представляет собой крупную асимметричную вулканотектоническую депрессию, сложенную вулканогенно-осадочными породами, сформированную в кровле среднепалеозойского Собского полифазного батолитоподобного плутона в области пересечения долгоживущих региональных зон тектонических нарушений.

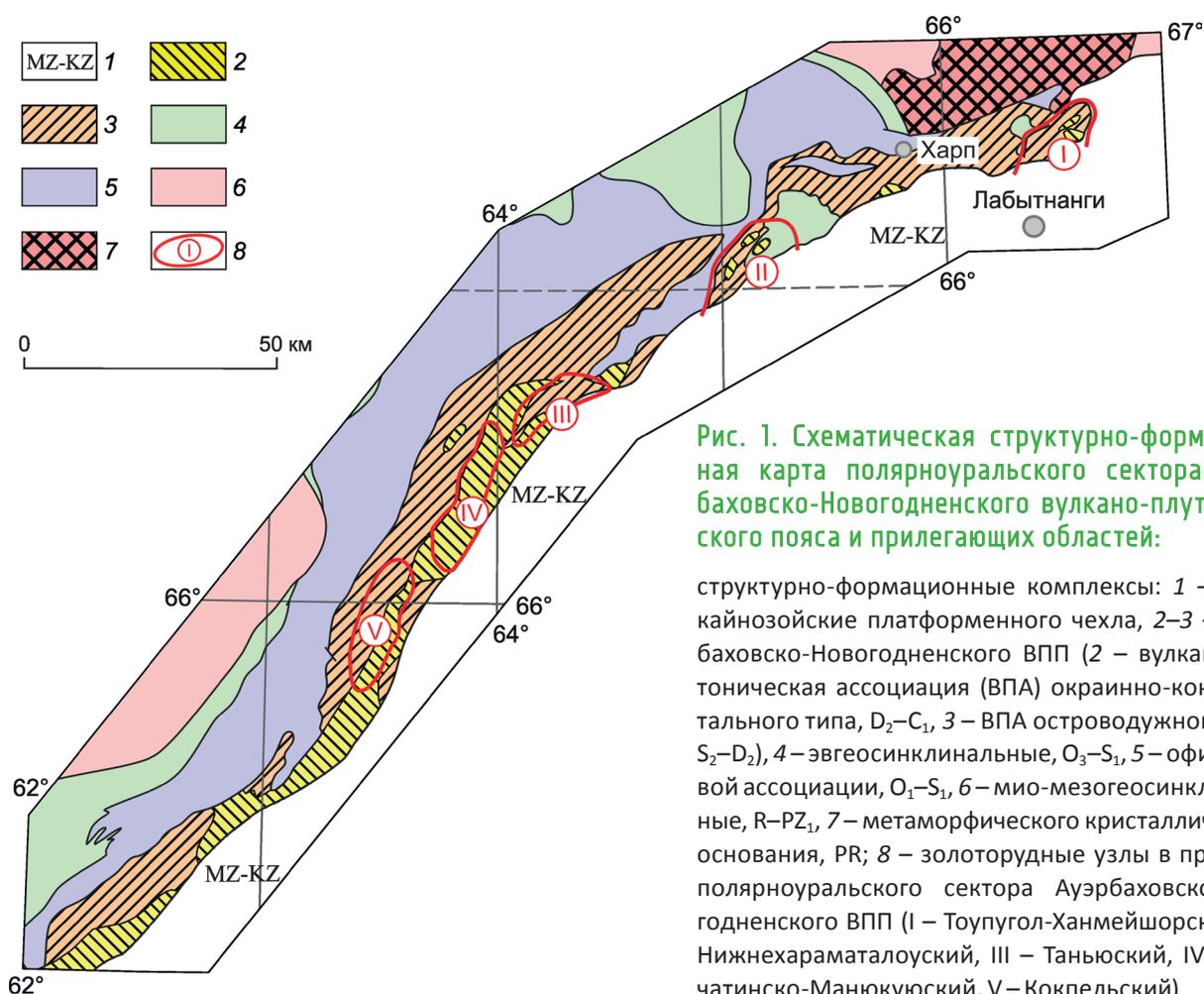


Рис. 1. Схематическая структурно-формационная карта полярноуральского сектора Ауэрбаховско-Новогоднененского вулканоплутонического пояса и прилегающих областей:

структурно-формационные комплексы: 1 – мезокайнозойские платформенного чехла, 2–3 – Ауэрбаховско-Новогоднененского ВПП (2 – вулканоплутоническая ассоциация (ВПА) окраинно-континентального типа, D_2-C_1 , 3 – ВПА островодужного типа, S_2-D_2), 4 – эвгеосинклинальные, O_3-S_1 , 5 – офиолитовой ассоциации, O_1-S_1 , 6 – мио-мезогеосинклинальные, $R-PZ_1$, 7 – метаморфического кристаллического основания, PR; 8 – золоторудные узлы в пределах полярноуральского сектора Ауэрбаховско-Новогоднененского ВПП (I – Тоупугол-Ханмейшорский, II – Нижнехараматалоуский, III – Таныюский, IV – Варчатинско-Манюкуюский, V – Кокпельский)

Рудное поле (рис. 3) отвечает локальному плутоногенному блоковому тектоническому поднятию, локализованному в области пересечения зон разрывов субмеридионального и субширотного простирания, являющихся также и ограничителями поля. Этими же системами нарушений контролируется позиция золоторудных месторождений Новогоднее-Монто, Петропавловское и менее изученных рудопоявлений (Караченцева, Западное, Карьерное). В строении рудного поля участвуют терригенно-вулканогенно-карбонатные образования, среди которых эрозией вскрыты апикальные части интрузивных массивов и многочисленные разновозрастные дайки «пёстрого» состава. В сходной позиции в западной части рудного узла выделяется Ханмейшорское рудное поле с несколькими недостаточно изученными золотыми рудопоявлениями (Аномальное, Ханмейшорское, Тоупугольское) (см. рис. 2).

Стратифицированные образования рудного поля представлены двумя толщами: рудовмещающая тоупугольская (S_2-D_1) – сложена лавами базальтовых и андезибазальтовых порфиритов, их туфами и субвулканическими фациями, в подчинённом количестве – полимиктовыми вулканогенно-осадочными породами, вмещает массивы и линзы рифогенных известняков; перекрывающая тоупугол-егартская (D_2) – включает рифовые известняки в низах разреза и терригенные пестроцветные отложения в верхах. Многочисленные интрузивные тела, проявленные на рудном поле, объединены в три интрузивных комплекса. Авторами используется следующее их разделение.

Собский габбро-кварцеводиорит-тоналитовый комплекс (D_{1-2}) представлен «Новогодненским выступом» кровли Собского плутона, сложенным натровыми гранитоидами умереннокислого состава – роговообманковые диориты,

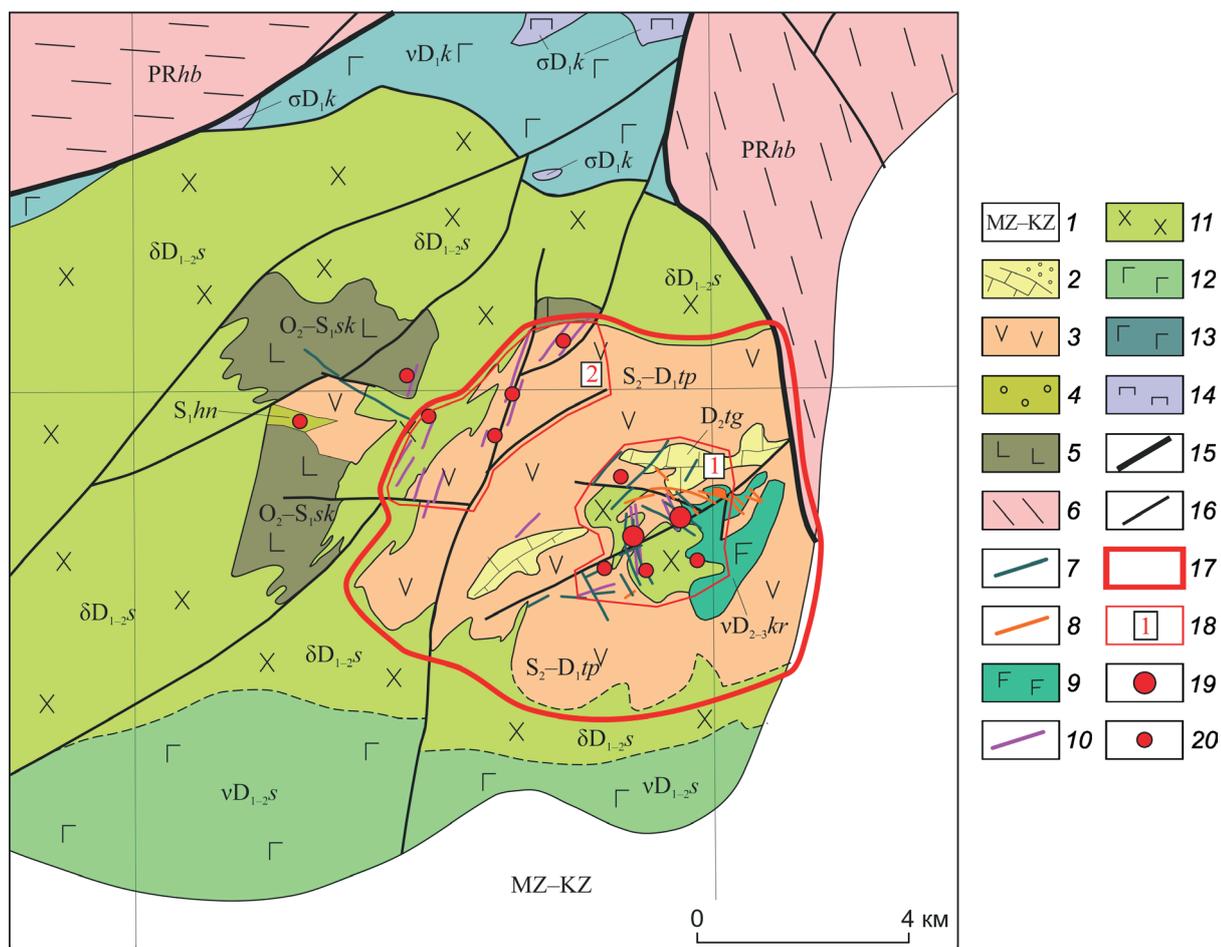
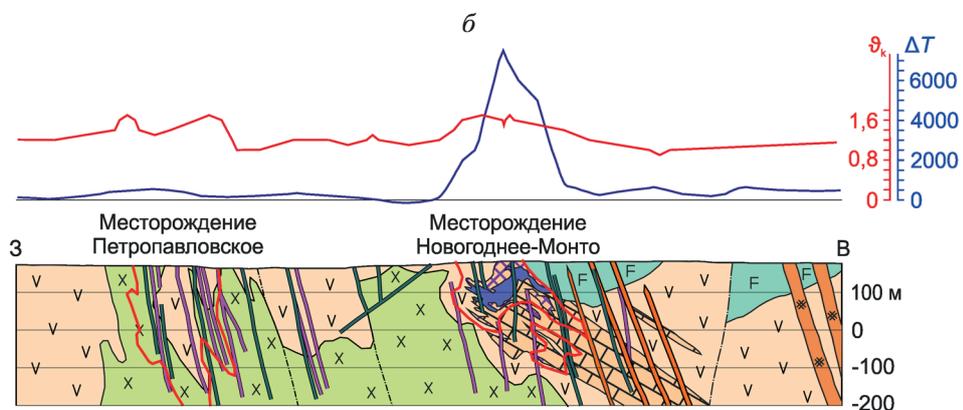
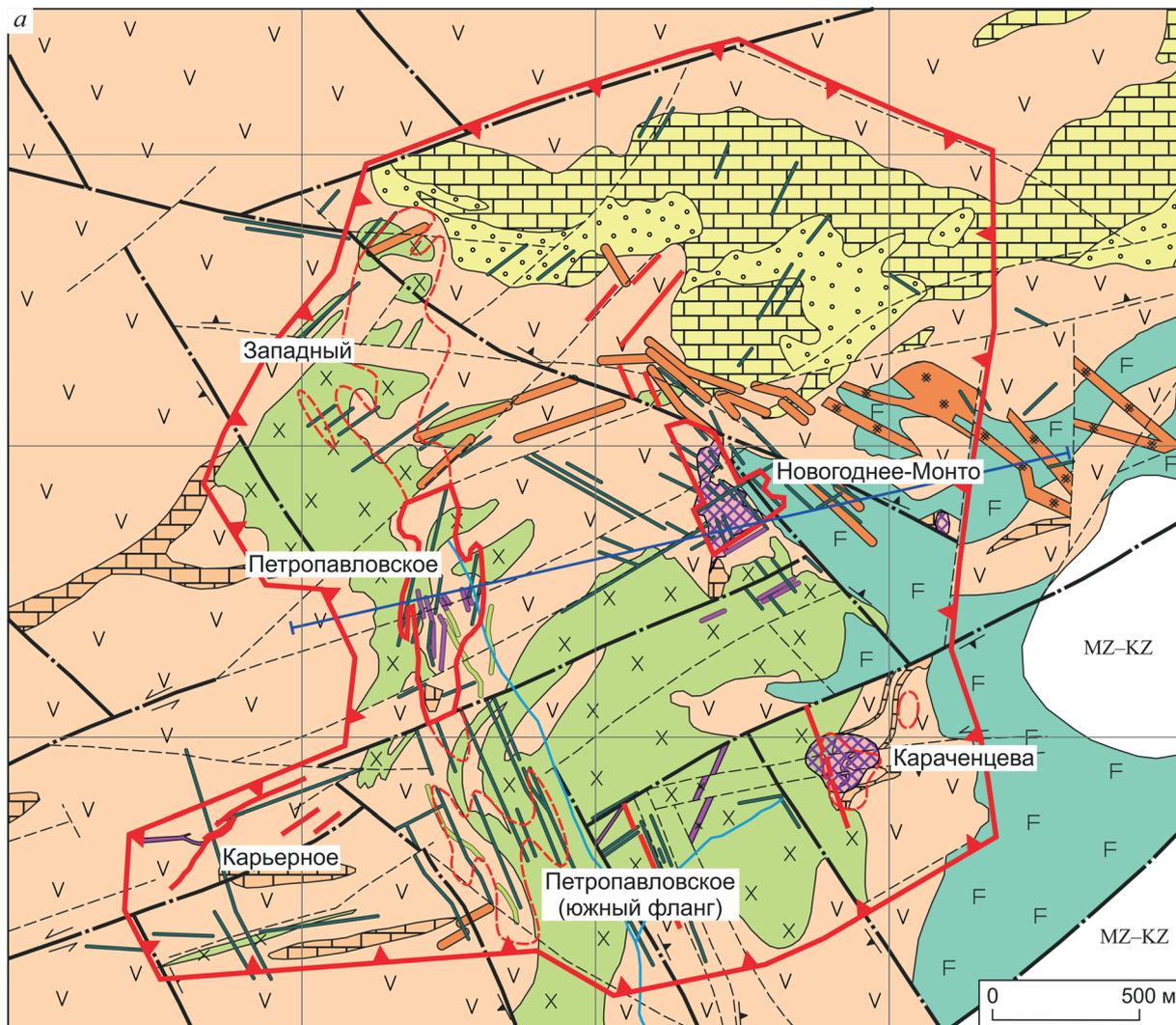


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла и его обрамления (по материалам ГДП-200, А.П.Прямоусов и др., 2004 г.):

1 – мезозойские и кайнозойские образования нерасчленённые (MZ-KZ); 2 – тоупугол-егартская толща, D_2tg : известняки рифогенные, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты; 3 – тоупугольская толща, S_2-D_1tp : лавы и туфы базальтовых, андезибазальтовых порфиров, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, массивы и линзы известняков; 4 – ханмейшорская толща, S_1hn : флишоидное переслаивание конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов; 5 – соколинская толща, O_2-S_1sk : лавы базальтов толеитовых, шаровые лавы, прослои песчаников; 6 – харбейский метаморфический комплекс, PRhb: амфиболиты, гнейсы, кристаллосланцы; 7 – малоханмейский габбродолеритовый комплекс, $D_3-T?mh$: дайки долеритов, долерит-порфиров, лампрофиров; конгорский габбро-монцодиоритовый комплекс, D_2-3kr ; 8 – монцодиорит-, кварцевые монцодиорит-порфиры, кварцевые монцониты и монцодиориты, 9 – габбродолериты порфиридные (v); собский габбро-кварцеводиорит-тоналитовый комплекс, D_1-2s ; 10 – диорит-, кварцевые диорит-порфиры, тоналит-, плагиогранит-порфиры, 11 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты, плагиограниты (δ), 12 – габбро, габбродиориты (v); кэршорский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый, D_1k ; 13 – габбро (v), 14 – дуниты, верлиты, пироксениты (σ); 15 – разрывные нарушения зоны Главного Уральского глубинного разлома; 16 – второстепенные разрывные нарушения; 17 – контур Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла; 18 – контур рудных полей (1 – Новогодненское, 2 – Ханмейшорское); 19 – золоторудные месторождения Новогоднее-Монто, Петропавловское; 20 – проявления и пункты минерализации золота



тоналиты, плагиогранодиориты; поздние фазы представлены дайками диорит- и кварцевых диорит-порфириров, тоналит- и плагиогранит-порфириров. Породы характеризуются высокими содержаниями глинозёма (16–17%), CaO (6%) и низким K₂O (0,9–1,3%). Возраст комплекса 400–408 млн лет [12]. Этот комплекс и тоупугольская свита рассматриваются нами в составе вулканоплутонической ассоциации островодужного типа.

Конгорский габбро-монцодиорит-порфирировый комплекс (D₂₋₃) в пределах рудного поля представлен малыми интрузиями и дайками умереннощелочного петрохимического типа гипабиссального облика. К ранней фазе нами относятся порфировидные габбро, к поздней – дайки и небольшие штокообразные тела монцонит- и монцодиорит-порфириров. В составе пород комплекса возрастает доля K₂O (до 1,5% в габбро и 3,0–3,5% в монцодиоритах) при относительно низком (14–15%) содержании глинозёма. Возраст монцодиоритовых порфириров 382±11 млн лет (А.Г.Волчков и др., 2009 г.).

Малоханмейский габбродолеритовый комплекс субвулканических тел (D₃-T?) объединяет мелкие тела и дайки габбродолеритов, долеритов и лампрофириров. Они являются наиболее поздними, широко распространены в рудном поле и прорывают все стратифицированные и интрузивные образования. По данным разных авторов возраст даек колеблется от позднего девона до триаса.

В пределах рудного поля сформировался полифазный, полифациальный комплекс метасоматических изменений, включающий продукты пропилитизации, инфильтрационного скарнообразования и хлорит-карбонат-серицит-кварцевых (филлизитовых) метасоматитов. Со всеми этими типами преобразований сопряжена золоторудная сульфидная минерализация. Вместе с тем, масштабы распространения, интенсивность проявления и степень золотоносности метасоматитов заметно отличаются на разных объектах рудного поля. Это обстоятельство, в первую очередь, обусловлено особенностями геологического строения конкретных рудопоявлений, что можно проиллюстрировать на примере месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское.

Месторождение Новогоднее-Монто (рис. 4) расположено в восточной части рудного поля, где развиты гранитоиды собского, габбро и монцодиориты конгорского комплексов, разновозрастные дайки «пёстрого» состава. Вмещающие вулканогенно-осадочные породы тоупугольской толщи с мощными линзами известняков моноклинально падают в юго-восточных румбах. Основные промышленные руды месторождения – залежи скарновых золото-сульфидно-магнетитовых руд, локализованы в эндоконтактной и надынтрузивной зонах гранитоидов. Они контролируются контактами линз известняков с вулканогенно-осадочными породами, зонами их фациальных переходов, участками, ос-

Рис. 3. Схематическая геологическая карта (а) и геолого-геофизический разрез (б), Новогодненское рудное поле (по А.Г.Волчкову и др., 2009 г., с изменениями и дополнениями):

тоупугол-егартская толща, D₂: 1 – алевролиты, аргиллиты, песчаники, 2 – известняки; тоупугольская толща, S₂-D₁: 3 – вулканогенно-осадочные и вулканогенные породы базальтового, андезибазальтового составов, 4 – мраморизованные известняки; 5 – малоханмейский интрузивный комплекс: дайки долеритов, лампрофириров, D₃-T?; конгорский интрузивный комплекс, D₂₋₃: 6 – монцодиорит-, кварцевые монцодиорит-порфириды, 7 – габбро порфировидные; собский интрузивный комплекс, D₁₋₂: 8 – диорит-, кварцевые диорит-порфириды, тоналит-, плагиогранит-порфиры, 9 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты; 10 – разрывные нарушения (а – главные, б – второстепенные); 11 – предполагаемые направления смещения по разрывным нарушениям (а – вертикальные, б – горизонтальные); 12 – скарны (проекция на поверхность); 13 – магнетитовые тела; 14 – контуры минерализованных золоторудных зон месторождений Новогоднее-Монто (золото-сульфидно-магнетитовый скарновый, золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый типы руд) и Петропавловское (золото-сульфидный прожилково-вкрапленный, золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый типы руд); 15 – ореолы золоторудной минерализации, в том числе с совмещением в пространстве нескольких типов руд, оконтуренные по буровым скважинам с интервалами содержаний Au >1 г/т; 16 – отдельные вскрытые скважинами и горными выработками линейные зоны с золото-сульфидно-кварцевым жильно-прожилковым типом руд; 17 – контур Новогодненского рудного поля; 18 – линия разреза

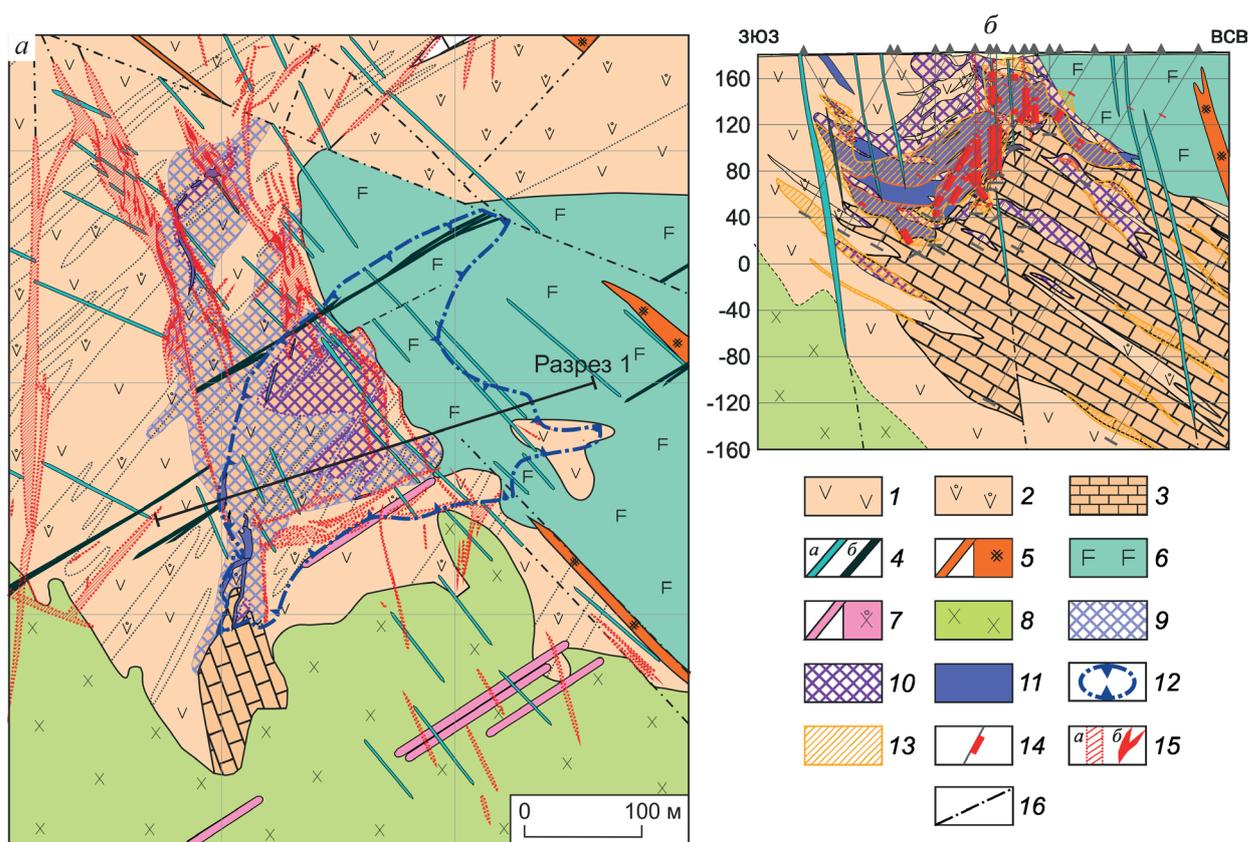


Рис. 4. Схематические геологические карта (а) и разрез по линии 1 (б), месторождение Новогоднее-Монто (составлены по данным оценочных работ ОАО «Ямалзолото», материалам А.Г.Волчкова, 2001 г., 2009 г., Е.В.Черняева, 2005 г.):

тоупгольская толща, S_2-D_1 : 1 – вулканогенно-осадочные и вулканогенные породы базальтового, андезибазальтового составов, нерасчленённые, 2 – лавы андезибазальтовых порфиров, 3 – известняки мраморизованные; 4 – малоханмейский интрузивный комплекс (а – дайки долеритов, б – лампрофиров), $D_3-T?$; конгорский интрузивный комплекс, D_{2-3} : 5 – монцодиорит-, кварцевые монцодиорит-порфиры, б – габбро порфировидные; собский интрузивный комплекс, D_{1-2} : 7 – диорит-, кварцевые диорит-порфиры, тоналит-порфиры, 8 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты; 9 – ореол скарнированных пород; 10 – гранат-пироксеновые скарны; 11 – магнетитовые тела; 12 – проекция на поверхность основной рудовмещающей магнетитовой залежи; 13 – ореолы минерализации золото-сульфидно-магнетитового типа по содержанию Au 0,1 г/т; 14 – интервалы по буровым скважинам с содержаниями Au >1 г/т; 15 – зоны хлорит-серицит-кварцевых метасоматитов (филлизитов) (а), зоны промышленной минерализации золото-сульфидно-кварцевого типа (б); 16 – основные разрывные нарушения

ложнёнными субмеридиональной кулисно построенной зоной разрывов и флексурными перегибами. Эта же тектоническая зона определяет положение другого типа золотого оруденения месторождения – золото-сульфидно-кварцевых жильно-прожилковых зон.

Месторождение Петропавловское (рис. 5) находится в эндо-эзоконтактовой зоне выступа гранитоидов собского комплекса в западной части рудного поля. Оно приурочено к субме-

ридиональной тектонической зоне, сложенной интенсивно дислоцированными вулканогенно-осадочными породами (при практически полном отсутствии в разрезе известняков), инъецированными многочисленными дайками диорит- и кварцевых диорит-порфиров, поздними долеритами. Тектоническая зона состоит из многочисленных кулис расланцевания и трещиноватости, контролирующих развитие метасоматитов хлорит-альбитового типа с золоторудной

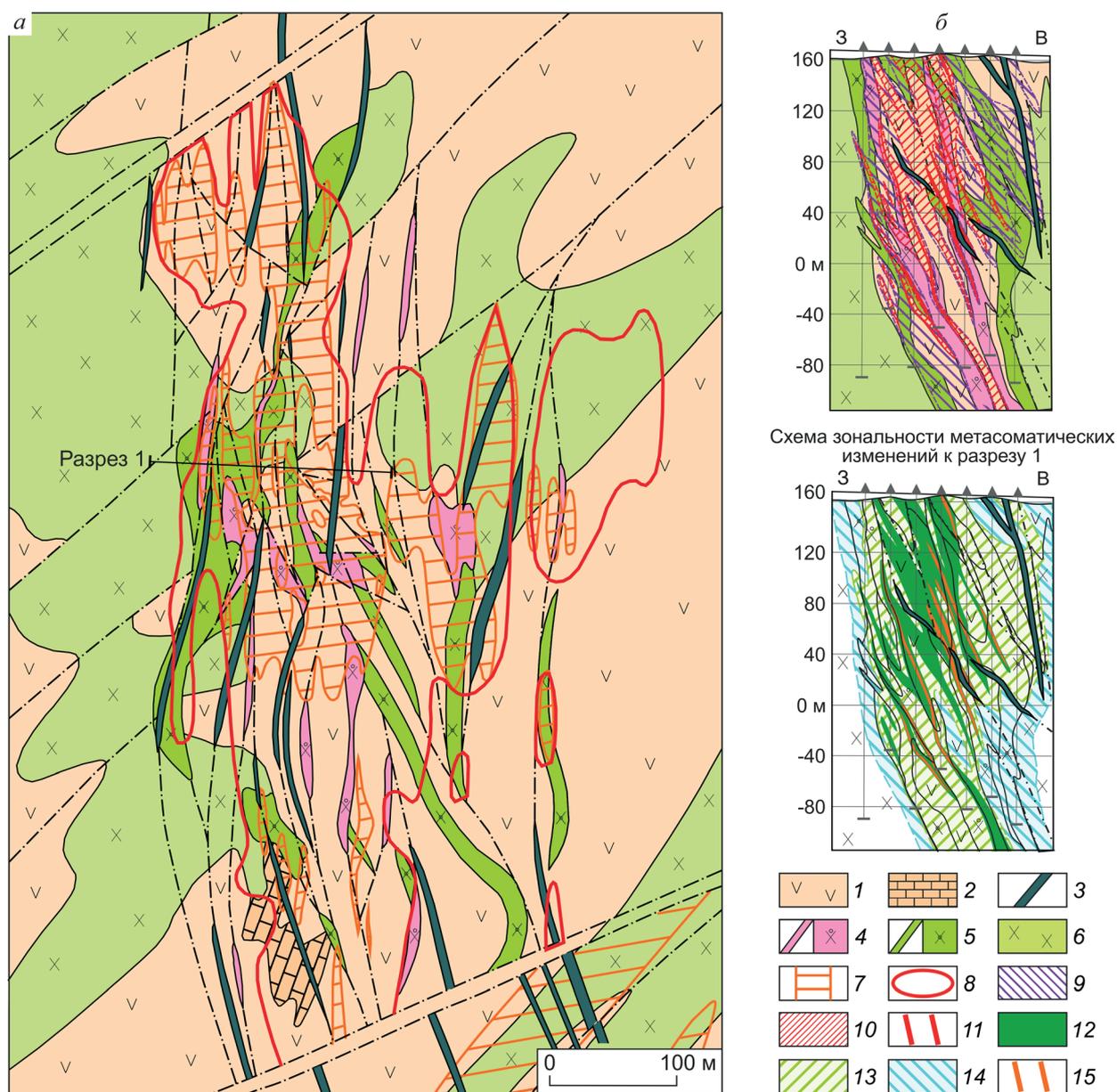


Рис. 5. Схематические геологические карта (а) и разрез по линии 1 (б), месторождение Петропавловское [составлены по данным оценочных работ ОАО «Ямалзолото», материалам А.Г.Волчкова, 2009 г., Р.Х.Мансурова, 2013 г.):

тоупугольская толща, S_2-D_1 : 1 – вулканогенно-осадочные и вулканогенные породы базальтового, андезибазальтового составов, нерасчленённые, 2 – известняки мраморизованные; 3 – малоханмейский интрузивный комплекс (дайки долеритов, $D_3-T?$); собский интрузивный комплекс, D_{1-2} : 4 – диорит-, кварцевые диорит-порфиры, тоналит-порфиры, 5 – порфиroidные диориты, кварцевые диориты, 6 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты; 7 – метасоматические зоны хлорит-альбитовых и серицит-кварцевых метасоматитов (совмещённые); 8 – проекция на поверхность ореола золотоносной минерализации золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого типов (совмещённые); 9 – минерализованная зона с бортовым содержанием Au 0,3 г/т; 10 – рудные тела с бортовым содержанием Au 1 г/т; 11 – стержневые жильно-прожилковые тела с содержанием Au >1 г/т; метасоматическая зональность: 12 – эпидот-карбонат-хлоритовые, 13 – хлорит-альбитовые, 14 – альбитовые («пирит-альбитовые») метасоматиты; 15 – стержневые части зон серицит-кварцевых метасоматитов; остальные усл. обозн. см. рис. 4

пиритовой прожилково-вкрапленной (штокверковой) минерализацией и совмещённых с ними зон золото-сульфидно-кварцевой жильно-прожилковой минерализации, аналогичных таковым на месторождении Новогоднее-Монто.

По структурно-морфологическим особенностям локализации и минералого-геохимическим характеристикам на рудном поле выделяются три основных типа золотоносных образований (структурно-вещественные типы руд), определяющих промышленную значимость месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское:

- золото-магнетит-сульфидный типа залежей;
- золото-сульфидный прожилково-вкрапленный штокверковый;
- золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый типа минерализованных зон [3, 6, 9 и др.].

Другие прогнозируемые ранее типы руд [3, 6] не получили подтверждения своей значимости при поисково-оценочных работах.

Руды золото-магнетит-сульфидного типа приурочены к скарновым и скарново-магнетитовым залежам в приконтактовой надынтрузивной зоне массива собского комплекса и сопровождающих его дайковых тел. Данный тип руд наиболее широко проявлен на месторождении Новогоднее-Монто, где является определяющим для промышленной значимости объекта (80% запасов золота месторождения, по данным ОАО «Ямалзолото»).

Тела инфильтрационных скарнов месторождения Новогоднее-Монто сформированы на нескольких горизонтах по туфогенно-осадочным породам тоупугольской толщи на контакте с крупным рифовым массивом и линзами известняков (см. рис. 4). Мощность отдельных линз и слоёв скарнов колеблется от первых до десятков метров; имеют в плане неправильные очертания, в разрезе – линзовидную и лентовидную формы. Скарны достаточно однородного и выдержанного состава, представлены пироксен-гранатовыми и пироксен-гранат-эпидотовыми разновидностями. Общий ореол скарнирования на месторождении составляет ~300x400 м в плане.

Завершается формирование скарнов магнетитовой минерализацией. В результате образуются массивные и шлировые магнетитовые тела с вкрапленностью пирита, алюмосиликатов, кальцита, рудных минералов. Мощность скарново-магнетитовых тел первые – десятки (30–

40) метров, протяженность десятки – сотни метров.

С магнетитовыми телами тесно сопряжены участки развития золото-сульфидной минерализации. На основе опробования выделено несколько промышленных рудных тел, залегающих субсогласно весьма сложным контактам карбонатных и алюмосиликатных вулканогенных пород на нескольких сближенных стратиграфических уровнях. Золоторудные тела имеют неправильную форму гнёзд, линз и пластов мощностью от десятков сантиметров до первых метров, а контуры их совпадают с участками повышенной сульфидизации магнетитовых и скарновых тел. Основные рудные тела расположены в центральной и южной частях месторождения на глубинах 60–150 м и приурочены к не выходящей на поверхность субпластовой залежи Магнетитовая, залегающей в кровле массива известняков (см. рис. 4). Залежь представляет собой сложно построенное тело прокварцованных, сульфидизированных сплошных и шлировидных магнетитовых руд. Её размеры в плане составляют (100–350)x(250–280) м. Менее мощные рудные залежи образуют субпластовые и линзовидные тела в вулканогенно-осадочных породах, подстилающих массив известняков, и на контактах с небольшими карбонатными линзами.

Руды характеризуются массивной, брекчиевидной, полосчато-пятнистой и пятнисто-вкрапленной текстурами. Главные рудные минералы – магнетит, пирит, в том числе мышьяковистый и кобальтоносный, кобальтин, халькопирит. Значительно реже встречаются гематит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, марказит. Содержания сульфидов в рудах варьируют от 5–10 до 80–90%. Содержания Au в рудных телах до 18 г/т.

Золото в рудах представлено самородной формой, наиболее часто отмечается в кобальтине и пирите, относительно реже в магнетите, пирротине, хлорите, кварце и совсем редко в халькопирите (рис. 6). По химическому составу выделяется самородное золото двух разновидностей – относительно низкопробное (760–880‰) и высокопробное (900–990‰). Низкопробное, как правило, тесно ассоциирует с халькопиритом и пиритом, откладывается в жильных минералах (кварц, альбит, хлорит). Высокопробное чаще всего отмечается в кобальтине, магнетите (наиболее золотоносен кобальтин) [5].

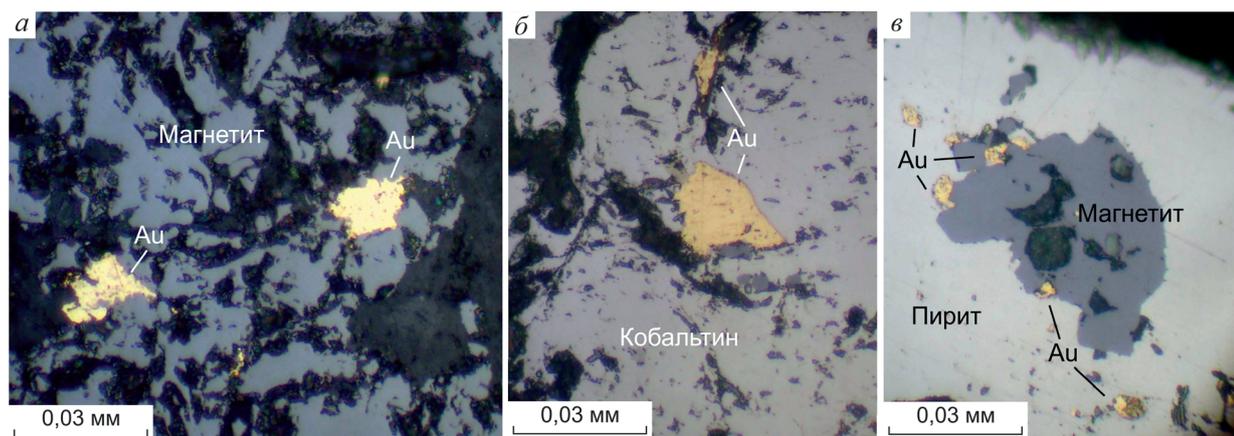


Рис. 6. Самородное золото в сульфидно-магнетитовых скарновых рудах месторождения Новогоднее-Монто (фото С.Г.Кряжева):

в ассоциации с магнетитом (а), с кобальтином (б), с кобальтоносным пиритом и магнетитом (в)

Физико-химическими исследованиями установлено, что главная причина оруденения скарнов – повышение кислотности магматогенных растворов на фоне падения температур от 600–450°C (температуры образования скарнов) до 350°C (температура образования руды). Это приводит к замещению скарновых минералов рудными окислами (магнетитом) и затем сульфидами с золотом. Изотопные исследования показали мантийное происхождение серы и положительные значения $\delta^{34}\text{S}$ золотоносных сульфидов.

На Петропавловском месторождении скарновый процесс проявлен незначительно ввиду крайне ограниченного распространения карбонатных пород. Минерализация в них убогая, вместе с тем, отмечается тенденция увеличения количества магнетита и золотосодержащего кобальтоносного пирита вблизи контактов интрузивных тел диоритов. Доля этих руд в балансе Петропавловского месторождения ничтожна.

Руды золото-сульфидного прожилково-вкрапленного (штокверкового) типа локализованы в хлорит-альбитовых метасоматитах, образованных по вулканогенным и интрузивным породам. Они формируют сближенные зоны неправильной формы, подчиненные экзоконтактам диоритового массива, его апофиз и субвертикальных даек порфировидных диоритов и кварцевых диорит-порфиров. Данный тип руд наиболее проявлен на месторождении Петропавловское.

Ореол распространения метасоматитов хлорит-альбитового и альбитового составов практически соответствует площади Петропавловского месторождения. Они развиты в полосе шириной от 40–50 до 150–200 м, протяженностью 650–700 м в приконтактной области диоритового массива собского комплекса с вулканогенно-осадочными породами тоупугольской толщи (см. рис. 5). Приконтактная часть массива интенсивно тектонизирована, включает многочисленные апофизы диоритового массива и дайки диорит- и кварцевых диорит-порфиров. Метасоматиты образуют линзовидные и овальные пятна шириной до первых десятков метров при протяженности десятки – сотни метров, тяготеющие к контактам апофиз и порфировых даек. Их ориентировка подчинена основным крутопадающим разрывным нарушениям. Альбитизации подверглись все интрузивные и вулканогенные породы месторождения, при этом по интрузивным породам образуются существенно альбитовые разности, по вулканогенным – хлорит-альбитовые.

Золото-сульфидная прожилково-вкрапленная (штокверковая) минерализация тесно сопряжена с хлорит-альбитовыми изменениями, и область её распространения в целом повторяет морфологию тел этих метасоматитов. Таким образом, золоторудная минерализованная зона шириной 50–200 м, протяженностью 650–700 м представляет собой серию слившихся кулис,

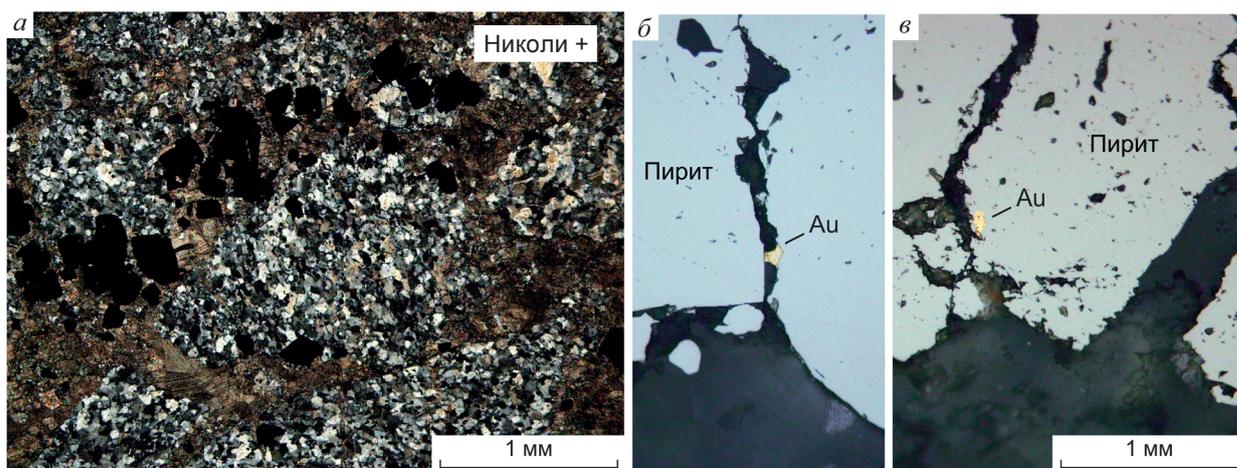


Рис. 7. Самородное золото в сульфидных прожилково-вкрапленных рудах месторождения Петропавловское (фото С.Г.Кряжева):

а – золотоносный пирит-альбитовый метасоматит (николи скрещены); *б, в* – золото в ассоциации с пиритом в пирит-альбитовых метасоматитах

имеет линзовидную в поперечном сечении форму, облекая тела диоритов и порфиритов и проникая в последние на расстояние, как правило, не более первых метров.

Границы рудных тел устанавливаются по данным опробования. Основные промышленные тела тяготеют к центральной (осевой) части минерализованной зоны. Их мощность достигает первых десятков метров, протяжённость по падению – от первых десятков до первых сотен метров. Разобщённые рудные тела образуют «ядро» суммарной мощностью до 100 м, протяжённостью по падению 100–130 м и более. Падение золоторудных тел аналогично падению контактов интрузивных тел (50–70° на восток).

Главный минерал руд и основной носитель золота – пирит. Он образует прожилково-вкрапленную, прожилковую (иногда совместно с жильными минералами – хлоритом, альбитом, кварцем) минерализацию, крупноблочные выделения и неравномерно рассеянную вкрапленность в хлорит-альбитовых и альбитовых метасоматитах. Содержания пирита изменяются от первых до 15–20%, реже до 50%, в среднем составляя 5–10%. Помимо пирита, среди рудных минералов в метасоматитах присутствуют магнетит (~1%), реже отмечаются халькопирит, пирротин.

Золото в пирите самородное, присутствует главным образом в форме субмикроскопиче-

ских выделений в количестве от 5 до 50 г/т, в среднем ~30 г/т. Видимое микроскопически золото наблюдается крайне редко и приурочено к глубоким горизонтам разреза (рис. 7). Пробность золота по данным рентгеноспектрального микроанализа 836–870‰.

Степень золотоносности руд определяется количеством пирита, которое, в свою очередь, зависит от состава метасоматитов: чем более альбитизированы породы и чем меньше в них хлорита, тем интенсивнее прожилково-вкрапленная пиритовая минерализация [9]. Наиболее золотоносны так называемые пирит-альбитовые метасоматиты с долей пирита до 25–35% и более, содержащие >2–3 г/т Au. В хлорит-альбитовых разностях концентрация Au составляет 0,3–1 г/т.

Как показало исследование вторичных газожидких включений – руды образовались из хлоридных растворов с температурой ~380°C, что близко к условиям образования золото-сульфидно-магнетитовых скарновых руд. По изотопному составу серы сульфидная минерализация хлорит-альбитовых метасоматитов Петропавловского месторождения также близка сульфидам скарновых руд месторождения Новогоднее-Монто. Кроме того, золотоносный пирит хлорит-альбитовых метасоматитов содержит изоморфную примесь кобальта, что тоже сближает его с золотоносным пиритом скарновых руд.

Близкие геологические позиции оруденения золото-сульфидно-магнетитового скарнового типа и золото-сульфидного в хлорит-альбитовых метасоматитах месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское, температуры образования, состав минерализации и характеристики золота, по мнению авторов и ряда специалистов ЦНИГРИ, могут свидетельствовать о том, что эти типы руд – образования единого этапа развития рудно-магматической системы Новогодненского рудного поля.

На месторождении Новогоднее-Монто хлорит-альбитовые метасоматиты и ассоциирующая с ними золотоносная минерализация распространены ограниченно и не участвуют в формировании рудных тел.

Руды золото-сульфидно-кварцевого жильно-прожилкового типа образуют малосульфидные кварцевые и кварц-карбонатные прожилки, линзовидные и жильные тела кварца в осевых частях субвертикальных маломощных (до нескольких метров) зон хлорит-карбонат-кварц-серицитовых метасоматитов переменного состава (филлизитов). Данный тип руд проявлен на месторождениях Новогоднее-Монто и Петропавловское.

Рудовмещающие филлизитовые метасоматиты относятся к наиболее поздним гидротермально-метасоматическим преобразованиям. Они накладываются на все предшествующие типы изменённых пород по системам разрывных нарушений различных направлений. Мощность зон филлизитов колеблется от первых до десятков сантиметров при суммарной мощности на участках интенсивной трещиноватости до первых десятков метров, а протяжённость – от первых десятков до сотен метров.

На месторождении Новогоднее-Монто линейные зоны филлизитов локализованы в полосе шириной до 180 м, которая прослежена на 1 км в северо-северо-западном направлении (см. рис. 4). Зоны контролируются крутопадающими кулисно построенными системами трещин, сопровождающимися оперениями, отходящими от основных зон под углами 10–20° в плане. Мощность тел филлизитов варьирует от 1 до 10 м, протяжённость по простиранию 100–600 м, прослежены по падению на глубину >250 м. Наиболее значимые зоны расположены в северной части месторождения, где скарновые и скарно-магнетитовые залежи выклиниваются.

На месторождении Петропавловское зоны филлизитов приурочены, как правило, к зонам развития хлорит-альбитовых и альбитовых метасоматитов. Обилие крутопадающих нарушений на месторождении обуславливает высокую интенсивность филлизитовых преобразований. Мощность отдельных зон изменений варьирует в очень широких пределах, от первых сантиметров до первых десятков метров, а общая ширина ореола изменений этого типа оценивается по разведочным материалам в 350–400 м, протяжённость на поверхности не менее 700–800 м, глубина до 300 м и более.

Минеральный состав и детали зональности зон филлизитов определяются составом исходных пород. Наиболее значительной переработке подвергаются пирокластические породы, наименее – интрузивные. В строении зон филлизитов выделяются, иногда отчётливо, внутренняя кварцево-слюдистая или существенно кварцевая зона, промежуточная – кварцево-слюдисто-карбонатная и внешняя – существенно хлоритовая. Помимо основных минералов филлизитов, в их составе встречается альбит, в тектонической глинке появляются смектиты и цеолиты, в некоторых пробах установлен пиррофиллит.

Соотношение кварца и серицита филлизитовых метасоматитов несколько отличается по объектам. На месторождении Петропавловское весьма широко распространены так называемые кварцевые брекчии – участки окварцевания с обломками в разной степени изменённых пород вплоть до их полного окварцевания, и в целом доля кварца в составе зон филлизитов на месторождении Петропавловское больше (до 75%, в том числе жильный 40%), чем на Новогоднем-Монто, а серицита меньше.

Жильная минерализация филлизитов на месторождениях представлена прожилками, линзами и жилами кварцевого, карбонат-(серицит)-кварцевого составов, которые тяготеют к осевым частям метасоматических зон. Мощность отдельных жил и жильно-прожилковых зон колеблется от первых до десятков сантиметров – первых метров при протяжённости от первых до десятков (реже сотен) метров. Максимальная длина золоторудных зон на месторождении Новогоднее-Монто достигает 400 м (зона Разведочная), при этом длина промышленных рудных тел в них 50–150 м по простиранию при мощности 1,3–2,0 м (до 8–10 м в раздувах).

Наиболее богатые руды отмечаются во внутренних частях тел филлизитов (в кварцевой или кварц-серицитовой зоне). Средние содержания Au в филлизитах месторождения Новогоднее-Монто 2,5–3,7 г/т для рудных тел, выделенных по бортовому содержанию Au 1 г/т, месторождения Петропавловское – 1,0–1,5 г/т.

Сульфидная минерализация составляет в минерализованных зонах не более 10%; на месторождении Петропавловское её количество редко превышает 1–1,5%. Главный рудный минерал – пирит, который приурочен к микротрещинкам в жильном кварце, а также наблюдается в нём в виде гнезд, цепочек, прожилков. Для месторождения Петропавловское также характерен халькопирит. Редкий, но достаточно типичный для этих руд минерал – галенит. Встречаются сфалерит, гематит, арсенопирит.

Самородное золото рассматриваемого типа руд (рис. 8) в виде мельчайших частиц локализовано в пирите, галените, редко в халькопирите, отлагается также в кварце и хлорите. Золото имеет существенную примесь серебра, относительно низкопробно.

По флюидным включениям в жильных минералах (кварце и карбонате) выявлено, что филлизиты сформированы относительно низкотемпературными (270–200°C) щёлочно-кальциево-хлоридными растворами на глубинах ~1 км. Осаждение сульфидов и золота происходит на фоне возрастания щёлочности после отложения основной массы серицита и кварца. Температура образования наиболее поздних карбонат-кварцевых прожилков, пересекающих жильный кварц, 150–165°C. Золотоносный пирит заметно обогащён лёгким изотопом серы, при этом модальные значения $\delta^{34}\text{S}$ пирита обоих месторождений близки, что с учётом других минералого-геохимических характеристик позволяет провести аналогию между сульфидно-кварцевыми рудами объектов.

Среди жильно-прожилковых руд месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское присутствуют так называемые бонанцы – спорадически обнаруживаемые участки с аномально высокими (>100 г/т) концентрациями золота в кварцевых жилах. В составе этой минерализации специалистами ЦНИГРИ установлена золото-теллуридная минеральная ассоциация [5], куда наряду с пиритом и галенитом входят алтаит, петцит, гессит, находящиеся в ассоциации

с самородным золотом (см. рис. 8). Пробность золота колеблется в пределах 830–870‰. Минерализация представлена прожилково-вкрапленными и гнездовыми образованиями, приуроченными к микротрещинам исключительно в кварце. Пирит, ассоциирующий с теллуридными минералами, по изотопному составу серы отличается от пирита филлизитов аномально отрицательными значениями $\delta^{34}\text{S}$. Мощность богатых участков жил 1–2, реже 3–5 м, протяжённость – от первых до первых десятков метров. Масштабы их распространения и доля в балансе месторождений крайне незначительны. На глубинах >150 м от современной поверхности теллуридная минерализация не выявлена.

Кроме того, в пределах месторождения Новогоднее-Монто известны золотоносные зоны прожилкования в габброидах и приконтактовых частях даек монцодиоритов, вероятно, пострудного конгорского комплекса. При этом отсутствуют факты пространственного совмещения промышленных рудных зон с этими интрузивными образованиями. Последние располагаются лишь на слабозолотоносных или безрудных флангах месторождений. Данные обстоятельства, по мнению авторов, указывают на возможный захват и переработку интрузивными телами конгорского комплекса ранее сформированных минерализованных зон и рудных тел.

На основании представленных материалов по геологической позиции, наблюдаемым пространственно-временным соотношениям, составу, изотопным и физико-химическим характеристикам выделенных типов золотых руд Новогодненского рудного поля (таблица) можно утверждать, что они являются продуктами развития единой долгоживущей рудообразующей магматогенно-гидротермальной системы, связанной со становлением собского интрузивного комплекса и развивающейся в две стадии.

На ранней стадии происходит образование известковых скарнов и хлорит-альбитовых метасоматитов, завершающееся формированием на фоне снижения температуры до 380–350°C и повышении кислотности рудоносных растворов, руд золото-сульфидно-магнетитового и золото-сульфидного прожилково-вкрапленного (штокверкового) типов, соответственно.

На поздней стадии сформировались хлорит-кальцит-серицит-кварцевые (филлизитовые)

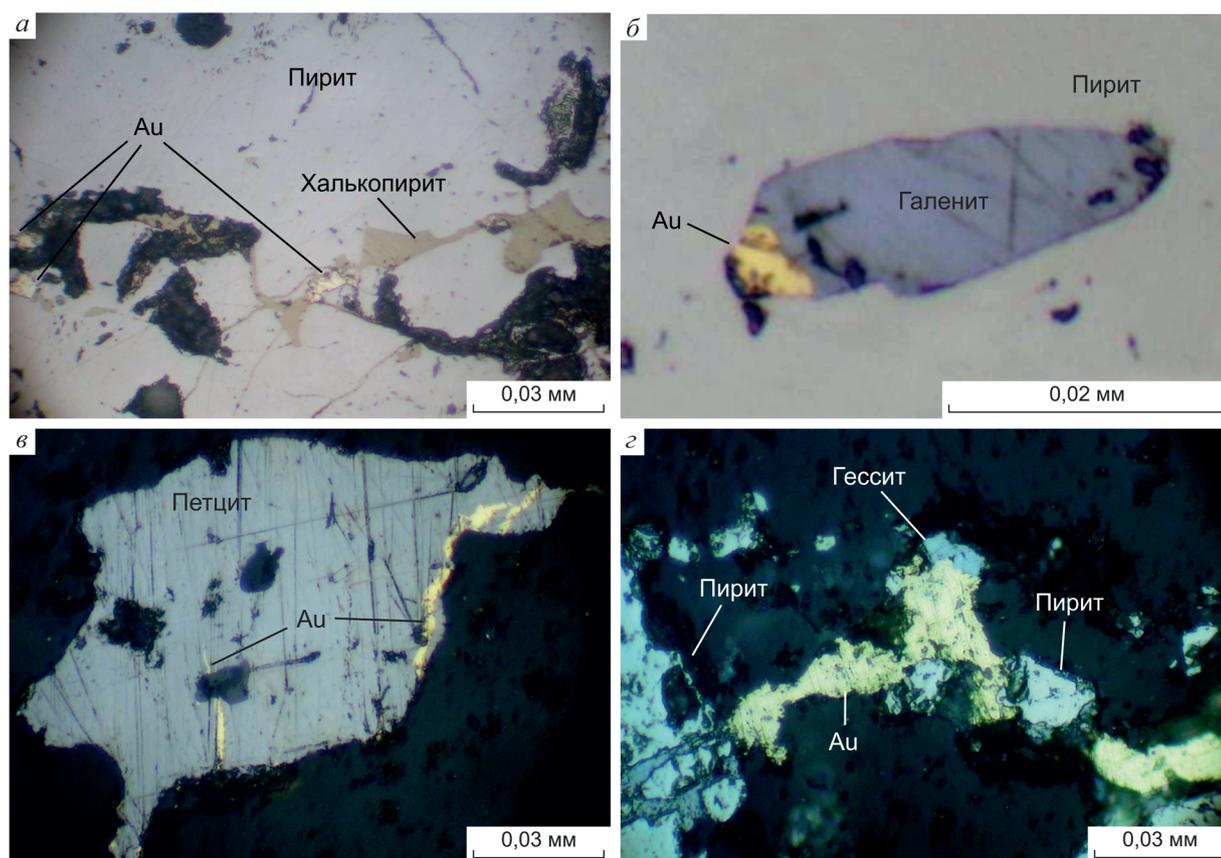


Рис. 8. Низкопробное самородное золото в сульфидно-кварцевых жильно-прожилковых рудах месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское (фото С.Г.Кряжева):

а – в ассоциации с пиритом и халькопиритом; *б* – в ассоциации с пиритом и галенитом; *в, г* – золото-теллуридная ассоциация в жильном кварце

изменения и сопряжённые с ними зоны золото-сульфидно-кварцевых жильно-прожилковых руд, образованных на фоне падения температур в интервале 270–130°C из высококонцентрированных хлоридных растворов на глубинах ~1 км.

Более поздние этапы тектоно-магматической активизации, с которыми связано внедрение габброидов и монцонитоидов конгорского комплекса, долеритов и лампрофиров малоханмейского, усложняли структуру рудного поля и месторождений. Поздние интрузивные тела пересекали ранее возникшие золотоносные образования, в связи с чем могли происходить захват, перенос и переотложение части золота во вновь сформированных метасоматических зонах.

Результаты исследований позволили с учётом критериев соответствия установленным параметрам эталонных месторождений провести

оценку перспективности и разбраковку известных и новых рудопроявлений в пределах Новогодненского рудного поля и Тоупугол-Ханмейшорского узла. Так, к перспективным отнесены рудопроявления Ханмейшорское с золото-сульфидным (штокверковым) типом руд, участков Караченцева, Аномальный и Тоупугольский с золото-сульфидно-магнетитовым скарновым, уч. Карьерный с золото-сульфидно-кварцевым в зонах филлизитов (рудопроявления Ханмейшорское, Аномальное и Тоупугольское расположены в пределах Ханмейшорского рудного поля в западной части рудного узла).

Промышленная значимость объектов Новогодненского рудного поля обеспечивается пространственным совмещением «ранних» и «поздних» типов (что отражает длительность рудного процесса). Кроме того, «поздние» золотоносные зоны, как правило, не являющиеся промышлен-

Характеристика типов руд месторождений Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла

Характеристики	Золото-сульфидно-магнетитовый (скарновый)	Золото-сульфидный (штокверковый)	Золото-сульфидно-кварцевый (жильно-прожилковый)
1. Структурная позиция	Экзоконтактовая область массива диоритов, осложнённая выступами и апофизами; локальные разрывы, зоны трещиноватости рудовмещающей карбонатсодержащей толщи	Интенсивно тектонически дислоцированная экзоконтактовая область массива диоритов, осложнённая выступами и апофизами; пояса даек диорит- и кварцевых диорит-порфиритов	Субвертикальные зоны трещиноватости и расланцевания в вулканогенно-осадочных породах и на контактах даек пёстрого состава
2. Рудовмещающие стратифицированные образования	Вулканогенно-осадочные породы андезито-базальтового состава с крупными рифовыми массивами карбонатных пород	Вулканогенно-осадочные породы с редкими маломощными прослоями и линзами карбонатных пород	
3. Интрузивные образования (рудоконтролирующие и рудовмещающие)	Штокообразный массив диоритов–кварцевых диоритов–тоналитов; дайки диорит-, кварцевых диорит-порфиритов, тоналит-порфиров		Дайки диорит-, кварцевых диорит-порфиритов, тоналит-порфиров; дайки монзонит- и монцодиорит-порфиритов
4. Сопровождающие метасоматические изменения	Биметасоматические известковые скарны; зоны гидратации известковых скарнов с развитием хлорита, эпидота, актинолита, кальцита, кварца	Хлорит-альбитовые и альбитовые метасоматиты	Зоны кварц-кальцит-серичитовых метасоматитов (филлизитов) с кварцевыми прожилками и осевыми жилами
5. Минеральный состав руд	Главные – магнетит, пирит, халькопирит, кобальтин, гематит; второстепенные – пирротин; самородное золото – относительно высокопробное (900–990‰) в ассоциации с кобальтином, относительно низкопробное (760–880‰) – с пиритом; породообразующие и жильные минералы – пироксены, эпидот, гранат, везувиан, хлорит, актинолит, альбит, кварц, карбонаты	Главные – пирит; второстепенные – магнетит, халькопирит, сфен, лейкоксен, рутил; редкие – гематит, пирротин, ильменит, апатит; самородное золото – относительно низкопробное (836-870‰) в ассоциации с пиритом; породообразующие и жильные минералы – хлорит, альбит, кальцит, кварц, эпидот	Главные – пирит; второстепенные – сфен, рутил; редкие – халькопирит, пирротин, галенит, сфалерит, теллуриды, марказит, антимонит; самородное золото – низкопробное (обогащено Ag) в ассоциации с галенитом, пиритом и теллуридами; породообразующие и жильные минералы – кварц, серицит, кальцит, хлорит
6. Изотопный состав серы золотоносных сульфидов, ‰	$\delta^{34}\text{S} +0,5...+2,5$	$\delta^{34}\text{S} 0...+2$	$\delta^{34}\text{S} 0...2$ (до 5‰ в золото-теллуридной ассоциации)
7. Температура формирования, °C	600–450→350	380→300	270→150
8. Морфология рудных тел	Линзовидные и субпластовые залежи, реже – жиллообразные тела	Штокверкоподобные линейные и изометричные прожилково-вкрапленные минерализованные зоны	Линейные жильно-прожилковые минерализованные зоны небольшой мощности
9. Месторождения и проявления в пределах Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла	Новогоднее-Монто; проявления – участки Караченцева, Аномальный, Тоупугольский	Петропавловское; проявления – участки Западный, Ханмейшорский	Новогоднее-Монто и Петропавловское; проявления – участки Западный, Карьерный

ными, могут служить характерным поисковым признаком (особенно на слабоэродированных площадях), указывающим на возможность обнаружения на глубине более богатых и объёмных «ранних» типов руд. Очевидно, что такой подход должен приниматься во внимание при определении направлений дальнейших геологоразведочных работ в пределах северного сектора Ауэрбаховско-Новогодненского ВПП [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев А.В.* Геологическое строение, условия локализации и закономерности формирования золотых руд месторождения Новогоднее-Монто (Полярный Урал) // Геология, полезные ископаемые и геоэкология Северо-Запада России: Мат-лы XVII Молодежной науч. конф., посв. памяти К.О.Кратца. Петрозаводск, 2006. С. 7–9.
2. *Андреев А.В., Мансуров Р.Х.* Новогодненское золоторудное поле (Полярный Урал) // Актуальные проблемы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых: Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. М., 2008. С. 20–23.
3. *Андреев А.В., Черемисин А.А., Перминов И.Г.* Типы золоторудной минерализации на рудном поле месторождения Новогоднее-Монто (Полярный Урал) // Прикладная минералогия в решении проблем прогнозирования, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых: Тез. докл. М., 2001. С. 5.
4. *Григорьев В.В., Мартыанова Е.В.* Полиформационность метасоматитов месторождения Новогоднее-Монто (Ямало-Ненецкий автономный округ) и их отношение к золотому оруденению // Эволюция внутриконтинентальных подвижных поясов: тектоника, магматизм, метаморфизм, седиментогенез, полезные ископаемые: Мат-лы науч. конф. (IX Чтения А.Н.Заварицкого). Екатеринбург, 2003. С. 164–166.
5. *Двуреченская С.С., Кряжев С.Г., Андреев А.В.* Условия формирования золото-скарнового месторождения Новогоднее-Монто по минералого-геохимическим данным // Роль минералогии в познании процессов рудообразования: Мат-лы годичной сессии моск. отд. Росс. минер. об-ва, посв. 110-летию со дня рождения академика А.Г.Бетехтина. М., 2007. С. 139–143.
6. *Золотоносность* рудного поля медно-железоскарнового месторождения Новогоднее-Монто на Полярном Урале / А.А.Черемисин, М.М.Гирфанов, А.М.Гаврилов и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы европейской территории России и Урала: Мат-лы региональной конф. Екатеринбург, 2000. С. 188–190.
7. *Золоторудные* месторождения Новогодненского рудного поля на Полярном Урале / В.А.Людкин, А.В.Толоконников, О.В.Водоватов и др. // Алмазы и благородные металлы Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2006. С. 186–189.
8. *Кениг В.В., Бутаков К.В.* Месторождения рудного золота Новогоднее-Монто и Петропавловское – новый золоторудный район на Полярном Урале // Разведка и охрана недр. 2013. № 11. С. 22–24.
9. *Мансуров Р.Х.* Геолого-структурные условия локализации Петропавловского золоторудного месторождения (Полярный Урал): Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. – М., 2013.
10. *Перспективы* развития минерально-сырьевой базы золота Полярного Урала (ЯНАО) / М.М.Гирфанов, А.В.Андреев, Б.С.Зеликсон и др. // Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений – достижения и перспективы: Тез. докл. науч.-практ. конф. М., 2008. С. 55–56.
11. *Прогнозно-геохимическая* оценка золотоносности Новогодненской перспективной площади на Полярном Урале / А.П.Трофимов, Б.В.Фунтиков, В.А.Людкин и др. // Руды и металлы. 2006. № 4. С. 13–18.
12. *Удортатина О.В., Кузнецов Н.Б.* Собский плагиогранитоидный комплекс Полярного Урала // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2007. Т. 82. Вып. 3. С. 49–59.
13. *Черняев Е.В.* Геология золото-скарнового месторождения Новогоднее-Монто (Полярный Урал, Ямало-Ненецкий автономный округ) // Скарны, их генезис и рудоносность (Fe, Cu, Au, W, Sn...): Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (XI Чтения памяти акад. А.Н.Заварицкого). Екатеринбург, 2005. С. 131–137.

Андреев Антон Вадимович,
старший научный сотрудник
aandreev@tsnigri.ru

Мансуров Ринат Халитович,
кандидат геолого-минералогических наук
mansurov@tsnigri.ru

THE TYPES AND GEOLOGICAL SETTINGS OF GOLD ORE MINERALIZATION IN THE NOVOGODNEE ORE FIELD,
POLAR URALS

A.V.Andreev,
R.Kh.Mansurov

Gold deposits and occurrences of the Novogodnee Ore Field in the Polar Ural Segment of the Auerbakh-Novogonee Volcano-Plutonic Belt (VPB) are composed of three main structural-compositional types of gold ore mineralization. These are the massive gold-magnetite-sulfide, veinlet-disseminated gold-sulfide, and vein-veinlet gold-sulfide-quartz mineralization types, that form, respectively, lenticular lodes, stockwork-like bodies, and linear mineralized zones. The ore mineralization types represent products of successive development of a unified long-lived magmatogenic hydrothermal ore-forming system related to Devonian intrusive magmatism. A distinguishing feature of economically interesting objects of the Novogodnee Ore Field (namely, the Novogodnee-Monto and Petropavlovskoe Ore Deposits) is a spatial coincidence of several of the ore mineralization types, which must be taken into account for a preliminary estimation of discovered and forecasted gold occurrences within the Auerbakh-Novogodnee VPB.

Key words: Volcano-Plutonic Belt (VPB), ore cluster, ore field, ore deposit, ore mineralization type, skarn, metasomatite, native gold, magnetite, pyrite, cobaltine, tellurides, ore-magmatic system.

Подписка в почтовых отделениях
по каталогу «Газеты. Журналы» Агентства «Роспечать»
(индекс 47 218)

Подписка на электронную версию журнала
на сайте Научной Электронной Библиотеки elibrary.ru

Вышедшие номера журнала можно приобрести в редакции:

Адрес: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1

Контактный телефон: 8 (495) 315-28-47. Факс: 315-43-47

E-mail: rudandmet@tsnigri.ru, rudandmet@yandex.ru

Периодичность – 4 номера в год. Цена подписки на год 1200 рублей.