

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОГОДНЕЕ-МОНТО (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Андреев А.В.

ЦНИГРИ, Москва, nms@tsnigri.ru

Месторождение Новогоднее-Монто является в настоящее время первым разведанным и единственным промышленным золоторудным объектом полярноуральской части Ямало-Ненецкого АО. Выявленные условия локализации и закономерности формирования золотых руд этого месторождения позволяет использовать его в качестве эталонного объекта для целенаправленных поисков золота на Полярном Урале.

Руды рассматриваемого месторождения относятся к золото-скарновой субформации золото-сульфидно-кварцевой рудной формации. Они представлены двумя основными структурно-вещественными типами: золото-сульфидно-магнетитовым, локализованным в скарново-магнетитовых залежах и золото-сульфидно-кварцевым, локализованным в зонах пропилитов и кварц-кальцит-серицитовых метасоматитов.

Материал, собранный и обработанный автором совместно с большой группой специалистов ЦНИГРИ (А.Г. Волчков, А.А. Черемисин, М.М. Гирфанов, С.Г. Кряжев, В.П. Новиков, Н.М. Риндзюнская и др.), в том числе, приведенные в тексте результаты минералогических, изотопно-геохимических, физикохимических исследований, определения абсолютного возраста выполненные в ЦНИГРИ, позволяет охарактеризовать геологическое строение, условия локализации и закономерности формирования золотых руд месторождения Новогоднее-Монто. Работы проводились при содействии ОАО «Ямалзолото», ОАО «Ямальская горная компания», ОАО ПУГПП.

Положение месторождения в региональных структурах. Месторождение Новогоднее-Монто локализовано в пределах Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла в северном секторе среднепалеозойского Малоуральского краевого вулканоплутонического пояса (ВПП). Вулкано-плутоническая ассоциация Малоуральского ВПП представлена мощной среднепалеозойской толщей (S_2-D_1) вулканогенно-осадочных пород андезито-базальтового состава, вмещающей линзы рифогенных известняков, и прорывающими ее интрузивными образованиями собского (D_1) габбро-кварцдиорит-тоналитового комплекса.

Тоупугол-Ханмейшорский рудный узел отвечает крупной вулканотектонической депрессии, выполненной вулканогенно-осадочными породами, и ее интрузивному обрамлению, сложенному гранитоидами собского комплекса.

Рассматриваемая тектоно-магматическая структура располагается в области пересечения долгоживущих региональных зон тектонических нарушений продольно- и поперечно-уральского направлений, играющие главную роль в ее локализации и формировании. Первые сопряжены с продольной зоной Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР) и контролируют развитие раннепалеозойской офиолитовой и среднепалеозойской базальт-андезитобазальт-тоналитовой вулканоплутонической ассоциаций. Вторые сопряжены с поперечной зоной Ханмейского глубинного разлома, обуславливают блоковое строение рудного узла и контролируют размещение более поздних магматических образований.

Месторождение Новогоднее-Монто, расположено в юго-восточной части рудного узла в пределах тектонического блока, сформировавшегося в области пересечения региональных зон разрывов восток-северо-восточного и северо-западного простираний. Блок раздроблен нарушениями более высокого порядка и, в целом, представляет собой локальное поднятие (Новогодненский выступ кровли гранитоидов собского комплекса), осложняющее вулканотектоническую депрессию.

Геологическое строение и вещественный состав руд месторождения. Основными вмещающими образованиями золоторудных тел на участке месторождения Новогоднее-Монто являются отложения вулканогенно-осадочной *тоупугольской толщи* (S_2-D_1 tp). В пределах месторождения отложения толщи имеют падение под углами $40-70^\circ$ в юго-восточных румбах и осложнены локальными складками. Разрез тоупугольской толщи в пределах месторождения представлен вулканокластическими породами с линзообразными телами мраморизованных известняков (до 200 м мощности) лагунной и рифовой фаций с фауной позднесилурийского возраста. Известняки не выдержаны по простиранию и фациально замещаются вулканогенно-осадочными отложениями. Верхняя часть разреза представлена переслаиванием вулканогенно-осадочных, вулканокластических и лав андезитобазальтовых и базальтовых порфиритов.

В строении участка месторождения участвуют магматические образования трех комплексов.

К наиболее ранним относятся натровые гранитоиды умеренно-кислого состава *собского габбро-кварцдиорит-тоналитового комплекса* ($D_1 s$). С этим комплексом в районе развития Малоуральского ВПП ассоциирует ряд мелких железорудных месторождений скарнового типа (Рудная Горка 3, Юньягинское и др.). В пределах месторождения Новогоднее-Монто образования собского комплекса занимают значительный объем и представлены роговообманковыми кварцевыми диоритами и тоналитами второй фазы внедрения (Rb/Sr возраст этих пород составляет 400 ± 10 млн. лет (Прямоносков и др., 2004) – D_1) и дайками (мощностью от первых метров до первых десятков метров) третьей фазы – роговообманковые кварцевые диоритовые порфириты, тоналит-

порфиры, плагиогранит-порфиры, преимущественно субширотного (восток-северо-восточного) простирания. Именно с сериями порфировых даек третьей фазы внедрения собского комплекса связывается формирование скарново-магнетитовых залежей и золотого оруденения месторождения Новогоднее-Монто.

К более поздним проявлениям магматизма на месторождении относятся: силлообразный массив и дайки пироксеновых габбро-долеритов *малоханмейского габбро долеритового комплекса* ($D_2 t$) и штоки и дайкообразные тела монцодиоритовых порфиритов *конгорского габбро-монцит-порфиритового комплекса* ($D_3 k$). Rb/Sr возраст монцодиоритовых порфиритов составляет 382 ± 10 млн. лет – D_3 .

К наиболее поздним магматическим телам месторождения относятся *дайки долеритовых порфиритов* ($T?$), пересекающие все стратиграфические, магматические и гидротермально-метасоматические образования, в том числе золоторудные тела. Большинство исследователей эти дайки рассматриваются как продукты позднепалеозойской-раннемезозойской активизации.

Наиболее ранняя группа гидротермально измененных пород, имеющая площадное распространение, представлена *пропилитами* хлорит-альбит-карбонатного состава. Они сформировались за счет преобразования рудовмещающих вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, а также магматических образований собского комплекса. Относительно низкотемпературные площадные метапреобразования обусловлены процессами, сопровождающими общее поднятие «фронта» интрузивных пород при формировании вулcano-плутонической ассоциации.

На месторождении Новогоднее-Монто наиболее широко представлена вторая возрастная группа метасоматитов, сформировавшаяся в связи с воздействием скарнирующих растворов на известняки и карбонатсодержащие породы тоупугольской толщи – тела *известковых скарнов*, сформированные преимущественно минералами пироксен-гранатовой и пироксен-гранат-эпидотовой фаций. Скарны окаймляются ореолом околоскарновых пропилютоподобных метасоматитов отличающихся от описанных выше площадных преобразований отчетливо щелочным характером метасоматоза (содержание Na_2O до 10%). Температура их образования (380°C) соответствует нижней границе условий формирования известковых скарнов и переходу к кварц-полевошпатовым метасоматитам и пропилютам.

Процесс скарнообразования завершается формированием *золото-сульфидно-магнетитовых руд*, определяющих промышленную значимость месторождения.

Основными золотосодержащими минералами в золото-сульфидно-магнетитовых телах на месторождении Новогоднее-Монто являются кобальтсодержащий пирит и кобальтин – характерные минералы высокотемпературного оруденения скарного типа (температура образования сульфидов выше $350\text{--}400^\circ\text{C}$). Золото в рудах высокопробное и относительно низкопробное; последнее тяготеет к периферии рудных тел, что, отражает зональность их строения. Содержания золота в рудных телах составляют от 7,6 г/т до 18 г/т. Отношение Au/Ag 10:100. Золото-сульфидно-магнетитовые руды и золотосодержащие скарны характеризуются следующим набором ассоциирующих с золотом типоморфных элементов: Co, As, Cu, Ag, V, Ti.

Золотоносные образования заключительной стадии формирования месторождения представлены *кварц-кальцит-серицитовыми метасоматитами* различной интенсивности вмещающими маломощные невыдержанные линзовидные и жильно-прожилковые кварцевые тела с *золото-сульфидной* (сульфидов не более 5%) минерализацией. На месторождении зоны метасоматитов этого типа локализованы в полосе шириной до 180 м, которая прослежена на 1 км вкост простирания пород тоупугольской толщи. Падение зон и оперяющих трещин преимущественно крутое восток-северо-восточное. Мощность тел метасоматитов варьирует от 1 до 10 м, протяженность по простиранию от 100 до 400 м. Метасоматиты прослежены по падению на глубину свыше 250 м. Субмеридиональные зоны в северной и южной частях месторождения пересекаются и ограничиваются субширотными разрывами. Промышленные рудные тела в зонах метасоматитов крайне невыдержаны, достигают 50–150 м по простиранию при мощности 1,3–2,0 м. Содержания золота варьируют от долей г/т до десятков г/т, составляя в среднем 2,5–3,7 г/т.

Исследования показали, что сопряженная с кварц-кальцит-серицитовым метасоматозом продуктивная золото-сульфидно-кварцевая минерализация сформировалась в интервале от 270°C (основное количество кварца) до $210 \pm 10^\circ\text{C}$ (кальцит). Rb/Sr возраст кварц-кальцит-серицитовых метасоматитов, определенный в ЦНИГРИ, составляет 360 ± 1 млн. лет.

На завершающей стадии рудообразующего процесса в относительно низкотемпературных условиях (130°C) сформировались *бонанцевые руды* золото-теллурического состава (содержания Au сотни г/т), локализованные в кварцевых жилах. Золото в ассоциации с теллуридами низкопробное, отношение Au/Ag в рудах около 0,5. Теллуриды представлены алтаитом, петцитом и гесситом. По геохимическому спектру бонанцевые руды существенно не отличаются от основной массы прожилково-вкрапленного оруденения.

Элементы геолого-генетической модели формирования руд месторождения. Формирование золоторудной минерализации месторождения Новогоднее-Монто определяется развитием полиформационного гидротермально-метасоматического процесса скарно-пропилит-кварц-кальцит-серицитового типа, парагенетически связанного с эволюционным развитием долгоживущей магматогенно-гидротермальной системы среднепалеозойского ВПП. В отличие от других рудообразующих систем, для которых характерно

формирование рудных тел на заключительном этапе развития в связи с кислотным метасоматозом, промышленные залежи золото-магнетит-сульфидных руд были образованы здесь уже на ранней высокотемпературной стадии в период скарнообразования. С учетом этой особенности, известковые скарны рассматриваются в качестве одного из главных элементов модели рудообразования.

Проявление кислотного метасоматоза, формирование кварц-кальцит-серицитовых метасоматитов и сопряженной с ними золото-кварц-сульфидной минерализации рассматривается как следующий элемент развития рудообразующей системы. Временная близость процессов кварц-кальцит-серицитового метасоматоза и формирования даек «пестрого» состава – характерная черта многих золоторудных месторождений. В заключительный период рудообразующего процесса в золото-сульфидно-кварцевых жилах сформировалась низкотемпературная золото-теллуридная минерализация бонанцевых руд.

В качестве *области генерации* рудоносных образований рассматривается глубинный (вероятно, мантийный) магматический очаг, на что указывают изотопные характеристики основной группы магматических образований месторождения. Только в формировании ранних фаз собских гранитоидов предполагается участие корового вещества. Источник серы, согласно изотопным данным – мантийный; с глубинным источником также связан привнос основной массы золота и калия.

Транзит магматического и рудного вещества осуществлялся по системам крутопадающих региональных разрывов, что предопределило формирование в области их пересечения локальной рудоносной тектоно-магматической структуры. Магматиты и рудные образования рассматриваются как производные единой долгоживущей рудно-магматической системы, стадийность становления которой нашла отражение и в формировании золоторудных образований.

Локализация золотого оруденения контролировалась системой крутопадающих разрывов высоких порядков (сопряженных с региональными нарушениями), в сочетании с пологопадающими тектоническими зонами, при существенном значении состава рудовмещающих толщ. Последнее наиболее характерно для золото-сульфидно-магнетитовых рудных тел. Горизонты карбонат-содержащих пород и тела известняков имели принципиальное значение в формировании и локализации этой группы золотоносных образований. В локализации золото-сульфидно-кварцевых жил и жильно-прожилковых зон главную роль играли системы крутопадающих разрывов север-северо-западного – субмеридионального простирания.

В формировании золотой минерализации месторождения Новогоднее-Монто выделяется два основных этапа.

1) Золото-магнетит-сульфидные руды сформировались на поздней стадии образования известковых скарнов, характеризующейся повышением кислотности растворов, на фоне снижения температуры (от 600–550° до 350°). Изменение состава растворов привело к замещению скарновых минералов магнетитом, а затем сульфидами с золотом.

2) Золотоносные образования, представленные кварц-кальцит-серицитовыми метасоматитами, вмещающими золото-сульфидно-кварцевые жилы и жильно-прожилковые зоны, сформировались на заключительной стадии становления рудно-магматической системы в температурном интервале 270–210° из высококонцентрированных хлоридных растворов, в связи с возрастанием их окислительного потенциала. Температура образования золото-теллуридной ассоциации, завершающей формирование золотоносных образований этой группы, составляло 130°.

ОСОБЕННОСТИ СУБДУКЦИИ ПРИ ВСТРЕЧНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНДО-АВСТРАЛИЙСКОЙ И ЕВРАЗИЙСКОЙ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

Антипов А.А., Гайнанов А.Г.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, yapetus@yandex.ru

Субдукционные зоны продолжают вызывать особый интерес у представителей науки о Земле. Это частично связано с катастрофическими природными явлениями, такими как землетрясения, цунами и вулканизм островных дуг. В то же время, данные конвергентные границы служат конечным членом глобального цикла, а также индикатором внутренней динамики Земли. С одной стороны, здесь происходят погружение и дальнейшее переплавление сформировавшейся океанической литосферы, с другой стороны, аккреционные призмы и магматизм участвуют в образовании континентальной литосферы.

Зондская зона субдукции (ЗЗС) – конвергентная граница, отражающая процессы взаимодействия при встречном движении Индо-Австралийской и Евразийской литосферных плит (рис. 1). Данное сопряжение проходит вдоль Андаманских и Никобарских островов, а также о. Суматра и о. Ява. Упомянутая субдукционная система является активной с середины третичного периода, о чём свидетельствуют датировки протянувшихся вдоль конвергентной границы вулканов (Hamilton, 1979).

По характеру взаимодействующих участков литосферы Зондская зона субдукции относится к тектонической категории окраинно-материковых зон. Для континентального крыла Зондской зоны субдукции не-