

УДК 549.324.31:553.41

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ КРИТЕРИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО И ВОЛЛАСТОНИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ СИНЮХИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

С.А. Коротких, В.Г. Ворошилов*

ООО «Тардан Голд», г. Кызыл

E-mail: ksan8@mail.ru

*Томский политехнический университет

*E-mail: v_g_v@tpu.ru

На основе анализа геологических данных и структурных построений предложен механизм формирования рудовмещающей толщи и структуры Синюхинского рудного поля (Горный Алтай). Выделены и охарактеризованы основные типы золоторудных тел. Предложены геолого-структурные критерии прогнозирования золотого оруденения и волластонитового сырья.

Ключевые слова:

Золото, волластонит, рифоидный массив, карбонатная седиментация, структурные условия рудоотложения, критерии прогнозирования оруденения.

Key words:

Gold, wollastonite, reef massive, sedimentation of limestone, structural conditions of the ore deposition, criterion of predicting the ores.

Введение

Синюхинское рудное поле расположено в пограничной зоне крупных тектонических элементов Горного Алтая: Уймено-Лебедской и Бийско-Катунской структурно-формационных зон, в надинтрузивной позиции относительно целого ряда полихронных гранитоидных плутонов [1]. Добыча рудного золота на месторождении ведется свыше 50 лет, но вплоть до настоящего времени разработка универсальных критериев золотоносности, определяющих стратегию, направления и последовательность постановки геологоразведочных работ в Синюхинском рудном поле, является актуальной задачей. Наличие в пределах рудного поля промышленных залежей волластонитового сырья также нуждается в разработке собственных критериев локализации.

Геолого-структурная позиция оруденения

Стратифицированный разрез рудного поля представлен рудовмещающей осадочно-вулканогенной усинской свитой (С₂us). Её особенностью является крайне невыдержанная мощность (1...300 м) мраморизованных известняков, с резким выклиниванием мощных пластов на протяжении нескольких десятков метров по простиранию. Авторы придерживаются точки зрения о рифогенном происхождении карбонатных образований рудного поля [2]. Кратко процессы седиментации в пределах Синюхинского рудного поля могут быть отражены следующими положениями:

1. Процесс формирования усинской свиты являлся по своей сути *дискретно-непрерывным*, поскольку перманентный рост органогенных карбонатных построек регулярно прерывался циклами вулканических извержений.
2. Осадкообразование и вулканизм сопровождались конседиментационной тектоникой и кальдерообразованием. К проявлениям такого рода тектоники мы относим древние разломы северо-

ро-западного и субширотного простираний. Они интерпретируются нами как гравитационные сбросы-срывы, возникающие при проседании блоков, компенсирующем отток магмы из глубинных магматических камер. По плоскостям сместителей происходило гравитационное проскальзывание крупных тектонических блоков-пластин, что приводило к дальнейшему усложнению процесса вулканогенно-осадочной седиментации.

3. Результатом интенсивного прогрева толщ и давления со стороны внедряющегося Синюхинского массива гранодиоритов было образование разнообразных пликативных структур месторождения.
4. Наиболее поздними перемещениями по нарушениям субмеридионально-северо-восточной ориентировки стратифицированные толщи дополнительно сдвинуты и разобщены между собой.

Синюхинское рудное поле является сохранившимся от денудации северо-западным сегментом крупного купольного поднятия – вулканоплутонического комплекса, магматической камерой которого являлся Саракокшинский массив плагиогранитов. Это объясняет концентрический характер расположения в плане основных стратифицированных единиц вулканогенно-осадочного разреза, а радиусы кривизны дуг карбонатных прослоев указывают на то, что центр сденудированного вулкано-купольного поднятия находился немного восточнее слияния рек Ынырги и Саракокши.

Складчатая структура района месторождения расшифровывается с трудом, что обусловлено отсутствием надёжных маркирующих горизонтов, высокой насыщенностью пород дайками, сложной разрывной тектоникой, большой мощностью коры выветривания.

Достоверно выявлено общее достаточно пологое (20...30°) моноклиальное падение пород в се-

веро-западном направлении, осложненное пликативными структурами, связанными с внедрением гранитоидов синюхинского комплекса. На контакте с интрузивным массивом, являющимся на сегодняшний день северной границей рудного поля, установлен флексурный перегиб моноклиальной толщи по падению, после чего пласты приобретают крутое (до 60...70°) падение в северных и северо-восточных румбах. Зона прямого динамического воздействия интрузива прослеживается вдоль его контакта на протяжении 6 км. Вертикальная амплитуда флексуры не установлена, скважинами она прослежена до глубин 700...800 м. Вдоль перегиба пластов закартирована серия дополнительных малоамплитудных (30...50 м) линейных складок с осями, субпараллельными контакту Синюхинского массива [2]. Роль этих складок в размещении оруденения чрезвычайно велика и выражена в приуроченности к ним основных рудных участков: Первого Рудного, Западного, Надежды, Фаифановского, Западно-Фаифановского, Полушахтного, Нижнего.

Мелкие штоки и субпластовые интрузии гранитоидов сопровождаются куполовидными штамповыми складками поперечного изгиба, одна из которых находится южнее участка Ыныргинского, окаймляя выход гранодиоритов горы Высокой, вторая – контролирует золото-скарновое оруденение участка Тушкенек. К блокированной складке, преобразованной впоследствии в грабеноподобную структуру, приурочены золоторудные тела участка Ыныргинского.

Дизъюнктивные структуры в размещении оруденения играли не менее важную роль, чем пликативные, поэтому изучению разрывной тектоники в рудном поле уделили очень серьезное внимание многие исследователи [1–5]. Главной особенностью современного тектонического рисунка рудного поля является его клавишно-блоковый характер. В плане это выражено серией субпараллельных блоков-пластин, разделённых тектоническими нарушениями субмеридиально-северо-восточной ориентировки. Блоки неравномерно подняты и опущены (а также сдвинуты) друг относительно друга по дизъюнктивам. Результирующая кинематика движений блоков определяется направлением падений сместителей разделяющих разломов. Клиновидные в поперечном сечении блоки, ограниченные сходящимися на глубину нарушениями, имеют выраженную тенденцию к воздыманию. Блоки, ограниченные расходящимися на глубину нарушениями, наиболее опущены (тектонически вдавлены).

К настоящему времени в рудном поле закартировано 8 основных направлений тектонических нарушений и до 13-и систем мелкой трещиноватости [2]. Роль тектонических нарушений в локализации оруденения может быть охарактеризована следующими положениями:

1. В масштабе рудного поля наиболее крупные разломы субмеридиального (до север-северо-

восточного) простирания играют рудоконтролирующую роль с локализацией вдоль них наиболее крупных рудных тел. Данными нарушениями также контролируются пучки даек кислого и среднего состава.

2. Роль рудораспределяющих и одновременно рудовмещающих структур выполняют древние нарушения субширотной (до северо-западной) ориентировки типа Ыныргинской структуры и Сквозного разлома, выраженные в виде коротких отрезков и зон сгущения трещин данного направления. Нарушения трассируются вкрапленностью сульфидов и рассеянным оруденением, большей частью непромышленным, но образующим промышленные участки и рудные тела на сопряжениях с вышеописанными разломами субмеридиальной и север-северо-восточной ориентировки.

3. Особо следует отметить послонные нарушения, вдоль которых локализуются скарны волластонит-гранатового состава. Пологие и субгоризонтальные дизъюнктивы определяют наличие вертикальной яркости оруденения, являя собой зоны латерального растекания растворов, с локализацией наиболее богатых золоторудных тел в структурах отслоения антиклинального типа.

В целом, рудоконтролирующая роль крупных субмеридиальных разломов с максимальными амплитудами смещений сводилась к *активизации* приближенных к плоскостям данных разломов мелких нарушений и трещиноватости различных направлений. Сопряжения активизированных трещин различных направлений в зонах динамического воздействия субмеридиальных разломов, при наличии мощных даек средне-кислого состава (как основных теплопроводников), обеспечивали формирование и устойчивое существование во времени гидротермальных потоков, ответственных за локализацию промышленных рудных тел.

В пределах рудного поля, расположенного в зоне контакта гранитоидов с вулканогенно-осадочной толщей, широко распространены различные по составу и характеру проявления метасоматические образования, главными из которых являются известковые скарны, пропициты и березиты с золото-сульфидным оруденением.

Самостоятельный практический интерес представляют волластонитовые разности известковых скарнов, являющиеся ценным минеральным сырьем. Во многих случаях волластонитовые скарны гидротермально изменены, перекристаллизованы и несут наложенную сульфидную минерализацию с профилирующим медно-золотым оруденением.

По морфологическим особенностям можно выделить 2 типа волластонитовых залежей. Первые формируются на участках сопряжения крутопадающих разломов северо-западного направления с полого залегающими пластами известняков. Для скарновых тел такого типа в разрезе характерна

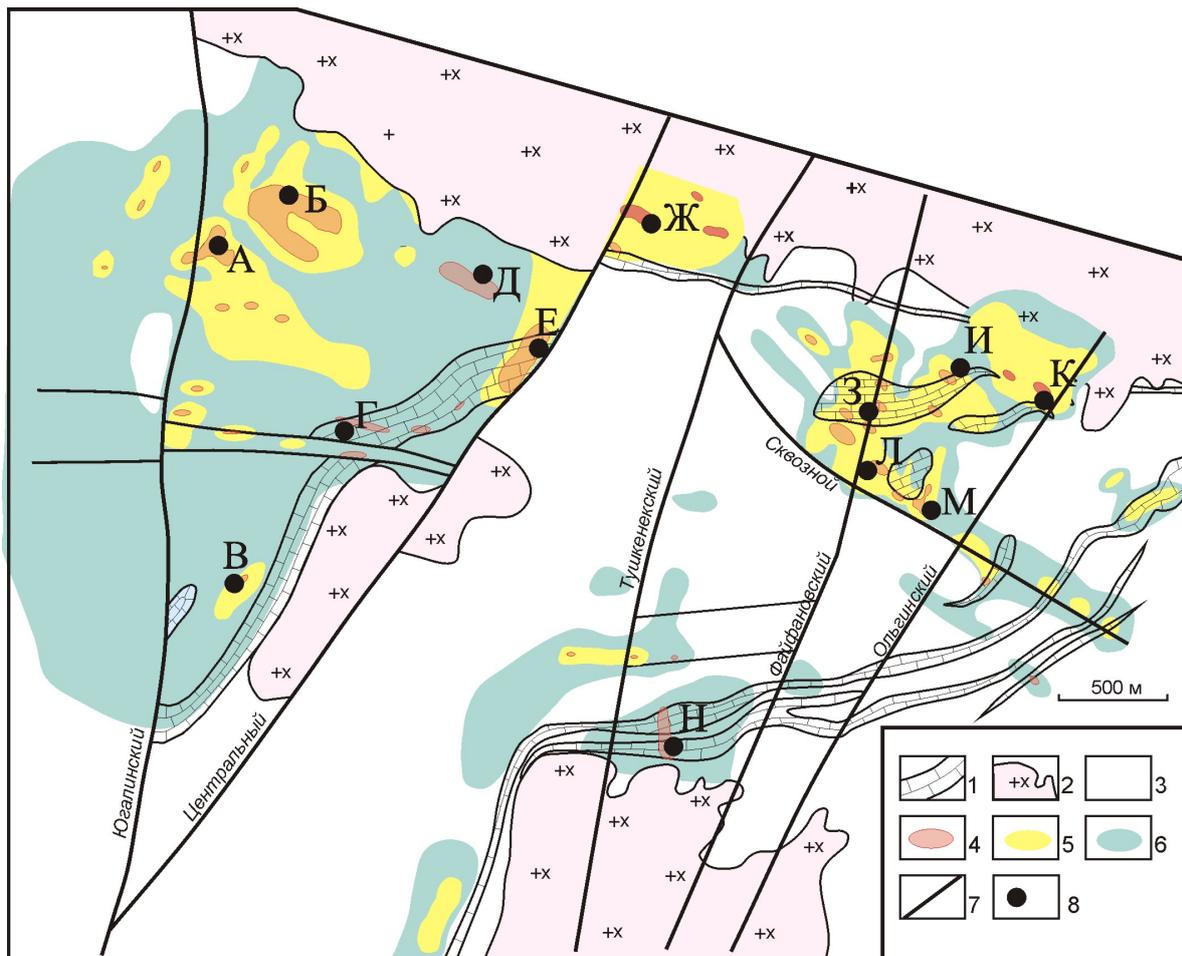


Рис. 1. Размещение скарновых парагенезисов в пределах Синюхинского рудного поля (в проекции на дневную поверхность): 1) маркирующие горизонты известняков; 2) гранитоиды синюхинского комплекса; 3) вулканогенные породы; области развития скарнов: 4) волластонитовых; 5) существенно гранатовых; 6) пироксеновых и гранат-пироксеновых; 7) основные разрывные нарушения; 8) рудные участки: А – Надежда; Б – Западный; В – Южный; Г – Ыныргинский; Д – Юбилейный; Е – Первый Рудный; Ж – Рудная Сопка; З – Западно-Файфановский; И – Полушахтный; К – Нижний; Л – Файфановский; М – Новый; Н – Тушкенекский

седловидная форма, они обладают значительной мощностью, но сравнительно небольшими размерами в плане.

Залежи волластонита второго типа приурочены к структурам отслоения в замках субширотных антиклиналей и распространяются вдоль приконтактового флексурного перегиба на значительные площади, что предопределяет их стратиформный характер. К залежам второго типа могут быть отнесены скарновые тела существенно волластонитового состава Западного, Юбилейного, Полушахтного и Нижнего участков. Тела 1-го типа наиболее благоприятны для наложенного скарново-золотого оруденения, в телах 2-го типа золото-сульфидная минерализация встречается реже и качество волластонита здесь выше. Поэтому залежи 2-го типа, учитывая их площадное распространение, рассматриваются нами как основной источник прироста запасов волластонитового сырья (рис. 1).

В пределах рудного поля могут быть выделены следующие типы золотого оруденения: золото-скарновое, золото-магнетитовое, сульфидизированных метасоматитов пропилитовой формации, золото-кварцево-штокверковое.

Золото-скарновое оруденение. Является основным для рудного поля, так как скарны с наложенным золото-сульфидным оруденением определяют наиболее экономичный тип руд с относительно лёгкой обогатимостью и высокими содержаниями золота.

Закономерности размещения и морфология скарново-рудных тел обусловлены стратиграфическими, литологическими, магматическими и, в первую очередь, структурными особенностями строения рудного поля. Можно выделить следующие структурно-морфологические типы рудных тел, изображенные на рис. 2: 1) седловидные стратиформные; 2) субпластовые стратиформные; 3) блоковые крутого падения; 4) жилообразные крутого падения; 5) гнездообразные.

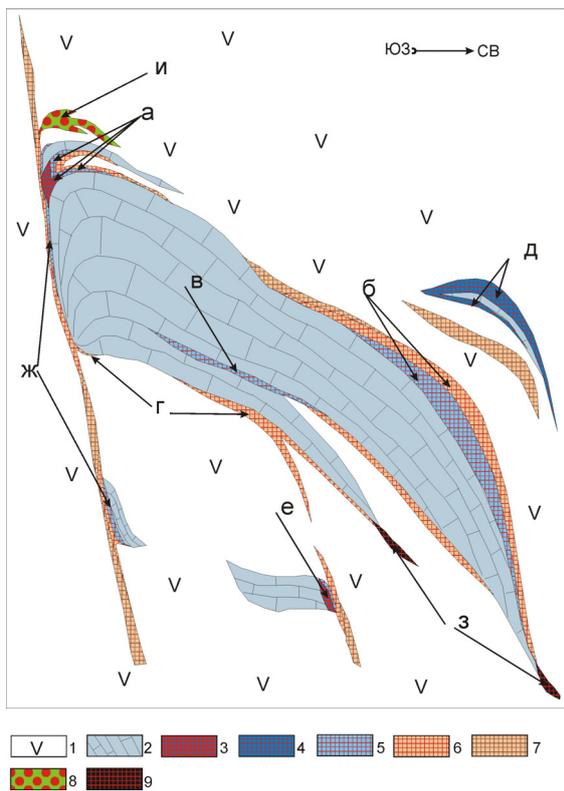


Рис. 2. Основные типы золоторудных тел Синохинского рудного поля: 1 – вулканогенные породы; 2 – мраморизованные известняки; 3 – высокозолотоносные пироксен-гранат-волластонитовые скарны; 4 – слабо и умеренно золотоносные волластонитовые скарны; 5 – золотоносные волластонит-гранатовые скарны; 6 – слабо и умеренно золотоносные пироксен-гранатовые скарны; 7 – безрудные скарны; 8 – золотоносные метасоматиты; 9 – золотоносные метасоматиты. Типы золоторудных тел и залежей: а) седловидные; б) прикровельные; в) внутрипластовые; г) приподошвенные; д) залежи по маломощным прослоям известняков; е) блоковые тела; ж) жиллоподобные тела; з) магнетитовые залежи; и) золотоносные метасоматиты

Седловидные стратиформные скарново-рудные тела (Файфановский участок). Главная особенность их локализации – приуроченность к зонам разломов северо-западного и субширотного направлений. Второе условие – наличие структурно-стратиграфического контроля оруденения в форме резких переходов крутых южных и юго-западных границ карбонатных массивов в пологие кровли этих же массивов. Дайки средне-кислого, реже основного, состава и зоны их сгущения субмеридионального простирания контролируют участки локального обогащения скарново-рудных залежей.

Субпластовые стратиформные скарново-рудные тела. Могут быть дополнительно подразделены на: а) прикровельные; б) внутрипластовые; в) приподошвенные и г) стратиформные залежи по маломощным прослоям известняков.

а) прикровельные тела и залежи (Западно-Файфановский и Первый Рудный участки), в отличие от предыдущей группы, характеризуются площад-

ным типом распространения оруденения (рис. 2). Состав скарнов существенно гранатовый, с незначительной примесью волластонита (10...30 %). Рудные столбы обычно приурочены к участкам резких перегибов кровли пласта известняков, на переходах от крутых залеганий к более пологим, а также при пересечениях таких перегибов дайками средне-кислого состава.

б) **внутрипластовые** тела (Первый Рудный участок). Локализация стратиформных залежей определяется наличием среди мощных пластов известняков силикатных вулканогенных прослоев, среди которых наиболее благоприятны прослои пироклаستي. В локальном плане наложение золотосульфидного оруденения на скарны и скарнированные известняки определяется зонами тектонического воздействия субмеридиональных нарушений.

в) **приподошвенные** залежи (Первый Рудный участок). Оруденение в виде обширных по площади залежей отличается в целом невысокой интенсивностью, гранатовым составом скарнов, присутствием магнетита. Перспективы локализации руд резко возрастают при наличии мелких антиклинальных складок.

г) **стратиформные залежи по маломощным прослоям известняков** (Западный участок, Надежда, Рудная Сопка, Юбилейный). Главная особенность структурной позиции рудных тел – нахождение либо в зоне прямого термодинамического воздействия Синохинской интрузии гранодиоритов, либо в непосредственной близости от нее.

Блоковые скарново-рудные тела крутого падения. Имеют ограниченное распространение, отмечены лишь в пределах Нового участка. Рудные тела имеют форму грубоизометричных блоков протяженностью до первых десятков метров, ограниченных по простиранию дайками. Контролируются крутыми ограничениями карбонатных пластов «сквозного» типа.

Жилообразные скарново-рудные тела крутого падения. Среди них можно выделить крутопадающие тела вдоль зон разломов северо-западного простирания «сквозного» типа, жилообразные тела вдоль крутых ограничений крупных карбонатных массивов и крутопадающие жило-линзообразные тела вдоль тектонических нарушений субмеридиональной ориентировки.

Крутопадающие жилообразные тела вдоль зон разломов «сквозного» типа отвечают понятию «минерализованные зоны» и должны быть оценены по соответствующей методике. С данным типом рудных тел мы связываем основные перспективы прироста запасов бедных руд в виде крупнообъемного оруденения и месторождений типа кор выветривания.

Жилообразные тела вдоль крутых ограничений крупных карбонатных массивов, в отличие от рудных тел предыдущей группы, развивались не только в разломах, но захватывали и крутые контакты крупных карбонатных массивов, причленённых к зонам таких разломов.

Крутопадающие жилы-линзообразные тела вдоль тектонических нарушений субмеридиональной ориентировки наиболее широко представлены на Первом Рудном участке, где они контролируются зоной Центрального разлома и системой оперяющих его нарушений.

Гнездообразные скарново-рудные тела имеют небольшие размеры (до первых десятков метров) при очень сложной морфологии. В пределах восточной части рудного поля мелкие золотоскарновые тела наиболее распространены в пределах Нижнего и Полушахтного участков. Геологическое изучение и обработка золоторудных тел здесь могут быть совмещены с работами, ориентированными на волластонитовое сырьё.

Золото-магнетитовое оруденение. (Западно-Файфановский, Первый Рудный участки). Вследствие невысокой золотоносности (2...5 г/т) данный тип руд остаётся малоизученным. Отмечается приуроченность к выклиниваниям карбонатных прослоев и массивов, а также преимущественная локализация на участках развития приподошвенных золотоскарновых залежей. Форма залежей — линзообразные тела, реже субпластовые образования и гнездообразные тела сложной морфологии среди массивов магнетитовых руд.

Оруденение сульфидизированных метасоматитов пропилитовой формации. Сюда относятся кварцево-эпидотовые тела с наложенной золото-сульфидной минерализацией. Большая часть известных пересечений и проявлений обладает незначительным масштабом. Основные перспективы связываются с золотоносностью минерализованных зон северо-западного направления с предполагаемым сульфидно-вкрапленным крупнообъёмным типом оруденения.

Золото-кварцево-штокверковое оруденение наиболее изучено на участке Черёмуховая Сопка (500 м южнее участка Новый). Рудовмещающие вулканы полого падают здесь на северо-запад и прорваны дайками разнообразного состава мощностью 5...20 м. Оруденение представлено вытянутым в субмеридиональном направлении штокверком из разноориентированных прожилков кварцевого, кальцитового, реже калишпат-кварц-карбонатного состава. В его пределах выделяются обогащённые золотом участки, тяготеющие к дайкам средне-кислого состава.

Прогнозно-поисковые критерии

По совокупным данным можно выделить следующие основные критерии поисков волластонитового сырья и золоторудных тел: *стратиграфические, литологические, магматические, структурные*. Намечается определённое сходство критериев локализации волластонитовых залежей и золотого оруденения. Это объясняется унаследованностью во времени и пространстве основных направлений тепло-массопотоков, в том числе, рудогенерирующих.

Стратиграфические критерии. Благоприятными для локализации золото-медно-скарнового оруденения и волластонитового сырья являются отложе-

ния усинской свиты среднего кембрия, что обусловлено благоприятным для скарнирования чередованием в составе свиты карбонатных и вулканогенных пород. В вышележащих терригенных толщах оруденение не установлено, но возможно выявление жильной кварцево-золото-сульфидной минерализации.

Литологические критерии. Необходимое условие локализации волластонитовых залежей — контакты карбонатных и силикатных (вулканогенных пород). Наиболее предпочтительны контакты известняков и туфов. На контактах с плотными андезитами возникают лишь маломощные (доли метра) прослои и линзы волластонита. Наиболее мощные залежи образуются на участках «загрязнения» известняков силикатным материалом. Это могло происходить как при выбросах пирокластики и выпадении её на поверхность известняков, так и при разрушении карбонатных построек с образованием обломочных шлейфов смешанного состава вдоль тектонических уступов. При этом существовали оптимальные пропорции в соотношении силикатной и карбонатной составляющих субстрата, необходимые для образования волластонитовых скарнов. При нарушении этих пропорций процесс скарнирования происходил либо не полностью, либо формировались существенно гранатовые скарны.

Максимальными содержаниями золота обладают гранат-пироксен-волластонитовые, гранат-волластонитовые и волластонит-гранатовые разности (сотни г/т ... первые кг/т). Это первый тип скарновых залежей, где наличие значительной примеси волластонита является весьма благоприятным признаком. В то же время существенно волластонитовые разности скарнов (второй тип залежей), обычно крупнокристаллические и мало изменённые гидротермально, могут быть слабо золотоносными и даже «стерильными» на золото (но перспективными на волластонитовое сырьё).

Светлоокрашенные (маложелезистые) разности существенно гранатовых и пироксен-гранатовых скарнов, развитые по известнякам и осадочно-вулканогенным породам, не содержащие волластонита, также могут иметь достаточно высокую золотоносность (многие десятки и сотни г/т). В тёмных (высокожелезистых) разностях гранатовых скарнов золотоносность резко понижена. Повышенные содержания золота (до первых г/т) встречаются только на участках сульфидной (обычно халькопиритовой) минерализации.

Золотоносность магнетитовых скарнов обычно невелика (1...10 г/т) и ограничивается участками их локальной перекристаллизации и гидротермальной переработки.

Характер золотоносности пропилитоподобных метасоматитов определяется интенсивностью наложенной медно-сульфидной минерализации (борнит, халькозин, халькопирит). Дисперсия содержания золота очень высокая.

Штокверковая золотоносная минерализация накладывается на предварительно пропилитизиро-

ванные вулканы. Содержания золота невысокие, до первых г/т, дисперсия их также невелика.

Собственно жильный тип оруденения в пределах рудного поля наименее изучен. Среди вулканитов кварцевые жилы распространены незначительно, локализуясь в виде слабопротяжённых и прерывистых линзообразных тел по зоне Сквозного разлома, либо вдоль контактов даек средне-кислого состава. Наибольшее распространение жилы кварца имеют в пределах гранодиоритового массива. Золотоносность их слабая, обычно не превышает первых г/т. Мощность жил достигает первых метров, сопровождаясь зонами околожилных изменений березитоподобного типа. Повышенную золотоносность (до первых г/т) имеют также мощные дайки средне-кислого состава.

Магматические критерии. В масштабе рудного поля определяются термальным воздействием Синюхинского гранодиоритового массива. В зоне прямого термодинамического влияния интрузии, охватывающей полосу шириной 400 м вдоль контакта массива, расположены все волластонитовые залежи 2 типа участков Западного, Юбилейного, Рудной Сопки, Нижнего и Полушахтного. Установлена также пространственная взаимосвязь компактных раздувов оруденелых гранат-волластонитовых скарнов с крупными и протяжёнными дайками средне-кислого состава. Связь парагенетическая: дайки служили проводниками глубинного тепла, обеспечивая вдоль своих контактов основной тепломассопоток. При этом в них самих, на локальных участках сопряжения с тектоническими структурами других направлений, часто отмечаются повышенные, вплоть до промышленных, содержания золота. Видимо, в этих участках к обычному теплопереносу — кондукции, присоединился и глубинный массоперенос — конвекция, с формированием локальных гидротермальных колонн. Дайки основного состава эту роль выполнять не могли в силу своей маломощности и рассеянно-сетчатого характера распределения в объёме пород, что приводило к быстрому рассеянию тепла во вмещающей среде.

Структурные критерии разделяются на пликативные и дизъюнктивные. Роль пликативных структур наиболее велика для залежей волластонита 2-го типа, которые приурочены к резкому флексурному перегибу пород и дополнительным антиклинальным складкам, осложняющим этот перегиб. Роль древних нарушений северо-западного и субширотного простираний является определяющей в локализации залежей 1-го типа. Роль пликативных

структур применительно к золотому оруденению также очень важна для рудных участков, которые приурочены к флектуре и антиклинальной складке второго порядка, связанной с термодинамическим воздействием внедряющегося Синюхинского массива (участки Полушахтный, Первый Рудный, Западный). Дополнительные складки контролируют седловидные рудные залежи Файфановского участка. В клавишно-блоковой структуре рудного поля отмечается максимальная приуроченность рудных тел к наиболее приподнятым блокам, при минимуме оруденения в наиболее опущенных блоках. Роль древних нарушений северо-западного («сквозного») и субширотного простираний является определяющей в локализации большинства рудных залежей. Мы рассматриваем такого рода нарушения как зоны длительной циркуляции гидротермальных растворов, в той или иной степени рудоносных. Значение наиболее распространённых нарушений субмеридиально-северо-восточной ориентировки заключается, прежде всего, в активизации зон приразломной трещиноватости всех направлений. Оруденение при этом контролируется висячими крыльями разломов, размещаясь на расстояниях до первых десятков метров от швов нарушений.

Выводы

Локализация в пределах Синюхинского рудного поля золотых руд и волластонитового сырья определяется оптимальным сочетанием сходного набора факторов, ведущим из которых является структурный. Этим фактором в наибольшей степени определяются пути движения гидротермальных растворов и возникновение геохимических барьеров. Наиболее богатые золоторудные тела локализованы в экзоконтактовой зоне Синюхинского гранитоидного массива и приурочены к структурам отслоения в замках малоамплитудных антиклинальных складок, параллельных контакту массива, на участках сопряжения пересекающих их разрывов субмеридиального и субширотного направлений. Всего выделено 8 морфологических типов золоторудных тел, формирование которых обусловлено различными вариантами сочетаний рудоконтролирующих факторов. Волластонитовые скарны, не загрязнённые сульфидной минерализацией, являющиеся источником ценного волластонитового сырья, формировались в тех же условиях, но на участках, где в период отложения золото-сульфидной минерализации рудоконтролирующие разрывы были не активны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. — Томск: СГТ, 2003. — 350 с.
2. Ворошилов В.Г., Коротких С.А. Структура Синюхинского рудного поля (Горный Алтай) // Руды и металлы. — 2000. — № 2. — С. 65–70.
3. Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В. Золоторудные столбы в скарнах Синюхинского месторождения // Проблемы образования рудных столбов / под ред. Ю.Г. Щербакова. — Новосибирск: Наука, 1972. — С. 160–165.
4. Тверитинов Ю.И. Структурные условия локализации руд скарнового типа на примере месторождений Горного Алтая // Проблемы образования рудных столбов / под ред. Ю.Г. Щербакова. — Новосибирск: Наука, 1972. — С. 156–160.
5. Лузгин Б.Н. Типы разломных структур Синюхинского рудного поля на Алтае // Геология рудных месторождений. — 1995. — Т. 37. — № 2. — С. 159–168.

Поступила 21.03.2011 г.