

УДК 551.243

СТРУКТУРНО-КИНЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДРАЖНОЕ

А.Ф. Читалин¹, К.И. Воскресенский¹, Е.М. Гришин¹, Д.В. Сивков¹,
В.В. Усенко¹, Е.В. Фомичев¹, В.Ю. Чикатуева¹

¹ ООО «Институт геотехнологий». 119234, Россия, г. Москва, ул. Ленинские горы, вл. 1, стр. 77, Научный парк МГУ;
e-mail: a.chitalin@igeotech.ru

Аннотация. Месторождение Дразное (Якутия, Оймяконский улус) относится к малосульфидному золото кварцевому типу с выраженной структурно-литологическим контролем оруденения. Проведенные в 2016–2018 гг. работы по структурному картированию стенок и полотна карьера, геологической и структурной документации ориентированного керна, данные томографии и минералогии позволили создать структурно-кинематическую модель месторождения.

Ключевые слова. Дразное, месторождение, структурное картирование, золото, структурно-кинематическая модель.

THE STRUCTURAL KINEMATICAL MODEL OF GOLD DRAZHNOE DEPOSIT

A.F. Chitalin¹, K.I. Voskresenskiy¹, E.M. Grishin¹, D.V. Sivkov¹, V.V. Usenko¹, E.V. Fomichev¹, V.Y. Chikatueva¹

¹ IGT LLC. 1, Leninskiye Gory street, bld. 77, Moscow, 119234, Russia; e-mail: a.chitalin@igeotech.ru

Abstract. Drazhnoe (Yakutia, Oimyakon region) is a orogenic gold deposit with a structural-lithological control of an ore mineralization. By using a structural mapping of the pit, a structural logging of an oriented core, a tomographic and mineralogical data in 2016–2018, the structural kinematical model has been created.

Key words. Drazhnoe, deposit, structural mapping, gold, structural kinematical model.

ВВЕДЕНИЕ. Месторождение Дразное расположено в Республике Саха (Якутия) в Оймяконском улусе, в 60 км на север от с. Оймякон и в 70 км на юг от административного центра района пос. Усть-Нера. Месторождение перекрыто золотоносной россыпью р. Большой Тарын, которая обрабатывается с 1976 г. Месторождение относится к жильно-прожилковому типу золото кварцевой формации. В пределах участка Дразный предполагалось выявление среднего по масштабам месторождения с потенциалом более 25 тонн золота [1]. Детальная разведка на месторождении проводится с 2012 г. Специалисты ООО «ИГТ» в 2016–2018 гг. выполняли работы по геологическому сопровождению геолого-разведочных работ и оценке запасов методом блочного моделирования для ОАО «Тарынская золоторудная компания». Были выполнены также комплексные структурно-геологические, геохимические, минералого-петрографические, петротомографические исследования, которые позволили уточнить выводы предшественников и создать трехмерную структурно-кинематическую модель месторождения.

Региональная позиция месторождения

Месторождение Дразное локализовано в зоне Адыча-Тарынского глубинного разлома, вдоль которого концентрируются золоторудные месторождения (рис. 1). Разлом протягивается с северо-запада на юго-восток на расстояние более 900 км и разделяет Инъяли-Дебинский синклиний и Адычанский антиклинорий. Впервые Адыча-Тарынская металлогеническая зона была выделена Б.Г. Бычком в 1969 г. по «цепочке» золото-сурьмяных месторождений, маркирующих зону скрытого глубинного разлома, которому соответствуют участки интенсивной складчатости, расщепления, густой трещиноватости и дробления вмещающих пород. Была отмечена приуроченность наиболее крупных и богатых золото кварцевых жил к узлам пересечения магистрального разлома с попе-

речными разрывными нарушениями [5]. Адыча-Тарынский разлом пересекает сложную интерференционную складчатую структуру. В раннемеловое время на этапе коллизии по разлому происходили взбросовые и левосдвиговые перемещения. С коллизионным этапом связано внедрение гранитоидов и образование золоторудных месторождений различных типов [4].

Структура месторождения и рудная минерализация

Месторождение Дразное приурочено к северо-восточному крылу и замыканию Тарынской синклинали, сложной алевропесчаниками и алевролитами верхнего триаса (рис. 2). Выделяется система сближенных, локально минерализованных разрывов северо-западного простирания и сопряженные с ними или пересекающие разломы седловидные и наклонные кварцевые штокерки, жилы. Простые и сложные жилы выполняют тектонические трещины и межпластовые поверхности отслоения. Штокерковые рудные залежи сложены слабо березитизированными песчанистыми алевролитами с различным количеством (в среднем 5–10% объема) кварцевых прожилков лестничного, реже сетчатого и послыного типов мощностью 0,5–5 см. Седловидные рудные залежи имеют пологое залегание (15–45°) и вытянуты в северо-северо-западном направлении, располагаясь в разрезе на нескольких уровнях. Они приурочены к пологим и наклонным зонам смятия, дробления и густой трещиноватости в интенсивно дислоцированных алевролитах [1]. Выделено несколько генераций кварцевых жил и сульфидов, с которыми связано золото. Основным механизмом рудоотложения является быстрый сброс давления (от 1,4 до 0,2 кбар) и вскипание (дегазация) рудоносных флюидов в зоне разгрузки гидротерм в системах надвиговых нарушений [2]. Структурная эволюция месторождения связывается исследователями с левосдвиговыми движениями вдоль Адыча-Тарынского разлома [3].



Рис. 1
Положение месторождения Дразное в региональной структуре

Месторождение состоит из трех разведанных участков (Дразный, Перешеек, Террасовый) и поискового участка Промежуточный, кулисно расположенных в зоне Адыча-Тарынского разлома СЗ-простираения. Контуры участков соответствуют ареалам пиритизации и концентрации кварцевых штокверков. Золотая минерализация максимально проявлена лишь в ядрах некоторых кварцевых штокверков в ареалах пиритизации на участках пересечения складчатых взбросо-сдвигов СЗ-простираения более поздними поперечными складками и правыми сбросо-сдвигами СВ-простираения (рис. 2).

Согласно нашим наблюдениям, дорудный структурный парагенез складчатых трещин представлен кливажем S_1 СЗ-простираения и трещинами скалывания нескольких систем. За пределами рудных участков в береговых обрывах долины р. Большой Тарын и в коренном плотике россыпи наблюдаются фрагменты крыльев и замков складок F_1 первого этапа деформации северо-западного простираения, а также наложенных складок F_2 второго этапа деформации субмеридионального и северо-восточного простираения. Складки открытые и закрытые, реже изоклинные, имеют острые и округлые замки, пологие и крутые шарниры, нарушены хрупко-пластическими разрывами. Кливаж S_1 осевой поверхности СЗ-простираения в алевролитах и алевропесчаниках развит неравномерно, слабо рефрагирует в слоях разного состава. В замках складок кливаж пересекает слоистость под углами $80-90^\circ$, а на крыльях – под углом $5-10^\circ$. В зоне влияния вязких кливажных разломов отмечается сланцеватый (хлорит, серицит) кливаж. Проявлены две диагональные

по отношению к кливажу сопряженные системы сколов сдвигового типа и сопряженные поперечные субвертикальные и горизонтальные сколы. Отмечены наклонные сколы надвигового типа. За пределами рудного поля все эти трещины не несут кварцево-жильной и рудной минерализации – они являются дорудными.

Гидротермальные образования второго (рудного) этапа деформации представлены жилами и прожилками кварцевого и карбонатно-кварцевого состава. Выделяется не менее двух генераций прожилков. В прожилках с рудной минерализацией часто встречается анкерит, обычен серицит и редок хлорит. На долю карбонатов приходится от 1–2 до 40% жильного выполнения. Количество рудных минералов в прожилках обычно от 0 до 5–10%, в редких случаях достигает 90–100%. Пострудные прожилки в большинстве случаев хлорит-кварцевые и кварц-кальцитовые. Ориентировка прожилков от субвертикальной до субгоризонтальной. Мощности прожилков и жил варьируют от первых миллиметров до первых метров. Прожилки часто наследуют дорудные трещины, которые были приоткрыты в зонах флексур и вблизи активизированных на рудном этапе складчатых взбросов и сдвиго-взбросов.

Сульфидно-карбонатно-кварцевые прожилки и жилы нескольких систем образуют горизонтальные и наклонные лентообразные линейные штокверки с упорядоченной структурой. Распределение сульфидов и золота в кварцевых штокверках весьма неравномерно. Некоторые штокверки включают рудные тела. Объем жильной массы в богатых рудных интервалах достигает 30%

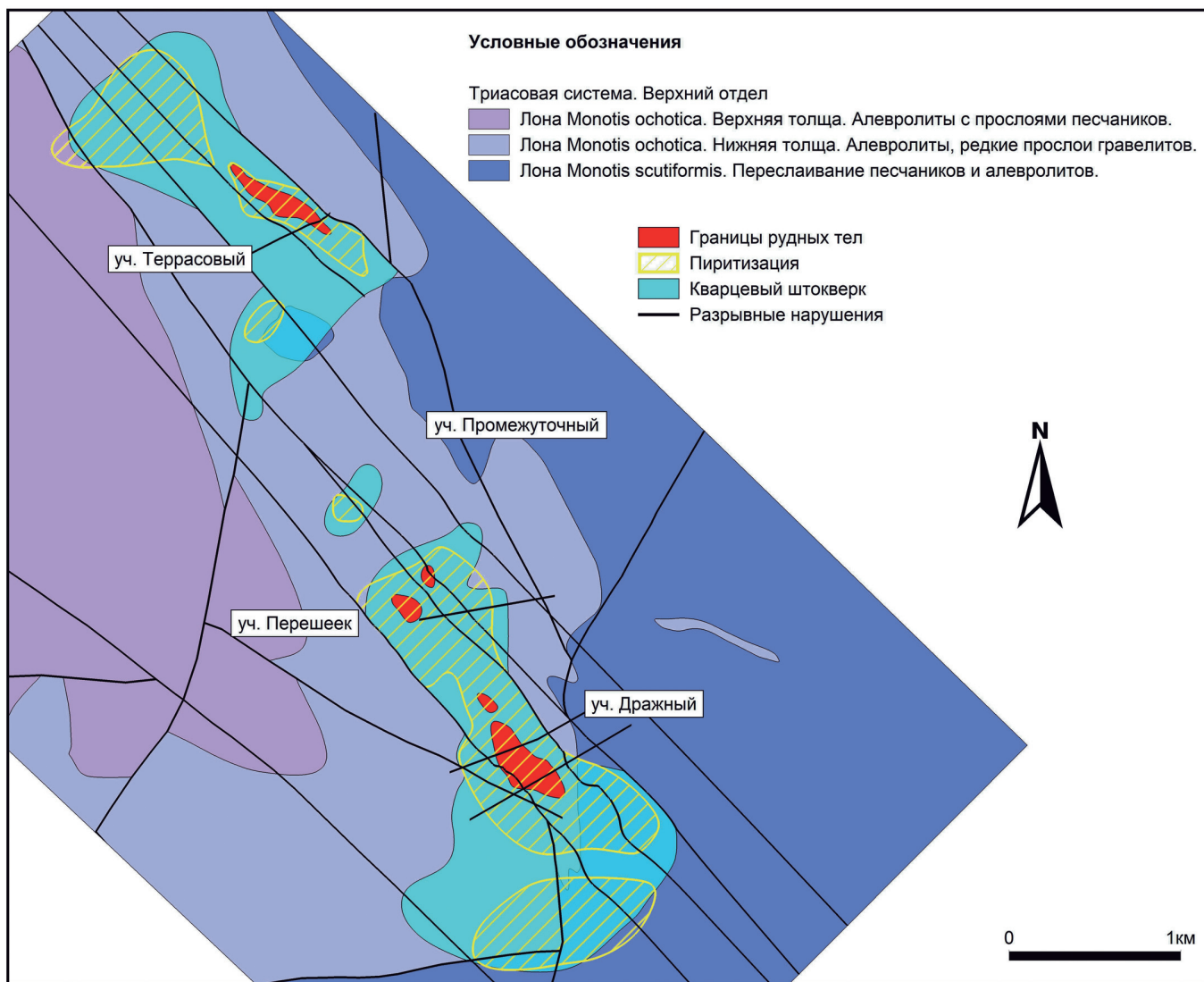


Рис. 2
Структурно-геологическая карта месторождения Дразное

и более, отмечаются кварцевые жилы и гидротермальные брекчии. Морфология прожилков чрезвычайно разнообразна: наблюдаются простые прямолинейные прожилки, неровные с многочисленными апофизами, извилистые ветвящиеся с раздувами и пережимами, короткие линзовидные кулисные и др. Сульфидная минерализация и самородное золото наблюдаются в просечках и пустотах в середине прожилков, в их зальбандах либо в виде равномерной или неравномерной вкрапленности в кварце или во вмещающих породах. Некоторые богатые золотом рудные интервалы приурочены к зонам дробления золотоносных кварцевых жил (локальное вторичное механическое обогащение).

По данным кернового опробования устанавливается как положительная корреляция, так и ее отсутствие между количеством кварцево-жильного материала, количеством пирита и содержанием золота (рис. 3), что свидетельствует о разностадийности отложения сульфидов и золота (этому не противоречат результаты минераграфического изучения сульфидов и золота под микроскопом – самородное золото отмечается в сростаниях с сульфидами и часто приурочено к микротрещинам в сульфидах и кварце).

Структура и кинематика кварцевых штокверков

Строение рудоносных кварцевых штокверков определяется развитием прожилков двух и более систем, выполненных кварцем разной текстуры. Преобладают субгоризонтальные и пологие прожилки, заполняющие трещины скальвания, а также сопряженные с ними прожилки и жилы по трещинам отрыва. В совокупности они образуют структурные парагенезы, связанные с надвиговыми и взбросовыми смещениями. Текстура прожилков и жил массивная или полосчатая. Полосчатость растрескивания обусловлена включением в кварце тонких (0,5–1 мм) линз алевролитов. Деформационная полосчатость часто наследует полосчатость растрескивания и обусловлена развитием зеркал скольжения и полосами перекристаллизации кварца. Минеральная полосчатость в жилах связана с развитием в кварце тонких линз карбоната и сульфидов (пирита, арсенопирита). Деформационная и минеральная полосчатость не всегда параллельна контактам жил и прожилков, а располагается часто к ним под острым углом (10–15°), что подчеркивает ее деформационную природу – это кулисные полости растяжения по трещинам отрыва и скальвания, возникающие при растрескивании кварцевых жил и прожилков при надвиговых смещениях

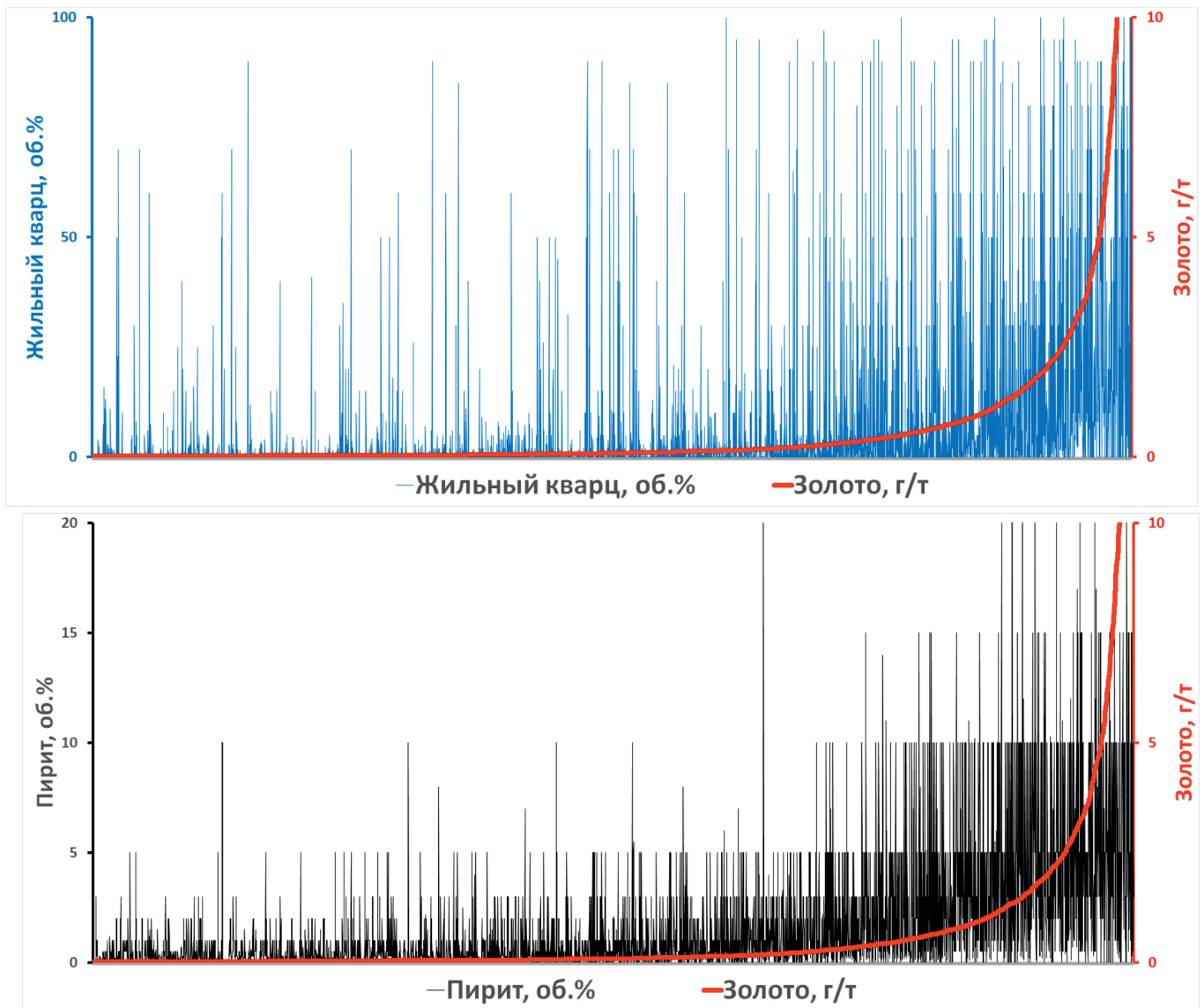


Рис. 3

Корреляция содержаний золота с количеством жильного кварца и пирита в керновых пробах.

Использовано 35 248 пар измерений: результатов пробирного анализа золота и количественных определений при документации объемного процента кварца и пирита

тектонических блоков по жилам-прожилкам в процессе прогрессирующей деформации горизонтального сжатия – вертикального растяжения.

На участке Дразный карьером вскрывается фрагмент складчато-разрывной структуры центральной, наиболее богатой части месторождения. Выделяется структурный парагенез первого этапа деформации. Он включает разнорядковые складки продольного изгиба и расплющивания (кливаж) и соскладчатые вязкие кливажные разломы – взбросы и крутые надвиги СЗ-простираения. Смещители разломов падают на юго-запад и северо-восток под средними – крутыми углами. Выделяются также поперечные и диагональные сдвиги и сбросо-сдвиги субширотного и субмеридионального простираения, входящие в структурный парагенез первого этапа деформации. В стенках карьера хорошо видны протяженные субгоризонтальные сколы первого этапа. Структурный парагенез второго (рудного) этапа включает локально развитые наложенные складки широтного простираения, изгибающие складки и разрывы первого этапа. Кварцевые жилы и прожилки (как золотоносные, так и пустые)

в карьере выполняют локально приоткрытые полости в пологих сколах первого этапа или образуют лестничные кулисы коротких прожилков и жил, оперяющих взбросы СЗ-простираения, которые были активизированы как левые взбросо-сдвиги на втором этапе деформации.

По результатам анализа стереограмм трещин и прожилков по данным ориентированного бурения выделяются две преобладающие системы трещин: пологие, падающие на восток и крутопадающие, падающие на юго-запад (рис. 4, А). Выявленные системы трещин в целом совпадают с системами кварцевых жил и прожилков. Статистически наиболее мощными (более 1 см) являются субгоризонтальные кварцевые прожилки и жилы (рис. 4, Б), большая их часть является золотоносными (рис. 4, В), в том числе и с содержаниями золота более 2 г/т (рис. 4, Г). В целом по месторождению выделяются системы крутопадающих рудонасыщенных прожилков и жил, являющихся, вероятно, рудоподводящими, а также пологие и субгоризонтальные жилы и прожилки, заполнившие синрудные приразломные трещины отрыва и дорудные соскладчатые сколы, приоткрывавшиеся вблизи активи-

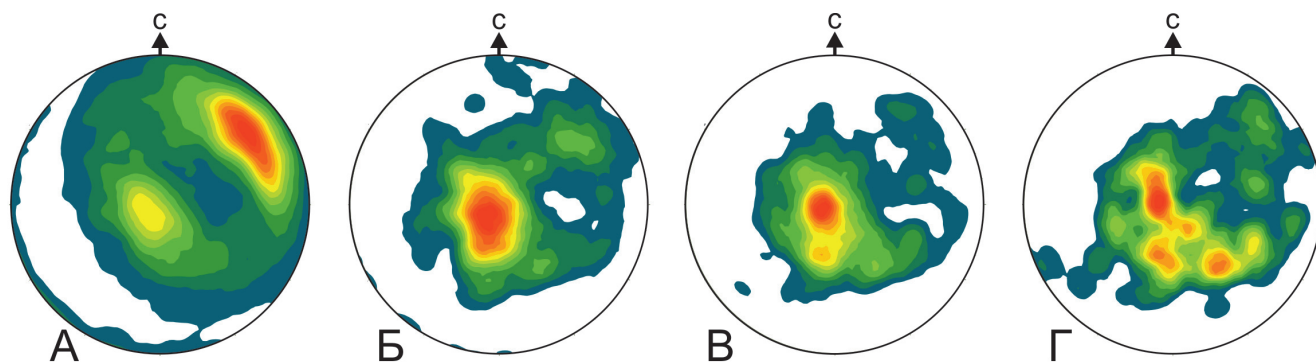


Рис. 4

Стереограммы трещин и прожилков месторождения Дразное (суммарно по всем участкам)

А – трещины, 6609 замеров;

Б – прожилки мощностью более 1 см, 736 замеров;

В – прожилки из рядовых руд (из интервалов опробования с содержанием золота более 0,6 г/т), 522 замера;

Г – прожилки из богатых руд (из интервалов опробования с содержанием золота более 2 г/т), 246 замеров.

Максимумы полюсов трещин и прожилков показаны желтым и красным цветом (3–9% плотности полюсов на 1% площади полусферы).

Равноугольные стереограммы Вульфа, нижняя полусфера. Стереограммы построены программными средствами Micromine

зированных дорудных разломов в условиях горизонтального сжатия и вертикального растяжения.

На втором (рудном) этапе деформации в условиях надвигового поля напряжений (горизонтальное сжатие – вертикальное растяжение), кроме приразломных жил и прожилков, сформировались протяженные наклонные кварцевые штокверки надвиговой кинематики и сопряженные с ними субгоризонтальные штокверки растяжения;

осевые части штокверков растяжения часто выполнены богатыми золотом мощными кварцевыми жилами. Эти аркообразные штокверки-пластины пересекают складчато-разрывную структуру. Богатые золотом рудные интервалы сконцентрированы вдоль гипотетического рудного канала, пересекающего пакет многоэтажных штокверков в их «замковой» части, где сконцентрированы богатые золотом мощные кварцевые жилы (рис. 5).

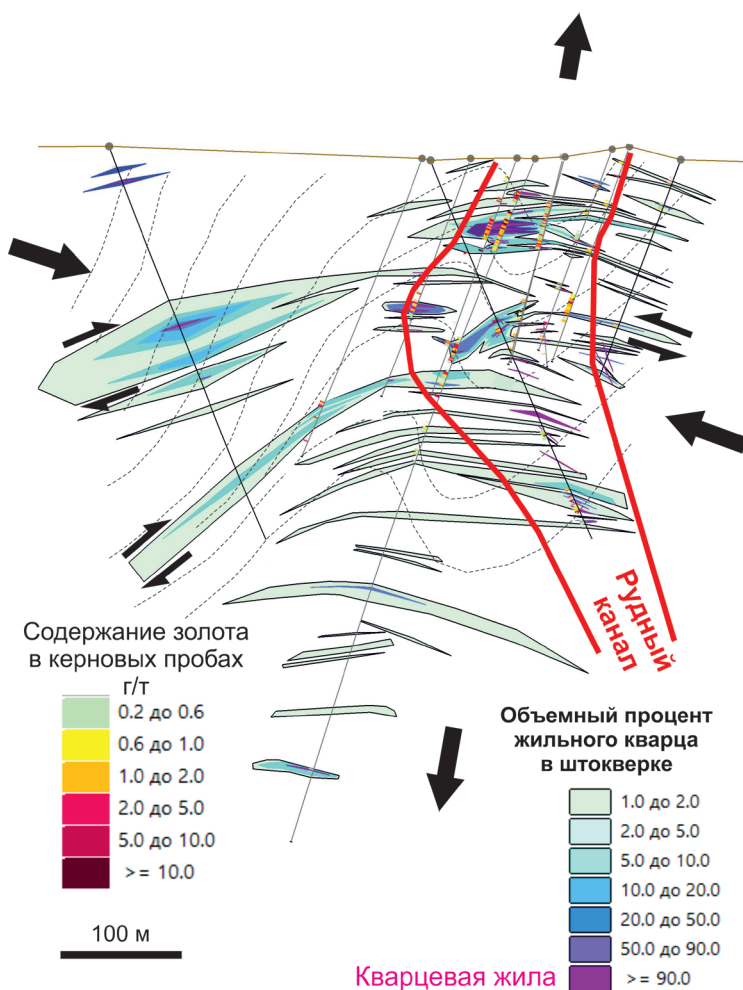


Рис. 5

Структурная интерпретация рудных залежей месторождения Дразное.

Пунктиром показана слоистость.

Стрелками показано сжатие и растяжение, полустрелками – кинематика штокверков

Микроструктура рудного штокверка по данным компьютерной томографии

Минералогическое изучение сульфидной минерализации было дополнено изучением образца методами компьютерной томографии и микротомографии, выполненное на кафедре геологии, геохимии нефти и газа МГУ. Образец представлен штокверковой зоной в алевропесчаниках. Изучение полноразмерного образца с разрешением 100 μm выявило приуроченность сульфидной минерализации к тонким и нитевидным кварцевым прожилкам, образующим штокверковую зону, пересеченную мощной кварцевой жилой (рис. 6, б).

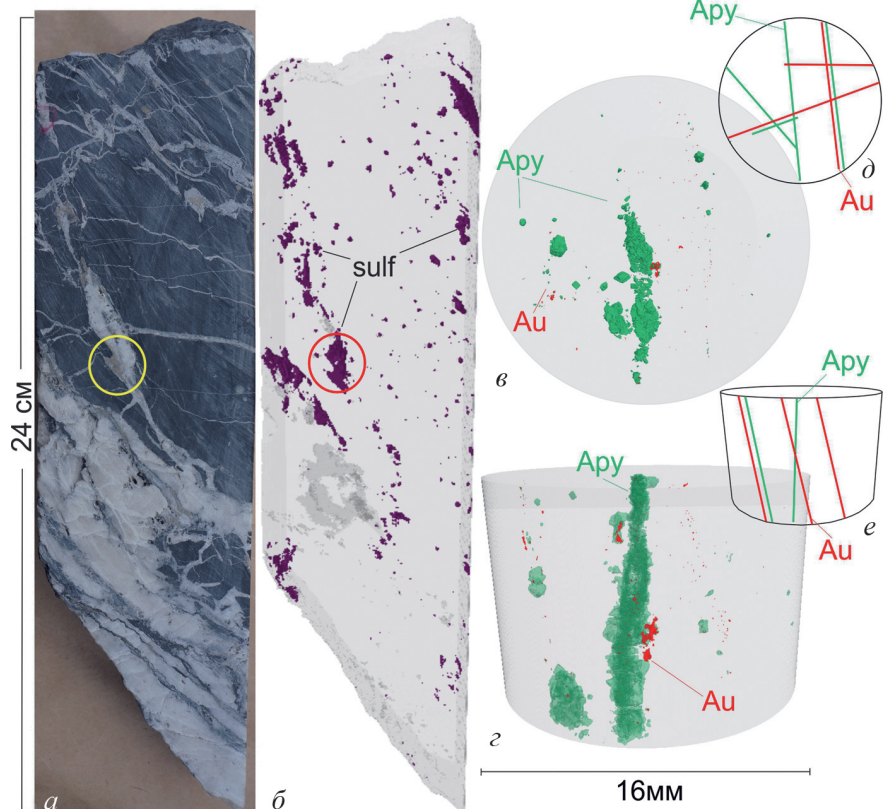
Далее, из полноразмерного образца был выбурен цилиндр диаметром 16 мм, характеризующий прожилок с сульфидной минерализацией, мощностью до 7 мм (рис. 6, а). Образец изучен с разрешением 4,5 μm . Благодаря высокому разрешению удалось разделить сульфидную минерализацию на минеральные составляющие, определить их форму выделения и установить их пространственное взаимоотношение. Для каждого минерала в объеме цилиндра было протрассировано плоскостное направление распределения зерен (микроструктурные тренды). Золото в образце представлено поздней генерацией, которое на месторождении, как правило, локализовано в кварц-карбонатных прожилках и находится в сростании с сульфидами или залечивает трещины в них. Так как арсенопирит на месторождении является спутником золота, особое внимание было уделено детальному изучению распределения и взаимоотношения зерен золота и арсенопирита (рис. 6, в–е). Дешифрирование полученных объемных моделей (рис. 6, б, д, е) показало частичное совпадение структурных планов распределения золота и арсенопирита. Микроструктурные тренды (скрытые трещины), контролирующие распределение золота, образовались, вероятно, позже сульфидных прожилков в ином поле напряжений.

Строение штокверковых систем

Трехмерные каркасы кварцевых штокверков построены в среде Micromine по данным количественной кодовой документации керна. На примере участка Дrajный (рис. 7) видны следующие особенности строения системы штокверков (в той или иной степени проявленные и на других участках). Штокверковая система обладает симметрией в разных сечениях. Генеральное простирание частных крутопадающих штокверков северо-западное – вдоль активизированных сдвиго-взбросов первого этапа деформации, но есть и диагональные к ним линейные штокверки меридионального и широтного простирания. Перпендикулярно крутопадающим штокверкам расположены наклонные, субгоризонтальные и аркообразные штокверки. В поперечном разрезе наклонные штокверки располагаются симметрично. В целом эти структурные направления штокверков соответствуют ориентировке структурных элементов первого этапа – кливажу СЗ-простирания, пологим сколам и крутопадающим диагональным сдвигам меридионального и широтного простираний, сдвиго-взбросам СЗ-простирания. Очевидно, что при образовании кварцевых штокверков на втором (рудном) этапе деформации более ранние структурные элементы первого этапа были активизированы в новом поле напряжений и унаследованы прожилками. Наиболее мощные кварцевые жилы с богатым золотым оруденением залегают субгоризонтально, отражая направление максимального субвертикального растяжения структуры при рудообразовании. Сопряженные с ними наклонные штокверки надвигового, взбросового, сдвиго-надвигового и сдвиго-взбросового типов отражают горизонтальное сжатие структуры в разных направлениях в горизонтальной плоскости на разных стадиях развития структуры.

Сложная структура штокверка и его обильная золотеносность обусловлены, вероятно, тем, что здесь пересекаются разломы СЗ- и СВ-простираний, что обусловило сложное неоднородное и изменчивое во времени поле напряжений и высокую проницаемость участка.

Рис. 6
Строение и взаимоотношение рудных прожилков по данным компьютерной томографии и микротомографии:
а – изучаемый образец алевропесчаников с кварцевыми прожилками;
б – распределение сульфидной минерализации (sulf) в образце;
в, г – распределение зерен арсенопирита (Apy) и золота (Au) в цилиндре;
д, е – реконструкция микроструктурных трендов распределения золота (красные линии) и арсенопирита (зеленые линии) в цилиндре



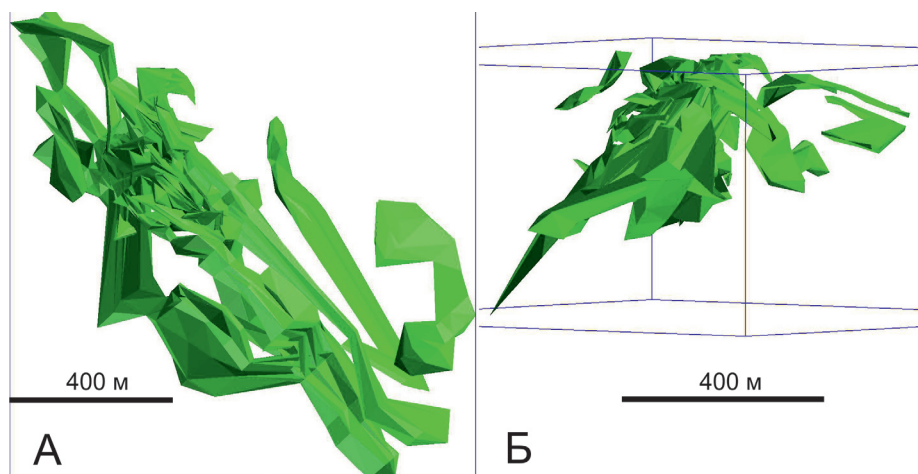


Рис. 7

Участок Дrajный. Каркасная модель кварцевых штокверков.

А – план, Б – вид на северо-запад

Структурно-кинематическая модель месторождения

Наши представления о структурной эволюции месторождения Дrajное отражены на структурной схеме (рис. 8). Оси складок F_1 ранней стадии первого этапа деформации $D-1^1$ простираются в северо-западном направлении, плавно и слабо изгибаются в плане за счет сдвиговой деформации на поздней стадии первого этапа $D1^2$ в зоне динамического влияния Адыча-Тарынского разлома. Разлом заложился, вероятно, на поздней стадии первого этапа как широкая зона сгущения вязких преимущественно левосторонних сдвигов-взбросов СЗ-простираения (продольные сколы R) и усложнения

складчатости. На этой же стадии образовались и сопряженные вязкие преимущественно правосторонние сдвиги-взбросы СВ-простираения (поперечные сколы R'), локализованные со структурным шагом 1–1,5 км по простиранию глубинного разлома. Узлы пересечения сколов R и R' предопределили положение будущих рудоносных штокверков. На втором (рудном) этапе деформации D2 направление вектора горизонтального сжатия изменилось на северо-западное – юго-восточное (от первого ко второму этапу происходило закономерное вращение региональной структуры против часовой стрелки относительно вектора сжатия). Формируется узкая рудоконтролирующая зона левосдвиговых деформаций

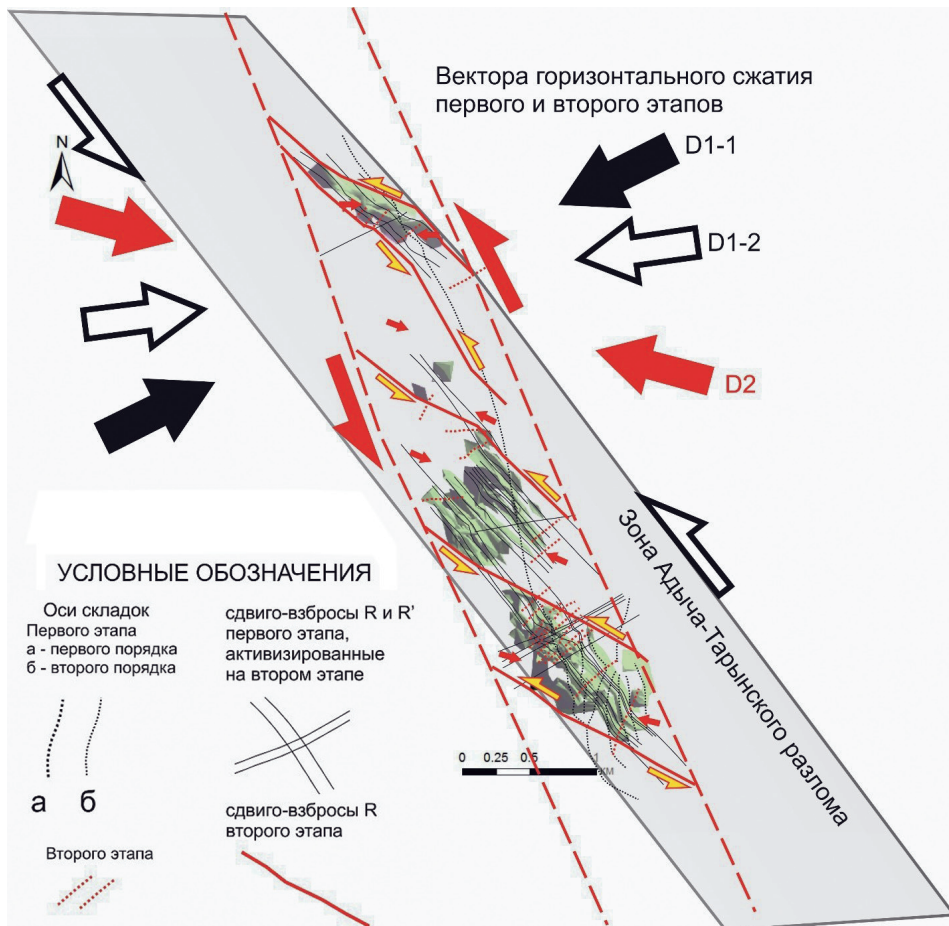


Рис. 8

Структурно-кинематическая схема месторождения Дrajное.

Разноцветными стрелками показано направление горизонтального сжатия на разных этапах и стадиях деформации, полустрелками – направления сдвига

ССЗ-простираения. В ее пределах образовались складки F_2 северо-восточного простираения, ориентированные под углом $45\text{--}80^\circ$ к оси сдвиговой зоны, что указывает на их формирование в обстановке трансгензии (простой сдвиг плюс растяжение). В этой наложенной сдвиговой зоне локализовались и рудные штокверки месторождения. Рудоконтролирующая сдвиговая зона пересекает под углом 20° зону дорудного Адыча-Тарынского разлома. В зоне наложенного сдвига были активизированы разломы первого этапа, локализовались левые сдвиги R северо-западного простираения. На участках сопряжения окончаний кулисных сдвигов R и между ними (на участках аномально высоких напряжений второго порядка) сформировались рудоносные штокверковые структуры, которые по механизму образования можно сравнить с валлообразными структурами локального сжатия push-up в аналоговых тектонофизических моделях сдвиговых зон [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. По результатам выполненных исследований разработана структурно-кинематическая модель месторождения Дразное, являющаяся основой для прогнозирования новых рудных залежей и структурно-геологического контроля при оконтуривании рудных тел. Выявлены закономерности локализации золоторудной минерализации в пределах месторождения, а также уточнено его положение в региональной структуре и соотношение с глубинным Адыча-Тарыньским разломом. Формирование рудоконтролирующей структуры и оруденения происходило на втором этапе региональных деформаций при последовательном наложении левосдвиговых зон разного простираения в меняющемся региональном поле напряжений. Месторождение Дразное находится в узле пересечения рудоносной левосдвиговой зоной ССЗ-простираения регионального Адыча-Тарыньского глубинного разлома (левый сдвиг-взброс). Субмеридиональные региональные трансструктурные рудоконтролирующие сдвиговые зоны в Яно-Колымском регионе впервые были выявлены А.Ф. Читалиным в 2001 г. [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристов В.В. Перспективы выявления крупных богатых золотокварцевых месторождений в Тарыньском рудно-россыпном узле // Разведка и охрана недр, 2009. № 6. С. 3–11.
2. Аристов В.В., Прокофьев В.Ю., Имамендинов Б.Н., Крыжев С.Г., Алексеев В.Ю., Сидоров А.А. Особенности рудообразования на золото-кварцевом месторождении Дразное (Восточная Якутия, Россия). Доклады АН, 2015. Т. 464. № 1. С. 65–70.
3. Войтенко В.Н. Сдвиговые структурные парагенезисы и золотое оруденение Адыча-Тарыньского глубинного разлома. М., 2015. Интернет-презентация (http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/OMTS/2015/26.02/Voitenko_reduce.pdf).
4. Гусев Г.С., Флеров Б.Л. Контроль интрузий и оруденения глубинными разломами в западной части Верхояно-Чукотской складчатой области. Тектоника Сибири. Том 4. Тектоника складчатых областей Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. С. 201–208.
5. Парфенов Л.М., Рожин С.С., Третьяков Ф.Ф. О природе Адыча-Тарыньской зоны разломов (Восточное Верхоянье) // Геотектоника. 1988. № 4. С. 90–102.
6. Фролова Н.С. Развитие деформаций в зонах сдвига: результаты физического моделирования с использованием песка / Фролова Н.С., Корбутяк А.Н., Мишакина А.А., Корпач С.В. // Четвертая тектонофизическая конференция в ИФЗ РАН. Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: Материалы докладов Всероссийской конф. М: ИФЗ, 2016. Т. 2. С. 385–392.
7. Читалин А.Ф. Сдвиговая тектоника и золотоносность Колымского региона // Золото и технологии. 2016. № 4(34). 122–126.

REFERENCES

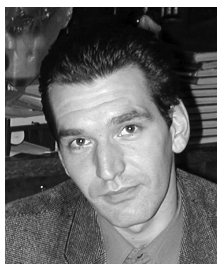
1. Aristov VV. Potential for discovery of large high grade gold-quartz deposits in Taryn ore-placer district. Prospect and protection of mineral resources. 2009; (6): 3–11 (in Russian).
2. Aristov VV, Prokofiev VY, Alekseev VY, Sidorov AA, Imamendinov BN, Kryazhev SG. Ore-forming processing in the Draznoe gold-quartz deposit (Eastern Yakutia, Russia). Doklady Earth Sciences. 2015. V. 464. № 1. P. 65–70 (in Russian).
3. Voitenko VN. Shear structural parageneses and gold mineralization of Adycha-Taryn regional faults. 2015. Internet presentation. (http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/OMTS/2015/26.02/Voitenko_reduce.pdf) (in Russian).
4. Gusev GS, Flerov BL. The control of intrusion and mineralization by regional faults in the Verkhoyan-Chukotian Folded Area. Tectonics of Siberia. T. 4. Tectonics of the Siberia and Far East folded zone. Moscow: Nauka, 1970. P. 201–208 (in Russian).
5. Parfenov LM, Rozhin SS, Tretyakov FF. About the nature of Adycha-Taryn fault zone (East Verkhoyane). Geotectonic. 1988; (4): 90–102 (in Russian).
6. Frolova NS. Deformation in shear zone: results of physical modelling using sand. Frolova N.S. Korbutyak A.N., Mishakina A.A., Korpach S.V. Fourth tectonophysics conference in IPE RAS. Tectonophysics and actual question of Earth science: Reports of the Russian conference. IPE. 2016. V. 2. P. 385–392 (in Russian).
7. Chitalin AF. Shear tectonics and gold distribution of the Kolyma Region. Gold and Technologies. 2016; 4(34): 122–126 (in Russian).

ОБ АВТОРАХ



ЧИТАЛИН
Андрей Федорович

В 1977 г. окончил МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых». В 1985 г. получил ученую степень к.г.-м.н. С 1977 по 1997 г. преподавал в МГУ геологические дисциплины, с 1998 по 2008 г. работал геологом и главным геологом в крупных горнодобывающих компаниях (ВНР, Beta Gold, Phelps Dodge), с 2010 по 2015 г. был главным геологом крупного чукотского Баимского проекта (медно-порфировое месторождение Песчанка и др.), в 2013 г. награжден знаком «Первооткрыватель месторождения», с 2015 г. работает в ООО «ИГТ». Автор 55 научных публикаций.



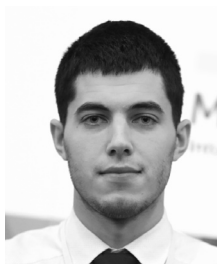
ВОСКРЕСЕНСКИЙ
Константин Иванович

В 1994 г. с отличием окончил МГУ им. Ломоносова по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка». С 1994 по 2013 г. преподавал в МГУ геологические дисциплины, с 2000 по 2010 г. работал геологом в горнодобывающих компаниях (Bema Gold, Phelps Dodge/Freerport McMoran), с 2011 по 2016 г. работал старшим проектным геологом в Rio Tinto, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ». В 2016 г. награжден знаком «Первооткрыватель месторождения». Автор 23 научных публикаций.



ГРИШИН
Евгений Михайлович

В 2007 г. окончил РГГРУ им. Серго Орджоникидзе по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». С 2006 по 2007 г. работал в составе поисковой партии на территории приполярного Урала, с 2007 по 2016 г. работал геологом в различных геолого-разведочных компаниях, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ».



СИВКОВ
Дмитрий Васильевич

В 2016 г. с отличием окончил МГУ им. Ломоносова по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка». С 2016 г. является аспирантом МГУ, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ».



УСЕНКО
Виктор Владимирович

В 2007 г. окончил РГГРУ им. Серго Орджоникидзе по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». С 2007 по 2015 г. работал геологом в различных геолого-разведочных компаниях, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ». В 2013 г. получил письменную благодарность от Совета Думы Чукотского АО за вклад в развитие геологии Чукотского АО. Является экспертом ГКЗ Роснедра.



ФОМИЧЕВ
Евгений Вячеславович

В 2007 г. окончил РГГРУ им. Серго Орджоникидзе по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». С 2006 по 2007 г. работал в составе поисковой партии на территории приполярного Урала, с 2008 по 2015 г. работал геологом в различных геолого-разведочных компаниях, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ». В 2013 г. получил письменную благодарность от Совета Думы Чукотского АО за вклад в развитие геологии Чукотского АО. Является экспертом ГКЗ Роснедра.



ЧИКАТУЕВА
Виктория Юрьевна

В 2016 г. окончила с отличием МГУ им. Ломоносова по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». С 2016 г. является аспирантом МГУ, с 2016 г. работает в ООО «ИГТ».