

ПОИСК «СЛЕПЫХ» ЗОЛОТОРУДНЫХ ТЕЛ ЖИЛЬНОГО ТИПА

Показано, что для четырёх главных экономически важных промышленных типов месторождений золота прогнозирование и поиск «слепых» рудных тел осуществляются исходя из закономерностей размещения оруденения, определённых для верхних разведанных горизонтов. Месторождения, сформировавшиеся на больших глубинах, характеризуются значительным вертикальным размахом оруденения – 3,5 км, позволяющим надёжно вести поиск «слепых» рудных тел. Близкоповерхностные месторождения золото-серебряных и теллуридных руд отличаются малым вертикальным размахом оруденения, составляющим 1,0–1,5 км. Впервые выявлено, что оруденение на участках месторождений, развившихся в породах вулcano-тектонических построек, локализуется на двух вертикальных уровнях, разделённых безрудным пространством. На верхнем уровне оруденение размещается в сотнях метров от палеоповерхности и (при малой эрозии) от современной поверхности, на нижнем – в 600–1000 м от поверхности. «Слепые» золоторудные тела и тех и других месторождений располагаются в пределах структурных ловушек, среди которых установлено шесть–семь наиболее часто наблюдающихся.

Ключевые слова: месторождения, золоторудные тела, «слепое» оруденение, руды, минералы, золото, серебро, теллуриды.

Проблемы поиска «слепых» золоторудных тел обычно возникают на рудниках с существенно истощёнными запасами руд на разведанных уровнях. Эти проблемы наиболее характерны для месторождений с рассредоточенным оруденением и проявленным в виде системы многочисленных разобщённых золоторудных тел, иногда локализованных на нескольких удалённых друг от друга участках. На таких рудниках полная отработка одного рудного тела вызывает необходимость освоения новых участков, строительства новых путей для доставки руды, а нередко и изменения методов обогащения и переработки руд. Поэтому открытие нового рудного тела вблизи или глубже эксплуатируемого может сохранить используемую налаженную методику отработки руд и значительные капвложения. Доразведка глубоких горизонтов и фланговых частей рудоносных участков наиболее рациональна и экономична только при наличии накопленных в процессе геологических работ сведений о признаках и предпосылках обнаружения новых рудных тел.

В начале поисковых работ, нацеленных на выявление «слепых» рудных тел, нужно достоверно определить принадлежность месторождения к объектам глубинного или близкоповерхностного происхождения. Вертикальный размах близкоповерхностных золоторудных месторождений составляет иногда всего первые сотни метров, и поиск руд на глубине 300–500 м от современной поверхности может быть неудачным из-за отсутствия здесь усло-



**Некрасов
Евгений Михайлович**

ведущий научный сотрудник
nekrasov@mineral.ru

ФГУНПП «Аэрогеология»,
г. Москва



вий для их образования. Возможно, что руды просто не возникали на указанном интервале.

Что касается глубинных объектов, то их руды формируются в интервале до 3 км и более. Например, на месторождении Колар в Дарварской золотоносной провинции Южной Индии они залегают на глубине около 3,5 км от современной поверхности. Причина того, что в настоящее время они не отрабатываются, заключается в нерентабельности их эксплуатации, так как стоимость извлечения и транспортировки с большой глубины превышает стоимость получаемого золота.

Приуроченность золоторудных тел к комплексу благоприятных пород существенно облегчает их обнаружение. Подобные комплексы, как правило, легко картируются и нередко нарушают монотонность, однородность рудовмещающей среды. Некоторые литологические и магматические образования также выступают в качестве локализаторов, концентраторов «слепого» оруденения. Поскольку масштаб образований намного превосходит рудные тела, то, будучи отражёнными на прогнозных разрезах и планах, они сравнительно легко обнаруживаются на глубине и поддаются поисковому бурению. Наличие благоприятных литологических пород и магматических образований служит, таким образом, прямым поисковым признаком. Примером прогнозирования «слепых» золоторудных тел служит Каральвеемское месторождение, где пологопадающие золоторудные тела периодически устанавливаются в выдержанных прослоях триасовых песчаников на всё более глубоких его горизонтах. При этом тела размещаются висячем боку разломов, пересекающих прослойки песчаников. Очевидно, при прогнозировании необходимо учитывать рудоконтролирующее значение разломов и рудовмещающую роль ответвляющихся от них боковых трещин, часто расположенных в их висячем боку.

Совершенно иная и более сложная обстановка наблюдается при наличии монотонной и однородной геологической среды. В этом случае поиски может облегчить только детальное изучение пространственных взаимоотношений рудоконтролирующих разломов и менее протяжённых нарушений, а также отделяющихся от них боковых склонов и рудных тел, залечивающих зоны боковых склонов. При этом должен быть широко использован мировой опыт, раскрывающий особенности размещения золоторудных тел. Очевидно, в данной об-

становке при прогнозировании «слепого» оруденения в первую очередь рассматриваются рудно-структурные условия образования руд. Как правило, они должны раскрывать закономерности размещения золоторудных тел, которые существовали и многократно повторялись на ряде месторождений сходного типа и облика. Многократно наблюдаемые повторяющиеся сочетания рудоконтролирующих нарушений с отделяющимися от них боковыми оруденелыми разрывами должны служить прямыми поисковыми признаками «слепых» золоторудных тел на горизонтах месторождений, расположенных ниже разведанных уровней. В работе [18] предложено именовать подобные благоприятные сочетания разрывов и связей рудоконтролирующих и рудовмещающих нарушений и залечивающих их рудных тел структурными ловушками. Ловушки обнаруживаются на участках золоторудных месторождений всех известных геолого-промышленных типов (ГПТ), принадлежащих к эндогенному классу и имеющих как важное геолого-промышленное (четыре типа), так и второстепенное (пять типов) значение [11–14, 16].

Прежде чем прогнозировать и, тем более, производить поиск и разведку глубоких горизонтов месторождения в целях выявления «слепых» золоторудных тел, необходимо, во-первых, определить, выгодно ли добывать и транспортировать руду с этих горизонтов и, во-вторых, достаточно чётко установить принадлежность месторождения к ГПТ.

В связи с этим напомним, что предложенная в своё время систематика золоторудных месторождений с оценкой их промышленного значения [11–14] разработана на основании принципов, намеченных ещё М.М.Константиновым и др. [10]. Согласно последним и [6], ГПТ месторождений наиболее разительно отличаются друг от друга при выдвижении на первый план принципа размещения их в неодинаковой рудовмещающей среде или, как сейчас принято считать, в различных структурно-вещественных комплексах пород (таблица). При этом для каждого выделенного ГПТ было рассчитано его промышленное значение в виде доли в мировой добыче золота в тоннах, что выгодно отличало данную систематику. Отметим, что граница между промышленно важным и второстепенным типами составляет по расчётам не менее 4% мировой добычи. При отличии каждого типа месторождения по набору специфических геологических черт и особенностей промышленная значимость

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИРОВЫХ ЗАПАСОВ И ДОБЫЧИ ЗОЛОТА ПО ВАЖНЕЙШИМ ТИПАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТЫХ И ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В 2016 Г. [12, 16]

Геолого-промышленные типы месторождений золота и золотосодержащих руд	Добыча, т		Максимальная глубина распространения руд от поверхности, км	Месторождения-гиганты и крупнейшие месторождения с суммой остаточных запасов и ресурсов золота около и более 1000 и 300 т
	2011 г.	2016 г.		
Группа экономически важных ГПТ эндогенных собственно золоторудных месторождений				
Месторождения близповерхностных золото-серебряных и золото-теллуридных руд в породах вулкано-тектонических построек	420	470	1,0–1,2	Янакоча (Перу), 2000; Лихир (Папуа-Новая Гвинея), 1500; Паскуа-Лама (Чили), 800; Пеньяскито (Мексика), 700; Фрута-дель-Норт (Эквадор), 320; Купол (Россия), ~250
Месторождения в углеродсодержащих песчанико-сланцевых и песчанико-сланцево-сланцево-филлитовых комплексах пород	320	380	2,0–2,3	Мурунтау (Узбекистан), 1500–2000; Наталкинское (Россия), 1600; Сухой Лог (Россия), 1900; Ашанти (Гана), 900; Телфер (Австралия), 700; Нежданинское (Россия), 650; Рио-Паракуту (Бразилия), 750; Кисладаг (Турция), 400; Дегдекан (Россия), 400
Месторождения в регионально метаморфизованных терригенно-вулканогенных комплексах пород архейских зеленосланцевых поясов	335	370	3,3–3,5	Калгурли (Австралия), 200–300; Боддингтон (Австралия), 500–700; Детур-Лейк (Канада), 550; Киттила (Финляндия), 480; Кибали (ДРК), 450
Месторождения джаспероидных руд пластового и секущего типов в терригенно-карбонатных комплексах пород	225	250	1,2–2,4	Голдстрайк (США), 500; Кортез (США), 650; Ханкрофт (США), 450; Гетчел-Туркойз-Ридж (США), 300; Ливентуд (США), 320; Олимпиадинское (Россия), 350
Месторождения в породах хрупких геологических образований – малых интрузивах, поясах и сериях даек	100	150	2,2–2,3	Донлин-Крик (США), 1210; Линлун-Фушань (Китай), 180; Васильковское (Казахстан), 450; Сукари (Египет), 400; Чармитан (Узбекистан), ~280
Итого	1400	1620		
Пластовые метаморфогенные месторождения в слоях золотосодержащих конгломератов	230*	160		Месторождения Витватерсранда (ЮАР), 15 000; месторождения Парквы (Гана): Тарква, Даманг, Идуап priem, 1000; Жакобина (Бразилия), ~200
Месторождения золотосодержащих медно-порфириновых, медно-колчеданных и медно-никелевых руд	410*	440		Пибл (США, Аляска), ~4000; Грасберг (Индонезия), 3500; Олимпик-Дем (Австралия), 3500; Ую-Толгой (Монголия), 1700; Реко-Дик (Пакистан), 1700
Россыпи золота	170*	130		Китай, 1500; Россия, 1200; Бразилия, ~1800; Венесуэла, Перу, Чили 800–1000; Юго-Восточная Азия, 1200; прочие, ~1000
Группа экономически второстепенных ГПТ месторождений	570*	870		
Мировая добыча, всего	2780	3220		

* Уточнённые данные.

его, в первую очередь, определяется быстротой и рентабельностью разведки, освоения и извлечением существенных масс золота сравнительно дешёвыми методами. Выяснилось также, что только представители экономически важных ГПТ могут иметь запасы и ресурсы золота, достигающие и превышающие в сумме на месторождениях-гигантах 1000 т металла, а на прочих крупнейших месторождениях – до 300 т золота и более [16].

В группу экономически важных в систематику включены, кроме того, месторождения золотосодержащих руд: медно-порфиновые, гидротермальные медно-колчеданные и магматические медно-никелевые, а также метаморфогенного типа – пластовые месторождения золотоносных конгломератов и золотоносные россыпи. Доля добычи золота и тех и других существенно превышает 4% мировой, а запасы их необходимо учитывать при оценке промышленного значения и, соответственно, для выделения приоритетных типов месторождений в целях их разведки и освоения.

К пяти экономически второстепенным типам золоторудных месторождений (с мировой долей добычи <4%) относятся: месторождения золотоскарновых руд – Синюхинское и Новогоднее-Монто в России; месторождения, локализованные в тектонически деформированных эндо- и экзоконтактах интрузивов и гранито-гнейсовых массивов, – Зун-Холбинское и Школьное в России; месторождения, размещающиеся в покровных вулканитах (вне связи с вулcano-тектоническими постройками), – Миндякское и Березниковское, а также Широкинское в России; месторождения с аркообразными и седловидными рудными телами в частых сжатых и подобных складках песчанико-сланцевых толщ, наподобие районов Бендиго в Австралии и Новой Шотландии в Канаде, а также Совиное в России; месторождения в глубокометаморфизованных породах фундамента типа Ренко в Зимбабве и Саза-Резербек в Танзании [14].

Только месторождения экономически важных типов характеризуются значительным вертикальным размахом оруденения, позволяющим рассчитывать на обнаружение «слепых» золоторудных тел. Прежде всего, это объекты в регионально-метаморфизованных и рассланцованных теригенно-вулканогенных комплексах пород архейских зеленосланцевых поясов (см. таблицу), например, – месторождение Колар. Здесь оруденение зафиксировано на глубине ~3,5 км от современной по-

верхности. Несколько меньшие глубины характерны для оруденения однотипных месторождений Холлинджер, Мак-Интайр, Малартик, Йеллоунайф и др. в Канаде, а также Гейта, Буланхулу и др. в поясах Танзании, где они прослежены на глубину 2,2–2,3 км. Примерно на аналогичных глубинах найдены руды на месторождениях, локализованных в хрупких геологических образованиях – малых штоках, поясах и роях даек. В частности, на месторождениях Кёркленд-Лейк (Макасса) в Канаде они распространяются на глубину ~2,4 км от современной поверхности [14]. На меньших глубинах бурением установлено оруденение на месторождениях, локализованных в углеродсодержащих песчаниково-сланцевых толщах фанерозоя и в слюдисто-сланцево-кварцито-филлитовых толщах протерозоя, например, Мурунтау в Узбекистане, Ашанти в Гане, Телфер в Австралии.

Убедившись, что глубинное месторождение принадлежит к промышленно важному ГПТ, можно уверенно строить прогнозные разрезы и, используя представления о структурных ловушках, вести глубокое поисковое бурение или горные выработки для вскрытия «слепых» рудных тел.

Совершенно иная геологическая обстановка отмечается для случая близповерхностных месторождений золото-серебрянных и теллуридных руд в породах вулcano-тектонических построек. Их отличает не только наименьший вертикальный размах оруденения и проявление руд до глубин не более 1,0–1,3 км (в единичных случаях до 1,5 км) от современной поверхности, но и разобщённость скоплений рудных тел в вертикальном разрезе. Они, по мнению автора, по-видимому, образуются на некоторых месторождениях на двух разобщённых вертикальных уровнях: в верхнем, на глубине первых сотен метров от древней дорудной и современной (при умеренной эрозии) поверхности, и нижнем, на глубине 600–1000 м и ниже.

Особенности размещения золото-серебряного оруденения (в том числе теллуридов благородных металлов) наиболее чётко, контрастно и, значит, почти бесспорно, проявляются при наблюдении на разведанном максимально протяжённом вертикальном интервале. Такой интервал оруденения выявлен на участках рудного поля Теллурид-Сильвертон, на месторождениях Крипл-Крик и Комшток в США, Байя-Сприе в Румынии. Оказалось, к примеру, что на месторождении Комшток золото-серебряное оруденение представлено штокверко-

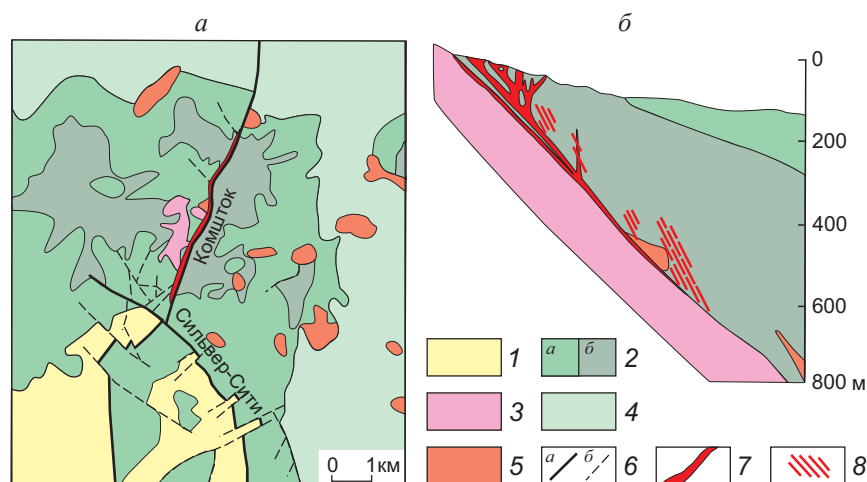


Рис. 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМШТОК (а) И РАЗРЕЗ ЧЕРЕЗ НЕГО (б), ПО [8]:

1 – породы основания (риолиты, метаосадки, гранодиориты мезозойского – среднепалеогенового возраста); 2 – андезиты (а) и их лавобрекчии (б) формации альта (N₃); 3 – диориты и гранодиориты Дэвидсон (N₁); 4 – лавы и пирокласты риолит-андезитовой формации Кейт-Пик (N₁–N₂); 5 – нежки и субвулканические тела риолитов формации Кейт-Пик (N₂); 6 – разрывные нарушения (а – рудоносные, б – прочие); 7 – золоторудные сульфидно-карбонат-кварцевые жилы; 8 – золоторудные прожилковые и штокверковые зоны – апофизы

вой зоной субмеридиональных пучков многочисленных маломощных жил и прожилков, начинающихся от поверхности разломов и проникающих до глубины ~250 м. Пучки распространялись в плейстоценовых андезитах от выположенного субмеридионального перегиба рудоносного разлома Комшток (рис. 1). Затем, с протяжённым перерывом, руды были выявлены в ограниченном вертикальном интервале 480–600 м от поверхности. При их изучении [8] установлено, что на поверхности и вблизи неё оруденение размещается в зоне пропилитизации, в пределах которой выделяются полосы, комковатые скопления и крупные гнёзда глинистых минералов. Они принадлежат преимущественно к группам каолинита и монтмориллонита (отчасти иллита и диккита). Руды месторождения отличались друзовой, крустификационной и ритмично-полосчатой текстурами. Ниже с глубиной боковые породы превращались в кварцитовидные образования, содержащие эпидот, диопсид, пирофиллит и различные хлориты.

В жильной зоне Комшток на уровне 480–600 м от поверхности руды чрезвычайно богаты – содержание Au достигало местами 500 г/т, а Ag – 1,6%. Золото представлено электрумом, серебро – преимущественно аргентитом и полибазитом. Рудник Комшток был затоплен горячими (до 75°) водами в 30-х годах XX в.

Описанная обстановка размещения руд повторилась в плоскости глубокопроникающей жилы Портленд на месторождении Крипл-Крик [8]. Здесь в вертикальном интервале от 450–500 до 800 м и более в рудной зоне также имелись интервалы пустых или слаборудоносных пород, разделяющих рудоносные верхний и нижний уровни месторождения. Руды нижнего уровня развиты до глубины >1000 м (рис. 2). Глубокозалегающие руды приурочены к зонам вторичных кварцитов, где, наряду с преобладающими сульфосолями, сульфидами меди, висмута и других цветных металлов, наблюдается пирит в жильном кварце и окварцованных вмещающих фонолитах миоцена, включения, гнёзда и прожилки адуляра, хлорит, эпидот. А также местами встречаются пурпурный и тёмно-фиолетовый флюорит, полосы доломита и анкерита, вкрапленники молибденита, гюбнерита, гематита, теллуриды благородных металлов. Для руд этого уровня характерны брекчиевые, массивные, прожилковые и вкрапленные текстуры. Содержание Au (в теллуридах и рудах) превышало 12–20 г/т.

На близповерхностных месторождениях Крипл-Крик и Янакоча (Перу) на больших глубинах обнаружены пирит-халькопирит-энаргитовые руды, мало отличающиеся от руд глубинных месторождений. Так, на месторождении Янакоча, по данным

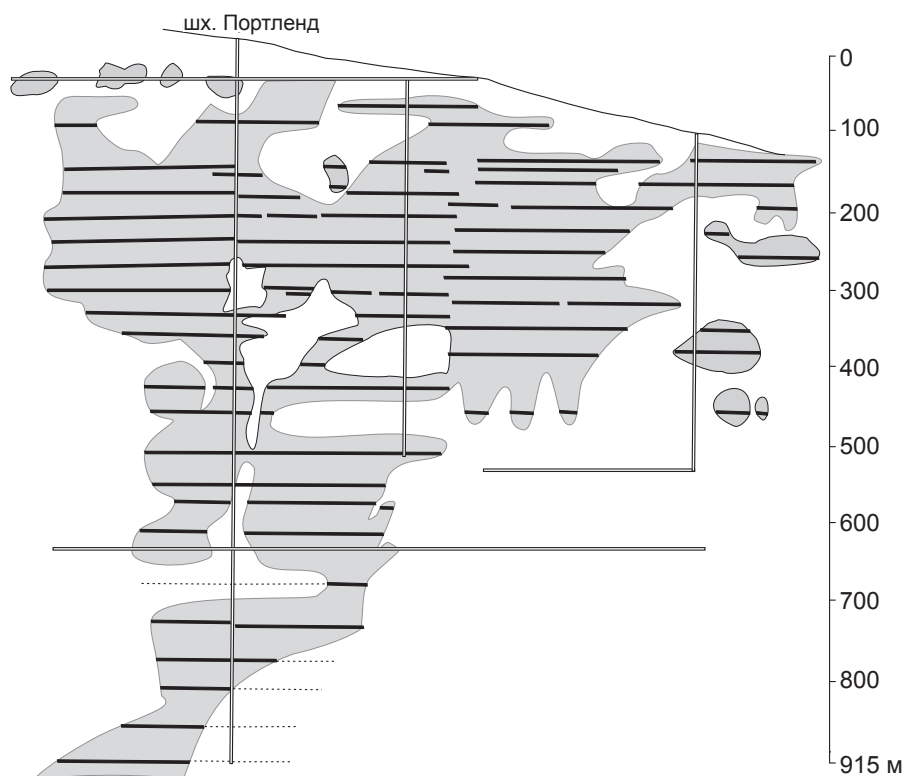


Рис. 2. МЕСТОРОЖДЕНИЕ КРИПЛ-КРИК, ШТАТ КОЛОРАДО, США. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК ЗОЛОТОРУДНОЙ ЖИЛЫ ПОРТЛЕНД В ПРОДОЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ КРУТОПОГРУЖАЮЩЕЙСЯ ПЛОСКОСТИ ЖИЛЫ, ПО [8]:

серым цветом обозначены выработанные пространства жилы

геологической службы рудника, опубликованным в отчётах компании Barrick Gold в 2009–2012 гг. [11], разведочными скважинами на глубинах 400–600 м и более под обрабатываемыми сейчас вблизи поверхности караваяобразными рудными телами сыпучих окисленных руд найдены золото-медьсодержащие руды с халькопиритом, энаргитом, борнитом, блёклыми рудами и другими минералами меди. Считается, что ими сложены крутопогружающиеся штокообразные тела вкрапленных руд с содержанием Au, превышающим, например, в интервале 44 м 17,7 г/т. Руды аналогичного состава разведаны в Румынии на глубине ниже 700–800 м от современной поверхности на близповерхностном месторождении Байя-Сприе. Наконец, в работе [19] приведено свидетельство того, что при глубоком поисковом бурении на флангах близповерхностного золото-серебряного месторождения Карамкен пересечено рудное тело, в сечении которого протяжённостью 3 м содержание Au превышало 40 г/т. Таким образом, можно считать, что на близповерхностных месторождениях золота, раз-

витых в вулcano-тектонических постройках, оруденение локализуется на двух рудоносных уровнях – вблизи палеоповерхности (и современной поверхности при малой эрозии) и на глубине 600–1000 м и ниже. Это позволяет говорить о необходимости доразведки глубоких горизонтов на месторождениях Балеи-Тасеевское, Многовершинное, Купол, Дукатское, Карамкенское, Агинское, Озерновское и др. К сожалению, компании, владеющие перечисленными месторождениями, не спешат с доразведкой.

Поиски «слепых» рудных тел на глубинных и близповерхностных месторождениях золота облегчаются, по представлению авторов работ [1, 3, 4, 18] и многих других исследователей, размещением их в пределах закономерно сочетающихся рудоконтролирующих и рудовмещающих элементов трещинной структуры. В.И.Смирновым последние названы структурными ловушками. В настоящее время выделены шесть (или семь) наиболее часто встречающихся их типов на участках золоторудных месторождений.

1. Одним из таких типов можно назвать структурную связку – рудоконтролирующее нарушение и закономерно отделяющиеся от него на равном расстоянии один от другого (в «шаге размещения») боковые сколы и золоторудные тела, залечивающие зоны таких сколов. «Шаг размещения» составляет от 30–70 до 100–250 м. Эта структурная ловушка детально проанализирована автором [15]. Выяснилось, что подобная ловушка характерна для месторождений, на участках которых проявлены не только непротяжённые локальные рудоконтролирующие нарушения, но и сравнительно мощные разломы, вытягивающиеся на километры. В частности, в работе [5] подобный «шаг размещения» рудных тел приведён на схемах и разрезах глубинных месторождений Дарасунское, Кочкарское, Советское, Итакинское, Школьное, Кючус, Маломырское, Павлик, Салют, Нежданинское на Приморском, Аркачанском, Дразном и других рудных полях. Данная закономерность установлена и на близповерхностных месторождениях Карамкенское, Балей-Тасеевское, Агинское, Озерновское, Мутновское, Дукатское, Джульетта, Аметистовое и др. В природе оруденение обычно охватывает не все, а только некоторые, чаще одну–две, зоны повторяющихся боковых разрывов с образованием промышленных руд. Это, как правило, зоны дробления (брекчирования) значительной мощности с умеренным развитием тектонической глинки трения. Последние, по-видимому, наиболее проницаемы для золотосодержащих растворов.

При сопоставлении месторождений с боковыми золоторудными телами с месторождениями других структурных типов выяснилось, что, по крайней мере, каждое пятое–седьмое подобное месторождение (или 13–20% от всех объектов золоторудного пояса или провинции) локализуется именно в рассматриваемой рудно-структурной связке – ловушке. Наиболее «охотно» оруденение использует зоны боковых разрывов, распространяющиеся вниз по падению и в меньшей степени вверх по восстанию от рудоконтролирующих нарушений. Примеров таких месторождений множество. Среди них крупные и крупнейшие месторождения Мурунтау, Нежданинское, Купол, Кубака, Биркачан и небольшие золоторудные объекты Кузнецкого Ала-Тау – Любавинское, Центральное, Натальевское, а также Березниковское, Быньговское в Уральской провинции. Действительно, при проницаемости пород лежачего бока разломов

наклонные поверхности этих нарушений, вероятно, ведут себя как экранирующие элементы структуры и благоприятны для залечивания рудами отделяющихся от них боковых разрывов.

На большинстве месторождений боковые золоторудные тела отделяются от локальных рудоконтролирующих нарушений жильного типа преимущественно на расстояние от 30 до 250 м одно от другого. Такой «шаг размещения» устойчиво сохраняется как на верхних, так и на глубоких уровнях месторождений (например, на глубине ~1000 м на месторождении Кочкарь в Южно-Уральской провинции). В результате это позволяет прогнозировать вдоль рудоконтролирующих разломов и нарушений за известным «последним» рудным телом, выявленным на разведанном горизонте, новое, следующее, тело и вести поиски его и «слепых» тел веером скважин на более глубоких уровнях. Таким образом были выявлены новые и продолжения обнаруженных выше золоторудных тел на Юго-Восточном участке Дарасунского месторождения [20]. Здесь золоторудные тела (жилы Рабочая, Мать, Гурулёвская, Лагуновская и др.) в виде боковых рудных образований северо-восточного направления проявились на равном удалении (в 80–130 м) друг от друга вдоль юго-восточного висячего бока рудоконтролирующей зоны дробления северо-восточного простирания (которая была названа Юго-Восточной). Упомянутые выше золоторудные жилы прослежены на горизонтах, расположенных в 200–500 м ниже первоначально разведанного уровня [15, 20].

Все глубокозалегающие золоторудные тела перчисленных месторождений вскрывались поисковыми скважинами на основании закономерностей размещения рудных тел, установленных на верхних горизонтах. Оруденение, локализуется на перегибах региональных и сопряжённых с ними боковых нарушений 2–4-го порядков и в отделяющихся от них боковых разрывах, которые нередко также залечиваются рудным веществом. Причём зоны рудоносных боковых разломов и залечивающие рудные тела как бы продолжают генеральное направление основного нарушения, присутствующее ему до точки перегиба. При этом оруденение распространяется как в зоне перегиба основного рудоконтролирующего нарушения (которое становится и рудовмещающим), так и в зонах отделяющихся боковых разломов. Все перспективные участки аналогичного типа, обнаруживаемые на оте-

чественных месторождениях, должны проверяться на глубоких горизонтах веером поисковых скважин. Точно так же по изложенной методике выявлялись глубокие уровни золоторудных жил на Итакинском месторождении Восточного Забайкалья (рис. 3). Здесь они выявлялись в структурной ловушке следующего типа – между парными дорудными разломами одинаковой ориентировки.

2. Рудно-структурная связка (структурная ловушка), названная парными разломами, признана большим знатоком золоторудных месторождений Н.И.Бородаевским [1] одной из наиболее часто наблюдаемых на участках золоторудных месторождений. Он считал, что сходно ориентированные разломы и менее протяжённые нарушения, про-

слеживающиеся на небольшом расстоянии друг от друга (десятки – сотни метров), настолько деформируют «зажатую» между ними породу, что в тектонический этап, сопровождающийся оруденением, она неминуемо «разорвётся» трещинами, соединяющими оба субпараллельных разрыва. Попадая в период оруденения в положение оперяющих сколов, соединительные и сопутствующие им трещины залечиваются рудным веществом, наиболее концентрирующимся вблизи смыканий их с парными разломами. Структурная ловушка – парные разломы – может иметь генеральное направление, совпадающее с ориентировкой региональных складчатых построек и разломов. В случае если они отделяются от разломов 2-го порядка или ориенти-

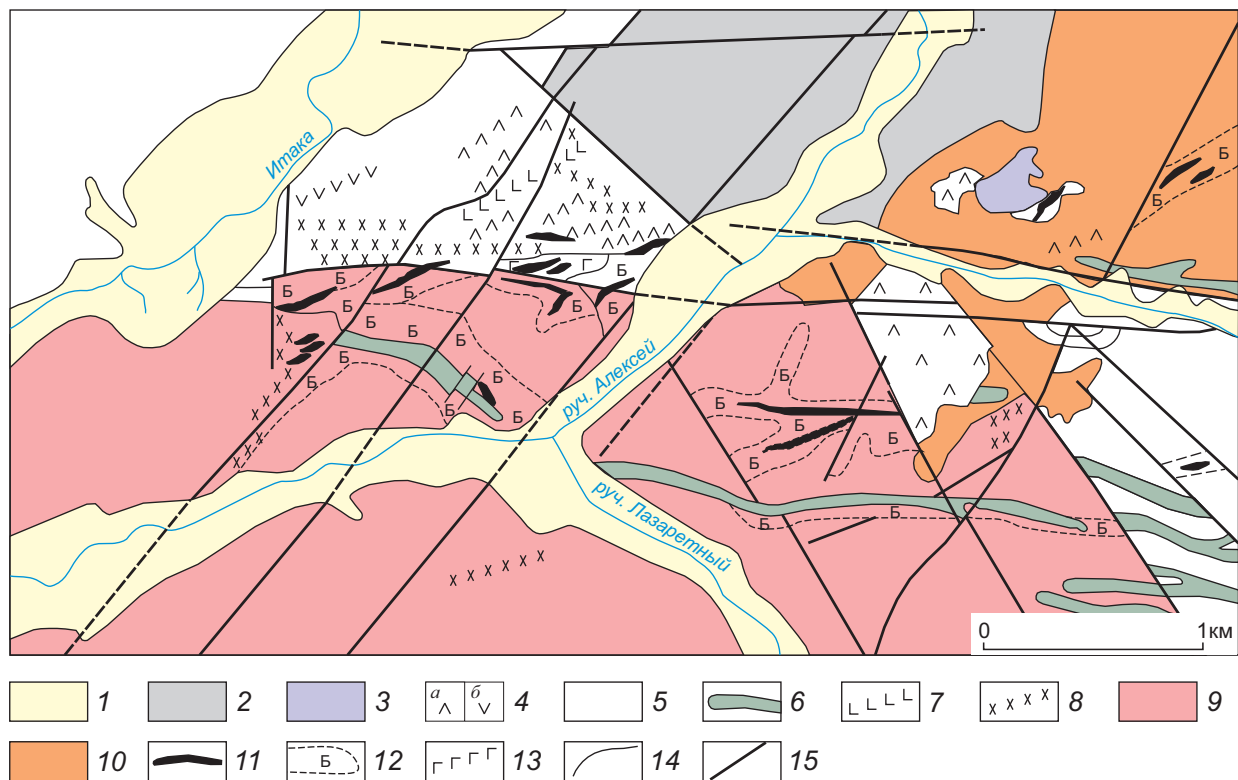


Рис. 3. СХЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ИТАКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ПО [5]:

1 – современные аллювиальные отложения (галечники, гравий, пески, супеси, суглинки); 2 – нижнемеловые песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты; 3 – юрские вулканогенно-осадочные отложения (туфы, туффиты, конгломераты, песчаники, алевролиты); 4 – нижнеюрские субвулканические образования: а – дациты (штоки и дайки), б – липариты (дайки); 5 – архейские метаморфические образования: гранитогнейсы, гнейсы, кристаллические сланцы; 6 – гибридные порфириды (дайки); 7 – габбродиабазы (дайки); 8 – диоритовые порфириды, спессариты (дайки); 9 – раннеюрский амананский интрузивный комплекс (гранодиориты, иногда порфировидные); 10 – раннепалеозойский интрузивный комплекс (граниты, граносиениты, аляскиты); 11 – жилообразные рудные тела с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, кварц-сульфидные жилы; 12 – поля развития березитов; 13 – раннепротерозойские габбро, габброамфиболиты; 14 – геологические границы; 15 – разрывные нарушения

руются наподобие таких нарушений, последние в пределах ловушек могут вести себя как блокообразующие нарушения. Они располагаются в 100–300 м друг от друга, заключая породы в линзовидно-пластинчатые тектонические блоки, вытягивающиеся на километры и рассекающиеся системами боковых оруденелых сколов. Подобная обстановка сложилась на участках крупнейших золоторудных месторождений – Наталкинское и Нежданинское [11]. Рудоносные блоки на этих месторождениях узкие (чаще ~300–700 м) с оруденелыми мощными зонами поперечного или диагонального направления, соединяющими блокообразующие нарушения. Примером за рубежом являются крупнейшие месторождения Холлинджер-Мак-Интайр в Канаде [14].

3. Структурными ловушками парных разломов служат субпараллельные парные боковые разломы, отделяющиеся от региональных нарушений. Подобная обстановка сложилась на Итакинском месторождении (см. рис. 3) в Восточном Забайкалье. Здесь ловушки парных разломов создают субпараллельные близко расположенные друг к другу нарушения двух систем – северо-западного и северо-восточного направлений. Разломы обеих систем сопровождают широтную региональную Итака-Могочинскую зону трещиноватости. В западной части месторождения наиболее чётко проявлена полоса северо-восточных разломов, которые круто погружаются на юго-восток. Именно эти нарушения соединены здесь северо-восточными зонами метасоматического окварцевания в юрских порфиоровидных гранодиоритах. В породах зоны отмечается вкрапленность (обычно 3–5%) золото-содержащего арсенопирита с микронными включениями собственно золота, а также сульфидами цветных металлов. Вблизи разломов, на сочленениях с ними, зоны окварцевания расщепляются на многочисленные ветви. Вкрапленность арсенопирита интенсивно развивается между расщепляющимися ветвями, а содержание золота в рудных телах увеличивается в несколько раз. Оруденение проникает в окварцованные зоны разломов. При этом от крутопадающих зон окварцевания отвечаются пологие апофизы.

Восточнее между преобладающими субпараллельными разломами, вытягивающимися на северо-запад (при падении на юго-запад), сформировались рудоносные зоны окварцевания широтно-го и северо-восточного направлений. Поскольку

они чётко проявлены и прослеживаются между окварцованными зонами дробления разломов, прогнозирование их на глубину не представляло особых трудностей. Зоны окварцевания вместе с заключёнными между ними золоторудными телами прослежены на глубине >300, иногда 450 м ниже разведанных горизонтов. Содержание золота в зонах сохранилось на максимальных глубинах на уровне от 3,4 до 5,0–6,6 г/т. Между разломами установлены 36 рудных тел. Месторождение достигло масштаба крупного объекта.

4. Следующая серия структурных ловушек, заключающих золоторудные тела, в том числе «слепые», представлена рудными образованиями, локализующимися под подошвой взбросов (со средними углами падения) и более пологими надвигами и наволоками. Примером рудоносных надвигов уже много лет считается надвиг Старо-Берикульского месторождения в золотоносной провинции Кузнецкого Ала-Тау. Зона надвига вмещает золоторудную залежь жилообразной формы, называемую жилой № 4 (рис. 4). Поверхность надвига напоминает стиральную доску с ложбинами, прогибы и углубления в которых в соответствии с северо-восточным простираем нарушения вытягиваются и полого погружаются в том же направлении. Именно к ним приурочены наиболее мощные (5–7 м) участки жилообразной рудной залежи. Они представлены метасоматически образованным жильным сульфидно-кварцевым веществом (с тонкокристаллической вкрапленностью золотосодержащего арсенопирита, а также халькопирита, блёклых руд, сфалеритом, галенитом, висмутовыми минералами (в сумме до 5–20%) и собственно золотом.

Зона надвига имеет сложное строение. В нескольких метрах выше неё прослеживается полоса смежных менее выдержанных плоскостей аналогичной ориентировки. Некоторые из них выкручиваются, выполняя роль боковых оперяющих сколов (см. рис. 4). Под полой подошвой рудоносного надвига локализовались пучки оперяющих его боковых сколов субмеридионального – северо-северо-восточного направления, круто (до 65–75°) погружающиеся на западо-северо-запад. Пучки сколов то соединяются, то расщепляются на отдельные нарушения, располагающиеся в первых метрах друг от друга и даже на меньшем расстоянии. Они отделяются и прослеживаются вниз по падению закономерно, на расстоянии «шага раз-

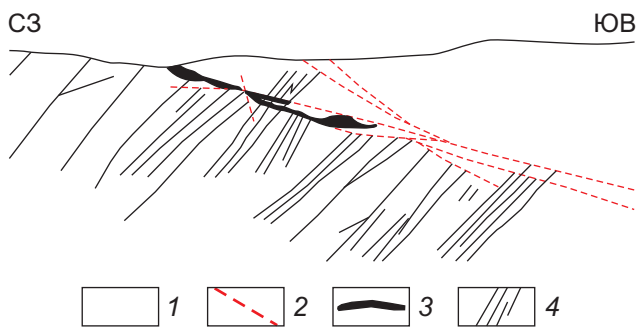


Рис. 4. ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ СТАРО-БЕРИКУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. СИСТЕМА (ПУЧКИ) СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ, СОЧЛЕНЯЮЩИХСЯ С ПОДОШВОЙ НАДВИГА И ПРИУРОЧЕННОЙ К НЕМУ ПОЛОГОПАДАЮЩЕЙ ЖИЛЬНОЙ ЗАЛЕЖЬЮ № 4, ПО [7]:

1 – порфириты среднего кембрия; 2 – тектонические поверхности пологого рудоносного надвига; 3 – пологие богатые залежи сульфидно-кварцевых руд; 4 – пучки золото-сульфидно-кварцевых жил и прожилков

мещения» друг от друга – 120–130 м [7]. Оперяющие сколы залечены метасоматическими жилами сульфидно-кварцевых руд с неясными границами, постепенно переходящими в кварцевые околорудные метасоматиты вмещающих порфиритов. В 1957 г. были обнаружены также рудоносные пучки оперяющих сколов, вытягивающиеся вверх по восстанию от поверхности рудоносного надвига (названные пучками жил № 17 и № 30). Они состоят (в сумме) из 15 промышленно обрабатываемых рудных тел.

Каждая четвертая жила в пучках, погружающихся вниз от подошвы надвига, является промышленной с содержанием Au >5–8 г/т [7]. На глубине ~150–250 м от подошвы надвига и жилы № 4 в восточном и юго-восточном направлениях между «хвостами» рудоносных крутопадающих сколов иногда отмечаются новые крутопадающие метасоматические жилы, близкого к меридиональному направления. Это наводит на мысль о существовании следующего, расположенного ниже и, возможно, также рудоносного надвига (т. е. о проявлении структуры типа «слоёного пирога») и необходимости доразведки глубоких горизонтов Старо-Бериккульского месторождения на участке в пределах жилы № 4.

На месторождении Многовершинное в Сихотэ-Алинской золотоносной провинции [5] оруденение

в золотоносных зонах северо-восточного простирания развилось в пределах отдельных участков, заключённых между поперечными дорудными сдвиго-взбросами северо-западного направления. Подобные оруденелые участки Главной рудной зоны прослеживаются между одной парой взбросов то на протяжении 500 м, то >1 км. При этом вдоль поперечных взбросов, погружающихся на северо-восток под углом 40–50°, рудоносные блоки пород в их лежачем боку опущены на 150–200 м и глубже. Они содержат ещё слабо разведанные руды в андезитах и их лавобрекчиях. Возможно, здесь будут найдены руды на границе андезитов и подстилающих аргиллитов. Оруденение в тектонических блоках всячего (северо-восточного бока), наоборот, взброшено и в настоящее время, по данным В.М.Крейтера [6], полностью эродировано.

Вместе с тем, в свете изложенного, наиболее продуктивны и перспективны для поиска и обнаружения «слепых» руд на месторождении Многовершинное две блок-пластины андезитов и их лавобрекчий. Они заключены между дорудными сдвиго-взбросами (падающими под средними углами на северо-восток) – Перевальным и Средним, Средним и Южным нарушениями (рис. 5). Наиболее перспективны поиски вдоль Средне-Ульского разлома, в его южном, по-видимому, всячем боку. Чрезвычайно ошибочным является отказ от доразведки месторождения и рудоносной зоны Медвежья, особенно её участков, расположенных в андезитах, вблизи Средне-Ульского разлома.

На месторождении Нежданинское Главная золоторудная зона (зона № 1) на верхних горизонтах также прослеживается между разломами, заключающими вмещающие нижнепермские глинистые сланцы и песчаники в линзовидных тектонических блок-пластинах. Последние протягиваются в всячем боку регионального Сунтарского разлома [11] в северо-восточном направлении на расстояние от нескольких до десяти километров и более при ширине блоков ~0,7–1 км. Блоки как бы зажаты между разломами – сдвиго-взбросами, падающими на северо-запад под углом ~60–70°. В центральных частях каждого из них прослеживается рудная зона (Главная зона № 1), оконтуриваемая как единое рудное тело мощностью от первых метров до 20–30 м. Достигнув очередного поперечного взброса, оруденение зоны распространяется в нём вправо по ходу наблюдения на 40–60 м, местами на 100 м и более. Затем оно проникает в

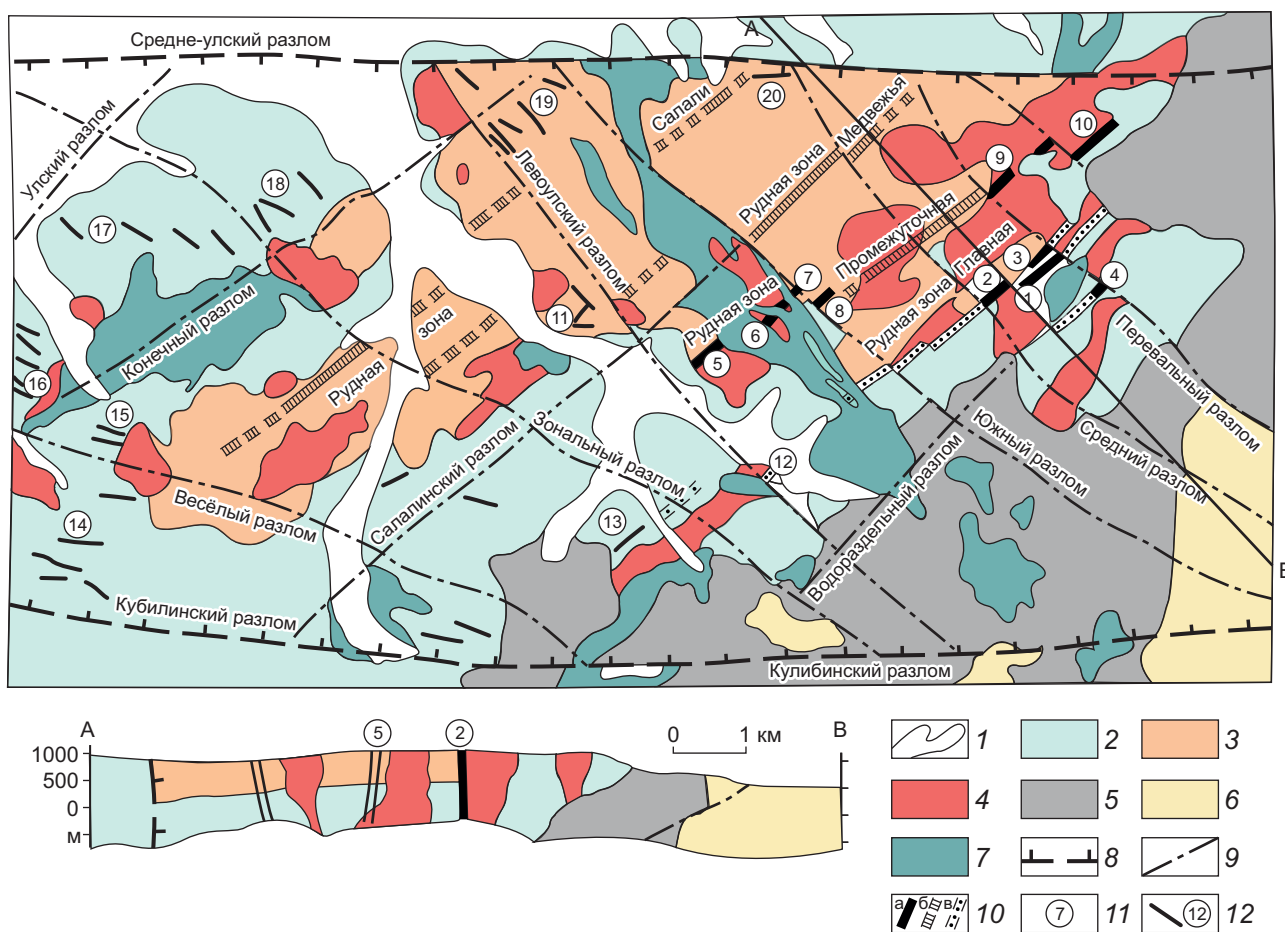


Рис. 5. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МНОГОВЕРШИННОГО РУДНОГО ПОЛЯ, ПО [5]:

1 – рыхлые аллювиальные отложения; 2 – верхнеюрские – нижнемеловые алевролиты, аргиллиты и песчаники фундамента; 3 – нижнепалеогеновые покровные вулканиты среднего состава; 4 – жерловые и субвулканические породы; 5 – среднепалеогеновые гранодиориты, предположительно послерудные; 6 – среднепалеогеновые лейкокрасовые граниты; 7 – среднепалеогеновые гранодиорит-порфиры; 8 – региональные разломы (штрих направлен в сторону падения); 9 – прочие разломы; 10 – рудные тела (а – выходящие на поверхность, б – со «слепым» оруденением, в – считающиеся эродированными); 11 – оконтуренные рудные тела Восточной (1 – Верхнее, 2 – Центральное, 3 – Олень, 4 – Водоурядельное) и Западной (5 – Промежуточное, 6 – Южное, 7 – Фланговое, 8 – Северное, 9 – Тихое, 10 – Валунистое) рудных зон; 12 – рудопроявления (11 – Медвежье, 12 – Бирсалали, 13 – Кварцевая Сопка, 14 – Кулибинское, 15 – Эватак, 16 – Увальное, 17 – Зональное, 18 – Конечное, 19 – Озёрное, 20 – Ким)

новую поперечную рудную зону, как бы в продолжение её, развившееся, по представлению М.М.Константинова [5], в каждом следующем восточном тектоническом блоке [11]. При этом параллельно выявленной рудной зоне, фиксируются новые рудоносные зоны, также «зажатые» между сдвиго-взбросами. Они располагаются в 300–400 м юго-западнее зоны № 1.

Поиски на месторождении Нежданинское продолжений Главной зоны № 1 и новых субпараллельных зон в центральной части каждого тектонического блока, расположенного восточнее, а затем

разведка их на глубину до 400–500 м и более полностью оправдались при разведочных работах в середине и конце прошлого века. В результате запасы золота на месторождении достигли 630 т при содержании металла ~5 г/т. Понятно, что при прогнозировании руд на глубину главным фактором являлись блокообразующие северо-восточные разломы.

Нередко оруденение между сочленяющимися взбросами и сдвиго-взбросами локализуется в узлах их смыкания. Здесь возникает густая сеть рудоносных разрывов, соединяющих оба смыкаю-

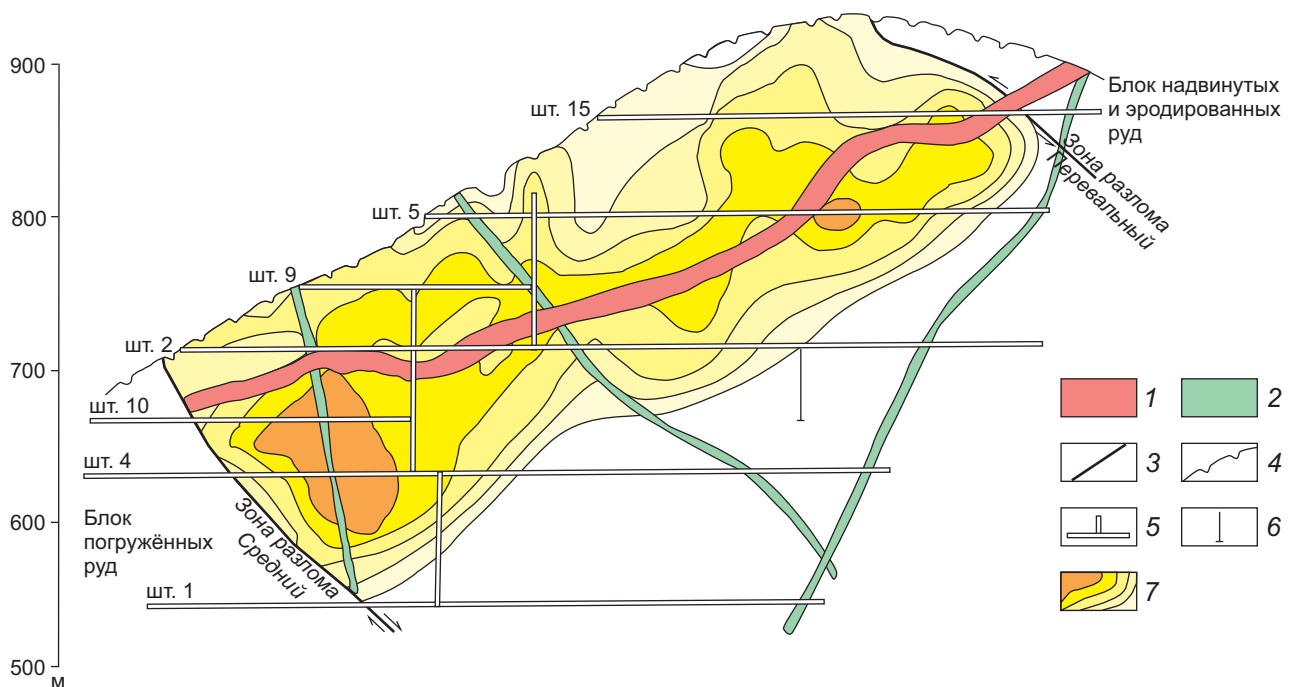


Рис. 6. МЕСТОРОЖДЕНИЕ МНОГОВЕРШИННОЕ. РУДНОЕ ТЕЛО ВЕРХНЕЕ, ЗАКЛЮЧЁННОЕ МЕЖДУ ПОПЕРЕЧНЫМИ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИМИ РАЗЛОМАМИ – СДВИГО-ВЗБРОСАМИ (ПЕРЕВАЛЬНЫЙ И СРЕДНИЙ), ПАДАЮЩИМИ НА СЕВЕРО-ВОСТОК, ПО [5] (продольная проекция распределения золота на крутопадающей (на северо-запад) плоскости рудного тела составлена С.И.Косовым):

1 – гранит-порфиры; 2 – диоритовые порфириды; 3 – зоны дробления поперечных рудоконтролирующих сдвиго-взбросов; 4 – разведочные каналы на поверхности; 5 – штольни и другие подземные выработки; 6 – скважины из подземных выработок; 7 – поля проявления золота, г/т (слева направо >10...<2); стрелками показаны направления перемещений тектонических блоков пород вдоль разломов

щихся нарушения. Наиболее впечатляющая подобная обстановка давно иллюстрируется примером месторождений, сформировавшихся на крупнейшем золоторудном поле Йеллоунаиф в Канаде, в деталях изученном в [21]. Основное рудоконтролирующее значение здесь имеют региональный северо-западный разлом Вест-Бей и отделяющиеся от него боковые взбросо-сдвиги Акаичо и Таун-Сайд. В узлах смыкания взбросо-сдвигов с разломом Вест-Бей развились зоны многочисленных оруденелых сколов субмеридионального направления. Основные из них проявились на расстоянии от 70 до 100–250 м друг от друга, т. е. также на расстоянии «шага размещения». Узлы смыкания боковых разломов с нарушением Вест-Бей, полого склоняющиеся на северо-северо-запад, чётко пересекались разведочными буровыми скважинами на глубинах 150–500 м ниже разведанных верхних горизонтов. Максимальная концентрация субмери-

диональных золоторудных жил отмечалась вблизи смыкания нарушений, где существенно возрастало количество рудоносных трещин и дробление развитых между ними вмещающих архейских базальтов и их туфов [14]. Последние интенсивно рассланцованы и преобразованы в сланцы. Несмотря на более чем столетнюю эксплуатацию месторождений, запасы золота на них всё ещё составляют ~250–300 т и пополняются за счёт доразведки золоторудных тел, размещающихся на всё более глубоких горизонтах.

5. Следует отметить значение тектонически осложнённых и нередко нависающих контактов пород, что наблюдается сравнительно часто на участках близповерхностных месторождений золото-серебряных руд. Здесь в рудоносных зонах нередко проявляются тектонически осложнённые субвулканические тела – штоки, жерла, трубки эксплозивных брекчий (месторождения Багио на Фи-

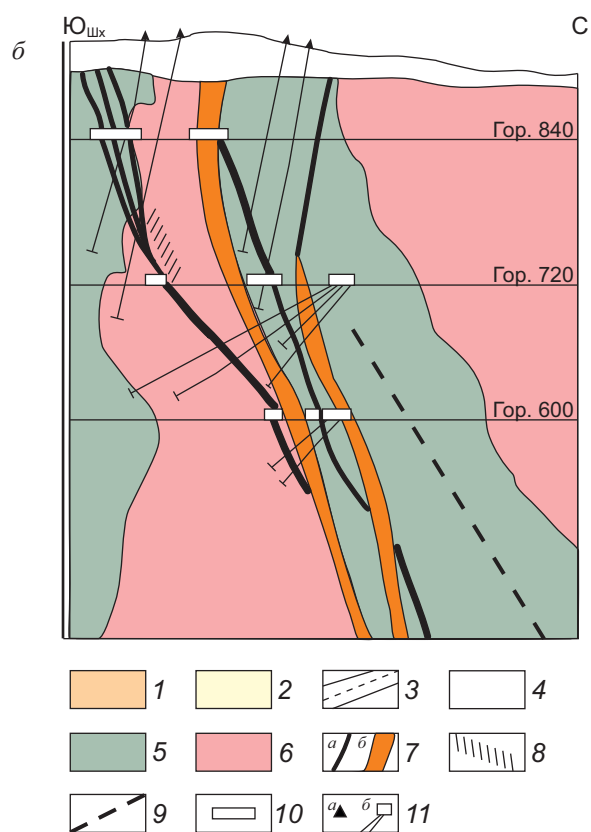
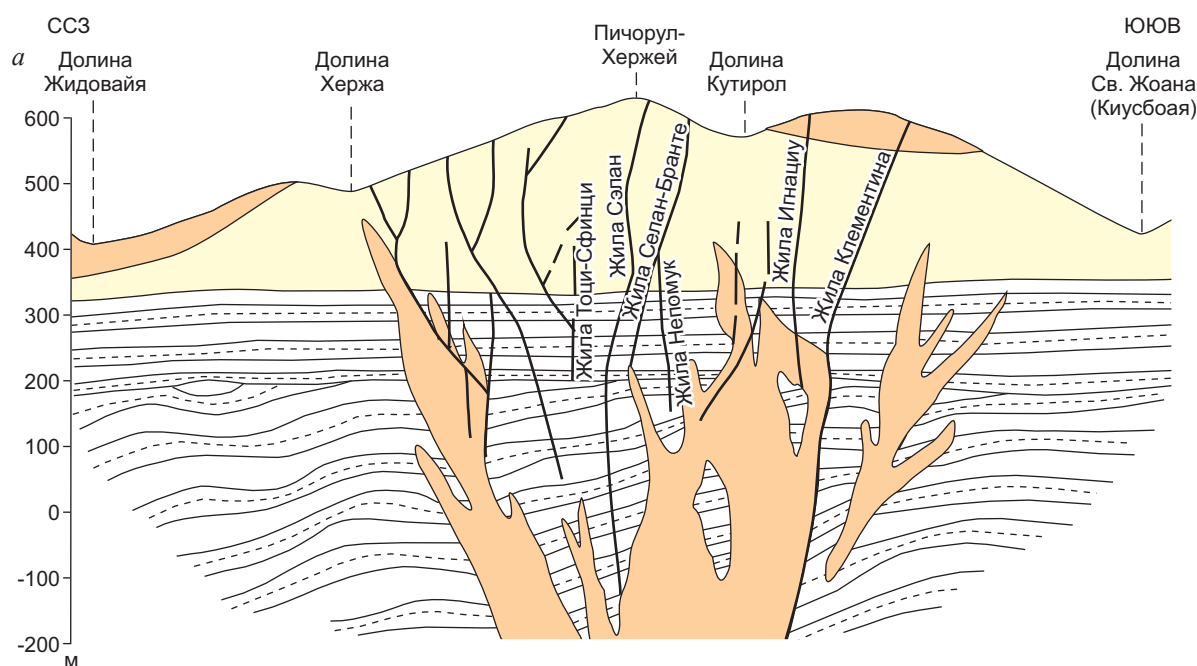


Рис. 7. ПРИУРОЧЕННОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ ЖИЛ К КОНТАКТАМ ДАЕК, НА КОТОРЫЕ РАСЩЕПЛЯЮТСЯ ВВЕРХ ПО РАЗРЕЗУ СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ШТОКИ:

а – близповерхностное месторождение Хержа (складчатая зона Восточных Карпат [9]), *б* – развитие «слепых» золоторудных жил под нависающими тектонически осложнёнными контактами интрузивов – глубинное месторождение Чармитан, Узбекистан, по В.А.Хренову, В.А.Хорвату [17], складчатая зона Западного Тянь-Шаня; 1 – пироксеновые андезиты палеогена; 2 – палеогеновые лавы, брекчии, агломераты андезитов; 3 – прослой и горизонты песчаников и алевропесчаников в толще палеогеновых аргиллитов и глинистых сланцев, прослой аргиллитовых сланцев в толще палеогеновых алевролитов и глинистых сланцев; 4 – современные аллювиально-делювиальные отложения; 5 – нижнесилурийская толща песчаников, туфопесчаников, туфов, глинистых туфосланцев; 6 – граносиениты позднего палеозоя; 7 – золоторудные жилы (*а*), развитые местами рудоносные зоны дробления (*б*); 8 – кварцевые жилы, зоны окварцевания; 9 – «слепые» и предполагаемые золоторудные жилы под нависающей кровлей интрузивов; 10 – подземные горные выработки; 11 – разведочные буровые скважины наземного (*а*) и подземного (*б*) бурения

липпинах и Хержа в Румынии, рис. 7, *а*). На месторождении Хержа субвулканический шток андезитовых порфиров неогена мощностью ~400 м расщепился вверх по восстанию на серию ветвей-апофиз, к контактам которых приурочены >15 зо-

лото-серебряных жил. Жилы, проникающие в субвулканический шток, прослежены на глубину до 700 м.

Штоки, а также дайки с тектонически нарушенными и оруденелыми контактами изредка встре-

чаются и на глубинных месторождениях. Примером служит Чармитанское месторождение в Узбекистане (см. рис. 7, б). Здесь в лежащем боку нависающего сиенитового интрузива локализованы золоторудные жилы, часть которых распространяется по контакту, а часть, продолжая направление золотоносных зон, развивается во вмещающих алевролитах, сланцах и песчаниках раннего палеозоя. На месторождении они ориентированы почти поперечно к нависающему контакту рудовмещающих и прорывающих сланцевую толщу позднепалеозойских сиенитов. Золоторудные сульфидно-кварцевые жильные тела в приконтактной зоне прослежены на глубину почти 700–800 м от современной поверхности – до абсолютной отметки 1050 м. На этих глубинах, наряду с «корнями» известных золоторудных тел, обнаруживаются «слепые» субсогласные с прослеживающимися рудные тела [17]. Запасы золота в них и на других участках месторождения достигли многих десятков тонн (в сумме ~280 т металла, содержание Au 8,5–9,5 г/т) и в настоящее время продолжают наращиваться.

б. К структурным ловушкам можно отнести пучки и отдельные золоторудные жилы и жильные тела, локализующиеся в виде зон, расщепляющихся на полосы многочисленных основных и оперяющих прожилков-апофиз при проникновении их в дайки, мелкие магматические штоки разнообразной, самой прихотливой морфологической формы, субвулканические некки, жерла, трубки эруптивных и эксплозивных брекчий. Примером проявления «слепых» рудных тел в поясах и роях даек считается месторождение Кочкарь. Оно приурочено к так называемому Пластовскому интрузиву плагиогранитов и гранодиоритов (D₃-C₁) размером (4–4,5)х5 км. С запада и востока он заключён между региональными разломами меридионального и северо-западного направлений.

Выделяют Северный, основной, участок месторождения и Южный. Северный пересечён полосой разломов востоко-северо-восточного направления, круто (~70°) падающих на юго-восток. С севера на юг выявлены Покровский, Главный, Центральный и Рождественский разломы, протягивающиеся субпараллельно в 0,5–0,8 км друг от друга (т. е. по сути, оруденение развито в структурной ловушке парных разломов). В лежащем, существенно реже в висячем боках каждого из них проявились пояса и рои даек лампрофиров (главным

образом диабазовых и диоритовых порфиритов, а также габбродиабазов), завершивших формирование массива (рис. 8, а). Дайки также прослеживаются в востоко-северо-восточном и широтном направлениях, но погружаются преимущественно круто на север. Чаще они представлены плитообразными субпараллельными телами мощностью от долей метра до максимальных 5–6 м в раздвухах и слияниях с довольно многочисленными широтными апофизами. Каждая из даек протягивается на 100–500 м, размещаясь нередко на расстоянии нескольких метров друг от друга. Изредка они соединяются в короткие штокообразные тела с многочисленными непротяжёнными ветвями-апофизами. Плотность даек в массиве чрезвычайно высокая, достигающая в сумме 14% от площади массива [2]. Дайки глубоко метаморфизованы, превращены в меланократовые тёмные образования, состоящие из биотита, амфибола, полевых шпатов, эпидота, кварца, карбонатов. На месторождении они получили название «табашки». Золоторудные жилы чаще используют контакты табашек, а проникая в них, трансформируются в полосы прожилков, мощных (до 1–3 м) гнёзд-скоплений и мелких боковых апофиз (см. рис. 8, б). В жилах непротяжённые их участки с невысоким содержанием золота чередуются с промышленными интервалами, в которых концентрация золота, по данным [2, 5], возрастает до 15–17 г/т. Наиболее промышленно важны скопления сравнительно мощных табашек с контактными и внутридайковыми жилами и прожилками, которые могут обрабатываться совместно как единое рудное тело.

На месторождении Кочкарь выделяют три субширотных полосы – зоны (см. рис. 8, а), наиболее насыщенные рудоносными дайками-табашками со сгущениями в них рудоносных жил и прожилков [4]. Зоны пространственно связаны с Покровским (северным), Центральным и Рождественским (наиболее южным) разломами. В свою очередь, в каждой зоне максимальный промышленный интерес представляют золотоносные табашки на их западных флангах, в пределах которых рудные тела чаще характеризуются наличием контактовых жил большей мощности с повышенными содержаниями благородного металла. Возможно, это связано с тем, что Региональный разлом (на западном фланге месторождения) являлся рудоподводящим каналом.

Руды Северного участка существенно пирит-кварцевые с халькопиритом, блёклыми рудами,

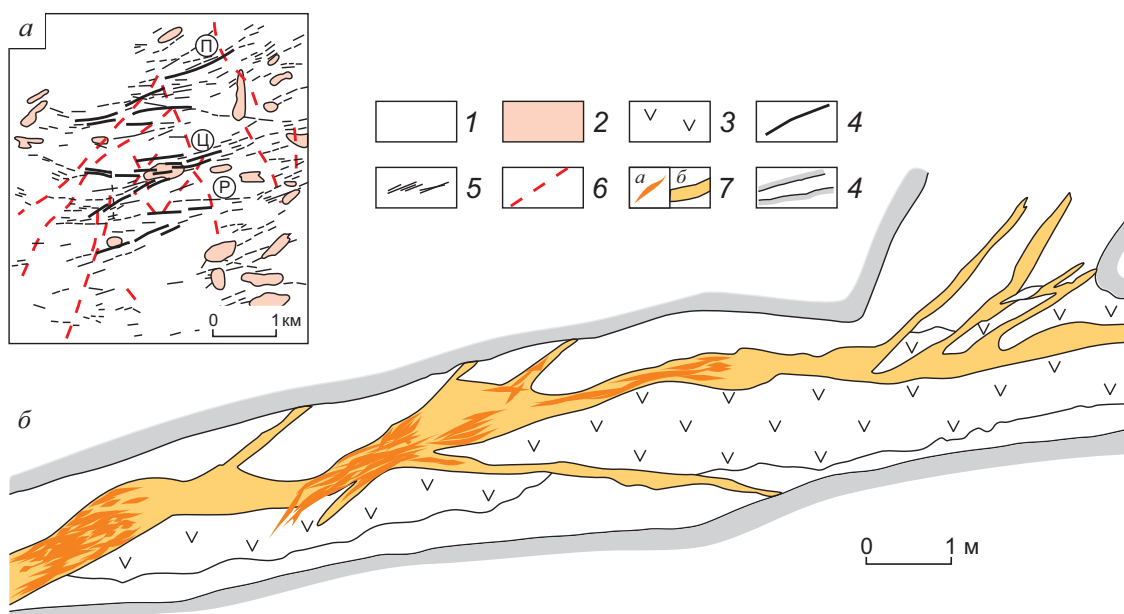


Рис. 8. СХЕМА КОЧКАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ УЧАСТОК), ПО [4] (а), ЗАРИСОВКА ЗОЛОТОРУДНОЙ ЖИЛЫ НА КОНТАКТЕ И ВНУТРИ ДАЙКИ-ТАБАШКИ (ДИАБАЗОВЫХ ИЛИ ДИОРИТОВЫХ ПОРФИРИТОВ) (б):

разломы и пространственно связанные с ними пояса рудоносных даек-табашек: П – Покровская, Ц – Центральная, Р – Рождественская зоны даек; 1 – плагиограниты и гранодиориты Пластовского массива (D₃–C₁); 2 – лейкократовые граниты; 3 – диабазовые и диоритовые порфириты; 4 – рудоносные пояса даек-табашек; 5 – прочие нерудоносные дайки порфиритов; 6 – разрывные нарушения; – гнезда промышленных руд в жилах (а), слаборудоносные участки жил (б); 8 – границы подземных горных выработок

сульфидами цветных металлов и висмутовыми минералами. Содержание золота в жилах на горизонтах около 1000 м, как правило, составляет ~15–17 г/т. Руды Южного участка, где преобладают широтные рудоносные табашки, преимущественно арсенипирит-кварцевые.

В заключение можно отметить следующее.

1. Приведённый фактический материал подтвердил, что «слепые» золоторудные тела размещаются на значительных глубинах в структурных условиях, аналогичных таковым для рудных тел верхних разведанных горизонтов. В результате поиск «слепого» оруденения осуществляется по аналогии с уже выявленными на каждом конкретном месторождении пространственными взаимоотношениями рудных тел с литологическими и магматическими особенностями рудовмещающих пород, а также с рудоконтролирующими разрывами различных порядков, в том числе с непотряжёнными трещинными нарушениями локального значения.

2. Предваряя поиск, необходимо тщательно и надёжно установить принадлежность месторож-

дения к одному из выделенных четырёх или пяти ГПТ месторождений, имеющих соответственно экономически важное или экономически второстепенное значение. Наиболее перспективны и надёжны поиски на участках глубинных месторождений экономически важных типов с протяжённым вертикальным размахом оруденения от 2 до 3 км и более.

3. Можно считать подтверждённым, что на участках близповерхностных месторождений золота с непотряжённым вертикальным размахом оруденения (максимально до 1,5 км) последнее проявляется на двух уровнях:

- верхнем, где оно обычно разрабатывается, в нескольких сотнях метров от древней палеоповерхности и (при сравнительно умеренной эрозии) в сотнях метров ниже современной поверхности, в пропилитах и каолининовых зонах с крустификационными, друзовыми и ритмично-полосчатыми текстурами;
- нижнем с перерывом в сотни метров на глубине ~600–1000 м от современной поверхности. Руды – золото-медьсодержащие и теллурид-

ные, разведуются очень редко. Проявляются в зонах вторичных кварцитов, содержащих эпидот, хлориты, пиррофиллит, диопсид, адуляр и рудные минералы, включая медьсодержащие и сопутствующие золоту. Руды ничем не отличаются от руд глубинного генезиса.

4. В сравнительно однородной рудовмещающей среде или среде, слабо осложнённой компетентными прослоями и магматическими образованиями, основную рудоконтролирующую роль играет структурная обстановка размещения золоторудных тел, аналогичная верхним разведанным горизонтам. При этом учением об особенностях геологии и структуры крупнейших месторождений золота установлено, что оруденение как рядовых, так и крупнейших месторождений золота прямо зависит от масштаба рудовмещающих нарушений, развитых в литолого-магматически-структурных ловушках, а в однородной среде – исключительно в структурных ловушках.

5. Среди структурных ловушек выявлены шесть или семь наиболее часто встречающихся типов.

Первая группа (1–3 типы) представлена благоприятным сочетанием рудоконтролирующих нарушений различных порядков и отделяющихся от них боковых сколов и рудных тел, залечивающих их зоны. Вторая группа (4, 5 типы) – пучки и серии золоторудных тел, отделяющиеся вниз по падению от поверхностей крутопадающих разрывов и подошвы нависающих надвигов и наволоков. Третья группа (6, 7 типы) – контактовые и близконтактные рудоносные нарушения, которые на контактах и вблизи магматических тел, а также при проникновении в мелкие магматические штоки, дайки, жерла, necks и трубки эруптивных и эксплозивных брекчий расщепляются на мощные пучки и сгущения золоторудных жил, прожилков и штокверковые зоны нередко с высокими содержаниями золота.

Как правило, появление золоторудных тел, в том числе «слепых», обусловлено одновременным влиянием структурных ловушек сразу нескольких типов, одна из которых признаётся главной рудоконтролирующей и рудовмещающей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородаевский Н.И.* Материалы по методам изучения структур и геологической перспективной оценки месторождений золота // Тр. ЦНИГРИ. М., 1960. Вып. 35.
2. *Бородаевский Н.И., Черемисин А.А., Покусаев В.И., Яновский В.М.* Кочкарское золоторудное месторождение // Геология золоторудных месторождений СССР. М., 1984. Т. 1. С. 59–95.
3. *Вольфсон Ф.И.* Структуры эндогенных рудных месторождений // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М., 1955. С. 521–616.
4. *Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В.* Месторождения золота // Главнейшие типы рудных месторождений. М., 1975. С. 268–299.
5. Золоторудные месторождения России / Отв. ред. М.М.Константинов. – М.: ООО «Акварель», 2010.
6. *Крейтер В.М.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.
7. *Кучин А.И.* Геолого-структурные особенности Бериккульского золоторудного месторождения // Геология золоторудных месторождений Сибири. М., 1975. С. 100–104.
8. *Линдгрэн В.* Эпитермальные месторождения // Минеральные месторождения. М.-Л., 1935. С. 1–61.
9. *Минеральные месторождения Европы. Юго-Восточная Европа. Румыния* / В.Э.Петрашек, Г.Мырвай, В.Янович и др. – М.: Мир, 1984. Т. 2. С. 84–192.
10. *Многовершинное месторождение* / М.М.Константинов, Н.П.Варгунина, Т.Н.Косовец и др. // Золото-серебряные месторождения. М., 2000. С. 52–67.
11. *Некрасов Е.М.* Возможное проявление слепого оруденения на нижних уровнях месторождения Балеи и механизм формирования богатых руд на близповерхностных месторождениях золота и серебра // Изв. вузов. Геология и разведка. 2018. № 2. С. 40–50.
12. *Некрасов Е.М.* Ещё раз о значении учения В.М.Крейтера о геолого-промышленных типах рудных месторождений // Изв. вузов. Геология и разведка. 2006. № 3. С. 32–35.
13. *Некрасов Е.М.* Запасы и добыча золота в начале XXI в. из месторождений геолого-промышленных типов // Изв. вузов. Геология и разведка. 2013. № 6. С. 45–56.
14. *Некрасов Е.М.* Зарубежные эндогенные месторождения золота. – М.: Недра, 1988.
15. *Некрасов Е.М.* О «шаге размещения» и прогнозирования золоторудных тел жильного типа // Изв. вузов. Геология и разведка. 2018. № 3. С. 40–50.
16. *Некрасов Е.М., Дорожкина Л.А., Дудкин Н.В.* Особенности геологии и структуры крупнейших золоторудных месторождений эндогенного класса. – М.: Астрей-центр, 2015.
17. *Рудные месторождения Узбекистана* / Отв. ред. Т.Ш.Шалкубов // Золоторудные месторождения. Чармитанское месторождение. Ташкент, 2002. С. 202–211.

18. Смирнов В.И. Гидротермальные месторождения // Геология месторождений полезных ископаемых. М., 1976. С. 234–345.
19. Стружков С.Ф., Константинов М.М. Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. – М.: Научный мир, 2005.
20. Тимофеевский Д.А. Геология и минералогия Дарасунского месторождения. – М.: Недра, 1972.
21. Boyle R.W. Structural localization of gold ore bodies of the Yellowknife greenstone belt // Canadian Mining Journal. 1954. Vol. 75. № 12. P. 71–76.

PROSPECTING FOR LODE-TYPE BLIND GOLD OREBODIES

E.M.Nekrasov
(FGUNPP Aerogeologiya, Moscow)

It is shown that for gold deposits of four primary economic types, forecasting and research of blind orebodies is accomplished by analyzing the regularities of ore distribution on the upper explored horizons of deposits. Deep-seated deposits are characterized by a major vertical extent of mineralization totaling 3,5 km. Near-surface Au-Ag and telluride deposits are distinguished by a minor vertical extent divided by ore-free space. On the upper level, the ore is localized in hundreds of meters from ancient paleosurface and, in case of weak erosion, from the contemporary surface. On the lower level, the ore is localized in 600–1000 m from the contemporary surface. Blind ore bodies of deep-seated and near-surface deposits are localized within structural traps. Six types of such traps have been found.

Keywords: deposits, gold orebodies, blind ore, ores, minerals, gold, silver, tellurides.



ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

Журнал «Руды и металлы» приглашает к сотрудничеству представителей геологических, горно-геологических, горнодобывающих организаций и предприятий, отраслевых научно-исследовательских, академических и образовательных институтов

По вопросам размещения рекламы или издания целевого номера, посвящённого вашему предприятию, организации, её продукции и услугам обращаться по телефону 8 (495) 315-28-47 или электронной почте rudandmet@tsnigri.ru

Реклама по заказам отраслевых организаций и высших учебных заведений выполняется по льготным расценкам