

Сдвиговая тектоника и золотоносность Колымского региона

А.Ф. Читалин — Заместитель генерального директора по науке, главный геолог ООО «Институт геотехнологий», к.г.-м.н., MSEG

Сдвиги Колымского региона и связанные с ними месторождения и проявления золота изучались многими исследователями [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13].

Наиболее полно и последовательно вопросы сдвиговой тектоники в связи с золотоносностью региона рассмотрены в работах В.Г. Шахтырова и обобщены в его докторской диссертации [15]. Этим исследователем было, в частности, показано, что формирование золото кварцевого оруденения это не одноактный (одноэтапный) процесс магматогенно-гидротермальной, или метаморфогенной природы, а не менее чем двухэтапный, обусловленный последовательным наложением сдвиговых кулис разного знака и простирания. Установлен реверсивный знакопеременный характер сдвиговых движений, обсуждаются структурные условия формирования крупных месторождений, обозначены спорные вопросы и предложены методы их решения.

В недавно опубликованной работе С.В. Ворошина с соавторами на основе изотопного датирования интрузивных образований и рудной минерализации выделены этапы магматизма и рудогенеза. Показана связь золотого оруденения с позднюрскими-раннемеловыми субдукционными гранитоидами и раннемеловыми коллизионными гранитами, проанализированы вопросы тектоники региона в связи с золотоносностью [16].

Автор настоящей статьи занимается полевым изучением структуры золоторудных месторождений, рудопроявлений и поисковых участков Верхояно-Колымского региона и Чукотки и раз-

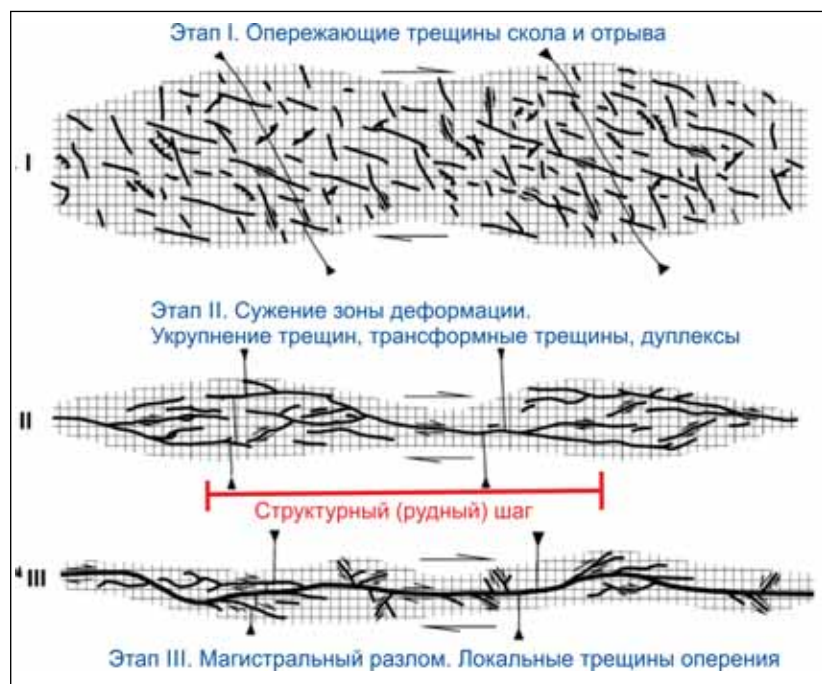


Рис. 1. Современная тектонофизическая модель сдвига [12]

деляет многие выводы В.Г. Шахтырова, С.В. Ворошина и других исследователей Колымского региона.

Методика изучения сдвигов основана в первую очередь на геолого-структурных исследованиях рудных объектов в поле. Применяется также структурный анализ геологических, геофизических и геохимических карт, космоснимков. Особое внимание уделяется сравнению натуральных наблюдений с современными тектонофизическими моделями, что дает основу для реалистичного прогноза структурных ловушек и оруденения. Нами использу-

ется модель сдвиговой зоны К.Ж. Семинского с соавторами [12], как наиболее полно отражающая особенности и стадии развития зоны сдвига, начиная от заложения и развития разномасштабных кулисных опережающих разрывов и завершая магистральным сместителем, образование которого знаменует финальную стадию структурной эволюции сдвиговой зоны (рис. 1).

Автором был выполнен анализ региональной структуры Колымского региона с использованием средне-масштабных и крупномасштабных

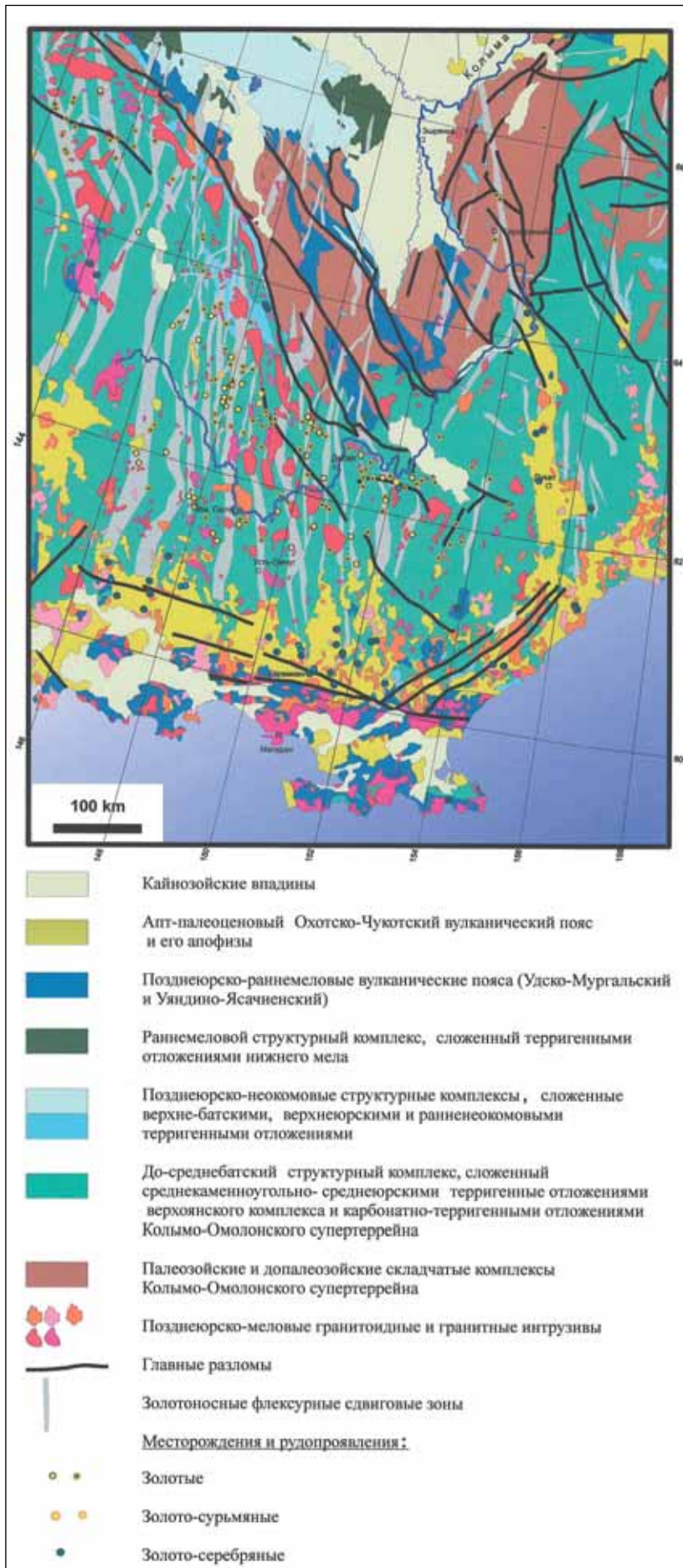


Рис. 2. Тектоническая схема и золотоносность Колымского региона

геологических карт, с прорисовкой осей складок, поясов даек, интрузивных тел разного возраста, кварцевых жил, зон прожилкования; выделены разновозрастные сдвиги. Была составлена тектоническая схема региона (рис. 2) и схемы сдвиговой тектоники для различных этапов деформации.

Этапы сдвиговых деформаций

Первый этап деформации (J_3-K_1)

К сдвигам первого этапа относятся складчатые субпродольные к осям складок сдвиги, которые часто сопрягаются с надвигами и взбросами или наследуют их. Сдвиги контролируют золото-сульфидное прожилково-вкрапленное оруденение — кулисные жилы и зоны прожилкования, часто золотоносные. Пример — месторождение Дразное в Якутии [1].

Второй этап деформации (J_3-K_1)

Автором [14] были впервые выделены региональные протяженные складчато-разрывные сдвиговые зоны, пересекающие складчатую структуру первого этапа деформации (рис. 2).

Золотая минерализация юго-восточной части Верхоянско-Колымского коллизионного пояса контролируется региональными сдвиговыми зонами, наложенными в виде «структурной решетки» на линейные складки позднеюрско — раннемелового возраста. Сдвиговые зоны развивались на втором этапе деформации.

Наиболее отчетливо проявлены протяженные (400–600 км) и широкие (10–20 км) субмеридиональные сдвиговые зоны, косо пересекающие Инъяли-Дебинский синклиниорий и смежные с ним антиклинории и выклинивающиеся к северу на границе с Колымо-Омолонским супертеррейном.

Субмеридиональные сдвиговые зоны на юге перекрываются Охотско-Чукотским вулканическим (магматическим) поясом мелового возраста; некоторые сдвиговые зоны структурно унаследованы поперечными апофизами магматического пояса. Эти апофизы ограничены разломами (сбросами, взбросами, сдвигами) и имеют структуру грабенов или рампов; вулканотектонические структуры в их пределах контролируют локализацию эпitherмальных золотосеребряных месторождений и проявлений.

Субмеридиональные сдвиговые зоны имеют преимущественно левосдвиговую кинематику. Они включают следующий структурный парагенез: складки меридионального простирания, горизонтальные флексуры (сиг-

моиды), в которые изогнуты складки и разрывы первого этапа, рои дорудных даек, пояса кулисных кварцевых жил и зон прожилкования по трещинам отрыва и скалывания, сдвиги, а также структурно-контролируемые зоны сульфидизации и геофизические аномалии.

Сопряженные широтные зоны праводвиговой кинематики проявлены реже, чем меридиональные зоны.

Многие штокверково-жилные месторождения золота контролируются субмеридиональными левосдвиговыми зонами второго этапа.

Считается, что крупнотоннажные месторождения Наталка, Павлик, Дегдекан штокверково-жилного типа контролируются региональным Тенькинским разломом ЗСЗ простираения [4, 15, 16] — месторождения «нанизаны» на разлом как бусины.

В нашей интерпретации месторождения контролируются наложенными субмеридиональными сдвиговыми зонами второго этапа деформации и располагаются в узлах пересечения ими Тенькинского разлома первого этапа деформации (рис. 3, 4).

Месторождение Наталка представляет собой типичную структуру конского хвоста в зоне левостороннего сдвига ССЗ простираения, в которой штокверково-жилные рудные зоны залечивают сопряженные разрывы отрыва и скалывания. Похожую структуру имеет и месторождение Павлик (рис. 3).

Месторождение Дегдекан локализовано в смыкающем широтном крыле крупной сигмоиды, изгибающей в плане складки и разрывы первого этапа. Замеры элементов залегания складчатого осевого кливажа первого этапа показывает, что он изгибается в малоамплитудные меридиональные складки с крутыми шарнирами, которые образовались в результате поперечного сжатия структуры в зоне меридионального сдвига. Широтные полостчатые, так называемые «книжные», золотоносные жилы и прожилки заполняли трещины скалывания и отрыва. Западный фланг месторождения пересекает меридиональная зона геофизических аномалий, в которой геофизиками прогнозируется слепой шток гранитоидов, с которым, вероятно, генетически связано оруденение (рис. 4).

Месторождения локализуются в узлах пересечения глубинных разломов (сдвиго-надвигов) первого этапа и сдвиговых зон второго этапа деформации.

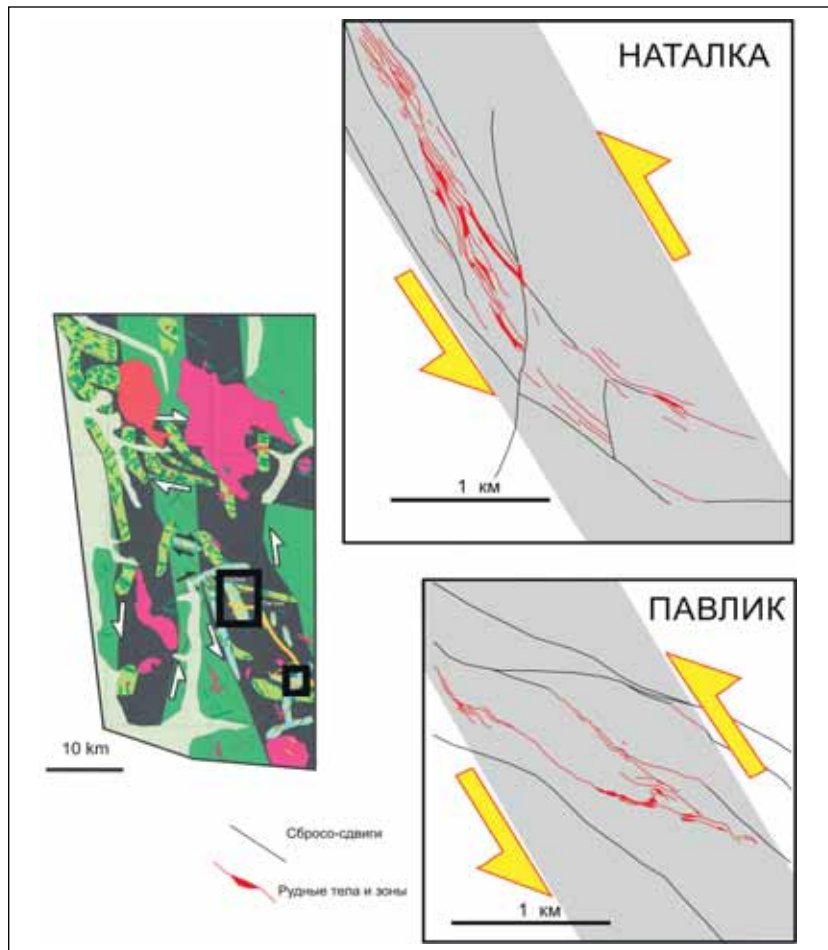


Рис. 3. Структурная интерпретация месторождений Наталка и Павлик. На врезке слева показан фрагмент тектонической схемы (рис. 2, с. 123) и контуры рудных полей месторождений. Полустрелками показана кинематика сдвигов и сдвиговых зон. Структура месторождения дана в интерпретации А.Ф. Читалина по данным [4] и В.В. Гаштольда (2005)

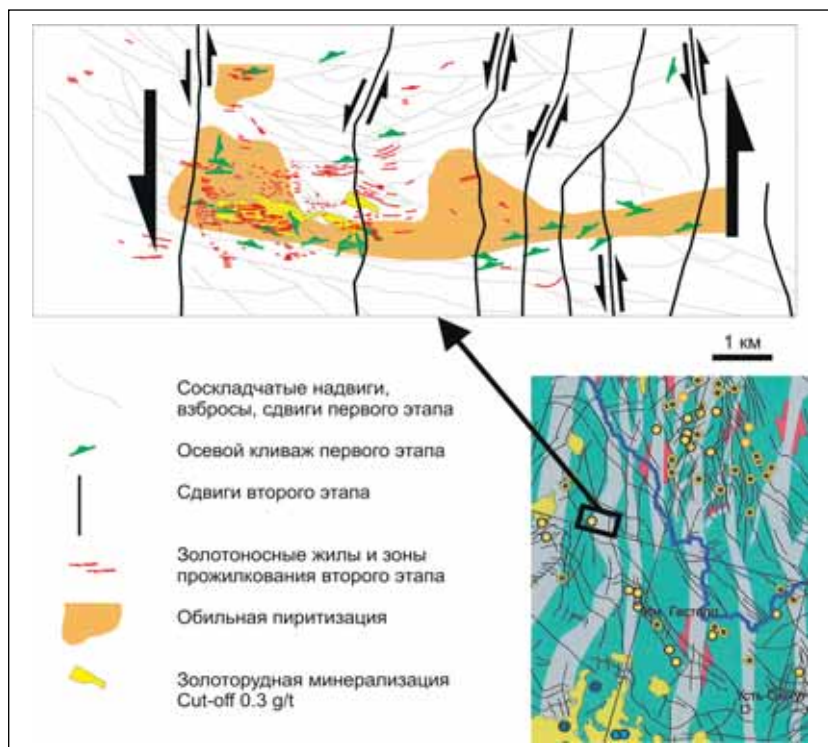


Рис. 4. Структурная схема месторождения Дегдекан (Читалин, 2001. [14]) с добавлениями. В правом нижнем углу — фрагмент тектонической схемы с контуром рудного поля Дегдекан. Серым цветом показаны сдвиговые зоны второго этапа, красными и черными полустрелками показана кинематика сдвигов

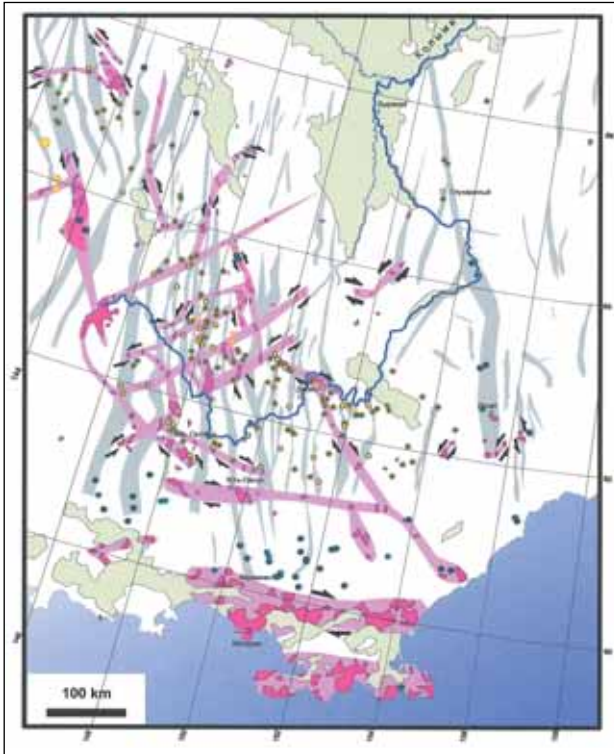


Рис. 5. Сдвигово-интрузивные зоны третьего этапа деформации (условн. обозн. см. на рис. 2, с. 123). Серым цветом показаны сдвиговые зоны второго этапа

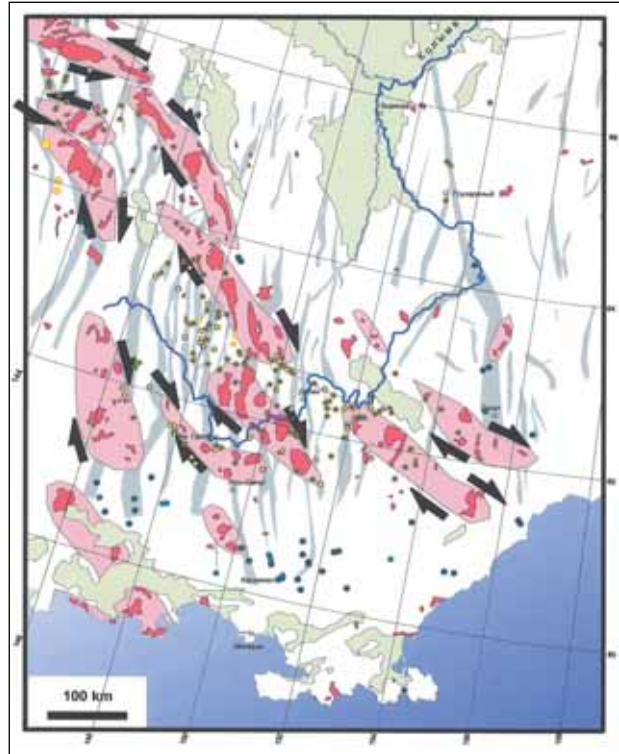


Рис. 7. Сдвигово-интрузивные зоны четвертого этапа деформации. Формирование раннемеловых кулисных батолитов и штоков в сдвиговых зонах (условн. обозн. см. на рис. 2, с. 123)

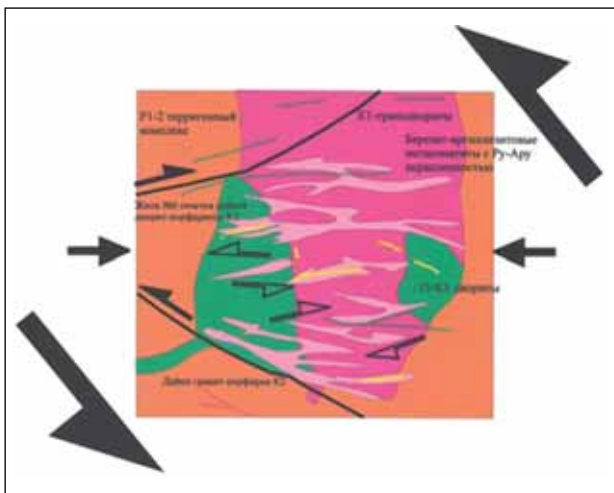


Рис. 6. Рудоносная сдвиговая структура месторождения Школьное

Степень развития сдвиговых зон соответствует второму этапу эволюции тектонофизической модели сдвига (рис. 1, с. 122) — на этом этапе происходит концентрация разрывов в осевой зоне сдвига и обособление структурных (рудных) узлов, в которых формируются локальные участки растяжения — структурные ловушки рудной минерализации.

Третий этап деформации (J_3-K_1)

Некоторые сдвиговые зоны третьего этапа наследуют сдвиговые зоны второго этапа. На третьем этапе деформации в сдвиговых зонах по трещинам отрыва и скальвания внедрились добатолитовые штоки и дайки гранитоидов (рис. 5).

Штоки и дайки часто образуют кулисные ряды. Штоки тяготеют к узлам пересечения сдвиговых зон. В узлах пересечения золотоносных даек с поперечными сбросо-сдвигами образовались рудные столбы с высокими концентрациями золота. Некоторые сдвиговые зоны 2 этапа испытывали растяжение на 3 этапе. В рудных узлах происходило наложение и

совмещение разнотипной золоторудной минерализации 2 и 3 этапов.

Транспрессионное (простой сдвиг плюс сжатие) раздавливание пластов, штоков и даек привело к образованию в них лестнично-кулисных зон золотоносных метасоматитов и жильно-прожилковых зон — примером является месторождение Школьное, золотоносные лестничные жилы в дайках Среднеканского и Утинского месторождений и др.

Месторождение Школьное приурочено к многофазному гранитоидному штоку с возрастом 158–126 млн лет

(поздняя юра — ранний мел), прорванному дайками гранит-порфиров, риолитов, аплитов и лампрофиров (рис. 6). Проявлено две стадии рудной минерализации: золото-редкометаллическая и золото-кварцевая, разделенные внедрением даек лампрофиров. Золотоносные метасоматиты и жилы выполняют широтные трещины отрыва в гранитоидах штока. Локальное растяжение связано с зоной СЗ-левого сдвига. На послерудном этапе возникли сдвиги и оперяющие их кварц-антимонитовые жилы. Золотоносные жилы пересекаются позднемеловыми дайками. Отмечена также наложенная эпitherмальная золотосеребряная минерализация позднемелового этапа (влияние Охотско-Чукотского вулканического пояса).

Четвертый этап деформации (K_2)

На четвертом этапе деформации произошла некоторая перестройка структурного плана сдвиговых зон и их укрупнение. Раннемеловые батолиты интродуцируют более ранние сдвиговые зоны (рис. 7). Субмеридиально удлиненные интрузивы Главного Батолитового пояса группируются в кулисные ряды в правосдвиговых зонах СЗ простирания, которые косо пересекают золотоносные сдвиговые зоны. Образование батолитовых сдвиговых зон происходило в обстановке ССВ-ЮЮЗ сжатия, в отличие от золотоносных сдвиговых зон, сформировавшихся в обстановке СЗ-ЮВ сжатия. ▶

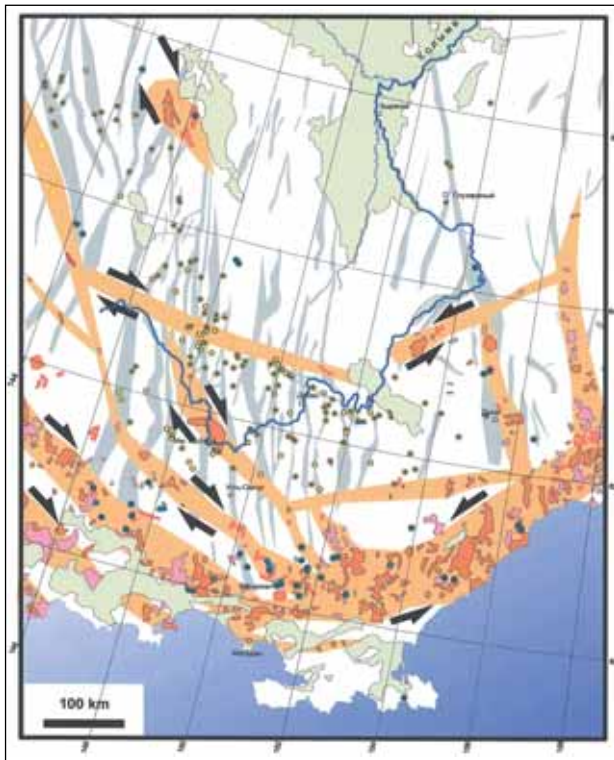


Рис. 8. Сдвигово-магматические зоны пятого этапа деформации. Формирование Охотско-Чукотского магматического пояса (условн. обозн. см. на рис. 2, с. 123)

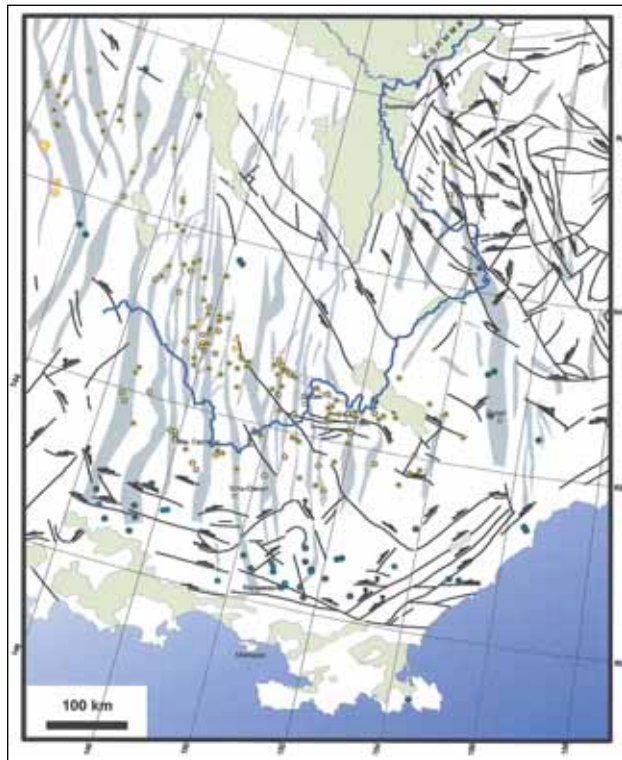


Рис. 9. Сдвиги шестого этапа деформации (условн. обозн. см. на рис. 2, с. 123)

Пятый этап деформации (K_2)

На пятом этапе деформации после перестройки геодинамического режима и структурного плана формируются позднемиоценовые тектоно-магматические структуры в пределах Охотско-Чукотского магматического пояса и его апофиз, которые контролируются сопряженными сдвиговыми зонами и структурами растяжения. Поперечные и диагональные апофизы магматического пояса наследуют или пересекают более ранние сдвиговые зоны (рис. 8). Медно-порфировая минерализация образует штокверки, эпиптермальную золото-серебряную минерализацию контролируется и трещинами вулканогенных структур и сбросо-сдвигами.

Шестой этап деформации — сдвиговый (K_2-P_2)

На шестом этапе произошла смена ориентировки осей сдвигового поля напряжения. В поле широтного сжатия и меридионального растяжения сформировались сопряженные левые и правые сдвиги (рис. 9). Рудные поля с медно-порфировой и эпиптермальной золото-серебряной минерализацией ассоциируют со сдвигами; рудная минерализация локализуется в трещинах отрыва и скальвания. В ряде случаев эпиптермальная минерализация за пределами ОЧВП накладывается на более раннюю золотую минерализацию 1–4 этапов.

Закключение

Сдвиговые структуры Колымского региона сформировались на разных этапах его развития.

Структуры растяжения и скальвания в зонах сдвигов контролировали внедрение магматических тел и формирование структурных ловушек для разновозрастной золоторудной минерализации различных формационных типов. Важную роль играют впервые выделенные меридиональные сдвиговые зоны, которые контро-

лируют размещение крупных месторождений золота золото-кварцевой формации. При анализе строения сдвиговых зон важно учитывать данные тектонофизического моделирования, что позволит определить степень развития разломной зоны и определять структуры разрушения, свойственные каждому этапу ее эволюции. Эти локальные структуры разрушения могут быть структурными ловушками для рудной минерализации и контролировать локализацию месторождений. ♦



1. Аристов В.В. Перспективы выявления крупных богатых золото-кварцевых месторождений в Тарынском рудно-россыпном узле // Разведка и охрана недр. 2009, №6. С. 3–11.
2. Владимиров В.Г. Геолого-структурная позиция золото-сурьмяных проявлений Адыча-Тарынской зоны. — Новости геологии Якутии. Якутск: 1973. С. 123–24.
3. Ворошин С.В., Тюкова Е.Э., Шахтыров В.Г. и др. Геология и оруденение Ат-Юрх-Штурмовского рудного узла (Магаданская область, Северо-Восток России). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. 120 с.
4. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А., Шахтыров В.Г. и др. Наталкинское золоторудное месторождение. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. 250 с.
5. Гусев Г.С. Складчатые структуры и разломы Верхояно-Колымской системы мезозойд. М.: Наука, 1979. 208 с.
6. 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.
7. Косыгин Ю.А., Парфенов Л.М., Врублевский А.А. и др. Главные системы разломов Дальнего Востока и их природа. — Разломы земной коры. М.: Наука, 1977. С. 54–65.
8. Наталов Л.М., Зоненшайн Л.П., Шульгина В.С. и др. Геологическое развитие Колымо-Индиригского региона и проблема Колымского массива. — Геотектоника, 1977, № 4. С. 18–31. Бюл. НТИ. Якут. фил. СО АН СССР, декабрь 1983 г. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. С. 7–9.
9. Оксан В.С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). — М.: ГЕОС, 2000. 269 с.
10. Парфенов Л.М., Рожин С.С., Третьяков Ф.Ф. О природе Адыча-Тарынской зоны разломов (Восточное Верхоянье). — Геотектоника, 1988, № 4. С. 90–102.
11. Прокопьев А.В. Каскевич Г.Э. Сдвиговые дуплексы Восточной Якутии. — Отечественная геология, 2000, № 5. С. 44–46.
12. Семинский К.Ж. Внутренняя структура континентальных разломных зон: тектонофизический аспект. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «ГЕО», 2003. 243 с.
13. Худoley А.К., Гурьев Г.А. Зоны смятия сдвигового типа Южного Верхоянья и их роль в размещении рудопроявлений золота. — Сдвиговый механизм и рудоконтролирующие парагенезисы. Новосибирск: ИГиГ СО РАН, 1992. С. 43–45.
14. Читалин А.Ф. Золотоносные сдвиговые зоны юго-восточной части Верхояно-Колымского коллизионного пояса. Материалы 7-й Международной конференции по тектонике плит им. Л.П. Зоненшайна «Общие вопросы тектоники», тезисы доклада, Москва, 30–31 октября 2001 года.
15. Шахтыров В.Г. Сдвиговые структурные ансамбли и золотое оруденение Яно-Колымской складчатой системы // Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Магадан, Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт, 2009. С. 311.
16. S.V. Voroshin, E.E. Tyukova, R.J. Newberry, P.W. Layer. Orogenic gold and rare metal deposits of the Upper Kolyma District, Northeastern Russia: Relation to igneous rocks, timing, and metal assemblages. // Ore Geology Reviews 62 (2014). Pp. 1–24.