

РЕЦЕНЗИИ

УДК 553.411(510)

ЗОЛОТОНОСНЫЕ РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ

*В.Г. Хомич, В.П. Уткин, А.Н. Митрохин, Н.Г. Борискина*

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

Недавно в Китае опубликована монография коллектива авторов во главе с профессором Ци Цзян-Чжуном [4], посвященная результатам исследования закономерностей локализации золотого оруденения, а также анализу взаимосвязей между различными генетическими типами эндогенной минерализации, сосуществующими в пределах отдельных рудных полей юго-восточной части страны.

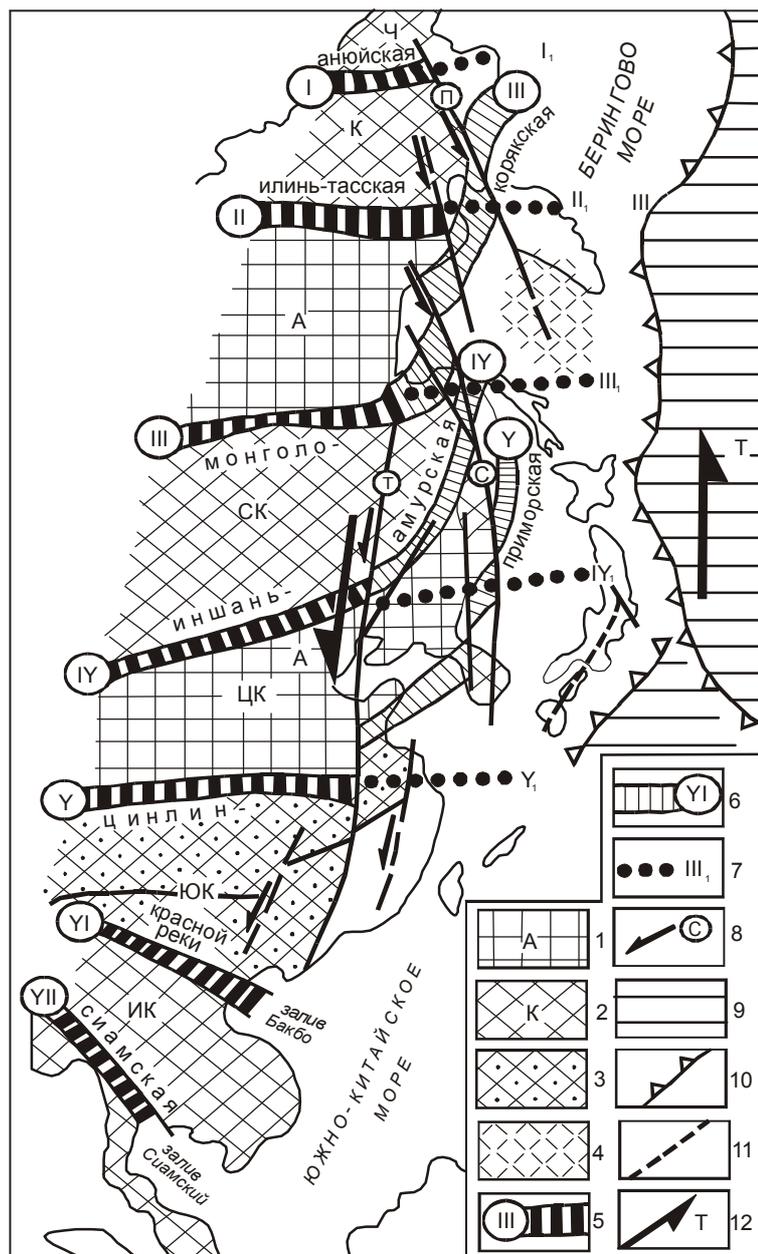
Геология и металлогения юго-восточного Китая относительно мало знакомы геологической общественности России, поэтому весьма полезно было прочесть итоговую работу большого коллектива специалистов, длительное время занимающихся изучением этого региона, часто сопоставляемого с российским Приморьем. Юго-восточный Китай интересен российским геологам не только наличием Прибрежного вулканогенного пояса, во многом аналогичного Восточно-Сихотэ-Алинскому, но и, как нам представляется, по более веским геологическим и геодинамическим основаниям. Такими основаниями можно считать известные доказательства существования Восточно-Азиатской глобальной сдвиговой системы (ВАГСС), в пределах которой имела место многократная активизация сдвиговых смещений в позднем мезозое и кайнозое [2, 3]. Упомянутая активизация привела к широкому развитию различных форм дислокаций, которые значительно перестроили допозднемезозойский структурный рисунок притихоокеанского края Азиатского континента. Напомним в связи с изложенным, что наиболее ярко выраженными структурами приконтинентальной части Азиатско-Тихоокеанской мегазоны взаимодействия (АТМВ) являются не затронутые северо-северо-восточными сдвигами широтные и северо-западного простирания складчато-надвиговые сооружения полициклического развития, располагающиеся между крупными геоблоками повышенной стабильности и поэтому называемые межблоковыми шовными зонами (МШЗ). Внутриконтинентальные

МШЗ характеризуются длительностью прерывисто-непрерывного развития в режиме рифтинга и разнообразными проявлениями магматизма, оформившиеся на орогенно-активизационном этапе в вулканоплутонические пояса пограничного типа.

Наиболее значительная перестройка восточных флангов МШЗ рассматриваемой окраины Азии связана с перемещениями по левосторонним сдвигам ССВ простирания, в результате которых геоблоки и их широтные границы были разорваны и разобщены на расстояния до десятков и сотен километров. Сопутствующие крупным сдвигам многочисленные сдвиги-сколы, проявляясь как гигантский кливаж, совместно со свойственной сдвиговым дислокациям ротацией, развернули широтные структурные элементы на северо-восточное направление (рисунок, [3]).

Развитие ВАГСС явилось следствием относительного перемещения континента на ЮЮЗ. Синхронно со смещением континентальных масс на ЮЮЗ в противоположном направлении (на ССВ), вероятно, смещалась океаническая плита, также обеспечивая сдвиговый геодинамический режим развития континентальной окраины. Помимо сдвигов не менее важную роль в разрушении палеоструктурной обстановки играли содвиговые раздвиги, которые особенно интенсивно развивались в позднем мелу и кайнозое (деструктивный этап сдвиговых дислокаций), контролируя формирование вулканоплутонических поясов (ВПП), рифтогенных континентальных депрессий и глубоководных впадин окраинных морей [1].

В предлагаемой трактовке (рис.) восточным продолжением Иньшань-Яньшанской МШЗ и одноименного ВПП является Амуро-Сунгарийский (Амурский) ВПП, а Приморский ВПП – с учетом смещений по системам левых сдвигов Сихотэ-Алиня и Тан-Лу – продолжается к юго-западу Шандунским, а западнее разлома Тан-Лу – Цинлинскими МШЗ и ВПП.



**Рис.** Внутриконтинентальные межблоковые шовные зоны и их возможные продолжения в пределах Восточно-Азиатской глобальной сдвиговой системы.

1–2 – блоки континентальной коры с архейским (1) (А – Алданский, ЦК – Центрально-Китайский (Сино-Корейский) и протерозойским (2) (Ч – Чукотский, К – Колымский, СК – Северо-Китайский (Амурский), ЮК – Южно-Китайский, ИК – Индо-Китайский) фундаментом; 3 – параплатформа Янцзы; 4 – Охотоморский массив; 5–6 – межблоковые шовные зоны (МШЗ) рифтогенеза и проявлений магматизма: 5 – западные (внутриконтинентальные) фланги МШЗ, не вовлеченные в сдвиговые дислокации; 6 – восточные (приокеанические) фланги МШЗ, вовлеченные в сдвиговые дислокации Азиатско-Тихоокеанской мегазоны взаимодействия; 7 – досдвиговое субширотное простираие восточных (приокеанических) флангов МШЗ; 8 – главные сдвиги (Т – Тянь-Лу, С – Центрально-Сихото-Алинский, П – Пенжинский); 9 – Тихоокеанская плита; 10 – зоны Беньюфа; 11 – срединная тектоническая линия Японии; 12 – направление смещений Азиатской (А) и (или) Тихоокеанской плит.

Если предполагаемая трактовка верна, то для геологов Дальнего Востока России, исследующих закономерности размещения эндогенного оруденения региона, имеют еще более существенное значение (в плане сравнительного металлогенического анализа) современные представления китайских коллег по геологии и благороднометалльной металлогении Юго-Восточного Китая, чем просто сопоставление геологии и металлогении Прибрежного (КНР) и Восточно-Сихотэ-Алинского (РФ) ВПП и их обрамления.

В свете изложенного читателям станет более понятным интерес, проявленный авторами настоящей публикации к труду китайских коллег, посвятивших более 10 лет специализированным исследованиям золотоносности Юго-Восточного Китая. От-

метим, что на ЮВ КНР находятся такие провинции, как Гуанси, Гуандун, Фуцзянь, Цзяннань, Цзянси, Чжецзянь, остров Хайнань и другие.

Важно подчеркнуть, что анализируемые нами исследования проводились в рамках главной государственной научной программы КНР по изучению золота, курируемой Государственным Комитетом по науке и Министерством геологии и минеральных ресурсов (МГМР). Монография является результатом многолетнего плодотворного сотрудничества геологов из различных научно-исследовательских организаций Китая, принадлежащих МГМР (Нанкинский, Чжецзянский институты геологии и минеральных ресурсов, Пекинский институт месторождений полезных ископаемых, Восточно-Китайское бюро гео-

логии и разведки), Академии наук Китая (институты геологии и геохимии), Академии наук о Земле Министерства ядерной промышленности и другим ведомствам.

Издание книги осуществлено при финансовой поддержке Цинлинского издательского фонда (проект 90051-03-4).

В шести главах монографии последовательно рассматриваются:

- геологическая позиция и систематика золоторудных месторождений субэвразийских вулканических полей ЮВ Китая (гл. I);

- характеристика типовых золоторудных месторождений (гл. II-III) как размещенных вдоль западной границы юго-восточной части Прибрежного вулканического пояса и причисляемых к т.н. “яньшанской вулканогенной металлогенической подсерии” (гл. II), так и удаленных от упомянутой границы и принадлежащих к т.н. “яньшанской интрузивной металлогенической подсерии” (гл. III) и сосредоточенных в пределах террейнов Нижняя Янцзы и Цзяннань;

- модели золотоносных рудных систем и их соотношения (гл. IV) на основе исследований источников вещества, P-T условий развития, механизмов формирования флюидных, рудоносных систем порфирирового типа и зональности размещения оруденения;

- металлогенические условия формирования золотой минерализации под влиянием различных региональных и локальных факторов (структурных, магматических, металлогенических и др., гл. V);

- корреляции между разными сегментами циркум-тихоокеанского золотоносного пояса и перспективы выявления новых месторождений Au в юго-восточном Китае (гл. VI).

Учитывая важность содержащихся в монографии материалов, имеет смысл более подробно обсудить содержание каждой из перечисленных выше глав.

В главе I авторы монографии при характеристике геологической позиции золотоносных площадей используют терминологию террейнового анализа. На территории ЮВ Китая они выделяют сегменты трех континентальных плит и субплит (Северо-Китайской, Юго-Восточно-Китайской и Янцзы), разделяя их, в свою очередь, на 10 террейнов, сложенных разновозрастными осадочными и метаморфическими комплексами. Отметим, что каждому из выделенных тектоно-стратиграфических террейнов присущи свои особенные рудные сообщества. Это послужило основанием для авторов монографии к выделению десяти одноименных с террейнами металлогенических провинций. Для большинства террей-

нов возраст досинийского кристаллического фундамента варьирует от архея до среднего протерозоя. Авторы первой главы предполагают, что первоначально обособленные террейны (микроплиты) подверглись в позднем протерозое и раннем девоне межконтинентальному коллизионному ортогенезу, континентальному рифтогенезу и дроблению, и около 220 млн лет назад (т.е. в позднем триасе), пройдя серию последовательных этапов коллизии и аккреции, окончательно причленились к Евразии. В мезозойской истории развития региона фиксируются три главных тектоно-термальных события:

- межконтинентальный коллизионный ортогенез в раннем мезозое. Ему соответствует индосинийский тектоно-магматический цикл (ТМЦ);

- поддвиг под Евразийскую континентальную плиту тихоокеанской плиты Кула в среднем-позднем мезозое (яньшанский ТМЦ);

- трансформное сдвигообразование (синхронное первым двум циклам), обусловившее формирование зоны левосторонних сдвигов, которые рассекают и смещают все древние континентальные субплиты и палеозойские складчатые зоны.

Трансформное сдвигообразование, его причины и следствия ранее были детально рассмотрены в специальной монографии под редакцией профессора Сюй Цзявэя [6], на которую и ссылаются авторы монографии.

С первым из названных ТМЦ связано формирование коллизионных гранитов, размещенных вдоль границ некоторых террейнов, и проявлений золотого оруденения, сопряженного с процессами метаморфизма и повторного плавления коры. Со вторым ТМЦ, характеризовавшимся в геодинамическом отношении, по мнению авторов монографии, субдукцией океанической плиты и интенсивными сдвиговыми движениями, связана серия вулканоплутонических комплексов (от синтаксического до транзитного типов), а также разные генетические типы золоторудных и золотосодержащих месторождений, большинство которых может быть включено в качестве составных частей в порфирировую рудную систему.

Рассматривая в дальнейшем главным образом золоторудные и золотосодержащие месторождения, авторы монографии систематизируют их в сопоставлении с двумя главными эндогенными процессами, развивающимися в недрах Земли – магматизмом и метаморфизмом. Именно поэтому месторождения сгруппированы в две металлогенические серии. К одной серии отнесены месторождения, ассоциирующие с проявлениями магматизма яньшанского ТМЦ, к другой – месторождения, связанные с проявлениями метаморфизма и повторного плавления коры индо-

синийского ТМЦ. В нашем дальнейшем изложении первая из серий именуется яньшанской, вторая – индосинийской. Очевидная сложность яньшанской металлогенической серии в целом, в том числе и ее золотоносной части, привела к необходимости ее разделения на вулканическую и плутоническую подсерии.

Золотоносные площади, содержащие соответствующие проявления индосинийской и яньшанской металлогенических серий, пространственно разобщены. Золоторудные и золотосодержащие месторождения, ассоциирующие с магматитами яньшанской серии, размещены преимущественно в восточной части, а с магматитами индосинийской серии – в основном в юго-западной части региона. На долю первой из них приходится до 90,42 % региональных запасов золота, на долю второй – 6,53 %. Остающиеся 3 % запасов приходятся на гипергенно обогащенные руды так называемого “госсанского” типа. Основная масса собственно золоторудных месторождений и многие месторождения с попутным золотом сосредоточены на площади террейнов Нижняя Янцзы и Цзяннань.

Особенности пространственного распределения золотого оруденения в регионе predetermined, по мнению авторов монографии, тремя главными факторами:

- границами тектоно-стратиграфических террейнов и составом пород фундамента;
- мезозойским геодинамическим режимом и обусловленными им магматическими сериями;
- активизацией ССВ сдвиговой системы и связанной с ней сетью рудоконтролирующих разломов.

По составу ассоциаций элементов-металлов собственно золоторудные месторождения с попутным золотом принадлежат большому числу геолого-промышленных типов: от собственно золотых, золото-вольфрам-висмутовых (золото-редкометалльных) и золото-серебряных до урановых (с золотом и серебром), медно- и олово-свинцово-цинковых (с золотом и серебром). Российским специалистам будет интересно узнать, что большая часть известных запасов Au в ЮВ Китае сосредоточена в золотоносных проявлениях порфирового (37,37 %) и скарнового (33,95 %) типов. А удельные веса высокосульфидного и убогосульфидного типов эпитеpmальных золоторудных месторождений составляют соответственно 0,81 и 3,28 % от суммарных запасов золота региона. Доля дистальных эпитеpmальных золоторудных месторождений, включая некоторые полигенетические, равна 6,78 %.

Интересны приводимые в монографии данные по радиологическому датированию проявлений золотой минерализации. Они свидетельствуют о наличии трех металлогенических эпох: индосинийской

(228–200 млн лет), к которой относятся золоторудные проявления метаморфогенно-гидротермального и метаморфогенно-мигматитового типов; раннеяньшанской (187–135,8 млн лет) с месторождениями скарнового и порфирового типов с попутным золотом, сосредоточенными во внутриконтинентальной части региона; и, наконец, позднеяньшанской (107,7–69,2 млн лет) с эпитеpmальными, эксплозивно-брекчиевыми и субвулканическими золоторудными месторождениями, локализующимися в Прибрежном вулканическом поясе и его ближайшем перивулканическом обрамлении.

Как уже упоминалось выше, в главе II приведены отдельные систематизированные описания геологической позиции, структуры, всех магматических образований, вещественного состава руд, термобарогеохимических условий формирования и размещения эпитеpmальных (близповерхностных, вулканогенных) и субвулканических месторождений золота, а также ассоциирующих с ними других проявлений металлов (Cu, Mo, U, Pb, Zn). Эти месторождения выявлены в разных провинциях юго-восточного Китая, что позволяет лучше представить весь спектр промышленно значимых проявлений благородных металлов региона. Отметим, что подробно изучены и описаны месторождения Цицзишань (Zijinshan, Cu-Au) и Битянь (Bitian, Au-U) провинции Фуцзянь; Чжилинтоу (Zhilintou, Au) и Цицзиянь (Jinjiyan, Au-Mo) провинции Чжецзян; Донси (Dongxi, Au), провинции Анхой и Лонтоушань (Longtoshan, Au) провинции Гуанси. В главе III приведены столь же детальные характеристики крупных золотосодержащих порфиоровых (Tongchang, Cu(Au); провинция Цзянси), скарновых (Mashan, Au-S; провинция Анхой) месторождений и ассоциирующих с ними проявлений эпитеpmального (Jinshan, Au; провинция Цзянси) и мезотермального (Qingcayang, Au; провинция Фуцзянь) типов, и, наконец, гипергенно обогащенных месторождений золота (Huxu; провинция Цзянси), представляющих повышенный интерес для геологов России, исследующих в настоящее время проблему вовлечения подобных проявлений в эксплуатацию. При описании месторождений, рудных полей и узлов особое внимание уделено развернутой геологической, морфологической и петрологической характеристикам, признакам зональности разнофациальных магматических образований, с которыми ассоциирует оруденение.

Содержащийся в первых трех главах монографии фактический материал использован авторами в гл. IV для создания синтетической модели золотоносной порфировой рудообразующей системы, ассоциирующей с магматическими образованиями яньшанского возраста (172–69 млн лет). Типовыми объектами частных моделей послужили медно-золо-

то-полиметаллические и золото-медно-полиметаллические месторождения Зицзишань, Лонтоушань, Чжиньшань, золото-урановое месторождение Битянь и другие, в разной степени вскрытые денудационными процессами.

Китайские ученые выделяют в качестве типоморфных такие геологические особенности золотоносных порфировых систем региона, как:

1. Разный уровень глубинности становления штоков порфиров (от приповерхностного до среднеглубинного) и в связи с этим отличные (друг от друга) структурно-текстурные характеристики пород, которые могут изменяться с глубиной в пределах отдельно взятого штока. Группа пространственно сопряженных и генетически связанных порфировых штоков может с глубиной соединяться в одно крупное тело, а к поверхности (и по латерали) – превращаться в многочисленные апофизы и даже эксплозивные брекчии. Вертикальный диапазон формирования систем составляет 0–4 км.

2. Разнообразие состава золотоносных порфиров, имеющих небольшой избыток щелочей и принадлежность к SA серии. Благоприятными для золотого оруденения считаются порфиры с содержанием  $\text{SiO}_2$  55–67 %. Для оруденения, ассоциирующего с порфирами кислого состава, характерна W-Sn-Mo, Ag-Pb-Zn и подобная им минерализация при относительном дефиците золота.

3. Для порфировых рудообразующих систем Юго-Восточного Китая фиксируется четко выраженная геохимическая зональность (Cu-Mo→Cu-Au→Pb-Zn→ Au) и существование генетического ряда месторождений от медно-молибденовых к высокосульфидным медно-золотым и далее к низкосульфидным эпитермальным золото-урановым проявлениям. Примером существования такого ряда является рудный узел Зицзишань-Битянь провинции Фуцзянь.

4. Штоки порфиров приурочены, как правило, к участкам пересечения разломов нескольких направлений, что предопределило особенности их размещения и морфологии.

5. Порфиры могут не ассоциировать с вулканическим чехлом, что может рассматриваться как следствие глубокой эрозии. Однако следует иметь в виду, что формирование части порфиров происходило либо в предшествующее вулканизму время, либо вообще асинхронно с ним.

Китайские геологи подчеркивают в своей работе, что золотоносные порфировые рудообразующие системы региона характеризуются целостностью не только в пространстве, но и в генетическом отношении, поскольку отдельные компоненты систем генетически сопоставимы между собой по термо-

барогеохимическим параметрам, направленной изменчивости состава флюидов, другим показателям.

Познание процессов, приводящих к образованию месторождений, остается актуальным на современном этапе развития науки, особенно если для решения поставленных задач применяются современные методы исследований, также как изучение поведения стабильных изотопов кислорода, водорода и серы в изучаемых объектах.

Во II, III и IV главах приведены результаты изотопного состава серы сульфидов, кислорода силикатов и водорода флюидных включений исследуемых минералов многих золоторудных месторождений Китая. Используя температурные данные гомогенизации флюидных включений, авторами произведен расчет по коэффициентам разделения изотопов в системе кварц-вода изотопного состава кислорода  $\text{H}_2\text{O}$  рудообразующего раствора. Эти данные в сочетании с измерениями соотношений D/H позволяют получить информацию о происхождении вод, участвующих в рудообразовании. Одним из доказанных авторами тезисов является установление смешанного характера воды. Однако, по имеющимся в распоряжении авторов книги данным, полезно было бы оценить преобладание той или иной составляющей в гидротермальном растворе и соотнести результаты оценки с особенностями вещественного состава руд. К примеру, полученные низкие значения  $\delta^{18}\text{O}$   $\text{H}_2\text{O}$  (от -5,22 ‰ до -10,58 ‰) указывают на преобладание вод метеорного генезиса в составе флюидов, участвующих в образовании золоторудного месторождения Машань (Mashan). Напротив, обогащение тяжелым изотопом кислорода  $\delta^{18}\text{O}$   $\text{H}_2\text{O}$  (+5.15 ‰) до рудообразующих растворов месторождения Цзинкайян (Qingcayang, провинция Фуцзянь) по отношению к метеорным водам указывает на преобладание магматических вод в формировании его руд.

Изучение изотопного состава сульфидных минералов, возникших на различных этапах рудообразования, позволило авторам монографии сделать вывод о мантийном источнике рудного вещества. Этот вывод в основном базируется на установлении узости диапазона и небольших отклонениях величины  $\delta^{34}\text{S}$  сульфидов от “магматических” значений. Однако проблема источника серы рудных месторождений может обсуждаться не только на основе вычисления изотопного состава общей серы  $\delta^{34}\Sigma\text{S}$  в растворе. Одних только данных по изотопному составу серы сульфидов для выявления источников вещества недостаточно, поскольку известно, что главными факторами, контролирующими изотопный состав серы гидротермальных минералов, являются: 1) температура, обусловившая фракционирование между различными водными формами серы; 2) значение изотопного состава суммарной серы во флюиде

$\delta^{34}\Sigma S$ , контролируемое источником серы; 3) соотношение окисленных и восстановленных форм серы в растворе. Для выяснения, в какой преимущественной форме представлена содержащаяся в растворе сера, необходимо знание физико-химических условий минералообразования ( $T^\circ$ , pH, фугитивности кислорода), которые можно получить, используя приведенный авторами рис. 4-15 (поля устойчивости минералов при определенной температуре и концентрации S, по Бартону, 1977), если нанести на него линии изотопного состава серы исследованных минералов [5]. К сожалению, авторы этого не сделали. Вывод, сделанный авторами, может считаться полностью обоснованным только в случае установления преобладания  $H_2S > 99\%$  в растворах (область низких значений pH и фугитивности). Лишь в этом случае можно судить о сопоставимости изотопного состава серы сульфидных минералов, осаждающихся из изученных растворов, и величины изотопного состава суммарной серы, контролируемого источником флюидов. Учитывая фракционирование изотопов серы в системе минерал -  $H_2S$  и температуру, возможно вычисление изотопного состава серы  $H_2S$ , а отсюда, для  $H_2S > 99\%$  в растворах –  $\delta^{34}S H_2S \approx \delta^{34}\Sigma S$ . Без установления изотопного состава суммарной серы в рудообразующем флюиде вывод авторов о глубинном источнике S остается дискуссионным.

Пятая глава монографии посвящена изложению представлений авторов о главных металлогенетических факторах, определивших пространственно-временные особенности размещения месторождений золота и других полезных ископаемых в регионе. К числу таких факторов китайские геологи относят особенности глубинного строения территории, геодинамического режима ее развития в мезозое, формирования магматических (вулканоплутонических) образований, наличие источников золота в породах домезозойского фундамента, существование сети рудоконтролирующих разломов.

Так, размещение главных рудных месторождений отчетливо коррелируется с морфологией поверхности Мохо и всех “глубинных” разломов, включая древние тектонические швы и их пересечения, которые выявляются по аномалиям Буге. Региональные магнитные аномалии фиксируют наличие магмоподводящих каналов трех направлений – СВ, СЗ и субширотного – и местоположение крупнейших месторождений. Влияние геодинамического режима отразилось на активном проявлении субдукционного разноглубинного магматизма в регионе и формировании соответствующего звена ВАГСС, которые во многом определили тектоническое строение региона и пространственное распределение производных магматических процессов и рудной минерализации. В качестве главных элементов региональной систе-

мы сдвигов выделено более десяти ССВ сдвиговых зон I порядка, располагающихся через 50–70 км. Эти зоны контролируют размещение почти всех месторождений золота и других металлов в регионе. Системе региональных сдвигов придается важная роль в генерации, миграции и локализации оруденения, исходя из вероятности очень глубокого заложения разломов. Подмечено, что минерализация жильного и брекчиевого типов часто тяготеет к СЗ и субмеридиональным отрезкам сдвиговых зон, соответствующих соседствующим участкам растяжения сколов. Весьма примечательно, что охарактеризованные выше особенности развития ССВ системы сдвигов и их структурно-динамическая роль в формировании и закономерностях размещения золоторудных месторождений установлены и в Сихотэ-Алине в отношении, прежде всего, оловорудных месторождений [2]. Авторами монографии предполагается, что складчатые и надвиговые структурные формы домезозойского возраста испытывали в течение яньшанского ТМЦ неоднократное подновление и активизацию, что оказывало заметное влияние на формирование рудных полей. Очевиден контроль золотой и иной рудной минерализации со стороны мезозойских вулканоструктур: кальдер, куполов, некков, диатрем, кольцевых и радиальных нарушений.

Авторы монографии уделили особое внимание изучению роли региональной сети разломов в процессах локализации руд. Они установили наличие такой сети рудоконтролирующих разломов, которая определяет местоположение основных месторождений золота и других металлов. Эту сеть образует ССВ сдвиговая система и рассекаемые ею разрывы других направлений, имеющие более раннее заложение. В пределах данной сети рудные поля (золотоносные и незолотоносные) локализованы на участках взаимопересечения главных разломов 2-х и более направлений. Рудные узлы и поля, включающие в себя уникальные по запасам месторождения, контролируются, как правило, главными разломами 3-х и более направлений. Выявлено наличие шести структурных типов рудных полей. Рудные же районы, имеющие площадь 1000–2000 км<sup>2</sup>, приурочены к ромбовидным, интенсивно деформированным блокам, которые ограничиваются двумя ССВ сколовыми зонами. Эти блоки соответствуют присдвиговым гребням сжатия или соседствующим раздвигам, либо представляют собой участки сопряжения “литосферных” ССВ сдвиговых зон с тектоническими швами (сутурами) или границами террейнов. Рудные поля на уровне региона в целом локализованы с шагом 70–100 км, а в масштабе рудного района – с шагом 5–8 км. Главные рудные месторождения располагаются в наиболее благоприятных структурах в пределах рудного поля, другие же месторождения – вокруг

них, образуя рудную систему. Короче говоря, места сопряжений и взаимопересечений главных разломов, являясь интенсивно деформированными и высокопроницаемыми участками земной коры, представляют собой как бы “дренажные каналы”, через которые осуществляется вещественный обмен между различными уровнями коры и верхней мантии и где происходит формирование магмогидротермальных рудообразующих систем и конвективной флюидной ячейки, эквивалентной порфировой рудообразующей системе в более широком смысле.

Как уже отмечалось, большинство золоторудных и золотосодержащих месторождений рассматриваемого региона связаны со средне- и позднемезозойскими проявлениями синтаксического магматизма в виде вулканоплутонических комплексов, относящихся к высококальциевой SA серии с повышенным содержанием щелочей и в меньшей степени – к шонитовой серии. В то же время, гранитоиды, образовавшиеся за счет повторного плавления коры, служили источниками вольфрама, олова и редких земель. В качестве возможных главных источников золота в регионе авторы рассматривают два стратиграфических комплекса. Первый, досинийский ( $Ag_3-Pt_2$ ) комплекс включает такие золотоносные формации, как зеленокаменная, вулканогенная среднего-основного состава и железистых кварцитов. Во втором, синийско-ордовикском комплексе потенциальными источниками золота являются: вулканогенная формация основного-кислого состава, спилиткератофировая формация и формация черных (угленосных) сланцев. К стратифицированным образованиям, которые могли являться локальными источниками золота, следует отнести межпластовые подводного происхождения вулканы в верхнепалеозойских толщах, нижнеюрские конгломераты и т.п. Не связанные с перечисленными образованиями золоторудные месторождения в большинстве своем локализируются вдоль краевых частей досинийских кристаллических блоков и около отдельных поднятий досинийского фундамента, даже если содержания золота в этих толщах и не являются высокими.

Заключительная – шестая – глава монографии посвящена корреляции магматических и металлогенических характеристик юго-восточного Китая с Чилийско-Боливийским, Западно-Американским, Охотско-Чукотским и Приморским сегментами Циркумпацифики, а также оценкам перспектив золотоносности изучаемого региона. Обращается внимание на сходную последовательность формирования субаэральных вулканических образований в разных частях Тихоокеанского подвижного пояса: от андезитдацит-риолитовых (полнодифференцированных) толщ в основании к неполнодифференцированным (дацит-риолит игнимбритовым), а затем – к бимо-

дальным базальт-риолитовым. Отмечено, что субаэральный вулканизм в Юго-Восточно-Китайском сегменте начался раньше, чем в любых других фрагментах пояса. К тому же, здесь фактически отсутствуют производные подводного вулканизма, столь характерные для других сегментов. Они обратили внимание на тот факт, что, как и во всей Восточной Азии, геодинамический режим развития региона в мезокайнозой характеризуется конечным рифтообразованием, разрушением континентальной коры, возникновением новых вулканических островных дуг. Авторы утверждают, что формирование собственно золоторудной и золотосодержащей минерализации яньшанского цикла на ранней стадии происходило, в основном, в обстановке задугового растяжения (порфиновый, скарновый типы оруденения), а на поздней – также в обстановке растяжения, но происходящей на территорию Прибрежного вулканического пояса. Формирование здесь эпитермальных собственно золоторудных и золотосодержащих месторождений контролируется разломной сетью, в которой доминирующая роль принадлежит левым сдвигам.

Касаясь оценки перспектив региона на золотое оруденение, авторы обращают внимание, что золоторудные месторождения, ассоциирующие с магматическими образованиями яньшанского ТМЦ, широко распространены в восточной части территории. При этом, основная их масса сконцентрирована в перивулканической зоне в пределах Нижней Янцзы (скарновый тип с Cu-Fe-Au ассоциацией) и Цзянань (порфиновый тип с Cu-Mo-Au ассоциацией). Фундамент центральной и южной частей Прибрежного ВП сложен карбон-пермскими терригенными и карбонатными толщами. Вероятно поэтому с дацитриолитовой толщей пояса здесь ассоциируют серебро-свинцово-цинковые проявления оруденения. Состав пород фундамента и магматитов ВП оказались менее благоприятны для формирования золотого оруденения, хотя некоторые месторождения Au и встречаются вдоль западной границы пояса.

Считая региональную сеть рудоконтролирующих разломов одним из наиболее ключевых факторов контроля оруденения в Юго-Восточном Китае, предопределившим многие особенности локализации разнообразных золоторудных полей, узлов и районов, авторы оконтурили (с учетом других критериев) многие из охарактеризованных рудоносных площадей и наметили новые, перспективные на золото участки.

Завершая анализ содержания коллективной монографии китайских геологов, считаем необходимым отметить широкое использование ими при написании работы публикаций иностранных авторов (американских, европейских, советских, российских,

японских). Цитирование, применение, усовершенствование современных научных разработок геологов других стран делает монографию “Сеть разломов и золотоносная рудообразующая система Юго-Восточного Китая” еще более привлекательной и понятной широкому кругу специалистов, исследующих рудоносные системы и закономерности размещения месторождений благородных металлов. Внимательное прочтение главных аргументов и выводов авторов, изложенных на английском языке в заключительной части монографии, знакомство с помещенными в ней рисунками и таблицами предоставляет читателям относительно редкую возможность соприкосновения с творческой лабораторией коллег из КНР, уровнем проводимых ими исследований, а также и последующих сопоставлений геологического, петрологического и металлогенического плана с различными регионами России, в первую очередь – с Дальним Востоком, особенно Приморьем.

Интересная, содержательная, богатая фактическим материалом по геологии, магматизму, рудоносности и аналитическими данными работа китайских ученых заслуживает перевода на русский язык. Такой перевод оказался бы востребованным не толь-

ко специалистами, изучающими золотоносные и сопряженные с ними инометалльные порфиновые системы, но и преподавателями, аспирантами и студентами геологических факультетов многих вузов страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Уткин В.П. Геодинамические условия формирования окраинно-континентальных вулканических поясов // Вулканические пояса Востока Азии. М.: Наука, 1984. С. 382–352.
2. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука, 1989. 166 с.
3. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулкано-плутонические пояса юга Дальнего Востока России. Статья 3. Геодинамические модели синхронного формирования горст-аккреционных систем и рифто-грабенов // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 6. С. 35–58.
4. Qi Jianzhong et. al. Fault network and gold ore system. Nanjing, 1998. 232 p.
5. Omoto H. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits // Economic Geology. 1972. V. 67, N 5. P. 551–578.
6. The Tancheng-Luiang. Wrench Fault System // Ed. by Xu Jiawei. London, 1993. 279 p.

*Поступила в редакцию 12 сентября 2000 г.*