

УДК 553.411

Х.А.БЕСПАЕВ¹, В.Н. ЛЮБЕЦКИЙ², Л.Д. ЛЮБЕЦКАЯ³, Б.С. УЖКЕНОВ⁴

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ПОЯСА КАЗАХСТАНА

Қазақстанның ең басты алтынкенті белдеуінің даму динамикасы мен терең құрылымы туралы қазіргі кездегі түсініктер мазмұндалған. Осының негізінде әртүрлі тектониктүрлер құрылымындағы алтынкенті жүйенің терең қабатта қалыптасу жағдайлары мен алтын кенорнының орналасу заңдылықтарын анықтайтын айырмашылықтар табылған. Болжау мен іздеу мүмкіндіктерін кеңейтетін алтын кенін окшаулаудың терең факторлары тұжырымдалды.

Изложены современные представления о глубинном строении и геодинамике развития главнейших золоторудных поясов Казахстана. На этой основе выявлены глубинные условия формирования золоторудных систем в разных тектонотипах структур, черты их сходства и различия, определяющие закономерности размещения месторождений золота, в том числе суперкрупных. Сформулированы глубинные факторы локализации золотого оруденения, расширяющие возможности прогноза и поисков.

Modern ideas of deep structure and geodynamics of development of the main gold-bearing belts of Kazakhstan are described. Using these ideas as the base deep conditions of gold-bearing systems formation in different tectonic types of structures, their similar and different features, responsible for location of gold deposits, including super large ones, have been determined. Deep seated factors of localization of gold ore mineralization which extend capabilities of forecast and search have been considered.

В последнее десятилетие получили развитие различные направления исследований золоторудных поясов: оценка роли в локализации золотого оруденения геологических, магматических и рудных формаций, теоретическая петрология и петрометаллогения, изучение тектонической позиции рудных районов и их типизация по этому признаку, изучение их глубинного строения и геодинамики развития, составление глубинных геолого-геофизических моделей месторождений, значительно расширяющих возможности прогноза.

Теоретические предпосылки изучения золоторудных поясов Казахстана опираются на два главных положения:

- золоторудные районы приурочены к ограниченному числу тектонотипов структур, что позволяет сравнивать их между собой по строению, стилю развития и характеру локализации в них месторождений;

- метод аналогий как наиболее эффективный при металлогеническом прогнозе, позволяющий обосновать и выделить площади, перспективные на обнаружение новых рудных узлов и месторождений в сходных геологических обстановках.

Золоторудные пояса Казахстана тяготеют к нескольким тектонотипам структур: 1) краевым частям докембрийских срединных массивов - террейнам древней сиалической коры (Северо-Казахстанский); 2) терригенным прогибам в линейных покровно-складчатых системах, сформированных в зонах перехода от континентов к океаническим бассейнам, вдоль крупнейших систем глубинных разломов и офиолитовых швов (Западно-Калбинский, Шу-Илийский); 3) областям внутриблоковой рассредоточенной базификации - зонам палеоспрединга океанической коры (Котанбулак-Саякская золоторудная зона Северо-Балхашского пояса); 4) межконтинентальным и внутриконтинентальным палеорифтовым зонам, достигшим широкого раскрытия с формированием океанических комплексов (Каратауский, Западно-Мугоджарский); 5) наземным вулканическим поясам, наложенным на аккретированные островодужные структуры краевых частей палеоокеанических бассейнов (Центрально-Казахстанский девонский, Балхаш-Илийский средне-позднепалеозойский). Промышленные концентрации золота сосредото-

¹⁻³ 050010 г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а. Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

⁴ Астана, Комитет геологии МЭМРРК.

точены, в основном, в поясах первого и второго типов.

Для золоторудных поясов всех типов характерно присутствие зрелой сиалической коры, в разной степени гранитизированной и разрушенной под воздействием мантийных источников (мантийных плюмов), подвергшейся активным взаимодействиям с разогретой мантией. Как правило, золоторудные пояса характеризуются значительной общей мощностью земной коры, развитием слоя коро-мантийных смесей, линзовидным приращением метабазальтового слоя и его повышенной меланократовостью. Наиболее активно метасоматические преобразования коры и мантии проявлены вдоль крупнейших тектонических швов - глубинных разломов, имевших непосредственную связь с мантией и служивших каналами поступления в земную кору восстановленных газов, тепло- и флюидопотоков, несущих металлические компоненты. Характерно глубокое проникновение разломов в верхнюю мантию в качестве своеобразных мантийных магмоводов. Неоднородности строения верхней мантии в зонах внутриконтинентального рифтогенеза и спрединга океанической коры зафиксированы на глубинах до 300 км. Наиболее обогащены золотом относительно кларка низкощелочные малоглубинные толеитовые базальты, производные мантийных магматических очагов, расположенных на глубине 40-50 км.

Таким образом, главной общей закономерностью формирования золоторудных поясов Казахстана является их связь с активными мантийными структурами и приуроченность к областям максимального приближения этих структур к поверхности. По мере удаления от них нарастает мощность сиалической коры, усложняются ее связи с мантией и, соответственно, сокращается объем золотого оруденения. В пределах золоторудных поясов продуктивность конкретных зон и месторождений определяется всей совокупностью событий в истории их геологического развития: соотношением процессов рифтогенеза, формирования островных дуг, коллизии, объема коллизионного магматизма и т. д.

Самым крупным золоторудным поясом, сформированным на континентальных массивах, является *Северо-Казахстанский пояс* (рис. 1-П), приуроченный к Кокшетаускому террейну. Не углубляясь в вопросы природы указанного тер-

рейна, которые в настоящее время усиленно дискутируются (Абдулкабирова, 1975; Любецкий, 1998; Добрецов и др., 1999, 2001; Хераскова, 2001 и др.), следует признать значительную роль в локализации золотого оруденения неоднородностей кристаллического ядра массива. Месторождения тяготеют к скрытым мобильным границам гранито-гнейсовых поясов и зеленокаменных трогов, низкощелочные толеитовые базальты, габбро и терригенные образования которых в процессе многоактной тектоно-магматической активизации претерпели метаморфизм высоких ступеней и по составу приближаются к эклогит-гранулит-гнейсовым комплексам. В узлах пересечения указанных границ глубинными разломами, заложившимися глубоко в мантии и сопровождающимися интенсивными метасоматическими преобразованиями коры и верхней мантии, формировались плутоны сложно дифференцированных гранитоидов (Алтыбайский, Орловский и др.) и малые интрузии гибридного состава (Куртукульский и др.), к которым пространственно тяготеют месторождения золота (Васильковское, Степняк и др.). Такая структурная приуроченность является главной закономерностью для многих золоторудных провинций мира на архейских кристаллических щитах.

В качестве эталонов для реконструкции недостающих элементов золоторудных систем Кокшетауского террейна могут быть привлечены данные по характеристике золотого оруденения провинции Ийлгарнского ядра Западно-Австралийского щита и Дарварской золоторудной провинции Индостанского щита, включающих месторождения супер-гиганты - Колар, Калгурли, Норсмен и др. В их пределах эрозионным срезом вскрыты более глубокие уровни древних образований и рудообразующих систем, нежели в Кокшетауском массиве, поэтому отчетливо прослеживаются связи золотого оруденения с троговыми (рифтогенными) зонами зеленокаменных поясов. В Северном Казахстане эти связи восстанавливаются лишь на основе косвенных признаков: геофизических данных, аналогий и т.п. Большое значение в данном случае приобретает анализ физических полей и глубинного строения, позволяющий выявить роль в локализации оруденения скрытых зеленокаменных (эклогит-гранулит-гнейсовых) поясов, выступающих уже в качестве своеобразного субстрата, содержаще-

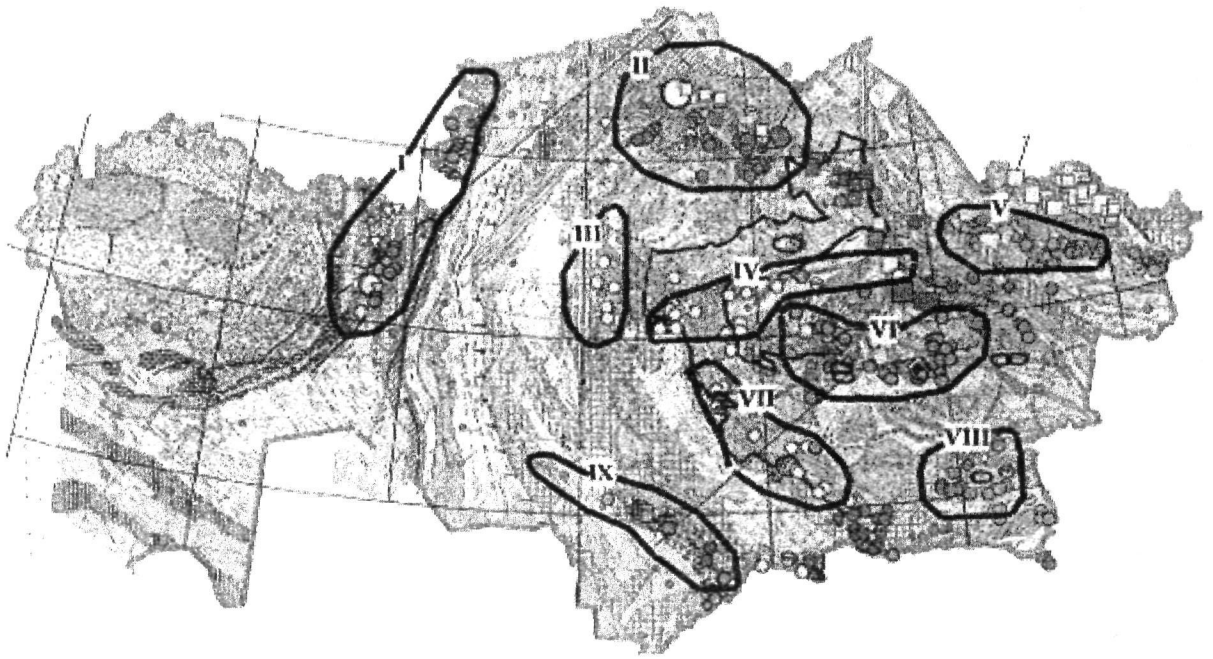


Рис. 1. Золоторудные пояса Казахстана

го рассеянные вышекларковские концентрации золота. Границы зеленокаменных поясов и гранито-гнейсовых куполов являются зонами высокой проницаемости для тепловых и флюидных потоков из мантии, поэтому их выделение имеет принципиальное значение для прогнозирования.

В целом по Казахстану потенциально золотоносные амфиболитовые и зеленокаменные комплексы докембрия изучены недостаточно, особенно там, где они прорываются фанерозойскими гранитными комплексами. В то же время месторождения золота, связанные с архейскими зеленокаменными комплексами и фанерозойским гранитоидным магматизмом, имеют ведущее промышленное значение во всем мире и относятся к крупным и суперкрупным (Калгурли в Австралии, Колар в Индии, Морроу-Велью в Бразилии, Холлинджер, Мак Интайр, Хемло и др. в Канаде). Запасы металла в этих месторождениях исчисляются сотнями и тысячами тонн золота. В Китае месторождения, связанные с архейскими «зелеными» сериями пород типа Джипнигоу-Джичангуи, занимают первое место по добыче и второе по ресурсам. Архейские амфиболиты являются вмещающим металлоносным субстратом, хотя пространственно месторождения ассоциируют с фанерозойскими гранитоидами и дайковыми комплексами, и механизм их

формирования обусловлен множеством факторов. Открытие и разведка уникальных по запасам месторождений золота, приуроченных к фундаменту Китайской платформы, позволили Китаю в короткий срок резко увеличить добычу золота. С этой точки зрения необходимо переоценить материалы по золотоносности остальных докембрийских массивов Казахстана - Улутау, Мугоджар, Каратау, Джунгарии и других, где широко развиты метаморфические породы основного состава (амфиболиты и зеленые сланцы), прорванные фанерозойскими интрузивными массивами. При этом особого внимания заслуживают зоны развития древних анатектических гранитов, бластомилонитов, ореолы околорудных изменений. Одним из околорудных процессов во внешних зонах китайских месторождений является процесс калишпатизации. Подобный процесс характерен также для гранодиоритов Алтыбайского массива, вмещающего Васильковское месторождение на Кокшетауском массиве.

Линейные золоторудные пояса второго, «прифиолитового» типа представлены сравнительно хорошо изученными Западно-Калбинским и Шу-Илийским поясами, включающими крупные промышленные объекты (Акжал, Акбакай и др.). Часть из них (Бакырчик, Суздальское) входят в число суперкрупных месторождений мира.

Западно-Калбинский золоторудный пояс, расположен в срединной полосе системы герцинских структурно-металлогенических зон Иртыш-Зайсанской складчатой области, между Кояндынско-Аркалыкской зоной на юго-западе и Калба-Нарымской - на северо-востоке, и ограничен региональными глубинными разломами. Пояс прослеживается в северо-западном направлении на расстоянии 730 км. Основу металлогении пояса составляют золоторудные месторождения и проявления гидротермального генезиса, а также большое число аллювиальных россыпей.

Основными особенностями Западно-Калбинского пояса (рис. 1-V), определившими золоторудный профиль его металлогении, являются: меланократовый состав догерцинской океанической коры (PR-Pz₁); офиолитовый (спилит-диабазовый, яшмо-базальт-известняково-метапелитовый) тип разреза в O₂-D₃fm₁ и островодужный вулканогенно-терригенный - в D₃fm₂-C₁v; многоярусный разрез рудовмещающих толщ, представленный сменяющимися во времени морскими, прибрежными и наземными молассами (C₁s-C₃); внедрение малых интрузий габбро-диоритов, диоритов, гранодиоритов, плагиигранитов в позднем карбоне; ограниченный пермский гранитоидный магматизм.

Западно-Калбинский пояс сформировался на сложном гетерогенном основании вдоль коллизионно-сжатых структур активных окраин Казахстанского и Алтайско-Монгольского континентов, перекрытых терригенными автохтонными комплексами отложений визе-серпухова и молассовыми отложениями среднего-позднего карбона и перми. Наиболее сложным строением характеризуются структуры основания восточной половины золоторудного пояса. На юго-востоке имеет место неоднородный сиалический цоколь, один блок которого представлен ультраметаморфическим гнейсогранитовым субстратом с очагами перемещенных массивов нормальных гранитов, а другой - гнейсогранулитовым субстратом с реститами в очагах плавления чарнокитовых и эвлизитовых гранитов. В северной части пояса основанием служила кора субокеанического типа.

В глубинных структурах поясу отвечает поднятие астеносферного слоя, кровля которого достигает 65 км от дневной поверхности; прогиб поверхности Мохоровичича, мощный, линзовидно-утолщенный базальтовый слой и резко сокра-

щенный гранитно-метаморфический слой повышенной меланократовости. По глубинному строению пояс резко отличается от соседних зон.

Золотое оруденение характеризуется разнообразием формационных типов: золото-кварцево-сульфидным в минерализованных зонах смятия и углеродистого метасоматоза (Бакырчик), золото-карбонатно-сульфидным в минерализованных углеродисто-кремнисто-карбонатных толщах (Суздальское), золото-кварцевым в малых интрузиях пестрого состава (кунушский комплекс) и др.

Шу-Илийский золоторудный пояс (рис. 1-VII), представляет собой глубоковскрытую эрозией палеоостроводужную систему, сформировавшуюся в висячем боку Жалаир-Найманского офиолитового шва, отделившего активную окраину Балхашского микроконтинента от его более пассивной Шу-Сарысуйской части. Пояс включает останцы докембрийского цоколя с реликтами гранито-гнейсовых куполов (Акбастауский, Каибский), эклогит-гранулитогнейсовых (Анархайский) и зеленокаменных (Гвардейско-Шу-Кендыктасский) поясов. Шу-Илийский золоторудный пояс характеризуется прогибом поверхности Мохоровичича, резким увеличением мощности гранулит-базитового слоя и сокращением гранитно-метаморфического, за счет поступления в земную кору в кембрии-ордовике базитовых расплавов. Вблизи Жалаир-Найманского разлома, который по мнению А.А.Абдулина и Е.И. Паталахи (1980) является юго-западным ограничением Балхашского мантийного астенолита и, соответственно, каналом активного поступления в подкорковый слой и ЗК легкого разогретого вещества мантии и мантийных флюидов, гранитно-метаморфический слой образует узкие линзы переменной мощности. Это свидетельствует о широко развитых здесь мантийно-коровых процессах. Предположительно, этот слой новообразован в среднем-позднем палеозое и уже достиг состояния зрелой коры. Вблизи Жалаир-Найманского коллизионного офиолитового шва геофизическими методами фиксируются фрагменты скрытого островодужного поднятия. В гравитационном поле им соответствуют положительные гравитационные аномалии высокой интенсивности (Акбакайская и др.), в сейсмических разрезах - колонны высокоскоростных плотных пород протяженностью по вертикали до 10-15 км.

Наряду с вулканитами, они включают скученные в процессе аккреции офиолитовые комплексы. К осевым частям и крыльям скрытых островодужных поднятий тяготеют интрузии габбро-диорит-плагиогранитной и диорит-гранодиорит-гранитной формации, с которыми связано золотое оруденение.

Оруденение концентрируется там, где мета-базиты островодужных поднятий глубоко перерабатываются более поздними гранитоидными расплавами, и возникают гибридные неравновесные расплавы диорит-гранодиоритового, монцонитового и граносиенитового состава, ранние фазы которых обогащены золотом. С этой точки зрения структурная позиция месторождений Акбакайского рудного района во многом определяется мобильными центрами пересечения скрытого островодужного поднятия с офиолитами в основании близширотными разломами, по которым проникали гранитные расплавы.

Поперечные искажения гравитационного поля свидетельствуют о наличии в Акбакайском рудном районе крупной широтной зоны разломов, к которой приурочена линейная депрессия, выполненная вулканитами раннего-среднего девона, и рудоносные интрузии девонского кызылжартаского комплекса. Пространственно интрузии тяготеют к очагам глубинной гранитизации базитовых комплексов и являются дифференциатами гранитоидных золотоносных магм повышенной основности. Рудовмещающими являются кварцевые жилы, штокверки, дайки в интрузивных штоках сложного состава, а также разломы близширотного направления. На этом основании большинством исследователей Акбакайская группа месторождений связывается с формированием девонского наземного вулканоплутонического пояса.

К группе золоторудных поясов приофиолитового типа тесно примыкают пояса сформированные в краевых частях палеоокеанических бассейнов, образовавшихся в качестве внутриплитных структур в процессе рассредоточенной базификации и рассеянного спрединга океанической коры. По многим характеристикам они аналогичны поясам второй группы. Примером подобных поясов в Казахстане является Котанбулак-Саякская золоторудная зона Северного Прибалхашья (рис. 1-VI).

Котанбулак-Саякская зона, условно включаемая в состав Северо-Балхашского золоторудного пояса, сформировалась в краевых северной и восточной частях Джунгаро-Балхашского океанического бассейна, образовавшегося в итоге разрушения и рассеянного спрединга центральной части Балхашского мегаблока древней континентальной коры. Зона спрединга начала формироваться в раннем палеозое под воздействием Балхашского мантийного астенолита. Процессы разрушения коры и ее базификация над апикальной частью громадного по площади астенолита были интенсивными: произошла активная неравномерно рассредоточенная по площади базификация континентальной коры, рассеянный спрединг, в итоге которого возникла новая кора переходного и субокеанического типов, сформировались кремнисто-базальтовые и офиолитовые ассоциации пород, близкие океаническим. От первичных океанических бассейнов зоны рассеянного спрединга отличаются своим вторичным деструктивным происхождением, примитивной субокеанической либо переходной земной корой, аналогичной коре океанических островных дуг, а также составом базальтовых офиолитовых ассоциаций, близким таковому континентальных толеитов и базальтов известково-щелочных серий океанических островов.

Котанбулак-Саякская золоторудная зона охватывает северную и восточную окраины палеоокеанического бассейна, внешнюю позднеордовикскую авулканическую островную дугу, фиксируемую поясами офиолитов, телами ультрабазитов, поднятиями, и преддуговой Котанбулак-Саякский флишевый прогиб. В строении этого сложнейшего региона участвуют офиолитовые и островодужные комплексы среднего и позднего ордовика, терригенные, флишеидные, вулканогенно-терригенные и вулканогенные комплексы силура, девона, карбона и перми, интродуцированные многочисленными телами разновозрастных интрузивных комплексов. Для зоны характерно оруденение золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-скарновой и золото-лиственитовой формаций. Промышленное значение имеют объекты первых двух формаций.

Минерализованные зоны с оруденением золото-сульфидно-кварцевой формации тяготеют к зонам глубинной проницаемости, вблизи границ

Кызык-Итмуруды-Кентерлауского мегаантиклинария с флишевым прогибом, сопровождающимся углеродистым метасоматозом. Эти зоны не имеют прямой связи с интрузиями, но на глубине фиксируются скрытые плутоны гранитоидов. Для оруденения золото-кварцево-жильной формации просматривается отчетливая парагенетическая связь с малыми интрузиями габбродиорит-гранодиоритового состава саякского комплекса ранней перми.

Золотоносным матриксом для формирования золотого оруденения могут быть образования офиолитовой ассоциации мантийной природы, вулканы островных дуг - производные глубинных магматических очагов, терригенные образования, содержащие продукты разрушения мантийных пород, либо испытывавшие углеродистый метасоматоз в зонах глубинных разломов.

Все известные золоторудные месторождения зоны приурочены к структурам активной окраины Балхашского континентального массива и Джунгаро-Балхашского палеоокеана, к мобильным системам глубинных разломов, разграничивающих осевую часть мегаантиклинария, внешнюю островную дугу, между дуговой флишевый прогиб и фамен-каменноугольную островную дугу. Указанные границы сопровождаются интенсивным смятием и рассланцеванием пород, сдвиго-надвигами, процессами восстановительного метасоматоза. В основании терригенных комплексов, по геофизическим данным, присутствуют офиолитовые и островодужные комплексы, а также скрытые глубинные интрузии гранитоидов предположительно саякского комплекса. Рудные тела приурочены к гидротермально-метасоматически измененным породам верхнего девона-карбона и к зонам березитов с вкрапленностью золотоносного пирита.

Золотое оруденение в межконтинентальных и внутриконтинентальных палеорифтах Казахстана, достигавших океанического раскрытия, проявлено в гораздо меньших масштабах и, как правило, в комплексе с другими полезными ископаемыми. Одним из таких поясов являлась осевая часть **Каратауского палеорифта полициклического развития** (рис. 1-IX). Палеорифт формировался между Торгайско-Срединно-Тяньшаньским и Иссыккульско-Моинтинским микроконтинентами, тяготея, главным образом, к пассивной окраине последнего. В своей

северо-западной части рифт достиг океанического раскрытия, что подтверждается петрохимическим составом базальтов офиолитовой ассоциации кайнарской свиты позднего рифея. В меланжевых покровах Северо-Западного Каратау базальты низкощелочные толеитовые, близкие океаническим, а в Центральном и Юго-Восточном - континентальные щелочные, в контрастной ассоциации с риолитами и трахириолитами, что характерно для бортов межконтинентальных рифтов. В шельфовой зоне и на континентальном склоне образовавшейся зоны спрединга в вендекембрии накапливались осадки кремнисто-углеродисто-карбонатно-сланцевой и кремнисто-терригенной формаций. В ордовике проявляются процессы скупивания океанической коры, происходит закрытие рифта, внедряются интрузии, отлагаются карбонатные и кремнисто-терригенные осадки. В среднем-позднем ордовике формируются мощные терригенные толщи. Силур-ранний девон характеризовались общим предрифтовым воздыманием, сменившимся в фамене-раннем карбоне новым раскрытием рифта. Образовались замкнутые впадины с кремнисто-карбонатным и терригенно-карбонатным заполнением.

Каратауский палеорифт резко выделяется спецификой глубинного строения. Он характеризуется прогибом поверхности М, общим сокращением мощности ЗК до 42-40 км, мощной линзой гранулит-базитового слоя (до 25 км), сокращением мощности гранитно-метаморфического слоя и полноразвитым вулканогенно-осадочным слоем. Линза гранулит-базитового слоя ориентирована в северо-западном направлении с широтным подворотами, раздувами и пережимами. Мощность гранитно-метаморфического слоя резко колеблется: в зоне Осевого Каратау и в Бесазском блоке этот слой выведен на поверхность, а в Центральном Каратау находится на глубине 8-12 км. В целом мощность гранитно-метаморфического слоя в 2,0-2,5 раза меньше чем гранулит-базитового. Специфика глубинных условий образования месторождений Каратау, в том числе золоторудных, определялась формированием последних в зоне влияния Главного Каратауского разлома, служившего проводником в верхние горизонты ЗК потока восстановленных мантийных флюидов и контролировавшего размещение сравнительно небольших, слабо вскрытых, массивов гранитоидов. Очаги базитовых щелочно-

земельных расплавов, поступавших из мантии и обогащенных металлами халькофильной группы, локализовались на глубине 7-17 км. Метаморфический фундамент, содержащий значительный объем метабазитовых и карбонатных комплексов, давал при плавлении малый объем гранитоидных выплавов. При активном взаимодействии базальтоидных расплавов с веществом земной коры на глубине 17-20 км происходила отсадка и кристаллизация дифференцированных магм повышенной основности, а на глубине 10-14 км - концентрация металлов в остаточных очагах магм относительно кислого состава.

Активные эндогенные и вулканогенно-осадочные рудные процессы в Каратауском палеорифте начались в позднем рифее-кембрии. По оси рифтовой долины в глубоководных впадинах накапливались металлоносные осадки с фосфором, ванадием, барием, цинком, свинцом. С металлоносными осадками и более поздней интрузивной деятельностью связано образование золоторудной, ванадиево-медно-золоторудной, железо-медной, фосфоритовой с редкими землями, ванадием и фтором, редкометалльной, железо-марганцевой и свинцово-цинковой минерализации. Возраст свинца в месторождениях Каратау по данным изотопного анализа составляет 560 млн. лет, что соответствует кембрию. Перемещение всего комплекса рудных элементов в более молодые фамен-нижнетурнейские толщи, предположительно, происходило в среднем палеозое на более пассивном этапе развития палеорифта. Агентами ремобилизации и переотложения металлов могли служить пульсирующие тепловые и флюидопотоки и возобновившаяся интрузивная деятельность.

Рудный процесс предположительно осуществлялся в три этапа. На первом из них в наиболее активный цикл рифтогенеза, накапливались металлоносные осадки, в конце цикла образовались остаточные магматические очаги, давшие дифференцированные малые интрузии и рудные проявления эндогенного генезиса. На втором этапе, в повторные ослабленные циклы рифтогенеза, при небольшом объеме вулканических проявлений формировались мощные потоки мантийных флюидов, которые окислялись в верхних горизонтах земной коры и преобразовывались в разогретые водные флюиды. Рудное вещество первого этапа перемещалось в растворы и рассолы, переносилось ими и насыщало в форме рассеянной

вкрапленности вмещающие осадочные толщи. На третьем этапе, на стадии эпигенеза, в обводненных и прогретых вмещающих толщах возникали гидротермы, которыми руды второго этапа переотлагались в виде залежей гидротермального генезиса.

Характерной особенностью металлогении золота Каратауского пояса является сквозное развитие золотого оруденения, охватывающего возрастную интервал от среднего протерозоя (бессазская серия) до карбона включительно и приуроченного к восьми стратоединицам. Основное оруденение золота сосредоточено в рифейских первично-рифтовых комплексах (бакырлинская свита, кумыстинский интрузивный комплекс) и отложениях тюлькубасской свиты среднего девона. В бессазской метаморфической серии среднего протерозоя встречаются мелкие проявления золота, железа, титано-магнетита, редких металлов, технических алмазов кумдыкольского типа. В углеродистых сланцах урстатинской свиты раннего-среднего рифея концентрация Au и As достигает 10 кларков; золотое оруденение приурочено к зонам тонкого прожилкования и пиритизации (месторождение Нижнее Кумысты). В углеродсодержащих доломитах шованской свиты содержания Au, Ag, Cu, As, Pb составляют 5 кларков, а участки с повышенным количеством углеродистого вещества сопровождаются аномальными концентрациями V, Zn, Pb, Mo, Bi. В зонах скарирования доломитов бакырлинской свиты в экзоконтакте Кумыстинского массива проявлено золото-серебро-колчеданно-полиметаллическое оруденение в форме зон минерализации, тонкого прожилкования, камерных тел, пластовых залежей (месторождения Шован, Келиншектау). С терригенно-вулканогенными образованиями кайнарской свиты связаны зоны окварцевания, кварцевые и карбонатные жилы, участки пиритизации с повышенным содержанием Au, Ag, As, Bi (рудопроявления Равнинное, Жамбас и др.). Геохимическая специализация кумыстинского комплекса, который рассматривается как комагмат кайнарской свиты, смешанная, характерная для гетерогенных комплексов: породы габбро-диоритовой группы содержат в повышенных количествах Au, Ag, As, Ti, граносиенитовой - Au, редкие металлы, полиметаллы, Ag, Pb, Zn, Mo, Sn, Ni, гранитовой - Au, Ag, Mo, Sn, Nb, Ti, Mn, As.

Вендская терригенно-карбонатная формация по геохимической специализации близка первично-рифтовой формации (рудопроявления Ранское, Водораздельное, Курумсак, Алтынтау и др.). Кембрий-раннеордовикская глубокоководная кремнисто-углеродисто-карбонатно-терригенная формация (курумсакская свита) характеризуется ванадиеносной минерализацией стратиформного типа, образующей ванадиеносный бассейн (месторождения Курумсак, Баласаускандык, Жобаглы). Попутными являются U, Mo, редкие и рассеянные, цветные металлы, P, S, Au (рудопроявления Бесубулак, Алтынтау и др.). Флишоиды морской формации ордовика содержат повышенные концентрации Au (10 кларков), Ag (8 кларков), Mn, Pb, P, (суиндыксайская свита), Cu и полиметаллы (бешарыкская свита). Во флишоидах обеих свит выявлено 10 золоторудных объектов (рудопроявления Капланды, Бесбулак, Приозерное и др.).

С породами тьюлькубасской и корпешской свит девона связаны стратиформные проявления меди и барита, а также 10 месторождений и проявлений золота (Центральный Карамурун, Карасакал и др.).

С карбонатной вторично-рифтовой формацией фамена связаны стратиформное свинцово-цинковое оруденение и баритовая минерализация, образующие крупные и суперкрупные месторождения (Миргалымсай, Шалкия, Ачисай и др.). В известняках и доломитах фамена-турне выявлены два проявления золота - Ормак джаспероидного типа и Култас - благородной анкерит-фербергитовой формации с золото-серебряным оруденением.

Таким, образом, Каратауский пояс характеризуется многопрофильной рудной специализацией - золотой, золото-серебряной, ванадиевой, свинцово-цинковой и включает месторождения от мелких и средних (Au, Au-Ag) до крупных и суперкрупных (V, Pb-Zn), что делает его уникальным. Перспективы Каратауского пояса еще далеко не исчерпаны, и этот уникальный район требует постановки здесь комплексных исследований в самое ближайшее время.

Примером приуроченности золотого оруденения к океаническому палеорифту является Западно-Мугоджарский (рис.1-1). Последний представляет собой один из наиболее ярко про-

явленных и хорошо изученных океанических рифтов Уральского складчатого пояса. Он развивался по общей для разновозрастных океанических рифтовых зон Урала схеме: раскрытие океанического бассейна (образование зоны спрединга океанической коры) > закрытие океана (возникновение активной континентальной окраины колумбийского типа, заложение пологой зоны Бенъофа, островной дуги, задуговых бассейнов) > доскладчатое шарьирование (коллизия) > континентальная стадия (образование континентальной коры).

Западно-Мугоджарская зона прослеживается в меридиональном направлении на 35 км при ширине от 20 до 50 км. С востока она ограничена Борлинским разломом, с запада - Западно-Мугоджарским (Главным Уральским). Борта зоны надвинуты на ее ядерную часть. В разрезе зоны присутствуют вулканиты актогайской, мугоджарской, куркудукской свит силура-раннего девона, зйфеля и вулканогенно-осадочные толщи живета. Выше с размывом залегают терригенно-карбонатные толщи позднего девона и раннего карбона.

Западно-Мугоджарской зоне соответствует блок земной коры с резко индивидуальной характеристикой. Он характеризуется неоднородным, но существенно фемическим, составом коры на всю ее мощность и высоким значением скоростей. В гравитационном поле зоне отвечает полосу положительных аномалий особо высокой интенсивности (до + 100 мГл). Ограничивающие разломы выражены зонами высоких градиентов силы тяжести. Западно-Мугоджарский разлом сопровождается зональным метаморфизмом, характерным для надвигов и зон субдукции, и составляет южное продолжение Уральского пояса эклогит-глаукофан-сланцевого метаморфизма. С запада на океанические комплексы Западно-Мугоджарской зоны надвинут комплекс пород Сакмарской зоны, образуя верхнюю аллохтонную пластину. Кемпирсайский массив ультраосновных пород надвинут с востока по системе чешуйчатых надвигов.

Особенности геологического разреза и характеристика глубинных слоев зоны соответствуют таковым типовых моделей современной океанической коры, включая все три слоя. С ее первым слоем отождествляются яшмоиды, кремнисто-

гематитовые породы, алевролиты куркудукской свиты, со вторым - комплекс параллельных диабазовых и долеритовых даек, толеитовые подушечные базальты и пиллоу-лавы (сходные с таковыми срединно-океанических хребтов) мугоджарской и акмолинской свит, с третьим - расслоенные ультрамафиты Даульско-Кокпектинского, Кепмирсайского и Хабарнинского плутонов и габбро-нориты, габбро, габбро-диабазы жамантауского комплекса. Подслей ультрамафитов по геофизическим данным фиксируется на расстоянии 80 км и является общим для Западно-Мугоджарской и Сакмарской зон. Комплекс расслоенных габброидов располагается во фронтальной части Борлинского разлома, что свидетельствует о поступлении базитовых расплавов по этому каналу.

Для океанических палеорифтов обычно характерно медно-колчеданное оруденение с золотом. Западно-Мугоджарская зона в Казахстане является эталоном такого типа структур. Оруденение золота тяготеет к зоне Западно-Мугоджарского глубинного разлома и заключено в субвулканических телах.

Наиболее значительным месторождением медно-золотого типа является Юбилейное, расположенное в южной части зеленокаменной полосы Мугоджар. Район месторождения сложен толщей базальтоидов, сменяющихся вверх по разрезу андезитами и андезито-базальтами мугоджарской свиты. Эксплозивные жерла вулканических аппаратов сложены небольшими телами лавобрекчий и магматических брекчий средне-кислого состава. Малые субвулканические интрузии плагиогранит-порфиров выделяются в самостоятельную группу, связанную с заключительной стадией развития зоны. К одной из таких интрузий приурочено Юбилейное месторождение. Рудовмещающая интрузия плагиогранит-порфиров тяготеет к узлу сопряжения Шекарабулакского северо-восточного разлома с разломами северо-западного и субширотного направлений. Рудоконтролирующий Шекарабулакский разлом представлен протяженными ослабленными зонами, сопровождаемыми более мелкими параллельными нарушениями.

Вмещающие интрузию породы гидротермально изменены: окварцованы, ороговикованы, хлоритизированы, эпидотизированы, с вкраплен-

ностью сульфидов. Интрузивное тело трубообразной формы круто падает к востоку. Четыре рудных тела кольцеобразно располагаются по периметру интрузии и представляют собой штокверковые зоны кварцевых, кварц-магнетитовых и кварц-сульфидных прожилков. Самое крупное (200×4-27 м) и богатое (Au=7-10 г/т) рудное тело расположено внутри массива. На глубине 200 м все рудные тела соединяются в единую мощную залежь, прослеженную до глубины свыше 500 м. На этих же глубинах на северо- и юго-восточных флангах выявлены еще две залежи.

Учитывая широкое развитие субвулканических тел аналогичного состава в зоне Западно-Мугоджарского разлома, необходимы дополнительное изучение и оценка Западно-Мугоджарской зоны на медно-золотое оруденение.

В последнее десятилетие внимание геологов привлекают *эпитермальные близповерхностные золото-серебряные месторождения*, из которых в настоящее время добывают 14,2 % общего объема золота, по запасам золота они занимают второе место в мире. Среди них известны уникальные и крупные объекты мирового значения.

Проблема изучения и оценки месторождений близповерхностного типа, характерных для наземных вулкано-плутонических поясов, в Казахстане является одной из актуальных задач для расширения минерально-сырьевой базы. Тем более, что в пределах вулканических поясов, помимо эпитермального золото-серебряного оруденения, локализованы также крупные месторождения других формационных типов и состава - золото-кварц-сульфидные, золото-редкометалльные, золотосодержащие медно (молибден)-порфировые, урановые, олово-бериллиевые, редкоземельные и др.

Среди известных в Казахстане золоторудных провинций, связанных с наземными вулкано-плутоническими поясами, максимальное количество золотопроявлений выявлено в позднепалеозойском *Балхаш-Илийском поясе*. Несмотря на их многочисленность и разнообразие минеральных типов, значительных месторождений золота не выявлено, хотя на продолжении пояса в КНР, вблизи границы с Казахстаном, располагаются два крупных золоторудных объекта - Коершенкола и Ахи. Поэтому остро выдвигается пробле-

ма поисков аналогичных крупнообъемных по запасам месторождений в казахстанской части Балхаш-Илийского пояса.

Проведенные в последние годы исследования показали, что глубинные структуры основания указанного вулcano-плутонического пояса сформированы на активной окраине континента по типу развития приофиолитовых зон и во многом определяют его золотоносность. Если «снять» покров рудовмещающих позднепалеозойских вулканитов, то модель строения Таскоринского рудного узла сходна с таковой Бакырчикского района в Западно-Калбинском поясе. Поступавшие по глубинным разломам мантийные флюиды здесь также длительное время дренировали многоярусный разрез, в котором присутствует ряд потенциально золотоносных комплексов (меланократовые гранулит-амфиболито-гнейсовые комплексы докембрия, ранне-

палеозойские офиолитовые океанические, среднепалеозойские островодужные существенно андезитовые и углеродисто-флишевые комплексы); способствовали формированию магматических очагов, обеспечивших широкое проявление позднепалеозойского магматизма в эффузивной, субвулканической и интрузивной формах. Золото могло экстрагироваться флюидами и магматическими расплавами и переотлагаться в близповерхностных условиях в вулcano-тектонических постройках.

Приведенные выше данные показывают, что на основе глубинного строения можно глубже понять закономерности формирования и локализации большинства золоторудных месторождений различных промышленно-генетических типов. Это выдвигает ряд новых задач, решение которых позволит успешнее развивать металлогенические исследования в Казахстане.