УДК 553.078

А.Д.Щеглов

К ПРОБЛЕМЕ РУДНЫХ РАЙОНОВ: НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Рассматриваются теоретические и прикладные вопросы геологии рудных районов. Отмечается, что наиболее крупные рудные районы часто проявляются в структурах земной коры изолированно, без сопровождающего регионального фона одновозрастных мелких месторождений и рудопроявлений. В некоторых рудных провинциях имеет место неоднократное, полихронное проявление рудных районов без признаков регенерации минерального вещества (месторождений). Крупные рудные районы и их месторождения являются наиболее высокоорганизованными геологическими объектами: они служат эталонами определенных рудных формаций. Приводятся признаки таких рудных районов. Рудные районы - уникальные минеральные неоднородности земной коры, изучение которых позволяет выявлять многосторонние связи в развитии разных оболочек Земли, характер и влияние их эволюции на особенности проявления рудных процессов. Обсуждаются вопросы изучения рудных районов в современных условиях экономического развития страны.

Theoretical and applied problems of geology are considered for regions rich with ore deposits. It is remarked that the largest ore deposits are allocated within the Earth's crust separately: without any escorting aureoles of smaller deposits and ore occurences of the same age. There was, in some ore provinces, repeated, polychronous appearence of ore fields without any signs of the ore substance (deposits) regeneration. The large ore fields and deposits located therein are the most highly organized geological objects: usually they are considered as the reference standards of certain ore formations. The paper provides indices of such the standard ore fields. In general, the regions with concentrated mineral deposits appeared as the unique points of heterogeneity in the Earth's crust, and their study allows to reveal multilateral links within development of various shells in the Earth's body, the character of these links and their influence upon peculiarities of the ore-forming processes. The paper treats also some questions of applied studies in rich-with-ore regions under actual circumstances of economic development in Russia.

В последние годы получили признание представления о так называемых неоднородностях в тектоносфере, развиваемые в Геологическом институте РАН. Однако следует отметить, что изучение геологических неоднородностей в рудной геологии, а позднее - металлогении, являлось предметом самого пристального внимания исследователей с Г.Агриколы до наших дней. По-видимому, достаточно очевидно, что любая концентрация полезных ископаемых - это геологическая неоднородность, наиболее контрастно проявляемая в конкретных месторождения и рудных районах. Эти рудные неоднородности часто возникают на фоне безрудных или слабоминерализованных площадей, входя обычно в состав более крупных рудоносных структур: металлогенических провинций, поясов и зон.

Ранее отмечалось, что понятие "рудный район" рождено практикой геологоразведочного дела и внедрено в "обиход" горняков и геологов многие века назад [7]. Оно имеет не только геологический смысл, характеризуя относительно небольшую по площади рудоносную территорию, в пределах которой локализуются рудные месторождения, сходные по геологическим условиям проявления и генетическим особенностям, но и комплексное геолого-географическое и одновременно горно-экономическое содержание, определяющее перспективную рудоносную площадь среднего масштаба, в пределах которой уже существуют или могут быть созданы промышленные горно-рудные предприятия [7].

С теоретических позиций рудный район - прежде всего крупная неоднородность с повышенным содержанием конкретных рудных элементов, добыча которых экономически выгодна при современном уровне всего комплекса технических средств и возможностей.

Проблема рудных районов имеет несколько аспектов: геологический, технический, экономический и социальный [7].

Особо подчеркивалось, что в крупных рудных районах сосредоточено около 70 % разведанных запасов, при этом 95 % меди, 77 % свинца, 90 % молибдена и вольфрама, 90 % никеля. В последние годы к этим полезным ископаемым "прибавились" уран, алмазы и золото. Эти данные подтверждаются новыми подсчетами П.Лазнички [11, 12] и А.И,Кривцова [1]. Иными словами, в крупных рудных районах сосредоточены основные запасы рудных полезных ископаемых, что придает их изучению и прогнозу размещения в структурах земной коры особое прикладное значение.

В этом плане интересна монография И.М.Томсона, посвященная металлогении рудных районов [5], в которой детально охарактеризованы типовые условия размещения рудных районов с различными группами месторождений, а также показана их связь с очаговыми структурами и блоковыми поднятиями.

В самом общем виде рудные районы по характеру минерального сырья и масштабам были подразделены нами на четыре группы: 1 - с месторождениями одного полезного ископаемого (однометальные); 2 - с месторождениями различных полезных ископаемых (комплексные); 3 - представленные крупными (очень крупными) месторождениями; 4 - представленные несколькими месторождениями, в ряде случаев средними по масштабам с одним крупным и окружающими его более мелкими месторождениями-сателлитами [7]. Подчеркивалось, что возможны и другие сочетания месторождений в пределах рудных районов.

Позднее Е.В.Плющев [2] рассмотрел основные направления прогнозно-металлогенических исследований рудных районов, подчеркнув особое значение создания их объемных моделей и баз компьютеризованных фактографических данных по разным типам рудных районов, основанных прежде всего на комплектах взаимосвязанных карт различного содержания масштаба 1:50 000. Он справедливо отмечал, что одной из важных прикладных задач рудной геологии является "крупномасштабный комплексный прогнозно-металлогенический анализ рудных районов с построением объемных моделей и оценкой прогнозных ресурсов выделяемых в их пределах узлов" [2, с.52].

По данным Е.В.Плющева [2], рудные районы по соотношению кларков концентраций металлов (Sn, W, Mo и др.), их геохимических ресурсов и рудных запасов отчетливо занимают промежуточное место в иерархическом ряду металлогенических подразделений, располагаясь между рудоносными региональными и локальными территориями с фоновыми и аномальными геохимическими концентрациями. Это в значительной мере подтверждает заключение С.С.Смирнова [4], которое он назвал "геостатистским суждением", о том, что "крупные концентрации цветных и редких металлов, как правило, не встречаются изолированно, они обнаруживаются лишь на фоне широкого регионального развития средних и мелких концентраций. Иначе говоря, на одно крупное месторождение обычно приходится множество мелких объектов, в значительной своей части не имеющих промышленного значения" [4, с.14].

Однако в последнее время в эту казалось бы достаточно ясную "металлогеническую картину" следует внести целый ряд поправок, которые значительно усложняют существующие представления об особенностях формирования крупных рудных районов и выдвигают новые вопросы для анализа.

Во-первых, оказалось, что наиболее крупные, часто уникальные, по масштабам рудные районы и месторождения во многих случаях проявляются в структурах земной коры обособленно, без сопровождающего широкого (регионального) фона соответствующих одновозрастных мелких месторождений и рудопроявлений. *Во-вторых*, в некоторых рудных провинциях имеет место неоднократное, полихронное проявление крупных рудных районов и месторождений, когда достоверно устанавливается, что они датируются существенно различным возрастом и не несут характерных признаков регенерованных месторождений. *В-третьих*, стало более чем очевидным, что крупные рудные районы и их месторождения являются наиболее высокоорганизованными геологическими объектами, на примере которых выявляется вся сложность и многогранность проявления рудных процессов в земной коре.

Эти рудные районы и месторождения могут быть эталонами образований определенных рудных формаций. Наконец, *в-четвертых,* крупные рудные районы и входящие в их состав месторождения *являются уникальными минеральными неоднородностями земной коры,* изучение которых позволяет выявлять многосторонние связи в развитии разных оболочек Земли, характер и влияние их эволюции на особенности проявления рудных процессов в земной коре. В общем случае такие рудные районы и месторождения являются достаточно надежными индикаторами определенных тектонических режимов [7, 8].

Краткое освещение этих вопросов и составляет содержание настоящей статьи.

Обязателен ли металлогенический фон крупных рудных районов и месторождений?

Анализ размещения крупных рудных районов и отдельных месторождений показывает, что во многих случаях они возникают, как правило, изолированно, без сопровождающих их одновозрастных многочисленных месторождений-спутников или мелких рудопроявлений, образующих металлогенический фон более крупных рудоносных структур. Это не является правилом, но представляется в настоящее время достаточно характерным явлением, когда рудные концентрации-гиганты проявляются как бы на "белом" геохимическом фоне нерудоносных территорий. В качестве примера можно привести полиметаллический район Брокен-Хилл и урановый Олимпик-Дам в Австралии, рудные районы Седбери (Ni + Cu) и Хемло (Au) в Канаде, сурьмяный рудный район Сигуаньшань, редкоземельный рудный район Байян-Обо и оловянный район Гэцзю в КНР, медные рудные районы Чили (например, Эль-Теньенте и Чиквикамата), рудные районы России: Тырны-Ауз (Mo + W), Норильск (Ni + Cu); Горевский (Pb + Zn), Депутатский и Комсомольский (Sn), Дальнегорский (B), Вознесенский (F) и Дукатский (Ag), многие рудные районы западных штатов США: Кляймекс и Гендерсон (Mo), Бингхем (Cu - Mo), Бьютт (Cu), Карлин (Au) и многие другие месторождения и рудные районы в этих и других странах. Приведенные примеры не являются "идеальными", но для нас важна главная тенденция в проявлении таких рудных районов: они не обязательно возникают на фоне мелких рудопроявлений, как бы подготавливающих возникновение крупных рудных концентраций.

Об этом, по-существу, пишет и И.Н.Томсон, характеризуя рудоносные очаговые структуры как рудные районы, которым присущи специфические черты развития магматических пород, особые геохимические и геофизические аномалии, не свойственные разделяющим их безрудным территориям [5].

Иными словами, рудные районы - это локальные рудоносные площади, имеющие особый характер развития, возникновение которых часто не связано (и не предопределяется) с экстенсивностью проявления однотипного оруденения как в пределах самих рудных районов, так и на более крупных рудоносных территориях (металлогенических зонах и рудных поясах), в пределах которых они часто локализуются. Здесь встает важный вопрос о взаимосвязях крупных рудных районов со структурами субстрата или конкретными структурами земной коры, в пределах которых они располагаются, их отношении к последним.

Контрастно выявляются две существенно различные позиции:

а) рудные районы, формирующиеся непосредственно в связи с эволюцией конкретных структур земной коры (складчатых зон, осадочных бассейнов разных типов, пограничных структур, срединных массивов и др.);

б) рудные районы, наложенные на структуры земной коры и контролируемые секущими их линеаментами и рудоносными очаговыми структурами.

Именно второму типу рудных районов, по нашему мнению, и посвящены интересные исследования М.А.Фаворской и И.Н.Томсона [5]. К этой группе относятся и рудные районы с осадочно-гидротермальными и вулканогенно-гидротермальными месторождениями,

возникающими в условиях развития коровых осадочных бассейнов и одновременного проявления в их пределах наложенного (мантийного) вулканизма и гидротермальных процессов.

Таким образом, в настоящее время общая картина проявления рудных районов в структурах земной коры представляется более сложной и многогранной, особенно с учетом новых данных о связи многих рудных районов с глубинными зонами тектоносферы [5, 6, 8, 9].

О полихронности оруденения в рудных провинциях

Другая особенность в проявлении рудных районов состоит в том, что в некоторых рудных провинциях они возникают неоднократно в разное время, будучи разобщенными в пространстве. Таких рудных провинций в мире установлено немного. Практически все они характеризуются развитием вулканогенно-гидротермальных и осадочно-гидротермальных месторождений разных типов. Интересным примером таких рудоносных регионов является полиметаллическая провинция Западной Канады. В связи с тем, что в отечественной литературе эта провинция практически не охарактеризована, нами приводится сжатая характеристика ее месторождений. Она протягивается в север-северо-западном направлении от северной границы США до Аляски и от Берегового пояса мезозойских гранитов на западе до Северо-Американской платформы на востоке, охватывая, по-существу, все складчатые сложнопостроенные сооружения Кордильер. На этой территории известны многочисленные полиметаллические (медно-свинцово-цинковые с кобальтом, золотом и серебром) месторождения (и рудные районы) различного генезиса и возраста. Среди них наиболее крупными являются стратиформные колчеданные месторождения, представленные осадочно-гидротермальными, вулканогенно-гидротермальными образованиями. Характерно, что эти месторождения различны по возрасту и приурочены к протерозойским, кембрийским, ордовикским, девонским и триасовым осадочным и осадочно-вулканогенным формациям. Такая полихронность оруденения свойственна некоторым рудным провинциям, но, пожалуй, столь многочисленных возрастных рубежей проявления крупных свинцово-цинковых (колчеданных) месторождений (рудных районов) не известно ни в одной из них.

Кратко остановимся на характеристике этих месторождений (являющихся основой и рудных районов), среди которых известны такие крупные объекты, как месторождения Сулливан, Энвил и другие. Представителем наиболее древних, докембрийских месторождений является известное месторождение Сулливан на юге Британской Колумбии. Здесь к протерозойским метаморфизованным аргиллитам, песчаникам и кварцитам формации Олдридж, слагающим крупное поднятие Парселл, приурочены стратиформные полиметаллические залежи крупных месторождений Сулливан и Кер Д'Ален (на территории США).

В генетическом отношении наиболее интересным является месторождение Сулливан, которое было открыто в конце прошлого века и разрабатывается до настоящего времени. Особенность этого месторождения состоит в том, что оно представлено метаморфизованными стратиформными залежами богатых сульфидных (свинцово-цинковых) руд, которые на нижних горизонтах, как это установлено только в последнее время, образуют характерное чередование различных по мощности слоев и слойков аргиллитов с рудными слоями и пропластками. При этом в таких переслаивающихся рудных толщах отчетливо сохранились следы последовательного напластования одних слойков пород и руд на другие, следы размыва пород и руд и их подводного оползания, что отчетливо указывает на осадочно-гидротермальный генезис месторождения.

На отработанных в настоящее время верхних горизонтах месторождения руды были представлены мощной линзообразной залежью крупнозернистых сплошных сульфидных (галенит-сфалерит-халькопиритовых) руд без признаков какой-либо слоистости, которая постепенно по падению залежи проявлялась сначала в виде реликтов, затем грубо сгофрированных прослоев сланцев и руд вплоть до яснослоистых стратиформных залежей на нижних горизонтах. Такое изменение характера оруденения (морфологии залежей, текстур руд) по падению связано с тем, что на верхних горизонтах стратиформное рудное тело оказалось прорванным оловоносным штоком мезозойских гранитов, которые не только вызвали метаморфизм руд, их перекристаллизацию и появление в рудах в больших количествах пирротина и пирита, но и обусловили наложение на протерозойские полиметаллические руды касситерит-турмалиновой минерализации. Последнее обстоятельство долгое время служило убедительным аргументом в пользу высокотемпературного, сугубо гидротермального, иногда гидротермально-метасоматического генезиса месторождения и его мезозойского возраста.

В настоящее время у исследователей этого месторождения его осадочно-гидротермальный генезис не вызывает сомнения. Следует отметить, что месторождение Сулливан не только велико по запасам (более 2,5 млн.т металла), но и отличается высокими содержаниями свинца (8,3 %) и цинка (6,5 %).

Другая крупная группа полиметаллических колчеданных месторождений приурочена к кембрийским осадочно-вулканогенным породам. Среди них выделяется рудный район Энвил, в пределах которого открыто 10 месторождений. Этот новый крупный рудный район расположен в 200 км северо-восточнее г.Уайтхорсе - центра провинции Юкон. В региональном плане он приурочен к крупной зоне разрывных нарушений, к которой примыкает бассейн Селвин. Это вторичная геосинклиналь, сложенная вулканогенно-осадочной толщей кембрия, ордовика и силура, прорванной крупными плутонами мезозойских гранитов. Осадочные породы метаморфизованы до амфиболитовой фации и смяты вместе со стратиформными залежами в сложные складки.

Рудные залежи располагаются в отложениях кембрия практически на самой границе с отложениями ордовика. Толща кембрийских отложений мощностью несколько более 2000 м состоит из переслаивающихся пластов бескальциевых филлитов и сланцев, мраморов с линзами силикатных пород, известковистых сланцев, а также маломощных прослоев псаммитовых сланцев и метабазальтов. Последние представлены пластообразными силлами мощностью не более нескольких метров.

Месторождения района Энвил являются типичными гидротермально-осадочно-вулканогенными образованиями и представлены мощными сульфидными залежами, внутри которых встречаются прослои сланцев, или несколькими маломощными стратиформными залежами, разделенными значительными интервалами безрудных пород. Для руд месторождений характерны полосчатые текстуры, часто с крупной гофрировкой прослоев, состоящих из разных рудных минералов. Наиболее крупное месторождение Фаро представлено линзой, протягивающейся на 2000 м в длину, имеющей 800 м в ширину при 70 м мощности. Руды месторождений очень богатые: сумма свинца и цинка составляет 10-15 %. Они имеют относительно простой минеральный состав. Главными минералами являются пирит, галенит, сфалерит, часто встречается магнетит, а из нерудных минералов - белый барит и значительно реже кальцит, доломит и анкерит. В рудах месторождения Фаро отмечается частое присутствие пирротина. Залежи массивных сульфидных руд обычно окружены чехлом вкрапленных руд, которые имеют наибольшую мощность со стороны висячего бока. Общей для месторождений является вертикальная зональность залежей, выражающаяся в том, что в верхних частях рудных тел фиксируется обильная баритовая минерализация, сменяющаяся сульфидной, а нижние части рудных тел представлены пиритизированными гидротермальными кварцитами. Такой характер зональности позволяет реконструировать первичное положение рудных залежей и более достоверно разбираться в характере деформаций сложносмятых рудных тел.

На месторождении Фаро рудные залежи прорваны кварцевыми диоритами, являющимися крупными апофизами мезозойских плутонов, образующих цепочку интрузий, вытянутых в северо-восточном направлении параллельно тектоническому шву Тинтина. В рудах в контакте с дайками устанавливается повышенное содержание магнетита.

По-видимому, на месторождениях Грум и Вангорда рудные тела дополнительно смяты при внедрении батолита Энвил и образуют сложносгофрированные, как бы сдвоенные рудные залежи, когда в ряде случаев в ядрах (апикальных частях) складок возникают крупные залежи, образованные сближенными крыльями опрокинутых узких антиклинальных складок стратиформных рудных тел.

Рудный район Энвил, его месторождения во многом напоминают месторождения Рудного Алтая. В настоящее время он интенсивно осваивается: по данным канадских геологов, район по запасам занимает четвертое место в мире после Брокен Хилла, Макартур Ривер (Австралия) и Сулливана.

Другое стратиформное месторождение (рудный район) в кембрийских известняках - Кетза ривер, также расположено в провинции Юкон примерно в 100 км южнее района Энвил. Это месторождение представлено крупной стратиформной залежью окисленных сульфидных руд, залегающей в верхней части разреза нижнекембрийских известняков. Рудное тело прослеживается по простиранию более чем на 600 м, при ширине 100 м и средней мощности в 25 м. Юго-западная часть залежи сложена в основном окисленными рудами. Интересно, что последние имеют полосчатую текстуру первичных сульфидных руд, которые сохранились в центре залежи как бы "в рубашке" окисленных образований. Канадские геологи считают, что окисление руд происходило дважды: в мелу и в третично-четвертичное время. В последний период, когда залежь была уже смята, по окисленным в мелу рудам развилась "железная шляпа", обогащенная золотом. Среднее содержание золота в железной шляпе 12 г/т, а отдельные ее крупные блоки содержат золота до 30 г/т.

Первичные руды сложены в основном пирротином, арсенопиритом (10 %), пиритом (5 %) и халькопиритом (2 %). Галенит и сфалерит редки. Самородное золото и значительно реже электрум ассоциируют с халькопиритом и самородным висмутом; зерна золота имеют размеры не более 25 мкм.

В этом рудном районе в отложениях верхнего кембрия, ордовика, силура и девона известны кварцевые жилы с серебром и полиметаллами, что позволило некоторым исследователям предполагать связь стратиформных залежей в кембрийских известняках с меловыми гранитами и рассматривать их как метасоматические гидротермальные образования.

Особую крупную группу стратиформных свинцово-цинковых месторождений представляют открытые в последние годы на востоке центральной части провинции Юкон, в горах Маккензи, галенит-сфалерит-баритовые месторождения в карбонатных толщах девона, которые в совокупности образуют новый крупный рудный район. В региональном плане он расположен на границе платформенных структур Маккензи со складчатыми структурами внутриплатформенного (?) прогиба, сложенного карбонатными и кластическими породами, имеющими возраст от протерозоя до триаса включительно. В известняках и осадочных брекчиях среднего и верхнего девона локализуются крупные стратиформные залежи свинцово-цинковых, цинковых и баритовых руд. Характерна отчетливая приуроченность стратиформных тел к зонам разломов и брекчированных пород. Для руд типичны тонкополосчатые ритмичные текстуры с чередованием маломощных слойков сфалерита и барита, реже моногаленитовых прослоев; руды отличаются очень высокими содержаниями металлов: Pb и Zn в сумме составляют 15-20 % и Ag

80-150 г/т. Осадочно-гидротермальный генезис месторождений доказывается канадскими исследователями достаточно уверенно.

Нельзя не отметить, что севернее рассматриваемого района на территории Аляски в таких же структурных условиях недавно открыто крупное полиметаллическое месторождение Ред Дог, с общими запасами свинца и цинка 22 млн.т (при содержании в рудах 17 % Zn и 5 % Pb).Таким образом, на северо-западном обрамлении Канадского щита отчетливо намечается выделение новой, очень крупной полиметаллической рудной провинции со стратиформными осадочно-гидротермальными месторождениями в отложениях девона.

Другим новым крупным полиметаллическим рудным районом, который "оформляется" на западе Канады, в Скалистых горах, является рудоносная площадь, примыкающая к стратиформному типично колчеданному медно-кобальт-золото-серебро-цинковому месторождению массивных сульфидных руд Винди Кригг, расположенному в 200 км юго-западнее г.Уайтхорс на Юконе. Это, пока единственное здесь, месторождение представлено крупной рудной залежью колчеданных руд среди триасовых осадочно-вулканогенных пород. Ее размеры 1600 м в длину, 200 м в ширину; на глубину она прослежена более чем на 600 м. По данным бурения и геофизических работ установлены еще полностью не разведанные новые рудные тела. Характерно, что массивные руды сопровождаются зонами прожилковых руд штокверкового типа, которые фиксируются в лежачем боку залежей; мощность таких зон иногда достигают 200 м.

Таким образом, на западе Канаде отчетливо устанавливается полихронная рудная провинция с крупными полиметаллическими рудными районами, образованными разновозрастными и разнотипными стратиформными месторождениями.

Другим примером полихронных рудных провинций может служить юго-западный Китай, где в последние годы выявлены многочисленные районы с осадочно-гидротермальными месторождениями золота в углисто-кремнисто-глинистых породах различного возраста. В таких месторождениях золото часто ассоциирует с ураном, сурьмой, вольфрамом, ртутью и мышьяком. Примечательно, что месторождения локализуются в рифтогенных зонах начиная с протерозоя и встречаются как в отложениях протерозоя, так и в образованиях синия, кембрия, ордовика, девона, перми и триаса. Эти месторождения - типичный пример полихронного проявления оруденения в пределах крупной рудной провинции.

Полихронными являются и крупные рудные районы золотой провинции Витватерсранд (ЮАР). Здесь полихронность оруденения проявляется двояко. Во-первых, она выражается в присутствии в месторождениях каждого рудного района нескольких разновозрастных горизонтов золотоносных конгломератов (рифов), которые являются средой для образования осадочно-гидротермальных золото-колчеданных (пиритовых) руд, а во-вторых, в длительном, полихронном процессе образования самих руд, начиная от ранних стадий просачивания рудоносных гидротерм, замещения галек конгломератов пиритом до поздних стадий метаморфизма и регенерации золотоносных конгломератов с образованием секущих золото-кварцевых жил и прожилков [9]. Полихронность в первом случае - это "спрессованный" вариант проявления золотого оруденения в "узком" интервале времени, который теоретически мог бы быть при других тектонических условиях растянутым на несколько периодов с образованием крупных разновозрастных эндогенных месторождений, возможно, разных типов.

В Забайкальской рудной провинции полихронность оруденения проявляется в формировании в разных рудных районах сходных герцинских и мезозойских оловянных и оловянно-вольфрамовых месторождений. Однако только самые поздние по возрасту (верхнеюрские) сульфидно-касситеритовые (Хапчерангинский рудный район) и сульфидно-вольфрамовые (Джидинский и Букука-Белухинский рудные районы) месторождения являются наиболее значительными по масштабам.

Известно, что в Забайкалье, Приморье и на Северо-Востоке страны широко развиты оловянно-вольфрамовые месторождения кварцевого типа, очевидно, имеющие "коровое происхождение" и, что на их фоне проявляются крупные рудные районы с месторождениями сульфидно-касситеритового и сульфидно-вольфрамового типов, для которых предполагается связь с подкоровыми частями тектоносферы [7]. Такое сочетание в одних рудных провинциях коровых и мантийных месторождений олова и вольфрама, характеризующихся резко различными масштабами оруденения, свидетельствует о полихронном характере проявления месторождений и определенной геохимической специализации рудоносных территорий. Однако остается еще без ответа вопрос о характере генетических взаимосвязей этих двух групп месторождений, истинных причинах столь различных масштабов их оруденения. Нет достаточных данных о регенерации "коровых" месторождений или об "унаследованном" характере проявления оруденения и возникновении месторождений "одно из другого".

Полихронное проявление рудных месторождений и районов, скорее, можно объяснить процессами сложной эволюции различных зон тектоносферы, сочетанием процессов, происходящих в земной коре и мантии, их взаимной обусловленностью и одновременным проявлением в структурах земной коры [8]. При этом важное значение при анализе причин формирования крупных рудных районов приобретает анализ строения тектоносферы и выявление ее неоднородностей, влияющих на локализацию месторождений и прежде всего подкоровых неоднородностей, с присутствием которых коррелируется проявление крупных эндогенных рудных концентраций в земной коре. В настоящее время нет оснований говорить о том, что полихронность проявления крупных рудных районов в пределах металлогенических провинций является результатом неоднократного омоложения (реювенации) древней коры с последовательной мобилизацией одних и тех же рудных элементов от первичных концентраций в архейских породах до кайнозойских (и современных - океан?) рудных образований [3].

Крупные рудные районы и месторождения - природные объекты наиболее высокого уровня организации

Рудные районы и развитые в их границах крупные месторождения являются наиболее высокоорганизованными геологическими и минеральными объектами неживой природы, наиболее сложнопостроенными рудными образованиями земной коры. Это прежде всего относится к рудным районам с эндогенными месторождениями. Именно для таких рудных районов характерен "набор" признаков, свидетельствующих в совокупности о их крайне сложной, по сравнению с другими территориями, организации. Сюда относится в первую очередь сложность геологического строения района, которая обусловлена прежде всего следующими группами факторов:

1) проявлением различных по составу магматических пород (от ультраосновных до щелочных и кислых), часто с широким развитием мощных дайковых серий, для которых предполагается их мантийная природа; развитие высокодифференцированного контрастного магматизма нередко в эффузивных фациях в сочетании с процессами чередующегося осадконакопления;

2) сложностью и разнообразием тектонических, в том числе рудоносных, структур, обычно придающих району блоковое строение;

3) сочетанием складчатых и разрывных дислокаций сдвигового характера при пульсационном, унаследованном развитии долгоживущих рудовмещающих структур;

4) наличием в рудных районах с двухъярусным строением структурно-стратиграфических несогласий на границах разных химико-физических сред и раздробленностью жесткого субстрата (нижнего яруса);

5) развитием неоднородностей в составе тектоносферы районов, в особенности мантийных диапиров и валов, зон разуплотнения;

6) признаками очаговых (концентрически-зональных) структур (по И.Н.Томсону [6]);

7) сложным характером проявления рудных процессов: формированием месторождений в несколько стадий минерализации, сложных по вещественному составу; присутствием нестандартных минеральных и геохимических ассоциаций; развитием явлений различной рудной зональности (прямой, обратной, пульсационной и отложения) и их сочетанием в пределах рудных районов, узлов и месторождений; эшелонированным характером оруденения по вертикали с проявлением "многоэтажности" в связи с: а) последовательным проявлением рудоносных интрузий; б) чередованием в разрезе осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных рудоносных комплексов со стратиформным оруденением; в) повторением по разрезу благоприятных для локализации оруденения комплексов осадочных и вулканогенных пород в сочетании с развитием соответствующих рудолокализующих структур (зон повышенной трещиноватости, дробления, структурных несогласий).

Такие рудные районы могут быть эталонными по своим характерным признакам, а развитые в них месторождения, как правило, являются типичными представителями тех или иных рудных формаций. Например, вольфрамовые месторождения Джидинского рудного района в Западном Забайкалье представлены типичными месторождениями сульфидно-вольфрамовой рудной формации, месторождения оловорудного Комсомольского района на Дальнем Востоке являются представителями касситерит-турмалин-сульфидной формации, а серебряные месторождения Дукатского рудного района на Северо-Востоке страны - типичные образования эпитермальной золото-серебряной формации. Этим рудным районам свойственны многие из перечисленных выше признаков: все они характеризуются сложностью геологического строения и проявления рудных процессов, свидетельствующими об их "высокой организации", или, по Д.В.Рундквисту, "наиболее "высокоразвитыми" , наиболее "продвинутыми" в эволюционном развитии образованиями органической природы" [3, с.595].

Связь крупных рудных районов со структурами земной коры и мантии

Выше отмечалось, что рудные районы являются очень контрастными неоднородностями земной коры. Оказалось, что это не только неоднородности, обусловленные повышенной концентрацией тех или иных минералов и руд и повышенным геохимическим фоном, специализированные на определенные элементы магматических, осадочных и метаморфических пород. С рудными районами тесно связаны различные неоднородности, фиксируемые в разрезе их тектоносферы. Последнее обстоятельство имеет очень важное значение, так как отчетливо намечается связь крупных рудных районов, имеющих эндогенные месторождения, с неоднородностями в мантии и рельефом поверхности Мохо. Это особенно характерно для рудных районов с выделяемыми нами мантийными месторождениями [8], под которыми понимают такие эндогенные рудные образования, источники минерального вещества которых находятся в глубинных подкоровых зонах тектоносферы и, очевидно, связаны с существованием рудных неоднородностей в мантии. Такие месторождения обычно возникают в условиях платформенного типа тектономагматической активизации и рифтового режимов и характеризуются рядом специфических диагностических признаков. Именно рудные районы с такими месторождениями и являются крупными и уникально крупными объектами.

В настоящее время наиболее отчетливо фиксируется, что оловянные и вольфрамовые месторождения мантийного класса локализуются над гребнями или валообразными поднятиями мантии (Джидинский рудный район - вольфрам; Комсомольский и Кавалеровский рудные районы - олово).Такую же позицию занимают некоторые крупные рудные районы с молибденовой и медно-молибденовой минерализацией (Сорский рудный район). К крупному поднятию мантии приурочен известный комплексный Кураминский район в Средней Азии (И.Х.Хамрабаев, Т.М.Воронич и др., 1987).

Над диапирами мантии локализуются на Сибирской платформе поля алмазоносных кимберлитов. К склонам поднятий мантии и ее прогибам в некоторых рудных провинциях (Казахстан, западные штаты США) тяготеют рудные районы с месторождениями меди, свинца и цинка.

Особое положение занимают рудные районы с эпитермальными флюоритовыми, золотыми, серебряными, баритовыми, ртутными, сурьмяными и марганцевыми месторождениями, связанными с рифтовыми зонами и размещающиеся на их "плечах". Для таких рудных районов характерна "высокоприподнятая мантия" в основании грабенов.

Эти данные в совокупности свидетельствуют о том, что мантия и ее структуры имеют важное значение для локализации рудных районов, особенно с крупными эндогенными месторождениями. Связь коровых месторождений с процессами, происходящими в мантии, изучена недостаточно, хотя несомненно, что энергопотоки мантийного происхождения оказывают существенное влияние на перераспределение и концентрацию рудного вещества в земной коре. Интересные данные Н.Г.Булина и М.Г.Харламова (1995) свидетельствуют о том,

что глубинными неоднородностями хорошо контролируются даже гидрогенные урановые месторождения.

Иными словами, в настоящее время более чем очевидно, что рудные районы характеризуются определенными параметрами строения тектоносферы, ее глубинными неоднородностями и прежде всего особенностями строения мантии [5, 6, 10]. Намечается достаточно четкая связь крупных и уникально крупных рудных районов с глубинными подкоровыми зонами тектоносферы. По нашему мнению, изучение таких взаимосвязей приблизит познание причин образования крупных эндогенных месторождений и откроет новые пути для прогноза их размещения в структурах земной коры.

Выводы

Изучение рудных районов - большая, еще недостаточно исследованная проблема рудной геологии и металлогении. Она приобретает особое значение в связи с первоочередной необходимостью выявления надежных критериев прогноза размещения крупных и уникально крупных рудных объектов, а также расширения сырьевой базы уже действующих горно-рудных предприятий. Две эти в значительной мере взаимосвязанные задачи не должны рассматриваться обособленно, в ближайшее время необходимо найти организационные формы их наиболее эффективного решения, сочетая интересы государственной геологической службы и акционированных, приватизированных горно-рудных и металлургических комбинатов. Научные основы для проведения таких работ в значительной мере уже созданы многочисленными исследованиями российских геологов в области установления закономерностей размещения месторождений в пределах региональных и локальных рудоносных площадей. Поставленные в статье вопросы следует рассматривать только как предварительный "набросок" к анализу актуальной в наши дни проблемы рудных районов, прикладное значение которой еще в полной мере не оценено предприятиями горно-рудной и металлургической промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.*Кривцов А.И.* Прикладная металлогения. М.: Недра, 1989. 288 с.

2. *Плющев Е.В.* Крупномасштабный комплексный прогнозно-металлогенический анализ - направление исследований // Сов. геология. 1992. № 2. С.50-56.

3. *Рундквист Д.В., Рундквист И.К.* Металлогения на рубеже столетия // Вестник РАН. 1994. Т.64. № 7. С.588-605.

4. *Смирнов С.С.* К оценке оловорудных районов // Сов. геология. 1941. № 3. С.3-16.

5. *Томсон И.Н.* Металлогения рудных районов. М.: Недра, 1988. 215 с.

6. *Чекунов А.В., Соллогуб В.Б., Галецкий Л.С.* Тектоносфера Украины и поиск глубинных критериев прогноза месторождений // Геол. журнал. 1987. Т.47. № 6. С.11-24.

7. *Щеглов А.Д.* Основы металлогенического анализа. М.: Недра, 1980. 431 с.

8. *Щеглов А.Д.* Основные проблемы современной металлогении. Л.: Недра, 1987. 231 с.

9. *Щеглов А.Д.* О металлогении ЮАР, генезисе золоторудных месторождений Витватерсранда и проблема открытия их аналогов в России / Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т. СПб, 1994. 44 с.

10. *Kutina J.* Criteria indicating a block structure of the upper mantle and its role in metallogeny. Seventh Quadrennial // IAGOD Symposium. 1988. Schweizerbart. Stuttgart. P.111-120.

11. *Laznicka P.* Giant ore deposits. A quanitative approach // Bull. Global Tectonics and Metallogeny. V. 2. 1983. № 1. P.41-64.

12. *Laznicka P.* Empirial metallogeny. Depositional Enviromets, Lithologic Associations and Metallic ores. V. 1. Phanerozoic enviromants, associations and deposits. Resevier Amsterdam - Oxford - New-York - Tokyo. 1985. Part A, 1002 p.; part B, 755 p.