

ГЕОДИНАМИКА И МИНЕРАГЕНИЯ КАЗАХСТАНА

Э.С. Воцалевский, Н.М. Жуков, Л.А. Мирошниченко

Казахстан во всем мире воспринимается как государство с крупным минерально-сырьевым комплексом и большими перспективами развития минерально-сырьевой базы. Занимая передовые позиции по многим видам минерального сырья, Казахстан представлял и представляет в настоящее время интерес практически для всего мирового сообщества. Крупный потенциал минерально-сырьевого комплекса имеет фундаментальное значение для промышленности Республики. В результате интенсивной и все нарастающей добычи с применением высоких технологий, по ряду полезных ископаемых намечается сырьевой дефицит. По заключению профилирующих в области минерально-сырьевых ресурсов организаций Казахстана – если эта тенденция будет продолжаться, к 2030 г. промышленно-активные запасы по отдельным видам полезных ископаемых (медь, свинец, цинк, алюминий, золото и др.) будут отработаны. Большое внимание к истощению запасов полезных ископаемых и перспективам их восполнения в рамках всего мира уделялось на всех международных геологических конгрессах (Бразильский 2000г., Итальянский 2004 г., Норвежский 2008 г.), крупных совещаниях и конференциях на государственных уровнях. Один из главных результатов работы, определяющих масштабы потребления минерального сырья, был сделан вывод – «через 50 лет человечество будет употреблять в 5 раз больше металлов по сравнению с потребностями настоящего времени». В связи с этим важным условием выхода из создавшегося напряженного состояния и обеспечения сырьевой безопасности государства является, как и во многих странах мира, повышение эффективности поисково-разведочных работ на базе минерагенических исследований с новыми технологиями анализа фактического материала и перспективными оценками развития минерально-сырьевой базы Казахстана.

Основная цель минерагенических исследований, выполненных лабораториями Региональной металлогении, Нефти и газа Института геологических наук им. К.И. Сатпаева и Комитетом гео-

логии и недропользования Министерства энергетики и минеральных ресурсов Казахстана – на базе анализа казахстанского фактического материала, с учетом мировых достижений в области геодинамики, формирования и размещения полезных ископаемых, произвести минерагеническое районирование территории Казахстана по геодинамике ее развития, определить геодинамические обстановки формирования промышленного оруденения, наметить минерагенические зоны, заслуживающие переоценки и перспективные на выявление новых промышленных полезных ископаемых. Все эти направления минерагенических исследований решались при составлении Минерагенической карты Казахстана м-ба 1:1000000. При составлении «Минерагенической карты Казахстана» анализом охвачены месторождения и проявления твердых металлических полезных ископаемых и углеводородного сырья в основном до платформенного этапа геологического развития территории Казахстана: черных, цветных, благородных металлов, неметаллического и топливно-энергетического (уран, уголь, горючие сланцы, нефть и газ) сырья.

Систематика месторождений и проявлений твердых полезных ископаемых производилась по методике, разработанной (1983 г.) и усовершенствованной авторами (2002 г.) в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева. Основу методики составляет принцип адекватности геологической и рудной формаций, в совокупности составляющих минерагеническую формацию, охватывающую все разнообразие минеральных типов, связанных с различными условиями образования.

Согласно этому принципу для минерагенического анализа и прогноза принят минерагенический комплекс, представляющий конкретное, призыванное к геологическому времени и имеющее собственное наименование проявление минерагенической формации.

Минерагеническому комплексу соответствуют «минерагенические тела», структурно-вещественные особенности и пространственно-временное соотношение которых отражают главную

суть Минерагенической карты. Каждой геодинамической обстановке в минерагенической зоне отвечают свои минерагенические комплексы со своим набором полезных ископаемых. В этом заключается основное отличие и преимущество принятой нами методики, по сравнению с практикуемым выделением минерагенических зон по всему комплексу разновозрастных, образовавшихся в различных геодинамических обстановках месторождений полезных ископаемых и, как следствие, не воспроизведенного в других минерагенических зонах. Благодаря конкретности минерагенические комплексы высоко информативны – имеют большое прикладное значение особенно при прогнозировании недостающих звеньев в составе минерагенического комплекса.

Минерагеническая карта Казахстана м-ба 1:1000000 на 10 листах, издана в 2007г. на казахском, русском и английском языках, объяснительная записка на 21,5 п.л. (Гл.ред. Ужленов Б.С., отв. исп. Воцалевский Э.С., Жуков Н.М., Мирошниченко Л.А.). Как по методическим приемам составления так и по содержанию «Минерагеническая карта Казахстана» не имеет аналогов.

С учетом мировых достижений в области формирования и размещении полезных ископаемых, геодинамического анализа и утверждения доминирующих минерагенических прогнозных построений мобилистского профиля, результаты минерагенического анализа при составлении Минерагенической карты м-ба 1:1000000 и Объяснительной записи систематизированы по видам полезных ископаемых – твердые полезные ископаемые; нефть и газ.

ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ – в 12 геодинамических обстановках выделено 83 минерагенических комплекса, которым даны достаточно полные характеристики с перспективными оценками и переоценками как установленных, так и не достающих в минерагеническом ряду комплекса полезных ископаемых, составляющих прогнозную часть. В генетических представлениях на образование месторождений твердых полезных ископаемых большое значение придается коровным источникам рудных компонентов.

Образования геодинамической обстановки **океанического дна** представлены базальтовым и осадочным слоями океанической коры. С базальтовым слоем (океаническими рифтами) свя-

заны мелкие медно-колчеданные проявления кипрского типа Мугоджарского нижне-среднедевонского, Сакмарского среднеордовикского и Тесиктасского кембрий-среднеордовикского минерагенических комплексов (МК). С осадочным слоем океанического дна связаны проявления и мелкие месторождения железных, железо-марганцевых и марганцевых руд Карамолинского верхний девон-нижнекарбонового, Шуулдакского среднедевонского, Косистекского силурийского, Косагалинского кембрий-среднеордовикского и Карсакпайского протерозойского МК. Характерна повышенная сереброносность Косагалинского и золотоносность Карамолинского и Карсакпайского МК.

Островодужные палеосистемы подразделены на энсиматические (на океанической коре) и энсиалические (на континентальной коре). Профилирующее оруденение энсиматических островных дуг – медь, цинк, золото. С ними связаны колчеданные медно-цинковые (Приорско-Жиландинский среднедевонский МК) и медно-цинково-золотые (Майкайнский ордовикский МК), порфировые золото-молибденово-медные (Жарма-Манракский девон-раннепермский МК), платиноидно-золото-молибденово-медные (Бозшакольский среднеордовикский МК) и золото-médные (Федоровский средне-позднедевонский и Денисовский ордовик-силурийский МК), стратиформные свинцово-цинковые с золотом и медные (Улытауский рифейский МК) месторождения. К энсиалическим островным дугам приурочены крупные и крупнейшие месторождения магнетитовых руд, золотые, золото-медные и колчеданные полиметаллические месторождения. Здесь выделены Бенкалинский молибденово-медный среднекарбоновый, Валерьяновский цинково-марганцево-железорудный раннекарбоновый, Секисовский медно-свинцово-цинково-золотой поздний девон-раннекарбоновый, Рудноалтайский золото-медно-свинцово-цинковый средне-позднедевонский, Холзунский свинцово-марганцево-железорудный ранне-среднедевонский и Степняк-Кендыктасский железо-медно-золоторудный средне-позднеордовикский МК.

Многочисленны МК позднепалеозойского и девонского окраинно-континентальных вулкано-плутонических поясов (ОКВПП), в каждом из которых выделены фронтальная, центральная и тыловая области, а также область

задуговых прогибов (внутриконтинентальных бассейнов осадконакопления). С фронтальными областями связаны молибдено-медно-порфировые месторождения: крупные и очень крупные месторождения Конырат-Актогайского молибденово-медного МК в позднепалеозойском и месторождения Спасского золото-медного МК в девонском ОКВПП. В центральных областях также распространены медно- и молибден-порфировые месторождения с сопутствующими эпимеральными золото-серебряными и золотыми месторождениями (Балхашский молибден-золото-серебряно-золотой МК позднепалеозойского и Самарский золото-молибденово-медный МК девонского ОКВПП). Характерны крупные флюоритовые месторождения (Таскайнарский МК в позднепалеозойском и Куланкетпесский МК в девонском ОКВПП. В центральной области девонского ОКВПП развита урановая минерализация (Ботабурумский молибденово-уранный МК), не проявленная в позднепалеозойском ОКВПП. Для тыловых областей характерна редкометалльная минерализация – это Акшатайский молибденово-вольфрамовый МК в позднепалеозойском и Богуты-Сарымбетский ниобий-олово-вольфрамовый МК в девонском ОКВПП. К тыловой области девонского ОКВПП приурочено золотое оруденение Акбокайского МК, крупные молибденово-уранные месторождения Кокшетауского и нефелиновые сиениты Кубасырского МК. Высока вероятность выявления золотого оруденения в тыловой области верхнепалеозойского ОКВПП.

В целом в наборе полезных ископаемых и их распределении по областям обоих ОКВПП наблюдается полная аналогия. Существенное различие между ними заключается в широком развитии молибденово-урановой (с рением, редкими землями, фосфором) минерализации в центральной и тыловой областях девонского ОКВПП, не проявленной в верхнепалеозойском ОКВПП. Такое различие, по мнению авторов, объясняется процессами регенерации и переотложения урана и молибдена (а также рения, редких земель, фосфора) из специализированных на эти элементы венд-кембрийских отложений в различные этапы активизации девонского магматизма.

Минерагеническая зональность казахстанских окраинно-континентальных вулканоплатонического поясов аналогична зональности Андий-

ского вулканоплатонического пояса, с которым связаны крупнейшие месторождения порфировой меди и крупные скопления золота. Эта аналогия дает основание считать слабо изученные казахстанские окраинно-континентальные вулканоплатонические пояса в числе наиболее перспективных на выявление порфировых систем с крупными месторождениями меди и золота.

Значительно различается минерагения девонских и позднепалеозойских **внутриконтинентальных бассейнов осадконакопления**, приуроченных к задуговым прогибам ОКВПП. К позднепалеозойским бассейнам приурочены уникальные и крупные месторождения медистых песчаников, в перспективе медистых сланцев Жезказганского и каменных углей Карагандинского МК. Минерагения девонских задуговых прогибов ограничена проявлениями медистых песчаников Вишневского МК и мелкими месторождениями марганца Жездинского МК. Такое различие обусловлено существованием в раннем карбоне морского режима, сменившегося в среднем карбоне

континентальным, в то время как девонские задуговые прогибы выполнены только континентальными красноцветными осадками.

К ультрамафитам **аккреционной призмы** приурочен Кемпирсайский среднеордовикский МК крупных и очень крупных месторождений хромитов.

С кембрийскими **пассивными континентальными окраинами** Карагату связана крупнейшие месторождения редкоземельно-фосфорных руд Шолактауского и ураново-молибденового – ванадиевых руд Курумсакского МК.

Континетальные рифты выделяются крупными стратиформными месторождениями свинца, цинка, железа, марганца и барита верхнедевон-нижнекарбонового Атасуйского и средне-верхнеордовикского Кызылэспе-Текелийского МК.

По результатам анализа верхнепалеозойских отложений Ирису-Бадамского района в Южном Казахстане к Атасуйскому комплексу отнесены многочисленные железные (Ирису, Коинды, Бадамская группа) и свинцово-цинковые (Жетымсай, Теректы, Киикбайсай) месторождения и проявления марганцевой и баритовой минерализаций, закономерно приуроченные к верхнедевон-нижнекарбоновым кремнисто-теригенно-карбонат-

ным отложениям. Ирису-Бадамский район – один из первоочередных для переоценки и выявления промышленных контактово-метаморфогенных месторождений, образованных на базе первично-стратифицированных рудно-носных отложений Атасуйского типа.

К континентальным рифтам отнесена крупная зона медистых песчаников и сланцев триасового Мангыстауского комплекса (Манышлак), поисково-разведочные работы, на которой произведены в ограниченных объемах. Зона промышленных месторождений меди Жезказганского типа *первоочередная* для выявления.

При перспективных оценках минерагенических комплексов со стратиформным оруденением *формирование относительно богатых руд связывается с контактовым – и тектонометаморфизмом регенерацией и переотложением первично стратифицированных скоплений свинца, цинка, бария (Жайрем, Карагайлы, Кокзабай, Текели, Теректы), железа (Кенъюбе, Бапы, Каратас, Ирису), меди (Долнапинское).*

В океанических палеорифтах (на базальтовом слое океанической коры), с которыми в мире связаны колчеданные месторождения кипрского типа, в Казахстане известны только мелкие проявления колчеданных руд. Но в океанических рифтах красноморского типа, расположенных между сближенными континентальными блоками, минерагения приближается к минерагению континентальных рифтов. Именно к таким рифтам относится Сарытумская зона, с которой связан Сарытумский железо-марганцево-баритово-свинцово-цинковый ордовикский МК.

К горячим точкам отнесен Семейтауский редкоземельный комплекс, приуроченный к раннетриасовым вулканитам и субвулканическим интрузиям Семейтауского массива, в пределах которого известен ряд мелких редкоземельных проявлений. По аналогии с другими регионами возможно выявление промышленного редкоземельного оруденения на более глубоких уровнях этого массива.

В зонах коллизии выделяются блоки симатические и сиалические, сформировавшиеся соответственно на океанической и континентальной коре, а также сутурные швы, трассируемые линейными зонами ультрамафитовых прорезий. С симатическими блоками связано медно-никелевое, титано-железное и золотое оруденение.

Это Камкорский медно-никелевый пермский, Бакырчик-Сузdalский карбон-permский и Аккаргинский девон-карбоновый золоторудные, Велиховский силурийский и Тымлайский кембрийские титано-железорудные МК. Для сиалических блоков *характерно редкometально-редкоземельное оруденение*. Выделены Калбинский танталово-вольфрамово-оловянный пермский и Восточно-Мугоджарский вольфрамово-молибденово-редкоземельный девон-карбоновый МК. К ультрамафитам сутур приурочены Троицкий хромит-хризотил-асбестовый девон-карбоновый, Итмурундинский жадеитовый ордовикский, Жалаир-Найманский платиново-хризотил-асбестовый кембрийский и Бугетсайский антофиллит-асбестовый рифейский МК.

С архей-нижнепротерозойскими срединными массивами связаны алмазы Кумдыкольского МК. Крупные запасы технических алмазов установлены в Кокшетауском массиве. Не исключается выявление промышленных месторождений алмазов в других срединных массивах.

К межгорным впадинам приурочены месторождения углей и горючих сланцев: Майтюбинский буроугольный юрский, Кендерлыкский горючесланцевый пермо-триасовый и Экибастузский каменноугольный карбоновый МК. Для каменных углей межгорных впадин в отличие от углей задувовых бассейнов характерна высокая зольность.

Платформенный мезозой-кайнозойский чехол вмещает значительные запасы разнообразных твердых полезных ископаемых, сопоставимые, а по некоторым видам минерального сырья (уран, титан, алюминий, уголь) значительно превышающие домезозойские. Они приурочены к морским, прибрежно-морским и континентальным отложениям.

В морских условиях образовались месторождения желваковых фосфоритов (Мангистау-Актобинский меловой и Сырдарынский палеогеновый фосфорные МК), урана (Мангистауский скандий-редкоземельно-фосфорно-урановый олигоценовый МК), и марганца (Манышлакский марганцевый олигоценовый МК).

Более разнообразны полезные ископаемые *прибрежно-морских* отложений. Здесь расположены основные запасы титан-циркониевого сырья (Шолак-Обуховский эоцен-олигоценовый и Северо-Приаральский олигоцен-миоценовый

МК), значительные запасы оолитовых железных руд (Айтский меловой МК), горючих сланцев (Западно-Чеганский юрский МК), барита и целестина (Аурташский триас-плиоценовый МК). В перспективе выявление промышленных месторождений медистых песчаников (Долнапинский триасовый МК). В эоценовых прибрежно-морских отложениях образовались гидрогенные урановые месторождения Кызылкольского селен-уранового МК.

Наибольшим разнообразием отличаются *континентальные МК*. С аллювиальными отложениями связан Лисаковский железорудный олигоценовый МК. В *аллювии пойм палеодолин* формировались месторождения урана Тюлюсайского мел-палеогенового, Бозшакольского позднетриасового, Семизбайского мальм-неокомского, Южно-Торгайского олигоцен-миоценового, Северо-Сарысуйского сенон-палеоценового, Приаральского олигоценового и Барсовского позднеплиоцен-четвертичного МК. С *пролювиально-аллювиальными отложениями* миоценена связаны титан-циркониевые россыпи Зайсанского МК. С *озерно-аллювиальными отложениями* связано основное количество известных гидрогенных месторождений урана (Уванас-Кунжуганский раннепалеогеновый и Мынкудук-Харасанский поздний мел-палеоценовый МК) и иттриево-редкоземельного (Шу-Сарысуйский мел-палеогеновый МК) оруденения. К *озерно-болотным* отложениям приурочены буроугольные (Урало-Каспийский и Алакольский юрские, Торгайский поздний триас-среднеюрский, Жиланшикский среднеолигоценовый МК) и буроугольно-молибден-урановые (Илийский юрский МК) месторождения. Бедны полезными ископаемыми *озерные отложения*. В них известны только проявления марганцевой (Безымянный миоценовый МК) и диагенетической урановой (Зайсанско-Прибалхашский миоцен-четвертичный МК) минерализации. В *делювиально-элювиальных отложениях* установлены промышленные месторождения Индерского боро-калийного кайнозойского, Наурзумского алюминиевого (с титаном) мелового, Кундыбайского редкоземельного мезозойского и Уральского кобальт-никелевого позднемелового МК. С *корами выветривания* связана промышленная часть многих золоторудных месторождений. К древним карстам приурочены месторождения бокситов, а также месторож-

дение богатых цинковых руд Шаймерден (Краснооктябрьский меловой и Амангельдинский палеогеновый свинцово-цинково-алюминиевые с золотом МК). Высока вероятность выявления в них других промышленных месторождений цинка, а также свинца и, возможно, золота.

НЕФТЬ И ГАЗ. Геодинамические обстановки играют важную роль в процессах формирования месторождений нефти и газа, но связь между ними не всегда является непосредственной и прямой. Нередко образованные за счет более древних нефтематеринских комплексов скопления углеводородов на последующих стадиях развития переформированы, иногда разрушаются и могут образовывать новые залежи в иных структурно-формационных элементах. Так, в Прикаспийской впадине образованные палеозойскими породами углеводороды сформировали залежи нефти и газа как в подсолевом палеозойском, так и в надсолевом мезозой-кайнозойском структурно-формационных комплексах. При этом данные биомаркеров позволяют говорить о *наличии в подсолевой толще ряда автономных зон генерации углеводородов с различными возрастными интервалами генерации и генерационными характеристиками*. Это в корне меняет существующие представления о механизмах генерации углеводородов и формировании их месторождений.

Для решения задач прогноза нефтегазоносности выделены следующие геодинамические обстановки: пассивные окраины, внутренние континентальные рифтовые системы, коллизионные зоны, срединные массивы, внутренние континентальные бассейны, орогенные (межгорные) впадины. Выделенные обстановки позволяют более углубленно рассматривать закономерности пространственного размещения месторождений углеводородов и осуществлять дифференциацию этих обстановок по величине нефтегазового потенциала.

Потенциально наиболее богатыми являются такие палеоэлементы осадочных бассейнов, как пассивные окраины, центральные зоны или отдельные плечи внутренних континентальных рифтовых систем, коллизионные зоны и перекрывающие их платформенные структуры. С *пассивными окраинами и коллизионными зонами* в Прикаспийской впадине связаны все известные гигантские, крупнейшие и крупные месторожде-

ния (Карачаганак, Кашаган, Тенгиз, Королевское, Кайран, Актоты, Жанажол, Алибекмода, Кенкияк, Урихтау, Каламкас, Каламкас-море и др.). С Южно-Мангышлакской и Южно-Торгайской рифтовыми системами связаны гигантские и крупные месторождения Узень, Жетыбай, Кумколь, Акшабулак и многочисленные средние и мелкие месторождения. Продолжение этих структур в акваторию Каспийского моря представляет первоочередной интерес для поисков новых месторождений.

Высока вероятность открытия средних и мелких месторождений нефти и газа в надсолевых отложениях Прикаспийской впадины, перекрывающих палеозойские пассивные окраины, коллизионные зоны, рифты и срединные массивы. Высока также вероятность открытия мелких месторождений в доюрском комплексе Южного Мангышлака и юрско-меловом комплексе Южного Торгая. Перспективы остальных структурно-формационных элементов других осадочных бассейнов проблематичны.

При анализе минерально-сырьевого потенциала даны перспективы Казахстана на приоритетные и востребованные полезные ископаемые – металлические: медь, свинец, цинк, золото, вольфрам, молибден, олово, редкие земли, хром, железо, титан, никель, марганец, алюминий; топливно-энергетические: уран, нефть, газ.

Выполненный минерагенический анализ, охватывающий широкий круг полезных ископаемых Казахстана, позволяет оценить методические приемы исследований фундаментального и прикладного профиля.

В области фундаментальных исследований перспективно развитие минерагении с позиций

современных геодинамических концепций. Изучение минерагенической специализации геодинамических обстановок является прогрессивным методом в разработке проблем, связанных с перспективными оценками геоблоков на различные виды полезных ископаемых.

При разработке проблем, связанных с формированием и закономерностями размещения твердых полезных ископаемых, типизацией рудоносных геоблоков и прогнозе наиболее информативны минерагенические комплексы. Эта единица минерагенического картирования, как показали исследования, открывает широкие перспективы в оценках промышленной продуктивности структурно-минерагенических зон различных геодинамических обстановок.

Прикладное значение результатов исследований заключается в минерагеническом районировании территории Казахстана с выделением структурно-минерагенических зон и минерагенических комплексов, специализированных на определенные виды полезных ископаемых. Такое минерагеническое районирование на геодинамической основе позволяет обоснованно планировать поисковые работы и открывает широкие перспективы для прогнозных оценок на различные виды минерального сырья. Учитывая практический исчерпанный фонд открытия промышленных месторождений твердых полезных ископаемых с поверхности главное и определяющее звено в реализации прогнозных построений и перспективных оценок – разработка методик поисков скрытых (слепых) рудных залежей. Без этих методических разработок стабильность и увеличение минерально-сырьевой базы Казахстана практически не реальны.