

УДК 553.43ү48(574)

*Б. М. РАКИШЕВ<sup>1</sup>, Ф. Г. ГУБАЙДУЛИН<sup>2</sup>, Т. М. ЛАУМУЛИН<sup>3</sup>,  
А. Б. ДАРБАДАЕВ<sup>4</sup>, Л. М. ФИЛИНСКИЙ<sup>5</sup>, А. Н. ЭСМИНЦЕВ<sup>6</sup>,  
К. Т. ОТАРБАЕВ<sup>7</sup>, Т. Л. КОРЕЦКАЯ<sup>8</sup>, З. М. ЛИПОВА<sup>9</sup>, Р. КОНШИБАЕВА<sup>10</sup>*

## СОЗДАТЬ СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ЛИТО-, ХАЛЬКО-, СИДЕРОФИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОСНОВНЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАЗАХСТА- НА

Осы мақалада қазақстанда қызыл түсті және сирек кездесетін металдардың үш жылдық қортындысы көрсетілген. Мыс және редкометалды кенорнының геологиялық-генетикалық комплексінің өндірісте қолданану моделі жасалды және оларды жеке қарастыру туралы көрсеткіштер көрсетілген.

Отражены результаты трехлетних исследований по цветным и редким металлам Казахстана. Приводятся данные по условиям их образования, размещения, составлены комплексные геолого-генетические модели основных промышленных типов медных и редкометалльных месторождений.

The results of three-year investigations of non-ferrous and rare metals in Kazakhstan are presented. There is evidence for conditions of their formation and location. Complex geological-genetic models of the basic industrial types of copper and rare metal deposits were worked out.

Материалы представляют результаты трехлетних (2003–2005 гг.) исследований по комплексу металлов – цветные и редкие, конечным результатом которых является построение геолого-генетических моделей основных промышленных месторождений Казахстана. Данные по черным металлам публикуются отдельно.

**Цветные металлы.** В данном разделе отчета, одним из авторов которого является М. К. Сатпаева, подводятся итоги многолетних исследований, посвященных изучению крупнейших медных месторождений Казахстана и Средней Азии, большинство из которых известно под названием месторождения «типа медистых песчаников». Первым и главным объектом исследований было месторождение-гигант Жезказган, обнаружившее признаки инъекционного генезиса: по представлениям М. К. Сатпаевой, богатые стратиформные залежи Жезказгана – рудные силлы, возникшие в результате послонного внедрения высококонцентрированного рудоносного флюида типа сульфидного расплава в толщ слабодислоцированных осадочных пород [7–

9]. Высказаны предположения о мантийном источнике рудного вещества; о решающей роли системы глубинных разломов – линеаментов как путей поступления рудоносных флюидов к поверхностным слоям земной коры; о возможности присутствия не известных до настоящего времени месторождений меди на участках, контролируемых меридиональным линеаментом «Хребет Чагос – Карское море» [11, 12], вдоль которого располагаются крупнейшие месторождения меди – Жезказган, Жаман-Айбат, Алмалык, Айнак. Основные результаты работы опубликованы в последнем номере журнала «Известия НАН РК. Сер. геол.» 2005. №6 [10].

В объеме задачи «Создать современные геолого-генетические прогностические модели конкурентоспособных лито-, халько-, сидерофильных месторождений основных металлогенических комплексов Казахстана» построена модель рудообразования медистых песчаников жезказганского типа (автор раздела А. Н. Эсминцев). Рудовмещающей средой являются сероцветные грубозернистые песчаники гумидного происхождения. Они отлагались в длительно не пересы-

<sup>1-10</sup> Казахстан. 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69<sup>а</sup>, Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева.

хающих континентальных водоемах речного и озерного типа. В илах водоемов существовало бактериально-органическое вещество, усваивающее серу для своего жизненного цикла. В ходе диагенеза органическая фаза претерпевала разрушение до углекислого газа и метана, оставляя только незначительное количество простых битуминозных соединений. Сера при этом фиксировалась в карбонатном и силикатном цементе. Таким образом, значительные запасы серы органического происхождения образовали в сероцветных сероводородные геохимические барьеры, на которых впоследствии стали осаждаться ионы металлов, способные к соединению с серой (железо, медь, свинец, цинк и т.д.). Происхождение ионов металлов разнообразное. Они поступали в водоем с атмосферными осадками, речным стоком, с выклинивающимися подземными водами и с гидротермами [5].

В медистых песчаниках жезказганского типа и их аналогах всегда присутствует осадочно-диагенетическая компонента рудного вещества, что дало основание сторонникам осадочной версии утверждать свою версию единственно возможной [1]. Однако чисто осадочный тип образует существенные запасы в редких и уникальных случаях (Мансфельд).

Месторождение Жезказган и его аналоги – Жаман-Айбат, Сарыоба, Кипшакпай и т.д. – образуются из гидротерм глубинного происхождения, сбрасывающих свою рудную нагрузку на тех же геохимических барьерах, подготовленных в сероцветной среде климатическими процессами.

Изотопные исследования серы и свинцов из сульфидов Жезказгана и Жаман-Айбата позволяют считать, что сера в них имеет в значительно превосходящей мере диагенетически-осадочное происхождение. Свинцовые отношения обнаруживают сложный и длительный полициклический процесс рудообразования. При возрасте рудовмещающей толщи верхнекарбонной (320–295 млн лет) имеются доседиментационные датировки – (335 млн лет – элизионно-водородный тип), (конседиментационный – 310, 305 млн лет) [14]. Основные рудообразующие процессы начались на границе карбона и перми (гидротермальный тип – 295–285 млн лет), а также на границе нижней и верхней перми (270 млн лет – гидротермальный тип). Импульсы рудообразования по убывающей продлились до границы триаса –

юры.

Плюмботектонические построения дают представление об эволюции рудного вещества: рудогенез начинается ионами металлов корового происхождения (кратонизированная кора – осадочная компонента), быстро переходит к зрелым островным дугам (гидротермальный коровый), от них – к молодым примитивным дугам – еще коровое происхождение (нижняя–верхняя пермь) и далее – к мантийным рифтовым источникам в триасе [14]. Для геологической позиции Жезказгана это может означать прямолинейное прослеживание источников рудного вещества от верхне-коровых вначале к мантийным в конце.

Рудогенез в Жезказгане растянут на 120 млн лет и происходил не менее чем в 10 этапов, два из которых основные. Месторождение осадочное по сере и гидротермальное по металлам, полихронное и полициклическое.

**Редкие металлы.** В (2003–2005 гг.) изучались геодинамические, тектонические и структурные условия формирования редкометалльных месторождений, рудных узлов, районов, зон и провинций Казахстана, были составлены комплексные геолого-генетические модели уникальных месторождений: вольфрамовых штокверков – Верхнее Кайракты, Катпар, Баян, оловянного – Сырымбет, молибденового – Коктенколь, молибден-вольфрамового грейзеново-кварцево-жильного – месторождение Караоба.

Геодинамический и минерагенический анализ показал [3], что основными плито-тектоническими структурами, к которым тяготеют редкометалльные металлогенические комплексы, являются срединные массивы, тыловые области окраинно-континентального девонского вулканического пояса, центральные области окраинно-континентального карбон-пермского вулканического пояса, зоны коллизий сиалических блоков, зоны коллизий симатических блоков и пассивные континентальные окраины.

Ведущая роль в распределении редкометалльного оруденения Казахстана принадлежит Кокшетаускому срединному массиву с фрагментами проявления в Улытау, Шу-Или (Кендыктас), Балхашском геоблоке (Южное Атасу, Узынжал-Мойынтинский гранито-гнейсовый купол). Тектонические и геохимические особенности этого массива отражают баянский вольфрамовый, сырымбетский оловянный и лосевский ниобий-циркониевый редкометалльные металлогенические

комплексы.

Первоисточником рудного вещества является редкометалльная *геохимическая специализация геологического субстрата*, вовлекаемого в метаморфизм, гранитизацию, расплавление и стадийный отжим из кристаллизующегося расплава рудогенных элементов эманациями и гидротермами. По мере становления интрузии процесс формирования рудоносных растворов продолжается мобилизацией рассеянных в гранитах рудогенных элементов путем метасоматической переработки (гидротермального метаморфизма) их высокотемпературными растворами, а также из вмещающих пород по механизму рециклинга.

*Металлогеническая специализация*, т.е. способность к автолизису, концентрации оруденения и образованию месторождений, обуславливается газовой флюидонасыщенностью (влажность, кислотность-щелочность, летучие – фтор, хлор, бром, определяющими их зернистость и порфирированность), морфоструктурными особенностями и многофазностью строения рудоносной интрузии.

Относительно профилирующей редкометалльной металлогенической специализации выделяются *четыре типа рудоносных гранитоидов (базовых формационных типов)*: молибденоносные, вольфрамоносные и комплексные (с молибденом, бериллием, оловом, висмутом и др.), оловоносные и тантал-ниобиеносные (с литием, оловом, вольфрамом и др.).

В соответствии со сложившимися генетическими представлениями (В. И. Смирнов, Г. Н. Щерба др.) выделяются такие редкометалльные рудные формации: плутоногенные – пегматитовые, альбититовые, грейзеновые (карбонатно-грейзеновые, грейзеново-кварцево-жильные и штокверковые), кварцево-жильные; глубинно-вулканические – грейзеново-вторично-кварцитовые (березитовые, пропилитовые), а также промежуточные (альбитито-грейзеновые, полевошпатито-грейзеновые, грейзеново-березитовые и другие) генетические типы и структурно-морфологические подтипы месторождений.

Зрелость ЗК определяется ее мощностью, характером, степенью и устойчивой направленностью ее дифференциации, уровнем сиалитизации и гранитизации эпизоны, характером и чистотой проявления в ней вилки рудообразующих процессов собственно магматических (ликвация,

сегрегация) в базитах и позднепостмагматических (калишпатизация, альбитизация и грейзенизация) в гранитоидах. Соответственно эндогенное оруденение меняется от сидеро-халькофильного (хром, титан, железо, кобальт, никель, медь) до халько-литофильного (медь, свинец, цинк, редкие металлы).

Формационно-генетическая принадлежность эндогенного литофильного редкометалльного оруденения четкая. Она определяется его пространственно-генетической связью с лейкократовыми гранитами, завершающими развитие в земной коре гранодиорит-гранитовой орогенной интрузивной серии или с ее стадийными отщеплениями, представленными нормальными и субщелочными гранитами. В Казахстане наиболее продуктивен позднегерцинский акшатауский комплекс. В большинстве рудных районов (Шетский, Коныратский, Ортауский и др.) интрузии комплекса пространственно тесно ассоциируют с другими интрузивными породами гранодиорит-гранитового ряда со сравнительно узким интервалом времени формирования ( $C_2-3 - P$ ). Редко встречаются изолированные массивы. Такое соподчиненное аллохтонное положение в магматических узлах, небольшие размеры, уплощенная форма, слабые околоинтрузивные изменения, отсутствие вулканических аналогов показывают, что интрузии типа акшатауского комплекса формировались в регрессивную стадию магматизма и являются перемещенными остаточными образованиями. Глубины становления продуктивных интрузий (апикальных частей) 1,5–4 км и их фиксируемая вертикальная мощность (от 2 до 6–8 км) указывают, что рассматриваемые плутоны, замыкающие вертикальный ряд интрузий эпизоны, единственные, которые могут и генерировать, и вмещать оруденение [4].

Таким образом, конкретные геологические или парагенетические ассоциации редкометалльного оруденения с магматическими комплексами, их морфоструктурные особенности, связанные с подключением в сферу генерации оруденения различных неравновесных остаточных магматических очагов верхних слоев коры, геофизические данные о ее продуктивных мощностях позволяют говорить об определенных рудно-магматических системах. Эти системы являются производными различной глубины и состава магмоочаговых зон, в той или иной мере от них от-

шнурованными и соответственно замкнутыми.

*Комплексные геолого-генетические модели редкометалльных месторождений в системе ИНЗ.* На основе обобщения теоретических материалов по редкометалльному оруденению Казахстана, выделения основных магматических и металлогенических комплексов определены эталонные месторождения, для которых построены комплексные геолого-генетические модели. Они охватывают комплекс данных, начиная от положения месторождения в региональной структуре, геохимических, геофизических данных и кончая параметрами рудообразования – температур, давления и др. При построении моделей учитывалось пространственное положение к редкометалльным интрузиям. На основании этого они подразделяются на объекты надынтризивной зоны, зоны эндо-экзоконтакта и внутриинтрузивные зоны.

*Надынтризивная зона.* В надынтризивной зоне рассматриваются Верхнее Кайракты и Баян. *Верхнее Кайракты* – крупный шеелитовый штокверк в верхнесилурийской песчано-сланцевой толще Жаман-Сарысуйского антиклинория [2]. Здесь на площади 3,5 км<sup>2</sup> в роговиках размещается рудный штокверк. В штокверке выделены два обогащенных изометричных участка – Восточный и Западный. Вольфрамовое оруденение прослеживается до глубины 750–800 м, среднее содержание WO<sub>3</sub> по месторождению – 0,135 %. Такое низкое содержание WO<sub>3</sub> при почти завершённой инфраструктуре не позволило начать освоение месторождения-гиганта.

*Месторождение Баян* приурочено к метаморфитам зерендинской свиты (PRZr). Специфической чертой этой толщи является геохимическая специализация по вольфраму (0,02–0,035 %). Рудные тела представлены двумя морфологическими и вещественными типами – пластообразными, линзообразными телами метасоматитов по скарноидам и зонами прожилковых штокверковых руд [13]. Среднее содержание WO<sub>3</sub> по месторождению – 0,35 %, по запасам это крупный объект с разработанной технологией обогащения руд.

*Зона эндо-, экзоконтакта интрузий.* Здесь выделяются два месторождения – Сырымбет и Катпар. *Месторождение Сырымбет* находится в западной части Кокшетауского региона. Сырымбетское рудное поле подчинено тектони-

ческой структуре северо-восточного простирания и контролируется одноименной интрузией гранит-порфиров [2]. Прожилково-вкрапленная и рассеянная рудная минерализация формирует линейную штокверковую зону с промышленным оруденением. Мощность зоны от 50 до 250 м, она прослежена на глубину 820 м. Среднее содержание олова по месторождению (коренные руды) – 0,491 %, по коре выветривания – 0,365 %. Это редкий случай, когда в едином рудном поле сочетаются крупные запасы первичных грейзеново-штокверковых руд и не менее крупные запасы вторичных руд коры выветривания.

*Месторождение Катпар* приурочено к Акмая-Катпарской рудной зоне Центрального Казахстана. По геофизическим данным месторождение расположено в надынтризивной зоне акмаинской интрузии, залегающей на глубине 400–600 м от поверхности, и прослеживается на 10 км при ширине 3 км [2]. Руды тесно связаны с процессом грейзенизации в скарнах, наиболее богатое оруденение тяготеет к флюоритовым и кварц-флюоритовым метасоматитам. Среднее содержание WO<sub>3</sub> по месторождению – 0,26 %, Вi – 0,016 % и Cu – 0,23 %. Перспективы Акмая-Катпарской рудной зоны определяются акмаинской интрузией лейкократовых гранитов. Морфология кровли этой интрузии позволяет прогнозировать «слепые» рудные тела над остальными куполами, в частности в западной части рудоносной интрузии.

*Месторождение Коктенколь.* Это крупный вольфрамово-молибденовый штокверк на юго-западном фланге Успенской тектонической зоны. Месторождение приурочено к купольным выступам гребнеобразного выступа гранитной интрузии. Выделяются три купольные структуры, к которым приурочены основные участки месторождения – Южный, Северный и Промежуточный [2]. Руды месторождения молибденовые, с небольшим количеством вольфрама и висмута. Месторождение разведано, установлены крупные запасы руд со средним содержанием молибдена – 0,07 %, вольфрама – 0,057 %, висмута – 0,005 % и меди – 0,042 %. Месторождение законсервировано.

*Внутриинтрузивная зона.* К этой зоне приурочены наиболее богатые грейзеново-кварцевожильные месторождения: вольфрамовые Караоба, Акшатау и молибденовое Восточный Конырат.

Типичным представителем является Караоба.

*Месторождение Караоба* находится в юго-восточной части Узынжал-Мойынтинского гранитоидного купола. Рудное поле сложено отложениями девона, прорванными гранитами караобинского плутона (12 x 6 км). Промышленные руды концентрируются в линейно-штокверковой зоне и трех объемно-штокверковых участках. Зона представлена крутопадающими телами грейзенов и кварц-вольфрамитовыми телами. Их протяженность от первых десятков до 800 м, мощность от 1 до 2 м. Вертикальный размах оруденения – 350–480 м. Среднее содержание вольфрама в жилах – 0,735 %, висмута – 0,101 % и молибдена – 0,03 %. Среднее содержание вольфрама в штокверке – 0,115 %, висмута – 0,014 % и молибдена – 0,015 %. Месторождение среднее по масштабу, отработано до глубины 280 м. Перспективы определяются Южным молибденовым штокверком, флангами и глубокими горизонтами.

Раздел «**Системно-рудно-формационный анализ горнорудных районов**» является попыткой внедрения системной методологии в решение фундаментальных проблем современной геотектоники и металлогении. Основанием для такой попытки является разработанный в лаборатории «унифицированный классификационно-системный макет» (УКСМ или матрица «УНИКЛАСС») [6], который, отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм существования и функционирования любых систем – прямую и обращенную периодичность внутрисистемных свойств, является геометрической интерпретацией теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструментом их эффективного ретроспективного анализа и прогноза. На рассмотренных ранее примерах матричной интерпретации фундаментальных событий микро- и макромира аргументирована эффективность применения матрицы «УНИКЛАСС», что позволяет использовать ее одновременно и как концептуально-методологический фундамент, и как эффективный прогнозный инструмент при анализе полного ансамбля позиционных природных систем.

В результате проведенных трехлетних исследований по комплексной теме были получены следующие результаты:

Определены цель и содержание системно-

рудно-формационного анализа как синтеза построений матричных генетических классификаций рудных формаций, геотектонического и структурно-металлогенического районирования.

Разработан метод матричной систематики, взятый в основу методологии системных исследований. Дана матричная интерпретация системы рудных формаций с учетом ее позиции в общем геоническом ансамбле природных систем.

Построена принципиально новая схема современного структурного плана Казахской складчатой страны с иллюстрацией ее геотектонической позиции как переходной структуры между Тянь-шаньским подвижным поясом и Западно-Сибирской платформой. Акцентируется внимание на методологическом значении корректного геотектонического районирования и последующих палеореконструкций в программе прогнозно-металлогенических исследований.

С позиций системного подхода дан критический анализ существующих представлений о геолого-структурных и металлогенических особенностях Коксу-Текелийского ГРП, представлена новая схема его структурно-металлогенического районирования с прогнозным контуром потенциального *Мукры-Моюнкусского* рудного района как аналога *Текели-Усекского*, расположенных в сопряженных складчатых областях Казахской складчатой страны.

На основе системных генетических построений и анализа внутри- и междурудноформационных отношений дана феноменологическая оценка ранговых масштабов известным и прогнозируемым рудным объектам района с альтернативной оценкой его ресурсного потенциала.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

**Цветные металлы.** Обнаружены факты, свидетельствующие о возможной мантийно-плюммовой природе крупнейших месторождений меди вдоль меридионального линеамента «Хребет Чагос–Карское море», названному «Медным поясом Жезказган-Айнак» [10].

Выявлены признаки возможного нахождения в пределах данной меридиональной зоны новых неизвестных до сих пор крупных месторождений медных и свинцово-медных сульфидных руд.

Детальные минералогические исследования руд Жезказгана позволили М. К. Сатпаевой пред-

сказать вероятность залегания неизвестных рудных тел на глубоких горизонтах месторождения, что послужило основанием для постановки буровых работ, уже вскрывших первые проявления промышленных руд.

Изучена рудовмещающая среда медистых песчаников – сероцветные грубозернистые песчаники, основными факторами локализации медного оруденения являются климатические и палеогеографические, геодинамические, термодинамика гидротермальных растворов и конвергентность рудогенеза.

Изотопные исследования серы и свинцов из сульфидов Жезказгана и Жаман-Айбата показали, что сера в них имеет диагенетически-осадочное происхождение. Основные рудообразующие процессы начались на границе карбона и перми (295–285 млн лет), а также на границе нижней и верхней перми (270 млн лет). Импульсы рудообразования по убывающей продлились до границы триаса – юры.

Рудогенез в Жезказгане растянут на 120 млн лет и происходил не менее чем в 10 этапов, два из которых основные. Месторождение осадочное по сере и гидротермальное по металлам, полихронное и полициклическое.

**Редкие металлы.** Исследования велись по изучению геодинамических, тектонических и структурных условий формирования редкометалльных месторождений и составлению комплексных геолого-генетических моделей основных промышленных типов – Верхнее Кайракты, Катпар, Баян, Сырымбет, Коктенколь и Караоба.

Ведущая роль в распределении редкометалльного оруденения Казахстана принадлежит Кокшетаускому срединному массиву. Тектонические и геохимические особенности этого массива отражают баянский вольфрамовый, сырымбетский оловянный и лосевский ниобий-циркониевый металлогенические комплексы.

Рассмотрены вопросы геохимической специализации геологического субстрата и металлогенической специализации, т. е. способности к концентрации оруденения и образованию место-

рождений. Выделено четыре типа рудоносных гранитоидов – молибденоносные, вольфрамонносные и комплексные (Mo, W, Sn, Bi), оловоносные и тантал-ниобиеносные (с Li, Sn, W и др.).

На основе обобщения теоретических материалов по редкометалльному оруденению Казахстана определены эталонные месторождения, для которых построены комплексные геолого-генетические модели.

В разделе «Системно-рудно-формационный анализ горнорудных районов» предпринята попытка внедрения системной методологии в решение фундаментальных проблем современной геотектоники и металлогении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арустамов А.А., Есенов Ш.Е., Паршин Г.Б., Штифанов В.И. Медистые песчаники Северного Джезказгана. Алма-Ата, 1969.
2. Атлас моделей месторождений Республики Казахстан. Алматы, 2004. 140 с.
3. Беспяев Х. А., Мирошниченко Л. А. и др. Минерагеническая карта. Республика Казахстан. М-б 1:2 500 000. Алматы, 2000 г.
4. Лаумулин Т. М. Редкометаллоносные структуры в геотектоногенах Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1977. 200 с.
5. Островский В.Н. Формирование подземных вод в аридных районах Казахстана // Гидрометиздат. Л., 1976.
6. Ракишев Б.М., Филлинский Л. М. Рудноформационная матричная систематика // Известия. Серия геол. 2004. № 6. С.60–83.
7. Сатпаева М.К. О генезисе руд Джезказгана // Вестник АН КазССР. 1983. № 8. С. 54-62.
8. Сатпаева М.К. Руды Джезказгана и условия их формирования. Алма-Ата: Наука, 1985, 206 с.
9. Сатпаева М.К. О возможности инъекционного генезиса стратиформных залежей Джезказгана // Геология рудных месторождений. 1985. № 1. С. 58-70.
10. Сатпаева М. К. Медный пояс Жезказган-Айнак // Известия НАН РК. Сер. геол. 2005. №6. С. 15-31.
11. Томсон И. Н., Полякова О. П. Особенности локализации, строения и состава крупных и уникальных месторождений цветных и благородных металлов // Отеч.геол. 1994. № 11-12. С. 24-30.
12. Фаворская М. А., Баскина В. А. и др. Рудоконтролирующие структуры Азии и их металлогения. М.: Недра. 1983. 192 с.
13. Щерба Г. Н. Губайдулин Ф. Г. К происхождению шеелитового месторождения Баян // Геол. рудн. м-ний. 1984. №3. С. 20-27.
14. Эсминцев А. Н. Фазы складчатости по Г. Штилле и элементарные циклы тектогенеза // Известия НАН РК. Сер. геол. 2004. № 3-4. С. 55-69.