

УДК 553.078.044

Х. А. БЕСПАЕВ¹, А. Н. БУГАЕЦ²

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАК ОСНОВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Қазақстан алтын кенорындарының болжау және іздеу нұсқалары жасалған. Нұсқалардың сипаттамалары палеогеодинамикалық тұрғысын, геофизикалық және геохимиялық ауытқуларды, іргетастың терең құрылуын, құрылымын, тектоникасын, кендер мен темасоматоздың зоналығын, мүмкін болатын тектік нұсқаларын да қамтиды. Қазақстанның алтын кенорындары мен кенді желілерінің, кенді аудандарының құрастырылған болжау-іздеу нұсқалары жасалған.

Разработаны прогнозные и поисковые модели месторождений золота Казахстана. Характеристики моделей включают палеогеодинамическую позицию, геофизические и геохимические аномалии, глубинное строение фундамента, структуру, тектонику, зональность руд и метасоматоза, возможные генетические модели. Созданы обобщенные прогнозно-поисковые модели рудных районов, рудных полей и месторождений золота Казахстана.

Forecast and search models of gold deposits in Kazakhstan were worked out. Characteristics of the models include paleogeodynamic position, geophysical and geochemical anomalies, deep-seated structure of the basement, tectonics, zoning of ores and metasomatism, possible genetic models. Generalized forecast-and-search models of ore regions, ore fields and gold deposits in Kazakhstan were devised.

Работа выполнена в 2003–2005 гг. большим коллективом лаборатории минералогии, геохимии и геоэкологии ИГН им. К. И. Сатпаева (Х. А. Беспаяев, А. Н. Бугаец, В. А. Глоба, Н. И. Степаненко, Ю. С. Париллов, К. И. Ким, О. А. Ковриго, П. Н. Жуков, И. И. Усольцев и др.).

Разработка моделей рудных месторождений на примере благородных металлов – это создание обобщенных образов объектов в форме сочетания взаимосвязанных характеристик рудообразующих систем различных палеогеодинамических обстановок как основы прогноза, поисков, оценки и разведки в целях повышения эффективности геологоразведочных работ на всех стадиях их проведения.

Существуют различные модели: геолого-генетические, прогнозно-поисковые, параметрические и др. Выполненная тема отличается тем, что прогнозно-поисковые модели золоторудных месторождений впервые созданы с полным учетом их палеогеодинамических позиций, что позволило более выразительно дать характеристики рудообразующих систем и по-новому оценить металлогенический потенциал регионов Казахстана.

Созданные прогнозно-поисковые модели охватывают широкий круг характеристик, включающих региональную позицию золоторудных узлов и рудных полей, выражения их в геофизических и геохимических аномалиях, строение фундамента, тектонические строения, рудно-геохимическую и гидротермально-метасоматическую зональность месторождений и рудных тел, геолого-структурную характеристику типовых объектов, стадийность рудообразования, физико-химические параметры рудоотложения и возможные генетические модели рудообразования.

Для крупных металлогенических таксонов, таких, как рудный район–рудный узел–рудное поле, основные элементы прогнозно-поисковых моделей, как геолого-структурные, геофизические, метасоматические, минералогические и геохимические, приведены в обобщенном виде. С этих точек зрения в работе рассмотрены прогнозно-поисковые модели месторождений золота Казахстана, охватывающие их основные геолого-промышленные типы и которые могут считаться эталонными (Жолбарсты, Келиншектау,

^{1,2} Казахстан. 050010, г. Алматы, Кабанбай батыра, 69а, Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева.

Ниж. Кумысты, Бакырчик, Баладжал, Васильковское, Юбилейное, Суздальское, Степняк, Акжал, Тохтаровское, Варваринское, Акбакай, Светинское, Найманжал, Долинное, Пустынное, Бактай, Торткудук, Жосабай, Архарлы, Таскора, Музбель, Шарык, Туз).

С учетом невозможности в краткой статье рассмотреть прогнозно-поисковые модели всех указанных объектов приведем как пример Каратауский рудный район.

Геологическое развитие и строение рудного района определялись его приуроченностью к пассивной окраине Тобольско-Сырдарьинского микроконтинента. На протяжении среднего протерозоя – нижнего карбона формировались следующие геодинамические формации: нижнепротерозойская протоплатформенная метаморфито-ультрабазитовая, ниже-среднерифейская авлакогенно-первично-рифтовая, терригенно-вулканогенно-карбонатно-углеродистая верхнерифейская первично-рифтовая вулканогенно-плутоногенная, вендская первично-рифтовая карбонатно-терригенная, кембро-нижнеордовикская склоново-глубоководная кремнисто-углеродисто-карбонатно-терригенная, средне-верхнеордовикская морская флишевая, среднедевонская эпиконтинентально-внутренне-бассейновая молассовая, карбонатно-терригенная, фаменнижнекарбоновая вторично рифтовая карбонатная. Все они являются рудовмещающими. Рудоконтролирующая структура района – Главный Каратауский региональный глубинный разлом, который сопровождается приразломными складками, в узлах их пересечения локализуются коллизионные субщелочные интрузивы, золоторудные поля и месторождения.

Магматический контроль. Магматизм в районе проявился в среднем протерозое, верхнем рифее, верхнем девоне и после нижнего карбона. С ними в пространственно-временной и парагенетической связи находятся золотое и золото-серебряное оруденение района (Кумыстинское, Карамурунское рудные поля, ряд проявлений).

Литолого-стратиграфический контроль золотого оруденения. Золотое оруденение в районе сквозного развития приурочено к восьми стратиграфическим уровням (от среднего протерозоя до фамена – турне включительно). Наибольшее число месторождений и проявлений сосредоточено в рифейских породных комплексах.

По содержанию сульфидной минерализации оруденение относится к малосульфидному, умеренно сульфидному и существенно сульфидному (колчеданному).

В карбонатных породах фамена выявлено золотое джаспероидное оруденение карлинского типа (р.п. Рман) и золото-серебряное благородной анкерит-фербергитовой формации (р.п. Култас) с промышленным содержанием золота.

Оруденение четырех морфологических типов – жильного (основная часть), зон минерализации, рудных залежей (в карбонатных породах) и штокверкового (Карамурунское рудное поле, р. п. Курумсак, Алтындык и др.).

Геохимическая специализация. Рудный район четко выделяется комплексными геохимическими аномалиями Ba-Pb-Zn (Турланская аномалия), Au-Bi-Mo-Cu-Zn-V (Курумсакская аномалия).

В бессазской метаморфической серии среднего протерозоя встречаются мелкие проявления железа, титано-магнетита, золота, редких металлов, а также алмазов кумдыкольского типа.

Повышенная золотоносность проявлена в ранне-среднерифейской черносланцево-карбонатно-ортокварцитово-карбонатно-первично-рифтовой формации. Для урстатинской свиты характерна четкая золоторудная специализация при содержании 2–5 кларков Au, Ag, Cu, As. В углеродистых разностях сланцев концентрация золота и мышьяка достигает 10 кларков (Au до 0,0117 г/т). Золотое оруденение приурочено к зонам тонкого прожилкования и пиритизации (месторождение Нижнее Кумысты).

В углеродсодержащих доломитах шованской свиты концентрация Au, Ag, As Cu, Pb составляет 5 кларков. Породы с повышенными содержаниями углеродистого вещества сопровождаются аномальными концентрациями V, Zn, Pb, Mo, Bi. В зонах скарнирования доломитов бакырлинской свиты в экзоконтакте Кумыстинского массива проявлено золото-серебро-колчеданно-полиметаллическое оруденение типа зон минерализации, тонкого прожилкования, камерных тел, пластовых залежей (месторождения Шован, Келиншектау, проявления Алтынтау 1, Косунгур, Кокбулак, Торсай).

С терригенно-вулканогенными породами кайнарской свиты связаны зоны окварцевания, кварцевые и карбонатные жилы, участки пиритизации и вторичных кварцитов с повышенным содержанием Au, Ag, As, Bi. Рудопроявления золота располагаются в ЮВ части района (р. п. Равнинное, Кварцитовое, Жамбас, Диоритовое, Базырбай и др.).

Геохимическая специализация кумыстинского комплекса – комагмата кайнарской свиты характеризуется следующими особенностями: габбро-диоритовая группа несет повышенное содержание Au-As-Ag-Ti, граносиенитовая Au – редкие металлы-полиметаллы -(Ag-Pb-Zn), (Mo-Sn-Ni), гранитовая совокупной специализации – Au-Ag-Mo-Sn-Nb-Ti-Mn-As, что свойственно гетерогенным комплексом.

Вендская терригенно-карбонатная формация по геохимической специализации близка рифейской авлакогенно-первично-рифтовой. В ранской свите располагается р. п. Ранское, косшокинской – р. п. Водораздельное, курайлинской – р. п. Курумсак, байконурской – р. п. Алтынтау-3, Предгорное, п. м. Алтынтау, Акбулак, зап. Акжар.

Кембро-нижнеордовикская склоново-глубоководная кремнисто-углеродисто-терригенная формация характеризуется ванадиеносной специализацией. С породами курумсакской свиты связаны осадочные стратиформные уникальные ванадиевые месторождения Курумсак, Баласускандык, Жобаглы (Каратауский ванадиеносный бассейн). Попутными являются уран, молибден, редкие и рассеянные, цветные металлы, фосфор, сера, флюсовое сырье. Концентрация золота достигает 0,077 г/т. В курумсакской свите находятся проявления золота Бесбулак, п. м. Ардаозен, Придорожное, Кокбулакское, Рп. Алтынтау-5, Алтынтау-Карагурский, п. м. Кендер и др., в камальской свите – р. п. Алтынтау 2, п. м. Акжарбулак, Зап. Акжар, Акмултык, Ердин, Багасай. К верхам курумсакской свиты приурочено Ва-Zn-Cu оруденение мансфельдского типа (р. п. Сороба), в основании кокбулакской свиты – стратиформное баритовое оруденение, в верхах свиты – баритовые жилы с Pb, Zn, Cu минерализацией. Камальский уровень характерен стратиформным Cu-Fe-Mn оруденением (р. п. Кызылата). Этот стратиформный уровень перспективен на месторождения платиновой группы.

Флишоиды морской терригенной формации ордовика характеризуются повышенной концентрацией Au (10 кларков), Ag (8 кларков), Mn (6 кларков), Pb, Р специализацией. В флишоидах обеих свит находится 10 золоторудных объектов – р. п. Капланды, Бесбулак, Приозерное, Нижний Карагур, Беркара, Зоркара-Обкара, Дарбаза, п. м. Ерунбай, Серебряное.

С породами тюлькубашской свиты девона связаны стратиформные проявления меди и барита, в аргиллитах карпешской свиты – проявления меди типа медистых сланцев и жильного барита. В породах тюлькубашской свиты известно 10 золоторудных объектов, в том числе месторождения Центральный Карамурун, Карасакал Карамурунского рудного поля, перспективное штокверковое проявление золота Алтындык и др.

С карбонатно-вторичной рифтовой формацией фамена связано стратиформное свинцово-цинковое оруденение и баритовая минерализация шести типов, представленная крупными и суперкрупными месторождениями Шалкия, Миргалимсай, 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.

Как следует из приведенного, Каратауский рудный район отличается многопрофильной рудной специализацией – золотой, золото-серебряной, ванадиевой и свинцово-цинковой – от мелких, средних месторождений (Au, Au-Ag) до крупных и суперкрупных (ванадий, свинец-цинк). Подобное сочетание разнородного оруденения в масштабах от мелких, средних до крупных и суперкрупных месторождений в пределах единого рудного района является уникальным.

По таким же признакам в работе рассмотрены и другие золоторудные районы и рудные поля Казахстана.

В конкретных прогнозно-поисковых моделях месторождений геодинамические характеристики представлены более детально, уже с учетом более крупномасштабных палеогеодинамических реконструкций, как, например, в следующих прогнозно-поисковых моделях.

Месторождение Бакырчик. Коллизия трех этапов (С2-3; С3-Р1; Т1-2), остаточный мелководный морской бассейн лимнического типа со

скрытым подводным приразломным вулканизмом, погребенное Мукурско-Миялы-Самарское островодужное поднятие энсиматического типа в зоне пересечения сквозным глубинным разломом, контролировавшим зарождение рудогенерирующего магматического очага.

Группа месторождений СЗ Каратау (Жолбарсты и др.) – палеорифт пассивной континентальной окраины на океанической и переводной коре, карбонатная платформа, в позднем ордовике – коллизионный пояс, с которым, вероятно, связаны кумыстинский интрузивный комплекс и золотое оруденение.

Изучены геохимические характеристики ряда эталонных золоторудных месторождений трех морфологических типов: жильных, штокверковых и минерализованных зон.

По изученным месторождениям золота можно выделить общие геохимические поисковые признаки промышленного оруденения.

На месторождения богатого золотого оруденения могут указывать группы элементов типоморфного комплекса с преобладающим их развитием в надрудных (верхнерудных) и подрудных (нижнерудных) эндогенных ореолах. Первым свойственны более высокие содержания Hg, As, Mo и др., вторым – Cu, Zn, Pb и др.

Косвенную информацию о положении золоторудных тел в разрезе дают различия корреляционных связей для надрудных, рудных и подрудных сечений. Наиболее информативными оказались корреляционные связи золота с серебром, мышьяком, цинком, свинцом и другими элементами.

На близость богатого золотого оруденения иногда указывает морфология эндогенных ореолов золота и сопутствующих ему элементов, присутствующих в рудных телах. Обогащенные золотом участки сопровождаются интенсивно проявленными и контрастными ореолами благородного металла и его спутников на 2-3 порядка выше фоновых содержаний (часто уже 30–50 м от этих участков).

Богатые промышленные руды могут фиксироваться также отрицательными ореолами литофильных элементов: Ti, Zr, Sr, Na, Mn и др.; в экзоконтактах рудных тел они склонны к выщелачиванию и накоплению на некотором удалении (например, поведение Sr на месторождениях Акбакай и Такора).

Количественные и качественные соотношения элементов-примесей в сульфидах золота различны для минералов бедных и богатых рудных тел. Рудные тела, несущие богатое оруденение или рудный столб, характеризуются аномальными содержаниями элементов продуктивных минеральных ассоциаций – в первую очередь – золота, серебра, мышьяка, висмута, свинца и др., которые схожи и постоянны для всех генетических типов золотых руд. Рудоносные зоны, не несущие богатого оруденения, отличаются более низкими содержаниями этих элементов.

На основе разработанных прогнозно-поисковых моделей месторождений золота Казахстана с учетом работ ЦНИГРИ созданы обобщенные прогнозно-поисковые модели рудных районов, рудных полей и месторождений золота для трех условий их локализации:

1. Терригенные, терригенно-карбонатные и терригенно-углеродистые комплексы.
2. Эффузивно-интрузивно-терригенные комплексы.
3. Вулканогенные пояса.

Так, для рудных районов в терригенных, терригенно-карбонатных и терригенно-углеродистых комплексах обобщенная прогнозно-поисковая модель содержит сведения о следующих характеристиках. Геодинамические обстановки, возраст, геологические формации, рудные формации, металлогенические комплексы, преобладающие фации в терригенных геологических формациях, углеродистость, характеристики регионального метаморфизма. Характеристики магматических и эффузивных комплексов (массивы, штоки, дайки; характер размещения – свиты, узловое размещение; петрографические характеристики). Характеристика шлиховых, геохимических ореолов, макроритмов в толщах осадочных пород, интервалов литологических неоднородностей разреза, разломов глубокого заложения, систем структурно-тектонических блоков, рудовмещающих дислокаций (дискордантность, многоэтапность, зональность), тектоники (шарьяжи, надвиги, приразломные зоны смятия, динамометаморфизма, зоны брекчирования, рассланцевания, катаклазитов, милонитов; характеристика их сопряжений; грабены, вулканические грабены), складчатости (асимметричность пликативных структур, виргация продольных структур, флексуры, их сопряжения, глубинного строения по геофизичес-

ким данным (корытообразные депрессии кровли глубокозалегающих массивов гранитоидов, наличие скрытых интрузий, выступы, купола, апофизы скрытых интрузий, клиновидные блоки эндо- и экзоконтактов скрытых интрузий). Аномалии гравиметрические, магнитометрические, электрические, геохимические, шлиховые ореолы. Зоны наложенной сульфидной минерализации. Рудопроявления золота, мышьяка, сурьмы, свинца, цинка, вольфрама, меди; россыпи.

Разработанные прогнозно-поисковые модели месторождений золота Казахстана характеризуются тем, что сведения для них получены по

результатам проведения стандартных геологосъемочных и поисковых работ и при их использовании для оценки перспектив и прогнозных ресурсов новых золоторудных проявлений, участков и площадей не требуется проведение каких-либо специализированных исследований. Созданные прогнозно-поисковые модели в качестве эталонных объектов рассчитаны также на использование компьютерных методов при количественной оценке прогнозных ресурсов золота.

Последующие годы планируются исследования по установлению фундаментальных связей оруденения Казахстана с его глубинным строением и палеогеодинамическим развитием.