

УДК 553.04(574)

А.А. АНТОНЕНКО¹, К.А. АБРАХМАНОВ², С.А. АЛИАСКАРОВ³, А.Е. БЕКМУХАМЕТОВ⁴,
Х.А. БЕСПАЕВ⁵, Ф.Г. ГУБАЙДУЛИН⁶, Т.М. ЖАУТИКОВ⁷, Н.М. ЖУКОВ⁸, Л.Г. МАРЧЕНКО⁹,
М.Ш. ОМИРСЕРИКОВ¹⁰, Л.И. СКРИННИК¹¹, Н.И. СТЕПАНЕНКО¹²,
Л.М. ФИЛИНСКИЙ, А.Н. ЭСМИНЦЕВ¹³

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАГЕНИИ КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Қазақстанның қазіргі минерагения мәселелері ерекшеленген. Пайдалы қазбалардың жеке түрлері бойынша Республикада минералды-шикізат базасының даму бағытының басымдылығы анықталған. Мигнерагениялық талдаудың жаңа ғылыми-негіздеу әдістері бойынша минералды-шикізат ресурстарын болжамды құрастыру және болашақтағы бағасын дамыту, құрылым-формация аймақтары, аумақтар және аудандар жасалған.

Выделены современные проблемы минерагении Казахстана. Определены приоритетные направления развития минерально-сырьевой базы Республики по отдельным видам полезных ископаемых. Разработаны новые научно-обоснованные методы минерагенического анализа, прогнозных построений и перспективных оценок развития минерально-сырьевых ресурсов, структурно-формационных зон, территорий и площадей.

Modern problems minerageny Kazakhstan are allocated. Are defined приоритетные directions of development of a mineral raw materials base of Republic by separate kinds of mineral resources. The new scientifically-proved methods mineragenetic the analysis, prospect constructions and perspective estimations of development of a mineral of raw materials, structural-formation zones, territories and the areas are developed.

Научные исследования охватили большой круг современных проблем минерагении Казахстана – вопросы региональной металлогении, металлогении отдельных регионов Казахстана, проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы металлических и неметаллических полезных ископаемых. Приводятся краткие результаты проведенных работ.

Петрометаллогенетика рудных месторождений Казахстана.

Петрометаллогенетика рудных месторождений предполагает связь оруденения с определенными типами горных пород и их парагенезисами в виде геологических формаций. На разных этапах геологической науки выдвигались и превалировали разные модели петрометаллогенетики. 50–60 годы XX столетия господствовало магматическая петрометаллогенетика, согласно которой ведущим фактором рудообразования является магматический контроль, что позволило выделить геохимически и металлогенически специализированные рудоносные магматические формации и комплексы. Затем было выявлена связь крупных эндогенных месторождений с определенными возра-

стными уровнями, и на этой основе было разработано концепция о стратиграфических рудолокализующих возрастных эпохах, металлогенических стратоуровнях и литоседиментационной металлогенетике, бурно развившейся в связи с фактом масштабного проявления вулканогенно-осадочного и гидротермально-осадочного рудообразования.

Геолого-структурно-тектоническая, магмоформационная, стратиграфо-литологическая петрометаллогенетика развивается в современную геодинамическую. Оказалось, что геодинамический фактор петрометаллогенетики является наиболее существенным и основополагающим. Геодинамические структуры и режимы в глобальном, региональном и локальном масштабе определяют важные особенности разных месторождений, парагенезисы геологических, магматических, осадочных и метаморфических формаций, и именно типы магматизма, тектоники и металлогенетики, вещественно-минералого-геохимические, микро- и наноминералогические особенности в связи с разными фациями глубинности и динамотермальными условиями рудогенеза, способы

и механизм рудогенерации, концентрации и рудолокализации. Поэтому, исследование причинно-генетических связей рудных месторождений с глобальной, региональной и локальной геодинамикой является одной из актуальных проблем теоретической и прикладной значимости. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

1. Выявлена разнотипная петрометаллогенеза рудных месторождений, сформированных в разнотипных геодинамических структурах и обстановках, характеризующихся разным профилем металлогенеза (базальтоидный внутриокеанический и окраинно-континентальный, андезитоидно-гранитоидно-сиалический орогенно-континентальный, мантидный плюмно-тектонический).

2. Установлено, что раннекаледонская металлогеническая эпоха сопровождается латеральной пространственной и возрастной петрометаллогенической зональностью в связи с латеральной серией разнотипных геодинамических структур и режимов по классической геодинамической модели. Островные энсиматические дуги бозшакольского типа характеризуются крупными золото-медно-порфировыми месторождениями в связях с поздней завершающей фазой плагиогранит-порфиров островодужного магматизма. Это же дуги могут вмещать ранние колчеданно-золото-медно-цинковые (Сурумбаеский уровень).

3. Показано, что позднекаледонская металлогеническая эпоха характеризуются, во-первых, внутриокеанической скользящей пространственно-временной рифтогенно-островодужной петрометаллогенической зональностью колчеданного рудообразование в обособившихся от палеозойского океана палеобассейнах, во-вторых, окраинно-континентальной скользящей пространственно-временной рифтогенно-островодужной петрометаллогенической, ярко выраженной во внешнем обрамлении Жонгаро-Балхашского герцинско-палеоокеана, в-третьих, латеральной пространственной окраинно- и внутrikонтинентальной петрометаллогенической зональностью островодужного типа в Кокшетау-Степняк-Улытау-Бетпакдала-Северо-Тянь-Шанской докембрийской континентальной области. В аспекте выявленных типов петрометаллогенической и магмо-металлогенической зональности определяются новые подходы в металлогеническом анализе и прогнозе.

Установлено, что поздний гранитизационный этап позднекаледонской металлогенической эпо-

хи сопровождается редкометально-редкоземельными месторождениями (Сырымбет, Донецкое) на северо-западе Кокшетауского массива в связи средне-верхнедевонскими калиево-плюмазитовыми лейкогранитами. Северо-Западное крыло Кокшетауского массива очень перспективны на крупные месторождения Sn, W, Ta, Zr, TR. Здесь возможны месторождения золота, урана, россыпное орудонение редких металлов, редких земель, золота, инфильтрационно-седиментный уран.

4. Впервые в мировой металлогенезе обращено внимание на существование в геологической истории земли специфических металлогенических эпох с особым типом геодинамики, магматизма, рудообразования и петрометаллогенеза. В Казахстане этим металлогеническим эпохам относятся раннегерцинская (D_3-C_1) и раннемезозойская (P_1-T) имеющие планетарное проявление и сопровождаемые крупными и уникальными месторождениями нетрадиционной петрометаллогенеза. Это эпохи кратковременные с продолжительностью 30-35 млн. лет, но вмещающие крупные месторождения черных, цветных, благородных, редких металлов, алмаза неконтинентального типа.

5. Показано, что позднегерцинская металлогеническая эпоха не имеет ранней океанической базальтоидной металлогенеза и с ней ассоциируют только орогенно-континентальные петрометаллогенические комплексы, а именно калиево-плюмазитовые лейкогранитные редкометальные с легкими лантаниодами гипабиссальной фации, серебряно-золотые вулканогенно-гидротермальные андезитоидно-дацитолипаритово-границоидные малых глубин, молибден-медно-порфировые габбро-диорит-монцонитоидные гипабиссальные (актогайской уровень) и субвулканические (коныратский). Обращено внимание на развитие петрометаллогенической и магмо-металлогенической зональности от молибден-медно-порфирового во фронтальной внутренней зоне верхнепалеозойского вулканического пояса, серебряно-золотого в центральной, редкометального в северо-западной и западной тыловой и удаленно-тыловой на докембрийско-калевонском фундаменте, редкоземельно-циркониево-ниобиевого с tantalом и оловом в северо-восточной краевой на стыке с Зайсанской и Чингиз-Тарбагатайской складчатой области.

В Зайсанской области рудоперспективными петрометаллогеническими комплексами являются рибекитовый щелочногранитный редкоземельно-тантал-ниобий-циркониевый гипабиссальный

верхнеэспинского типа и западно-калбинский пегматитовый, апогранитный кварцево-жильно-гнейзеновый олово-тантал-борилий-литий-цезиевый с вольфрамом и редкими землями мезобиссальной фации. В Мугоджарской областиrudоперспективный комплекс представлен Борсыкай-Карасыр-Уймола-Кызылсайском нефелинсиенит-щелочносиенит-щелочногранит-лейкогранитным редкоземельно-тантал-ниобий-циркониевым гипабиссальной фации в пограничной полосе Восточно-Мугоджарского докембрийского антиклиниория и Денисовско-Иргизского герцинского синклиниория.

6. Выявлены типы петрометаллогенической (магмо-металлогенической) латеральной и вертикальной зональности, определены их ареалы проявления, возрастные интервалы, геодинамическое содержанное и прогнозно-металлогенические параметры.

7. Впервые в мировой металлогении обоснован уран-золотой парагенез в островодужной системе позднекаледонского геодинамического цикла, раскрыта генетическая причинно-следственная связь урана и золота, выявлены рудоконтролирующие и рудолокализующие факторы, позволяющие наметитьrudоперспективные участки для геологоразведки.

8. Установлены новые рудолокализующие и рудоконтролирующие структуры колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая, что позволено выделитьrudоперспективные участки для геологоразведки.

9. Обоснованы золотоносные перспективы северо-западного и юго-восточного продолжений Акбакайской золотой зоны на основе нового подхода о развитии под Акбакайской зоной ордовикского островодужного золоторудного субстрата степнянского типа.

10. Установлено, что Южно-Кендыктасский золотой пояс является частью Степняк-Бетпак-дала-Кендыктас-Согаты-Кетменской островодужной золоторудной системы. В этом поясе проявлен верхнедевона-нижнекаменноугольный когадыр-умуртайской золото-платиноидно-меди-но-никелевый комплекс в связи с расслоенными интрузиями пикрит-дунит-перидотит-нитрит-габбро-диоритового строения, наложенный на ранее островодужное золото.

Провести прогнозно-металлогеническую оценку промышленных месторождений черных металлов Казахстана (хром, железо, марганец) на базе нового поколения моделей их формирования и размещения.

Приведено описание разработанных и внедренных в производство и в учебные пособия для ВУЗов новое поколение моделей формирования и размещения главнейших промышленных месторождений хромитов, железа, марганца, хризотил-асбеста, талька и ассоциирующих с ними руд титана, полиметаллов, платиноидов, установлены закономерности их размещение в пределах рудных поясов, зон и бассейнов.

По петрологии и рудогенезу метаморфогенного оруденения в ультрабазитах получены следующие результаты (хромиты):

1. На базе достоверных данных региональной геологии и глубинного строения Сакмарско-Уралтауского офиолит-гипербазитового пояса Мугоджар установлена трехступенчатая геодинамика становления базит-ультрабазитовых массивов кемпирсайского комплекса с выделением среди них автохтонных концентрически-зональных гипабиссальных гарполитовых plutонов и метаморфогенной природы бескорневых альпинотипных приповерхностных протрузий. Показано, что метаморфизм и породы и руд базит-ультрабазитовых массивов являются не возрастным проявлением, а обусловлены петро- и тектонофикальными приразломными преобразованиями.

2. В Сакмарско-Уралтауском офиолит-гипербазитовом поясе Мугоджар платиноносные богатые хромитовые руды крупных месторождений являются остаточными метаморфическими образованиями, тесно сгруппированных хромшпинелловых нодулей в протрузивно-реститовую стадию формирования гипабиссальной Кемпирсайской автохтонной интрузии; алмазоносные эклогиты относятся к продуктам ультратемпературализма титаномагнетитовых пироксенитов и перидотитов Мамытской приповерхностной протрузии. В Джетыгаринско-Аккаргинском гипербазитовом поясе Зауралья хризотил-асbestовые и тальковые промышленные месторождения возникли в результате контактового метаморфизма антигоритовых серпентинитов, прорванных орогенными гранитоидными интрузиями и их дайками.

3. Системно изложена пространственно-временная геохимическая зональность по циклам, стадиям, фациям контактового и гидротермального метаморфизма и финального динамометаморфизма с сопутствующим им метаморфогенным оруденением хромитов, платиноидов и алмазоносных рутиловых эклогитов массивов кемпирсайского комплекса, по которым на микроминеральном и геохимическом уровнях рассмотрены возможные причины проявления орудене-

ния. Приведена всесторонняя оценка возрастающих фаций регионального и локального метаморфизма пород и руд, в которых наряду с анализом изменения вещества по классическим поликомпонентным фациям метаморфизма впервые выполнена сравнительная корреляция их с альтернативными монокомпонентными углеродистыми мегафациями по новой шкале метаморфизма авторов.

По месторождениям железа в островодужных системах.

1. Дизайн размещения и классификации скарново-магнетитовых месторождений Казахстана таков. Все известные скарново-магнетитовые месторождения докембрийского возраста относятся к магнезиально-скарновой формации. В Главном железорудном поясе карбоновой островодужной зоны Валерьяновской структурно-формационной зоны Торгайского прогиба по минеральным типам и фациям руд и околоврудных пород выделяются месторождения трех формаций: магнезиально-скарновая во фронтальной зоне (Качарское, Коржинкольское, Кожайское), апомагнезиально-скарново-известковоскарновая в прифронтальной зоне (Соколовское, Сарбайское, Елтайская и Адаевская группы), и известково-скарновая в прикорневой и корневой (Глубоченское, Алешинское, Ломоносовское, Талкульское, Сорское, Шагыркольское, Бенкалинское) зонах скарново-рудной колонки с вертикальным размахом оруденения 3000м. В кронах ореолов околоскарновых пород месторождений фронтальной и прифронтальной зон скарново-магнетитовой колонки развиты апогаббройдные руды диопсид-скаполит-титаномагнетитового типа. Особый генетический тип среди месторождений магнезиальной формации во фронтальной зоне скарново-магнетитовой колонки составляют рудные штоки и штокверки гигантской Кожа-Коржинкольской воронки взрыва, впервые установленной в пределах островодужной зоны. Месторождения известковоскарновой формации составляют доминант глубоко эродированных прикорневых скарново-магнетитовых зон, сохранившиеся в переходной коре подавляющей части огромной палеозойской территории Казахстана. Месторождения корневой скарново-магнетитовой зоны бенкалинского типа также ассоциируются с известковыми скарнами медно-порфировой, полиметаллической и редкометальной специализации в зрелой континентальной коре, которая наиболее полное развитие получила в верхнепалеозойских орогенных областях Центрального

Казахстана и Средней Азии. Наконец, месторождения всех трех формаций независимо от возраста и формационной принадлежности подразделяются на два минеральных типа: собственно скарновый (Жолдыбайское, Аккудукское, Качарское, Соколовское, Сарбайское, Глубоченское, Ломоносовское, Адаевское, Ирисуйское, Атансурское, Кентюбе и др.) и гидросиликатный (Каратасское, Бапы, Коржинкольское, Кожайское, Шагыркольское, Западная залежь Сарбайского и др.).

2. Месторождения бурожелезняковой формации платформенного чехла Торгайского прогиба являются регенерированными отложениями мартитовых руд зон окисления коренных скарново-магнетитовых и титаномагнетитовых месторождений. По генезису они отнесены к прибрежнodelтовому типу мел-олигоценового моря, в котором выделены рудные бассейны аятской дельтово-эстуариевой фации трансгрессивной стадии и руды в руслах и озерно-болотных водоемах ли-саковской дельтово-речной фации регрессивной стадии.

3. В пределах палеозойских островодужных зон Казахстана при доминирующей роли высокотемпературных метасоматических процессов в формировании скарнов и руд четко выделяется контактовый метаморфизм прогрессивной стадии, гидротермальный метаморфизм регрессивной стадии и финальный динамометаморфизм. Активный контактовый метаморфизм с образованием скарноидов, роговиков и мраморов проявляется в магматическую стадию внедрения орогенных гранитоидных батолитов и его апофиз в энсиматическую среду островодужных зон. Гидротермальный метаморфизм происходит при смене режима раннешелочной стадии формирования скарнов и магнетитовых руд кислотной стадией при контактового выщелачивания, обусловленной высвобождением углекислого газа замещенных известняков и насыщением отработанных гидротермальных растворов угольной кислотой. Динамометаморфизм тесно связан с геодинамической активизацией в рудных поясах, которые оказались в зонах тектонического смятия сочлененных складчатых систем, шовных зонах столкновения литосферных плит, межкупольных зонах меланжа растущих ГГК и завершаются подобные тектонические катаклизмы качественно новыми метаморфогенными образованиями вплоть до аллохтонных апоскарновых алмазоносных эклогитов.

4. Метаморфизм претерпели и молодые по возрасту оолитовые бурожелезняковые руды ме-

зозой-кайнозойского платформенного чехла Торгайского прогиба. Степень метаморфизма в них проявился в виде восстановления донных осадков гидрооксидов железа до закисной фации оолитовых железняков, сульфидов и метаморфогенного глауконита под влиянием транс- и постмагматических растворов мезозойской тектономагматической активизации траппов Торгайского прогиба, сопутствующего разложения и углификации обильных растительных остатков во вмещающих толщах с выделением окислов углерода и сопутствующей смены окислительной среды до восстановительной, которая возрастила во времени по мере накопления и увеличения мощности и возраста мезозойских отложений и глубины захоронения рудных горизонтов. В результате олигоценовые донные отложения гидрооксидов железа русской фации лисаковской субформации составляют гидрогетитовый минеральный тип оолитовых железняков, а меловые закисные руды лиманной фации аятской субформации слагают гетит-лептохлорит-сидеритовый тип руд с включениями сульфидов и прослойками метаморфогенного глауконита. В целом же все существующие месторождения оолитовой буро-железняковой формации независимо от возраста, включая докембрийские и степени их метаморфизма до оолитовых магнетитов изначально являлись мелководными донными осадками гидрооксидов железа.

5. С учетом установки о ведущей роли воды и углекислоты при метаморфизме по Д.С. Коржинскому, проведена систематизация продуктов метаморфизма в скарнах и рудах как по традиционным поликомпонентным и полиминеральным фациям метаморфизма, так и по альтернативным монокомпонентным углеродистым мегафациям, новая шкала которых охватывает все породы и полезные ископаемые ЗК, включая мезозой-кайнозойские платформенные их отложения.

По итабиритовым поясам и связанных с ними месторождениями марганца.

1. Изначальное образование марганца итабиритов, привнесенного как и железо, происходило на фронте гранитизации и выщелачивания первичных (инициальных) базальтоидов ЗК при росте гранитогнейсовых куполов и отложенного в межкупольных впадинах катазоны Улутауского массива с последующей ступенчатой миграцией в мезозону и рудоотложением в составах вторичных итабиритов каледонид, герцинид и киммерид.

2. На примере каледонского Ерементау-Чуй-Илийского субмеридионального рудного пояса установлены генетические особенности коренных железомарганцевых и полиметаллических месторождений kontaktово-метаморфизованного типа, в которых скарноиды и вторичные итабириты формировались на фронте гранитизации опережающих трансмагматических флюидов с последующим внедрением пострудной палингеннной гранитной магмы, обусловившей kontaktовый метаморфизм пород и руд автохтонных полиметально-железомарганцевых месторождений Бурласского типа.

3. Стратиформные аллохтонные месторождения Главного полиметально-железомарганцевого дискретного пояса Казахстана размещены в узлах пересечения молодых субширотных тектонических зон пояса с древними субмеридиональными рудными поясами, где формировались в процессе деструкции коренных месторождений и сноса аллохтонных рудоносных продуктов прибрежных кластогенных оползней и глубоководных турбидитовых потоков в возникшие троги и грабены с образованием месторождений тасобинского, джездинского, атасуйского и никопольско-мангыстауского типов.

4. Генопары авто-и аллохтонных итабиритов Аштасты-Тасобинской группы каледонских месторождений, Найзатас-Джездинской групп и Косагалы-Атасуйской герцинских месторождений Центрального Казахстана, Бескемпир-Мангыстауской группы киммерийской группы Западного Казахстана относятся к гидротермально-кластогенно-турбидитовому типу. На всех возрастных рудоносных уровнях Ишим-Улытауского пояса системно установлены генетические типы и фации метаморфизма итабиритов и джеспилитов.

Изучение и потенциальные перспективы золото-редкометально-редкоземельного оруденения древних комплексов и кварцевого сырья.

Увеличение спроса на золото, редкие земли, tantal и ниобий требует расширения и возобновления геологоразведочных и научно-исследовательских работ по восполнению и созданию минерально-сырьевой базы этих металлов в Республике. В связи с этим целью исследований являлось изучение перспектив выявления в древних комплексах (Мугоджары, Улытау, Кокшетауский срединный массив) месторождений золота, редких земель, tantalа и ниobia новых нетрадиционных типов (железистые кварциты, коры выветривания, альбититы и др.).

Анализ приведенных в отчете геологических материалов наглядно показывает, что перспективы Казахстана на выявление новых и нетрадиционных типов месторождений золота, тантала, ниобия и редких земель, в древних комплексах, остаются достаточно высокими. Общей особенностью для Мугоджар, Улытау, Кокшетауского срединного массива является слабая геологическая изученность выявленных объектов. На данных территориях целесообразна постановка поисково-оценочных и научно-исследовательских работ.

В западном Казахстане (Мугоджахах) широким распространением пользуются золотоносные коры выветривания. Выделяются две региональные структуры развития золотоносных кор выветривания – Балкымайский грабен (палеорифт) протяженностью более 100 км в пределах Восточно-Мугоджарского антиклиниория и Иргизский синклиниорий.

В Северном Казахстане (Джетыгаринский рудный район и Кокшетауский срединный массив) выявлены целый ряд проявлений и месторождений золота, связанных с золотоносными корами выветривания, развитых по первичными рудам.

В Кокшетауском срединном массиве золотоносные коры выветривания установлены на Васильковском, Орловском, Александровском (Шлыгинском), Матсоп, Наталгинском, Новоднепровском, Райгородке и др. Кроме того, при изучении оловянного месторождения Сырымбет, в рудах было обнаружено сопутствующее золото в сульфидах. При изучении урановых месторождений были высказаны представления о пространственном совмещении месторождений урана и других металлов – вольфрама, олова, золота, локализованных, в так называемых, структур «несогласия». Все это позволяет рассматривать Кокшетауский срединный массив как один из перспективных и слабо изученных на золото регионов.

В Улытау-Арганатинском поднятии (Центральный Казахстан) установлены следующие рудные формации золота:

- близповерхностная золото-кварцево-сульфидная;
- золото-кремнисто-кварцито-сульфидная;
- золотоносные кварциты (rossyпная);
- золото-железистая (итабиритовая).

Степень изученности выделенных рудных формаций довольно низкая. Наиболее изучена близповерхностная золото-кварцево-сульфидная

формация, которая является наиболее распространенной и представлена одиночными и сближенными кварцевыми жилами с сульфидами различной протяженности и мощности.

Золото-углисто-глинисто-кремнисто-черносланцевая формация характеризуется низкими концентрациями золота (участок Байконур).

Формация железистых кварцитов на золото изучена слабо. Имеющаяся информация по данной рудной формации показывает, что золоторудный объекты находятся в узлах концентрации интрузий основного и среднего состава и железистых кварцитов, т.е. золотое оруденение является регенерированным и концентрируется в структурных ловушках (Балбрауы, Керегетас и др.). Сами железистые кварциты не несут промышленных концентраций золота. При промышленном освоении железистых кварцитов Центрального Казахстана имеются все предпосылки для промышленного освоения и добычи железистых кварцитов (запасы, содержания железа, обогатимость руд и развитая инфраструктура и т.д.). Поэтому сонахождение в них или совместное нахождение с ними золоторудной минерализации могут представлять промышленный интерес.

Тантал, ниобий, редкие земли. В Мугоджахах установлены следующие геологопромышленные типы тантал-ниобиевого и редкоземельного оруденения: тантал-ниобиевые и редкоземельные коры выветривания развиты по щелочным гранитам, сиенитам, альбититам и т.д., редкоземельные пегматиты, россыпи (морские, озерные). Редкоземельные пегматиты ассоциируются с нижнекаменноугольными интрузиями гранитоидов. Промышленная оценка их не проводилась.

На Кокшетауском срединном массиве широко распространены редкometалльные (Ta, Nb, Tr, Sn) коры выветривания, которые приурочены к Волдарской и Шат-Заградовской рифтогенным структурам. Редкometалльные граниты представлены гранитоидами орлиногорского и дальненского (шок-карагайского) комплексов средне-верхнедевонского возраста. Их размещение контролируется системой региональных разноориентированных разрывных нарушений. Большинство наиболее значимых проявлений тантало-ниобатов, в т.ч. Сырымбектское рудное поле выявлено в областях контакта гранитоидов со стратифицированными толщами карбонатосодержащих пород, гнейсами, углефицированными сланцами.

Улытау-Арганатинское поднятие можно рассматривать как комплексную редкometалльно-редкоземельную провинцию. Северная часть

зоны (Арганатинское поднятие) является преимущественно редкоземельной провинцией, протягивающейся в меридиональном направлении на 150 км. Редкие земли установлены в корах выветривания, руды по составу близки к рудам Кызыбайского месторождения.

Кварцевое сырье в Казахстане распространено во всех регионах. В настоящее время кварцевое сырье используется не только для плавки кварцевых стекол, но и для микроэлектроники, и для производства поли- и монокристаллического кремния – выпуска кремниевых пластин для солнечных электростанций. Последние две отрасли являются основными потребителями кварцевого сырья. Поэтому не только учет, но и расширение запасов этого сырья является актуальным сегодня и на перспективу.

В работе приводится описание всех кварцевоносных районов Казахстана, с известными на сегодняшний день месторождениями кварцевого сырья, представленные гидротермальными кварцевыми жилами и кварцевыми ядрами пегматитовых тел, обнажающихся на поверхности земли. Приведены данные запасов кварцевого сырья.

Условия формирования и оценка перспектив редкометалльного оруденения Казахстана (вольфрам, молибден).

Вольфрам – один из распространенных редкометалльных элементов на территории Республики. Выделяются три промышленно-генетических типа вольфрамовых месторождений – штокверковый, стратиформный и скарново-грейзеновый. Приводится детальная характеристика каждого типа – связь с рудоносными интрузиями, глубина формирования оруденения, зональность руд, практическая значимость и др. вопросы.

Основу минерально-сырьевой базы вольфрама представляют штокверковые месторождения, составляющие 91,3 % от общих балансовых запасов вольфрама Республики. Вторыми по значимости являются стратиформные месторождения, по запасам и содержанию полезных компонентов стоящие в одном ряду с аналогичными объектами мирового значения – США, Канады, Австралии. К третьему типу отнесены скарново-грейзеновые месторождения Катпарского рудного поля в Центральном Казахстане.

Для каждого из трех генетических типов вольфрама выделены перспективные рудные зоны, рудные поля, отдельные рудопроявления.

Молибден – единственный востребованный редкометалльный элемент в Казахстане. Из семи

генетических типов редкометалльных месторождений Республики основным в концентрации молибдена является кварцево-жильный тип и его морфологическая разновидность – штокверковые месторождения, в них сконцентрировано 92,9 % балансовых запасов молибдена Казахстана. Основной представитель – месторождение Коктенколь, гигант мирового масштаба и около 20 средних и мелких месторождений в Центральном Казахстане.

Вторыми по значимости являются скарново-грейзеновые месторождения, представленные месторождением Катпар. Это сложные в генетическом отношении образования с совмещенными процессами скарнирования и грейзенизации. Руды сложные по составу – вольфрам-молибден-висмутовые с сопутствующей медью. Это перспективный генетический тип, его значимость определяется катпарским рудным полем и перспективными проявлениями в Успенской рудной зоне.

В целом, Республика обладает значительным потенциалом на вольфрамовые и молибденовые руды, который определяется, прежде всего, штокверковыми месторождениями, в которых сконцентрировано более 90 % от общих балансовых запасов вольфрама и молибдена Казахстана. Освоение этих гигантов сдерживается из-за отсутствия технологии обогащения руд и низких содержаний основного компонента. Пример зарубежных аналогов свидетельствует о том, что такие месторождения могут отрабатываться даже при низких содержаниях, при разработанной технологии обогащения руд.

Заслуживают самой высокой оценки стратиформные вольфрамовые месторождения, по содержанию полезного компонента и запасам стоящие в одном ряду с мировыми аналогами Канады, США и др. стран. Одни объекты разведаны и подготовлены к освоению, другие остаются недоразведанными, а перспективы остальных заслуживают проведения поисково-оценочных работ. Оценка этого генетического типа – первоочередная задача геологической службы Казахстана.

Карта золотоносности Казахстана.

Комплекс проведенных научных исследований по обоснованию современных проблем минерагения золота и перспективной оценке развития минерально-сырьевой базы Казахстана по этому виду полезных ископаемых дали следующие результаты:

1. Составлена карта размещения прогнозных ресурсов и запасов на сводной прогнозно-метал-

логической основе в масштабе 1:1 000 000 с легендой, основывающейся на выделении металлогенических зон, рудных районов, рудных узлов и рудных полей и месторождений на принципах геодинамической эволюции их формирования. На карте также нашли отражение региональные зоны тектоно-магматической активизации, контролирующие размещение рудных узлов с уникальными запасами (Васильковское). Анализ карты показывает, что наиболее перспективными в резком увеличении запасов все еще остаются известные промышленно освоенные месторождения и рудные поля, на долю которых находится 70,2% прогнозируемых запасов. На площадях этих рудных полей (Бакыршик, Жумба, Кулунжун, Аксу, Бестюбе, Жолымбет, Акбакай, Житикара, Варваринское и др.) необходимо создание современных крупномасштабных (1:1000 – 1: 10 000) геолого-генетических и объемных моделей с целью основания детальных геологоразведочных работ и полной ревизии промышленной значимости всех типов руд (в том числе забалансовых, ранее считавшихся некондиционными).

2. Разработать универсальную компьютерную программу обработки всех признаков благороднometального оруденения с полной математической моделью ведущих геолого-промышленных типов месторождения золота с целью повышения эффективности прогнозных исследований. На основе создания такой программы будет произведен выбор разноранговых эталонных объектов с учетом параметров интенсивности проявления или информационного веса тех или иных рудоконтролирующих факторов, являющихся основой прогноза. Эталонный объект по своим параметрам должен состоять из определенного множества признаков объектов, составляющих закономерный ряд родственных по геолого-генетическим особенностям месторождений.

3. Необходимо коренным образом пересмотреть результаты минералогических, геохимических и технологических исследований, базирующихся на устаревших лабораторных методиках и анализах, и создать современную аналитическую базу. Так, применяемый в настоящее время основной метод определения содержания золото-пробирный анализ в зависимости от типов руд и фазового состава золота, занижает истинное содержание золота от 1,5-2 до 30 и более раз. Наблюдается также большой разброс (от 1-3 до 300-470 раз) значений содержаний золота различными аналитическими методами.

Создание универсальной минералого-геохимической (аналитической) базы определения всех фазовых форм золота в рудах различных геолого-промышленных типов месторождений является основой создания совершенных технологий полного извлечения золота из руд.

4. Новые данные фундаментальных исследований по микро- и наноминералогии открыли новые возможности увеличения запасов золота в рудах, а также в коренном усовершенствовании технологии его извлечения. Установлено, что микро- и наноформы золота развиты не только в месторождениях углеродистых, сульфидных и близповерхностных золото-серебряных формаций, но и широко представлены в рудах среднеглубинного золото-сульфидно-кварцевого типа, ранее считавшегося относительно легко обогатимыми рудами. Установлено, что «невидимого» золота в кварце больше чем в других минералах. В связи с этим, встает вопрос о степени вскрытия такого золота при технологии извлечения и однозначно объясняет причину ухода в хвосты значительной части золота.

5. В составе проведенных работ составлены конкретные рекомендации по проведению детальных геологоразведочных работ. Они включают необходимость принципиальной оценки золотоносности колчеданных месторождений Рудного Алтая и Центрального Казахстана, проведения детальных работ на рудоносных вулкано-тектонических структурах Северного Прибалхашья, коровых объектах Семипалатинского Прииртышья и Тургая и крупнообъемных россыпных месторождениях с мелким и тонким золотом, так называемого дальнего переноса и переотложения (рр. Ертіс, Есиль и др.) и конусов выноса (Куршим, Шар и др.).

Приведенные в отчете по фундаментальным исследованиям данные имеют принципиальное значение и могут быть заложены в основу формированного развития золотодобычи в Казахстане.

Минерагения и оценка перспектив базит-гипербазитовых комплексов Казахстана.

Минерагения базит-гипербазитовых массивов очень разнообразна. С этими массивами связаны месторождения меди, никеля, хрома, железа, титана, платиноидов, талька, хризотил-асбеста и других полезных ископаемых. Кроме этого, сами породы интрузивов являются полезным ископаемым – облицовочные камни. Целью проведенных исследований являлись медно-никелевое и титан-магнетитовое оруденение, как нетрадици-

онные промышленно-генетические типы месторождений меди, никеля и титана для Казахстана.

Перспективы обнаружения медно-никелевых месторождений в Казахстане связаны с небольшими массивами базит-гипербазитового состава, прорывающим осадочные породы, обогащенные серой, характеризующимися пониженными кларками меди и никеля.

В Казахстане кроме небольших месторождений Камкор и Южный Максут известен ряд рудопроявлений (Кенши, Тасты, Медное, Уртынжал), которые требуют оценки их промышленного потенциала.

Все магматические промышленные месторождения титаномагнетитовых руд пространственно и генетически связаны исключительно с базит-ультрабазитовыми интрузиями. Массивы, в которых заключено промышленное оруденение, характеризуются хорошей дифференцированностью (габбро, габбро-нориты, нориты, габбро-диабазы, габбро-анортозиты, пироксениты и др.). Они заливают в форме лopolitoобразных или чаще плитообразных (трещинных) тел, приуроченных к зонам глубинных разломов.

До настоящего времени в Казахстане не было известно ни одно промышленное месторождение титаномагнетитовых руд. С открытием Тымлайского месторождения появилась перспектива открытия объектов этого типа в Казахстане, что существенно укрепит сырьевую базу титана.

Изучить на микро- и наноуровне формы нахождения благородных, редких и рассеянных элементов в рудах месторождений «черносланцевого» типа Казахстана и оценить их перспективы на платиноносность.

Месторождения золота «черносланцевого» типа на данный момент считаются основным резервом золота для многих стран Мира, в том числе и Казахстана. Это определяет актуальность проведения научно-исследовательских работ с целью исследования на микро- и наноуровне форм благородных, редких и рассеянных элементов. Этот аспект определяется необходимостью разработки новых технологий по извлечению полезных компонентов из тонкодисперсных руд, характерных для месторождений «черносланцевого» типа.

До сих пор не вполне ясно, в каком состоянии золото и другие благородные металлы распределены в сульфидах и других неорганических минералах, не говоря уже о формах их находде-

ния в углеродистых соединениях и минералах углерода. Эта проблема имеет существенное значение как для понимания процессов формирования данных месторождений, так и для эффективного извлечения благородных металлов из руд месторождений «черносланцевого» типа.

Использование микро- и наноминералогии позволило автору получить новую информацию о вещественном составе продуктивных рудных минеральных ассоциаций золоторудных месторождений «черносланцевого» типа, что особенно касается форм распределения золота и платинидов как в сульфидах, так и в углеродистом веществе.

Наши исследования определили большое разнообразие форм, размеров и состояний золота и других благородных металлов, как в сульфидах, так и в углеродистом веществе.

Важной особенностью кристаллохимии золота является то, что оно относится к элементу с сильной тенденцией к эндокрипции – вхождение микроэлементов в структуры минералов с помощью присущих им дефектов. Такими дефектами являются вакансии в кристаллической решетке, с которыми связываются наибольшие пределы вхождения золота (до 10^2 мас. %). Нами зафиксированы микронные размеры золотин, развитых в дефектах зонарных пиритов в центральных зонах с пузыристой микроструктурой.

Другое перспективное направление в геохимии и кристаллохимии золота является изучение состояния и состава поверхностных неавтономных нанофаз на кристаллах – хозяинах (сульфидах), их поглотительной способности в отношении золота и других металлов. Эти неавтономные фазы (НФ) сформированы не в процессе зарождения и роста сульфидов, а в процессе взаимодействия компонентов системы с поверхностью уже существующей фазы в пределах 100–300 нанометрового окисленного слоя, где пределы вхождения золота примерно на два порядка величины превышают «истинную» изоморфную емкость кристаллов концентраторов.

Были выявлены из НФ арсенопириты, пириты и шунгитов наноминералы благородных и других металлов из руд месторождений Бакырчик и Большеви: PtS_2 , PdS_2 , PtAs_2 , Pt_5Ti_3 , Pt_2Y , $\text{Pt}(\text{AsS})_2$, CoPt , Pt_{16}S_7 , K_2PdO_2 , Na_2PdO_2 , $\text{Na}_2\text{Pd}_3\text{O}_4$, OsS_2 , $(\text{Os}, \text{Ru})\text{AsS}$, $\text{AlPtC}_{0.5}$, FePtC , $\text{Cr}_{2.4}\text{Pt}_{1.7}\text{C}_{1-x}$, AgAuS , AuCl , AuO , $\text{AuSb}_{2\text{AgFe2S3}}$, Ag_7AsS_6 , Ag_2AsS_2 , AgCl , AgClO_4 , AgAsS_3 , AgFe_2O_3 ,

Ag_4SeS_3 , $\text{Ag}_{1-x}\text{S}_8$ и другие, которые почти всегда сопровождаются пирротином и теннантитом (на-ноуровень).

В шунгите рудной и окорудной зоны выявлены микроагрегаты благородных металлов, сопровождающиеся пирротином и тетраэдритом, и комплексом «чужих» компонентов – редких и рассеянных элементов. Последние представлены микроминералами с резким нарушением стехиометрии и наличием примесей искажающих формулы минералов. Здесь же присутствуют «фантаститы», состоящие из смесей серебра, таллия, йода, олова, висмута, индия, галлия и др. (микроуровень).

Микронразмерные благородные металлы развитые в шунгите, в основном – самородные. Платина чистая или с примесью Ti, Fe, Sn, Cu. В агрегате микрослоя встречаются хлор, бром, йод и ртуть. Золото в этом слое высокопробное или с примесью серебра (электрум) или меди (купроаурит), отмечено палладистое золото (порпецит). Серебро самородное и с примесью меди и золота.

Отмечая переход поверхностного нанослая (на сульфидах) в микрослой (более окисленное фазовое состояние) следует выделять тесноту их связей с углеродистыми соединениями. Нанослой кристаллизовался в многофазных системах в присутствии примесных компонентов (Cu, Zn, Pb, As, K, Ti, TR, W, Sn, V, Ta, Nb, Jn, Ga, J, Br, Cl и др.) и характеризует геохимическую обстановку минералообразования с участием углеродистых соединений.

Следует обратить внимание на то, что кластерные наноминералы, развитые в НФ сульфидов и переходящие в области развития шунгита, «занимают» различные структурные наноформы, представленные нанотрубками, наночастицами с фуллеренообразными структурами, сочетанием нанотрубок с фуллереноподобными разностями, «слипшимися» агрегатами с микросферической огранкой и другими.

Из минералов благородных металлов, заполняющих нанотрубки и наночастицы с фуллереноподобной структурой особое место занимают сульфиды, арсениды: PtS_2 , PdS_2 , PtAs_2 , PdAs_2 , Pt(AsS)_2 , AgAuS , и карбиды: Fe_3PtC , $\text{Cr}_2\text{Pt}_2\text{C}$. В сферических наночастицах с фуллереноподобной структурой встречены соединения вольфрама, в том числе дисульфид вольфрама (WS_2) .

Фуллереноподобные углеродистые структуры представляют собой углеродистую пленку, завер-

нутую в объемную форму с признаками гексагонододекаэдра (фуллерен). Встречаются фуллереноподобные углеродистые структуры в виде толстой пленки, завернутой в конус, в котором наблюдаются ячейки с гексагональным мотивом огранки с включением большого разнообразия нанофаз, в том числе Pd_4Si , $\text{Pt}(\text{AsS})_2$ и AuCl .

В заключении следует отметить, что наиболее крупное золото и серебро встречается в сульфидах как эндокриптическое, занимающее дефекты кристалла – хозяина, обычно «самородное» или твердые растворы с серебром. Затем эти металлы вместе с платиной, палладием и осмием встречаются в нанослое сульфидов и в сопутствующем шунгите в химически связанном состоянии с S, Fe, As, O, C. Платина, серебро и золото самородное микронных размеров имеют масштабное развитие в углеродистом веществе (шунгите) рудных и окорудных зон месторождений. Приведенные данные требуют перестройки технологии передела руд на извлечение не только тяжелых фракций, но и легкой (обогащенной углеродистым веществом).

Научная новизна и достояние наноминералологии месторождений «черносланцевого» типа, в первую очередь, состоит в том, что наноминералы благородных металлов включены или развиты на поверхности специфических наноструктур: нанотрубок (углеродистых и неуглеродистых), фуллереноподобных структур (ограниченных и неограниченных), переходных структур между выше названными, «слипшимися» агрегатами и другими сложными наноструктурами.

Актуальность наших исследований вытекает из трех проблем.

Первая – в Мире развито большое количество месторождений «черносланцевого» типа, которые фактически до сих пор не имеют эффективную технологию обогащения и извлечения благородных металлов.

Вторая – определение форм, размеров и состояния нахождения рудных элементов в сульфидах и углеродистых соединениях является основой для создания новой технологии извлечения.

Третья – аналитические данные определения благородных металлов и, особенно платиноидов, в черносланцевых средах весьма затруднительны и мало достоверны, что подчеркивает большую значимость применения нано-микроминерологических исследований как для технологических, так и минерагенических работ.

Имеющиеся лабораторные исследования по созданию новой нанотехнологии обогащения и извлечения тонкодисперсных руд «черносланцевого» типа (с учетом авторского патента 2003 г.) показали возможность извлеченияnano- и микроФормных компонентов благородных металлов с высоким, зачастую ураганным содержанием:

по золоту на порядок выше,
по серебру на два порядка выше, чем в исходных рудах.

Этот порядок определяется:

первое – большинство элементов благородных металлов находится в наноразмерном состоянии и, второе – они тесно связаны не только с сульфидами но и в значительной мере с углеродистым веществом, с которым многие технологии ведут «истребительную войну».

К практической стороне исследований следует отнести то, что золоторудные месторождения Бакырчикского, Боко-Васильевского и Северо-Казахстанского (Кварцитовые Горки) районов приобрели статус золото-платиноидных. Обнаружено большое разнообразие редких и редкоземельных нано-микроминералов, которые ждут своей оценки с позиции возможной попутной извлекаемости и промышленной ценности.

На основе современных компьютерных технологий провести петрохимическую идентификацию магматических комплексов Казахстана и создать геодинамические модели эволюции его рудоносных структур.

Созданы петрохимические модели рудоносных Жалаир-Найманского, Сарытумаского, Текелийского палеорифтов, Тастауской глубоководной впадины, среднедевонского Кастекского, раннекарбонового Кетменского и позднепермского Бозмойнакского рифтов Южного Казахстана. Определены их границы, направления, времена образования, характер магматизма, структурные и петрохимические факторы контроля оруденения, позволяющие наметить конкретные перспективные участки для поисковых работ.

В Жалаир-Найманской зоне это щелочно-ультраосновные тела с высоким содержанием титана в составе массивов Андасай, Байгара, Джамбульский, Каратальский, аналогичные массивы гипербазитов, вмещающим оруденение на месторождении Тымлайского рудного узла.

В Сарытумской палеорифтовой зоне перспективны региональные и локальные разрывные структуры, контролирующие размещение рудных тел месторождения Бурултас, баритовых и марганцевых месторождений.

В Текелийской палеорифтовой зоне подлежат освоению рудоносные глубокие горизонты месторождений и тектонически перекрытие девоном рифтовые углеродистые и карбонатные толщи нижнего палеозоя.

В Кастекском палеорифте благоприятным поисковым признаком является наличие даек, секущих подвулканическую зону девонского пояса.

В Кетменском карбоновом рифте перспективны на медное и полиметаллическое оруденение субширотные пологие ослабленные зоны, секущие базальтовые туфы и туффиты, края жерловин и субвулканических тел и карбонатные отложения визейско-серпуховского возраста.

Пермский Бозмойнакский рифт контролирует размещение золотоносных линейных тел трахириолитов, параллельных его границам и являющихся весьма перспективными (месторождение Безымянное, Аршалы и др.). Полого погружающаяся к востоку кровля Восточно-Кетменского гранитного массива и его надинтрузивная часть перспективны на редкометально-редкоземельное с золотом оруденение. Эта территория очень слабо изучена в связи с недоступностью по ранее существовавшим требованиям пограничного режима. В настоящее время она открыта и заслуживает детального изучения. На сопредельной территории Киргизии этот тип оруденения образует крупные промышленные концентрации.

Системно-рудноформационный анализ территории Южного Казахстана.

Дана авторская трактовка фундаментальных понятий и принципов Общей теории систем, а также основных направлений системных исследований, получивших наименование в плане геологических дисциплин как «концепция нового униформизма». Доказывается, что системные исследования в плане изучения природных явлений и событий должны состоять из трех направлений, имеющих единую прогностическую цель и общее концептуальное основание – идею симметрии. *Первое – классификационное (генетическое и функциональное) направление:* биматричная систематика исследуемых событий (онтологическая и гносеологическая). Фундаментом данного направления является *метод матричной систематики* (ММС). Разработанная автором специально для решения прогнозных задач унифицированная классификационно-системная матрица «Уникласс», отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм существования и функционирования любых фундаментальных

Систем – *прямую и обращенную периодичность* внутрисистемных свойств, являет собой методологический фундамент системных исследований и концепции «нового униформизма». В своих конкретных приложениях матрица «Уникласс» представляет геометрическую интерпретацию теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструмент для их эффективного ретроспективного анализа и прогноза. Концептуальное, философско-методологическое, физико-математическое обоснование и принципы метода матричной систематики изложены в более ранних публикациях, где иллюстрируется фундаментальными примерами построения матричных классификаций химических элементов и рудных формаций, сейсмотектонических событий, плей-тектонических террейнов и тектоносферных геотектоногенов, рифтогенного и коллизионного вулканализма, кластогенных и хемогенных геологических формаций, магматических формаций, геохимии ландшафтов. Инвариантом всех матричных классификаций является общий алгоритм организации, существования и функционирования природных Систем как микромира, так и макромира – *прямая и обращенная периодичность внутрисистемных функциональных свойств*.

Второе – картографическое направление: картографическое представление исследуемых системных событий – районирование. Оно выполняется согласно родовой и уровневой позиции исследуемой системы в едином ансамбле позиционных природных систем (сейсмотектоническое, геотектоническое, геоморфологическое (оро-гидрографическое), структурно-формационное, петро-металлогеническое, климатическое, ландшафтно-геохимическое районирование). *Третье – функциональное направление:* системно-феноменологический анализ исследуемых событий – также в соответствии с конкретной Системой, а именно: сейсмологический, геодинамический (рифтогенно-коллизионный и седиментогенно-складчатый), тафро-орогенический и кластогенно-литологический, рифтогенно- и коллизионно-вулканический и хемогенно-литологический, петрохимический, рудно-формационный, ландшафтно-геохимический анализы, выводы по которым имеют объективный ретроспективный либо прогнозный характер. Все указанные три направления отражают знаменитую гегелевскую диалектическую триаду: «*тезис – антитезис – синтез*». Таким образом, операционный комплекс прогнозных процедур функционального направления предполагает синтез классификационного и

картографического направлений системных исследований, имеющих общее концептуальное основание – идею полной симметрии. Так, например, синтез матричной систематики сейсмотектонических событий и геотектонического районирования и есть сущность системно-сейсмотектонического анализа как эффективного инструмента долгосрочного прогноза катастрофических и разрушительных землетрясений. Аналогично – синтез матричной систематики рудных формаций и геотектонического районирования и есть сущность *системно-рудноинформационного анализа (СРФА)* как эффективного инструмента прогнозно-металлогенических построений. Раздел завершается перечнем авторских публикаций по тематике системных исследований.

В втором – методическом разделе последовательно по отдельным главам изложены конкретные авторские разработки по биматричной систематике рудных формаций, принципы геотектонического районирования, иллюстрируемые конкретной схемой районирования Казахской «складчатой» страны и, наконец, собственно *методика системно-рудноинформационного анализа* горнорудных районов как эффективного инструмента прогнозно-металлогенических построений.

В третьем – завершающем разделе даны предварительные результаты впервые выполненного системно-рудноинформационного анализа с представлением прогнозно-минерагенических построений по конкретным рудным районам рассматриваемой территории. Последовательно изложены результаты СРФА по Коксу-Текелийскому горнорудному району, Тайсоган-Актогайскому, Акбакай-Ботабурумскому, Чу-Кендыктасскому рудным районам и Карагатуской металлогенической провинции. Составлен сводный каталог перспективных объектов и поисковых площадей с указанием предполагаемого ранга и прогнозных ресурсов минерального сырья, а также рекомендации по видам и объемам поисково-оценочных работ. Авторы надеются, что выполненные фундаментальные исследования станут прецедентом более широкого внедрения методологии системных исследований в практику научно-исследовательских и геолого-поисковых работ.

Авторы прекрасно осознают, что широкая аудитория геологов, воспитанная на традиционной формальной интерпретации геологического строения регионов, их геолого-формационных и сугубо отраслевых металлогенических особенностей воспримет буквально «в штыки» инновации-

онную попытку системной интерпретации геологических проблем. Всем специалистам следует считаться с велением времени – для эффективного решения любых научных проблем необходимо масштабно и широко привлекать методологию системных исследований.

Шунгиты Казахстана и золы ТЭЦ.

Определено многообразие состояний шунгитов как класса пиробитумов. Кериты, антраксолиты, шунгиты и графитистые сланцы составляют природный ряд пиробитумов в мере дегидрополиконденсации углеродистой фазы или потери углеводородами водорода. Кериты и антраксолиты богаты УВ и представляют природное сырьё для тоннажного извлечения широкого списка полициклических УВ, в которых может быть заинтересована фармакология, производство красителей для полиграфии и текстильной промышленности; химия полимеров; тонкие химические технологии и т.д. Шунгиты – это песчаники, алевролиты, карбонаты – с углеродистым заполнением в пористости, потерявшим полностью водород. Углеродистая фаза представлена графитоподобной сеткой. Сетка отличается от графитовой наличием множества пятиугольных, и иных атомных ячеек, что её пространственно хаотично искривляет. Обрывки сетки в сближении на наноуровне сшиваются химическими боковыми ?-связями в агрегативные хлопья. Это является структурным мотивом углеродистой фазы как шунгита. Пространственно искривлённые, но сшитые обрывки сетки образуют рыхлые объёмные агрегаты, обеспечивающие шунгиту уникальные адсорбционные способности. Адсорбируется всё из ближайшего окружения, в том числе атомы и соединения металлов и неметаллов, углеводороды, вирусы, бактерии и нечистоты из сточных вод. Металлы, попавшие в пространство хлопьев, связываются прочными карбидными связями, почему золото на месторождении Бакырчик на 40% уходит в хвосты. Имеются сведения о платиноносности шунгитов, но это как их типоморфное свойство не подтверждается. Шунгиты могут нести любую металлическую нагрузку в своей адсорбционной ёмкости, в зависимости от природной ситуации в их геологической истории. Под этим имеется в виду возможность попадения участков нефтематеринской и уже метаморфизованной толщи в условия гидротермальной и вообще любой формы минерализации. Ярким примером является группа рудных объектов Текели, где крупное полиметалличес-

кое месторождение наложилось на углеродистую толщу текелийской свиты в антраксолит-шунгитовом состоянии. В шунгитах Текелийского месторождения отмечаются содержания платиноидов до 40 г/т. Отсюда возникает представление о платиноносности шунгитов вообще. Были выполнены капиталоёмкие тематические работы по платиноносности шунгитов Казахстана, не давшие обнадёживающих результатов.

Структурный мотив шунгитового углерода в виде пространственно искривлённой сетки способствует в некотором маловероятном приближении (1 : 1000000) достигать искривления до склонивания в сферу. Такие углеродные сферы известны как фуллерены. Их наличие является типоморфным свойством шунгитов вообще. Фуллерены появляются уже в керитах, наименее метаморфизованных пиробитумах. При оценке 1 : 1000000, в переходе к объёмам, ($v 1000000 = 100$), один кластер фуллерена диаметром 7? в среднем может находиться на объём 100x 100x 100?³ углеродистой фазы и создавать средние содержания в породе $n \cdot 10^{-4} \%$. Близкие к этому содержания нами получены для руд Текели.

Напротив, неискривлённые фрагменты шунгитовой сетки, где отсутствуют ячейки, отличающиеся от шестиугольных, представляют собой графит, который присутствует уже в керитах (Мизерная М.А., 2002) и его содержания нарастают по мере метаморфизма.

Шунгиты несут большое количество всех металлов, адсорбированных ещё в диагенетической фазе образования нефтепродуктов, но и значительно позже. В ходе метаморфизма металлы связываются в углеродистой фазе вначале в металлоорганические, а ближе к шунгиту – перестраиваются в карбидные соединения. Тем самым химическая прочность их связей повышается (Бакырчик). В технологиях извлечение металлов возможно, а в комплексном переделе и рентабельно в условиях экстремальных методов (извлечением царской водкой, цианидами, выжиганием углерода и т.д.). Это предполагает, например, возвращение к переделу хвостов Бакырчикского горнорудного предприятия.

При комплексном переделе шунгит как обычный песчаник или известняк, но пропитанный углеродистой фазой, на 70 – 99% состоящий из матрицы, силикатной, или карбонатной, оставляет эту фазу для отходов. Но этот материал может быть полностью использован как компонента в цементном производстве. При налаженных от-

ношениях шунгитовый передел может стать безотходным.

Золы ТЭЦ значительно сложнее по качественному составу, чем шунгиты, и их передел может быть рентабельным только в комплексном представлении. Если технологически разобрать золу на составляющие компоненты, то, в зависимости от природных источников сжигаемых углей, выделится до нескольких десятков продуктов, представляющих значительный коммерческий интерес. Попытки утилизировать золу в направлении одного какого-либо продукта, или способа использования, до настоящего времени нигде в мире ещё не привели к успеху. Но зола состоит из компонентов, известных в горнорудной промышленности по природным источникам, получение которых налажено издавна. Это железная руда, представленная в золе магнетитом и марганцом в магнитной фракции (до 2%). Может извлекаться магнитной сепарацией; ряд компонентов, аналоги которых на ГОКах извлекаются обычной флотацией: корунд, карборунд, графит, стеклоуглерод, силикатные сферы, каолин и т.д. Металлы в золах содержатся в более высоких

концентрациях, чем в шунгитах. Как продукты сгорания золы являются результатом обогащения в пропорции к коэффициенту зольности исходных углей, тогда как содержания в шунгитах близки к содержаниям в углях. Поэтому извлечение металлов из зол более рентабельно, чем из шунгитов, хотя возможно по одинаковым технологиям. По нашим данным, содержания платиноидов в золах от Экибастузского разреза, устойчиво держатся суммарно около 1 г/т., при этом Pt – 0/6 г/т. (содержания платины,ываемые кадастром от 0.1 г./т.) Золы также содержат широкий список углеводородов, подобно шунгитовым. Они являются уже продуктами синтеза в пламени топок из недогорающего угля в восстановительной зоне факелов. Их список представлен, как и в шунгитах, сотнями названий, но отличается по качественному составу за условия синтеза.

Перечисленные и другие компоненты золы составляют в сумме 20 – 25% её массы. 75% – представленные в основном силикатной фазой, полноценное сырьё для цементного производства. Передел золы, как и передел шунгитов, можно довести до безотходного производства.