

УДК 553.463(574)

Ф. Г. ГУБАЙДУЛИН, Т. М. ЛАУМУЛИН, А. И. КУЗОВЕНКО

ВОЛЬФРАМОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА (состояние и перспективы)

Қазақстандағы вольфрам кенорындарының 2 тобы қаралған – штокверкті және стратиформды түрі. Штокверкті түрі Орталық Қазақстанда таралған және жоғарғы Қайрақты, Оңтүстік Жәуір, Ақсарылы, Селтей т.б. кенорындары көрсетілген. Бұл негізгі балаңсты бөлікті құрайтын вольфрам қорының көрнекті түрі. Бұл кенорындарды пайдаға асыруды тоқтатып тұрған фактор – вольфрамның өте аз құрамда болуында, бірақ жылына бес-жеті млн т руда өндіруде бұл кенорындар табылмас қор болып табылады.

Стратиформды түр Көкшетауда дамыған – кенорындар Баян, Ақсоран, Имантау, т.б. Бұл кенорындар құрамындағы вольфрамға байланысты Қытай, Канада, Ресей кенорындарымен қатар қойылған. Бұл Қазақстандағы жаңа вольфрам дамуының өндірістік-генетикалық түрі.

Республикада вольфрам пайдалы қазбаларының дамуына барлық мүмкіндіктер бар.

Рассматриваются две группы вольфрамовых месторождений в Казахстане – штокверковый и стратиформный типы. Штокверковый тип распространен в Центральном Казахстане и представлен месторождениями *Верхнее Кайрақты, Южный Жаур, Ақсарлы, Селтей и др.* Это наиболее представительный тип, составляющий основную балансовую часть запасов вольфрама в Казахстане. Сдерживающим фактором освоения данных месторождений являются низкие содержания вольфрама, но при производительности карьеров в 5-7 млн. т руды в год и крупных запасах такие месторождения становятся рентабельными.

Стратиформный тип преобладающе развит в Кокшетау – месторождения *Баян, Ақсоран, Имантау и др.* По содержанию вольфрама данные месторождения сопоставимы с месторождениями *Китая, Канады, России.* Это новый перспективный промышленно-генетический тип вольфрамовых проявлений в Казахстане.

В Республике есть все необходимые предпосылки для развития вольфрамовой отрасли.

Two groups of tungsten deposits in Kazakhstan are considered. They are of storkwork and stratiform type. The stockwork type is distributed in Central Kazakhstan at the deposits *Verkhnee Kairakty, Southern Zhaur, Aksarly, Seltei and others.* This type prevails having essential balance part of tungsten reserves in Kazakhstan. Low content of tungsten hinders exploitation of the deposit, but with annual output of 5-7 mln. tons of ore and large reserves such deposits become profitable. Stratiform type prevails in Kokshetau – deposits *Bayan, Aksoran, Imantau and others.* According to wolfram content these deposits are comparable with those of *China, Canada and Russia.* It is a new promising industrial-genetic type of wolfram occurrence in Kazakhstan. The Republic has all necessary prerequisites for development of tungsten branch of industry.

Қазақстан – крупная вольфрамовоносная провинция мира. Государственным балансом запасов вольфрама в Республике по состоянию на 2001 г. учтены 16 месторождений, в том числе 10 с балансовыми и 6 с забалансовыми запасами. Основная часть балансовых запасов вольфрама (91,3 %) приходится на штокверковые месторождения – *Верхнее Кайрақты, Караоба, Богуты и Коктенколь (молибден-вольфрамное).*

По ресурсам вольфрама Казахстан занимает второе место в мире после Китая, а по общим запасам – 8 место (1,2 % – «Аэрогеология», 2001 г.). Основным сдерживающим фактором освоения

штокверковых месторождений республики является низкое среднее содержание триоксида вольфрама в рудах (0,13-0,19 %). В то время как содержание WO_3 в месторождениях Канады составляет 0,8 %, в Китае – 0,4 %, в России и США – 0,2 %. Из других стран мира качественные вольфрамные руды выявлены в Северной Корее – 1,8 % WO_3 , в Монголии – 1,5 % WO_3 , в Таджикистане и Таиланде – 1 % WO_3 .

Бурный рост промышленности в мире предъявляет все больший спрос на различные виды полезных ископаемых, в том числе на вольфрам. Мировое потребление вольфрама растет, поэто-

¹–Қазақстан, 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а, Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева.

му все больший интерес проявляется к различным генетическим типам вольфрамовых месторождений, и прежде всего к штокверковым. Отличительной положительной чертой штокверковых месторождений Казахстана является масштабность проявления оруденения и соответственно значительные запасы. Среди них встречаются месторождения-гиганты с запасами, превышающими сотни тысяч тонн. Все штокверковые месторождения Казахстана могут быть отработаны открытым способом – наиболее производительным и экономически выгодным методом. Для освоения подобных месторождений разрабатываются специальные технологии обогащения. При переработке руды даже в 5-6 млн. тонн в год такие месторождения становятся рентабельными. Примером тому служит месторождение Коктенколь, которое готовится к освоению компанией ТОО «ДалаМайнинг». Аналогичные месторождения-гиганты молибдена и вольфрама в мире – *Руби-Крик* (Канада) с запасами металла 126,1 тыс. т рассчитаны на годовую производительность 6 млн. т руды в год. На месторождении *Маунт-Хоуп* (США) с запасами молибдена 590 тыс. т предполагается добывать 12 млн. т руды в год, *Спинифекс Ридж* (Австралия) с запасами молибдена 272 тыс. т будет отрабатываться с годовой добычей руды 12 млн. т.

Аналогичные данные приводятся и для золотодобывающих предприятий [1]. Так, на месторождениях золота черносланцевой формации – Мурунтау (Узбекистан) и Кумтор (Киргизия) годовая добыча руды соответственно составляет 20 и 6 млн. т при содержании золота 2,8 г/т и 3,6 г/т.

Этот тип объединяет месторождения Верхнее Кайракты, Богуты, Караоба (штокверк), Южный Жаур, Аксарлы, Селтей и ряд других [рис. 1]. Генетическая особенность месторождений – связь с лейкократовыми гранитными интрузиями. В одних случаях оруденение развивается в самой гранитной интрузии (Караоба), в других – в ее экзоконтактовых частях (Богуты), но наиболее продуктивными оказываются месторождения, сформировавшиеся в надинтрузивных зонах гранитных интрузий. Причем, чем глубже залегает интрузия, тем больше вертикальный размах оруденения – от 200-300 м (Южный Жаур, Аксарлы, Селтей) до 2000 м (Верхнее Кайракты) и тем больше практическая значимость таких объектов.

Руды штокверковых месторождений комплексные – вольфрам-молибденовые, иногда с повышенным содержанием висмута (Караоба), сопутствующие компоненты – серебро, селен, теллур.

Среди штокверковых месторождений вольфрама по степени практической значимости выделяется гигант – Верхнее Кайракты, несколько меньшее по масштабам – Богуты, остаются недоразведанными и недооцененными ряд объектов – Саран, Селтей, Аксарлы, Южный Жаур, Байназар. В условиях все возрастающего спроса на редкие металлы, в том числе на вольфрам, промышленный потенциал штокверковых месторождений имеет тенденцию к возрастанию.

Наиболее представительным объектом среди штокверковых месторождений вольфрама является Верхнее Кайракты.

Месторождение Верхнее Кайракты. Месторождение находится в ядерной части северо-восточной окраины Шетского антиклинория. По геофизическим данным, на площади рудного поля установлен pluton сложной формы размером 17x5 км с верхней границей 2,2 км и нижней – 6-7 км. Он состоит из интрузивных тел пяти комплексов от основного до кислого составов.

В процессе формирования месторождения выделяется два редкометалльных и один сульфидный этапы. Основной рудный минерал – шеелит, встречается не менее чем в пяти генерациях жил и прожилков. Второй по значимости – молибденит, широко распространен в нижних горизонтах. Оруденение концентрируется преимущественно в двух близко расположенных конусовидных штокверках. Общий контур штокверковой зоны 10x18 км, а редкометалльная площадь составляет 2300 м². В объеме тел выделяется два наиболее обогащенных участка – Западный и более богатый – Восточный.

Вольфрамовое оруденение в шеелит-пирит-кварцевых ассоциациях концентрируется преимущественно до глубины 750-800 м, молибденовое тяготеет к более глубоким горизонтам. В целом вертикальный размах редкометалльного оруденения составляет около 2 км. Среднее содержание вольфрама по месторождению – 0,131 %, молибдена – 0,005 %, серебра – 0,39 г/т.

Распределение вольфрамового оруденения в штокверке равномерное с постепенным уменьшением к периферии. Такое распределение ору-

**СХЕМА
РАЗМЕЩЕНИЯ ОСНОВНЫХ
ВОЛЬФРАМОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА**

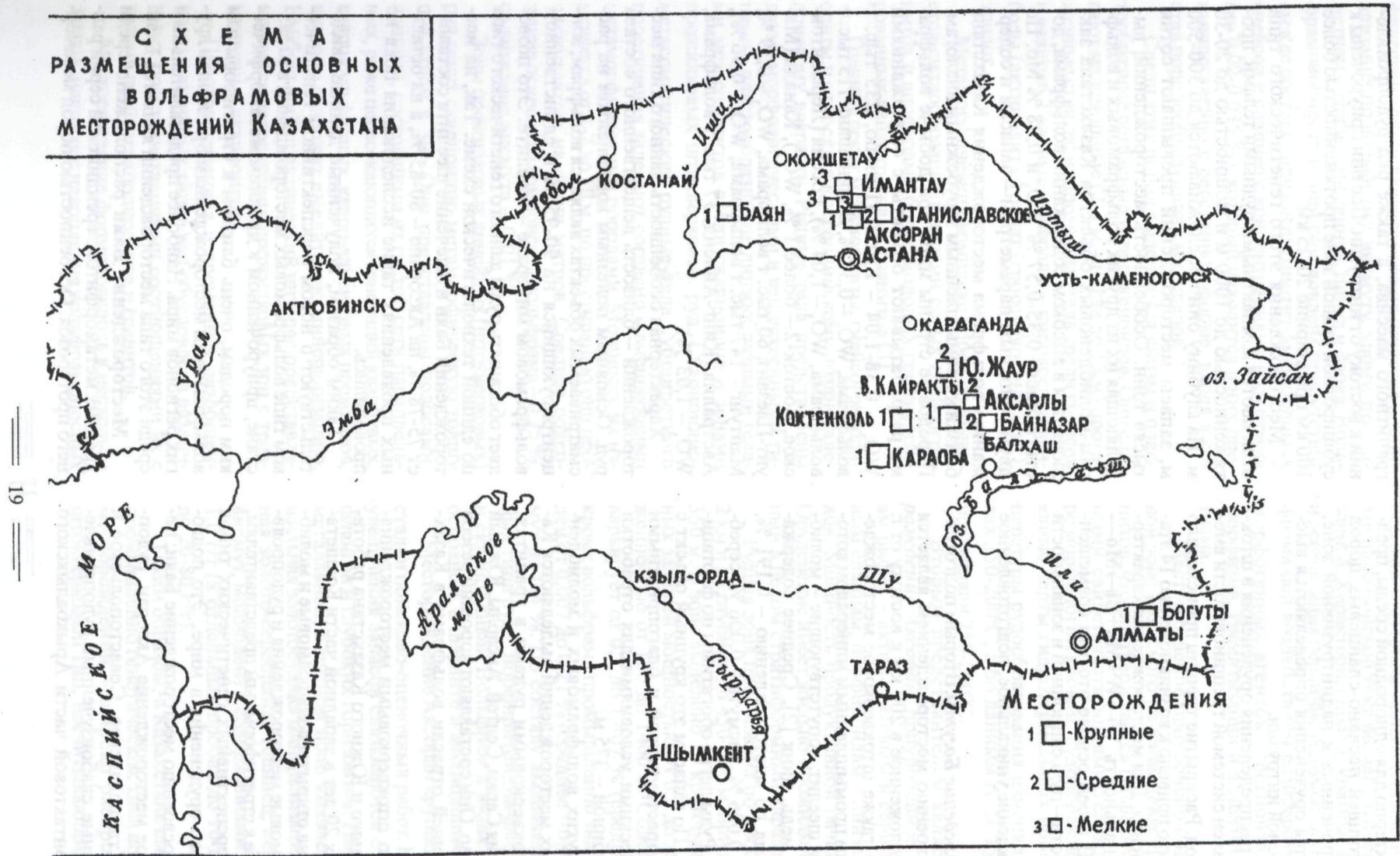


Рис. 1

денения характерно для однородной среды, представленной толщей песчано-сланцевых пород силура, приуроченных к надинтрузивной зоне. Общие контуры оруденения определяются выступом рудоносной интрузии.

Характер распределения оруденения в штокверке обусловлен системой трещиноватости вмещающих пород. Раскрытие трещин происходило ритмически, что привело к возникновению 14 этапов их заполнения. Для месторождения характерна рудная зональность $Wt \rightarrow W+Mo+Bi \rightarrow Mo-Cu+Zn+Pb$. В своей основе это тип совмещенной зональности – пульсационной и зональности отложения.

Месторождение уникальное, подготовленное к освоению.

Месторождение Богуты. Вторым подготовленным к освоению месторождением является Богуты, расположенное в 200 км к востоку от г. Алматы. Это также штокверковое месторождение, основным промышленным минералом которого является шеелит, сопутствующие – молибден, висмут, медь, цинк [2]. Среднее содержание вольфрама по месторождению – 0,191 %, молибдена – 0,006 %, висмута – 0,006 %, серебра 1,7–4,7 г/т. Руды легко обогатимы по флотационной схеме. По запасам это крупный объект с развитой инфраструктурой и благоприятными горнотехническими условиями для отработки карьером глубиной – 375 м.

Среди других вольфрамовых и молибден-вольфрамовых месторождений выделяются Караоба со штокверковыми рудами в гранитах, месторождения Саран, Селтей, Аксарлы, Южный жаур, Байназар. Они составляют хороший резерв для добывающей отрасли вольфрама в Казахстане.

Наряду со штокверковыми месторождениями Центрального и Южного Казахстана работами последних 20 лет в западной части Кокшетауского региона открыты вольфрамовые и молибден-вольфрамовые месторождения и рудопоявления близкие к стратиформным представителям, одного из перспективных генетических типов вольфрамового оруденения в мире. Это подготовленное к освоению месторождение Баян, недоразведанное месторождение Аксоран, рудопоявления Станиславское, Севастопольское и многочисленные слабоизученные рудопоявления в экзоконтактовой части Арыкбалыкского

гранитного массива, а также ряд рудопоявлений к востоку от интрузии. Все они приурочены к субширотной рудной зоне протяженностью более 100 км при ширине 20–25 км.

Месторождения этого генетического типа отличаются компактными рудными телами, протяженностью до 1000 м и мощностью до 20–30 м. На глубину они прослеживаются до 300–500 м, запасы месторождений превышают сотни тысяч тонн. Особенность месторождений, выделяющая их из других вольфрамовых и вольфрам-молибденовых объектов Казахстана заключается в высоком содержании вольфрама, достигающего 0,35–0,57 % WO_3 и 0,08 % Mo. По двум основным параметрам – запасам и содержанию вольфрама месторождения Казахстана близки к промышленным зарубежным аналогам. Передовые страны мира при добыче вольфрама разрабатывают объекты с содержаниями WO_3 – 0,38–1,04 – Китай (Цинлю, 235 тыс. т вольфрама, WO_3 – 0,38 %, Долиньшань 115 тыс. т вольфрама, WO_3 – 1,04 %), Россия (Лермонтовское, Восток-2 – более 1 %, WO_3), Канада (Мант-Плезант, 60 тыс. т вольфрама, WO_3 – 0,39 %; Мантунг – 147 тыс. т вольфрама, WO_3 – 0,96 %), Австралия (Кинг-Айленд, 37 тыс. т вольфрама, WO_3 – 1,03 %).

Характерная особенность данного типа месторождений – близость вещественного состава руд. Основным полезным компонентом на рассматриваемых объектах является вольфрам, концентрирующийся на 90–95 % в единственном вольфрамовом минерале – шеелите. Это позволяет обогащать руды данного генетического типа по единой технологической схеме. Так, на месторождении Баян извлечение шеелита составляет 75–78 %, на Аксоране – 80–85 %, а на остальных проявлениях такие исследования пока не проводились.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о новом перспективном генетическом типе вольфрамовых месторождений в Казахстане, приуроченном к древним метаморфическим породам, очень близком к стратиформным вольфрамовым месторождениям Бразилии и других регионов мира. Наиболее представительным среди этого типа месторождений является Баян.

Месторождение Баян расположено среди древних метаморфитов зерендинской серии раннего протерозоя. Особенностью пород метамор-

фической толщи является геохимическая специализация по вольфраму, висмуту, хрому, при заметном содержании свинца, цинка и олова. Вольфрамоносность толщи обусловлена присутствием в ее составе горизонтов биотит-амфиболовых гнейсов и сланцев с концентрациями вольфрама (до 0,02-0,035 %), который находится в них преимущественно в рассеянной форме, входя в состав породообразующих минералов.

Среди этих пород выделяются линзы и пластообразные согласные тела скарноидов. Они слабают маломощные (2-3 м, иногда до 15 м) протяженные стратифицированные тела среди гнейсов и сланцев. Главные минералы – пироксен, амфиболы (актинолит), гранат (гроссуляр-андрадит), эпидот.

Метаморфический комплекс пород прорывается силлообразными телами серых гнейсогранитов и апофизами более молодых грейзенизированных лейкократовых гранитов [3].

Граниты секут метаморфиты, гнейсогранодиориты и относятся к зерендинскому позднекаледонскому возрасту. Рудные тела представлены двумя морфологическими и вещественными типами – пластообразными, линзообразными телами метасоматитов среди скарноидов и зонами прожилковых штокверковых руд. Скарноидно-метасоматические рудные тела субширотного простирания залегают согласно с вмещающими метаморфическими породами. Мощность их изменяется от 1-2 до 10 м, по простиранию они прослеживаются на сотни метров. Среднее содержание основного компонента вольфрама – 0,35 %, содержание висмута – 0,01 %.

Зоны прожилковых линейных (штокверковых) руд секут скарноидно-метаморфическую толщу под углом в 30°. Они представлены полосами, лентами, состоящими из густой сети параллельных, реже пересекающихся генераций кварцевых, кварц-сульфидных, кварц-альбитовых прожилков, которые содержат шеелитовую минерализацию. Наибольший практический интерес представляют места пересечения прожилковых зон с телами рудных скарноидов.

Пространственная и временная разобщенность различных типов руд обусловлена различными пространственными соотношениями их с телами гнейсогранодиоритов и гранитов.

Месторождение формировалось в несколько этапов, начиная с накопления вольфрамоносных

осадков в древнем палеобассейне и кончая верхнепалеозойской тектономагматической активизацией. Характерны неоднократные мобилизация и регенерация первично седиментационного вольфрама под воздействием разновременных метаморфогенных агентов – регионального метаморфизма, гранитизации и аллохтонного магматизма.

Месторождение приурочено к надинтрузивной зоне Баянского массива лейкократовых гранитов, что подтверждается геофизическими данными, свидетельствующими о сложном характере морфологии кровли. Рудообразование носило явные черты гидротермальных процессов. Температуры рудообразования изменялись в пределах 350-200°C, а по данным А. П. Гуляева [4] не превышали 250-200°C.

Вторым представителем является *месторождение Аксоран*, приуроченное к отложениям рифея – актинолитовым и серицит-хлоритовым сланцам, порфириодам с линзами скарноидов. Мощность продуктивной пачки 200-240 м. Оруденение имеет жильно-прожилково-вкрапленный в целом стратиформный характер.

Рудная зона прослежена по простиранию на 2 км и на глубину до 450-500 м, при ширине 250-350 м. В зоне выделено 10 крутопадающих рудных залежей мощностью от 0,5 до 26,3 м, протяженностью от 100 до 1400 м. Содержание WO_3 варьирует от 0,2 до 1,407 % (среднее 0,502 %), кроме вольфрама промышленно значимы молибден от 0,007 до 0,21 % (среднее – 0,088 %) и висмут до 0,4 %. По составу выделяются два главных типа руд – порфиритоидно-амфиболитовый и скарноидный. Вольфрам в рудах находится, в основном, в шеелите и молибдошеелите.

Месторождение Аксоран крупное, изучено на стадии поисково-оценочных работ. Перспективы увеличения запасов связываются с доразведкой флангов и глубоких горизонтов. Наряду с редкометальной, в рудном поле выявлена кварцево-жильная золоторудная минерализация и вкрапленная золото-серебряная (свинец, серебро, цинк, висмут, молибден) с содержаниями золота – 0,2-1,0 г/т (в отдельных пробах до 10 г/т и серебра до 20-80 г/т).

Таким образом, в Казахстане выделяется два промышленно генетических типа вольфрамовых месторождений – широко распространенный штокверковый тип, насчитывающий более двух

десятков месторождений и представляющий основную минеральную базу вольфрамовой отрасли Республики. Среди месторождений этого типа выделяются месторождения-гиганты (Верхнее Кайракты), ряд крупных объектов (Богуты, Караоба – штокверк) и многочисленные средние и мелкие месторождения (Южный Жаур, Аксарлы, Байназар), часть из которых недоразведаны и до конца неизучены.

Основное достоинство данного генетического типа – крупные запасы, выдержанность рудных тел и соответственно содержания полезных компонентов по простиранию и на глубину, которая достигает тысячи метров. Руды по своему составу комплексные, кроме основного полезного компонента вольфрама на всех месторождениях содержатся молибден, медь, свинец, цинк. В отдельных случаях широко распространен бериллий, представленный единственным бериллиевым минералом – бериллом. Из элементов-примесей в заметных количествах содержатся редкие земли, селен, теллур, серебро и др.

Все штокверковые месторождения Казахстана могут быть отработаны наиболее производительным и экономически выгодным открытым способом. При производительности карьера в 5-6 млн. т руды в год штокверковые месторождения, несмотря на низкие содержания вольфрама и молибдена, оказываются рентабельными. Это подтверждается разработкой таких месторождений в Канаде, США и Австралии. В Казахстане таким примером является компания ТОО «Дала Майнинг», которая подготавливает к освоению месторождение Коктенколь.

Второй тип вольфрамовых месторождений развит в Кокшетау, Шу-Или, Кендыктасе, которые в геологическом и практическом отношении приближаются к стратиформным и выгодно отличаются от редкометалльных штокверковых месторождений Центрального и Южного Казахстана. Особенность месторождений – приуроченность к древнему метаморфическому комплексу, с повышенными содержаниями вольфрама. В отличие от штокверковых месторождений Центрального Казахстана рудные тела Кокшетау приурочены к горизонтам скарноидов и скарнов, согласно залегающих в гнейсово-сланцевой толще нижнего протерозоя. Сочетание древних метаморфических пород с прорывающими их интрузиями гранитов характерно для всех месторождений и рудопроявлений, прослеживающихся в рудной зоне. Это предопределило образование двух типов руд – метасоматических по скарноидам и скарнам и штокверковых, связанных с лейкократовыми гранитами. Формирование двух типов руд привело к образованию повышенных концентраций основного полезного компонента вольфрама и сопутствующих элементов – молибдена и висмута.

Характерная черта месторождений – однотипность вещественного состава руд установленных на известных и вновь открытых проявлениях и резко повышенные содержания (0,35-0,57 %) вольфрама, который концентрируется в единственном вольфрамовом минерале – шеелите.

Полученные данные свидетельствуют о новом перспективном промышленно-генетическом типе вольфрамовых месторождений в Казахстане, приуроченных к древним метаморфическим породам, очень близким к стратиформным вольфрамовым месторождениям Бразилии и других регионов мира [5].

Это вызывает необходимость дальнейшего изучения этого перспективного типа месторождений в Казахстане.

Баян и Аксоран – единственные объекты стратиформного типа, представляющие практический интерес. На остальных проявлениях остается ряд нерешенных вопросов, в частности, связь с интрузиями гранитов. Стратиформные месторождения вольфрама формируются в тесной пространственной связи с интрузиями гранитов и в их отсутствии промышленные рудные тела не образуются. Это подтверждается оруденениями на Баяне, Аксоране и Имантау. Заслуживает изучения зараженность зерендинской метаморфической толщи вольфрамом, молибденом и другими элементами.

Аналогичные стратиформные проявления вольфрама изучены на поисково-оценочной стадии в Шу-Или, Кендыктасе, их перспективы могут быть определены после проведения комплексных исследований.

Среди штокверковых месторождений подготовлены к освоению Верхнее Кайракты и Богуты, остальные объекты остаются недоразведанными. Основной вопрос – глубина становления рудоносных интрузий, которая определяет верти-

кальный размах редкометалльного оруденения. Детальные разведочные работы проведены на крупных объектах, средние и мелкие месторождения изучены с поверхности, глубокие горизонты заслуживают проведения геофизических (графика, магнитка) и разведочных работ.

В Республике есть все необходимые предпосылки для развития вольфрамовой отрасли. Наряду с разведанными штокверковыми объектами (Верхнее Кайракты, Богуты) остаются недоразведанными ряд более богатых стратиформных месторождений (Аксоран, Станиславское), которые могут явиться хорошим резервом для вольфрамовой отрасли Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глоба В. А. Особенности формирования и проблемы освоения суперкрупного месторождения Бақырчик. Геология Казахстана. Доклады посвященные Международному геол. конгрессу, Осло-2008. Алматы, 2008. С. 191-192.
2. Щерба Г. Н., Салин Б. А., Губайдулин Ф. Г. и др. Формирование шеелитового месторождения Богуты (Южный Казахстан). Геол. рудн. ме-ний, 1974, № 6. С. 3-17.
3. Щерба Г. Н., Губайдулин Ф. Г. К происхождению шеелитового месторождения Баян. Геол. рудн. ме-ний, 1984, № 3. С. 20-27.
4. Гуляев А. П., Адамян Н. Х., Фатхутдинов Д. Х. О стратиформном шеелитовом оруденении в Северном Казахстане. Геология рудн. месторождений, 1982, № 6. С. 52-62.
5. Денисенко В. К., Лобков В. А. и др. Стратиформные редкометалльные месторождения, «Недра», 1986, 219 с.