

Код МРНТИ 38.49.17

*С.С. Айтбаева, Ж.А. Шаяхметова, М.А. Мизерная

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан)

ҚАЛБА-НАРЫМ АЙМАҒЫНЫҢ ҚАЛБА КЕШЕНІНІҢ І ФАЗАСЫНЫҢ ГРАНИТОИДТАРЫНЫҢ КЕНДІЛІГІ

Аннотация. Қалба кешенінің (P_1) сирек металды минералдану ерекшеліктері қаралып, негізгі пегматит кен алаңдары мен қалба кешенінің І фазасының гранитоидтары арасындағы генетикалық байланыс анықталды. Қалба-Нарым аймағында бірнеше кенді аймақтар ерекшеленеді. Негізгі сирек металды кен аймағы Орталық Қалбамен шектеседі. Мұнда зерттелген сирек металды (Ta, Nb, Be, Li, Sn) пегматит нысандары – Огнев-Бакенді және Асу-Бұлақ кен алаңдары шоғырланған. Солтүстік-Батыс Қалбада Кварцты кен орны және берилл-сподумен минералданумен сипатталатын бірқатар кенбілімдер орналасқан. Мұндағы кен орындары мен кенбілімдері қалба кешенінің ІІ фазасының гранитоидтарымен байланысты болады. Бұл кен орындарының барлығы заманауи геофизикалық әдістер мен жоғары дәлдіктегі геохимияны қолдана отырып, толық зерттеуді қажет етеді.

Түйінді сөздер: Қалба-Нарым аймағы, қалба кешені, фаза, граниттер, пегматиттер, сирек элементтер.

Ore-bearing potential of granitoids of Phase I of the Kalba Complex in the Kalba-Narym region

Abstract. The features of rare-metal mineralisation of the Kalba complex (P_1) are considered, the genetic connection between granitoids of the I phase of the Kalba complex and the main pegmatite ore fields is established. Several ore zones are distinguished within the Kalba-Narym zone. The main rare-metal ore zone is confined to the Central Kalba. The most studied rare-metal (Ta, Nb, Be, Li, Sn) pegmatite objects – the Ognevsko-Bakennoe and Asu-Bulak ore fields – are concentrated here. In North-Western Kalba there is the Kvaritsevoye deposit and a number of ore occurrences characterised by beryl-spodumene mineralisation. Deposits and occurrences here are confined to granitoids of phase II of the Kalba complex. All these deposits require further exploration using modern geophysical methods and high-precision geochemistry.

Key words: Kalba-Narym zone, Kalbinsky complex, phase, granites, pegmatites, rare elements.

Рудоносность гранитоидов I фазы калбинского комплекса Калба-Нарымской зоны

Аннотация. Рассмотрены особенности редкометалльной минерализации калбинского комплекса (P_1), установлена генетическая связь между гранитоидами I фазы калбинского комплекса и основными пегматитовыми рудными полями. В пределах Калба-Нарымской зоны выделяется несколько рудных зон. Основная редкометалльная рудная зона приурочена к Центральной Калбе. Здесь сосредоточены наиболее изученные редкометалльные (Ta, Nb, Be, Li, Sn) пегматитовые объекты – Огневско-Бакенное и Асу-Булакское рудные поля. В Северо-Западной Калбе расположено месторождение Кварцевое и ряд рудопоявлений, характеризующиеся берилл-сподуменовый минерализацией. Месторождения и проявления здесь приурочены в гранитоидом II фазы калбинского комплекса. Все эти месторождения требуют доизучения с использованием современных геофизических методов и высокоточной геохимии.

Ключевые слова: Калба-Нарымская зона, калбинский комплекс, фаза, граниты, пегматиты, редкие элементы.

Кіріспе

Қазақстан экономикасы табиғи ресурстарға тәуелділігін төмендетуге ұмтылуына қарамастан, пайдалы қазбалар ондаған жылдар бойы ел кірістерінің экспорттық бөлігінде маңызды рөл атқарады. Бүкіл әлем сияқты, біздің елімізде мыс, қорғасын, мырыш, алтын және өнеркәсіп үшін маңызды басқа да шикізат қорлары тұрақты түрде азайып келеді. Қазақстан үшін дәстүрлі шикізат түрлерінің қорлары, тұрақты толықтырылмауының салдарынан, шикізат нарығын қалыптастырудың жаңа тәсілдердерін дамытуды талап етеді. Осы бағытта табысты ілгерілеу үшін ағымдағы жағдайды талдау, минералдық-шикізат базасының даму динамикасын зерделеу, пайдалы қазбалардың қажеттілігін талдау және республика үшін дәстүрлі емес шикізат түрлерінің нарығын дамытуды жоспарлау қажет. «Сыни металдар» тізіміне кіретін шикізаттың аса маңызды түрлерінің бірі ретінде сирек металдардың минералдық-шикізат базасын дамыту Қазақстан экономикасын дамыту үшін маңызды қадам бола алады. Ең алдымен, шығысқа назар аудару керек, мұнда Қалба-Нарым сирек металды белдеуінде сирек кездесетін металдардың (тантал, литий, қалайы, вольфрам және сирек жерлер) 200-ден астам орташа және ұсақ кенбілімдері шоғырланған.

Мақаланың мақсаты – Қалба-Нарым сирек металл аймағындағы қалба кешенінің І фазасының гранитоидтары мен Орталық Қалбадағы кенді пегматиттер арасындағы байланысты зерттеу.

Негізгі міндеттер – осы аумақта пайда болған негізгі гранитоидты массивтердің микроэлементтерінің құрамын (спайдерграммалар негізінде) және қалба кешенінің І фазасының гранитоидтарымен байланысты пегматиттердің (Бакенді кен орнының пегматиттері мысалында) кенділі-

гін зерттеу; олардың кеңістіктік және генетикалық байланысын дәлелдейтін деректер алу.

Қалба-Нарым аймағы магматизмінің ерекшеліктері

Қалба-Нарым аймағы Үлкен Алтайдың құрылымдық элементтерінің бірі болып табылады. Аймақ күрделі геологиялық құрылымымен және сирек металды кендену профилімен сипатталады. Орталық Қалбаның сирек металды кендері бар пегматит өрістері ең үлкен өнеркәсіптік маңыздылыққа ие.

Әр жылдары Қалба-Нарым аймағының магматизмін зерттеуге Ю.А.Садовский, С.Г. Шавло, Ж.А. Айталиев, Г.Н. Щерба, В.И. Кузнецов, Б.А. Дьячков және басқалар үлкен үлес қосты [1, 2]. Қалба-Нарым аймағының барлық гранитоидтары қабылданған магматизм схемасына байланысты үштен беске дейінгі түрлі кешендерден тұратын Қалба-Нарым батолитіне біріктіріледі. Қалба-Нарым батолит шегінде жұмыстарға сәйкес (Дьячкова және басқалар, 1994) кунуш плагиограниті, қалба гранодиори-гранитті және монастырлық лейкогранит кешендері ерекшеленеді [1–3].

Қалба кешені (P_1) Қалба-Нарым плутонының бірқатар ірі гранитті массивтерімен көрсетілген: Ертіс маңы, Белогорск, Миролюбов, Қайыңды және т. б. Жастары жақын, қалыптасу шарттары мен заттық құрамына сәйкес екі интрузивті фаза бөлінеді, оларда өздерінің желі жыныстары және метасоматоздық түзілімдері байқалады [2, 3].

Бірінші фаза қалба кешені көлемінің шамамен 70% құрайтын тау жыныстарының (қалыпты граниттерден контаминацияланған граниттер мен гранодиориттерге дейін) тұрақсыз құрамымен сипатталады. Орташа алғанда, гранитоидтар әдеттегі граниттерден меланократығының жо-

ғарылауымен, кремний қышқылының төмендеуімен және орташа сілтілігімен ерекшеленеді. Көбінесе орташа-ірі түйірлі порфирлі биотитті граниттермен көрсетілген, құрамында (%): плагиоклаз (№ 18–37) – 35–41, ҚДШ-15-20, кварц – 28–32, биотит 5–10 дейін, акцессориялар – 0,5 бар. Петрохимиялық тұрғыдан олар натрий – калий сериясының қалыпты қатарына жатады ($(Na_2O:K_2O = 0,78)$), төмен плюмазитті ($Ka = 0,69$), орташа негізді ($Z=0,34$ ккал) және өте жоғары глиноземді. Акцессорлық ерекшелігі – гранат-ильменит-апатитті, туынды минералдар – циркон, монацит, сфен, турмалин және т. б.; кенденудің минерал – индикаторлары – апатит, турмалин, касситерит, сподумен [2, 3].

Граниттер геохимиялық **Li, Rb, Cs, Sn, Nb** байытылған, оларда Та мөлшері 1,2-ден 4,8 г/т-ға дейін өзгереді. Сирек элементтердің (**Ta, Nb, Be, Li, Sn**) жоғарылауы тау жынысын түзетін минералдарда – кварцта, дала шпаттарында, әсіресе мусковиттер мен биотиттерде, сондай-ақ акцессорияларда-апатитте, ильменитте, цирконда және басқа минералдарда кездеседі [2, 3]. Жалпы, граниттердің геохимиялық типі – қалайы – тантал (литий мен бериллий).

Қалбаның негізгі сирек металды пегматитті кен орындары (Бакенді, Юбилейное, Белая Гора және т. б.) және гидротермалды кварц-желілі қалайы объектілері (Чудское және т. б.) I фазалық граниттермен кеңістіктік және генетикалық байланыста [4]. Б.А. Дьячковтың және басқалардың мәліметтері бойынша масс-спектрометриялық талдау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Екінші фаза орташа, біркелкі түйіршікті биотитті және мусковиттенген петрографиялық құрамы тұрақты граниттерден тұрады. Олар натрий-калий жоғары плюмазиттік сериясының қалыпты петрохимиялық қатарына жатады. Бұл калбин кешенінің аса қышқылды дифференциаттары, олар плагиоклаз, калшпат және кварцтың ұқсас мөндерімен (30% шамасында), биотиттің төмен мөлшерімен (5–7% дейін) және айқын соңғымагмалық өзгерістермен (мусковиттену және альбиттену) сипатталады. Акцессорлық ерекшелігі – метасоматозды айырмашылықтарда тан-

талит-колумбит, касситерит, шеелит, флюорит және басқа минералдардың сеппелігімен ильменит-апатитті [2, 3].

Геохимиялық тұрғыдан граниттерде **W, Sn, Be, Li** (2-ден 21 кларкқа дейін) жоғарылайды, олар жынысқұрушы минералдар мен апатит, ильменит, монацитте шоғырланған. Қалыпты және өзгертілген граниттердің танталдануының жоғарылауы да анықталды – 1,2-ден 43 г/т-ге дейін (орташа мәні 4,6 г/т). Граниттердің геохимиялық типі – апограниттердегі танталдың кен шоғырлануы пегматиттерге қарағанда жоғары болатын қалайы-вольфрам-танталды.

II фазалық граниттермен генетикалық тұрғыдан сирек металды-пегматитті (**Ta, Nb, Li, Be, Sn**) кен орындары (Ахметкино, Кварцты және т. б.) байланысты, олар бірінші фазадағы сирек металды пегматиттерінен қарапайым құрамымен (кварц-альбит-мусковит) және кенденудің кішірек масштабымен ерекшеленеді. Жасырын гранит күмбездеріндегі (Карасу типі) **Sn-Ta** апограниті (альбитит – грейзенді) кендену белгілі. Грейзен-кварц-желілі **Sn-W** кендену касситерит, вольфрамит және шеелит шашылымдарының түпкілікті көзі болған ұсақ объектілермен (Қараш, Ленинск және т. б.) ұсынылған [3].

Қалба кешенінің I фазасының гранитоидтарымен байланысты пегматиттердің кенділігі

Қалба кешенінің I фазасының гранитоидтарындағы кенділігі жақсы зерттелген. Гранитоидтар бастапқыда **Li, Cs, Ta, Be, B, F, P, Mn, Ga, Rb, Nb, Sn, Ta** байытылған. Олармен іс жүзінде барлық белгілі өнеркәсіптік сирек металды-пегматитті кен орындары, қалайы мен вольфрамның ұсақ кенбілімдері байланысты [4].

Сирек металды кен орындарының едәуір бөлігі мен кенбілімдері П. Черны (1981) және басқа зерттеушілердің жіктеуі бойынша LCT (литий-цезий-тантал) тобына жататын әртүрлі геохимиялық түрде ерекшеленген пегматиттерімен байланыстырады. Осы жіктемеге сәйкес мұнда пегматиттердің бірнеше геохимиялық типтерімен ерекшеленеді: блокты микроклинді; бериллийлі, бериллий-сподуменді және альбититі [5, 6].

Кесте 1

Қалба-Нарым белдеуінің гранитоидтарындағы сирек элементтердің орташа мөлшері (г/т) [3]

Table 1

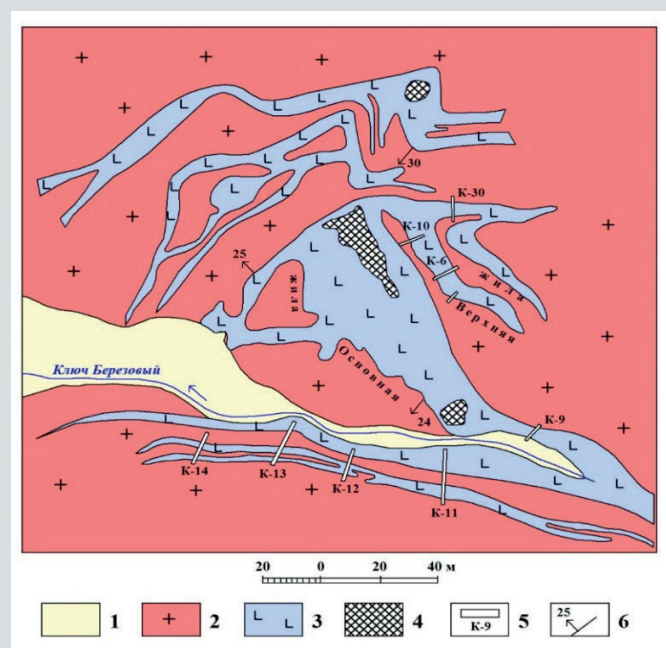
The average content of rare elements (g/t) in granitoids of the Kalba-Narym belt [3]

Таблица 1

Среднее содержание редких элементов (г/т) в гранитоидах Калба-Нарымского пояса [3]

Кешен	Тау жыныстары (сынама саны)	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W	Mo	P
Қалба, P ₁	Граниттер I фаза (5)	1,2	17,3	2,62	248,52	156,88	23,83	14,62	0,72	0,77	977,34
	Биотитті граниттер II фаза (5)	1,2	13,1	1,24	54,2	162,4	9,4	10,4	1,16	1,17	1336
	Мусковиттелген граниттер II фаза (7)	3,7	12,9	4,2	151,4	204	14,6	14,2	0,7	1,02	932,6
	Лейкограниттер ірі түйіршікті (5)	1	17,6	1,84	20,7	192,8	6,6	14,4	0,46	1,08	364,3

Блокты микроклинді пегматиттердің типіне Төменгі Лайбұлақ (1 сурет) типті кен орындары жатады. Биотиттердің микроклин блоктарының тантал-ниобий формациясымен ұсынылады. Граниттердегі пегматит алаңдары жарықшақты-айырылымды құрылымдармен бақыланады және массивтердің (Төменгі Лайбұлақ, Лобаксай, Көксай және т. б.) эндожапсарлар мен жабынының ойыстарында орналастырылады. Пегматиттер негізінен кварцтан және бағынышты мәнінде альбит (10%-ға дейін) пен мусковиттен (5–10%) тұрады; туынды минералдар – шерл, анартас, колумбит, сирек сілтілі минерал. Олар сирек металды пегматиттерден жоғары калий сілтілігімен ерекшеленеді. Кенденудің негізгі көрсеткіштері блокты микроклин, ірі пластиналы күміс түстес мусковит, анартас және сирек сілтілі минерал болып табылады. Сирек металды пегматитке қарағанда мусковитте *Si*, *Mg*, *Ti*, *Be*, *Nb* көп және *Mn*, *F*, *Sn*, *Li*, *Rb* аз [7].



1 – борпылдақ төрттік шөгінділер; 2 – қалба кешенінің I фазасының орташа түйірлі биотитті граниттер; 3 – блокты кварц-микроклинді пегматиттер; 4 – кварц ядросы; 5 – атыздар және олардың нөмірлері; 6 – желілердің жатыс элементтері

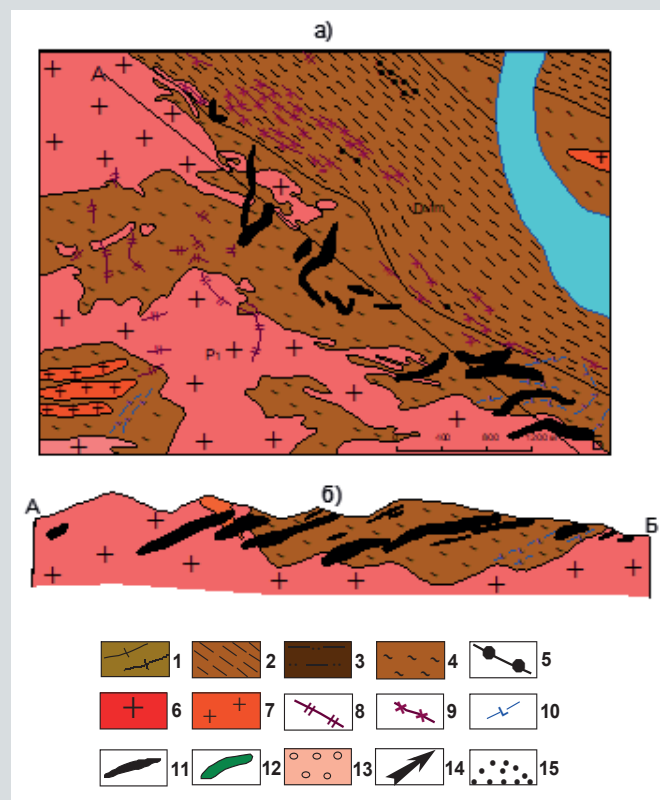
Сурет 1. Төменгі Лайбұлақ кен орнының геологиялық құрылымының сызбасы [7].

Figure 1. Diagram of the geological structure of the Nizhny Laibulak deposit [7].

Рис. 1. Схема геологического строения месторождения Нижний Лайбулак [7].

Бакенді кен орнының пегматиттері берилл-сподумен типіне жатады. Ол Шығыс Қазақстан облысы Огневка кентінің ауданында орналасқан. Оны Ю.А. Садовский, О.И. Садовская, В.А. Филиппов, И.Г. Аргаматов, Е.П. Пушко және басқа геологтар зерттеді. Кен орны Орталық Қалбаның Ертіс маңындағы гранит массивінің солтүстік эндо-экзожапсарында, Огнев-Бакенді кен түйінінің шегінде орналасқан.

Магматиттер, андалузит және кварц-дала шпаты-слюда тақтатастары – тақыр свитасының метаморфталған түзілімдері мен қалба кешенінің (*P*) I фазасының контаминацияланған граниттерінің апофиздері кен сыйыстырушы орта ретінде ұсынылады (2-сурет) [2, 3].



1 – метаморфогенді жыныстар; 2 – *D*_{3fm} терригенді шөгінділер; 3 – бөлінбеген карбонатты-терригенді шөгінділер, *D*_{3gv}; 4 – мигматиттер; 5 – кунуш кешенінің дайкалары, *C*₃; 6, 7 – Преображенск массивінің граниттері (қалба кешені), 6 – бірінші фаза, 7 – екінші фаза; 8 – қалба кешенінің желілі аплит тәрізді граниттері; 9–12 пегматиттер; 10 – олигоклаз-микроклинді; 11 – сирек металды; 12 – блокты микроклинді

Сурет 2. Бакенді кен орнының геологиялық құрылымының сызбасы (а – кен орнының жоспары; б – геологиялық қима [3]. Т.А. Ойцева орындады.

Figure 2. The scheme of the geological structure of the Bakennoe deposit (a – the plan of the deposit; b – the geological part [3]. Performed by Oitseva T. A.

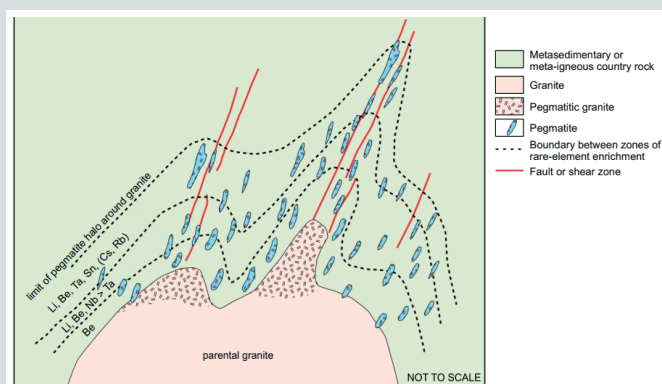
Рис. 2. Схема геологического строения Бакенного месторождения (а – план месторождения; б – геологический разрез [3]. Выполнено Ойцовой Т.А.

Желілер граниттер мен тақтатастарға қатысты баспалдақты жүйесі түрінде көлденең орналасады (2-сурет), олар солтүстік-батысқа қарай 15–20° бұрышпен құлайды. Кен денелерінің пішіні – желі тәрізді, жоспарда линза және таспа тәріздес. Желілердің қалыңдығы 5-тен 15 м-ге дейін өзгереді, сирек 20 м-ге жетеді. Кен денелерінің таралу тереңдігі 350 м-ден асады, құлау бойынша 1000 м-ге дейін

жетеді. Физикалық-химиялық қалыптасу жағдайларына сәйкес пегматиттер салыстырмалы түрде жабық немесе жартылай жабық жүйеде ұшпа (H_2O , CO_2 , F , B , Cl) және сирек элементтермен (Ta , Nb , Be , Sn , Li , Cs) байытылған ерітінді-балқымалардан пайда болған. Қалыптасу температурасы 1000–280 °C аралығында, ал қысым 4000–600 атм шамасында болған (И.Г. Аргамаков, 1977 ж.) [3].

Бакенді кен орнының пегматиттерінің негізгі жыныс құрушы минералдары (%): альбит – 60, кварц – 8, микроклин – 7 және мусковит – 11; туынды – апатит, турмалин, жильбертит, флюорит, кальцит, онкозин. Сирек кездесетіндерге манганотанталит, микролит, амблигонит, лепидолит, поллуцит, тапиолит және басқалары жатады. Негізгі кен минералдары – танталит-колумбит, касситерит, сподумен және берилл [2, 3]. Шығыс Қазақстандағы сирек металдар қоры бойынша ең ірі Бакенді кен орны көптеген жылдар бойы игеріліп келген, бірақ қазір консервацияланған.

Бакенді кен орнында LCT (литий-цезий-тантал) тобына жататын кен орындарына тән классикалық минералогиялық аймақтылық байқалады (3-сурет). Пегматиттердің аймақтық таралуы флюидтердің (Ертіс маңындағы интрузивтік массиві) көздеріне байланысты блоктық кенсіз пегматиттерден бастап біркелкі түйірлі берилл-сподуменді пегматиттерге дейін ауысып отырады.



Сурет 3. Пегматит кен өрістерінің схемалық аймақтылығы (Брэдли, 2017) [8].

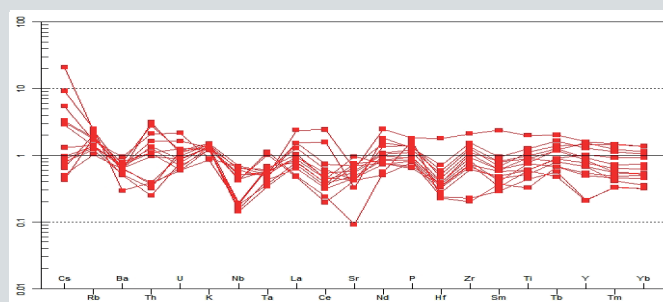
Figure 3. Schematic zonation of pegmatite ore fields (Bradley, 2017) [8].

Рис. 3. Схематическая зональность пегматитовых рудных полей (Брэдли, 2017) [8].

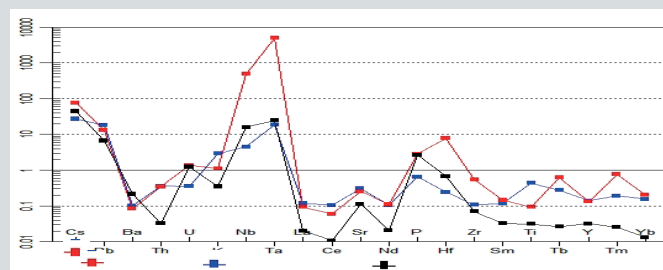
Нәтижелерді талдау

Сирек металды пегматиттердің бірінші фазадағы граниттермен генетикалық байланысы кенді желілердің гранитті массивтің ұшталған апофиздеріне кеңістіктік-құрылымдық бейімделуімен негізделеді [2, 9]. Пегматиттер мен гранитоидтардың химиялық құрамын зерттеу нәтижесінде қалба кешенінің I фазасының гранитоидтары мен пегматиттерінің арасында макро- және микроэлементтерінде айқын генетикалық байланысы байқалды (4-сурет).

Микроэлементтердің құрамын және хондрит бойынша нормаланған Taylor және McLennan (1995) спайдер-диаграммаларын (4-сурет, а, б) талдау негізінде Орталық Қалбадағы сирек металды пегматиттердің қалба гранитоидты кешенінің I фазасының бастапқы граниттерімен байла-



а) I фазаның гранитоидтары



б) Бакенді Юбилейное Асу-Бұлақ кен алаңындағы кен білімдері

Сурет 4. I фаза гранитоидтардағы (а) және Орталық Қалба пегматиттерінде (б) микроэлементтерінің таралу спайдерграммалары.

Figure 4. Spidergrams of the distribution of trace elements in granitoids of phase I (a) and pegmatites (b) of the Central Kalba.

Рис. 4. Спайдерграммы распределения микроэлементов в гранитоидах I фазы (а) и пегматитах (б) Центральной Калбы.

нысы зерттелді. Граниттер мен кенді сирек металды пегматиттердің спайдер диаграммаларының сәйкес келетін өрістері біріктірілді.

Спайдер диаграммаларын талдау нәтижесінде пегматиттердің кенді алаңдарының қалба кешенінің I фазасының орташа және ірі түйірлі биотитті гранитоидтарымен байланысы расталды.

Граниттерде де, пегматиттерде де Rb , Cs жоғары мөлшерінің жалпы тренді сақталады. Дегенмен, пегматиттерде бұл элементтердің айтарлықтай жоғары мөлшері байқалады, граниттерге қарағанда шамамен 8–10 есе жоғары, бұл кларктық мәндерден 10–100 есе асады. Пегматиттердегі Ba мен Th мөлшері граниттерге қарағанда 8–10 есе төмен, ал K және U аздап төмендеген. Сонымен қатар, Nb мөлшері 8–600 ppm, ал Ta мөлшері 11–6000 ppm аралығында жоғары көрсеткіштерді көрсетеді.

Пегматиттердің микроэлементтік құрамы қалба кешенінің II фазасының бастапқы граниттерімен салыстырғанда $La < 7-15$ есе, $Ce < 5$ есе, $Sr < 1,5$ есе, $Nd < 7-10$ есе айтарлықтай төмендеуін көрсетеді. Екінші жағынан, пегматиттер $P > 3$ есе, $Hf > 2-5$ есе, $Zr > 6$ есе байытылған. Пегматиттердегі сирек элементтердің мөлшері $Sm < 6-10$ есе, $Ti < 2$ есе, $Tb < 10-12$ есе, $Y < 8-12$ есе, $Tm < 10$ есе, $Yb < 2-10$ есе кеміген.

Заттық құрамы мен құрылымдық ерекшеліктеріне қарай пегматиттер айтарлықтай әртүрлілігімен сипатталады

және құрамында 80-нен астам минералдарды қамтиды, олардың ішінде кварц, КДШ, альбит, мусковит, берилл, касситерит, қара және полихромды турмалиндер, сподумен, танталит, колумбит, полунит, лепидолит және басқа да минералдар кездеседі [8].

Пегматиттердің кенді денелері кеңістікте І фаза гранитті массивтерінің шеткі жарықтарында және апофиздерінде орналасқан. Бұл Орталық Қалба пегматиттерінің орналасуынан айқын байқалады. Мысалы, Огнев-Бакенді кенді алаңы Ертіс маңындағы гранитті массивінің солтүстік эндо- және экзожапсарында орналасқан. Мұны Орталық Қалба пегматиттерінің позициясынан анық байқауға болады. Сирек металды пегматиттер гранитті апофиздердің фронталды бөліктерінде шоғырланады және сыйыстырушы шөгінді жыныстардың көптеген ксенолиттері байқалады. Еңіс баспалдақты желілер жүйесі қалыптасты [1]. Юбилейное, Белогорск, Баймурза және Асубұлақ кенді алаңындағы басқа да ұсақ кенбілімдері Тастүбі және Ертіс маңындағы гранитоидты массивтерінің жабының ірі ойыстарында орналасқан. Кен сыйыстырушы жыныстар – ірі түйірлі әлсіз порфирлі биотитті граниттер, гранит-аплиттер және пегматиттер болып табылады [9].

Солтүстік-Батыс Қалбада І фазалық гранитоидтарымен Қайыңды және Пролетар тобына жататын кварц-жілілі типтегі қалайы кен орындары байланысты. Кен орындар Қайыңды және Пролетар гранитті массивтерінің үстіңгі интрузивтік бөліктерінде орналасқан. Нарымда Нарым гранитоидты массивінің апофиздеріндегі кварц желілерде тараған қалайы-вольфрам кенбілімдері белгілі [10].

Қорытындылай келе, пегматиттер мен кварц-желілі кенді минералданған объектілері қалба кешенінің І фазасына жататын гранитоидты массивтерінің эндожапсарларында, экзожапсарларында және апикальды бөліктерінде шоғырланғанын айтуға болады.

Қорытындылар мен ұсыныстар

Сирек металды пегматит кен орындарының қалыптасуының іргелі моделі олардың қалба кешенінің (P_1) граниттерімен генетикалық байланысына және кеңістікте орташа-ірі түйірлі биотитті І фазалы граниттерде және олардың экзожапсарларында денелердің орналасуына негізделеді. Пегматиттердің қалыптасу процестері, шамасы, ашық немесе жартылай жабық магмалық жүйеде, гранитті массивтердің камерашілік ошақтарынан (кенді заттарды тасымалдайтын жарылымдардың жоғары белсенділігі жағдайында) кенді дистилляттардың (H_2O , F , Cl , Ta , Nb , Be және т. б.) ырғықты-пульсациялық келуі кезінде жүрген. Пегматит түзуші флюидтердің пульсациялық келуі пегматитті желілердің тік кенді бағанада көп ырғақты аймақтылықты, ал пегматитті кенді алаңдарының шектерінде көлденең аймақтылықты қалыптастырды.

Минералдық кешендердің сатылы дамуы графикалық және олигоклаз-микроклиндік кезеңнен микроклин-альбиттік және сподумен құрамды (түсті) кешенді кендерге (Ta , Nb , Be , Li , Cs , Sn , W) дейін байқалады.

Қазіргі заманғы геофизикалық әдістер мен жоғары дәлдікті геохимияны қолдана отырып, қалба кешенінің І фазасының гранитоидтарымен байланысты белгілі пегматитті кен алаңдарын қосымша одан әрі зерттеу және жасырын кен алаңдарын іздеу қажет.

Алғыс

Мақала BR24992854 «Шығыс Қазақстан облысының тау-кен металлургия өнеркәсібінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін бәсекеге қабілетті ғылыми негізделген технологияларды әзірлеу және енгізу» бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру (ҚР ҒжЖБМ) шеңберінде орындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қалба-Нарым белдеуінің гранитоидты және кенді түзілімдері: Кенді Алтай. Дьячков Б.А. [және т. б.]. Алматы: Ғылым, 1994. 208 б. (орыс тілінде)
2. Матайбаева И.Е. Шығыс Қазақстанның сирек металдары мен сирек жер элементтерінің кен орындарының қалыптасу заңдылықтары, орналасу шарттары және болжау-іздеу бағалау критерийлері: дис. ... Ph.D дәріс: 6D070600 / ҚарМТУ: Қарағанды, 2017. 147 б. (орыс тілінде)
3. Үлкен Алтайдың кенді гранитоидты белдеулерінің геологиялық жағдайы / Дьячков Б. [және т. б.] // Киев ұлттық университетінің хабаршысы Тарас Шевченко атындағы. 2015. № 1 (68). Б. 55–64 (украин тілінде)
4. Ойцева Т.А., Дьячков Б.А., Владимиров А.Г., Кузьмина О.Н., Агеева О.В. Қалбадағы сирек металды кен орындарының заттық құрамы туралы жаңа мәліметтер // Магмалық формациялардың петрологиясы және ркенділігі: IX Бүкілресейлік конференция материалдары, Томск, 2017. № 9. Б. 343–350 (орыс тілінде)
5. Черный П., Эрцит Т.С. Гранит пегматиттерінің жіктелуін қайта қарау // Канадалық минералог. 2005. Т. 43 (6). Б. 2005–2026 (ағылшын тілінде)
6. Граниттік пегматиттер үшін ұсынылған жаңа минералогиялық классификация жүйесі. I бөлім: Тарих және жаңа классификация қажеттілігі / Мюллер А. [және т. б.] // Канадалық минералог. 2022. Т. 60. Б. 203–227 (ағылшын тілінде)
7. Дьячков Б.А., Ойцева Т.А. Қалбаның сирек металды кендеуі: Өскемен: ШҚМТУ, 2020. Б. 208 (орыс тілінде)
8. Дьюринг П. Микроэлемент пегматиттері: минералдық жүйелерді талдау: есеп 2020/7, Батыс Австралияның геологиялық қызметі, 2020. 6 б. (ағылшын тілінде)
9. Шығыс Қазақстан Қалбин ауданының сирек металл пегматит кен орындары: жасы, құрамы және петрогенетикалық аспектілері / Хромых С.В. [және т. б.] // Пайдалы қазбалар. 2020. Т. 10. Шығ. 11. № 1017. Б. 1–15 (ағылшын тілінде)

10. Шығыс Қазақстандағы сирек металды кен орындарын бағалаудың геологиялық-құрылымдық және минералогиялық-геохимиялық критерийлері / Дьячков Б.А. [және т. б.] // Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ хабаршысы. Өскемен, 2017. № 1 (75). Б. 10–20 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Granitoidnye i rudnye formatsii Kalba-Narymskogo poyasa: Rudnyi Altai, [Granitoid and ore formations of the Kalba-Narym belt: Rudnyi Altai], Dyachkov B.A. [et al.]. Almaty: Science, 1994. 208 p. (in Russian)
2. Mataibaeva I.E. Zakonomernosti formirovaniya, usloviya razmeshcheniya i prognozo-poiskovyie kriterii otsenki perspektiv mestorozhdenii redkikh metallov i redkikh zemel' Vostochnogo Kazakhstana: dis. ... dok. PhD: 6D070600 [Patterns of formation, conditions of placement and forecast and search criteria for assessing the prospects of deposits of rare metals and rare earths in Eastern Kazakhstan: diss. ... Ph.D: 6D070600], KarGTU: Karaganda, 2017. 147 p. (in Russian)
3. Geological position of ore-bearing granitoid belts of the Greater Altai / Dyachkov B. [et al.] // Bulletin of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. 2015. No. 1 (68). 55–64 pp. (in Ukrainian)
4. Oitseva T.A., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kuzmina O.N., Ageeva O.V. Novye dannye o veshhestvennom sostave redkometall'nyh mestorozhdenij Kalby [New data on the material composition of rare metal deposits of Kalba], Petrologiya i rudonosnost' magmaticheskikh formacij: materialy IX Vserossijskoj konferencii [Proceedings of the IX All-Russian Conference «Petrology and Ore Content of Magmatic Formations»], Tomsk, 2017. No. 9. 343–350 pp. (in Russian)
5. Černy P., Ercit T.S. The classification of granitic pegmatites revisited // The Canadian Mineralogist. 2005. V. 43 (6). 2005–2026 pp. (in English)
6. A proposed new mineralogical classification system for granitic pegmatites. Part I: History and the need for a new classification / Müller A. [et al.] // Canadian Mineralogist. 2022. V. 60. 203–227 pp. (in English)
7. Dyachkov B.A., Oitseva T.A. Redkometall'noe orudnenie Kalby [Rare metal mineralization of Kalby], Ust'-Kamenogorsk: VKGTU, 2020. 208 p. (in Russian)
8. Duuring P. Rare-element pegmatites: a mineral systems analysis: Record 2020/7, Geological Survey of Western Australia, 2020. 6 p. (in English)
9. Rare-metal pegmatite deposits of the Kalba region, Eastern Kazakhstan: Age, composition and petrogenetic implications / Khromykh S.V. [et al.] // Minerals. 2020. V. 10. Issue 11. No. 1017. 1–15 pp. (in English)
10. Geologo-strukturnye i mineralogo-geohimicheskie kriterii ocenki redkometall'nyh mestorozhdenij (Vostochnyj Kazahstan) [Geological-structural and mineralogical-geochemical criteria for assessing rare metal deposits (Eastern Kazakhstan)], Dyachkov B.A. [et al.], Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva [Bulletin of D. Serikbaev], Ust'-Kamenogorsk, 2017. No. 1 (75). 10–20 pp. (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса: Рудный Алтай / Дьячков Б.А. [и др.]. Алматы: Ғылым. 1994. 208 с. (на русском языке)
2. Матайбаева И.Е. Закономерности формирования, условия размещения и прогнозно-поисковые критерии оценки перспектив месторождений редких металлов и редких земель Восточного Казахстана: дис. ... д-р Ph.D: 6D070600 / КарГТУ: Караганда, 2017. 147 с. (на русском языке)
3. Геологическое положение рудоносных гранитоидных поясов Большого Алтая / Дьячков Б. [и др.] // Вестник Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. 2015. № 1 (68). С. 55–64 (на украинском языке)
4. Ойцева Т.А., Дьячков Б.А., Владимиров А.Г., Кузьмина О.Н., Агеева О.В. Новые данные о вещественном составе редкометалльных месторождений Калбы // Материалы IX Всероссийской конференции «Петрология и рудоносность магматических формаций», Томск, 2017. № 9. С. 343–350 (на русском языке)
5. Черный П., Эрцит Т.С. Пересмотр классификации гранитных пегматитов // Канадский минералог. 2005. Т. 43 (6). С. 2005–2026 (на английском языке)
6. Предложенная новая минералогическая система классификации гранитных пегматитов. Часть I: История и необходимость новой классификации / Мюллер А. [и др.] // Канадский минералог. 2022. Т. 60. С. 203–227 (на английском языке)
7. Дьячков Б.А., Ойцева Т.А. Редкометалльное оруденение Калбы: Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2020. С. 208 (на русском языке)
8. Дьюринг П. Редкоэлементные пегматиты: анализ минеральных систем: отчет 2020/7, Геологическая служба Западной Австралии, 2020. 6 с. (на английском языке)
9. Редкометалльные пегматитовые месторождения Калбинского района Восточного Казахстана: возраст, состав и петрогенетические аспекты / Хромых С.В. [и др.] // Минералы. 2020. Т. 10. Вып. 11. № 1017. С. 1–15 (на английском языке)
10. Геолого-структурные и минералого-геохимические критерии оценки редкометалльных месторождений (Восточный Казахстан) / Дьячков Б.А. [и др.] // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2017. № 1 (75). С. 10–20 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Айтбаева С.С., 8D07201 – Геология және пайдалы қазба кен орнын барлау мамандығы бойынша Ph.D докторанты, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан), AitbayevaSS@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0285-0773>

Шаяхметова Ж.А., Ph.D докторанты, 8D07201 – Пайдалы қазбалар кен орындарының геологиясы және барлау мамандығы бойынша, геология және тау-кен ісі саласындағы құзыреттілік және технология трансфері орталығының жетекшісі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан), szhyldyz_1808@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8832-378X>

Мизерная М.А., геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Жер туралы ғылымдар мектебінің қауымдастырылған профессоры (Өскемен қ., Қазақстан), mizernaya58@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8618-7352>

Information about the authors:

Aitbayeva S.S., Ph.D doctoral student in the specialty 8D07201 – Geology and Exploration of Mineral Deposits, Senior Lecturer at the School of Earth Sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Shayakhmetova Zh.A., Ph.D doctoral student in the specialty 8D07201 – Geology and Exploration of Mineral Deposits, Head of the Competence and Technology Transfer Center in Geology and Mining (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Mizernaya M.A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor at the School of Earth Sciences (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Айтбаева С.С., докторант Ph.D по специальности 8D07201 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых, старший преподаватель Школы наук о Земле, ВКТУ им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Шаяхметова Ж.А., докторант Ph.D по специальности 8D07201 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых, руководитель центра компетенций и трансфера технологий в области геологии и горного дела, ВКТУ им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Мизерная М.А., канд. геол.-минер. наук, ассоциированный профессор школы наук о Земле, ВКТУ им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

ДЕВЯТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

SEYMARTEC MINING

ЧЕЛЯБИНСК
ОТЕЛЬ «RADISSON BLU»

24–26
ИЮНЯ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО
ПРОИЗВОДСТВА

seymartec.ru

+7 499 638-23-29

info@seymartec.ru