

Ақшатау массивіндегі гранитоидтардың геологиялық-геохимиялық ерекшеліктерін зерттеу

¹*ҚАЗТАЕВ Ермұрат Мұратұлы, дала геологы, eerkow09@inbox.ru,

²КОПОБАЕВА Айман Ныгметовна, PhD, доцент м.а., aiman_25.87@mail.ru,

³ДЬЯКОНОВ Виктор Васильевич, г.-м.ф.д., профессор, кафедра меңгерушісі, mdf.rudn@mail.ru,

¹«Қазақмыс Барлау» ЖШС, Қазақстан, Қарағанды, Потанин көшесі, 113б,

²«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 5б,

³Серго Орджоникидзе атындағы Ресей мемлекеттік геологиялық барлау университеті, Ресей, Мәскеу, Миклухо-Маклай көшесі, 23,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты – Ақшатау массивіндегі гранитоидтардың геологиялық-геохимиялық ерекшеліктерін анықтау. Ақшатау массивінің бірінші және екінші фазалы енгізудің петрохимиялық деректері, сондай-ақ тау жыныстарының петрогенезісі және вольфрам мен молибденнің таралу жағдайы қарастырылды. Элементтердің таралуын диагностикалау үшін деректер УСС арқылы қалыпқа келтірілді. Талдау нәтижелері бойынша граниттерге арналған СЖЭ-нің химиялық талдауы лейкограниттерге қарағанда аз мөлшерді құрайды. Сондай-ақ, Ақшатау массивінің жыныстарындағы СЖЭ-нің таралу графигі жоғарғы қыртыс сызығын қайталайды.

Кілт сөздер: Ақшатау массиві, вольфрам, молибден, гранитоидтар, геологиялық-геохимиялық ерекшеліктер, плутон, жоғарғы қыртыс, магматизм, лейкограниттер, граниттер, сирек жер элементтер.

Кіріспе

Ақшатау массиві Қарағанды облысы Шет ауданының маңында орналасқан. Массив вольфрам-молибден кендерімен шоғырланған болып келеді. Ақшатау массиві пайда болу уақыты бойынша C_3-P_1 жүйесіне жатады (300-290 млн ж.) [2,5].

Массивтің жер бетіне шығып тұрған ауданы 16 км² болатын дөңес бөлігі ғана шығып тұр, ол плутонның батыс бөлігінде орналасқан. Геофизикалық деректер бойынша субшироталық бағытта ұзындығы 26 км-ге, 10 км ені бойынша және 5-6 км қуатты бойынша созылады. Плутонның пішіні асимметриялы лакколит тәрізді (Щерба 1948 ж.).

Зерттеу әдістемесі

Ақшатау массивіндегі гранитоидтардың геологиялық-геохимиялық ерекшеліктерін анықтау мақсатында УСС (жоғарғы континентальды қыртыс) бойынша СЖЭ-дің (сирек жер элементтер) таралуы, сонымен қатар Мо және W-нің таралу шарттары зерттелінді.

Осы зерттеулерді орындау үшін тау жыныстары 73 сынамааның химиялық құрамын талдау нәтижелері бойынша зерттелді.

Зерттеу нәтижесі

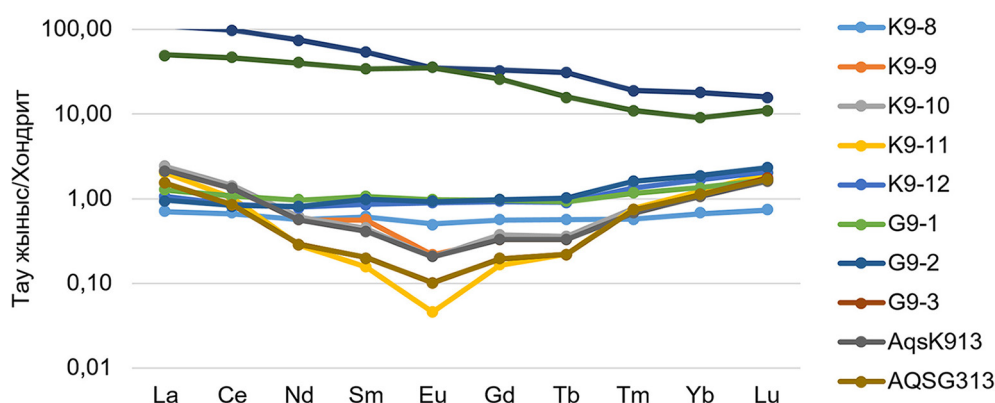
Тау жыныстардағы және минералдардағы

сирек кездесетін элементтердің құрамы туралы алынған мәліметтер петрогенездің кейбір мәселелерін нақтылауға [1] және граниттердің пайда болуындағы лантаноидтардың әрекетін қарастыруға мүмкіндік береді (1-кесте).

Төменде орналасқан 1-кестеде граниттердің (K^9-8 сынамасы) және лейкограниттердің (барлық қалған сынамалар) химиялық құрамы көрсетілген. Элементтердің таралуын диагностикалау үшін УСС бойынша деректер қалыпқа келтірілді (1-сурет). Бұл қарастырылып отырған үлгідегі сирек кездесетін элементтің концентрациясы оның УСС-дегі концентрациясына бөлінеді.

Зерттелген гранитоидтер сирек кездесетін элементтердің аздығымен сипатталады, әсіресе (Eu). Тау жыныстарында симметриялы СЖЭ қисық сызықтары бар, жоғары La/Lu қатынасы және жақсы анықталған самарилі (Sm) аномалиясы бар. Граниттерге арналған СЖЭ-нің химиялық талдау (K^9-8 сынамасы) лейкограниттерге қарағанда аз мөлшерді құрайды. Сирек металдардың, негізінен церий (Ce) тобының жоғары құрамы лейкограниттерде, сонымен қатар айқын еуропий (Eu) минимумы және ауыр лантаноидтер үшін (Gd, Tb) минимумы бар. Ауыр лантаноидтер концентрациясының өсуі екі түрлі тау жыныстар түрінде де байқалады, бірақ лейкограниттерде айтарлықтай жоғары көрсеткіштер. Жоғарғы қыртыс

1-кесте – Ақшатау массивінің гранитоидтарындағы сирек жер элементтерінің құрамы										
Сынамалар	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Tm	Yb	Lu
UCC	30	64	26	4,5	0,88	3,8	0,64	0,33	2,2	0,3
K ⁹ -8	0,70	0,66	0,57	0,61	0,50	0,56	0,56	0,58	0,66	0,73
K ⁹ -9	2,16	1,32	0,55	0,56	0,22	0,33	0,33	0,70	1,06	1,63
K ⁹ -10	2,40	1,43	0,61	0,44	0,20	0,37	0,36	0,76	1,10	1,67
K ⁹ -11	2,01	1,02	0,28	0,16	0,05	0,16	0,22	0,76	1,21	2,00
K ⁹ -12	1,06	0,86	0,79	0,86	0,90	0,92	0,91	1,33	1,67	2,07
G ⁹ -1	1,26	1,07	0,97	1,06	0,97	0,96	0,92	1,15	1,35	1,67
G ⁹ -2	0,95	0,83	0,81	0,99	0,92	0,98	1,02	1,61	1,89	2,33
G ⁹ -3	1,52	0,84	0,29	0,20	0,10	0,19	0,22	0,73	1,11	1,73
AqsK9 ¹³	2,16	1,32	0,55	0,41	0,20	0,33	0,33	0,67	1,06	1,60
AQSG3 ¹³	1,52	0,84	0,29	0,20	0,10	0,19	0,22	0,73	1,11	1,70
Жоғарғы қыртыс	110	98	75	54	35	33	31	19	18	16
Төменгі қыртыс	50	46	40	34	35	26	16	11	9	11



1-сурет – UCC бойынша Ақшатау массивінің жыныстарындағы СЖЭ таралуы

сызығы мен төменгі қыртыс сызығы 100-ден 10-ға дейін өзгереді. Ақшатау массивінің жыныстарындағы СЖЭ-нің таралу графигі жоғарғы қыртыс сызығын қайталайды. Сондықтан тау жыныстары жоғарғы қыртыс магматизммен шектелген.

Ақшатау массивінің гранитоидтары жеңіл және ауыр лантаноидтармен азайтылған, бұл селективті балқудың нәтижесі болып табылады. Балқу процесінде СЖЭ-нің мұндай фракциясы сирек кездесетін жерлердің күрделі концентраттары болып табылатын амфиболмен және биотитпен реститтерді байытумен байланысты болуы мүмкін. Палингендік балқымасының лантаноидтердің салыстырмалы түрде азаюының тағы бір себебі сирек кездесетін церий және иттрий тобымен байытылған акцессорлық минералдардың толық емес балқуы болуы мүмкін.

Орталық Қазақстанның магмалық тау жыныстарындағы молибденнің таралу деректері бойынша [3] молибден біркелкі бөлінетіні көрсетілген.

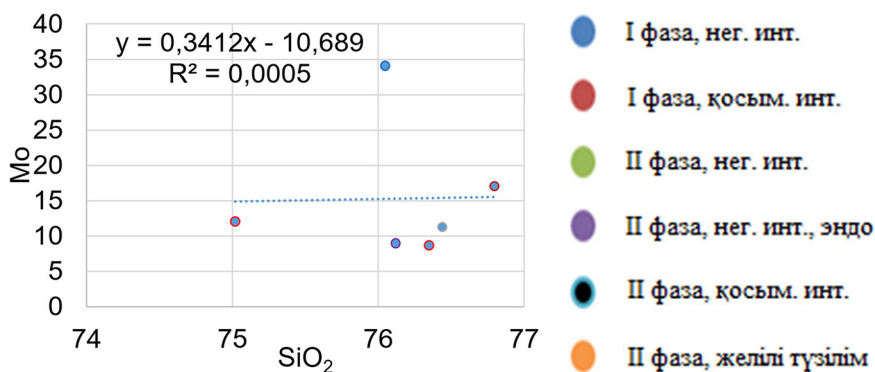
2-суреттен Ақшатау массивінің жыныстарындағы Мо құрамы да біркелкі бөлінгені көрінеді.

Молибденнің геохимиялық тағдыры магмалық тау жыныстарында қандай да бір петрогендік элементпен байланысты емес элементтерге жатады. Осыған байланысты оның тау жыныстарын құрайтын минералдарда жоғары концентрациясы жоқ және тау жыныстарының кристалдануы кезінде оның таралуын анықтайтын факторлар өте алуан түрлі.

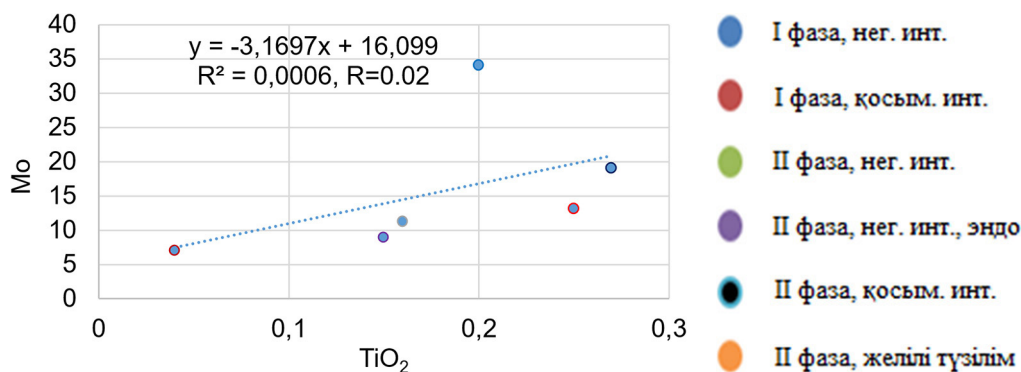
Бірақ молибден кристаллохимиялық тұрғыдан титанға өте жақын. Төрт валентті молибден мен титанның кристаллохимиялық жақындығы ең алдымен титан минералдарындағы (сфен, ильменит) молибденнің жоғары құрамында көрінеді және олардың кристаллохимиялық қасиеттерінің ұқсастығымен анықталады. Молибденнің титанмен байланысы титан мөлшері жоғары тау жыныстарында молибденнің біршама жоғарылауына әкеледі (3-сурет).

3-суретте Ақшатау массивінің жыныстарындағы Мо TiO₂-нің құрамына қарай қалай өзгертіні көрсетілген.

Сонымен қатар 2-кесте бойынша гранитоид-



2-сурет – Ақшатау массивінің жыныстарындағы Мо-ның олардағы SiO₂ құрамына байланысты таралу графигі



3-сурет – Ақшатау массиві жыныстарындағы молибденнің титан оксидіне қатынасының диаграммасы

2-кесте – Ақшатау плутонындағы жыныстардың минералдық құрамы [Серых В.И., 1996]

Оксидтер, элементтер, минералдар, %	Интрузиялық фазалар және қосымша интрузиялар							
	I	I ₁	II	II _a	II ₁	II ₂	II ₃	II ₄
SiO ₂	74,71	75,02	76,44	76,12	76,05	76,35	76,58	76,80
TiO ₂	0,27	0,25	0,16	0,15	0,20	0,13	0,13	0,04
N	12	6	20	8	6	12	-	1
Mo	-	3,1	11,2	8,9	34,0	8,6	-	17,0
W	16,0	9,9	24,8	26,7	24,0	18,8	-	50,0
F	3200	2580	2950	4090	3930	3470	-	2000
Кварц, %	33,8	30,3	38,2	40,3	35,7	35,2	40,8	-
К-На далалық шпат (альбит, моль %)	41,1 (36)	42,7	40,4 (37)	37,8	38,6	42,2	49,8	-
Биотит (f)	1,5 (40)	1,5	0,7 (47)	-	-	-	-	-
Мусковит	-	-	1,3	2,7	-	1,4	-	-
Биотит + Мусковит	-	-	-	-	2,6	-	1,4	-
N	7	1	6	1	4	-	-	1
Ильменит	720	1960	390	140	200	-	-	110
Магнетит	6280	5870	2330	2950	1000	-	-	0

тардың құрамында кварц пен К-На дала шпаты көп немесе биотит + мусковит мөлшері төмен тау жыныстарында молибден жоқ екендігі расталады.

Молибденнің жоғары мөлшері тау жыныстарының кен минералдарында, ең алдымен магнетит пен ильменитте байқалады. Титанит, ильменит,

магнетит және рутилдің мәліметтері бойынша Мо-де жоғары концентрация болады [6].

Гранитоидтардың кристалдану үдерістерінде молибденнің таралу ерекшеліктері мономинералды фракциялар бойынша молибденнің баланстарын талдау кезінде жақсы ашылады, ол туралы келесі жұмыста келтірілген [4].

Граниттегі вольфрамның жалпы тепе-теңдігінде кварц, плагиоклаз және калий дала шпаты маңызды рөл атқарады, олардың төмен құрамына қарамастан, вольфрамның 60-80% шоғырланған. Вольфрамның көп бөлігі гранитоидтардың лейкократтық бөлігінде де кездеседі.

Вольфрамды интрузивтерде тау жыныстарын құрайтын минералдардың үлесі вольфрамның 60-75% құрайды, ал вольфрамның шамамен 20-25% аксессуарлық минералдарда шоғырланған, олардың арасында шеелит те бар [6].

4-суретте 2-кесте бойынша SiO₂ % құрамына байланысты магмалық жыныстардағы W-ның таралу графигі көрсетілген. Бұл суретте кремнийдің жоғарылауымен вольфрамның орташа мөлшері артып, сызықтық тренд бар екендігі көрсетілген.

Магмалық кристалдану процестеріндегі вольфрамның әрекетін анықтайтын негізгі фактор – қышқылдық-сілтілік режим болып келеді.

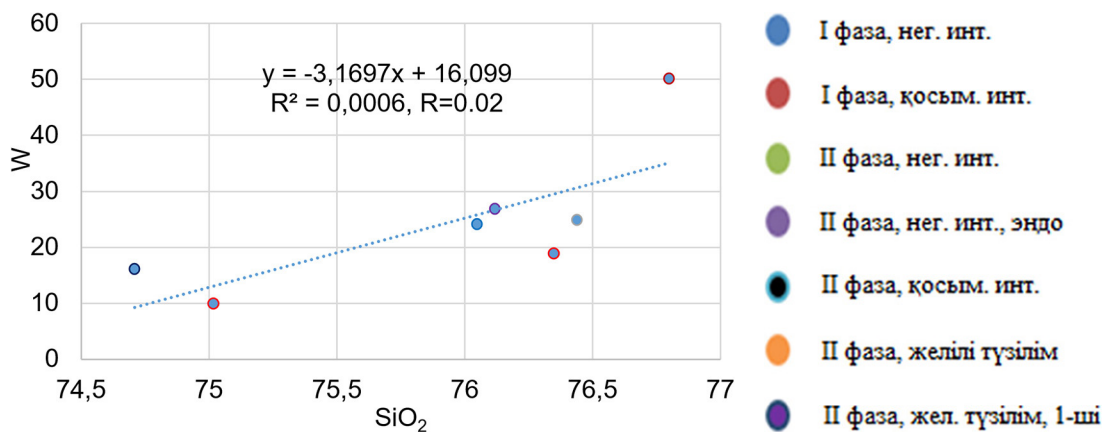
Сілтілердің (әсіресе калийдің) белсенділігінің артуымен вольфрам тау жыныстарын құрайтын минералдардың құрылымдарында таралу мүмкіндігін жоғалтады, сондықтан қалдық балқымаларда-ерітінділерде жиналады.

Магма мен гидротермальды ерітінділерде фтордың болуын ескере отырып, вольфрамның күрделі қосылыстарының арасында оның фторидті кешендері маңызды рөл атқарады деп болжауға болады. Фтордың едәуір мөлшері болған кезде WO₄²⁻ иондарындағы фтордағы оттегінің ішінара алмастырылуы байқалады. 5-суретте бұл графиктен вольфрам фтордың үлкен көрсеткіштерімен көбейтіледі.

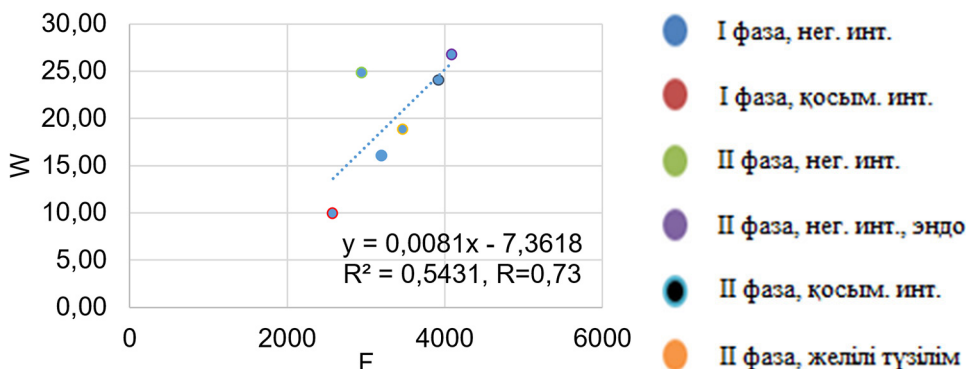
Қорытынды:

1. Граниттерге арналған СЖЭ-нің химиялық талдауы лейкограниттерге қарағанда аз мөлшерді құрайды. Лейкограниттерде церий (Ce) тобының жоғары құрамы, сонымен қатар айқын еуропий (Eu) минимумы және ауыр лантаноидтер үшін (Gd, Tb) минимумы бар екені анықталды.

2. Ақшатау массивінің жыныстарындағы СЖЭ-нің таралу графигі жоғарғы қыртыс сызығын қайталайды. Сондықтан тау жыныстары жоғарғы қыртыс магматизммен шектелген болып келеді.



4-сурет – Ақшатау массивінің жыныстарындағы W-ның олардағы SiO₂ құрамына байланысты таралу графигі



5-сурет – Ақшатау массивінің жыныстарындағы вольфрамның фторға қатынасының диаграммасы

3. Талдау нәтижелері бойынша Ақшатау массивіндегі жыныстарындағы Мо құрамы біркелкі таралғаны көрінеді, сондай-ақ молибден титанмен өте тығыз байланысты екенін көрсетті. Титан мөлшері жоғары тау жыныстарында молибденнің жоғарылауына әкеледі.

4. Вольфрамның көп бөлігі гранитоидтардың лейкократтық бөлігінде де кездесетіні анықталды. Кремнийдің жоғарылауымен вольфрамның орташа мөлшері артып, сызықтық тренд бар екендігі анықталған, сонымен қатар вольфрам фтордың үлкен мөлшерімен артады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Амралинова Б., Портнов В., Копобаева А., Блялова Г., Амангельдықызы А., Асқарова Н. Петрохимическая характеристика гранитоидов месторождения Акчатау // Вестник ВКТУ: Наука о земле и географические науки. 2020. № 2. – С. 3-9.
2. Голубков И.Ю. Закономерности становления Акчатауского плутона // Труды университета: сб. статей. – Караганда, 2014. – С. 37-40.
3. Копобаева А.Н. Исследование закономерностей распределения редких элементов (Be, W, Mo) в горных породах Центрального Казахстана: Дис. ... док. философии (PhD) / А.Н. Копобаева; МОН РК. Караганда, 2020. – 168 с.
4. Greaney A.T., Rudnick R.L., Gaschnig R.M. et al. Geochemistry of Molybdenum in the Continental Crust // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2018. – Vol. 238. – Pp. 36-54.
5. Li M.G., Cao M., Qin K., Evans N.J., Hollings P., Seitmuratova E.Yu. Geochronology, petrogenesis and tectonic settings of pre- and synore granites from the W-Mo deposits (East Kounrad, Zhanet and Akshatau) Central Kazakhstan // *Lithos*. 252-253. 2016. Pp. 16-31.
6. Liu D., Yang L., Deng X. et al. Re-Os isotopic data for molybdenum from Hejiangkou tungsten and tin polymetallic deposit in Chenzhou and its geological significance // *J. Cent. South Univ.* – 2016. – Vol. 23. – Pp. 1071-1084.

Изучение геолого-геохимических особенностей гранитоидов Акчатауского массива

¹*КАЗТАЕВ Ермурат Муратович, полевой геолог, eerkow09@inbox.ru,

²КОПОБАЕВА Айман Ныгметовна, PhD, и.о. доцента, aiman_25.87@mail.ru,

³ДЪЯКОНОВ Виктор Васильевич, д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой, mdf.rudn@mail.ru,

¹ТОО «Казакхмыс Барлау», Казахстан, Караганда, ул. Потанина, 113б,

²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

³Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью работы является выявление геолого-геохимических особенностей гранитоидов Акчатауского массива. Рассматриваются петрохимические данные первой и второй фазовых внедрении Акчатауского массива, а также петрогенезис горных пород и условия распределения вольфрама и молибдена. Для диагностики распределения элементов данные были нормализованы по UCC. По результатам анализа было установлено, что химический анализ РЗЭ для гранитов составляет меньшее количество, чем для лейкогранитов. Также было установлено, что график распределения РЗЭ в породах акчатауского массива повторяет линию верхней коры.

Ключевые слова: Акчатауский массив, вольфрам, молибден, гранитоиды, геолого-геохимические особенности, плутон, верхняя кора, магматизм, лейкогранты, граниты, редкоземельные элементы.

Granitoids Geological and Geochemical Features Study at Akchatau Massif

¹*KAZTAEV Ermurat, Field Geologist, eerkow09@inbox.ru,

²КОПОБАЕВА Айман, PhD, Acting Associate Professor, aiman_25.87@mail.ru,

³DYAKONOV Viktor, Dr. of Geol. and Min. Sci., Professor, Head of Department, mdf.rudn@mail.ru,

¹Kazakhmys Barlau LLP, Kazakhstan, Karaganda, Potanin Street, 113b,

²NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

³Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Russia, Moscow, Miklukho-Maclay Street, 23,

*corresponding author.

Abstract. The aim of the work is to identify the geological and geochemical features of the granitoids of the Akchatau massif. This article discusses the petrochemical data of the first and second phase introduction of the Akchatau massif, as well as the petrogenesis of rocks and the distribution conditions of tungsten and molybdenum. To diagnose the distribution of elements, the data were normalized by UCC. According to the results of the analysis, it was found that the chemical analysis of REE for granites is less than for leukogranites. It was also found that the REE distribution graph in the rocks of the Akchatau massif repeats the line of the upper crust.

Keywords: *Akchatau massif, tungsten, molybdenum, granitoids, geological and geochemical features, pluto, upper crust, magmatism, leucogrants, granites, rare earth elements.*

REFERENCES

1. Amralinova B., Portnov V., Kopobaeva A., Blyalova G., Amangel'dyqyzy A., Asqarova N. Petrohimicheskaya harakteristika granitoidov mestorozhdeniya Akchatau. Vestnik VKTU: Nauka o zemle i geograficheskie nauki. 2020. No. 2. – Pp. 3-9.
2. Golubkov I.YU. Zakonomernosti stanovleniya Akchatauskogo plutona. Trudy universiteta: sb. statej. – Karaganda, 2014. – Pp. 37-40.
3. Kopobaeva A.N. Issledovanie zakonomernostej raspredeleniya redkih jelementov (Be, W, Mo) v gornyh porodah Central'nogo Kazahstana: Dis. ... dok. filosofii (PhD). A.N. Kopobaeva; MON RK. Karaganda, 2020. – 168 p.
4. Greaney A.T., Rudnick R.L., Gaschnig R.M. et al. Geochemistry of Molybdenum in the Continental Crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* – 2018. – Vol. 238. – Pp. 36-54.
5. Li M.G., Cao M., Qin K., Evans N.J., Hollings P., Seitmuratova E.Yu. Geochronology, petrogenesis and tectonic settings of pre- and syn-ore granites from the W-Mo deposits (East Kounrad, Zhanet and Akshatau) Central Kazakhstan. *Lithos.* 252-253. 2016. Pp. 16-31.
6. Liu D., Yang L., Deng X. et al. Re-Os isotopic data for molybdenum from Hejiangkou tungsten and tin polymetallic deposit in Chenzhou and its geological significance. *J. Cent. South Univ.* – 2016. – Vol. 23. – Pp. 1071-1084.