

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 421 (2017), 18 – 36

V. G. Stepanets¹, V. L. Levin², N. A. Savelyev³,
M. Khakimzhanov⁴, D. K. Makat³

¹RCMIR_COM, Germany,

²K. I. Satpaev IGS,

³KSTU, Kazakhstan,

⁴SRK Consulting (Kazakhstan) Ltd.

E-mail: wladimir@stepanez.de, levin_v@inbox.ru, n.a.savelyeva@gmail.com,
mkhakimzhanov@srk.kz, dastankgtu90@mail.ru

EVOLUTION OF PICRITE MAGMATISM AND ORE FORMATION IN THE ULYTAU REGION OF CENTRAL KAZAKHSTAN

Abstract. The paper is dedicated to the petrology and metallogeny of mafic and ultramafic rocks of the Ulytau Range. Two hypabyssal rock complexes are established within the West Ulytau Belt, including the Karaturgai diabase-picrite complex in the north and the Beleuty ferrogabbro-norite and diabase-picrite complex. They are derivatives of melting of spinel peridotites, which makes them different from the suprasubduction zone ophiolitic complexes of Central Kazakhstan, which produced by melting of garnet peridotites. Igneous rocks of the Karaturgai complex are comparable with ultramafic and mafic rocks rich in augite and brown hornblende, which are produced by the normal course of volcanic differentiation, while igneous rocks of the Beleuty complex are more alkaline and they contain titanite augite and barkevikite. The former usually occur, when teschenites and essexites, as well as other alkaline gabbroids, appear in the diabase series. Copper–nickel sulfide ores with platinum group elements are linked genetically and geographically with picrite basalts and diabase-picrites of the Karaturgai complex and also with sulfide-bearing carbonatites enriched with heavy rare earth elements. It is likely that the origin of ferruginous quartzites of the Karasakpai ore field had relation to the hydrothermal processes occurred at the time when high-Fe subalkaline gabbro-diabases, probably of the Beleuty complex were intruded. The age of the intrusive rocks of the West Ulytau Belt is provisionally as Neoproterozoic, probably synchronous to the collisional processes resulted in the formation of the Rodinia supercontinent. A complex of Neoproterozoic peridotite-pyroxenite-gabbro-plagiogranite intrusive rocks is proven in East Ulytau. It was originated as a result of melting of different mantle sources, unlike hypabyssal rock complexes of the West Ulytau Belt. Distinctive feature of the Ulytau complex is the presence of koswites which usually contain platinum group elements.

Key words: Ulytau, Kazakhstan, carbonatites, picrite basalts, diabases, ferruginous quartzites, copper–nickel sulfide ores, palladium, platinum, Neoproterozoic.

В. Г. Степанец¹, В. Л. Левин², Н. А. Савельева³, М. Хакимжанов⁴, Д. К. Макат³

¹RCMIR_COM, Germany,

²ИГН им. К. И. Сатпаева,

³КарГТУ, Казахстан,

⁴SRK Consulting (Kazakhstan) Ltd.

ЭВОЛЮЦИЯ ПИКРИТОВОГО МАГМАТИЗМА И РУДООБРАЗОВАНИЕ В УЛЫТАУСКОМ РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. Рассмотрены вопросы петрологии и металлогении основных и ультраосновных пород хребта Улытау. В составе Западно-Улытауского пояса выделены два гипабиссальных комплекса: на севере – каратургайский диабаз-пикритовый комплекс, а на юге – белеутинский феррогаббронорит-диабаз-пикритовый комплекс, которые являются производными плавления шпинелевых перидотитов, что отличает их от нижнепалеозойских надсубдукционных офиолитовых комплексов Центрального Казахстана, являющихся продуктами плавления гранатовых перидотитов. Породы каратургайского комплекса сопоставляются с ультраосновными и основными дифференциатами нормального типа с авгитом и бурой роговой обманкой, а породы белеутинского комплекса находят аналогию с более щелочным типом, содержащим титано-авгит и баркевикит. Последние обычно встречаются в тех случаях, когда в серии диабазов появляются тешениты, а также эссекситы и другие щелочные габброиды. С пикритами и диабаз-пикритами каратургайского комплекса пространственно и генетически связаны медно-никелевые руды с платиноидами и сульфидоносные карбонатиты с тяжелыми редкоземельными элементами. Предполагается, что образование железистых кварцитов Карсакпайского рудного района связано с гидротермальными процессами, протекающими в период внедрения high-Fe субщелочных габбро-диабазов, вероятнее всего, белеутинского комплекса. Возраст пород Западно-Улытауского пояса условно принимается неопротерозойский до рифтогенный и геодинамически увязывается с коллизионными процессами, протекающими в период образования суперконтинента Родиния. В составе Восточного Улытау выделен самостоятельный интрузивный неопротерозойский улытауский перидотит-пироксенит-габбро-плагιοгранитный комплекс, который образовался в результате плавления различных мантийных источников, чем он отличаются от гипабиссальных комплексов Западно-Улытауского пояса. Характерной особенностью состава улытауского комплекса является присутствие косьвитов, которые, как правило, содержат элементы платиновой группы.

Ключевые слова: Улытау, Казахстан, карбонатиты, пикриты, диабазы, железистые кварциты, медно-никелевые руды, палладий, платина, неопротерозой.

Введение. На западе Центрального Казахстана в горах Улытау в составе докембрийских метаморфических толщ давно известны основные и ультраосновные породы, пространственная и генетическая связь с ними хризотил-асбестовой, сульфидной медно-никелевой минерализации и железистых кварцитов надолго предопределила интерес к их изучению [1-12].

Впервые пикриты и апопикритовые серпентиниты в пределах Северного Улытау (рисунок 1) были описаны в 1962 г. Ю. Л. Семеновым [5] на правом берегу р. Каратургай и выделены из состава Западно-Улытауского «офиолитового пояса» в самостоятельный каратургайский диабаз-пикритовый комплекс. Ими было дано детальное петрографическое описание пород комплекса, проведено петрохимическое сопоставление с пикритами и диабазами других районов Советского Союза, Чехословакии и Восточной Германии. Показано, что пикриты и диабазы каратургайского комплекса слагают sill и dykes, залегающие среди метаморфических толщ хр. Улытау и не имеют видимой связи с эффузивными образованиями. Основываясь на аналогии с другими районами развития диабаз-пикритовых комплексов, ими было высказано предположение, что пикриты и диабазы хр. Улытау находятся в генетической связи с проявлениями раннемезозойского базальтового магматизма Тургайского прогиба. Ими впервые отмечена пространственная и генетическая связь сульфидов меди и никеля с пикритами.

В 1967 г. И. И. Вишневская и И. Ф. Трусова в статье «Западно-Улытауский пояс ультраосновных и основных пород» выступили с критикой представлений Н. П. Михайлова и Ю. Л. Семенова и

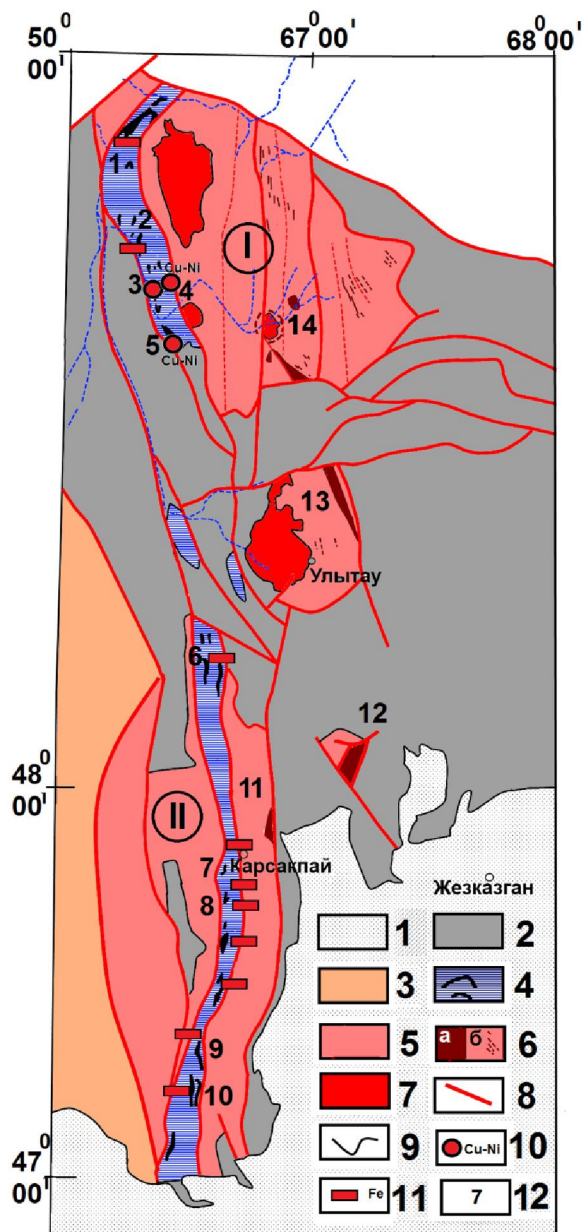


Рисунок 1 – Схема расположения выходов основных, ультраосновных пород и генетически связанных с ним месторождений полезных ископаемых Северного (I) и Южного (II) Улытау, построена по материалам [2, 4-7, 10, 17].

1 – мезозойско-кайнозойские осадочные отложения; 2 – девон-каменноугольные вулканогенно-осадочные отложения; 3 – кембро-ордовикские осадочные отложения; 4 – Западно-Улытауский пояс (силлы, реже дайки); 5 – Улытауский докембрийский кристаллический массив; 6 – неопротерозойские интрузии перидотит-пироксенит-габбро-плагиигранитного комплекса (а), а также даек горнблендитов, спессартитов и пикритов (б); 7 – палеозойские гранитоиды; 8 – региональные разломы; 9 – геологические границы; 10 – медно-никелевые проявления с платиноидами; 11 – месторождения фосфорно-медно-свинцово-цинково-железородной формации; 12 – цифрами обозначены: 1-10 – неопротерозойские силлы белеутинского и каратургайского комплексов и генетически связанные с ними проявления полезных ископаемых: 1 – Жаксы-Коянды, 2 – Жанакала, 3 – Каратургай, 4 – Придорожное, 5 – Акжал, 6 – Арыстантау, 7 – Карсакапай (Балбраун, Керегетас), 8 – Дюсембай (Дуйсембай), 9 – Джийде; 10 – Белеуты; 11-14 – неопротерозойские интрузии перидотит-пироксенит-габбро-плагиигранитного комплекса: 11 – Талдысай, 12 – Шайтантас (восточней Джезды), 13 – Ешкикельмес (кладбище), 14 – Шилик-Каным.

Figure 1 – Schematic map showing the outcrop areas of the mafic and ultramafic rocks and genetically related ore deposits in the Northern (I) and the South (II) Ulytau [after 2, 4-7, 10, 17].

1 – Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover; 2 – Devonian and Carboniferous volcano-sedimentary rocks (undifferentiated); 3 – Cambrian-Ordovician sedimentary rocks (undifferentiated); 4 – West Ulytau Belt (sills, occasional dikes); 5 – Ulytau Precambrian crystalline massif; 6 – Neoproterozoic peridotite-pyroxenite-gabbro-plagiogranite intrusive complex (a); dikes of hornblende, spessartites and picrites (b); 7 – Paleozoic granitoids; 8 – regional faults; 9 – geological boundaries; 10 – copper-nickel mineralisation with PGM; 11 – phosphorus-copper-lead-zinc-iron ore deposits; 12 – numbers denote: 1-10 – Neoproterozoic sills of the Beleuty and Karaturgai complexes and genetically related ore mineralisation: 1 – Zhaksky-Koyandi, 2 – Zhanakala, 3 – Karaturgai, 4 – Pridorozhnoe, 5 – Akzhal, 6 – Arystantau, 7 – Karsakpai (Balbraun, Keregetas), 8 – Dyusembayev (Duysembay), 9 – Dzhiyde; 10 – Beleuty; 11-14 – Neoproterozoic peridotite-pyroxenite-gabbro-plagiogranite complex of intrusive rocks: 11 – Taldysai, 12 – Shaytantas (Eastern Dzhezdy), 13 – Eshkikelmess, 14 – Shilik-Kanyam.

отнесли силлы пикритов каратургайского комплекса к интрузиям габбро-перидотитовой формации. Отметив при этом их парагенетическую связь с породами спилито-кератофировой формации, встречающимися в составе ряда офиолитовых поясов Центрального Казахстана [4]. Ссылаясь на данные Ю. А. Зайцева [3], они предположили, что породы каратургайского комплекса простираются на юго-восток до широты пос. Карсакапай. Возраст ультраосновных и основных пород

данного района, как отметили авторы [6], большинство исследователей считают ордовикским. Однако следует напомнить, что ранее И. Ф. Трусова [13] основные и ультраосновные интрузии Западно-Улытауского «змеевикowego пояса» относил к докембрию.

Ю. И. Половинкина [2], изучавшая основные и ультраосновные породы района поселка Карсакпай в связи с проблемой генезиса железистых кварцитов, пришла к заключению, что их возраст, вероятнее всего, среднепротерозойский. Описанные ею диабазовые порфириты по структурному положению, петрографическому и петрохимическому составу идентичны кварц- и апатит-содержащим диабазам и кварцевым диабазам каратургайского диабаз-пикритового комплекса. Перидотиты, диабазовые порфириты, метабазальты и метаосадочные породы карсакпайской серии она объединила в «типичную» офиолитовую формацию. При этом Ю. И. Половинкина считала, что более молодые, по отношению к породам карсакпайской серии, основные и ультраосновные интрузивные породы являются причиной интенсивных постмагматических процессов в районе, в том числе и образования железистых кварцитов.

Составители геологической карты СССР (масштаб 1 : 200 000, серия Улутау-Кокчетавская) [7] отнесли силлы и дайки данного комплекса в районе Карсакпая к позднему протерозою. Отмечая при этом, что габбро и габбро-диабазы развиты в виде согласных тел в составе неопротерозойских белкудукской и боздакской свит, а также в виде рвущих массивов внутри мезопротерозойской бурмашинской свиты. Между тем они отмечают, что у них нет прямых геологических данных для установления верхнего возрастного предела. Однако они предположили, что можно говорить о генетической связи пластовых интрузивных тел с соответствующими по возрасту свитами, содержащими основные вулканиты в составе метаморфических толщ района Карсакпая.

Составители геологической карты Казахской ССР (масштаб 1 : 500 000, серия Центрально-Казахстанская) [10] объединили вышеописанные основные и ультраосновные породы Западно-Улытауского «офиолитового пояса» в белеутинский комплекс позднепротерозойских габбро, габбро-диабазов, который, как они отметили, впервые был описан в Карсакпайском районе И. С. Яговкиным в 1927 г.

Значительно позже Р. М. Антонюк [11], один из соавторов геологической карты Казахской ССР [10], обобщив материалы ГДП-200, разработал новую стратиграфическую схему метаморфических отложений докембрия и нижнего палеозоя хребта Улытау. Западно-Улытауский «офиолитовый пояс» он представил как Карсакпайский аллохтон. В составе последнего метавулканиты и ассоциирующие с ними метаосадочные отложения карсакпайской серии, были им отнесены к верхним членам офиолитовой ассоциации, а сопровождающие их тела основных и ультраосновных пород он сопоставил с плутоническими комплексами нижнепалеозойских офиолитовых зон Центрального Казахстана, и тем самым, по сути, повторил схемы предшественников [2, 6]. Предположив при этом, что карсакпайская серия сформировалась в условиях спрединга Байконурского окраинно-морского палеобассейна на коре океанического типа, которая впоследствии, в позднем ордовике и раннем силуре в период коллизии и закрытия этого бассейна, была шарьирована на Улытау-Арганатинский микроконтинент. Возраст карсакпайской серии ими [11] был определен в диапазоне позднего венда и среднего ордовика.

Р. К. Григайтис и ее соавторы [14], детально изучившие метаосадочные породы карсакпайской серии пришли к выводу, что данные породы часто содержат реликтовую бластопсаммитовую или бластоалевритовую структуры. Обломки плохо окатаны, представлены полевым шпатом, измененными цветными минералами, кварцем и отвечают составу граувакковых, аркозовых песчаников и алевролитов, туффитов и аргиллитов, что в корне противоречит выводу Р. М. Антонюка и его соавторов [11] о преобладании в составе карсакпайской серии пелагических осадков. Тесная ассоциация метавулканитов карсакпайской серии с кристаллокластическими и литокластическими туфами, описанными Ю. И. Половинкиной [2], содержащими амфибол, хлорит, плагиоклаз, биотит, серицит, гематит, магнетит, турмалин, кальцит и кварц, также не характерна для глубоководных фаций. Такие туфогенные породы, как правило, связаны с деятельностью стратовулканов, а присутствие аркозовых песчаников указывает на их образование в условиях мелководных и прибрежных фаций [15]. Акантоморфные акритархи [16, 14], присутствующие в отложениях карсакпайской серии, представляют собой остатки эукариотных одноклеточных фитопланктонных и ниточных водорослевых организмов, также обитали в относительно неглубокой открытоморской шельфовой части палеобассейна.

Порфиритоиды карсакпайской серии, по данным авторов [2, 7], образовались за счет метаморфизма афировых и миндалекаменных порфиритов базальтового и андезибазальтового состава. Спорадически в верхней части разреза порфиритоидов карсакпайской серии встречаются прослои фиолетовых порфироидов с флюидалной текстурой, что вряд ли можно считать признаком глубоководных фаций. Осадочно-туфогенно-вулканогенные интенсивно метаморфизованные отложения карсакпайской серии, вероятно, следует отнести к базальт-андезитовой формации [17], которая, как известно, распространена в пределах окраинно-континентальных рифтов, иногда накладывающихся на отмершие островные дуги, причленившихся к континенту.

В этой связи кратко остановимся на пространственной и генетической связи железистых кварцитов фосфорно-медно-свинцово-цинково-железородной формации [17] карсакпайской и боздакской серии с основным и ультраосновным магматизмом Западно-Улытауского «офиолитового пояса».

Если согласиться с выводами Н. П. Михайлова и Ю. Л. Семенова [5], что основные и ультраосновные породы Западно-Улытауского «офиолитового пояса» это – диабазы, пикриты и апопикритовые серпентиниты, то становится очевидным, что, вероятнее всего, диабаз-пикритовая магма, богатая железом, была источником гидротермальных растворов. Это дает основание предполагать, что железистые кварциты есть продукт эндогенных процессов, на что еще ранее обратили внимание К. И. Сатпаев [18, 19] и И. И. Танатар [20], изучавший железистые кварциты Кривого Рога, а не осадочнометаморфического происхождения, как отмечается в работе Р. М. Антонюка [11].

Присутствие в составе ультраосновных пород (пикритов) каратургайского комплекса сульфидной медно-никелевой минерализации с платиноидами [8, 21] также ставит под сомнение представления Р. М. Антонюка и его соавторов [11] об их формировании в структурах с океаническим типом фундамента.

О. Б. Бейсеев [8, 21], долгие годы изучавший рудопроявление Каратургай, пришел к выводу, что его руды, приуроченные к горизонтам верлитов, имеют близкое сходство с сульфидными медно-никелевыми месторождениями Печенги [22].

Все исследователи, изучавшие гипабиссальные породы белеутинского и каратургайского комплекса, несмотря на их различные представления о генезисе как в пределах Южного [2, 7, 10], так и Северного Улытау [5, 6, 8] имеют единую точку зрения на их структурное положение и форму тел.

Апопикритовые серпентиниты, пикриты, пикрито-диабазы, диабазы и кварцевые диабазы белеутинского и каратургайского комплекса слагают небольшие гипабиссальные тела, имеющие, как правило, форму крупных и мелких межпластовых залежей. Довольно часто силлы залегают в замках неопротерозойских метаморфических толщ карсакпайской и боздакской серии, в единичных случаях встречаются дайки в составе мезопротерозойских толщ. Аналогов пикритов и ассоциирующих с ними диабазов в составе палеозойских толщ хр. Улытау не обнаружено.

Наличие кварца и значительные содержания апатита являются характерной чертой состава диабазов белеутинского комплекса, что отличает их от диабазовых порфиритов зеленокаменной карсакпайской серии [2]. Одной из характерных особенностей состава диабазов района Карсакпая является присутствие щелочного амфибола.

Учитывая крайне противоположные точки зрения на генезис и возраст ультраосновных и основных пород хр. Улытау, авторы предлагают с позиций современной геохимической геодинамики более подробно рассмотреть петрогеохимические особенности пород белеутинского и каратургайского комплексов и определить их место в геологической истории развития запада Центрального Казахстана.

Особенности состава пород. При обсуждении петрографических и петрогеохимических особенностей ультраосновных и основных пород Западно-Улытауского пояса были использованы данные [5, 6, 24, 25; 14, 11].

Ниже рассмотрим состав наиболее хорошо изученных пород диабаз-пикритового комплекса верховьев р. Сабасалдытургай, бассейна р. Каратургай, ее притока Койтас и горы Акжал [5, 6].

Между апопикритовыми серпентинитами, пикритами, пикрито-диабазами, диабазами и кварцевыми диабазами отмечаются постепенные переходы. Пикриты, пикрито-диабазы и диабазы обладают хорошо выраженной шаровой и глыбовой отдельностью.

Пикриты являются яркими их представителями, содержащими: оливин (65–75%), моноклинный и ромбический пироксены в равных количествах (5–7%), бурую роговую обманку (2–4%), сосюритизированный плагиоклаз (10–15%), биотит (0,5 %), сульфиды (0,5–2%), магнетит, апатит.

Пикрито-диабазы по внешнему виду не отличаются от пикритов, однако количественные соотношения минералов значительно меняются. Содержание оливина уменьшается (25–40%), соответственно пропорционально увеличивается содержание пироксенов и плагиоклаза, причем клинопироксен преобладает над ортопироксеном. Значительно уменьшается количество сульфидов и апатита.

Диабазы и кварцевые диабазы повсеместно встречаются вместе с пикритами, нередко совместно в одном силле. От пикритов они отличаются только отсутствием ортопироксена. В их составе определен клинопироксен (45–60%), плагиоклаз (33–40%), биотит (около 1%), кварц (1,5–2%), апатит и ильменит. Сульфиды отсутствуют.

Значительная часть пород комплекса сложена апопикритовыми серпентинитами. Серпентин (50–80%) нередко представлен хризотилом и антигоритом, редко встречаются реликты ортопироксена, значительно лучше сохранились реликты клинопироксена (15–20%), также встречаются псевдоморфозы сосюрита (2–3%), реже псевдоморфозы по пластинчатым кристаллам биотита. Довольно часто по серпентину развивается карбонат и тальк.

Апопикритовые серпентиниты верховьев р. Сабасалдытургай по отношению таковым бассейна р. Каратургай несколько обеднены SiO_2 (37,7%), Al_2O_3 (3,67%), но в тоже время несколько обогащены $\text{FeO}_{\text{общ}}$ (13,38%) и по соотношению основных петрогенных компонентов приближаются к составу меймечита, однако они обеднены нормативным диопсидом (0,69%) при крайне высоких содержаниях нормативного гиперстена (26,66%). Тогда как апопикритовые серпентиниты бассейна

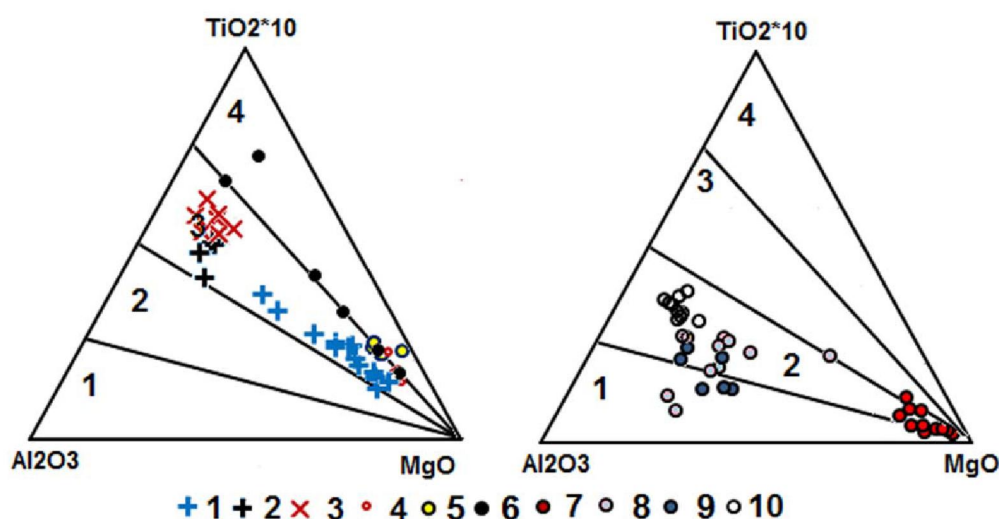


Рисунок 2 – Диаграмма $\text{TiO}_2 \cdot 10\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO}$ (мас. %) для основных и ультраосновных пород белеутинского и каратургайского, караулшекского надсубдукционного комплексов Казахстана и Печенгского рудного района.

Поля вулканических серий: 1 – бонинитовой, 2 – коматитовой, 3 – пикритовой, 4 – щелочно-ультраосновной [27].

1–2 – каратургайский диабаз-пикритовый комплекс [5, 6; не опубликованные данные Рылова (1967)]: 1 – пикриты, 2 – кварцевые диабазы; 3 – породы белеутинского феррогаббронорит-диабаз-пикритового комплекса района Карсакпай [2]; 4–6 – породы Печенгского района [28, таблица 7]: 4–5 – безрудные: 4 – серпентинизированные оливиниты и 5 – серпентинизированные верлиты, 6 – породы габбро-верлитового никеленосного комплекса; 7–10 – породы Караулшекского паравтохтона [29, 30]: 7 – кумулятивные перидотиты (верлиты и лерцолиты), 8 – габбро, 9 – караулшекиты и магнезиальные диабазы, 10 – кварцевые диабазы спилит-кератофирового комплекса.

Figure 2 – Triangular $\text{TiO}_2 \cdot 10\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO}$ diagram [after 27] for mafic and ultramafic rocks of the Beleuty, Karaturgai and Karaulsheku suprasubduction complexes from Kazakhstan and the Pechenga ore field.

1–2 – Karaturgai complex of diabases and picrite basalts [5, 6; unpublished data Rylova (1967)]: 1 – picrate basalts, 2 – quartzose diabases; 3 – Beleuty complex ferrogabbro-norite-diabase-picritic of intrusive rocks of the Karsakpai area [2]; 4–6 – rocks of the Pechenga ore field [28, Table 7]: 4–5 – barren: 4 – serpentinised olivinites, 5 – serpentinised wehrlites, 6 – gabbro-verlite nickel complex; 7–10 – igneous rocks of the Karaulsheku paravtohton [29, 30]: 7 – cumulative peridotites (wehrlites and lherzolites), 8 – gabbro, 9 – karaulshekite and Mg-diabase, 10 – quartz diabase-spilite-keratophyre complex.

р. Каратургай несколько обогащены SiO_2 (<39.7%), Al_2O_3 (5.34%), TiO_2 (<0.64%) и щелочами (<0.74%), но недосыщены $\text{FeO}_{\text{общ}}$ (12.85%). В них закономерно растет количество нормативного диопсида, оливина и уменьшается количество нормативного гиперстена, при этом те и другие подчиняются пикритовому тренду (рисунок 2). Это также отчетливо демонстрирует диаграмма $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ – $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (рисунок 3), где их фигуративные точки ложатся в поле ферропикритов. Однако по содержанию TiO_2 (<0.64%) и MgO (>30%) они находят аналогию с low-Ti пикритами. Особую группу составляют low- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ апопикритовые серпентиниты, отвечающие по минеральному составу оливинитам, в которых нормативный оливин составляет более 90 %.

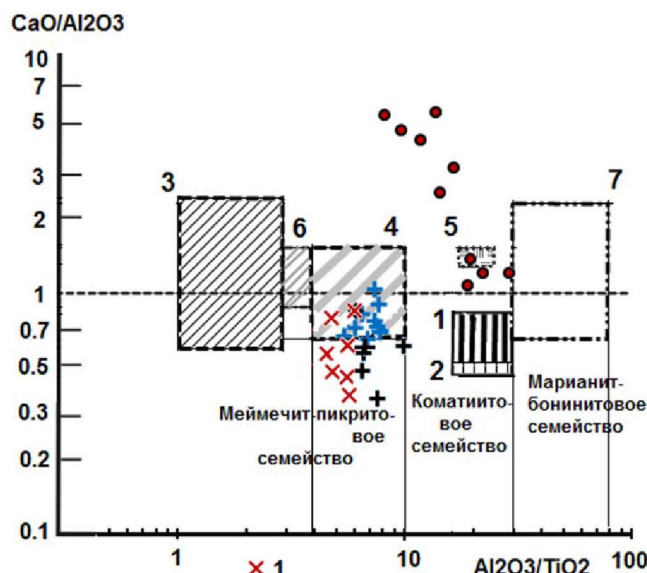


Рисунок 3 – Диаграмма $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (ATM) – $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ для высокомагнезиальных пород белеутинского и каратургайского комплексов Улытауского кристаллического массива и Караулшекского паравоxtона.

Вертикальные линии – границы петрохимических серий по ATM [31 и упомянутые в ней авторы].

Коматиитовое семейство: 1 – коматиитовые перидотит-дуниты, 2 – коматииты, 5 – низкотитанистые пикриты.

Меймечит-пикритовое семейство: 3 – меймечиты, 4 – ферропикриты, 6 – пикриты.

Марианит-бонинитовое семейство: 7 – марианиты.

Остальные условные обозначения смотри на рисунке 2.

Figure 3 – Bivariate $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ – $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ diagram for high-Mg volcanic rocks of the Beleuty and Karaturgai complexes of Ulytau Range.

Vertical lines show petrochemical series borders over ATM [31].

Komatiite family: 1 – komatiitic peridotite, dunite, 2 – komatiites, 5 – low-Ti picrites.

Meimechite-picrite family: 3 – meimechites, 4 – ferropicrites, 6 – picrites.

Marianite-boninite family: 7 – marianites, group.

For other symbols see Figure 2.

Собственно пикриты по характеру распределению основных петрогенных окислов не отличаются от апопикритовых пород, однако в них постепенно увеличивается уровень SiO_2 (39.86–45.63%), TiO_2 (0.59–1.08%) и уменьшается роль нормативного оливина (56.86–16.65), а также – уровень содержания Cr_2O_3 (<0.25%). На диаграммах отношений TiO_2 –10– Al_2O_3 – MgO (рисунок 2) они также принадлежат пикритам, а на диаграмме $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ – $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (рисунок 3) их фигуративные точки ложатся в поле ферропикритов.

Однако на статистической диаграмме С. Д. Четверикова [26] отдельные их фигуративные точки смещаются в область лерцолитов и верлитов, при этом количество нормативного диопсида уменьшается, но растет индекс фракционирования (до 25.6) и соответственно количество нормативного оливина.

В пикрито-диабазе увеличивается роль SiO_2 (44.92%), Al_2O_3 (11.0%), TiO_2 (1.40%) и Na_2O (1.45%), но снижается уровень содержания MgO (17.39%) при этом увеличивается количество нормативного диопсида и на диаграмме TiO_2 –10– Al_2O_3 – MgO (рисунок 2) они замыкают пикритовый тренд.

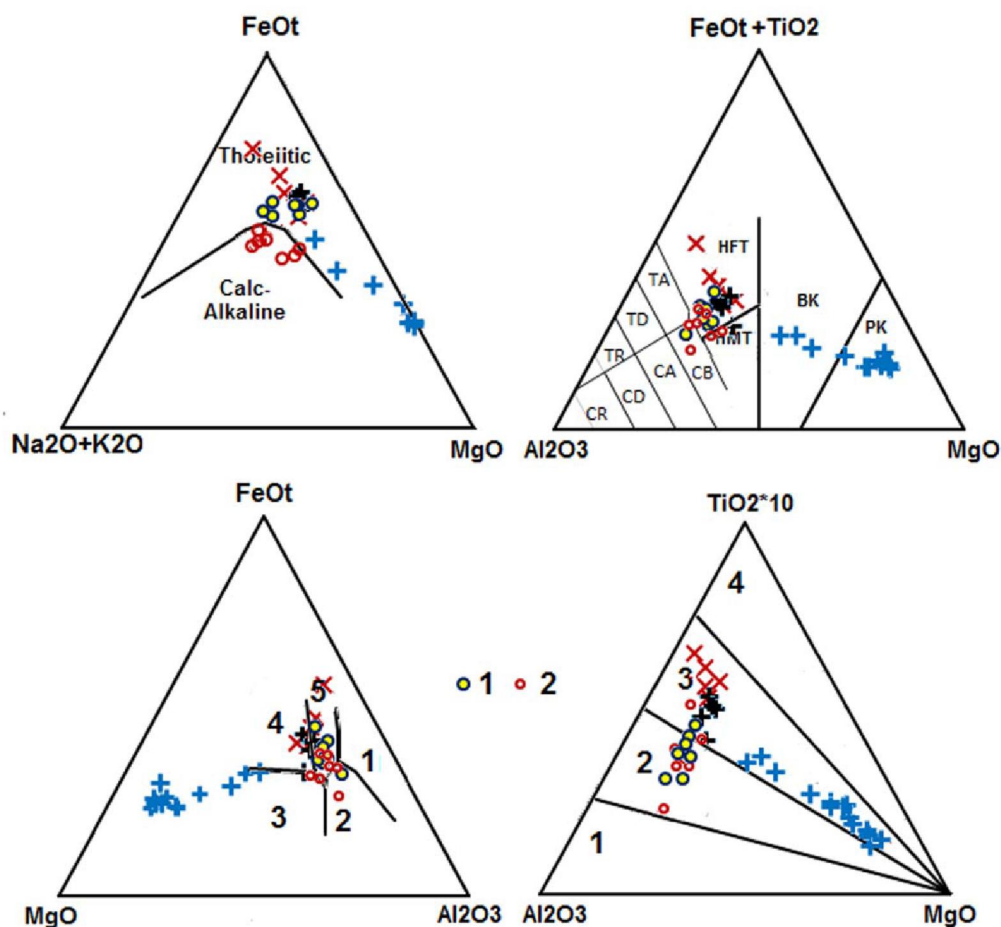


Рисунок 4 – Диаграммы $\text{FeOt}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}$ (мас. %) [32], $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (мас. %) [33],

b) $\text{FeOt}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ (мас. %) [34], $\text{TiO}_2 \cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (мас. %) [27] для пород Западно-Улытауского пояса.

Вулканисты: PK – пикритовые коматииты, BK – базальтовые коматииты, T – толеиты, C – известково-щелочные, HF – высокожелезистые, HM – высокомагнезиальные, B – базальты, A – андезиты, D – дациты, R – риолиты. Базальты: 1 – срединных зон, 2 – островных дуг, 3 – срединно-океанических хребтов и океанического дна, 4 – океанических островов, 5 – континентальных рифтов.

Поля вулканических серий: 1 – бонинитовой, 2 – коматиитовой, 3 – пикритовой, 4 – щелочно-ультраосновной.

Остальные условные обозначения смотри на рисунке 2.

Figure 4 – Various discrimination diagrams including $\text{FeOt}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}$ [32], $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [33],

b) $\text{FeOt}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ [34], $\text{TiO}_2 \cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [27] for volcanic rocks of the West Ulytau Belt.

Volcanic rocks: PK – picritic komatiites, BK – basaltic komatiites, T – tholeiites, C – calc-alkaline, HF – high-Fe-, HM – high-Mg, B – basalts, A – andesites, D – dacites, R – rhyolites.

Basalts: 1 – spreading center islands, 2 – for island and continental arcs, 3 – mid-oceanic ridges and oceanic floor, 4 – oceanic islands, 5 – continental rifts.

Volcanic series fields: 1 – boninites, 2 – komatiites, 3 – picrites, 4 – alkaline-ultramafic rocks. For symbols see Figure 2.

По соотношениям $\text{FeOt}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}$ (рисунок 4) все они отвечают толеитам, а на диаграмме $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (рисунок 4) первая группа пород соответствует пикритовым коматиитам, а вторая – базальтовым коматиитам.

Диабазы и кварцевые диабазы обогащены SiO_2 (>47.32%), Al_2O_3 (<14.45%), TiO_2 (1.88–2.25%), в них резко увеличивается роль Na_2O (2.03–2.35%), K_2O (0.25–0.76%) и P_2O_5 (до 0.25%) относительно пикритов. По отношению к пикритам в них увеличивается количество нормативного ильменита (до 2.85%). По характеру накопления железа и титана они типичные high-Fe толеиты (рисунок 4), а на дискриминационной диаграмме отношений $\text{TiO}_2 \cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (рисунок 2) их фигуративные точки располагаются в поле пикритовой серии, на их родство с пикритами указывают и отношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ к $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (рисунок 3).

На диаграмме $\text{FeOt-MgO-Al}_2\text{O}_3$ (рисунок 4), позволяющей судить о геодинамической природе, их фигуративные точки в основном располагаются вдоль линии раздела базальтов континентальных рифтов и океанических островов.

По результатам спектрального полуколичественного анализа [5, 11] пикриты каратургайского комплекса обогащены сидерофильными (Mo, Co, Ni), несовместимыми (Sr, Ba, Zr) и совместимыми (Ni, Co, V, Sc) элементами, а также имеют высокие концентрации элементов с высокочarged ионами (Zr, Y), что характерно для ультраосновных пород, подчиняющихся боуэновскому тренду дифференциации. Высокие концентрации совместимых элементов показывают малую степень фракционирования мантийного вещества.

Краткое петрографическое описание пород белеутинского феррогаббронорит-диабаз-пикритового комплекса Карсакпайского района приведено по данным Ю. И. Половинкиной [2] и В. М. Добрынина и его соавторов [7].

Ю. И. Половинкиной в составе карсакпайской серии в долине р. Сары-Сая описаны силлы (пластовые интрузии) гипабиссальных серпентинитов, которые находятся в ассоциации с диабазами. По минеральному составу серпентиниты аналогичны апопикритовым серпентинитам бассейна р. Каратургай. Они сложены оливином, клинопироксеном, амфиболом, хлоритом, реже биотитом и магнетитом. Структура породы аллотриоморфнозернистая.

Диабазы, кварцевые диабазы слагают небольшие гипабиссальные тела, имеющие форму крутых межпластовых залежей, как отмечают составители геологической карты [10], наряду с линейно-вытянутыми телами отмечены тела, имеющие сложную конфигурацию, отвечающую рисунку складчатости вмещающих толщ карсакпайской и боздакской серии.

По определению Ю. И. Половинкиной [2], основная масса пород имеет диабазовую структуру и состоит из лейст серицитизированного и пелитизированного альбита, хлорита, эпидота, кварца, рудного минерала, апатита и лейкоксена.

Наличие кварца и значительное содержание апатита составляют характерную черту состава диабазов белеутинского комплекса, что отличает их от диабазовых порфиритов из разреза карсакпайской серии [2].

В долине ручья Кара-Керегетас известны редкие гипабиссальные интрузивные тела баркевитовых диабазов и габбро?-диабазов порфириобластового облика. По мнению Ю. И. Половинкиной [2], баркевитовый характер первичного амфибола указывает на то, что диабаз имеет щелочной состав и является переходной разновидностью к эссексит-диабазу.

Если все вышеописанные породы являются палеотипными, то в долине ручья Кара-Керегетас Ю. И. Половинкиной [2] были описаны амфибол-плагиоклазовые порфириты среднего состава со стекловатой основной массой. Основная масса гиалиновая, без микролитов; стекло светлое, прозрачное, с мельчайшими зернышками рудного вещества, акцессорные минералы – апатит, рудный минерал, лейкоксенизированный.

По содержанию основных петрогенных компонентов диабазы каратургайского и белеутинского комплексов очень схожи и они хорошо сопоставляются с high-Fe толеитами. Однако от каратургайских диабазов они отличаются высокими содержаниями титана ($\text{TiO}_2 > 2.19\%$) и железа, в отдельных пробах FeOt достигает 17.13%, на этом фоне происходит некоторое уменьшение содержания MgO (2.24%).

В щелочных диабазах повышены концентрации щелочей при резком преобладании K_2O (4.27%) над Na_2O (1.58%). На всех дискриминационных диаграммах они унаследуют тренды диабазов пикритового семейства (рисунки 2-4).

Особую группу пород образуют жилы карбонатных пород с сульфидами, вскрытые скважиной в бассейне рек Койтас и Каратургай (Рылов и др., 1967 г.). Нормативный минеральный состав, рассчитанный по силикатной пробе из этих карбонатных пород, содержащих до 5 мас. % щелочей и 22.78 мас. % оксида кальция, показал: нефелин (15%), волластонит (19 %), диопсид (35 %) и апатит (1 %), остальное приходится на плагиоклаз и ортоклаз, такие породы вполне могут быть отнесены в карбонатитам. На левом берегу речки Майке (проявление Заречное), что впадает в реку Каратургай, также известны доломиты с сульфидами свинца. Карбонатиты с медью встречаются на проявлении Барха и проявление золота северо-восточнее поселка Маятас. Редкоземельные элементы установлены и на проявлении Восточный Акжал, выходы которого пространственно сопряжены

с пикритами и апопикритовыми серпентинитами горы Акжал. Такие зоны минерализации сопровождаются литохимическими ореолами Nb, Y, Th и TREE. Такая же ситуация отмечается и на рудопроявлении Придорожное, где комплексные колчеданные руды пространственно и генетически приурочены к дайкам пикритов.

Сопоставительный анализ. Диабазы, кварцевые диабазы диабаз-пикритового комплекса довольно четко отличаются от метабазальтов карсакпайской серии, что наглядно демонстрируют дискриминационные диаграммы на рисунке 4.

Состав метабазальтов карсакпайской серии довольно изменчив. В районе рек Шагырлы и Балта они по составу отвечают high-Fe толеитам и различаются по содержанию щелочей (рисунок 4). В районе рек Белеуты и Керегетас метабазальты (рисунок 4) на диаграмме $\text{FeOt}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}$ [32] отвечают составу вулканитов известково-щелочной серии. На диаграмме $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [33] их можно сопоставить с high-Fe и high-Mg толеитами, что в целом характерно для вулканитов континентальных рифтов и отчасти для сиалических островных дуг [34].

На многоэлементных диаграммах С. П. Верма [35], позволяющих судить о геодинамической природе, фигуративные точки метабазальтов также располагаются в поле базальтов континентальных рифтов и только низкомagneзиальные их разновидности тяготеют к полю базальтов островных дуг.

На диаграмме $\text{TiO}_2-10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [27] их фигуративные точки тяготеют к полю вулканитов коматиитовой серии (рисунок 4), чем они также отличаются от пород белеутинского феррогаббронорит-диабаз-пикритового комплекса.

Основываясь на этих данных можно с полной уверенностью утверждать, что метавулканиты карсакпайской серии и диабазы белеутинского комплекса генетически не связаны между собой, к чему ранее склонялись авторы [2, 7].

Метабазальты карсакпайской серии по химическому составу отвечают базальтам континентальных рифтов, что не вписывается в схему [11] их образования в условиях спрединга окраинноморского палеобассейна на коре океанического типа.

Относительно невысокий уровень $\text{FeO}_{\text{общ}}$ метабазальтов карсакпайской серии вряд ли мог быть источником при образовании железистых кварцитов, т.е. нет прямой связи между протерозойским вулканизмом и образованием железистых кварцитов.

С большой долей вероятности можно утверждать, что железистые кварциты, залегающие на различных стратиграфических уровнях в составе карсакпайской и боздакской серии, связаны с гидротермальными процессами, протекающими в период внедрения пород феррогаббронорит-диабаз-пикритового комплекса.

Доказательством тому может быть не только основной и ультраосновной состав железистых кварцитов: SiO_2 (15–50 % (среднее 35 %)); FeO (31.7–45.9 % (среднее 40.4 %)); Al_2O_3 (2.5–4.5 %); Mn (0.1–0.01 %); Ti (0,1 %); CaO (1%); Mo (0,3 %), Zn и Pb (0,1%), но и их минеральный состав, которые наряду с главными рудными минералами содержат альбит, серицит, хлорид, апатит, турмалин, щелочной амфибол, пирит, реже халькопирит, галенит и сфалерит [17].

Это дает основание предполагать, что железистые кварциты есть продукт гидротермальных процессов, на что еще ранее обратил внимание К. И. Сатпаев [18]. Такое понимание генезиса железистых кварцитов, как полагает Н. И. Литвиненко [36], может положительно повлиять на обнаружение в них и вмещающих их толщах эндогенных рудопроявлений золота, металлов платиновой группы, апатита, редких и радиоактивных элементов.

Высокие концентрации Mo , Zn и Pb также могут быть свидетельством того, что формирование руд фосфорно-медно-свинцово-цинково-железорудной формации происходило в коре континентального типа.

Петрогеохимические и изотопно-геохронологические данные позволяют говорить, что в процессе осадконакопления пород боздакской серии были вовлечены гранитоиды неопротерозойского возраста и метаморфические породы архейского и палепротерозойского возраста. Эти данные также указывают на существование в основании Южно-Улытауского террейна архейской континентальной коры [37].

С пикритами и пикрито-диабазами каратургайского комплекса пространственно и генетически ассоциируют сульфиды меди и никеля, имеющие неправильную каплевидную, реже остроугольную

форму [5, 9]. О. Б. Бейсеев и его соавторы [12] детально изучили минеральный состав оруденения и выделили, в порядке убывания, пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит, никелин, кобальтин, сперрит, титаномagnetит, ильменит и хромит.

К. Ш. Дюсембаева [38] дополнила эту рудную ассоциацию герсдорфитом, ковеллином, бравоитом, арсенопиритом.

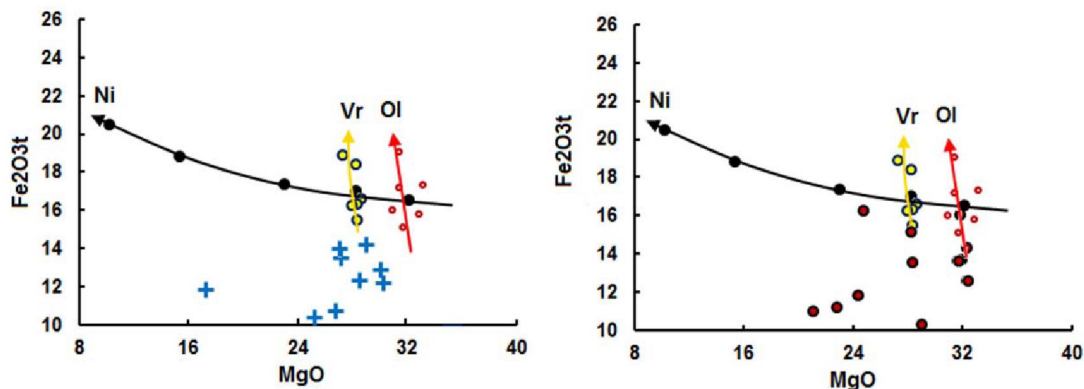


Рисунок 5 – Диаграмма $\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$ (мас. %) для ультраосновных пород.

Стрелками показаны тренды: Ni – пород печенгского никеленосного комплекса; нерудных пород Печенги: Vr – серпентинизированных верлитов и Ol – серпентинизированных оливинитов.

Условные обозначения см. на рисунке 2.

Figure 5 – Bivariate $\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$ diagrams for ultramafic rocks.

Arrows indicate a trend: volcanic rocks with Ni mineralization from the Pechenga ore field; nonmetallic rocks from the Pechenga ore field: Vr – serpentized wehrlites and Ol – serpentized olivinites.

For symbols see Figure 2.

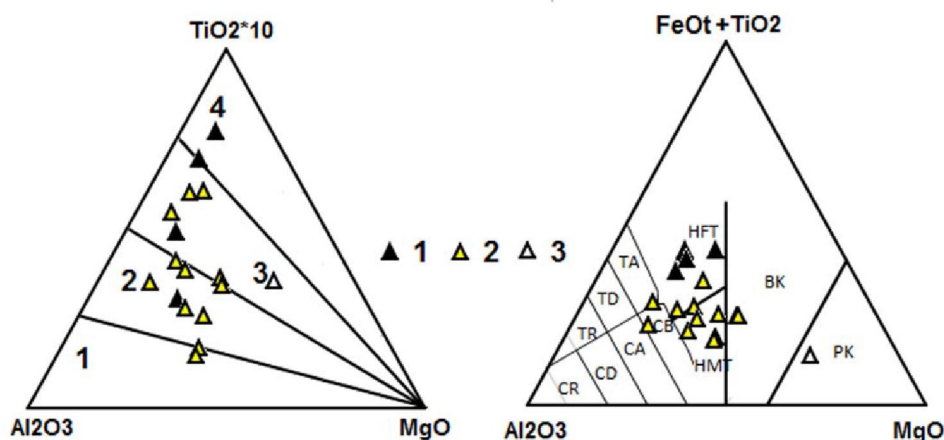


Рисунок 6 – Диаграммы $\text{TiO}_2 \cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (мас. %) [27], $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (мас. %) [33] для пород неопротерозойских интрузий ультраосновного перидотит-пироксенит-габбро-плаггиогранитного комплекса.

1 – пироксениты и косьвиты, 2 – габбро и 3 – пикрит перидотит-пироксенит-габбро-плаггиогранитного комплекса. Условные обозначения см. на рисунке 2,5.

Figure 6 – Diagrams $\text{TiO}_2 \cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [27], $\text{FeOt}+\text{TiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [33]

for the Neoproterozoic intrusive rocks of the Ulytau peridotite-pyroxenite- gabbro- plagiogranite complex:

1 – pyroxenites and koswites, 2 – gabbro and 3 – picrite peridotite-pyroxenite-gabbro-plagiogranite complex.

For symbols see Figure 2.

Среднее содержание в руде цветных и благородных металлов составляет: Ni (11%); Cu (9%); Co (0,18%); Pt (5 г/т); Pd (16 г/т) и Au (0,5–0,9 г/т). Преобладание Pd над Pt в медно-никелевых рудах [39] также подтверждает правомерность сопоставления пород гипабиссального каратурского комплекса с диабаз-пикритовой формацией, а не с габбро-верлитовой формацией [12], аналоги которой детально изучены в Печенгском рудном районе [28] и медно-никелевые руды которой, как правило, специализированы на Pt.

Не подтверждается их петрохимическая аналогия как с безрудными оливинитами и верлитами, так и с породами габбро-верлитового интрузивного никеленосного комплекса Печенги [28], что наглядно демонстрируют диаграмма отношений $\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ (рисунок 5) и дискриминационная диаграмма $\text{TiO}_2\cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ (рисунок 2).

На гипабиссальную природу ультраосновных пород каратурского комплекса указывает и присутствие в составе рудного парагенезиса герсдорфита, образование которого, как правило, связывают [40] с низкотемпературными, гидротермальными процессами.

Породы каратурского гипабиссального диабаз-пикритового комплекса являются производными плавления шпинелевого перидотита, тогда как породы гарцбургит-перидотит-габбро-плагиогранитных комплексов офиолитов Центрального Казахстана образовались в результате плавления гранатового перидотита (рисунок 7). Если обратимся к диаграмме $\text{TiO}_2\cdot 10-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ [27], то и здесь эти комплексы отвечают двум различным сериям: первые – пикритовой, а вторые – коматиитовой и отчасти бонинитовой (рисунок 2), что ясно видно и на диаграмме $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2-\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (рисунок 3).

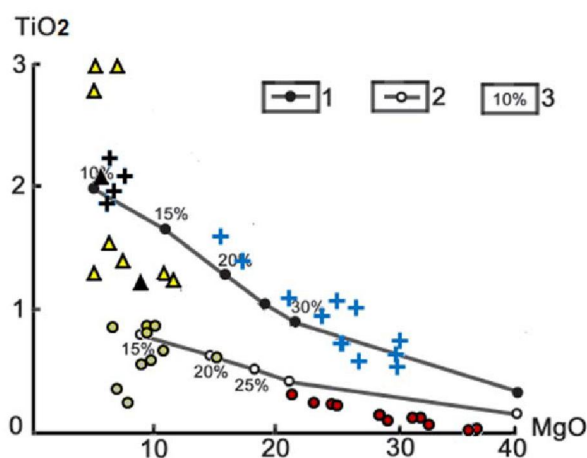


Рисунок 7 – Диаграмма $\text{TiO}_2\text{--MgO}$ (мас. %) [41] для пород каратурского диабаз-пикритового, неопротерозойского улытауского перидотит-пироксенит-габбро-плагиогранитного комплексов гор Улытау и гарцбургит-перидотит-габбро-плагиогранитного комплекса надсубдукционных офиолитов Центрального Казахстана.

1 – тренд плавления шпинелевого перидотита; 2 – тренд плавления гранатового перидотита; 3 – степень плавления. Условные обозначения см. на рисунке 2, 6.

Figure 7 – Diagram $\text{TiO}_2\text{--MgO}$ [41] for volcanic rocks of the Karatursai diabase-picritic complex and Neoproterozoic Ulytau peridotite-pyroxenite-gabbro-plagiogranite complex of Ulytau Range, and harzburgite-peridotite-gabbro-plagiogranite subduction ophiolite complex of Central Kazakhstan. 1 – melting trend of spinel peridotites; 2 – melting trend of garnet peridotites; 3 – partial melting. For symbols see Figure 2, 6.

С пикритами каратурского комплекса пространственно и генетически связаны сульфидоносные карбонатиты иттриевой специализации, которые не известны в структурах с океаническим типом коры.

Эти данные еще раз подтверждают несостоятельность выводов И. И. Вишневецкой и И. Ф. Трусовой [6] об аналогии гипабиссального каратурского комплекса с офиолитами нижнего палеозоя Центрального Казахстана, которые по составу отвечают надсубдукционным офиолитам [30].

Породы улытауского перидотит-пироксенит-габбро-плагиогранитного комплекса [9, 10, 42], по-видимому, образовались в результате плавления различных мантийных источников (рисунки 6, 7), чем они отличаются от пород диабаз-пикритового комплекса.

Характерной особенностью состава пород улытауского комплекса является присутствие косьвитов, которые могут содержать элементы платиновой группы. Габброиды неоднородны по петрохимическому составу, преобладают high-Mg толеиты, реже они отвечают породам известково-щелочной серии, а пироксениты, как правило, отвечают high-Fe толеитам, крайне редко встречаются дайки low-Fe пикритов.

В настоящее время выделяется два типа исходных ультраосновных расплавов и отвечающих им формационных типов пикритов: толеитовый и субщелочной [41]. Еще ранее Н. П. Михайлов и Ю. Л. Семенов [5] предложили выделять два тренда дифференциации пикритов: 1) нормального типа с авгитом и бурой роговой обманкой, 2) более щелочной с титано-авгитом и баркевикитом. Последние обычно встречаются в тех случаях, когда в серии диабазов появляются тешениты, а также эссекситы и другие щелочные габброиды.

Химический состав пикритов каратургайского комплекса свидетельствует об их принадлежности к ультрабазитам нормального ряда, что еще ранее отметили Н. П. Михайлов и Ю. Л. Семенов [5], с отношением $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 < 1$, содержанием TiO_2 (< 1 мас. %), при постоянном, но незначительном преобладании Na_2O (< 0.65 мас.%) над K_2O (< 0.24 мас.%). Ассоциирующие с пикритами high-Fe толеитовые диабазы также имеют низкие отношения $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, значимо ниже 1, однако с повышенным содержанием $\text{TiO}_2 > 1$ мас. % и постоянным преобладанием Na_2O (> 2.0 мас.%) над K_2O (> 0.25 мас.%).

Ко второму типу относится белеутинский комплекс, поскольку в его составе известны баркевикитовые диабазы, переходящие к эссексит-диабазам [2]. Присутствие в составе белеутинского феррогаббронорит-диабаз-пикритового комплекса эссексит-диабазов является его основным отличительным признаком от диабаз-пикритов нормального ряда каратургайского комплекса. High-Fe дифференцированные толеитовые диабазы белеутинского комплекса обогащены TiO_2 (> 2 мас. %) и $\text{FeO}_{\text{общ}}$ (< 17.13 мас.%). В них значительно увеличивается роль щелочей при преобладании Na_2O (< 2.8 мас.%) над K_2O (< 1.5 мас.%) и уменьшается отношение $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 < 0.8$. В нефелин-нормативных эссексит-диабазов резко увеличивается роль K_2O (4.27 мас. %) и TiO_2 (2.64 мас. %), а отношение $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ уменьшается до 0.44. Замыкают субщелочной ряд амфиболо-плагиоклазовые андезитовые порфириды со стекловатой основной массой.

Отсутствие в составе Западно-Улытауского пояса лав, вулканических брекчий, гиалокластитов и туфов пикритов, столь характерных для обстановок интенсивного растяжения континентальной коры [41], свидетельствует об образовании гипабиссальных пород диабаз-пикритового комплекса в условиях режима общего сжатия (коллизии) на поздних стадиях развития Улытауской складчатой области в неопротерозое в период формирования суперконтинента Родиния. Проявления пикритового магматизма в таких областях обусловлены увеличением «жесткости» складчатых областей и заложением глубинных внутрикоровых разломов [41].

Вероятно, в таких условиях протекал магматизм в пределах Западно-Улытауского пояса, приуроченность пикритового и диабазового магматизма к глубинным разломам, фиксирующихся в поверхности раздела Мохоровичича в пределах описываемого района, обсуждалась и ранее Г. Ф. Ляпичевым [9].

Породы диабаз-пикритового комплекса Западно-Улытауского пояса образовались при высокой степени (от 35 до 10%) плавления шпинелевого перидотита. Высокая степень плавления шпинелевого перидотита дает основание утверждать, что диабаз-пикритовый комплекс сформировался в процессе внутрикамерной дифференциации пикритовой магмы.

Появление щелочных диабазов, поздних выплавов, в составе белеутинского комплекса может указывать на несколько большую глубину магмогенерации исходной мантийной магмы под структурами Южного Улытау. Щелочные диабазы белеутинского комплекса практически не содержат магнетит, как известно [43], такие магмы формируются в восстановительной среде, газонасыщены водородом, метаном и в наибольшей степени обогащены щелочными, щелочноземельными, радиоактивными и редкоземельными элементами.

Такие high-Fe, газонасыщенные водородом и метаном магмы могли быть источником газированных кварцево-рудных растворов, которые, по мнению И. И. Танатара [20], могли быть источником образования железистых кварцитов. Газонасыщенные водородом и метаном растворы могли переносить фосфор, медь, свинец и цинк, что способствовало образованию руд фосфорно-медно-свинцово-цинково-железородной формации.

Генетическая связь железистых кварцитов с мантийными породами установлена в последнее время по минералогическим и геохимическим особенностям цирконов руд тараташского комплекса на Южном Урале [44].

Возможными петрологическими аналогами основных и ультраосновных пород Западно-Улытауского пояса являются пикритовые, диабаз-пикритовые комплексы западного склона Южного Урала, образующие несколько различные по составу и возрасту дайково-силловые комплексы [41]. Одной из характерных особенностей пород таких комплексов является наличие стекловатой основной массы в породах раннерифейского – палеозойского возраста в пределах Башкирского мега-террейна западного склона Южного Урала.

По-видимому, петрологическим аналогом диабаз-пикритового каратургайского комплекса является мезопротерозойский лапыштинский комплекс Башкирского мегатеррейна западного склона Южного Урала, который образовался [45], как и каратургайский комплекс, при большой степени плавления мантийного субстрата и меньшей глубине очага магмогенерации.

Для тех и других характерны высокие отношения Ni/Co, это позволяет говорить о том, что расплавы, формирующие такие комплексы [46], выплавлялись непосредственно из мантийного субстрата, не претерпевшего фракционирования в промежуточной камере. Высокие концентрации когерентных элементов пикритов также показывают малую степень фракционирования мантийного вещества.

От послеордовикских? пикритов Северного Урала, прослеживающихся от верховий р. Вишеры до р. Усьвы [47], пикриты каратургайского комплекса отличаются отсутствием в их аксессуарной фазе граната пироп-альмандинового состава.

Аналогами белеутинского комплекса может быть феррогаббронорит-диабаз-пикритовый мисаелгинский и лысогорский комплекс западного склона Южного Урала. Однако следует отметить, что последние являются продуктами плавления наиболее глубоких (фашии гранатовых перидотитов) и менее истощенных первичных расплавов [45]. Важно отметить, что с ними пространственно и, вероятнее всего, генетически связаны месторождения железистых кварцитов тараташского комплекса на Южном Урале.

Общим для диабаз-пикритовых комплексов Западно-Улытауского пояса и западного склона Урала являются широкий спектр содержания главных петрогенных окислов, повышенное содержание оксидов железа, постоянное преобладание Al_2O_3 над CaO, а также локальное проявление щелочного магматизма, благороднометалльная геохимическая специализация пикритов и генетическая связь железистых кварцитов с магмами high-Fe щелочных диабазов.

Петрогенетические выводы. Выполненное петрогеохимическое сопоставление пород дает нам возможность сделать ряд предварительных выводов о генезисе основных и ультраосновных магм и их металлогении в пределах Западно-Улытауского пояса.

Впервые генетическая связь железистых кварцитов Карсакпайского рудного района с основным и ультраосновным магматизмом, отражающим начальную стадию заложения геосинклинали, была отмечена Ю. И. Половинкиной [2]. Предполагалось, что после излияния основной магмы и ее пирокластов происходило внедрение интрузивных масс габбро-диабазов и ультрамафитов (пикритов), а еще позднее внедрились экструзии диабазов и андезитовых порфиритов. Такая последовательность образования магматических комплексов в пределах Западно-Улытауского пояса и сегодня находит свое подтверждение.

Современная петрогеохимическая база данных магматических пород и железистых кварцитов описываемого района позволила внести некоторые коррективы в схему, разработанную Ю. И. Половинкиной [2].

Метабазальты карсакпайской серии отвечают составу вулканитов известково-щелочной серии и high-Fe базальтам толеитовой серии, что в целом характерно для вулканитов континентальных рифтов, а не для раннегеосинклинальных (океанических) комплексов.

В составе Западно-Улытауского пояса выделены два гипабиссальных комплекса: на севере – каратургайский диабаз-пикритовый комплекс, на юге – белеутинский феррогаббронорит-диабаз-пикритовый комплекс, а в составе Восточно-Улытауского пояса выделен улытауский перидотит-пироксенит-габбро-плагиогранитный комплекс.

Породы каратургайского и белеутинского комплексов Западно-Улытауского пояса образовались при высокой степени плавления шпинелевого перидотита, тогда как породы гарцбургит-перидотит-габбро-плагиогранитных комплексов офиолитов Центрального Казахстана формировались в результате плавления гранатового перидотита, которые в своем большинстве отвечают надсубдук-

ционным офиолитам, формирующимся на различных стадиях развития палеоостроводужных систем Центрального Казахстана.

Породы неопротерозойского улытауского перидотит-пироксенит-габбро-плагиогранитного комплекса образовались в результате плавления различных мантийных источников, чем они существенно отличаются от пород диабаз-пикритовых комплексов.

Внедрение гипабиссальных каратургайского и белеутинского комплексов Западно-Улытауского пояса происходило на фоне сжатия (коллизии) складчатых структуры Улытауского террейна в период образования суперконтинента Родиния [48], а не в процессе рифтогенеза континентальной и тем более океанической коры.

С пикритами каратургайского комплекса генетически и пространственно связаны сульфидные платиноидно-медно-никелевые руды. Формирование таких руд связано с несмесимостью сульфидных и силикатных расплавов, чем и обусловлено образование сульфидных глобул, которые встречаются, как правило, в горизонтах пикритов, скопления сульфидов остроугольной формы встречаются преимущественно в составе апопикритовых серпентинитов, тяготеющих к подошве пикритовых силлов каратургайского комплекса. Также с пикритами каратургайского комплекса генетически и пространственно связаны сульфидоносные карбонатиты, обогащенные Nb, Th и TREE. В составе их кор выветривания наряду с черчитом (водным фосфатом иттрия) присутствуют минералы: биотит, хлорит, альбит, эпидот, апатит, рутил, ильменит, циркон [49].

Не исключено, что они могут быть коренными источниками алмазов, которые на сегодня известны в составе карбонатитов [50]. Образование карбонатитов каратургайского комплекса, имеющих иттриевую специализацию, по-видимому, следует увязывать с переносом углерода из мантийного источника восстановительными флюидами, состоящими из метана, водорода, окиси углерода и других газов [51], которые способствовали образованию карбонатитов кальцит-доломит-анкеритового типа.

Повышение уровня щелочности пород поздних дифференциатов белеутинского комплекса Западно-Улытауского пояса обусловлено как мощностью коры, так и глубиной залегания магматического очага.

Образование железистых кварцитов Карсакпайского рудного района, по-видимому, связано с гидротермальными процессами, протекающими в период внедрения high-Fe щелочных диабазов, являющихся поздними дифференциатами плавления шпинелевых перидотитов.

Их high-Fe, газонасыщенные водородом и метаном магмы могли быть источником газированных кварцево-рудных растворов. Газонасыщенные водородом и метаном растворы могли переносить не только железо, но и фосфор, медь, свинец и цинк, что способствовало образованию руд фосфорно-медно-свинцово-цинково-железородной формации.

Однако авторы понимают, что вопрос генезиса железистых кварцитов Карсакпайского и карбонатитов Маятасского рудных районов Улытау в отсутствие достоверных изотопных данных остается открытым и ждет своего решения.

Вопрос, являются ли апопикритовые серпентиниты белеутинского комплекса источником медно-никелевой минерализации, остается открытым.

Возраст пород каратургайского и белеутинского комплексов Западно-Улытауского пояса условно принимается неопротерозойским до рифтогенного этапа (825 млн. лет [48]).

Тому подтверждением является их структурное положение, а также то, что их породы слагают дайки и силлы не только в пределах мезопротерозойских толщ, но и неопротерозойской боздакской серии и не встречаются в составе более молодых геологических комплексов хр. Улытау.

Авторы благодарят И. В. Глухана (Россия), Д. В. Гуревича (Казахстан) и Л. Е. Попова (Англия) за критические замечания и полезные дискуссии в процессе написания статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кассин Н.Г. Докембрий Казахстана // Сов. геол. – 1938. – № 1. – С. 22-41.
- [2] Половинкина Ю.И. Основные и ультраосновные породы Карсакпая в связи с проблемой генезиса железистых кварцитов. – Гостеолиздат, 1952. – 87 с.
- [3] Зайцев Н.А., Филатова Л.И. Новые данные о строении докембрия Улытау // Вопросы геологии Центрального Казахстана. – Т. 10. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – С. 21-91.

- [4] Михайлов Н.П. Интрузивные офиолитовые комплексы Восточного Казахстана // В кн.: Основные и ультраосновные магматические формации и подвижных поясов. "Труды СЕТЕЙ", нов. сер. – Т. 80. – Л.: Недра, 1962. – С. 109-223.
- [5] Михайлов Н.П., Семенов Ю.Л. Каратургайский диабаз-пикритовый комплекс в Казахстане и некоторые вопросы петрологии пикритов // Советская геология. – 1965. – № 3. – С. 43-58.
- [6] Вишневская И.И., Трусова И.Ф. Западно-Улытауский пояс ультраосновных и основных пород. Геология и разведка. – 1967. – № 11. – С. 32-43.
- [7] Добрынин В.М., Книппер А.Л., Штрейс Н.А., Редактор А.И. Боровиков. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Улутау-Кокчетавская. – Лист L-42-I. Объяснительная записка. – М.: Недра, 1968. – 67 с.
- [8] Бейсеев О.Б. Сульфидное медно-никель-кобальтовое оруденение в массивах ультраосновных и основных пород бассейна реки Каратургай (Северный Улытау). – Алма-Ата: ОНТИ КазИМСа, 1968. – 55 с.
- [9] Михайлов Н.П., Иняхин М.В., Ляпичев Г.Ф. Петрография Центрального Казахстана. – Т. 2: Интрузивные формации основных и ультраосновных пород. – М.: Недра, 1971. – 360 с.
- [10] Геологическая карты Казахской ССР, масштаба 1 : 500 000, серия Центрально-Казахстанская. Объяснительная записка. – Алма-Ата, 1981. – 322 с.
- [11] Антонок Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Проблемы стратиграфии и метаморфизма докембрия и нижнего палеозоя Улытау. – Ч. I: Стратиграфия // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2009. – № 3. – С. 4-18.
- [12] Бейсеев О.Б., Бейсеев А.О., Альпиев Е.А., Кашкимбаев К.К. Геологические и геотехнологические критерии оценки промышленных перспектив новых рудопроявлений цветных, благородных металлов и нерудного сырья Жезказган-Улытауского района как материалов для высоких технологий. Алмазы, золото и благородные металлы. Геоматериалы. – 2010. – С. 137-141.
- [13] Трусова И.Ф. Нижнепалеозойские ультраосновные и основные интрузии Центрального Казахстана // Труды Инст. геол. наук АН СССР. – 1948. – Вып. 92. – 108 с.
- [14] Григайтис Р.К., Ильченко Л.Н., Краськов Л.Н. Новые палеонтологические данные по докембрийским отложениям Южного Казахстана (Центральный Казахстан) // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1989. – № 1. – С. 68-79.
- [15] Геологический словарь. – М.: Недра, 1978. – Т. 1. – 486 с.; – Т. 2. – 456 с.
- [16] Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия и кембрия Урока и Средней Азии. – М.: Наука. ЧТр. ГИНРАН. Выл. – 474. – 1992. – 139 с.
- [17] Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения железа и марганца. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 208 с.
- [18] Сатпаев К.И. Месторождения руд железа и марганца в Джезказган-Улытавском районе. – М., 1935.
- [19] Сатпаев К.И. Полезные ископаемые Джезказган-Улытауского района. – Т. 2. – Алма-Ата: Наука, 1968. – 221с.
- [20] Танатар И.И. Генезис криворожских железных руд и вмещающих их кварцитов // Известия Екатеринбургского горного института за 1923 год. – Екатеринбург: Типо-литография, 1923. – С. 76-78.
- [21] Бейсеев О.Б. О геологических основах поисков сульфидных медно-никелевых руд в Северном Улытау // Геология, разведка и методы изучения месторождений полезных ископаемых. – Алма-Ата: КазИМС, 1969. – С. 55-57.
- [22] Горбунов Г.И. Геология и генезис сульфидных медно-никелевых месторождений Печенги. – М.: Недра, 1968. – 352 с.
- [23] Зайцев Ю.А. Герцинская тектоническая структура западной части Сарысу-Тенизского водораздела и Улытау. – М.: Изд-во МГУ, 1961.
- [24] Зайцев Ю.А., Филатов Л.И. Новые данные о строении докембрия Улутау // Вопросы геологии Центрального Казахстана. – Т. 10. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – С. 21-91.
- [25] Рошин Ю.В., Буланина А.Ф. Геологические проблемы, связанные с данными по метаморфизму докембрия Южного Улутау (Центральный Казахстан) // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1980. – Т. 55, вып. 2. – С. 68-80.
- [26] Четвериков С.Д. Руководство к петрохимическим пересчетам. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 246 с.
- [27] Бобров А.Б., Лысак А.М., Свешников К.И., Сиворонов А.А., Паранько И.С., Малюк Б.И. Формационный анализ нижнедокембрийских комплексов Украинского щита при проведении геологосъемочных работ (теоретико-практические аспекты). – Киев: изд. Украинского геолого-разведочного ин-та, 2006. – 164 с.
- [28] Медно-никелевые месторождения Печенги / Отв. редактор Н. П. Лаверов. – М.: ГЕОС, 1999. – 236 с.
- [29] Степанец В.Г. Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Ц. Казахстана: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – ИГН АН РК. – Алма-Ата, 1992. – 325 с.
- [30] Степанец В.Г. Геология и геодинамика офиолитов Центрального Казахстана. – Караганда: КарГТУ, 2015. – 362 с.
- [31] Куликова В.В., Куликов В.С., Ефремова С.Ф. и др. Петрохимические серии магматических пород (анализ состояния и проблемы систематизации, предпочтительные модули химических элементов, новые направления). – Петрозаводск, 2001. – 114 с.
- [32] Irvine T.N., Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // Canadian Journal of Earth Sciences. – 1971. – 8. – P. 523-548.
- [33] Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. – Ontario Dept. Mines Misc. – 1976. – 66 p.
- [34] Pearce T.H., Gorman B.E., Birkett T.C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. Earth and Planetary Science Letters 36. – 1977. – P. 121-132.
- [35] Verma S.P. Statistical Evaluation of Bivariate, Ternary and Discriminant Function Tectonomagmatic Discrimination Diagrams // Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.). – 2010. – Vol. 19. – P. 185-238.
- [36] Литовченко Н.И. К проблеме происхождения железистых кварцитов // Отечественная геология. – 2001. – N 6. – С. 70-76.

- [37] Летникова Е.Ф., Дмитриева Н.В., Третьяков А.А., Каньгина Н.А., Вишневская И.А., Жимулев Ф.И. Основные этапы тектоно-магматической активности Улутауского континентального блока (Центральный Казахстан): свидетельства в позднедокембрийской осадочной летописи (изотопные данные) // Материалы международной научно-практической конференции «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан», посвящ. 75-летию Института геологических наук им. К. И. Сатпаева, 26–27 ноября 2015. – С. 135-138.
- [38] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.П., Маманов Е.Ж. Минералогия руд медно-никелевого рудопроявления «Кара-торгай» // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2015. – № 5. – С. 90-95.
- [39] Маракушев А.А., Панях Н.А., Маракушев С.А. Сульфидное рудообразование и его углеводородная специализация. – М.: ГЕОС, 2014. – 184 с.
- [40] Бетехтин А.Г. Минералогия. – М.: ГИГЛ, 1950. – 956 с.
- [41] Магматические горные породы. Ультраосновные породы / Отв. ред. Е. Е. Лазько, Е. В. Шарков. – М., 1988. – 508 с.
- [42] Макарычев Г.И., Гесь М.Д., Пазилова В.И. Докембрийские офиолиты Улутау в свете стадийного развития земной коры // Геотектоника. – 1983. – № 4. – С. 60-74.
- [43] Лутц Б.Г. Верхняя мантия Земли и формирование коры континентов // Вестник АН СССР. – 1973. – № 10. – С. 24-36.
- [44] Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Бушарина С.В., Бережная Н.Г., Нехорошева А. Г. Цирконология железистых кварцитов Тараташского комплекса на южном Урале // Доклады Академии наук. – 2011. – Т. 437, № 6. – С. 803-807.
- [45] Ковалев С.Г. Новые данные по геохимии диабаз-пикритового магматизма западного склона Южного Урала и условия его формирования // Литосфера. – 2011. – № 2. – С. 68-83.
- [46] Когарко Л.Н. Отношение Ni/Co-индикатор мантийного происхождения магмы // Геохимия. – 1973. – № 10. – С. 1441-1446.
- [47] Лукьянова Л.И., Вольнин А.Ф. Сравнительная характеристика пикритовых комплексов Урала в связи с вопросом их генезиса // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. – 1979. – Вып. 5. – С. 570-577.
- [48] Li Z.X., Bogdanova S.V., Collins A.S., Davidson A., De Waele B., Ernst R., Evans D., Fitzsimons I., Fuck R.A., Gladkochub D.P., Jacobs J., Karlstrom K.E., Lu S., Natapov L., Pease V., Pisarevsky S.A., Thrane K., Vernikovsky V. How not to build a supercontinent: A reply to J. D. A. Piper. // Precambrian Research. – 2009. – N 174(1-2). – P. 208-214.
- [49] Нсанов Р.А. Иттрий – редкоземельное оруденение в корях выветривания Маятасского рудного поля (Северный, Улытау): Автореф. – Алматы, 1993. – 18 с.
- [50] Шумилова Т.Г. Находки алмазов и графитоподобного вещества в карбонатах, о. Фуэртевентура, Испания // Вестник. – октябрь, 2005 г. – № 10. – С. 17-18.
- [51] Старостин В.И., Игнатов П.И. Геология полезных ископаемых: учебник для вузов. – М.: Академический проект, 2004. – 512 с.

REFERENCES

- [1] Kassin N.G. Dokembrij Kazahstana // Sov. geologija. 1938. N 1. P. 22-41.
- [2] Polovinkina Ju.I. Osnovnye i ul'traosnovnye porody Karsakpaja v svjazi s problemoj genezisa zhelezistyh kvarцитов. Gosgeolizdat, 1952. 87 p.
- [3] Zajcev N.A., Filatova L.I. Novye dannye o stroenii dokembrija Ulutau // Voprosy geologii Central'nogo Kazahstana. Vol. 10. M.: Izd-vo MGU, 1971. P. 21-91.
- [4] Mihajlov N.P. Intruzivnye ofiolitovye komplekсы Vostochnogo Kazahstana // V kn.: Osnovnye i ul'traosnovnye magmaticheskie formacii i podvizhnyh pojasov. "Trudy SETEJ", nov. ser. Vol. 80. L.: Nedra, 1962. P. 109-223.
- [5] Mihajlov N.P., Semenov Ju.L. Karaturgajskij diabaz-pikritovij kompleks v Kazahstane i nekoto-rye voprosy petrologii pikritov // Sovetskaja geologija. 1965. N 3. P. 43-58.
- [6] Vishnevskaja I.I., Trusova I.F. Zapadno-Ulytauskij pojas ul'traosnovnyh i osnovnyh porod // Geologija i razvedka. 1967. N 11. P. 32-43.
- [7] Dobrynin V.M., Knipper A.L., Shtrejs N.A., Redaktor A. I. Borovikov. Geologicheskaja karta SSSR masshtaba 1 : 200 000. Serija Ulutau-Kokchetavskaja. List L-42-I. Ob'jasnitel'naja zapiska. M.: Nedra, 1968. 67 p.
- [8] Bejseev O.B. Sul'fidnoe medno-nikel'-kobal'tovoe orudenenie v massivah ul'traosnovnyh i os-novnyh porod bassejna reki Karaturgaj (Severnij Ulytau). Alma-Ata: ONTI KazIMSa, 1968. 55 p.
- [9] Mihajlov N.P., Injahn M.V., Ljapichev G.F. Petrografija Central'nogo Kazahstana. Vol. 2. Intruzivnye formacii osnovnyh i ul'traosnovnyh porod. M.: Nedra, 1971. 360 p.
- [10] Geologicheskaja karta Kazahskoj SSR, masshtaba 1 : 500 000, serija Central'no-Kazahstanskaja. Ob'jasnitel'naja zapiska. Alma-Ata, 1981. 322 p.
- [11] Antonjuk R.M., Evseenko R.D., Ismailov H.K., Maslova I.G. Problemy stratigrafii i metamorfizma dokembrija i nizhnego paleozoja Ulytau. Part I: Stratigrafija // Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja. 2009. N 3. P. 4-18.
- [12] Bejseev O.B., Bejseev A.O., Al'piev E.A., Kashkimbaev K.K. Geologicheskie i geotehnologicheskie kriterii ocenki promyshlennyh perspektiv novyh rudopojavlenij cvetnyh, blagorodnyh metallov i nerudnogo syr'ja Zheskazgan-Ulutauskogo rajona kak materialov dlja vysokih tehnologij. Almazy, zoloto i blagorodnye metally. Geomaterialy. 2010. P. 137-141.
- [13] Trusova I.F. Nizhnepaleozojskie ul'traosnovnye i osnovnye intruzii Central'nogo Kazahstana // Trudy Inst. geol. nauk AN SSSR. 1948. Vyp. 92. 108 p.
- [14] Grigajtis R.K., Il'chenko L.N., Kras'kov L.N. Novye paleontologicheskie dannye po dokembrijskim otlozhenijam Juzhnogo Kazahstana (Central'nyj Kazahstan) // Izv. AN SSSR. Ser. geol. 1989. N 1. P. 68-79.

- [15] *Geologicheskij slovar'*. M.: Nedra, 1978. Vol. 1. 486 p.; Vol. 2. 456 p.
- [16] Sergeev V.N. Okremennnye mikrofosilii dokembrija i kembrija Uroka i Srodnej Azii. M.: Nauka. ChTr. GINRAN; Vyl. 474. 1992. 139 p.
- [17] Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii. Mestorozhdenija zheleza i marganca. Alma-Ata: Nauka, 1982. 208 p.
- [18] Satpaev K.I. Mestorozhdenija rud zheleza i marganca v Dzhezkazgan-Ulytavskom rajone. M., 1935.
- [19] Satpaev K.I. Poleznyje iskopaemye Dzhezkazgan-Ulytauskogo rajona. Vol. 2. Alma-Ata: Nauka, 1968. 221 p.
- [20] Tanatar I.I. Genezis krivorozhskih zheleznyh rud i vmeshhajushhih ih kvarcitov // *Izvestija Ekaterinoslavskogo gornogo instituta za 1923 god*. Ekaterinoslav: Tipo-litografija, 1923. P. 76-78.
- [21] Bejseev O.B. O geologicheskikh osnovah poiskov sulfidnyh medno-nikelevykh rud v Severnom Uly-tau // *Geologija, razvedka i metody izuchenija mestorozhdenij poleznykh iskopaemykh*. Alma-Ata: KazIMS, 1969. P. 55-57.
- [22] Gorbunov G.I. Geologija i genezis sulfidnyh medno-nikelevykh mestorozhdenij Pechengi. M.: Nedra, 1968. 352 p.
- [23] Zajcev Ju.A. Gercinskaja tektonicheskaja struktura zapadnoj chasti Sarysu-Tenizskogo vodorazdela i Ulytau. M.: Izd-vo MGU, 1961.
- [24] Zajcev Ju.A., Filatov L.I. Novye dannye o stroenii dokembrija Ulutau // *Voprosy geologii Cen-tral'nogo Kazahstana*. Vol. 10. M.: Izd-vo MGU, 1971. P. 21-91.
- [25] Roshhin Ju.V., Bulanina A.F. Geologicheskie problemy, svjazannye s dannymi po metamorfizmu do-kembrija Juzhnogo Ulutau (Central'nyj Kazahstan) // *Blju. MOIP. Otd. geol.* 1980. Vol. 55. Vyp. 2. P. 68-80.
- [26] Chetverikov S.D. Rukovodstvo k petrohimicheskim pereschetam. M.: Gosgeoltekhizdat, 1956. 246 p.
- [27] Bobrov A.B., Lysak A.M., Sveshnikov K.I., Si-voronov A.A., Paranko I.S., Maljuk B.I. Formacionnyj analiz nizhnedokembrijskikh kompleksov Ukrainского shhita pri provedenii geolo-gos'emochnyh rabot (teoretiko-prakticheskie aspekty). Kiev: izd. Ukrainского geologo-razvedochnogo in-ta, 2006. 164 p.
- [28] Medno-nikelevye mestorozhdenija Pechengi / *Otv. redaktor N. P. Laverov*. M.: GEOS, 1999. 236 p.
- [29] Stepanec V.G. Petrologija i geologicheskaja pozicija ofiolitov Severo-Vostoka C. Kazahstana: Dis. ... kand. geol.-min. nauk. IGN AN RK. Alma-Ata, 1992. 325 p.
- [30] Stepanec V.G. Geologija i geodinamika ofiolitov Central'nogo Kazahstana. Karaganda: KarGTU, 2015. 362 p.
- [31] Kulikova V.V., Kulikov V.S., Efremova S.F. i dr. Petrohimicheskie serii magmaticeskikh porod (analiz sostojanija i problemy sistemizacii, pred-pochtitel'nye moduli himicheskikh jelementov, novye napravlenija). Petrozavodsk, 2001. 114 p.
- [32] Irvine T.N., Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // *Canadian Journal of Earth Sciences*. 1971. 8. P. 523-548.
- [33] Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Dept. Mines Misc. 1976. 66 p.
- [34] Pearce T.H., Gorman B.E., Birkett T.C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters* 36. 1977. P. 121-132.
- [35] Verma S.P. Statistical Evaluation of Bivariate, Ternary and Discriminant Function Tec-tonomagmatic Discrimination Diagrams // *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*. 2010. Vol. 19. P. 185-238.
- [36] Litovchenko N.I. K probleme proishozhdenija zhelezistykh kvarcitov // *Otechestvennaja geologija*. 2001. N 6. P. 70-76.
- [37] Letnikova E.F., Dmitrieva N.V., Tret'jakov A.A., Kanygina N.A., Vishnevskaja I.A., Zhimulev F.I. Osnovnye jetapy tektono-magmaticeskoy aktivnosti Ulutauskogo kontinental'nogo bloka (Central'nyj Kazahstan): svidetel'stva v pozdnedokembrijskoj osadochnoj letopisi (izotopnye dannye) // *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «geologija, mineragenija i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evykh resursov Respubliki Kazahstan», posvjash. 75-letiju instituta geologicheskikh nauk im. K. I. Satpaeva*, 26–27 nojabrja 2015. P. 135-138.
- [38] Bajbatsha A.B., Djusembaeva K.Sh., Mamanov E.Zh. Mineralogija rud medno-nikelevogo rudoprojav-lenija «Kara-torgaj» // *Izvestija NAN RK. Serija geologii i tehniceskikh nauk*. 2015. N 5. P. 90-95.
- [39] Marakushev A.A., Panejah N.A., Marakushev S.A. Sulfidnoe rudoobrazovanie i ego uglevodorodnaja specializacija. M.: GEOS, 2014. 184 p.
- [40] Betehtin A.G. Mineralogija. M.: GIGL, 1950. 956 p.
- [41] Magmaticeskije gornye porody. Ul'traosnovnye porody / *Otv. red. E. E. Laz'ko, E. V. Sharkov*. M., 1988. 508 p.
- [42] Makarychev G.I., Ges' M.D., Pazilova V.I. Dokembrijskie ofiolity Ulutau v svete stadijnogo razvitiya zemnoj kory // *Geotektonika*. 1983. N 4. P. 60-74.
- [43] Lutc B.G. Verhnijaja mantija Zemli i formirovanie kory kontinentov // *Vestnik AN SSSR*. 1973. N 10. P. 24-36.
- [44] Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Busharina S.V., Berezhnaja N.G., Nehorosheva A.G. Cirkonologija zhelezistykh kvarcitov Taratashskogo kompleksa na juzhnom Urale // *Doklady Akademii nauk*. 2011. Vol. 437, N 6. P. 803-807.
- [45] Kovalev S.G. Novye dannye po geohimii diabaz-pikritovogo magmatizma zapadnogo sklona Juzhnogo Urala i uslovija ego formirovanija // *Litosfera*. 2011. N 2. P. 68-83.
- [46] Kogarko L.N. Otnoshenie Ni/Co-indikator mantij-nogo proishozhdenija magmy // *Geohimija*. 1973. N 10. P. 1441-1446.
- [47] Luk'janova L.I., Volynin A.F. Sravnitel'naja harakteristika pikritovykh kompleksov Urala v svjazi s voprosom ih genezisa. *Zap. Vsesojuz. mineral. o-va*. 1979. Vyp. 5. P. 570-577.
- [48] Li Z.X., Bogdanova S.V., Collins A.S., Davidson A., De Waele B., Ernst R., Evans D., Fitzsimons I., Fuck R.A., Gladkochub D.P., Jacobs J., Karlstrom K.E., Lu S., Natapov L., Pease V., Pisarevsky S.A., Thrane K., Vernikovskij V. How not to build a supercontinent: A reply to J.D.A. Piper. *Precambrian Research*. 2009. N 174(1-2). P. 208-214.
- [49] Nsanov R.A. Ittrij – redkozemel'noe orudenenie v korah vyvetrivanija Majatasskogo rudnogo polja (Severnyj, Ulytau): Avtoreferat. Almaty, 1993. 18 p.
- [50] Shumilova T.G. Nahodki almazov i grafitopodobnogo veshhestva v karbonatitah, o. Fuzrteventura, Ispanija // *Vestnik, oktjabr'*, 2005 g. N 10. P. 17-18.
- [51] Starostin V.I., Ignatov P.I. Geologija poleznykh iskopaemykh: uchebnik dlja vuzov. M.: Akademicheskij proekt, 2004. 512 p.

В. Г. Степанец¹, В. Л. Левин², Н. А. Савельева³, М. Хакимжанов⁴, Д. К. Мақат³

¹RCMIR_COM, Germany,

²Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

³ҚарМТУ, Қазақстан,

⁴SRK Consulting (Kazakhstan) Ltd.

(ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН) ҰЛЫТАУ АУДАНЫНЫҢ КЕНБАЙЫТУ ЖӘНЕ ПИКРИТТИ МАГМАТИЗМІНІҢ ДАМУЫ

Аннотация. Ұлытау жотасындағы жыныстар ультраһегізді және негізді металлогенияда петрология сұрақтарымен қарастырылған. Екі гипабиссалды кешен Батыс-Ұлытау белдемінде оқшауланған перидотиттердің гранатты балқыту өнімдері Орталық Қазақстан кешенді офиолитті субдукция үстінде төменгі палеозой ерекшелендіреді, шпинель перидотиттерінің балқыуынан туындаған оңтiстiгiнде пикрит-диабаз-белеутинді феррогабброкешендері, солтүстігінде қараторғай, диабаз-пикритті кешені. Баркевикит және тигтан-авгиті бар сілтілік түрі көбірек табылған жынысты белеутінді кешені, қоңыр мүйіз алдамшысымен, авгит негізгі дифференциатты қалыпты түрі мен ультраһегізді кешенді қараторғай жыныстарымен салыстырылған қышқыл габброидтар мен сондай-ақ эссекситтер диабаздардың пайда болу тешениттері соңғы кезде кездеседі. Пикриттер мен диабаз-пикриттер қараторғай кешеніндегі кеңістікте және генетикалық мыс-никель кендеріплатиноидтармен байланыстырылған. Белеутінді кешенінде ағыс кезеңінің кіріскен жерінде жоғарғы темір сілтілік габбро-диабаз болуы мүмкін, гидротермалды процестермен байланысты Қарсақпай кенді аймағы темір кварциттерінің қалыптасуы көзделген. Радоний тамаша құрлығы ағысының қалыптасқан кезеңінде коллизонды процеспен геодинамикалық байланыста және протерозойлы рифтогенге дейін Батыс-ұлытаудың жыныстық жасы аймақтық шартпен қабылданған. Шығыс-Ұлытау құрамында оқшауланған тәуелсіз интрузивті неопротерозойлық ұлытау перидотит – пироксенит – габбро-плагиогранит кешендері, балқытудың әртүрлі мантиялық қайнар көзінің нәтижесінде қалыптасқан, Батыс-Ұлытау белдемі гипабиссалды кешенімен ерекшеленеді. Платина группасының элементтерінің бөлінуі, сол ереже бойынша косвиттердің қатысуы Ұлытау кешеніне тән ерекшеліктерімен құрамында қатысады.

Түйін сөздер: Ұлытау, Қазақстан, пикриттер, диабаздар, темір кварциті, мыс-никелді кендер, палладий, платина, неопротерозой.