

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 416 (2016), 17 – 28

**GEODYNAMIC POSITION OF MAFIC-ULTRAMAFIC INTRUSIONS
IN NORTHEAST JONGGAR ALATAU
(SOURCE CU-NI + PGE MINERALIZATION)****V. G. Stepanets**RCMIR_COM, Germany.
E-mail: wladimir@stepanez.de**Keywords:** mafic-ultramafic intrusions, Ni-Cu sulfide deposits, PGE mineralization, North Tien Shan fault zone.

Abstract. Mafic-ultramafic intrusions with Cu-Ni-Co sulfide mineralization are confined to the central part of the Alakol subzone of the North Tien Shan fault zone. They have acquired little attention and are less well known than their platinum-bearing counterparts in the Huangshan-Kanggur subzone (northwest China). Along with harzburgites the intrusive massifs of the Alakol subzone comprise also lherzolites, wehrlites, websterites and gabbro-norites. Cu-Ni-Co mineralization usually occurs in lherzolites and less commonly in gabbros. Mafic-ultramafic massifs of Zhongar Alatau are comparable in their composition with the intrusive complexes formed during magmatic differentiation of the depleted mantle under the continental crust. Considering petrographic differences between the individual mafic-ultramafic intrusions and their spatial distribution within Zhongar Alatau, they can be subdivided into two types: (1) the lherzolite-websterite-gabbroid intrusions; and (2) the peridotite-pyroxenite-gabbroid intrusions. It is assumed that the introduction of the lherzolite-websterite-gabbroid intrusions occurred in the Early Permian time. By the analogy with intrusions within the Huangshan-Kanggur subzone, intrusions of that type can be assigned to the post-collisional mafic-ultramafic complexes. The peridotite-pyroxenite-gabbroid intrusions were apparently introduced in the early Carboniferous time and can be compared with those of the Bayingou subzone. Taking in mind the petrological specialization of mafic-ultramafic intrusions in the axial part of the Alakol subzone, it is recommended to carry out detailed studies, which include petrogeochemical research, as well as subsequent prospecting and surveying with the special attention to the Cu-Ni-Co sulfide deposits containing Au, and PGE mineralization.

УДК 551.2:553.43(574.5)

**ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВ
СЕВЕРО-ВОСТОКА ЖОНГАРСКОГО АЛАТАУ
(ИСТОЧНИКИ CU-NI+PGE ОРУДЕНЕНИЯ)****В. Г. Степанец**

RCMIR_COM, Германия

Ключевые слова: мафит-ультрамафитовые интрузии, медно-никелевая и платинометальная минерализация, Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия.

Аннотация. Интрузии мафит-ультрамафитов с редкой сульфидной Cu-Ni-Co минерализацией, приуроченные к осевой части Алакольской подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия, мало изучены и менее известны, чем их платиносодержащие аналоги Хуаншань-Канггюеркой (Huangshan-Kanggur) подзоны (северо-запад Китая). Наряду с гарцбургитами в составе массивов, опирающихся осевую часть Алакольской подзоны смятия, присутствуют лерцолиты, вебстериты, габброиды. Сульфидная Cu-Ni-Co минерализация, как правило, приурочена к лерцолитам и реже встречается в габброидах. Массивы мафит-ультрамафитов

Жонгарского Алатау сопоставляются с интрузивными комплексами, образующимися в процессе магматической дифференциации деплетированной мантии в составе коры континентального типа. Учитывая петрографические различия между интрузиями мафит-ультрамафитов и пространственную приуроченность к различным структурным ярусам Жонгарского Алатау, то можно их подразделить на два комплекса: перидотит-вебстерит-габброидный и перидотит-пироксенит-габброидный. Предполагается, что внедрение перидотит-вебстерит-габброидных интрузий происходило в раннепермское время и, по аналогии с таковыми Хуаншань-Канггуерской (Huangshan-Kangguer) подзоны, могут быть отнесены к постколлизийным мафит-ультрамафитовым комплексам. Перидотит-пироксенит-габброидные интрузии, по-видимому, внедрялись в раннекаменноугольное время и могут быть сопоставлены с таковыми Байнгоуской (Bayingou) подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия.

Учитывая петрологическую специализацию мафит-ультрамафитов осевой части Алакольской подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия, рекомендуется провести детальные петрогеохимические исследования и последующие целенаправленные поисково-съемочные работы на предмет обнаружения объектов с Cu-Ni-Co сульфидными рудами содержащими Au и PGE.

Введение в проблему. Первые исследования гипербазитов и базитов Жонгарского Алатау (рисунок 1) были выполнены в конце пятидесятых годов прошлого столетия В. Е. Гендлером [1] и отнесены к интрузивным телам перидотит-пироксенит-габбровой формации, возраст которых считался постратаннекаменноугольным (рисунок 2.1).

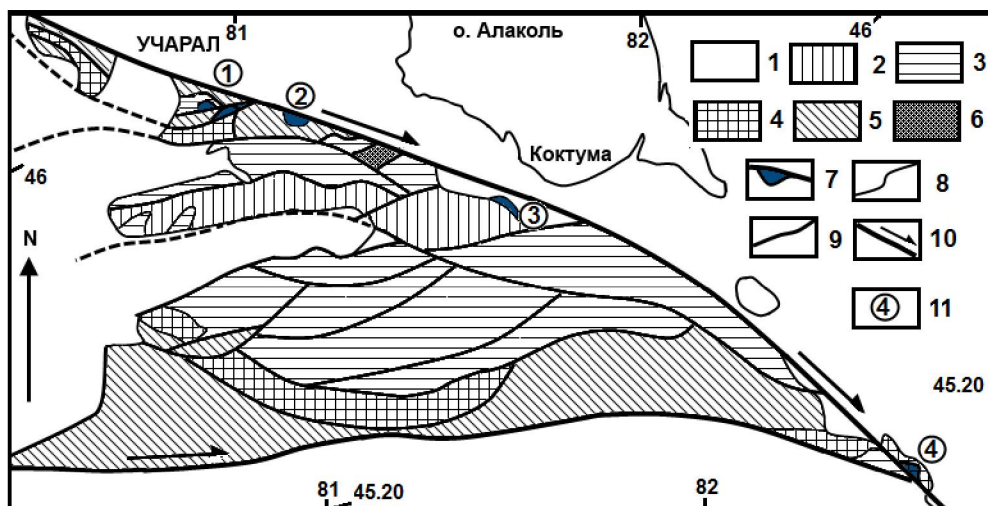


Рисунок 1 – Структурно-формационная схема северо-востока Жонгарского Алатау (построена по материалам [5])

1 – кайнозойские отложения; 2 – флиш-моцассовые отложения (C_2); 3 – турбидиты (C_1v-s); 4 – кремнисто-вулканогенные отложения ($D_3f-C_1v_1$); 5 – кремнисто-карбонатно-базальтовые отложения (D_2zv); 6 – вулканогенные отложения (O_3); 7 – перидотит-пироксенит-габбровый комплекс ($P_1?$); 8 – геологические границы; 9 – разрывные нарушения; 10 – зоны смятия; 11 – географические положения массивов: 1 – горы Текели, 2 – горы Кызылтогай, 3 – правобережье р. Жаманты (Чопонсайский массив); 4 – район Дурной реки.

Figure 1 – Structural formation scheme in the northeast of Jonggar Ala-Tau (modified from [5])

1 – Cenozoic sediments; 2 – flysch-molasse sediments (C_2); 3 – turbidity (C_1v-s); 4 – siliceous-carbonate-volcanogenic ($D_3f-C_1v_1$); 5 – basalt-chert sediments with limestone (D_2zv); 6 – volcanogenic sediments (O_3); 7 – peridotite-pyroxenite-gabbro complex ($P_1?$); 8 – geological boundaries; 9 – faults; 10 – fault zone; 11 – geographical position of massifs: 1 – Tekeli Mountains, 2 – Kyzyltogay Mountains, 3 – right bank of the River Zhamanty (massif of Choponsay); 4 – Durnaya river.

Общие аспекты геологического строения этого региона были даны в работе В. А. Буша, В. К. Дмитриева и Н. И. Филатова [2] посвященной природе Жонгарского глубинного разлома, где ультрамафиты (пироксениты) уже рассматриваются как постратаннепермские интрузии (рисунок 2.1). Пространственная приуроченность ультраосновных пород к глубинному разлому дала основание авторам [2] предполагать его заложение у поверхности Мохоровичича.

К. Е. Дегтярев, А. Ф. Ступак и А. С. Якубчук [3], выполнив тематические исследования в пределах северо-востока Жонгарского Алатау, сделали выводы, что массивы ультрамафитов и мафитов района гор Текели сложены дезинтегрированными офиолитами (рисунок 2.1). Последние вклю-

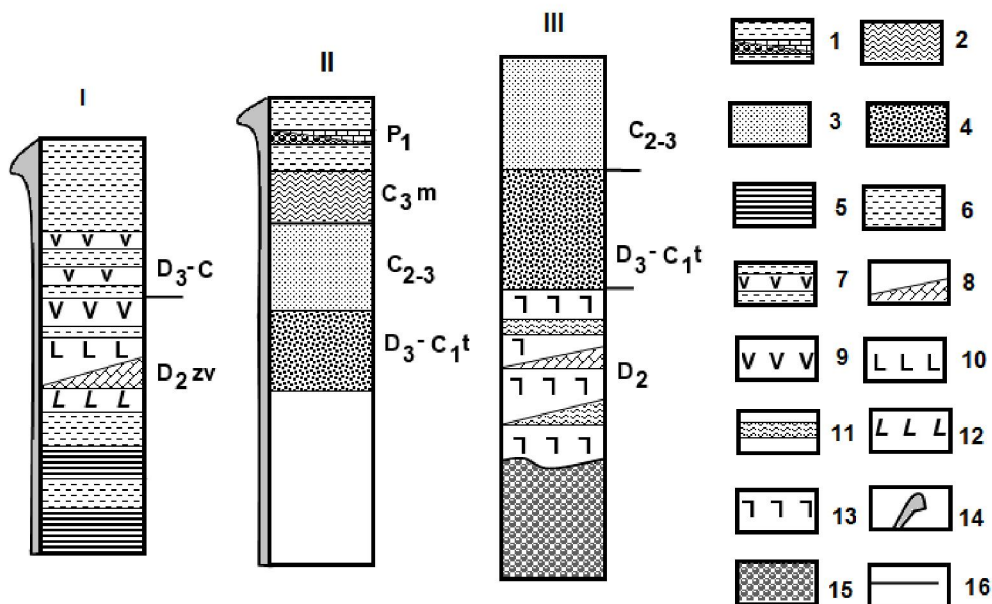


Рисунок 2 – Схематизированные разрезы района гор Текели (I) по [1], гор Буланбай и устья Дурной речки (II) по [2], гор Текели (III) по [3] северо-востока, востока Жонгарского Алатау

1 – серые туфогенные песчаники и алевролиты с линзами гравелитов и известняков, содержащих остатки нижнепермских ругоз, мшанок и трилобитов (у устья Дурная речка, нижнепермские отложения представлены континентальными фациями, содержащими остатки флоры); 2 – серые кварцитовидные песчаники, косослоистые алевролиты и среднеобломочные брекчий, содержащих обломки подстилающих пород (московский ярус); 3 – флишеидные и молассовые отложения среднего-верхнего карбона; 4 – кремнисто-терригенная тастауская свита верхнего девона – турне; 5 – аргиллиты; 6 – алевролиты с примесью туфогенного материала; 7 – андезитовые порфириды, прослоенные туфопесчаниками с мшанками (вероятно, позднего девона – карбона); 8 – линзы известняков с кораллами живетского яруса; 9 – миндалекаменные андезитовые порфириды; 10 – диабазовые порфириды; 11 – яшмы; 12 – диабазы; 13 – афировые, реже миндалекаменные базальты; 14 – мафит-ультрамафитовые интрузии; 15 – серпентинитовый меланж (апогарцбургитовые и аподунитовые серпентиниты, пироксениты, габброиды, глыбы яшм, миндалекаменных и афировых базальтов с линзами известняков живетского яруса, вулканомиктовых и конгломератов и гравелитов, реже глыбы амфиболитов с линзами серых кварцитов), 16 – стратиграфические несогласия.

Figure 2 – Schematic geological sections: I. Tekeli mountains (modified from [1]), II. Bulanbay mountains and the mouth of the Durnaya River (modified from [2]), III. North-east Tekeli mountains to east of Jonggar-Ala-Tau (modified from [3])

1 – gray tuffaceous sandstones and siltstones with lenses grits and limestone, containing the remains of the Lower Permian tetracorals, bryozoans and trilobites (at the mouth of the Durnaya River, Lower Permian deposits are represented by continental facies, containing the remains of flora); 2 – gray quartz sandstones, cross-bedded siltstones and breccias containing fragments of bedrock (the Moscow Stage); 3 – Middle-Upper Carboniferous flysch and molasse facies; 4 – chert-terrigeneous Tastau Formation of the Upper Devonian-Tournasian; 5 – mudstone, 6 – siltstone with an admixture of tuff genetic material; 7 – andesite porphyries, sandstones interlayered with bryozoans (probably Late Devonian - Carboniferous); 8 – lenses of limestone with corals Givetian Stage; 9 – amygdaloidal andesitic porphyries; 10 – diabase porphyry; 11 – jasper; 12 – diabase; 13 – aphyric rarely amygdaloidal basalts; 14 – mafic-ultramafic intrusions; 15 – serpentinite melange (serpentinites after harzburgite and dunit, pyroxenite, gabbro, lumps of jasper, aphyric amygdaloidal basalt and lenses of limestone Givetian Stage, and volcanoclastic conglomerates and gravelite, less often of amphibolite with lumps of gray quartzite lenses), 16 – stratigraphic unconformity.

чают метаморфические перидотиты и кумулятивные габброиды, образующие серпентинитовый меланж, и яшмо-базальтовую толщу живетского яруса, слагающую серию самостоятельных тектонических покровов. Учитывая состав аксессуарных хромшпинелидов перидотитов, они сравнили их с офиолитами задуговых бассейнов, отметив при этом, что вулканы могут быть сопоставлены с образованиями энсиматических островных дуг или задуговых бассейнов.

Однако офиолитовой природе мафит-ультрамафитов гор Текели противоречит генетическая связь с ними сульфидной (Cu)Ni-Co минерализации, отмеченной еще ранее составителями карты полезных ископаемых северо-востока Жонгарского Алатау [4].

Как известно, такой тип оруденения характерен для платиноносных габбро-перидотитовых комплексов, геодинамическая позиция, которых в пределах Северо-Тянь-Шаньской складчатой области в настоящее время является предметом постоянных дискуссий [6-10].

Как показал анализ (рисунок 2) строения массивов мафит-ультрамафитов Жонгарского Алатау, их генезис в 90-е годы прошлого столетия увязывался с преобладающей парадигмой в геологии на этот период и в меньшей степени базировался на фактическом материале.

Следует особо отметить, что имеющаяся петрохимическая база данных по мафит-ультрамафитам данного района крайне скудна и получена еще В. Е. Гендлером [1], к тому же и эти силикатные анализы не были в полной мере проанализированы современными петрологическими методами.

Первое знакомство с геологическим строением Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия показало, что в пределах Хуаншань-Канггуерской (Huangshan-Kangguer) подзоны месторождения и проявления Cu-Ni-Co+Au-PGE генетически связаны с интрузиями мафит-ультрамафитов [6].

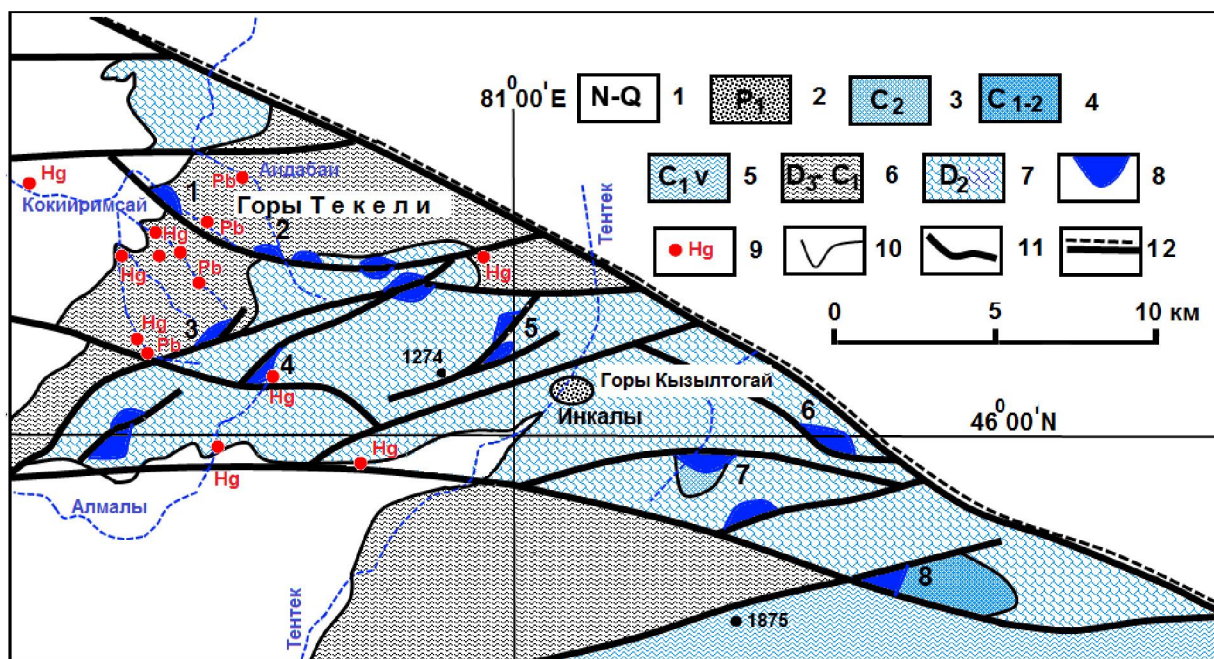


Рисунок 3 – Схема расположения массивов мафит-ультрамафитов района гор Текели и Кызылтагай по [1, 4] с изменениями и дополнениями автора

Отложения: 1 – неоген-четвертичные (Ng-Q), 2 – терригенно-карбонатные (P_1), 3 – флишоидно-молассовые (C_2), 4 – вулканогенно-терригенные (C_{1-2}), 5 – турбидитные (C_{1v}), 6 – туфогенно-терригенные (D_3-C_1), 7 – кремнисто-карбонатно-вулканогенные (D_2); 8 – мафит-ультрамафитовые интрузии; 9 – шлиховые пробы, содержащие киноварь (Hg) и самородный свинец (Pb); 10 – геологические границы; 11 – разломы; 12 – Жонгарский глубинный разлом, расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузии: 1 – Коккиримсай, 2 – Айдабайсай, 3 – Ширбахты, 4 – Алмалы, 5 – Тентек, 6 – Кызылтагай 1, 7 – Кызылтагай 2 (район зимовки ущелья Кызылтагай), 8 – Безымянный. Жирной точкой обозначена вершина и ее абсолютная высота.

Figure 3 – Disposition of mafic-ultramafic massifs of Tekeli and Kyzyltoay mountains area (modified from [1, 4])

Sediments: 1 – Neogene-Quaternary (Ng-Q), 2 – carbonate-terrigenous (P_1), 3 – flysch-molasse (C_2), 4 – volcaniclastic (C_{1-2}), 5 – turbidity (C_{1v}), 6 – tuffaceous clastic (D_3-C_1), 7 – siliceous-carbonate-volcanogenic (D_2); 8 – mafic-ultramafic intrusions; 9 – placer samples containing cinnabar (Hg) and native lead (Pb); 10 – geological boundaries; 11 – fault; 12 – Junggar abyssal fault, mafic-ultramafic layered intrusions: 1 – Kokiirimsay, 2 – Aydabaysay, 3 – Shirbahty, 4 – Almaly, 5 – Tentek, 6 – Kyzyltoay 1, 7 – Kyzyltoay 2 (wintering area Gorges Kyzyltoay), 8 – Unnamed. The dots on the map show peaks with their altitude.

Учитывая, что ультрамафиты Жонгарского Алатау содержат сульфидную Cu-Ni-Co минерализацию, которая может быть источником платиноидов, то автором в 2013 г. было предложено коллегам КНИТУ (Алматы) организовать совместный проект по изучению базит-гипербазитов северо-востока Жонгарского Алатау. В 2015 г. на это предложение откликнулся доктор А. Б. Байбатша, и район гор Текели был включен в проект 0080/ПЦФ-14 «Научное обеспечение геологического изучения недр и геолого-оценочных работ для восполнения ресурсов минерального сырья». Полевые работы в связи с сокращением финансирования научных исследований в

Казахстане в период экономического кризиса проведены не были, что не позволило в полном объеме реализовать намеченные планы. В связи с этим автор решил опубликовать предварительные выводы по геологии этого района, с учетом того, что эти материалы помогут коллегам при дальнейшем изучении массивов мафит-ультрамафитов северо-востока Жонгарского Алатау.

Вещественный состав массивов. В. Е. Гендлер [1] в пределах гор Текели выделил 14 интрузивных массивов мафит-ультрамафитов, которые сильно различаются по размеру. Их наиболее крупные выходы отображены на рисунке 3, как показал анализ петрохимического состава ультрамафитов (таблица), они неоднородны по составу. Учитывая нормативный минеральный состав и величину коэффициентов (A и S [11]), можно выделить массивы, сложенные преимущественно гарцбургитами или лерцолитами, вебстеритами, габброидами. В работе В. Е. Гендлера также упоминается о наличии в составе ультраосновных и основных пород большого количества роговой обманки, развивающейся около зерен пироксена, что может свидетельствовать о присутствии в составе массивов роговообманковых лерцолитов, вебстеритов и габброидов.

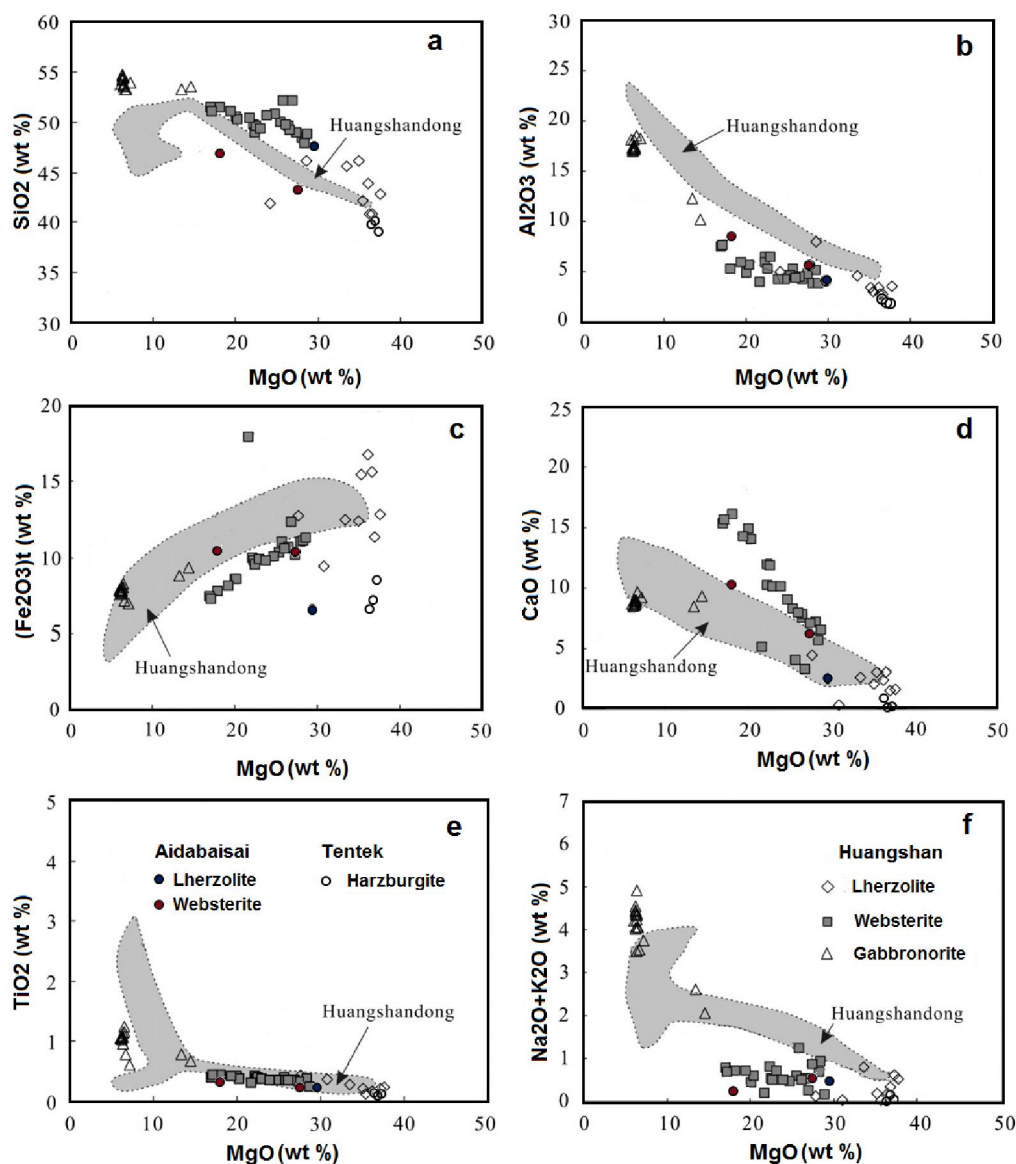


Рисунок 4 – Диаграммы характера распределения окислов ультрамафитов интрузий Алакольского сегмента Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия в сравнении с таковыми месторождений Хуаншань (Huangshan) и Хуаншань-донг (Huangshandong) [10, 12, 13]

Figure 4 – Harker diagrams of the Huangshan intrusion. Additional whole-rock data for the Huangshan, Huangshandong intrusions are from [10, 12, and 13] and Alakol segment intrusions [1] of the northern Tien Shan shear zone

Петрохимический и нормативный состав ультрамафитов гор Текели по данным [1]

Major oxides and normative structure of ultramafic rocks of the Tekeli Mountains from [1]

Окислы	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	47.47	39	40.11	39.7	43.18	46.78
TiO ₂	0.22	0.11	0.09	0.13	0.22	0.31
Al ₂ O ₃	4.09	1.81	1.87	2.27	5.60	8.71
FeO	2.24	2.48	1.71	1.21	6.08	8.98
Fe ₂ O ₃	4.25	5.94	5.41	5.33	4.2	1.38
MnO	0.06	0.11	0.13	0.08	0.17	0.2
MgO	29.64	37.41	36.96	36.51	27.62	18.06
CaO	2.45	0.14	0.11	0.83	6.20	1.28
Na ₂ O	0.16	0.00	0.11	0.00	0.26	0.13
K ₂ O	0.30	0.04	0.03	0.00	0.27	0.09
P ₂ O ₅	0.007	0.01	0.008	0.001	0.02	0.027
П.п.п.	8.86	11.84	12.75	12.49	6.63	3.31
Сумма	99.747	98.89	99.288	98.551	100.42	89.257
A	7.0	1.99	2.2	3.10	12.33	10.21
S	11.03	-7.05	-4.19	-3.56	4.86	18.16
Нормативный минеральный состав						
Quartz	–	–	–	–	–	12.78
Pl	14.13	0.88	2.08	5.72	19.61	10.11
Ortho	2.44	0.38	0.23	0.00	2.17	0.76
Cor	–	1.48	1.42	0.73	–	5.87
Diop	2.2	–	–	–	14.58	–
Hyp	60.29	31.83	37.17	34.47	18.87	68.73
Ol	19.94	64.3	58.15	58.47	43.36	–
il	0.31	0.17	0.13	0.20	0.31	0.47
Mg	0.66	0.93	0.78	0.71	1.06	1.2
Apatite	0.02	0.02	0.02	–	0.05	0.07
Примечание: 1 – лерцолит, 2-4 – гарцбургиты, 5 – лерцолит (массив Айдабайсай), 6 – вебстерит. Note: 1 – lherzolite, 2-4 – harzburgites, 5 – lherzolite (array Aydebaysay), 6 – websterite.						

В горах Текели массивы Айдабайсай и Ширбахты (рисунок 3 [2, 3 соответственно]), по-видимому, сложены лерцолитами и отчасти вебстеритами, они приурочены к выходам туфогенно-терригенных (D₃-C₁) и кремнисто-карбонатно-вулканогенных отложений (D₂ žv), где слагают бескорневые крутопадающие линзы [1, 2] или протрузии [3].

Отсутствие высокотемпературных метаморфических ареалов на контакте интрузий ультрамафитов с вмещающими их породами Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия китайские коллеги [11] объясняют резким снижением температуры кристаллизации мантийного вещества и быстрым его захоронением вдоль глубинного разлома.

Массивы аналогичного состава, по данным В. С. Войтовича [14] и В. А. Буша, В. К. Дмитриева и Н. И. Филатова [2], также вскрываются в горах Кызылтагай (рисунок 3(6-8)), где они пространственно сопряжены с флишоидно-молассовыми (C₂) и вулканогенно-терригенными (C₁₋₂) отложениями. Отдельные мелкие массивы вебстеритов известны на правом берегу реки Жаманты (рисунок 1(3)), и в районе Дурной речки (рисунок 1(4)), где они отделены от вмещающих раннепермских отложений зонами лиственитов. Массив Кокииримсай (рисунок 3(1)), обнажающийся в среднем течении одноименной речки, перекрыт маломощной бирбиритовой корой выветривания, с которой ссызано месторождение силикатных никель-кобальтовых руд [4]. Для всех массивов характерно присутствие убогой сульфидной Cu-Ni-Co минерализации, нередко их выходы сопровождаются ореолами киновари, обнаруженной шлиховым опробованием [4].

Природа кварцевых альбитофиров [1] на контакте ультрамафитов с вмещающими породами до конца не расшифрована. Крайне редко с ними ассоциирует золоторудная минерализация.

В пределах массива Тентек (рисунок 3(5)) К. Е. Дегтяревым [3] описаны меланжированные дуниты и гарцбургиты с будинами пироксенитов, габброидов и амфиболитов, на которые шарьяжированы кремнисто-терригенно-вулканогенные отложения среднего девона. Также указывается на наличие активного контакта габброидов с базальтами среднего девона, что обосновывается авторами присутствием ксенолитов базальтов в составе габброидов и габбро-диабазов. Важно отметить отсутствие в составе меланжа блоков комплекса параллельных даек. Аналогичная ситуация отмечена и в пределах Баингоуской (Bayingou) подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия. Возраст Pl-гранитов и габбро, заключенных в серпентинитовый меланж 325 млн лет и 344 млн лет соответственно [15]. Однако авторы [3] не предоставили петрохимического материала, который позволил бы говорить об их вещественном сходстве или отличиях от других мафит-ультрамафитовых массивов Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия.

Гарцбургиты [3] таких массивов содержат деплетированный по TiO_2 алюмохромит ($\text{Al}_2\text{O}_3=15.6-24.4\%$, $\text{Cr}\#=0.55-0.70$, $\text{Mg}\#=0.60-0.67$), реже хромпикотит ($\text{Al}_2\text{O}_3=29.1\%$, $\text{Cr}\#=0.48$, $\text{Mg}\#=0.68$), что резко отличает их от островодужных перидотитов аляскинского типа [16]. Крайне деплетированные по титану шпинелиды также не встречаются и в раннепермских вебстеритах северо-западного Китая [17].

Лерцолиты и вебстериты массива Айдабайсай по основным породообразующим петрогенным окислам, а особенно по TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (рисунок 4), близки таковым месторождения Хуаншань (Huangshan) [10, 12, 17]. Характерно, что и гарцбургиты массива Тентек (рисунок 4) также по уровню содержания TiO_2 , CaO , Al_2O_3 аналогичны лерцолитам месторождения Хуаншань (Huangshan) и Хуаншань-донг (Huanghandong).

Гарцбургиты по отношению к лерцолитам содержат нормативный корунд и магнетит (таблица). Однако о присутствии тел магнетитов в составе этих массивов не упоминается ни в одной из работ авторов [1, 3], что характерно для отдельных массивов Хуаншань-Канггуерской (Huangshan-Kangguer) подзоны [6]. Однако присутствие самородного свинца в шлихах (рисунок 3), косвенно указывает на возможное присутствие магнетита в перидотитах гор Текели.

В горах Текели сульфидная Cu-Ni-Co минерализация приурочена к лерцолитам и реже встречается в габброидах. Рудные минералы представлены пирротинном, пентландитом и халькопиритом. Химический состав рудной минерализации изменчив ($\text{Ni}=0.1-0.47\%$, $\text{Cu}=0.01-0.21\%$, $\text{Co}=0.01-0.02\%$), но их максимальные значения приближаются к составу платиносодержащих руд ($\text{Ni}=0.49\%$, $\text{Cu}=0.31\%$, $\text{Co}=0.026\%$) месторождения Хуаншань (Huangshan) [18].

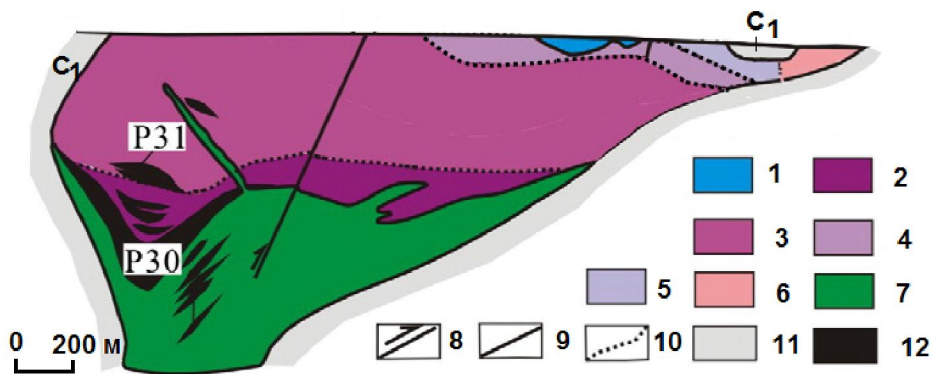


Рисунок 5 – Разрез интрузивного массива Хуаншань (Huangshan) заимствован из статьи [10]

1 – лерцолиты первой интрузивной фазы; 2-6 – породы второй интрузивной фазы: 2 – рудные лерцолиты, 3 – вебстериты, 4 – норитогаббро, 5 – габбро, 6 – диориты; 7 – габбронориты третьей фазы; 8 – надвиг; 9 – тектонические границы; 10 – интрузивные границы; 11 – нижнекаменноугольные вулканические и осадочные породы; 12 – Cu-Ni сульфидные руды; P30-P31 – номера рудных тел.

Figure 5 – Simplified cross sections of the Huangshan intrusion [10]

1 – intrusive phase I: lherzolite; 2-6 – intrusive phase II: 2 – lherzolite, 3 websterite, 4 – noritegabbro, 5 – gabbro, 6 – diorite; 7 – intrusive phase III: gabbro-norite; 8 – thrust fault; 9 – fault; 10 – intrusive boundary; 11 – carboniferous volcanic and sedimentary rocks; 12 – Cu-Ni sulfide ores, P30-P31 – number of ore bodies.

Классическим примером строения постколлизийных мафит-ультрамафитовых массивов Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия можно считать многофазное интрузивное тело Хуаншань, детальный разрез которого приведен на рисунке 5. Такие массивы, как правило, имеют чашеобразную или линзообразную форму интрузивного тела с воронкообразным окончанием в нижней части, по-видимому, представляющим собой бывший подводящий канал, на что указывает наличие габброноритов третьей фазы в горловине канала.

Основные залежи сульфидных Cu-Ni-Co руд локализуются в подошве лерцолитовых тел на границе с габброноритами третьей фазы, а незначительные по размеру рудные тела встречаются в вебстеритах второй и габброноритах третьей фаз.

Такое понимание природы и формы постскладчатых интрузий мафит-ультрамафитов, как и последующий анализ геофизических и литохимических аномалий, могут служить надежными поисковыми критериями при заложении поисковых скважин.

Общая характеристика вулканитов, ассоциирующих с мафит-ультрамафитами района гор Текели. Поскольку геодинамическая позиция вулканитов среднего девона гор Текели увязывается с генезисом мафит-ультрамафитов [3], то ниже будет рассмотрена их петрохимическая специализация с использованием данных Л. Г. Лисогор (1980 г.).

Вулканиты гор Текели по основным петрогенным окислам отвечают двум магматическим сериям – толеитовой и известково-щелочной. Породы толеитовой серии представлены высокомагнезиальными базальтами, дацитами и риолитами, а известково-щелочной – базальтовыми и андезитовыми порфиритами (рисунок 6,а).

Породы первой группы можно объединить в контрастную базальт-риолитовую формацию, характеризующую, как правило, континентальную стадию рифтогенеза. Плюмовая природа высокомагнезиальных базальтов очевидна и на многокомпонентных диаграммах (рисунок 5,с), где они в своем большинстве тяготеют к полю базальтов континентальных рифтов. Плюмовая природа высокомагнезиальных базальтов (рисунок 6,б) очевидна и по уровню их обогащения FeO, MgO, Al₂O₃ [20] при относительно умеренных концентрациях TiO₂. По уровню содержания основных петрогенных окислов (рисунок 6,с) они частично находят аналогию с базальтами Байингоуской (Bayingou) подзоны смятия [22], фигуративные точки которых перекрывают поля базальтов континентальных рифтов и океанических островов.

Породы второй группы соответствуют известково-щелочной базальт-андезитовой формации, базальты которой также имеют признаки плюмовых серий, однако по характеру накопления FeO, MgO, Al₂O₃ [20] их можно сопоставить с базальтами сиалических островных дуг (рисунок 6,б), что также характерно для ряда вулканитов трапповой формации.

Характер распределения РЗЭ и их отношения показывают, что силициты и аргиллиты, ассоциирующие с разновозрастными вулканитами в пределах Байингоуской (Bayingou) подзоны [23] Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия, также накапливались в континентальных морских бассейнах. Ассоциация марганцевых проявлений с терригенными породами нижнего карбона также тому подтверждение. Марганцевые месторождения Каражал и Ушкатын Атасуйского района Центрального Казахстана, как известно, формировались в пределах Успенского внутриконтинентального рифта.

Приведенный выше краткий анализ состава вулканитов среднего девона и ассоциирующих с ними кремнистых пород не подтвердил предположение К. Е. Дегтярева и его соавторов [3] об их аналогии с вулканитами энсиматических островных дуг, в составе которых, как правило, встречаются породы марианит-бонинитовой серии [24].

Автор разделяет точку зрения китайских коллег [25], что такие вулканогенно-осадочные комплексы могли формироваться в быстро расширяющемся эпиконтинентальном морском бассейне.

Выводы. Интрузии мафит-ультрамафитов, приуроченные к осевой части Алакольской подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия, учитывая петрографические различия и пространственную приуроченность их к различным структурным ярусам, с большой долей условности можно подразделить на два комплекса: лерцолит-вебстерит-габброидный и перидотит-пироксенит-габброидный.

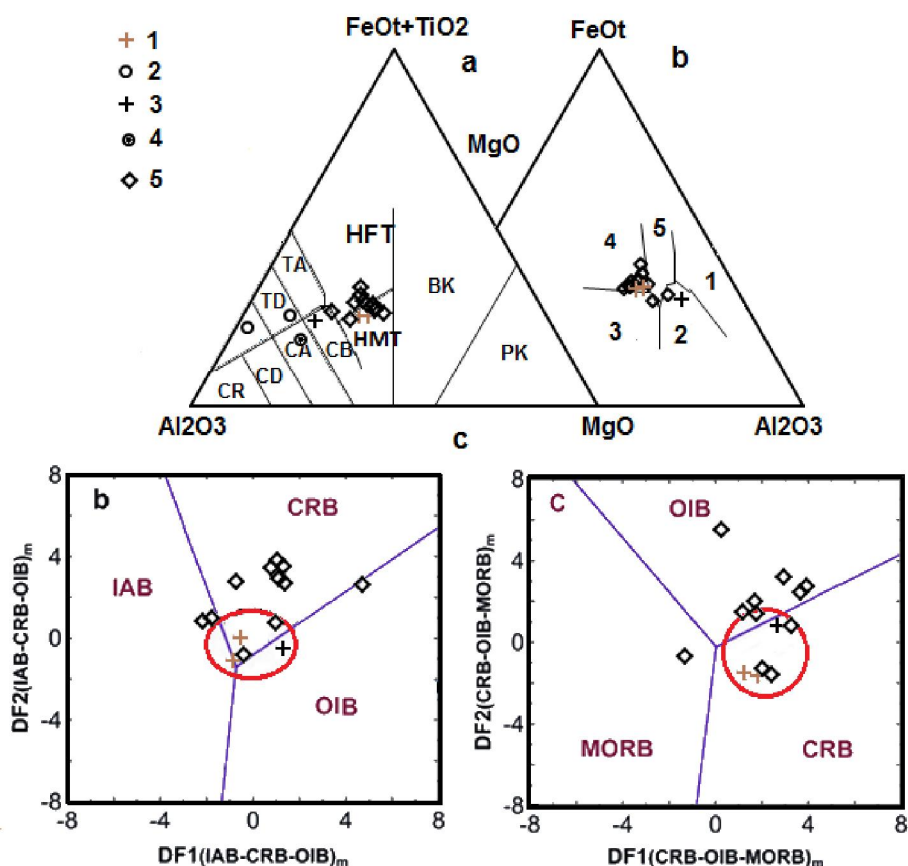


Рисунок 6 – Диаграммы: а) $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-FeOt+TiO}_2\text{-MgO}$ [19], б) $\text{MgO-FeOt-Al}_2\text{O}_3$ [20], в) DF2-DF1 [21] для вулканитов реки Тентек

1-2-толеиты: 1-высокомагнезиальные базальты, 2 – дациты и риолиты, 3-4 – известково-щелочные: 3- базальты, 4 – андезиты; 5 – базальты и диабазы Bayingou подзоны [22].

Базальты: 1 – спрединговых зон, 2 – островных дуг, 3- срединно-океанических хребтов и океанического дна, 4 – океанических островов, 5 – континентальных рифтов, CRB – континентальных рифтов; OIB – океанических островов; MORB – срединно-океанических хребтов; IAB – островных дуг.

Вулканиты: PK – пикритовые коматииты, BK – базальтовые коматииты, T – толеиты, C – известково-щелочные, HF – высокожелезистые-, HM –высокомагнезиальные, B – базальты, A – андезиты, D – дациты, R – риолиты.

Figure 6 – Tentek River Volcanics. Diagrams: a) $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-FeO} + \text{TiO}_2\text{-MgO}$ [19], b) $\text{MgO-FeOt-Al}_2\text{O}_3$ [20], a) DF2-DF1 [21]

1-2 tholeiitic: 1 – high-Mg basalts, 2 – dacites and rhyolites, 3-4 – calc-alkaline: 3 – basalts, 4 – andesites; 5 – basalts and diabbases Bayingou subzone [22].

Basalts: 1 – spreading zones, 2 – island and marginal arc, 3 – mid-ocean ridge and ocean floor, 4 – oceanic-island, 5 – continental rift. CRB – continental rift boundary; OIB – oceanic island basalt; MORB – mid-ocean ridge basalt; IAT – island-arc basalt.

Volcanics: 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.

Предполагается, что внедрение лерцолит-вебстерит-габброидных интрузий происходило в раннепермское время и, по аналогии с таковыми Хуаншань-Канггуерской (Huangshan-Kangguer) подзоны [10], могут быть отнесены к постколлизийным мафит-ультрамафитовым комплексам. Лерцолиты и габброиды таких комплексов, как правило, в пределах Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия [9 и многие другие упомянутые в этой статье] содержат сульфидные Cu-Ni-Co проявления с Au и PGE.

Перидотит-пироксенит-габброидные интрузии, вероятнее всего, следует сопоставлять с нижнекаменноугольными интрузиями Байнгоуской (Bayingou) подзоны [21], однако их металлогенические различия не исключают ошибочность таких представлений. Отсутствие двуокиси титан в составе хромшпинелидов гарцбургитов [3] дает основание предполагать, что такие комплексы образовались в процессе магматической дифференциации деплетированной мантии.

В горах Текели выходы мафит-ультрамафитовых интрузий нередко сопровождаются ореолами киновари (рисунок 3). Ртуть, как известно [26], присутствует в большинстве сульфидных минералов и является одним из наиболее чувствительных индикаторов скрытого сульфидного оруденения, что значительно повышает вероятность наличия на глубине месторождений сульфидов Cu-Ni-Co в пределах массивов Ширбахты и Алмалы (рисунок 3 [3, 4 соответственно]). Учитывая петрологический состав и наличие слабых ореолов киновари, не менее перспективными на обнаружение сульфидов Cu-Ni-Co могут быть массивы урочища Айдабай (рисунок 3(2)).

Автор разделяет точку зрения В. Е. Гендлера [1] на строения кремнисто-терригенно-вулканогенной толщи гор Текели. В составе кремнисто-терригенно-вулканогенной толщи, вероятно, sillы континентальных базальтов с коралловыми биогермами среднего девона слагают среднюю часть разреза, а верхи разреза сложены базальтовыми и андезитовыми порфиритами с туфосилицитами позднего девона – нижнего карбона, которые постепенно сменяются турбидитными отложениями нижнего карбона.

Подтвердить или опровергнуть ассоциацию Au и PGE с сульфидной Cu-Ni-Co минерализацией, приуроченной к массивам мафит-ультрамафитов осевой части Алакольской подзоны Северо-Тянь-Шаньской зоны смятия, можно лишь проведя детальные петрогеохимические исследования и последующие целенаправленные поисково-съёмочные работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гендлер В.Е. О гипербазитах гор Текели // Вести. АН КазССР. – 1958. – № 10. – С. 80-84.
- [2] Буш В.А., Дмитриев В.К., Филатова Н.И. // Геотектоника. – 1968. – № 3. – С. 35-48.
- [3] Дегтярев К.Е., Ступак А.Ф., Якубчук А.С. Девонские офиолиты Джунгарского Алатау // Доклады Академии наук. – 1993. – Т. 333, № 1. – С. 63-65.
- [4] Карта полезных ископаемых СССР масштаба 1:200 000. Серия Джунгарская. L – 44 – XV / Авторы: В.Е. Гендлер, И.И. Сонин, Е.В. Лисовская. Редактор В.П. Поникаров. – 1959. – 1 лист.
- [5] Геологическая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000 / Редактор Г. Р. Бекжанов. – 1996. – 10 листов.
- [6] Wang Y., Wang J., Wang L., Long L., Liao Z., Zhang H., Tang P. Problems of PGE metallogenesis related to maficultramafic complexes in North Xinjiang, China. – *Geoscience Frontiers*. – 2011. – № 2(2). – P. 187-198.
- [7] Zhou M.F., Zhao J.H., Jiang C.Y., Gao J.F., Wang W., Yang S.H. OIB-like, heterogeneous mantle sources of Permian basaltic magmatism in the western Tarim Basin, NW China: implications for a possible Permian large igneous province. – *Lithos*. – 2009. – № 113. – P. 583-594.
- [8] Qin K.Z., Sun B.X., Sakyi P.A., Tang D.M., Li X.H., Sun H., Xiao Q.H., Liu P.P. SIMS zircon U-Pb geochronology and Sr-Nd isotopes of Ni-Cu-bearing mafic-ultrafic intrusions in Eastern Tianshan and Beishan in correlation with flood basalts in Tarim basin (NW China): constraints on a ca. 280 Ma mantle plume // *American Journal of Science*. – 2011. – № 311(3). – P. 237-260.
- [9] Su B.X., Qin K.Z., Su H., Tang D.M., Sakyi P.A., Chu Z.Y., Liu P.P., Xiao Q.H. Subduction-induced mantle heterogeneity beneath Eastern Tianshan and Beishan: Insights from Nd-Sr-Hf-O isotopic mapping of Late Paleozoic mafic-ultramafic complexes // *Lithos*. – 2012. – № 134-135. – P. 41-51.
- [10] Deng Y.F., Song X.Y., Hollings P., Zhou T., Feng Yuan F., Chen L.M., Zhang D. Role of asthenosphere and lithosphere in the genesis of the Early Permian Huangshan mafic-ultramafic intrusion in the Northern Tianshan, NW China // *Lithos*. – 2015. – № 227. – P. 241-254.
- [11] Четвериков С.Д. Руководство к петрохимическим пересчетам. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 246 с.
- [12] Deng Y.F., Song X.Y., Chen L.M., Zhou T.F., Pirajno F., Yuan F., Xie W., Zhang D.Y. Geochemistry of the Huangshandong Ni-Cu deposit in northwestern China: implications for the formation of magmatic sulfide mineralization in orogenic belts // *Ore Geology Reviews*. – 2014. – ; 56. – P. 181-198.
- [13] Song X.Y., Chen L.-M., Deng Y.F., Xie W. Syncollisional tholeiitic magmatism induced by asthenosphere upwelling owing to slab detachment at the southern margin of the Central Asian Orogenic Belt // *Journal of the Geological Society*. – London, 2013. – № 170. – P. 941-950.
- [14] Войтович В.С. Природа Джунгарского глубинного разлома. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
- [15] Han B.F., Guo Z.J., Zhang Z.C., Zhang L., Chen J.F., Song B. Age, geochemistry, and tectonic implications of a late Paleozoic stitching pluton in the North Tian Shan suture zone, western China // *Geological Society of America Bulletin*. – 2010; 122, N 3-4. – P. 627-640.
- [16] Himmelberg G.R., Loney R.A. Characteristics and petrogenesis of Alaskan-type ultramafic-mafic intrusions, Southeastern Alaska // *US Geological Survey Professional Paper*. – 1995. – 1564. – 47 p.

- [17] Song X.-Y., Xie W., Deng Y.F., Crawford A.J., Zheng W.Q., Zhou G.F., Deng G., Chen S.L., Li J. Slab break-off and the formation of Permian mafic-ultramafic intrusions in southern margin of Central Asian Orogenic Belt, Xinjiang, NW China // *Lithos*. – 2011. – № 127(1-2). – P. 128-143.
- [18] Qin K.Z., Zhang L.C., Xiao W.J., Xu X.W., Yan Z., Mao J.W. Overview of major Au, Cu, Ni and Fe deposits and metallogenic evolution of the eastern Tianshan mountains, Northwestern China // In: Mao J.W., Goldfarb R.J., Seltmann R., Wang D.H., Xiao W.J., Hart C. (Eds.). *Tectonic Evolution and Metallogeny of the Chinese Altay and Tianshan*. – London: IAGOD Guidebook Series. – 2003. – 10. – P. 227-248.
- [19] Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. – Ontario Dept. Mines Misc., 1976. – 66 p.
- [20] 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*. – 1977. – Vol. 36. – P. 121-132.
- [21] 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.
- [22] Dong Y.P., Zhang G.W., Zhou D.W., Luo J.H., Zhang C.L., Xia L.Q., Xu X.Y., Li X.M. Geology and geochemistry of the Bingdaban ophiolitic mélangé in the boundary fault zone on the northern Central Tianshan Belt, and its tectonic implications // *Sci China Ser D-Earth Sci*. – 2007. – Vol. 50, N 1. – P. 17-24.
- [23] Han W.Z., Ouyang Z.J., Yue Y., Liu Y.Q. Geochemical Characteristics and Sedimentary Environments of Siliceous Rocks and Siliceous Mudstone-Case Study of Bayingou Ophiolitic Mélangé in Xianjiang. – 2009. – 02. *Northwestern Geology*.
- [24] Pearce J.A., Stern R.J., Bloomer S.H., Fryer P. Geochemical mapping of the Mariana arc-basin system: Implications for the nature and distribution of subduction components // *Geochem. Geophys. Geosyst.* – 2005. – 6, Q07006, doi: 07010.01029/02004GC000895.
- [25] Wu J., Liu C. Geological features of Bayingou ophiolite complexes in North Tien Shan, Xinjiang // *Acta Petrologica Sinica*. – 1989. – Vol. 2. – P. 76-87 (in Chinese with English abstract).
- [26] Бетехтин А.Г. Минералогия. – М.: ГИГЛ, 1950. – 956 с.

REFERENCES

- [1] Gendler W.E. O giperbasitach gor Tekeli // *Wecti. AN KasCCR*. 1958. № 10. P. 80-84.
- [2] Busch W.A., Dmitriew W.K., Vilatowa N.I. // *Geotektonika*. 1968. № 3. P. 35-48.
- [3] Degtjarew K.E., Ctupak A.V., Jakubtschuk A.C. Dewonkie oviolity Dzhungarskogo Alatau // *Doklady Akademii Nauk*. 1993. Vol. 333, № 1. P. 63-65.
- [4] Karta poleznyh iskopaemyh SSSR masshtaba 1:200 000. Serija Dzhungarskaja. L – 44 – XV. Avtory: V.E. Gendler, I.I. Sonin, E.V. Lisovskaja. Redaktor V.P. Ponikarov. 1959. 1 list.
- [5] Geologitschekaja karta Kasachstana masshtaba 1:1 000 000 / Pod redakciej G. R. Bekzhanowa. 1996. 10 listow.
- [6] Wang Y., Wang J., Wang L., Long L., Liao Z., Zhang H., Tang P. Problems of PGE metallogenesis related to maficultramafic complexes in North Xinjiang, China // *Geoscience Frontiers*. 2011. 2(2). P. 187-198.
- [7] Zhou M.F., Zhao J.H., Jiang C.Y., Gao J.F., Wang W., Yang S.H. OIB-like, heterogeneous mantle sources of Permian basaltic magmatism in the western Tarim Basin, NW China: implications for a possible Permian large igneous province. *Lithos*. 2009. 113. P. 583-594.
- [8] Qin K.Z., Sun B.X., Sakyi P.A., Tang D.M., Li X.H., Sun H., Xiao Q.H., Liu P.P. SIMS zircon U–Pb geochronology and Sr–Nd isotopes of Ni–Cu-bearing mafic-ultrafic intrusions in Eastern Tianshan and Beishan in correlation with flood basalts in Tarim basin (NW China): constraints on a ca. 280 Ma mantle plume. *American Journal of Science*. 2011. 311(3). P. 237-260.
- [9] Su B.X., Qin K.Z., Su H., Tang D.M., Sakyi P.A., Chu Z.Y., Liu P.P., Xiao Q.H. Subduction-induced mantle heterogeneity beneath Eastern Tianshan and Beishan: Insights from Nd–Sr–Hf–O isotopic mapping of Late Paleozoic mafic-ultramafic complexes. *Lithos*. 2012. 134-135. P. 41-51.
- [10] Deng Y.F., Song X.Y., Hollings P., Zhou T., Feng Yuan F., Chen L.M., Zhang D. Role of asthenosphere and lithosphere in the genesis of the Early Permian Huangshan mafic-ultramafic intrusion in the Northern Tianshan, NW China. *Lithos*. 2015. 227. P. 241-254.
- [11] Tschetwerikow C.D. Rukowodstwo k petrochimitschekim perechtschetam. M.: Gocgeoltechisdat, 1956. 246 p.
- [12] Deng Y.F., Song X.Y., Chen L.M., Zhou T.F., Pirajno F., Yuan F., Xie W., Zhang D.Y. Geochemistry of the Huangshandong Ni–Cu deposit in northwestern China: implications for the formation of magmatic sulfide mineralization in orogenic belts. *Ore Geology Reviews*. 2014. 56. P. 181-198.
- [13] Song X.Y., Chen L.-M., Deng Y.F., Xie W. Syncollisional tholeiitic magmatism induced by asthenosphere upwelling owing to slab detachment at the southern margin of the Central Asian Orogenic Belt. *Journal of the Geological Society*. London. 2013. 170. P. 941-950.
- [14] Wojtowitsch W.C. Priroda Dzhungarskogo glubinnogo rasloma. M.: Nauka, 1969. 192 c.
- [15] Han B.F., Guo Z.J., Zhang Z.C., Zhang L., Chen J.F., Song B. Age, geochemistry, and tectonic implications of a late Paleozoic stitching pluton in the North Tian Shan suture zone, western China. *Geological Society of America Bulletin*. 2010. Vol. 122, N 3-4. P. 627-640.
- [16] Himmelberg G.R., Loney R.A. Characteristics and petrogenesis of Alaskan-type ultramafic-mafic intrusions, Southeastern Alaska. *US Geological Survey Professional Paper*. 1995. 1564. 47 p.

- [17] Song X.-Y., Xie W., Deng Y.F., Crawford A.J., Zheng W.Q., Zhou G.F., Deng G., Chen S.L., Li J. Slab break-off and the formation of Permian mafic-ultramafic intrusions in southern margin of Central Asian Orogenic Belt, Xinjiang, NW China. *Lithos*. 2011. 127(1-2). P. 128-143.
- [18] Qin K.Z., Zhang L.C., Xiao W.J., Xu X.W., Yan Z., Mao J.W. Overview of major Au, Cu, Ni and Fe deposits and metallogenic evolution of the eastern Tianshan mountains, Northwestern China. In: Mao J.W., Goldfarb R.J., Seltmann R., Wang D.H., Xiao W.J., Hart C. (Eds.). *Tectonic Evolution and Metallogeny of the Chinese Altay and Tianshan*. London: IAGOD Guidebook Series. 2003. 10. P. 227-248.
- [19] Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ontario Dept. Mines Misc.* 1976. 66 p.
- [20] 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*. 1977. – Vol. 36. – P. 121-132.
- [21] 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.
- [22] Dong Y.P., Zhang G.W., Zhou D.W., Luo J.H., Zhang C.L., Xia L.Q., Xu X.Y., Li X.M. Geology and geochemistry of the Bingdaban ophiolitic mélange in the boundary fault zone on the northern Central Tianshan Belt, and its tectonic implications. *Sci China Ser D-Earth Sci*. 2007. Vol. 50, N 1. P. 17-24.
- [23] Han W.Z., Ouyang Z.J., Yue Y., Liu Y.Q. Geochemical Characteristics and Sedimentary Environments of Siliceous Rocks and Siliceous Mudstone-Case Study of Bayingou Ophiolitic Mélange in Xianjiang. 2009. 02. *Northwestern Geology*.
- [24] Pearce J.A., Stern R.J., Bloomer S.H., Fryer P. Geochemical mapping of the Mariana arc-basin system: Implications for the nature and distribution of subduction components, *Geochem. Geophys. Geosyst.* 2005. 6, Q07006, doi: 07010.01029/02004GC000895.
- [25] Wu J., Liu C. Geological features of Bayingou ophiolite complexes in North Tien Shan, Xinjiang, *Acta Petrologica Sinica*. 1989. Vol. 2. P. 76-87 (in Chinese with English abstract).
- [26] Betehtin A.G. *Mineralogija. M.: GIGL*, 1950. 956 s.

СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖОҢҒАР АЛАТАУЫ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТТІҢ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ОРНАЛАСУЫ

В. Г. Степанец

RCMIR_COM, Германия

Түйін сөз: мафит-ультрамафитті интрузиялар, мыс-никелдік және платинаметалды минералдану, Солтүстік Тянь-шан қатпарлы аймақтары.

Аннотация. Солтүстік Тянь-Шан қатпарлы аймақтарындағы Алакөл аумағының өстік бөлігіне тураланған, сирек сульфидті Cu-Ni-Co минералданулы мафит-ультрамафит интрузиялары олардың Хуаншан-Канггуер (Huangshan Kangguer) аймағының (Солтүстік-Батыс Қытай) платина ұрамды талдауына қарағанда таяз зерттелген және танымалдылығы аз болып келеді. Алакөл қатпарлы аумағының өстік бөлігіне негізделген массив құрамындағы гарцбургиті топтарда лерцолиттер, вебстериттер, габброидтар бар. сульфидті Cu-Ni-Co минералданулы тәртіп бойынша лерцолиттарға келтірілген және габброидтарда да аздап кездеседі. Жонгар Алатауы Мафит-ультрамафитті массивтері қыртыстың құрамындағы құрылықтық типтегі магмалық дифференция үрдісіндегі мантияның таусылуынан келіп шыққан қалыптасулармен салыстырылады. Жонгар алатауының мафит-ультрамафитті және әртүрлі құрылымдық жікқабаттарға кеңістіктік орайластыру интрузиялары арасындағы петрографиялық әркелкілігін ескере отырып, оларды лерцолит-вебстерит-габброидті және перидотит-пироксенит-габброидті екі кешенге бөлуге болады.

Солтүстік Тянь-Шан қатпарлы аймақтарындағы Алакөл аумағының өстік бөлігінде мафит-ультрамафитті петрологиялық мамандандыруды ескере отырып, Au және PGE рудаларын қамтыған Cu-Ni-Co сульфитті нысандар табылған нәрселерде дәйекті петрогеохимиялық зерттеулер жүргізу мен кейінгі мақсатты іздеу-түсіру жұмыстарын жүргізу ұсынылады.

Поступила 30.03.2016 г.