«МИНЕРАЛ РЕСУРСЛАР ИНСТИТУТИ» ДМ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.24/30.12.2019.GM.40.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТМФА ГЕОЛОГИЯ, ЗИЛЗИЛАБАРДОШ ҚУРИЛИШ ВА СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ГАФУРОВ ФАРХОД ГИЯСОВИЧ

ТОЖИКИСТОННИНГ КАРБОНАТИТ НАМОЁНЛАРИ МИНЕРАЛОГИЯСИ, ГЕОКИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ГЕНЕЗИСИ

04.00.02 – Қаттиқ фойдали қазилма конларининг геологияси, уларни қидириш ва разведка қилиш. Металлогения ва геокимё

Геология-минералогия фанлари доктори (DSc) диссертацияси АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент–2024

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)
Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Гафуров Фарход Гиясович
Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари минералогияси, геокимёвий хусусиятлари ва генезиси.....3

Гафуров Фарход Гиясович
Минералогия, геохимические особенности и генезис карбонатитовых проявленийТаджикистана..... 33

Gafurov Farkhod Giyasovich
Mineralogy, geochemical features and the genesis of carbonatite manifestations of Tajikistan.....63

Эълон қилинган ишлар рўйҳати
Список опубликованных работ
List of published works…….67

«МИНЕРАЛ РЕСУРСЛАР ИНСТИТУТИ» ДМ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.24/30.12.2019.GM.40.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТМФА ГЕОЛОГИЯ, ЗИЛЗИЛАБАРДОШ ҚУРИЛИШ ВА СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ГАФУРОВ ФАРХОД ГИЯСОВИЧ

ТОЖИКИСТОННИНГ КАРБОНАТИТ НАМОЁНЛАРИ МИНЕРАЛОГИЯСИ, ГЕОКИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ГЕНЕЗИСИ

04.00.02 – Қаттиқ фойдали қазилма конларининг геологияси, уларни қидириш ва разведка қилиш. Металлогения ва геокимё

Геология-минералогия фанлари доктори (DSc) диссертацияси АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент–2024

Диссертация Тожикистон Миллий Фанлар Академияси Геология, зилзилабардош курилиш ва Сейсмология институтида бажарилди.

Илмий маслаҳатчи: **Файзиев Абдулхак Рачабович**
геология-минералогия фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Халматов Рустам Абдухатович**
геология-минералогия фанлари доктори

Мамарозиков Усмонжон Довронович
геология-минералогия фанлари доктори

Миркамалов Рустам Хамзаевич
геология-минералогия фанлари доктори

Етакчи ташкилот: **«Регионалгеология» ДУК**

Диссертация ҳимояси «Минерал ресурслар институти» ДМ ҳузуридаги DSc.27.06.2017.GM.40.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2024 йил «25» 04 соат 14 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100164, Тошкент шаҳри, Олимлар кўчаси, 64; Тел. (99871) 209-08-93; e-mail: info@mridm.uz, gpniimr@exat.uz).

Диссертация билан «Минерал ресурслар институти» ДМнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (34/3 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100064, Тошкент ш., Олимлар кўчаси 64-уй. Тел: (99871) 209-08-93).

Диссертация автореферати 2024 йил «04» 07 куни тарқатилди.
(2024 йил "11" 03 даги 14-рақамли реестр баённомаси).

М.У. Исоқов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, г.-м.ф.д.

С.С. Сайитов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, г.-м.ф. фалсафа доктори (PhD)

М.М. Пирназаров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси ўринбосари, г.-м.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори диссертациясининг автореферати (DSc))

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Карбонатитлар кўплаб маъдан ва номаъдан фойдали қазилмаларнинг потенциал манбалари ҳисобланганлиги сабабли уларга бўлган қизиқиш тобора ортиб бормоқда. Саноат талабининг ортиши ва минерал хом ашё нархларининг ўсиб бориши минерал хомашёнинг, хусусан карбонатитларнинг янги турларини аниқлаш ва улардан фойдаланишда ўзига хос ва истиқболли хомашё тури сифатида кўришни талаб қилмоқда.

Карбонатит туридаги конлар одатда йирик ёки жуда йирик конлар турига мансуб бўлиб, улар плавик шпат, целестин, камёб ва радиоактив элементлар, стронций, барий, фосфор, қўрғошин, тантал, ниобий ва бошқа бир қатор элементларнинг саноат манбаи бўлиб хизмат қилади.

Карбонатитлар минералог-геологларнинг эътиборини ўзининг геокимёвий ва петрологик хусусиятлари, ушбу жинсларга ҳамроҳ бўлган минерал парагенезисларининг ўзига хос таркиби, шунингдек катта амалий аҳамиятга эга фойдали компонентлар тўплами билан жалб қилади. Шу муносабат билан, ушбу жуда қизиқарли жинсларнинг янги объектларини потенциал янги фойдали қазилма манбалари сифатида аниқлаш катта қизиқиш уйғотади.

Ўзбекистон ва Тожикистон Республикаларида минерал хомашё базасини кенгайтириш бўйича бир қатор чора-тадбирлар амалга оширилмоқда ва муайян натижаларга эришилмоқда. Хусусан, кабонатитлар билан боғлиқ бўлган янги истиқболли объектлар аниқланган. 2016-2026 йилларда нодир металлар захираларини ўрганиш ва баҳолаш Давлат дастурида «...Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари ўрганиш...»[1] бўйича вазифалари белгилаб берилган. Бу борада карбонатит туридаги янги намоёнларни аниқлаш, уларнинг минералогик геокимёвий таркиби ҳамда генезисини ўрганиш Ўзбекистон ва Тожикистон Республикалари геология соҳаси олдида турган устувор вазифа ҳисобланади.

Тожикистон Республикаси Президентининг 2022 йил 6 январдаги «2022-2026 йилларни «Саноатни ривожлантириш йили» деб эълон қилиш тўғрисида»ги 309-сон фармонида, Тожикистон Республикаси ҳукуматининг 2011 йил 3 декабрдаги «Тожикистон Республикаси геология хизматини ривожлантириш давлат дастурини тасдиқдаш тўғрисида»ги 599-сон қарорида, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги ПФ-60-сон фармонида, 2018 йил 1 мартдаги «Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитаси фаолиятини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлар тўғрисида»ги ПҚ-3578-сон, 2021 йил 21 апрелдаги «Геология соҳага инвестицияларни фаол жалб этиш, тармоқ корхоналарини трансформация қилиш ва республика минерал хомашё базасини кенгайтириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги ПҚ-5083-сон қарорларида, шунингдек, ушбу

[1] Тожикистон Республикасининг 2016-2026 йилларда нодир металлар захираларини ўрганиш ва баҳолаш Давлат дастури

соҳада қабул қилинган бошқа норматив- хужжатларда назарда тутилган вазифаларни амалга оширилишига мазкур диссертация ишидаги тадқиқотларнинг натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожлантиришнинг VII - «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотларни кўриб чиқиш. Карбонатит намоёнларнинг минералогияси, геокимёвий хусусиятлари ва генезисини ўрганиш бўйича хорижий тадқиқотчилар томонидан олиб борилган илмий тадқиқотлар дунёнинг кўплаб етакчи илмий марказлари ва олий ўқув юртларида, шу жумладан: Chinese Academy of Geological Sciences (Хитой), MNR Key Laboratory for the Study of Focused Magmatism and Giant Ore Deposits, Xi'an Center of Geological Survey, CGS (Хитой), School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China (Хитой), Department of Earth and Environmental Sciences, Bahria University (Исломобод, Покистон), Маъдан конлари геологияси, петрография, минералогия ва геокимёси институти (ИГЕМ), Академик А.Е.Ферсман номидаги Бутунроссия минералогия музейи (Россия Федерацияси), Геология фанлари университети Минерал ресурслар институти (Ўзбекистон), ТМФА Геология, зилзилабардош қурилиш ва сейсмология институти ва Тожикистон миллий университети.

Сўнгги ўн йилликда чет элда олиб борилган тадқиқотлар бир қатор илмий ва назарий натижаларга олиб келди. Хусусан, циркондаги гафнийнинг изотопик таркибини ўрганиш асосида карбонатит намоён бўлишининг шаклланиши концепцияси асосланган (Chinese Academy of Geological Sciences, MNR Key Laboratory for the Study of Focused Magmatism and Giant Ore Deposits, Xi'an Center of Geological Survey, CGS, School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Хитой), эритилган қўшимчаларнинг гомогенезация ҳароратининг юқори қийматлари аниқланган (ИГЕМ, Россия Федерацияси).

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Сўнгги ўн йилликларда карбонатитлар нисбатан янги оригинал эндоген хосилалар сифатида уларнинг генезиси ва саноат маъдандорлиги муаммоси билан боғлиқ ҳолда тадқиқотчилар эътиборини тобора кўпроқ жалб қилмоқда. Тадқиқотнинг асосий йўналишлари В. Бреггер, А. Хегби, В.С. Самойлов, В.С. Соколов, И.П. Майоров, Р.Д. Гаврилин, Е.Н. Окулов, И.П. Соловова, А.В. Гирнис, И.Д. Рябчиков, С.Г. Симакин, А.В. Гужова, А.Р. Файзиев, Ф.Ш. Искандаров, Ф.Г. Гафуров, Б.А. Алидодов, Л.А. Паутов, А.А. Агаханов, В.Ю. Карпенко, Jun Yjng, Wenhua Ji, Xiaoyong Yang, Ф.К. Диваев, М.А. Мундузова, Ш.А. Одинаев ва бошқаларнинг ишларида ўрганилган.

Карбонатитлар биринчи марта Тожикистоннинг марказий қисмида ва Помирда топилган. Гарчи улар ҳақида биринчи эслатма ўтган асрнинг етмишинчи йилларининг бошларига тўғри келса-да, бу шаклланишларни ўрганиш ишлари амалга оширилмаган, шунинг учун улар ҳозиргача

ўрганилмаган. Ушбу тадқиқот мавжуд бўшлиқни сезиларли даражада тўлдиришга қаратилган.

Диссертация ишининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация Тожикистон Миллий университетининг Геология ва фойдали қазилма конларини қидириш кафедраси илмий-тадқиқотлар режасининг «Тожикистонда карбонатит хосилаларнинг минералогик-геокимёвий хусусиятларини ўрганиш» (2009-2013) лойиҳаси, шунингдек, ТМФА Геология, зилзилабардош қурилиш ва сейсмология институти илмий-тадқиқотлар режасининг «Тожикистонда карбонатитларнинг минералогик-термобарогеокимёвий хусусиятлари» (2001-2005), «Тожикистонда карбонатитларни ўрганишнинг истиқболлари» (2005-2010) лойиҳалари боирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Марказий Тожикистон ва Шарқий Помир ҳудудида карбонатит ҳосил бўлишининг геологик, минералогик-геокимёвий ва генетик хусусиятларини ўрганиш.

Тадқиқотнинг вазифалари:

- Тожикистон ҳудудида карбонатит намоёнларининг геологик шароитлари ва жойлашиш қонуниятларини ўрганиш;
- карбонатит намоёнлари маъданларининг минерал таркибини комплекс ўрганиш;
- Тожикистон карбонатитларининг кимёвий таркибини ўрганиш;
- қўшимча элементларни ва камёб ер элементларини ўрганиш ҳамда карбонатитларнинг асосий минераллари таркибидаги флюид қўшимчаларни ўрганиш орқали термобарогеокимёвий тадқиқотларни бажариш;
- карбонатит намоёнларининг генезиси ва маъдан таркиби хусусиятларини ёритиш.

Тадқиқот объекти сифатида Дункелдик (Шарқий Помир) ва Дараипиёз (Марказий Тожикистон) ишқорий жинслар массивларининг карбонатит намоёнлари танланган.

Тадқиқот предмети сифатида Марказий Тожикистон ва Помир ҳудудидаги ишқорий массивлар ва улар билан боғлиқ карбонатитларнинг тарқалиш майдони, маъданлар ва минералларнинг моддий таркиби, кимёвий элементлар ва маъдан таналари танланган.

Тадқиқот усуллари. Геологик ва минералогик хариталашнинг классик усуллари, карбонатит маъданларининг минерал таркибини микроскопик ўрганиш (РФА МГРИ петрография лабораторияси), тадқиқотнинг термобарогеокимёвий усуллари, хусусан, сув олиш усуллари, қўшилмаларни гомогенлаштириш, нейтронларни фаоллаштириш ва рентген люминесценциясини таҳлил қилиш усули (Россия Фанлар Академияси ГЕОХИ институти), энергия дисперсив спектроскопия усули (Link ISIS), Рентген фотометрияси, ИҚ-спектроскопияси, электрон микрозонд усули (РФА А.Е.Ферсман номидаги Бутунроссия Минералогия музейи лабораторияси), ВИМС, ИМГРЭ лабораториялари, РФА (Москва) ва бошқалар.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

карбонатитлар ва оралиқ таркибдаги жинсларнинг икки авлоди аниқланган бўлиб, улар бир томондан карбонатитлар ва бошқа томондан сиенит-карбонатитлар деб аталадиган ишқорий сиенитлар билан ифодаланади;

биринчи марта Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари геологик, минералогик ва геокимёвий хусусиятлари ўрганилди;

иккита янги минерал (файзиевит, александровит) кашф қилинди ва биринчи марта ишқорий массивларда камёб минераллар титантарамеллит, барилит, стронциобарит, бритолит, геденбергит ва молибденит кабилар кашф қилинди ва тавсифланди;

карбонатит ҳосил бўлишининг термобарик шароитлари аниқланди ва Тожикистонда флюорит минерализациясининг янги магматоген тури – флюорититлар ўрганилди;

карбонатитларнинг генезиси тўғрисида янги маълумотлар олинди ва карбонатит намоён бўлган рудалардан комплекс фойдаланиш бўйича амалий тавсиялар берилди.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

карбонатитлашув мезонлари аниқланди;

Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари рудаларининг моддий таркиби ва уларнинг ҳосил бўлиш ҳарорати белгиланди;

радиоактив ва камёб ер элементларининг юқори концентрацияси аниқланди;

карбонатитларнинг генезисига ойдинлик киритилди;

Олинган натижалардан нафақат Тожикистонда, балки бошқа шунга ўхшаш объектларда ҳам карбонатитнинг янги намоёнлари ва конларини қидириш, башоратлаш ва баҳолаш учун фойдаланиш тавсия этилади.

Олинган натижаларнинг ишончлилиги. Натижаларнинг ишончлилигига замонавий тасдиқланган таҳлил усулларидан фойдаланиш, шунингдек асбобларни эталонлаштириш ва стандартлаштириш, таҳлилларнинг ташқи ва ички назорати, шунингдек таҳлил натижаларини статистик қайта ишлаш усулларидан фойдаланиш орқали эришилади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Олинган тадқиқот натижалари карбонатитларнинг плавик дала шпати минерализацияси, шунингдек, камёб, камёб ер элементлари ва радиоактив элементлар билан бойитилишини кўрсатади, бу эса уларни интеграциялашган саноат фойдаланиш имконияти нуқтаи назаридан кейинги ўрганишни тавсия қилиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти минерализациянинг ишқорий жинслар билан генетик ва фазовий алоқасини ўрнатиш, минерал ҳосил қилувчи муҳит таркибини ва карбонатит намоён бўлишининг термобарогеокимёвий шароитларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот натижаларини амалга ошириш. Тожикистон карбонатитларини ўрганиш бўйича олинган натижалар асосида:

карбонатит маъданлашувини геологик шарт-шароитлари ва тарқалиш қонуниятларини аниқлаштириш, уларнинг шаклланишининг термобарогеокимёвий шароитлари ва минерал парагенезнинг ўзига хос

хусусиятлари Тожикистон Республикаси ҳукумати ҳузуридаги Геология Бош бошқармаси амалиётига жорий қилинган (ГББнинг 2023 йил 12 майдаги 06-сонли маълумотномаси). Натижалар қидириш ва башоратлаш мезонлари бўлиб, ГББнинг ишлаб чиқаришда истиқболли ҳудудларнинг генезиси ва руда таркибини аниқлаштириш учун ишлатилади;

карбонатит намоёнларида минералларнинг кенг турлари ва хилма-хиллиги, минерал парагенезисларининг ўзига хослиги Тожикистон Республикаси ҳукумати ҳузуридаги Геология Бош бошқармаси амалиётига жорий қилинган (ГББнинг 2023 йил 12 майдаги 06-сонли маълумотномаси). Натижалар истиқболли майдонларда қидириш ва разведка ишларида геологик мезонлар сифатида фойдаланилган;

- камёб, радиоактив элементлар, стронций, барий ва бошқа элементларнинг аниқланган юқори миқдори Тожикистон Республикаси ҳукумати ҳузуридаги Геология Бош бошқармаси амалиётига жорий қилинган (ГББнинг 2023 йил 12 майдаги 06-сонли маълумотномаси). Натижалар Тожикистон Республикаси ҳукумати ҳузуридаги Геология Бош бошқармаси ишлаб чиқаришда янги аниқланган ёки кам ўрганилган маъданли объектларини саралаш учун геология қидирув ишларида ишлатиладиган карбонатит маъданлашувининг типокимёвий белгиси ҳисобланади.

Тадқиқот натижаларини апробация қилиш. Тадқиқот натижалари 7 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларини эълон қилиш. Диссертация мавзуси бўйича 18 та илмий иш чоп этилган. Шулардан 1 та монография, илмий журналларда - 12 та мақола (5 таси чет элда), 5 та халқаро ва республика кенгашлари ва конференцияларининг тезислари тўпламларида чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, еттита боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан ташкил топган. Диссертациянинг ҳажми 221 бет 22 та жадвал, 40 та расмдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва унга бцлган талаб, ишнинг мақсади ва вазифалари асослаб берилган, объекти ва мавзуси тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, илмий янгилик ва амалий тадқиқот натижалари тақдим этилган, натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти аниқланди, карбонатитларни қидириш ва қидириш мезонлари аниқланди, амалиётга жорий этиш тадқиқот натижалари, нашр этилган ишлар тўғрисида маълумот ва диссертация ишининг тузилиши кўрсатилган.

Диссертациянинг биринчи «**Тожикистоннинг карбонатит намоёнларини ўрганиш тарихи тўғрисида»**ги боби Тожикистоннинг карбонатит намоёнларини ўрганиш тарихига бағишланган, карбонатитлар тушунчаси берилган, уларнинг Тожикистон ҳудудида тарқалиши кўрсатилган.

Тожикистон ҳудудида карбонатитлар биринчи марта И.Р.Майоров ва Р.Д.Гаврилин томонидан 1971 йилда Олой тизмасининг сув ҳавзасида, унинг Туркистон ва Зарафшон тизмаларига виргацияси ҳудудида тасвирланган. Улар бу ерда мураккаб сенит-гранит массивлари Матча, Тутек ва Дараи Пиёз атрофидаги бир қатор тўғонлар билан ифодаланади. Ўтган асрнинг саксонинчи йилларининг бошларида Е.Н.Окулов Туркистон тизмасининг Жанубий ёнбағрида машҳур камёб металли пегматитлар *Тро* ва *Самжен* ҳудудида кварцли карбонатитларини кашф этди. Улар қуйи силурнинг слюда-гилли сланецларида ётади.

Помирда карбонатитлар биринчи марта етмишинчи йилларнинг охирларида М.М.Безугли томонидан Марказий Помир тектоник зонасининг Музкол-Рангкул субзонасида тасвирланган.

Саксонинчи йилларнинг бошларида Шарқий Помирда А.Р.Файзиев ва Ф.Ш.Искандаров учта карбонатит кўринишини тасвирлаб берди – Дункелдик, Танимас ва Қизил-Жиик.

Дункелдик маъданининг пайдо бўлиши Рушан-Пшарт чуқур ер ёриғи зонасида жойлашган ва қолган иккитаси Марказий Помир минтақавий ер ёриғи билан чегараланган. Дункелдикда карбонатитлар қалинлиги 10-15 см дан 3-4 м гача, узунлиги биринчи ўндан бир неча юз метргача бўлган дайкалар ва дайкасимон таналар шаклида учрайди.

Дала ишлари пайтида (2002-2007 йиллар) Дараи Пиёз дарёсининг юқори оқимида, худди шу номдаги массивнинг жануби-ғарбий контактида биз бир нечта карбонатит таналарини аниқладик. Дараипиёз ишқорий массивининг карбонатит таналари мураккаб тузилишдаги сиенит-гранит массивлари атрофида бир қатор томирлар ва томирсимон дайкалар шаклида келади. Улар асосан қалинлиги 4-5 м ва узунлиги 50 дан 80 м гача бўлган кальцит-далашпати-эгиринли дайкларидан иборат. Бу шаклланишлар орасида жануби-ғарбда массивнинг контакт олди қисмида, Дараи Пиёз дарёси ҳавзасининг ўнг томонида, эгирин ва нефелин сиенитларини ёриб чиқувчи концентрик карбонатит дайкалари алоҳида ўрин тутади.

Диссертациянинг иккинчи бобида **«Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари ҳудудларининг геологик тузилишининг қисқача тавсифи»** карбонатит намоёнлари кенг тарқалган ҳудудларнинг геологик тузилиши тавсифланган (Дункелдик - Жануби-Шарқий Помир ва Дараи Пиёз – Туркистон-Олой).

Дункелдик конининг геологик тузилишида перм, триас ва тўртламчи даврлар ётқизиқлари иштирок этади. Перм даврининг жинслари икки қатламни ташкил қилади: қуйи ва юқори. Қуйи қатламнинг пастки қисми эффузив-терриген, юқори қисми эса оҳакли-кремнийли ётқизиқлардан иборат.

Дункелдик ишқорий массиви ҳудудидаги магматик жинслар кенг тарқалган ва майдоннинг тахминан 70% ни эгаллайди. Улар бир нечта интрузив комплекслар билан ифодаланади. Коннинг магматик шаклланишларидан Дункелдик дарёсининг юқори оқимида жойлашган Верхнедункелдик субвулканик калий ишқорий массиви катта қизиқиш уйғотади. У 4800 дан 5100 м гача бўлган баландликлар оралиғида жойлашган.

Дастлабки шаклланишлар псевдолейцит жинслар - фергуситлар, бороланитлар, псевдолейцитли сланецлар; иккинчи босқичда пироксенли ва пироксен-гранатли сиенитлар ва турли хил сиенит-порфирларнинг лейцитсиз турлари шаклланган; массив шаклланишининг охирги босқичида граносиенит порфирлари ва трахилипаритли порфирлар туфлари шаклланган. Юқоридункелдик массивининг ишқорий жинсларида карбонатланиш кенг тарқалган.

Дараипиёз массиви тахминан 18 км^2 майдонни эгаллайди. Таркиби жиҳатдан унинг асосий қисми терриген-сланец қатламидан (C_{2-3}) ташкил топган катта синклинал қатлам ядросида ҳосил бўлган. Массивнинг Шимолий қисми калкерли сланец жинслари (S_1w-S_2ld) томонидан ҳосил қилинган антиклинал бурма доирасида жойлашган.

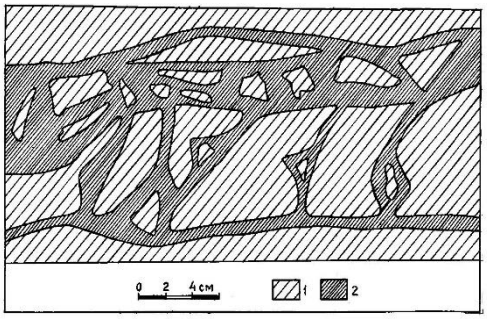
Ишқорий жинсларнинг Дараипиёз массивида карбонатитларнинг икки авлоди аниқланган. Эрта карбонатитлар кенг ривожланишга эга ва юқори палеозойнинг магматик жинслари (сиенитлар, граносиенитлар) ва чўкинди-метаморфик шаклланишлари (сланецлар, қумтошлар, конгломератлар, линзали кварцитлар ва оҳактош қатламлари) орасида учрайди. Магматик жинслар орасидаги эрта карбонатитлар таналари тўлдирувчи сифатида нисбатан устунлиги билан ажралиб туради ва унча узун бўлмаган ёриқлар тизимларида тарқалади. Одатда, улар қалинлиги 0,2-0,5 дан 25-30 см гача бўлган чизиқли чўзилган (томирлар, томирчалар, линзалар) таналарни ҳосил қилади. Истисно ҳолатларда карбонатит томирларининг қалинлиги 1,0-2,2 м га этади. Уларнинг узунлиги бир неча метрдан ўнлаб метргачадир.

Кеч карбонатит кам ривожланган ва тартибсиз шаклдаги ва кесувчи томирлар таналарини ҳосил қилади. Томирлар, одатда кичик (4-5 см гача қувват) ва дарзликлар тарқалиш зоналари билан чекланган. Бундан ташқари, улар 0,2 дан 1,0 см гача бўлган бу жинслардан ксенолитлар билан эрта карбонатитлар танасида уялар ва линзалар ҳосил қилади. Шу билан бирга, парчаларнинг йўналиши асосан карбонатит танасининг контактига параллелдир. 1-расмда эрта карбонатит асосида кеч карбонатит шаклларининг бўлаги кўрсатилган.

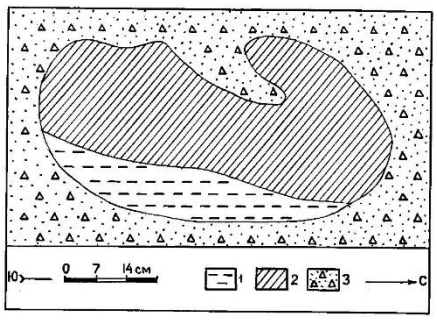
Дараи Пиёз дарёсининг ўрта қисмида карбонатит танаси юқори палеозой сланецида чўзилган шаклда учрайди (2-расм). Унинг узунлиги тахминан 80 м, кўринадиган қалинлиги эса 20 дан 45 м гача. Ғарбий қисмдан бошқа контактлари қорайган. Улар майда донали карбонат массаларидан иборат ва кристалларнинг ўлчами 2-3 мм бўлиб контактга параллел йўналишда жойлашган.

Карбонатитлардаги сланецлар билан алоқалар яқинида ён жинсларнинг ксенолитлари кузатилади, уларнинг ўлчами 0,7-0,9 м га этади, улар ҳам чўзилиш орқали контактга мос келади.

Ксенолитларда резорбция жараёни ҳамма жойда сезиларли бўлиб, бир қатор ингичка карбонат томирлари шаклида ифодаланади.



1-расм. Эрта ва кеч карбонатитларнинг ўзаро боғлиқлиги: *1 – эрта карбонатит, 2-кеч карбонатит.*



2-расм. Дараипиёз массивининг карбонатит танасининг схематик кўриниши: *1 – сланец, 2 – карбонатитлар, 3 – тўртламчи ётқизиқлар.*

Учинчи **«Тожикистоннинг карбонатит намоёнларининг минералогияси»** бобида минералларнинг таркиби келтирилган ва уларнинг хусусиятлари берилган.

Бугунги кунга қадар конда 50 га яқин минераллар ва минерал турлари аниқланган. Коннинг умумий минералларига флюорит, кварц, кальцит, гипс, целестин, тремолит, калий дала шпати киради.

Флюорит коннинг энг кенг тарқалган минералларидан биридир. У ишқорли жинсларнинг қўшимча минерали сифатида учрайди (сиенитлар ва сиенит порфирлари), шунингдек карбонатитларнинг муҳим қисмини ташкил қилади. Аммо плавик шпатининг асосий миқдори флюоритдан ташқари бошқа минералларни ўз ичига олган шток шаклидаги таналарда, кўплаб томирларда, томирчаларда ва уяларда тўпланган. Сиенитлар ва сиенит порфирларидаги флюорит миқдори уларнинг ҳажмининг 1-2 дан 20-25% гачадир.

Кальцит флюоритдан кейин кондаги карбонатитларнинг асосий минералдир. Шунингдек, у скарноидлар, флюорит ва целестин томирлари, шунингдек брекчия цементида келади. Ўзгарган ишқорий жинсларда тоғ жинсларини ҳосил қилувчи минераллар сиенитлар ва сиенит порфирлари, биринчи навбатда пироксенлар ва амфиболларнинг парчаланиши туфайли кальцит ҳосил бўлган. Кальцит флюорит, флюорит-диопсид-гранат, флюорит-апатит-сульфид, флюорит-актинолит-далашпати-пирит томирлари ва томирсимон таналарда учрайди. У карбонатит жинсларида кенг тарқалган. Кальцит томирлар ҳажмининг 55% дан ортиғини ташкил қилади, ҳар хил донали тузилишга эга ва полисинтетик эгизак бўлиб, бу ўрганилаётган минералнинг ўзига хос хусусиятидир.

Камёб металларнинг *фторокарбонатлари* (бастнезит, паризит) асосан сиенит порфирлари, карбонатитлар, флюорит томирлари ва ўраб турган терриген жоғ жинслари орасида ингичка томирлар ва аниқ кўринишга эга бўлган чизиқлар шаклида қайд этилган. Шаклларнинг катталиги 3х4 мм га этади. Микроскопик текширув шуни кўрсатадики, фторокарбонатлар майда донали агрегатлар ҳосил қилади. Карбонатитларда камёб металларнинг фторокарбонатлари жинслар ҳажмининг тахминан 2% ни эгаллайди.

Стронциобарит. Биз кондан топган минерал гипс ва карбонатит томирлари орасида уялар ва турли ўлчамдаги майда доналар шаклида учрайди.

Ўрганилган минерал флюорит, кальцит, апатит, монацит, пирит ва бошқалар билан яқин синтезда. Бу флюорит-кальцит-апатит, флюорит-апатит-целестин, флюорит-бритолит-апатитли, флюорит-апатит-пирит, флюорит-апатит-гранат ва бошқа минерал бирлашмалари топилган. Ушбу шаклланишларда стронциобарит тартибсиз шаклдаги доналарни ҳосил қилади. Руда бирлашмаларида минерал таркиби жинслар ҳажмининг 2-3% ни ташкил қилади.

Бритолит ёки камёбметалли-кальцийли фосфат-силикат. Намоёнларни ўрганаётганда биз шартли равишда бритолит деб ташхис қўйилган олти бурчакли габитус шаклидаги кристалларни топдик. Яқинроқ текширилгандан сўнг, бу минерал камёб металли-кальций фосфат-силикат бўлиб чиқди. Бу гранат, пироксен, амфибол, флогопит, апатит, галенит, пирит ва бошқа минераллар билан боғлиқ. Жуда камдан-кам ҳолларда текширилаётган минерал ўзгартирилган сенит порфир топилган.

Таърифланган минерал биринчи марта нафақат Шарқий Помир ҳудудида, балки бутун Тожикистонда қайд этилади.

Дараипиёз массиви ишқорий жинслари ўзининг ноёб минерализацияси билан кенг танилган. Дараипиёз ишқорий массивининг карбонатитларининг минералогик таркиби анча мураккаб.

Уларнинг асосий тоғ жинси ҳосил қилувчи минерали кальцитдир. У билан бирга дала шпати ва ишқорий пироксен (эгирин) карбонатитларда муҳим рол ўйнайди.

Карбонатитлардаги *флюорит* нисбатан кенг тарқалган минераллардан бири бўлиб, унинг таркиби тоғ жинси умумий ҳажмининг 12-15% га этади.

Бу алоҳида доналар, томирлар ва уяга ўхшаш секреция шаклида учрайди. Айрим томирларнинг қалинлиги 5-6 см га этади ва уяларнинг ўлчами 10х8 см. Майдадан йирик кристалларгача 2 см гача бўлган агрегатлар учрайди.

Дараипиёз ишқорий массивининг карбонатитларидаги флюоритда қуйидаги қўшимча элементлари (г/т) топилган: Sr - 2245, TR - 638, Y-429, Th-92, Na - 3196, K-1037.

Кальцит. Кальцит Дараипиёз ишқорий массивида кенг тарқалган. Бу карбонатитларнинг асосий жинс ҳосил қилувчи минерали бўлиб, улардаги миқдори 50-55% дан 90-95% гача. Кальцитнинг сезиларли тўпланиши ҳам сиенитлар, нефелин сиенитлар, кварц-эгирин-дала шпати томирлари ва пегматитларнинг бир қисмидир. Карбонатитларда кальцит майда донадор шакарга ўхшаш гигантокристалли пластинкасимондир, алоҳида секрецияларнинг ўлчамлари 5-6 сантиметргача ва баъзан йирикроқ.

Кимёвий таркиби (масс. %) кальцит (CaO - 53.60, MgO - 0.49, MnO - 0.25, FeO - 0.12, SrO - 0.55, BaO - 0.07, SiO_2 - 0.05) стронцийнинг назарий жиҳатдан юқори таркибидан фарқ қилади. Дараи Пиёз карбонатитлари кальцити таркибида Масс-спектрометрик таҳлилга кўра қуйидагилар аниқланган: REE, Y, Mn, Sr, Ba, Rb, Cs, Be, U, Th, Cr, Ni, Cu, Pb и Zn.

Доломит. Ишқорий массивнинг карбонатитларини ўрганишда (Файзиев ва бошқ., 2011), у ерда асосий кальцит карбонатитлар билан бирга эрта карбонатитлар ажратилиб, ёшроқ карбонат жинслари топилганлиги

кўрсатилган. Ушбу турдаги жинслардан бири қуюқ жигарранг карбонатлардир. Улар қалинлиги 4-5 см гача бўлган томирлар, шунингдек уялар, линзалар ва тартибсиз шаклда учрайди.

Тўқ жигарранг карбонатнинг кимёвий таркиби (масс. %) (SiO_2 - 8.86, TiO_2 - 0.33, Al_2O_3-1.70, $FeO+Fe_2O_3$ - 3.67, MgO - 0.62, MnO - 0.52, CaO - 46.15, SrO - 0.46, BaO - 0.10, Na_2O - 0.07, K_2O - 0.82, P_2O_5 - 0.35, SO_3 - 0.20, CO_2 - 39.68) карбонатит кальцитларидан Fe, Mg, Mn, Sr, Ba ва K кабиларнинг миқдори кўплилиги билан фарқланади.

Апатит. Тадқиқот минерали ишқорий жинсларнинг Дараипиёз массивидаги магматик жинсларнинг, шу жумладан карбонатитларнинг энг кенг тарқалган қўшимча минералидир. Одатда, карбонатит массасидаги минерал 1-0,5 мм ўлчамдаги бир текис (1,0% атрофида) донадор тарқалишни ҳосил қилади.

В.Д.Дусматов (SiO_2 - 0.48, Al_2O_3 - 0.18, FeO - 0.12, MgO - 0.17, CaO - 54.94, Na_2O - 0.80, K_2O - 0.32, H_2O^- - 0.46, P_2O_5 - 40.22, F - 2.45, $-O=F_2$ - 1.04) томонидан ўрганилган апатитнинг кимёвий таркиби (иккита таҳлил ўртачаси) ва унинг оптик хусусиятлари свойства (Nm=1.630-1.637, Np=1.627-1.633) минералнинг флорапатитга тегишли эканлигини кўрсатади.

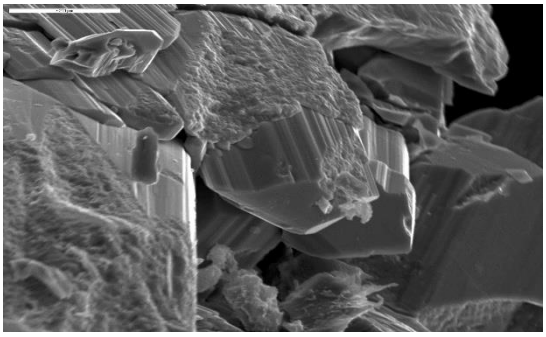
Графит ишқорий массивдаги силикат-карбонат жинсидаги сферолитнинг мураккаб тузилишдаги агрегатлари шаклида топилган. Ўрганилган минерал кальцит, кварц, эгирин, дала шпати ва бошқа минераллар билан боғлиқ. Шунингдек, у карбонатит таналарида майда донали шакарга ўхшаш кальцит ва эгиринда пирит ва галенитнинг ҳар-ҳар замон учрайдиган доналари билан келади, алоҳида уячаларнинг ўлчами 0,8х0,5 см га этади. Таърифланган жинсларда графит таркиби 12-14% дан ошмайди.

Циркон Дараи Пиёзнинг ишқорий массивида интрузив жинсларининг энг кенг тарқалган қўшимча минералидир. Цирконнинг йирик секрециялари альбититлар ва альбитлашган сиенитларда келади. У сирен ва пушти рангларда 2 см гача бўлган яхши қиррали дипирамидал кристаллар шаклида учрайди. Карбонатитларда у фақат микроскопик текшириш орқали топилади. Унинг ягона кристаллари идиоморфик ва кўпинча дала шпати, ишқорий пироксен ва карбонат секрецияси билан коррозияга учрайди.

Эгирин сиенитлар, пегматитлар ва карбонатитлар қатори асосий жинс ҳосил қилувчи минераллардан биридир. Ишқорий массивнинг карбонатитларида эгирин миқдори уларнинг ҳажмининг 1-2 дан 35-40% гача ўзгаради. Минерал асосан узунлиги 12-14 см га этадиган узун призматик кристаллар шаклида учрайди. Кимёвий таркиби (мас. %) (4 та таҳлил ўртачаси): SiO_2 - 50-99, TiO_2 - 1.61, Al_2O_3 - 0.21, Fe_2O_3 - 27.49, FeO - 3.49, MnO - 0.55, MgO - 1.90, CaO - 3.78, Na_2O - 9.14, K_2O - 0.06, ппп-0.81, сумма-100.03. Титан ва CaO нинг нисбатан юқори миқдори эътиборни тортади. Бу, эҳтимол, эгирин-авгитдир.

Титантарамеллит мазкур иш муаллифи томонидан Л.А.Паутов, А.А.Агаханов билан биргаликда тасвирланган ва тарамеллитдан фарқ қилади, чунки M октаэдрал позицияси асосан титан билан тўлдирилган. Тарамеллит қуйидаги изоморфизм схемаси билан ифодаланиши мумкин бўлган қатор ҳосил

бўлади: $2Fe^{3+} = Ti^{4+} + Fe^{2+}$. Баъзи ҳолларда магний, ванадий ва хромнинг октаэдрал ҳолатига киритилиши қайд этилади. Тарамеллит-титантарамеллит сериясининг кристалл тузилиши, кимёвий таркиби, топилган жойлари ва минераллар бирлашмаларининг хусусиятлари Е.Грю (1996) асарида умумлаштирилган. Титантарамеллитнинг датолит билан ассоциацияси (3,4-расм) Дараи Пиёзда у пастроқ ҳароратда ҳосил бўлган бўлиши мумкин.



3-расм. Титантарамеллит кристалларининг қўшимчалари. *РЭМ фотосурати, SEI режимидаги расм. Шкала чизиғининг узунлиги 20 мкм*



4-расм. Датолитда титантарамеллит доналарининг (2х6 мм) ўсиши

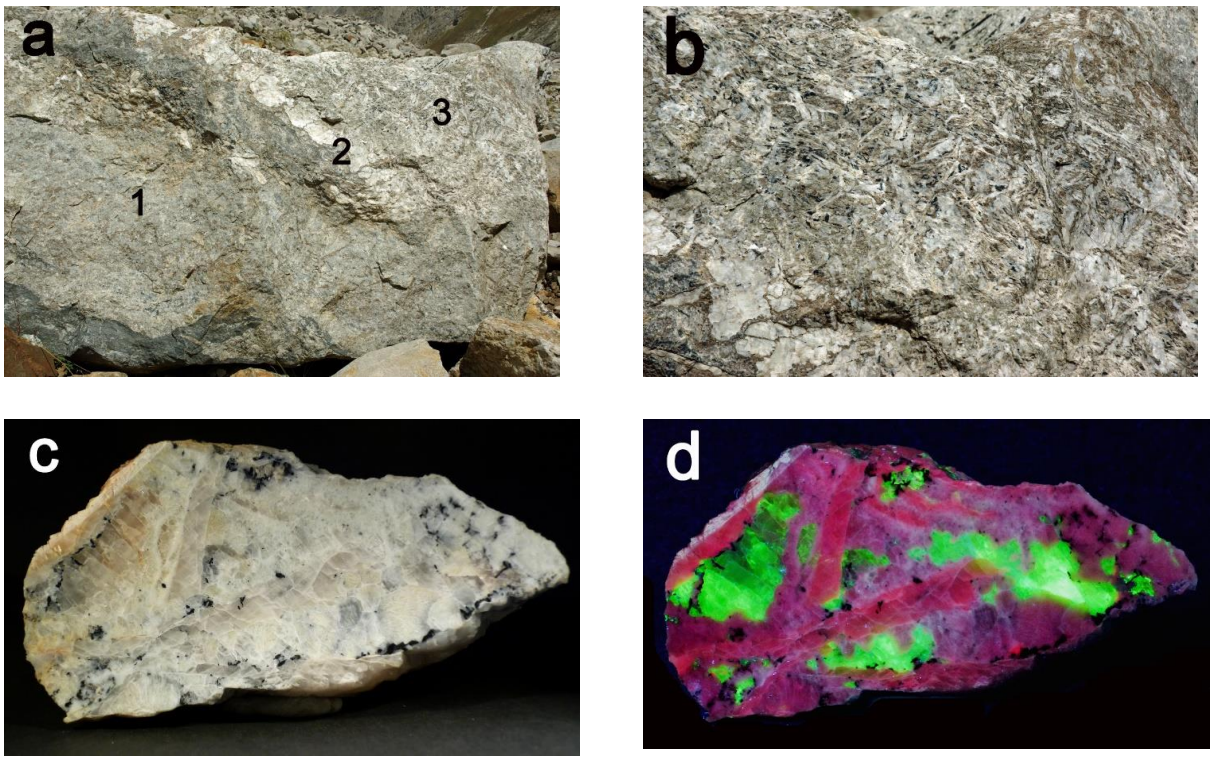
Дараи Пиёзда титантарамеллитининг кашф этилиши титантарамеллитнинг Тожикистондаги биринчи ва эҳтимол Евроосиё қитъасидаги биринчи кашфиётидир.

Александровит. 2004 ва 2007 йилларда Л.А.Паутов, А.А.Агаханов ва В.Ю.Карпенколар билан биргаликда иш муаллифи томонидан тўпланган дала материалларини ўрганиш жараёнида верхнедараипиёз ишқорий массивида таркиби соддалаштирилган $KLi_3Ca_7Sn_2[Si_6O_{18}]_2F_2$. формуласи билан ифодаланиши мумкин бўлган янги қалай минерали - александровит топилди. Александровит баратовитнинг $KLi_3Ca_7Ti_2[Si_6O_{18}]_2F_2$ қалайли аналоги ҳисобланади ва катаямалитнинг фтор қалайли аналоги $KLi_3Ca_7Ti_2[Si_6O_{18}]_2(OH,F)_2$ ҳисобланади.

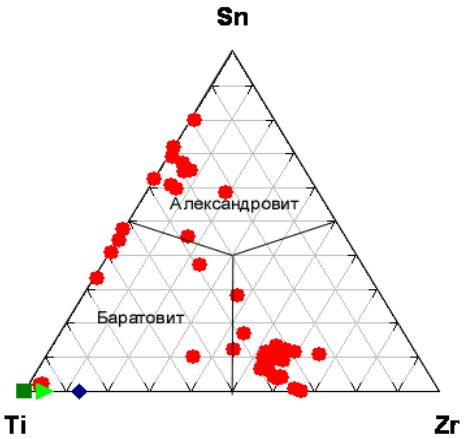
Микроклин-кальцит тоғ жинси (5-расм) тартибсиз жойлашган йирик (10-15 х 8-15 х 0.5-1.5 см) яссиланган (001) оқ кальцит доналаридан иборат (ppm: Ba - 1030, Sr - 4530, Mn -1010, Ce - 165, Y - 38). Бунда тоғ жинслари каркаси ҳосил қилиниб микроклиннинг ва альбит, кварц, кальцит, апатитларнинг овал шаклдаги оч-кулранг зонал кристаллари шаклланган(1-2 см бўйлаб). Пироксен 1 см узунликдаги устунли доналарни ҳосил қилади, кўпинча кальцит ва дала шпати агрегатининг катта плиталари чегараси билан чегараланади.

6-расмда Ti-Sn-Zr (ат. %) учбурчак диаграмма кўрсатилган. Бунда берилган таҳлиллар натижаларини, шунингдек Дараи Пиёзанинг кварц-альбит-пироксен-микроклин-кальцит жинсларидан баратовитга яқин минераллар таҳлилини кўрсатади. Бу октаэдрал ҳолатда бир элемент устунлик томонидан, қуйидаги минералларни ажратиш мумкин деб кўрсатади: титан – баратовит ва катаямалит, қалай – алехандровит, циркон устунлиги билан - уларнинг номсиз цирконий аналоги.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, биз санаб ўтилган барча минералларни баратовит гуруҳига бирлаштиришни таклиф қиламиз.



5-расм А-Александровит топилган блокининг кўриниши. *Блокнинг ўлчами 2x2x3,5 м. 1-сиенит зонаси, 2-сиенитдан кварц-микроклин-кальцит жинсига ўтиш зонаси. Катта овал кальцит ажралишлари кўринади. 3-кварц-микроклин-кальцит жинсларининг зонаси. б-олдинги тасвирнинг парчаси, 3-зона кварц-микроклин-кальцит тоғ жинси. С ва d-чироқ ва қисқа тўлқинли ультрабинафша ёритгич билан ёритилганда 3-зонадан олинган тоғ жинси намунасининг кўриниши. Кварц секрецияси ёрқин яшил рангда люминесцент, кальцит доналари пушти-қизил, микроклин пушти-бинафша рангда. Қора доналар-эгирин-геденбергит*

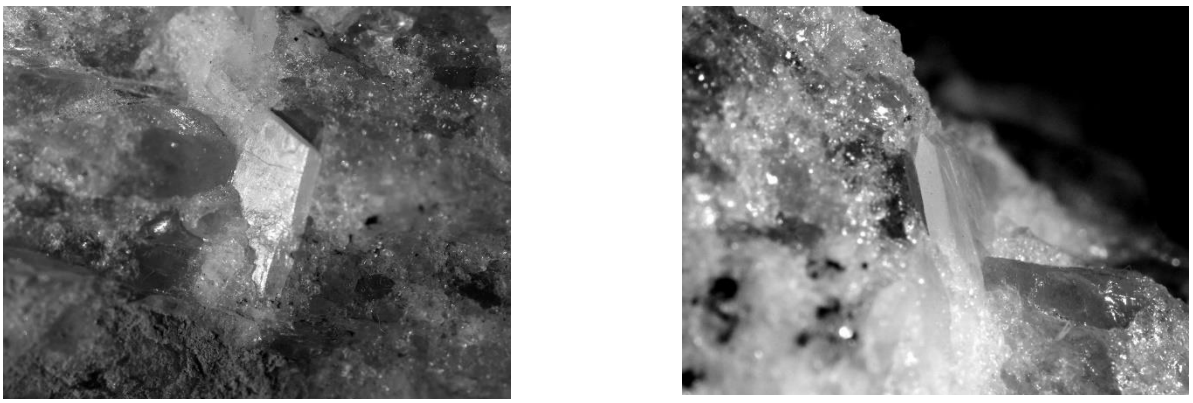


6-расм. Баратовит гуруҳининг минералларида октаэдрал катионлар таркибидаги ўзгаришлар (атом миқдорида).
*Мовий ромб - баратовит (Дусматов ва бошқ., 1975), оч яшил учбурчак - баратовит (Reguir et al., 1999), тўқ яшил майдон - катаямалит (*Murakami et al*., 1983), қизил доиралар - бизнинг маълумотларимиз*

Барилитни ушбу асар муаллифи томонидан топилди ва таърифланди.

Барилит талиткали кристалл фрагменти шаклида (5x3x0,5 мм) ва кварцда ўсган пластинкасимон доналар шаклида топилган (7-расм).

Барилитнинг кимёвий таркиби (1-жадвал) миснинг репер намунасида 4 нА токда 20 Кв лик Link ISIS энергодисперсион спектрометрлик CamScan 4D сканерловчи электрон микроскопда аниқланди. Қуйидаги стандартлар ишлатилди: Si, Ca - плагиоклаз USNM 15900, Ba учун - $BaSO_4$. Композицияда бериллий минералининг мавжудлиги ICP OES усули билан тасдиқланган.



7-расм. Кварцдаги жадвалли барилит кристали.

5715-сон намуна. Турли нуқталардан олинган битта кристалл. Кўриш майдони кенглиги 15 мм.

1-жадвал

Дараи Пиёздан олинган барилитнинг кимёвий таркиби (масс. %)

Компонентлар	1	2
SiO_2	37,49	37,46
CaO	0,01	0,03
BaO	46,93	46,90
BeO *	15,51	15,49
So'm	99,94	99,88
Формула коэффициентлари (O = 7 учун ҳисобланган)		
Si	2.01	2.01
Ca	0.00	0.00
Ba	0.99	0.99
Be	2.00	2.00
O	7.00	7.00

Эслатма: BeO - стихиометрдан келиб чиқиб ҳисобланган. Таҳлилчи Л.А.Паутов*

Дараи Пиёз ишқорий мажмуасида барилит кашф этилиши Тожикистонда барилитнинг биринчи топилмаси ҳисобланади.

Агреллит карбонатит таналарида топилган ва индивидуал секрецияси узунлиги 3-4 см га этадиган таблетка ва толасимон тузилишли агрегатларини ҳосил қилади. Ўрганилган минерал эгирин, туркестанит, мизерит, пектолит, баратовит, флюорит, дала шпати, кварц ва бошқа минераллар билан боғлиқ.

Кимёвий таркиби (мас. %, 5 та таҳлил ўртачаси) Дараи Пиёз агреллити: SiO_2 - 59.80, Al_2O_3 - 0.50, Fe_2O_3 - 0.20, MnO - 0.09, MgO - 0.10, CaO - 27.66, TR_2O_3 - 0.51, Na_2O - 6.17, K_2O - 1.19, H_2O^+ -1.49, F - 4.09, $-O=F_2$ - 1.71.

Шуни таъкидлаш керакки, юқоридаги минераллар рўйхати ва уларнинг хусусиятлари Дараи-Пиёз ишқорий массивининг бутун минерал хилма-хиллигини тугатиб қўймайди. Ҳозирги вақтда массивнинг карбонатитларига батафсил комплекс минералогик тадқиқотлар олиб бориш талаб этилади, тоғ жинси ҳосил қилувчи минераллар кам ўрганилган, маъдан минераллари етарли даражада ўрганилмаган.

Тўртинчи боб – «**Тожикистоннинг карбонатит намоёнларининг геокимёвий хусусиятлари»**.

Маълумки, минераллар таркибидаги қўшимча-элементларининг таркиби уларнинг ҳосил бўлиш шароитларини акс эттиради ва шу билан маъдан ҳосил бўлиш жараёнларининг самарали геокимёвий кўрсаткичи бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Дункелдик намоёнининг карбонатитлари флюоритида қуйидаги қўшимча элементлар мавжуд: стронций, барий, уран, торий, камёб ер элементлари, иттрий, марганец, бериллий, қўрғошин, рубидий, натрий, калий ва бошқалар.

Стронций Дункелдик кони флюоритининг таркибий қўшимчаларидан биридир. Бироқ, радиуслардаги сезиларли фарқ туфайли (Ca -1.06 Å; Sr-1.27 Å), бу элементларнинг изоморфизми чекланган бўлиши керак эди.

Барий флюоритнинг муҳим типокимёвий элементларидан биридир. Флюоритнинг муҳим геокимёвий характеристикаси минерал таркибида ўхшаш кристалли кимёвий хусусиятларга эга бўлган иккала элементнинг стронций-барий нисбати биргаликда мавжудлигидир. Флюоритда барийнинг сезиларли тўпланишига қарамай, стронций таркибининг барийга нисбати (ўртача 5,4) ундаги стронцийнинг янада катта концентрациясини кўрсатади.

Уран ҳам флюоритнинг таркибий қўшимчаси ҳисобланади. Флюоритнинг кристалл панжарасига унинг изоморфик кириш эҳтимоли ураннинг ион радиусининг калций (Ca – 1.06A^0, U-1.05A^0) билан яқинлиги билан боғлиқ. Уран Дункелдик конининг флюоритларида 44 дан 49 г/т гача бўлган миқдорда мавжуд бўлиб, бу барча генетик гуруҳларнинг ўрганилган флюоритларида ушбу элементнинг максимал концентрациясидир (Файзиев, Коплус, 1987). Бу ерда ўртача уран таркиби (42 г/т) ер қобиғидаги ушбу элементнинг кларкидан 18,8 баравар кўпроқдир.

Торий, шунингдек стронций ва уран флюоритнинг таркибий аралашмаси бўлиб, унинг тузилишига кириш имконияти торий (1.10A^0) ва калций (1.06A^0) ион радиусларининг яқинлиги билан боғлиқ. Коннинг флюоритларида торий тўпланиш даражаси ҳам жуда юқори ва 50 дан 120 г/т гача (ўртача 99 г/т). Бу ер қобиғидаги ушбу элементнинг кларкидан 76 баравар юқори.

Камёб металлар (REE) карбонатит намоёнлари флюоритининг муҳим аралашмалари бўлиб, унинг таркибидаги кальцийни изоморфик равишда алмаштиради ва ушбу минералнинг типоморфик хусусиятларини аниқлайди.

Коннинг флюоритлари таркибини ўрганиш тоннасига минглаб грамм билан ўлчанадиган REE миқдорининг юқори эканлигини кўрсатади. Уларнинг минимал концентрацияси 1800 г/т, максимал эса 4700 г/т, ўртача таркиби 2560 г/т. Бу Гольдшмидт маълумотларига кўра ер қобиғидаги ушбу элементларнинг кларкидан 22 баравар юқори.

Иттрий минералнинг кўплаб типоморфик хусусиятларини аниқлайдиган флюоритнинг кенг тарқалган аралашмаларидан биридир. Флюорит конларидаги иттрий 240 дан 900 г/т гача бўлган миқдорда мавжуд.

Рубидий. Дункелдик конидаги флюорит таркибидаги рубидий миқдори салмоқлидир, 14 дан 108 г/т гача (ўртача 62 г/т). Бундай ўртача таркиб А.Р.Виноградов (1962) бўйича ер қобиғидаги ушбу элементнинг кларкидан 2,4 баравар паст. Бироқ, флюорит учун бу нисбатан юқори концентрация ҳисобланади. Бу фақат грейзен флюоритлари билан солиштирганда пастроқ,

лекин пегматитлар, скарнлар ва гидротермал намоёнларига (Файзиев, Коплус, 1987) қараганда анча кўп.

Шундай қилиб, уран, торий, камёб металлар, стронций, барий ва бошқа элементларнинг юқори даражада тўпланиши ушбу турдаги минерализациянинг типокимёвий белгилари бўлиб, улар янги кашф етилган ёки кам ўрганилган руда объектларини саралаш учун ишлатилиши мумкин, бу қидирув босқичида флюорит намоёнларини геолого-экономик баҳолаш учун муҳимдир.

Дараи Пиёз ишқорий массивининг карбонатитлари ва сиенит-карбонатитларининг кимёвий таркиби ноаниқлик билан ажралиб туради. Магматик жинслар орасида жойлашган эрта карбонатитлар таркиби бўйича ишқорий-ультрабазит комплексларнинг лейкократик карбонатитларига ўхшайди. Таҳлил қилинган намуналарнинг аксариятида SiO_2 таркиби жуда паст (0,03-0,17%). TiO_2 таркиб интервалларни 0.01 учун 0.24 (ўртача 0.07%), ва AI_2O_3 - 0.04-4.24 (1.28%). Агар биринчи компонентнинг ўртача миқдори адабиётда тасвирланган карбонатитларнинг ўртача таркибидан икки ёки ундан кўп марта паст бўлса, иккинчиси тахминан бир хил.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, Дараи Пиёз карбонатитлари аксарият карбонатит комплексларига нисбатан паст апатит таркиби билан ажралиб туради. Улар, шунингдек, P_2O_5 нинг паст ўртача таркибига эга - атига 0,6%. Магматик жинслар орасида локализация қилинган карбонатитлардан фарқли ўлароқ, терриген-сланец қалинлигида жойлашган карбонатит таналари TiO_2 (0,17%), умумий темирнинг (1,29%), MgO (0,52%), SrO (0,35 %) ва CaO (50,82%) юқори миқдори билан ажралиб туради. Бошқа компонентлар камроқ миқдорда мавжуд (2-жадвал).

2-жадвал

Карбонатитлар ва сиенит-карбонатитларнинг кимёвий таркиби, вазни. %

Намуналар	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$FeO+Fe_2O_3$	MgO	MnO	CaO
Магматик тоғ жинслари орасида жойлашган эрта карбонатитлар							
311	0.07	0.02	0.07	0.07	0.53	0.27	55.06
350	0.06	0.02	0.06	0.08	0.48	0.17	55.20
22/DP	0.03	0.01	0.04	0.64	0.53	0.68	54.74
25/DP	0.10	0.04	0.05	0.08	0.52	0.49	55.11
300	0.16	0.04	0.04	0.17	0.53	0.35	54.95
17/DP	0.17	0.05	0.10	0.24	0.06	0.62	55.43
402	0.17	0.04	0.09	0.22	0.05	0.61	55.18
9/DP	2.20	0.04	0.54	0.93	0.02	0.10	53.50
320	2.28	0.06	0.75	0.27	0.04	0.25	52.26
316	18.84	0.14	2.81	1.27	0.39	0.20	39.43
16/DP	24.00	0.10	3.85	1.82	0.43	0.09	35.12
308	28.50	0.12	4.00	1.85	0.58	0.17	31.72
335	29.21	0.24	4.24	2.13	0.90	0.27	30.05
Ўртача	8.14	0.07	1.28	0.75	0.39	0.33	48.29
Чўкинди метаморфик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар							
77/DP	0.14	0.14	0.35	0.64	0.44	0.48	54.72
14/DP	0.79	0.18	0.49	0.41	0.13	0.10	54.39
56/DP	4.49	0.16	1.50	0.66	0.08	0.16	50.63
54/DP	11.91	0.19	2.25	3.13	0.38	0.21	43.53
Ўртача	4.33	0.17	1.15	1.29	0.52	0.24	50.82
Кеч карбонатитлар							

57/DP	3.71	0.17	0.63	3.30	0.44	0.61	50.53
82/DP	14.01	0.49	2.77	4.04	0.80	0.43	41.76
Ўртача	8.86	0.33	1.70	3.67	0.62	0.52	46.15
Барча карбона-титлар учун ўртача	7.41	0.05	1.30	1.17	0.48	0.33	48.59
Сиенит карбонатитлари							
300	33.90	0.22	4.90	2.70	0.49	0.15	28.15
301	39.04	0.12	6.20	2.80	0.35	0.09	24.41
310	51.15	0.12	13.06	2.90	0.28	0.03	13.40
23/DP	57.16	0.13	14.43	3.54	0.29	0.10	8.30
325	60.74	0.25	15.45	4.62	0.28	0.19	4.38
Ўртача	48.40	0.17	10.81	3.31	0.34	0.11	15.73
ВД*	16.19	0.58	16.00	4.77	0.21	0.10	4.22

**Дараипиёз массиви сиенитларининг ўртача кимёвий таркиби В.Д. – Дустматов бўйича, н.д. – маълумотлар йўқ*

2-жадвалнинг давоми

Намуналар	SrO	BaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	CO_2	Жами
Магматик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар								
311	0.44	0.18	0.04	0.02	0.02	0.02	43.12	99.93
350	0.43	0.13	0.04	0.02	0.02	0.03	43.22	99.96
22/DP	0.24	0.09	0.03	0.01	0.02	0.01	42.94	100.01
25/DP	0.39	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	43.05	99.96
300	0.53	0.18	0.04	0.01	0.02	0.02	43.00	100.04
17/DP	0.29	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	43.30	100.03
402	0.29	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	43.19	100.01
9/DP	0.35	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	42.12	100.02
320	0.36	0.06	0.32	0.03	2.85	0.05	40.41	99.99
316	0.24	0.10	2.22	2.85	0.50	0.04	30.83	99.86
16/DP	0.43	0.13	2.45	3.46	0.60	0.08	27.48	100.04
308	0.23	0.10	2.63	3.76	1.67	0.04	24.65	100.02
335	0.09	0.05	3.10	4.40	1.73	0.11	23.51	100.03
Ўртача	0.32	0.09	0.85	1.13	0.60	0.04	34.45	99.99
Чўкинди метаморфик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар								
77/DP	0.16	0.05	0.03	0.01	0.02	0.02	42.79	99.99
14/DP	0.37	0.05	0.14	0.03	0.38	0.04	42.54	100.04
56/DP	0.47	0.07	0.55	0.59	0.73	0.07	39.75	100.01
54/DP	0.38	0.06	0.78	0.79	2.16	0.06	34.15	99.98
Ўртача	0.35	0.06	0.38	0.36	0.32	0.05	39.81	100.01
Кеч карбонатитлар								
57/DP	0.52	0.11	0.08	0.03	0.30	0.05	39.55	100.03
82/DP	0.40	0.08	0.06	1.60	0.40	0.34	32.78	99.96
Ўртача	0.46	0.10	0.07	0.82	0.35	0.2	39.68	99.99
Барча карбонатитлар учун ўртача	0.34	0.08	0.67	0.93	0.52	0.06	36.12	99.99
Сиенит карбонатитлари								
300	0.25	0.09	3.20	4.30	0.31	0.04	21.25	99.95
301	0.20	0.08	3.45	4.65	0.17	0.03	18.42	100.01
310	0.09	0.03	3.98	4.85	0.36	0.03	9.74	100.02
23/DP	0.02	0.01	4.60	5.00	0.30	0.13	6.00	100.01
325	0.03	0.02	5.60	5.10	0.50	0.11	2.70	99.97
Ўртача	0.12	0.05	4.17	4.78	0.33	0.07	11.62	99.99
ВД	н.д.	н.д.	5.90	5.08	0.48	н.д.	н.д.	98.62

Дараипиёзнинг карбонатитларида, шунингдек дунёнинг кўплаб минтақаларидаги ўхшаш жинсларда Sr концентрацияси ҳамма жойда Ba устидан устунлик қилади. Агар умуман Дараи-Пиёз карбонатитларидаги SrO нинг ўртача таркиби 0,34% бўлса, BaO – 0,08%, яъни Sr/Ba нисбати 4,25 ни ташкил қилади. Калишпат-кальцит фацияларининг карбонатитларида Sr/Ba нисбатининг ўртача қиймати 7,4 (Самойлов, 1984). А.А.Флоров ва ҳаммуаллифлар (2005) ҳам Sr нинг карбонатитларда Ba га нисбатан сезиларли даражада бойитилиши ҳақида ёзадилар. Уларнинг маълумотларига кўра, классик карбонатитлар Ba га нисбатан Sr нинг сезиларли бойитилиши билан ажралиб туради. Хусусан, Вуориярви ва Себляров массивларининг кальцит карбонатитларида (Шарқий Европа провинцияси) Sr/Ba нисбати 4,45 ни ташкил қилади. Шундай қилиб, Sr/Ba нисбати карбонатит жараёнининг муҳим геокимёвий кўрсаткичи деб айтишимиз мумкин. Асосий Sr концентраторлари кальцит, апатит, акцессор ва қуюқ рангли минераллардир ва ва ташувчилари кальцит билан бирга пироксенлар, калий дала шпати, ишқорий амфиболлардир.

Карбонатитлар билан таққослаганда Дараи Пиёз массивининг сиенит-карбонатитлари петрогеник элементлар ва темир билан бойитилган, аммо MnO, SrO, BaO ва P_2O_5 дан иборат. CaO ва CO_2 таркиби мос равишда 4,38 дан 28,15 гача (ўртача 15,73%) ва 2,7 дан 21,25 гача (11,62%) (3-жадвал).

3-жадвал

Карбонатитлар ва сиенит-карбонатитлардаги камёб ер элементларининг миқдори, г/т

Намуналар	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
Магматик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар										
311	112.5	166.3	23.5	64.0	11.6	2.04	12.6	2.16	10.54	2.05
350	109.4	128.4	14.6	51.4	12.8	2.40	10.9	1.96	8.45	1.38
22/DP	112.2	134.6	18.2	52.6	10.9	2.35	11.4	2.30	9.60	1.80
25/DP	78.6	145.3	15.4	60.1	11.8	2.04	10.9	1.55	7.68	1.50
300	92.5	153.6	15.5	52.3	13.6	2.55	11.9	1.65	7.95	1.45
17/DP	88.3	153.0	17.2	45.9	10.5	2.55	10.1	2.45	9.58	2.22
402	118.7	178.0	19.0	69.7	16.5	3.67	19.0	3.03	18.0	4.27
9/DP	106.4	170.0	17.3	61.0	14.0	2.70	13.5	1.78	9.01	1.73
320	133.1	176.0	17.2	55.2	11.8	1.44	9.0	1.00	4.32	0.70
316	250.0	700.0	30.0	100.0	35.0	7.50	25.6	5.30	30.50	5.25
16/DP	275.0	800.0	58.0	152.0	65.0	12.60	31.7	8.55	31.60	6.35
308	300.0	800.0	60.0	250.0	76.0	15.80	32.0	10.25	35.14	5.00
335	400.0	840.0	75.0	300.0	81.0	17.20	34.5	20.00	40.30	12.15
Ўртача	167.4	349.6	29.3	101.1	28.5	5.76	18.0	4.77	17.13	3.53
Чўкинди метаморфик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар										
77/DP	114.6	165.4	16.6	60.2	13.8	2.60	14.6	2.05	12.05	2.15
14/DP	91.6	163.0	16.3	58.2	12.4	2.17	10.9	1.34	6.15	1.13
56/DP	73.9	125.0	12.2	42.8	10.0	1.67	9.4	1.23	6.38	1.23
54/DP	55.6	103.0	11.1	42.8	10.8	2.34	10.0	1.31	6.50	1.20
Ўртача	83.9	139.1	14.1	51.0	11.7	2.19	11.2	1.48	7.77	1.43
Кеч карбонатитлар										
57/DP	89.3	169.8	19.8	79.0	20.2	3.15	22.1	2.98	15.3	3.04
82/DP	60.1	119.2	13.3	53.2	14.6	3.39	15.0	2.05	10.9	2.14
Ўртача	74.7	144.5	16.6	66.1	17.4	3.27	18.5	2.52	13.1	2.59
Барча карбонатитлар учун ўртача	140.1	113.0	24.8	86.9	23.8	4.74	16.6	3.84	14.7	2.59

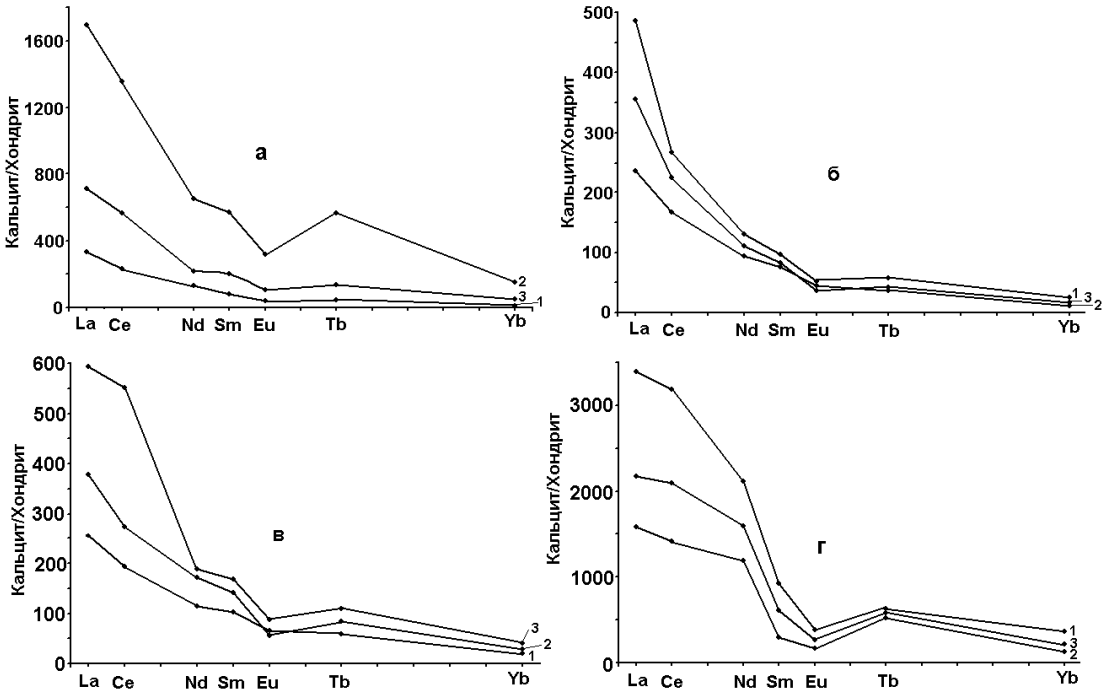
Сиенит карбонатитлари										
300	440.0	1225.0	63.0	806.5	84.0	14.5	69.0	24.0	87.5	13.5
301	400.0	1060.0	41.5	680.0	78.5	14.0	57.5	17.0	80.0	9.5
310	800.0	1970.0	104.5	980.0	131.0	20.5	103.5	22.0	117.0	22.0
3/DP	547.5	1375.0	58.5	774.5	92.5	13.5	68.5	21.5	79.5	11.5
325	375.0	875.0	22.5	550.0	42.5	9.0	24.0	18.5	58.5	9.5
Ўртача	512.5	1301.0	58.0	758.2	85.7	14.3	64.5	20.6	84.5	13.2

3-жадвалнинг давоми

Намуналар	**Er**	**Tu**	**Yb**	**Lu**	**Сўмма**	**ΣLa:ΣY: ΣSc**	**ΣCe: ΣY**	**La:Yb**	**Σu:Σu***
Магматик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар									
311	8.4	1.46	6.41	0.50	424.06	86.4:9.7:3.9	13.4	17.6	0.170
350	4.8	0.80	3.82	0.44	351.55	86.4:10.8:2.8	16.9	28.8	0.202
22/DP	6.2	1.30	1.60	0.45	365.50	86.9:10.5:2.6	16.4	70.1	0.211
25/DP	4.3	1.05	1.80	0.35	342.37	87.4:10.4:2.2	19.5	43.7	0.180
300	3.8	0.45	1.90	0.30	359.45	87.3:10.9:1.8	21.6	48.7	0.200
17/DP	4.5	0.58	4.52	0.44	351.84	86.5:10.6:2.9	15.1	19.5	0.247
402	11.6	1.73	9.60	0.54	474.24	81.3:13.8:4.9	9.4	12.4	0.202
9/DP	4.2	0.52	2.52	0.35	405.01	87.6:10.5:1.9	21.2	42.2	0.196
320	1.4	0.16	2.62	0.08	414.02	81.3:13.8:4.9	9.4	12.6	0.138
316	15.0	6.15	15.15	1.52	1226.97	88.0:8.9:3.1	15.7	16.5	0.248
16/DP	17.5	7.18	18.20	3.00	1486.68	86.4:10.5:3.1	16.7	15.1	0.261
308	20.0	5.5	20.00	4.50	1634.19	86.3:10.7:3.0	17.1	15.0	0.293
335	22.5	7.5	25.00	3.00	1878.15	86.0:10.9:3.1	16.0	16.0	0.298
Ўртача	9.6	2.7	8.7	1.19	747.23	86.6:10.4:3.0	16.4	27.6	0.248
Чўкинди метаморфик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитлар									
77/DP	6.0	1.25	3.91	0.45	415.75	85.8:11.4:2.8	15.1	29.4	0.183
14/DP	2.5	0.30	1.28	0.17	367.46	89.6:9.3:1.1	30.8	71.6	0.186
56/DP	3.0	0.40	1.76	0.26	289.17	87.8:10.3:1.9	21.2	42.0	0.173
54/DP	2.9	0. 36	1.61	0.22	249.74	85.1:12.9:2.0	18.5	34.5	0.225
Ўртача	3.6	0.58	2.14	0.27	330.53	87.1:11.0:1.9	21.4	44.4	0.192
Кеч карбонатитлар									
57/DP	7.6	1.00	4.78	0.68	438.70	81.6:15.2:3.2	12.6	18.7	0.149
82/DP	5.3	0.69	3.48	0.50	303.83	80.9:15.8:3.3	12.2	17.3	0.229
Ўртача	6.5	0.80	4.13	0.59	371.26	81.2:15.5:3.3	12.4	18.0	0.189
Барча карбонатитлар учун ўртача	8.0	2.04	6.84	0.93	649.28	87.0:10.3:2.7	17.3	30.1	0.191
Сиенит карбонатитлари									
Сиенит карбонатитлари									
300	25.0	14.0	35.0	3.0	2904.0	87.3:10.1:2.6	15.3	12.6	
301	22.5	6.0	37.5	3.0	2507.0	87.0:10.2:2.8	14.8	10.7	0.206
310	41.5	8.0	60.5	5.0	4385.0	87.9:9.5:2.6	16.3	13.3	0.175
23/DP	12.0	5.5	22.5	2.5	3085.0	89.3:9.3:1.4	22.1	24.3	0.168
325	10.0	6.0	21.5	3.0	2025.0	90.0:8.0:2.0	17.7	17.4	0.271
Ўртача	22.2	7.9	35.3	3.3	2981.2	88.1:9.6:2.3	16.8	14.5	0.202

Магматик жинслар орасида локализация қилинган эрта карбонатитларда умумий REE таркиби 242,37 дан 1878,15 г/т гача ўзгариб туради, ўртача қиймати 747,23 г/т. лантаноидларнинг энг паст қийматлари лейкократик, деярли мономинерал карбонатит фарқларига хосдир. Карбонатитларнинг

меланократиклиги ошгани сайин улардаги REE концентрацияси ошади (8-расм).



8-расм. REE тарқалиши, Cl хондритлар бўйича нормалланган:
а - магматик жинслардаги эрта карбонатитларда (1 - 25/ДП, 2 - 335/ДП, 3 – ўртача) б - чўкинди метаморфик тоғ жинслари орасида жойлашаган эрта карбонатитларда (1 - 77/ДП, 2-намуна. 54 / ДП, 3 - ўртача), б – кеч карбонатитларда (1-намуна. 82/ДП, 2 - 57 / ДП, 3 - ўртача), г – сиенит карбонатитларида (1-намуна. 310, 2-намуна. 325, 3-ўртача)

Cl хондритга нормалланган REE миқдорининг вариацион графиги (8а-расм) магматик жинслар орасида жойлашган эрта карбонатитларда уларнинг тарқалиш спектри хондрит даражасидан ўнлаб-юзлаб марта юқори эканлигини кўрсатади. Ушбу карбонатитлар ўртача 0,248 га тенг бўлган салбий европий аномалияси билан тавсифланади (тебраниш чегараси 0,138-0,229), бу қолдиқ дифференциаллар учун одатий ҳолдир.

ΣCe/ΣY ва La/Yb кўрсаткичлари нисбатларининг қийматлари 21,4 ва 44,4 га тенг. Бу ерда REE тарқалиш даражаси магматик жинсларда жойлашган карбонатитларга қараганда анча паст, аммо барибир хондрит даражасидан ўнлаб-юзлаб марта ошади (8б-расм). Бу ерда европий аномалияси 0.192 (0.173-0.225) кўрсаткичга эга.

Кеч карбонатитларда ўртача REE таркиби 371,26 (303,83-438,70 г/т) ни ташкил қилади, бу чўкинди метаморфик жинслар орасида локализация қилинган эрта карбонатитларга қараганда бир оз юқори. Эрта карбонатитлардан фарқли ўлароқ, кеч карбонатитлардаги айрим лантаноид кичик гуруҳларининг ўртача таркибининг нисбати бироз фарқ қилади (ΣLa: ΣY:ΣSc=81.2:15.5:3.3 %), яъни иттрий ва скандий кичик гуруҳларининг улуши бироз юқорироқ. Кеч карбонатитлар, шунингдек, мос равишда 12,4 ва 18,0 га тенг бўлган ΣCe:ΣY- ва La: Yb - нисбатларининг паст қийматларида фарқ қилади. Хондрит билан нормаллаштирилган кеч карбонатитларда REE нинг тарқалиши 8-расмда келтирилган.

Шундай қилиб, Дараи Пиёз карбонатитларидаги ўртача REE таркиби одатда унчалик юқори эмас ва 649,23 г/т га тенг, у натрий ўзига хослиги билан ишқорий-ультрабазит жинслар мажмуасига мансуб Гулинский массивидаги (Россия) карбонатитларидаги лантаноидлар концентрациясига яқин.

Дараи Пиёз массивининг сиенит-карбонатитлари REE нинг юқори миқдори билан ажралиб туради ва уларни классик карбонатитларга яқинлаштиради. Улардаги REE миқдорининг ўртача таркиби 2981 г/т ни ташкил қилади, 2025 йилдан 4385 г/т гача бўлган қийматлар тарқалиши билан бу ишқорий-ультрабазик комплексларнинг карбонатитларидаги ўртача таркибидан 1,2 баравар юқори ва кальцикарбонатитларга қараганда 1,3 баравар паст.

Хондрит бўйича нормаллаштирилган сиенит-карбонатитларда REE тарқалиши хондрит даражасидан юз минглаб марта ошганлигини кўрсатади (8г-расм). Дараипиёз ишқорий массивининг карбонатитларида бўлгани каби, сенит-карбонатитларда 0,190 дан 0,271 гача (ўртача 0,202) қийматларида европий аномалияси кузатилади.

Юқоридаги материалдан кўриниб турибдики, кўриб чиқилаётган жинсларнинг барча турлари (эрта ва кеч карбонатитлар, сиенит-карбонатитлар) REE таркибида енгил лантаноидларнинг устунлиги ўрта ва оғирдан, лантаннинг иттербей («лантанлилик») устидан кўп устунлиги билан тавсифланади, шунингдек ΣCe:ΣY ўзаро муносабатининг юқори аҳамияти. Буларнинг барчаси белгиланган жинсларнинг ишқорий жинслар билан генетик алоқаси борлигини ва ультрабазит-ишқорий таркиб эритмасининг дифференциацияси маҳсулоти эканлигини кўрсатади. Карбонатитлар ва сиенит-карбонатитлар бирламчи ишқорий магманинг дифференциатлари эканлиги, шунингдек, европий минимумининг паст қийматлари билан ҳам кўрсатилган.

Иттрий. Магматик жинслар орасида локализация қилинган эрта карбонатитлардаги иттрий нотекис тақсимланган. Кўпроқ лейкократик жинсларда у озроқ миқдорда, меланократикларда эса кўпроқ миқдорда бўлади. Бу ерда элементнинг ўртача таркиби 86 г/т, 45 дан 156 г/т гача ўзгаради (4-жадвал). Бу кальцит карбонатитлардаги Y концентрациясидан тахминан 1,4 баравар кам.

Рубидий. Сиенитлар ва граносиенитлар орасида жойлашган эрта карбонатитлардаги Rb таркиби 4,7 дан 52,0 г/т гача, унинг ўртача миқдори 15,6 г/т. Бу А.А.Фролов ва бошқаларга кўра умуман карбонатитлар учун одатий ўртача таркибдан элементнинг 1,5 баравар кўп (10 г/т) (2005), ва В.С.Самоилов (1984) бўйича 3 баравар кўп (5 г/т) эканлигини билдиради.

Сезий. Дунёнинг бошқа минтақаларидаги карбонатитлар билан таққослаганда, Дараи-Пиёз карбонатитларидаги Cs миқдори кўпаяди ва у озми-кўпми тенг тақсимланади. Магматик жинслар орасида жойлашган эрта карбонатитларда элемент таркиби 1,9 дан 7,2 гача (ўртача 4,0 г/т).

Тантал. Тантал Nb билан бирга кўплаб карбонатит комплексларининг характерли элементидир. Аммо Дараи-Пиёз массивининг карбонатитларида элемент миқдори жуда камдир. Магматик жинслар орасида тарқалган эрта карбонатитларда Ta концентрацияси 1,5-7,5 г/т (ўртача 3,6 г/т) оралиғида,

чўкинди метаморфик жинсларда жойлашган жинсларда эса 1,6-5,3 (2,8 г/т) оралиғида бўлади. Кеч карбонатит таркибида бироз кўпроқ Та - 3,3 г/т мавжуд.

Уран. Дараи-Пиёз массивининг карбонатитларида уран нотекис тақсимланган. У магматик жинслардаги эрта карбонатитларда 1,2 дан 7,8 г/т гача бўлган миқдорда мавжуд. Элементнинг ўртача таркиби 3,5 г/т ни ташкил этади, бу ер қобиғидаги бу элементнинг кларкидан юқори (2,5 г/т), лекин кальцит карбонатитлар учун ўртача концентрациядан 2,5 баравар паст (8,72 г/т). U нинг худди шундай миқдори (3,5 г/т) чўкинди-метаморфик жинслар орасида тарқалган эрта карбонатитларда топилган.

Торий. Th Дараи Пиёз карбонатитларида ҳам нотекис тақсимланган. Агар сиенитлар ва граносиенитлар орасида карбонатит томирларидан танланган эрта кальцит карбонатитларда Th таркиби 2,1 дан 13,3 гача (ўртача 6,0 г/т) бўлса, сланецлар орасида тарқалган шунга ўхшаш таркибдаги жинсларда у камроқ миқдорда – 2,7-2,9 (2,6 г/т). Ушбу таркиб кларкдан бир неча баравар паст (13 г/т).

Дараипиёз массивидаги карбонатитлардаги радиоактив элементларнинг концентраторлари торит, туркестанит, пирохлор, эканит, араповит ва бошқалар каби қўшимча минераллардир.

Шундай қилиб, Дараипиёз карбонатитлари классик аналоглари билан таққослаганда паст таркиб билан ажралиб туради, Fe, Mg, Ti, Sr, Ba, P ва Mn, лекин нисбатан юқори – Si, AI, Na и K. Дараипиёз массивининг карбонатитлари Sr га нисбатан сезиларли даражада бойитилиши билан ажралиб туради. Ba, бу карбонатит жараёнининг муҳим геокимёвий кўрсаткичи. Таърифланган карбонатитлар умумий REE таркибининг камайиши билан тавсифланади.

Масс-спектроскопик таҳлил орқали Дараипиёз массивининг илк карбонатит жинсларидан кальцитларда РЗЭ, Y, Mn, Sr, Ba, Rb, Cs, Be, U, Th, Cr, Ni, Cu, Pb ва Zn аниқланди. Камёб ер элементлари (REE) минералнинг кристалл панжарасида изоморф ҳолда кальцийнинг ўрнини эгалловчи кальцитнинг таркибий аралашмалари қаторига киради. Кальцит карбонатитлари учун REE уларнинг геокимёвий хусусиятларини акс эттирувчи типоморфик элементлар ҳисобланади.

Кўриниб турибдики, Дараипиёз массивининг кальцитларида REE тарқалиш спектри хондрит даражасидан баландроқдир. Шуни таъкидлаш керакки, лантаноидларнинг тарқалиш графикалари турига кўра, кўриб чиқилган массивдаги кальцитлар бошқа минтақалардаги карбонатитлардан кальцитларга яқин. Дарай Пиёздан кальцитнинг яна бир хусусияти – бу Eu/Eu^* нисбати билан белгиланган салбий европий аномалиясининг мавжудлиги. Улар учун бу қиймат 0,50-0,92 (4-жадвал).

Дараипиёз массивининг REE кальцитлари таркибидаги церий гуруҳи (енгил лантанидлар) иттрий гуруҳидан (оғир лантаноидлар) кескин устунлик қилади. ΣCe: ΣY нисбатларнинг тебраниши: 9.1 - 24.9 оралиғида, ўртача қиймати 14.1. Биринчи гуруҳнинг иккинчисига нисбатан кўпроқ устунлиги Ga дан La томон нормаллаштирилган REE тақсимоти эгри чизиқларининг тик кўтарилиши билан акс этади.

4-жадвал

Карбонатитлар кальцитларидаги REE миқдори ва таркиби (г/т)*

Намуна №	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
1/ДП	75	165	17.5	66	9.8	1.82	12.3	1.55	8.5	1.63
14/ДП	105	214	22.1	84	11.2	1.95	13.2	1.64	8.5	1.61
15/ДП	35	83	9.3	38	6.2	1.39	7.2	1.13	6.9	1.47
17/ДП	34	82	9.3	37	5.7	1.32	6.5	0.97	5.7	1.20
24/ДП	82	187	20.4	80	13.1	2.50	16.8	2.38	14.3	2.99
25/ДП	137	309	33.4	129	18.1	3.29	26.9	3.16	21.6	3.90
29/ДП	99	210	22.1	86	11.6	2.11	15.1	1.66	8.4	1.57
50/Дпа	96	214	23.0	88	13.4	2.94	16.2	2.40	15.7	3.08
50/ДПб	95	210	22.7	87	12.9	2.81	21.1	2.33	17.0	3.03
51/ДП	101	235	25.4	97	15.7	3.17	23.0	3.11	21.4	4.27
77ДП	33	76	8.2	32	5.2	1.36	6.3	1.05	6.8	1.47
78/Дпа	89	204	22.1	85	13.0	2.06	16.8	2.18	12.6	2.53
78/ДПб	89	207	22.4	86	13.1	2.03	18.1	2.17	14.8	2.49
79/ДП	73	158	16.6	62	9.0	1.73	10.6	1.42	7.7	1.48
320	133	176	17.2	55	11.8	1.44	9.0	1.0	7.3	1.7
402	118	178	19.0	70	16.5	3.67	19.9	3.03	18.0	4.27
Ўртача	85.9	179.6	19.2	72.9	11.5	2.20	14.8	2.0	12.3	2.5

4 жадвал давоми

Намуна №	Er	Tu	Yb	Lu	Сумма	ΣLa:ΣY:ΣSc	ΣCe:ΣY	La:Yb	Eu:Eu*
1/ДП	4.6	0.57	3.1	0.35	367.7	88.0:9.7:2.3	18.7	24.2	0.74
14/ДП	4.6	0.55	3.1	0.38	471.8	90.1:8.1:1.8	24.2	33.9	0.64
15/ДП	4.5	0.65	4.1	0.51	199.4	82.9:12.2:4.9	10.0	8.5	0.84
17/ДП	3.7	0.53	3.3	0.40	191.2	84.7:11.2:4.1	11.9	10.3	0.92
24/ДП	8.8	1.19	6.8	0.79	439.1	84.1:11.9:4.0	11.6	12.1	0.69
25/ДП	12.2	1.57	9.4	1.10	709.7	85.7:10.8:3.5	13.3	14.6	0.63
29/ДП	4.3	0.51	2.8	0.34	465.5	89.6:8.7:1.7	24.9	35.4	0.65
50/Дпа	9.6	1.42	9.1	1.20	496.0	84.9:10.8:4.3	11.4	10.5	0.80
50/ДПб	9.5	1.41	9.1	1.18	497.1	83.8:11.9:4.3	11.1	10.4	0.77
51/ДП	13.6	2.09	13.5	1.67	560.0	81.9:12.6:5.5	8.9	7.5	0.69
77ДП	4.8	0.79	5.6	0.80	183.4	81.4:12.1:6.5	8.0	5.9	0.59
78/Дпа	7.6	1.06	6.4	0.79	465.2	86.0:10.6:3.4	14.0	13.9	0.57
78/ДПб	8.3	1.05	6.4	0.78	473.6	85.4:11.1:3.5	13.0	13.9	0.54
79/ДП	4.3	0.56	3.3	0.40	350.1	88.4:9.1:2.5	18.7	22.1	0.71
320	3.4	0.16	3.6	0.70	421.3	90.5:7.6:1.9	23.9	36.9	0.50
402	11.6	1.73	9.6	1.54	475.8	81.1:13.7:5.2	9.1	12.3	0.82
Ўртача	7.4	1.0	6.7	0.9	418.7	85.4:10.8:3.8	14.1	16.8	0.70

** Таҳлил шартлари – массспектрометр ICP MSH7 Ther Elektron, куйдирувчи плазма (1250 kVt), ички, стандарт - Jn, Re (эритмалар ppв). Ишчи эритмалар - 2% HNO3 асосида (таҳлилчилар Л.Паутов, В.Карпенко).*

REE ва Y билан бирга Дараи Пиёз ишқорий массивининг карбонатитларидан кальцитларнинг умумий аралашмаларига таркибий

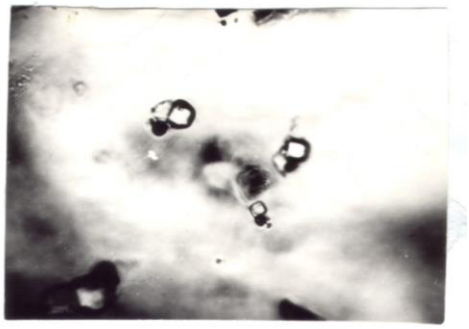
аралашмалар сифатида Sr, Ba ва Mn киради. Дастлабки иккита элемент карбонатит жараёни маҳсулотлари учун типоморфикдир (Файзиев, Искандаров, Гафуров, 2000).

Sr тарқалиш миқдори 2597-6415 г/т ни ташкил қилади, ўртача концентрацияси 4075 г/т ни ташкил қилади, бу А.П.Виноградовга кўра ер қобиғидаги ушбу элементнинг кларкидан юқоридир, аммо бу Шарқий Сибир карбонатитларининг кальцитларидаги ушбу элементнинг таркиби билан корреляцига эга.

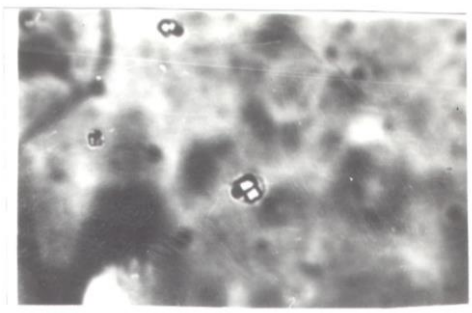
Шундай қилиб, Дараи Пиёз ишқорий массивининг карбонатитлари кальцитларининг ажойиб геокимёвий хусусияти улардаги REE, Y, Sr, Ba ва Mn таркибининг ошиши ҳисобланади. U ва Th концентрацияси камаяди. Ноёб элементларнинг таркиби (Rb, Cs, Sc, Be) жуда кам ва руда элементларининг таркиби ўзгарувчан. Агар Pb и Ni таркиби кўтарилса, Cr, Cu, Zn паст бўлади.

5-боб – «**Тожикистоннинг карбонатит намоёнларининг ҳосил бўлиш шарт-шароитлари» (термобарогеокимёвий тадқиқотлар бўйича).** Минерал ҳосил қилувчи муҳитнинг қўшимчаларини ўрганиш билан боғлиқ термобарогеокимёвий тадқиқотлар руда ҳосил бўлиш параметрларини – ҳарорат, босим, кимёси ва суюқлик концентрациясини аниқлашда муҳим рол ўйнайди ва ҳар хил турдаги конларнинг генезисини қидириш, баҳолаш ва ўрганишда ишлатилиши мумкин. Термобарогеокимёвий параметрларнинг ўрнатилиши конларнинг шаклланишининг генетик шароитларини аниқлаштиришга, шунингдек маъдан захираларини қидириш ва прогноз қилишнинг амалий геологик масалаларини ҳал қилишга ёрдам беради.

Флюоритлардаги суюқлик қўшимчаларини ўрганиш шуни кўрсатадики, уларда минерал ҳосил қилувчи муҳитнинг эпигенетик ва анча кам сингенетик қўшимчалари кенг ривожланган. Бирламчи қўшимчаларнинг ўлчамлари 0,005 дан 0,8 мм гача, вақти-вақти билан 1,5 мм га етади. Агрегат ҳолатига кўра, флюорит таркибидаги бирламчи қўшимчалар қаттиқ фазали, кристаллогазли, кристаллофлюидли ва камдан-кам ҳолларда газ-суюқликдир. Кристаллофлюид қўшимчалар бирламчи консервантлар орасида энг кенг тарқалган (10, 11 - расмлар). Улар барча парагенетик минерал бирлашмаларининг флюоритларида қайд этилган.



10-расм. Карбонатит зоналаридаги флюорит таркибидаги бирламчи кристалл суюқлик қўшимчалари. 72б намуна. 250 марта катталаштирилган.



11-расм. Флюорит томирлари ва томирчаларининг бирламчи кристалл суюқлик қўшимчалари. 74 намуна. 250 марта катталаштирилган.

Умуман олганда, Дункелдик маъданлашувида флюорит таркибидаги сингенетик қўшимчалар манбаа флюидларнинг юқори синиши кўрсаткичларига эга бўлган қамалиб қолган минералларининг (галогенидлар, карбонатлар, гидрокарбонатлар, сульфатлар, гидрооксидлар) кўплиги билан ажралиб туради. Эпигенетик қўшимчаларда қаттиқ фазалар кам ёки улардан бутунлай маҳрум. Улар мезбон минералга қараганда нисбатан паст синиш кўрсаткичлари ва вакуолаларнинг занжирга ўхшаш жойлашуви билан ажралиб туради.

Газ фазаси бўлган бирламчи кўп фазали кристаллофлюид қўшимчалар Дункелдик конининг сиенитларидан олинган флюорит акцессорида таҳлил қилинди. Вакуолаларнинг чегаралари аниқ. Қўшимчаларнинг тўлиқ гомогенизацияси 840-860^{0}С да содир бўлади. Акцессор флюоритидаги иккиламчи қўшимчалар вакуолаларнинг жуда аниқ чегаралари бўлган икки фазали газ-суюқликдир. Уларнинг гомогенизацияси суюқлик фазасида 240-300^{0}С да содир бўлади.

Флюорит штокверкларидан, томирлари ва томирчаларидан – флюорититлардан флюорит учун флюид қўшимчаларини гомогенезация қилиш бўйича жуда бой аналитик материал олинди. Қаттиқ фазаларнинг тўлиқ эриши (суюқликга ўтиши) 550-870^0 кенг ҳарорат оралиғида содир бўлади.

Брекчиялашган зоналардаги флюоритларнинг бирламчи газ-суюқ қўшимчаларини криометрик тадқиқотлари эритмалар таркибида (t эвт. (-) 37.5^{0}С) магний ва натрий хлоридлар устунлик қилди ва уларнинг концентрацияси 28 вес.% эди. Ушбу зоналардан кристаллофлюид қўшимчалардаги тузларнинг умумий концентрацияси 60 вес.% эди.

Флюоритнинг сувли экстрактларини таҳлил қилиш натижалари шуни кўрсатадики, Ca^{2+}, $Na^{+}+K^{+}$ суюқлик қўшимчаларининг катионик қисмида мавжуд ва биринчи элементнинг таркиби иккинчисининг умумий концентрациясидан ошади. Экстрактлардаги асосий анион HCO_3^-. Бундан ташқари, Cr^- ва SO_4^{2-} анионлари аниқланди. Инклюзия эритмалари табиатда бироз ишқорий (pH= 7.4- 7.5) эди.

Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, флюорит ҳосил қилувчи флюидларда хлоридлар, карбонатлар, сульфатлар ва натрий, калий ва кальцийнинг хлоридлари, қатнашган, уларнинг умумий миқдори 75- 90 вес.% га баҳоланади.

Олтинчи бобда **«Тожикистоннинг карбонатит намоёнлари генезисининг ўзига хос хусусиятлари»** бошқа тадқиқотчиларнинг маълумотлари ва шахсий тадқиқотлари натижаларига асосланиб, карбонатитларнинг шаклланиш чуқурлигининг тектономагматик фаоллашув соҳалари билан боғлиқлиги кўриб чиқилган.

Бугунги кунга қадар карбонатит шаклланиши нафақат ишқорий-ультрабазик жинслар ёки комплекслар билан, балки ҳар қандай таркибдаги ишқорий магматик шаклланишлар билан, шу жумладан гранитоид билан ҳам содир бўлиши мумкинлиги кўрсатилган кўплаб асарлар нашр этилган (Гулин, 1966; Наливкин, 1966; Леонтиев, Генсчафт, 1978 ва бошқалар), бу Л.С.Бородин

(1963) ва бошқа баъзи тадқиқотчиларнинг илгари билдирилган фикрини тасдиқлайди. Сўнгги ўн йилликлардаги тадқиқотлар шуни кўрсатдики, карбонатитлар асосан силикат ва силикат-туз эритмалари-шўр сувлари иштирокида магматик ёки гидротермал - метасоматик келиб чиқадиган маҳсулотлардир. Бизнинг тадқиқотларимиз Тожикистонда карбонатитлар ҳосил бўлишининг қуйидаги генетик хусусиятларини аниқлади.

Дункелдик конидаги магматик флюорит икки тур билан ифодаланади. Биринчи тур ишқорий магматизмни жорий этишнинг барча босқичлари маҳсулотларига ҳамроҳ бўлади. Лекин тез-тез у 1-2 дан то 20-25% гача флюоритни ўз ичига олган сиенит ва сиенит порфирфирларда топилган. Уларда флюорит 2-3 см гача бўлган ксеноморфик доналар шаклида учрайди. У жинсларнинг қотиб қолишининг охирги даврларида кристалланади ва 860-840^{0}C ҳароратда эритмага тўлиқ гомогенизация қилинадиган кристалофлюид қўшимчалар топилган сиенитларнинг тоғ жинси ҳосил қилувчи минерали сифатида ишлайди.

Магматик флюоритнинг иккинчи тури силикат магмасидан ажратилган фторли суюлтириш тузи эритмасидан кристалланади. Ушбу флюорит шток ва найча шаклидаги таналар, линзалар, томирлар ва томирчалар, чўнтаклар ва тектоник брекчиялар цементи шаклида учрайди. Булар жуда юқори (1050-960^{0}C) дан нисбатан паст (600-550^{0}C) учун кристаллогазли ва кристаллофлюидли эритмалари, гомогенизация ҳарорати кенг учрайди; бу флюорит асосий қисми тор (870-650^{0}C) ҳарорат оралиғида ҳосил бўлади. Олинган маълумотлар флюорит минерализациясининг қайд этилган турининг магматик генезиси ҳақида гапиришга асос беради. Эҳтимол, у чуқур дифференцирлашган галоид эритмалари қолдиқларидан кристалланган. Шу муносабат билан тасвирланган флюорит минерализацияси турини, биз Л.С.Пузанов (1980) дан кейин Помир тоғларида флюорит маъданлашувининг янги турини ифодаловчи флюорититлар деб номлаймиз.

Умуман олганда, юқори мантиянинг астеносфера қатламида ҳосил бўлган ишқорий силикат эритмаси F, CO_2, H_2O, H_2S ва бошқа учувчи компонентлар билан бойитилган. Ушбу эритма заифлашган зоналар орқали юзага кўтарилганда, эритманинг оксидланиш хусусиятлари ва тизимдаги кислороднинг қисман босими ортади. Бу портловчи ҳодисалар, қайнаш ва бошқа жараёнлар билан биргаликда охир-оқибат магманинг силикат ва турли хил туз эритмаларига ликвацион йўл билан ажралишига олиб келади. Силикат магмада 1000^{0}C дан юқори ҳароратда туз пайдо бўлишининг биринчи белгилари И.П.Соловова ва ҳаммуаллифлар (1992) томонидан ишқорий жинслардан апатит қўшилишида қайд этилган. Калий гидроксиди жинслар силикат магмасидан кристалланади ва флюорит конлари ажратилган асосан фторид эритмасидан ҳосил бўлади.

Петрологик-геокимёвий маълумотлар ва цирконнинг U-Pb ёши ҳамда Hf изотопик таркиби карбонатит ва сиенит порфир ишқорий карбонатит Юқоридунгелдик массивидан олинган намуналар карбонатит ва сиенит порфирлар фазовий ва генетик жиҳатдан боғлиқлигини ва ~11 миллион ёшда эканлигини кўрсатади. Карбонатит ва сиенит порфирлардаги циркон доналари

ўхшаш морфология ва таркибга эга, бу мантиявий келиб чиқишни таъкидлайди (Jun Yjng, Wenhua Ji, Xiaoyong Yang et. al., 2019). Hf цирконнинг изотопик таркиби ва геокимёвий маълумотларга асосланиб тадқиқотчилар Юқоридункелдик ишқорий массивининг карбонатитлари миоцен даврида тектоник тўқнашув шароитида ҳосил бўлган деган хулосага келишди.

Шундай қилиб, Дункелдик камёб ер металли-флюорит конида маъданлашувнинг магматик, карбонатит ва гидротермал жараёнларининг ягона минерал-геокимёвий циклнинг бўғинлари сифатидаги боғлиқлиги кузатилади.

Еттинчи «**Тожикистон карбонатитларидан фойдаланиш имкониятлари ва истиқболлари»** бобда карбонатитларнинг маъдандорлиги ва улардан фойдаланиш истиқболлари тавсифланади.

Дункелдик конининг марказий қисмидаги 8 та маъдан танаси учун плавик шпатининг прогноз ресурслари 23753,8 минг тоннани ташкил этади, ўртача фторли кальций миқдори 20,56%, шу жумладан таркиби: 15-20% - 15032,5 минг тонна; 30,1% дан ортиғи - 3786,7 минг тоннадир.

Замонавий эррозион қисмида биз ўрганган ишқорий жинслар ва карбонатитларнинг массивлари турли позицияларда жойлашган. Помирнинг карбонатит намоёнлари камроқ эрозияга учраган, бу ерда вулқон аппарати элементлари бўлган вертикал зоналлик устунининг юқори қисмлари сақланиб қолган. Бу ерда юзада флюорит, целестин-стронцианит ва камёб ер элементлари (паризит-бастнезитли) минерал комплекслари кенг ривожланган.

Таъкидланганидек, Тожикистоннинг карбонатитлари ва умуман уларнинг маъдан таркиби етарлича ўрганилмаган. Шу муносабат билан маълум намоёнларни батафсил ўрганиш ва янги карбонатит намоёнларини излаш керак.

Карбонатит намоёнлари билан боғлиқ янгидан янги фойдали қазилмаларнинг аниқланиши ушбу табиий эндоген намоёнларнинг маъдандорлигини ва комплеклилигини кўрсатади. Шунинг учун ҳар қандай ўзига хос (чекланган) фойдали компонентларни карбонатитларга боғлаш учун ҳеч қандай сабаб йўқ. Уларда саноат концентрацияларида ишқорий-метасоматик жараёнлар билан чамбарчас боғлиқ бўлган фойдали компонентларнинг тўлиқ спектрини кутиш мумкин. Айниқса, ўрганилаётган карбонатитларда плавик шпати, ниобий, тантал, стронций, камёб ер элементлари ва радиоактив элементлар каби минерал хом ашё ва фойдали компонентлар истиқболли ҳисобланади.

ХУЛОСА

1. Дараи Пиёз ишқорли массивида карбонатитларнинг икки генерацияси аниқланди, бир томондан оралиқ таркибга эга бўлган карбонатитлар ва бошқа тарафдан ишқорий сиенитлар билан боғлиқ бўлган ва сиенит-карбонатит деб номланган турлари.

2. Тожикистоннинг карбонатит намоёнларининг минерал таркиби минерал турларнинг кенг доираси ва хилма-хиллиги, минерал парагенезнинг турлари ва ўзига хос хусусиятлари билан, шунингдек, қидириш ва баҳолаш мезони сифатида ишлатилиши мумкин бўлган карбонатит маъданлашувининг

типокимёвий белгиси бўлган уран, торий, камёб металлар, стронций, барий ва бошқа элементларнинг концентрациясининг ошиши билан ажралиб туради.

3. Тожикистоннинг ишқорий массивларида 2 та янги минерал (файзиевит, александровит) топилган ва уларда биринчи марта титантарамеллит, барилит, стронциобарит каби камёб минераллар топилган ва тавсифланган, бритолит, геденбергит, ферриалунит ва молибден биринчи марта аниқланган ва тавсифланган.

4. Уран, торий, камёб металлар, стронций, барий ва бошқа элементларнинг (Дункелдик массиви) юқори даражада тўпланиши бу турдаги маъданлашувнинг типокимёвий белгилари бўлиб, улар янги кашф этилган ёки кам ўрганилган маъдан объектларини саралаш учун ишлатилиши мумкин, бу саноатдаги аҳамиятини баҳолаш учун муҳимдир.

5. Дарай Пиёз карбонатитларида Zr, Nb, Ta, U, Th, Pb, Zn, Cu, Co ва Cr кам миқдорда, Rb ва Cs кўп миқдорда ва Sc, Hf, Ni ва Y нинг таркиби одатдаги кабонатитлардаги концентрациялари билан таққосланади. Сиенит-карбонатитлар петрогеник элементлар ва Fe билан бойитилган. Таърифланган карбонатитлар умумий REE таркибининг камайиши билан тавсифланади. Аммо шунга қарамай, классик карбонатитлар ўзининг типик хусусиятлари билан ажралиб туради: уларнинг соф лантан таркиби (лантаноидларнинг умумий миқдорининг 80% дан ортиғи), ΣCe:ΣY- ва La:Yb нисбатларидаги юқори миқдори, европийнинг салбий аномалияси, шунингдек, Дараи-Пиёз массивининг карбонатитлари учун карбонатит жараёнининг муҳим геокимёвий кўрсаткичи бўлган Ba га нисбатан Sr нинг сезиларли даражада бойитилиши.

6. Тожикистон карбонатитларининг асосий минералларида (флюорит, кальцит) минерал ҳосил қилувчи муҳит фазаларини тўлдириш табиати ва агрегат ҳолати хилма-хилдир - қаттиқ фазали, кристаллофлюид, кристаллогазик ва газ-суюқлик. Маъданлашувнинг ҳосил бўлиш ҳарорати флюид қўшимчаларни тадқиқот қилиш натижасида аниқланди ва кенг диапазонда ўзгариб туради - 1050-450^{0}C, карбонатитларнинг шаклланиши пайтида босим 290-220 бар ва ундан паст бўлган.

7. Минерал ҳосил қилувчи муҳитнинг қўшимчаларини ўрганиш билан боғлиқ термобарогеокимёвий тадқиқотлар ҳарорат, босим, кимё ва флюидлар концентрациясининг маъдан ҳосил бўлиш параметрларини аниқлашда муҳим рол ўйнайди ва ҳар хил турдаги конларнинг генезисини излаш ва ўрганишда ишлатилиши мумкин. Термобарогеокимёвий параметрларнинг ўрнатилиши конларнинг шаклланишининг генетик шароитларини аниқлаштиришга, шунингдек, қидириш ва маъданларни прогноз қилишнинг амалий геологик масалаларини ҳал қилишга ёрдам беради.

8. Карбонатит ҳосилаларининг асосий минералларидаги (флюорит, апатит, целестин, кальцит) аниқланган флюид қўшимчалари уларнинг кеч магматик босқичда қатламли силикат-карбонат эритмаларидан ҳосил бўлиш фактини тасдиқлайди ва бунда эриган масса эритмага ўтади ва кейинчалик шаклланишнинг постмагматик босқичида суюқ гидротермал эритма ҳолатига ўтади.

9. Тожикистоннинг ишқорий ва унга тегишли карбонатит жинсларининг шаклланиши мезо-кайнозойда (Марказий Тожикистонда - триас ва Помирда - неогенда) содир бўлган, бу дунё карбонатитларини шаклланишининг асосий босқичларидан биридир.

10. Карбонатит конлари намоёнлари ввa маъданли майдонларнинг структураси турига кўра Марказий Тожикистонни тектоно-плутоногенларга, Помирни эса дарзликлар зоналарида ривожланган тектоно-вулканоген турларига киритиш лозимдир.

11. Карбонатитлар амалий жиҳатдан муҳим шаклланишлардир. Улар турли хил чуқурлик шароитида – мезоабиссал (3-5 км) ва гипабиссал (2-3 км) дан субвулканик (1,5 км гача) ва вулканикгача шаклланган, турли геологик ва структуравий позицияни эгаллаган ва турли минтақаларда тарқалган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.24/30.12.2019.GM.40.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ГУ «ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ, СЕЙСМОСТОЙКОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА И СЕЙСМОЛОГИИ НАНТ**

ГАФУРОВ ФАРХОД ГИЯСОВИЧ

МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС КАРБОНАТИТОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТАДЖИКИСТАНА

04.00.02 - Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых. Металлогения и геохимия

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент-2024

Докторская диссертация выполнена в Институте геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной Академии наук Таджикистана.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.mridm.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyonet.uz).

Научный консультант: **Файзиев Абдулхак Раджабович**
доктор геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты: **Халматов Рустам Абдухатович**
доктор геолого-минералогических наук

Мамарозиков Усмонжон Довронович
доктор геолого-минералогических наук

Миркамалов Рустам Хамзаевич
доктор геолого-минералогических наук

Ведущая организация: **ГУП «Регионалгеология»**

Защита диссертации состоится «25» 04 2024 года в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.24/30.12.2019.GM.40.01 при Институте минеральных ресурсов (адрес: 100164, г. Ташкент, ул. Олимлар, 64. Тел.: (99871) 209-08-69; e-mail: info@mridm.uz, gpniimr@exat.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института минеральных ресурсов (регистрационный номер №31/1). Адрес: 100164, г. Ташкент, ул. Олимлар, 64. Тел.: (99871) 209-08-69.

Автореферат диссертации разослан «04» 04 2024 года.
(реестр протокола рассылки №14 от 11.03 2024 года).

М.У. Исоков
Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней, д.г.-м.н.

С.С. Сайитов
Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, доктора философии (PhD) по г.-м.н.

М.М. Пирназаров
Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.г.-м.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Интерес к карбонатитам все более возрастает в связи с тем, что они являются потенциальными источниками многих как рудных, так и нерудных полезных ископаемых. Повышенный промышленный спрос и рост цен на минеральное сырье требуют выявления и использования новых видов минерального сырья, в частности, карбонатитового, как наиболее оригинального и перспективного типа оруденения.

Месторождения карбонатитового типа относятся обычно к крупными или весьма крупным и служат промышленным источником плавикового шпата, целестина, редкоземельных и радиоактивных элементов, стронция, бария, фосфора, свинца, тантала, ниобия и ряда других редких элементов.

Карбонатиты привлекают внимание геологов-минералогов своей геохимической и петрологической спецификой, характерным составом минеральных парагенезисов, сопровождающих эти образования, а также набором полезных компонентов большого практического значения. В этой связи обнаружение новых объектов этих чрезвычайно интересных пород вызывает большой интерес как потенциально новых источников полезных ископаемых.

В республике Узбекистан и Таджикистан реализуется ряд мер по расширению минерально-сырьевой базы и достигнуты определенные результаты. В частности, выялдены новые перспективные объекты связанные с карбонатитами. В Государственной программе изучения и оценки запасов редких металлов на 2016-2026 годы определены меры по «...изучению карбонатитовых проявлений Таджикистана...»[1]. В этом отношении изучение и выявление новых проявлений карбонатитового типа, изучение их минералого-геохимического состава и их генезиса является приоритетной задачей, стоящей перед геологической отраслью Республик Узбекистан и Таджикистан.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Таджикистан от 6 января 2022 года №309 «Об объявлении 2022-2026 годов «Годами развития промышленности»», Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 3 декабря 2011 года №599 «Об утверждении государственной программы развития геологической отрасли Республики Таджикистан», Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 «О Новой Стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 года», Постановлениями Президента Республики Узбекистан от 1 марта 2018 года №ПП-3578 «О мерах по коренному совершенствованию деятельности Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам», от 23 июля 2019 г. ПП-5083 «О дополнительных мерах по активному привлечению инвестиций в сферу геологии,

[1] Государственная программа Республики Таджикистан по изучению и оценки запасов редких металлов на 2016-2026 годы

трансформации предприятий отрасли и расширению минерально-сырьевой базы республики», а также других нормативно-правовых и инструктивно-методических документов, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с VIII «Науками о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка полезных ископаемых)».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. Научные исследования, проведенные зарубежными исследователями по изучению минералогии, геохимических особенностей и генезиса карбонатитовых проявлений, осуществляются во многих ведущих научно-исследовательских центрах и высших учебных образовательных заведениях мира, в том числе: Chinese Academy of Geological Sciences (Китай), MNR Key Laboratory for the Study of Focused Magmatism and Giant Ore Deposits, Xi'an Center of Geological Survey, CGS (Китай), School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China (Китай), Department of Earth and Environmental Sciences, Bahria University (Исламабад, Пакистан), Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ, Россия), Всероссийском минералогическом музее им. акад. А.Е. Ферсмана, Институте минеральных ресурсов Университета геологических наук Республики Узбекистан, ИГССС НАНТ и Таджикском национальном Университете.

Проведенные за рубежом исследования в последние десятилетия привели к ряду научно-теоретических результатов. В частности, обоснованы концепции становления карбонатитовых проявлений на основе изучения изотопного состава гафния в цирконе (Chinese Academy of Geological Sciences, MNR Key Laboratory for the Study of Focused Magmatism and Giant Ore Deposits, School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Китай), установлены высокие значения температуры гомогенизации расплавленных включений (ИГЕМ, Россия).

Степень изученности проблемы. В последние десятилетия карбонатиты, как сравнительно новые оригинальные эндогенные образования, все больше привлекают внимание исследователей в связи с проблемой их генезиса и промышленной рудоносности. Основные направления исследований изучались в работах В. Бреггера, А. Хегби, В.С. Самойлова, В.С. Соколова, И.П. Майорова, Р.Д. Гаврилина, Е.Н. Окулова, И.П. Солововы, А.В. Гирниса, И.Д. Рябчикова, С.Г. Симакина, А.В. Гужовой, А.Р. Файзиева, Ф.Ш. Искандарова, Ф.Г. Гафурова, Б.А. Алидодова, Л.А. Паутова, А.А. Агаханова, В.Ю. Карпенко, Jun Yjng, Wenhua Ji, Xiaoyong Yang, Ф.К. Диваева, М.А. Мундузовой, Ш.А. Одинаева и др.

В Таджикистане карбонатиты впервые были обнаружены в центральной его части и на Памире. Хотя первые упоминания о них относятся к началу семидесятых годов прошлого столетия, изучение этих образований практически не проводилось, поэтому до настоящего времени они почти не изучены. Данное

исследование ставит целью в значительной мере восполнить имеющийся пробел.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематическими заданиями НИР кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых Таджикского национального университета по теме «Изучение минералого-геохимических особенностей образования карбонатитов Таджикистана» (2009-2013), а также Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ по темама: «Минералого-термобарогеохимические особенности становления карбонатитов Таджикистана» (2001-2005), «Перспективы изучения карбонатитов Таджикистана» (2005-2010).

Целью исследований является изучение геологических, минералого-геохимических и генетических особенностей карбонатитообразования и связанного с ними оруденения на территории Центрального Таджикистана и Восточного Памира.

Задачи исследований:

изучение геологических условий и закономерностей размещения карбонатитовых проявлений на территории Таджикистана;

комплексное изучение минерального состава руд карбонатитовых проявлений;

изучение химического состава карбонатитов Таджикистана;

изучение элементов-примесей и редких земель и выполнение термобарогеохимических исследований на основе изучения флюидных включений в основных минералах карбонатитов;

выяснение особенностей генезиса и рудоносности карбонатитовых проявлений.

Объектом исследований является карбонатитовые проявления Дункельдыкского (Восточный Памир) и Дараипиёзского (Центральный Таджикистан) массивов щелочных пород.

Предметы исследований является площадь распространения щелочных массивов и связанных с ними карбонатитов в пределах Центрального Таджикистана и Памира, вещественный состав руд и минералов, химические элементы и рудные тела.

Методы исследований. Использованы классические методы геолого-минералогического картирования, микроскопического изучения минерального состава руд карбонатитов (лаборатория петрографии МГРИ РАН), термобарогеохимические методы исследований, в частности, методы водных вытяжек, гомогенизации включений, метод нейтронно-активационного и рентгенофлюоресцентного анализа (Институт ГЕОХИ РАН), метод энергодисперсионной спектроскопии (Link ISIS), рентгеновский фотометод, ИК-спектроскопии, метод электронного микрозондирования (лаборатория Всероссийского минералогического музея им. акад. А.Е. Ферсмана РАН), лаборатория ВИМС, ИМГРЭ РАН (г. Москва) и т.д.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлены две генерации карбонатитов и породы промежуточного состава, представленные, собственно, карбонатитами, с одной стороны, и щелочными сиенитами, с другой, называемые сиенито-карбонатитами;

впервые изучены геолого-минералогические и геохимические особенности карбонатитовых проявлений Таджикистана;

открыты два новых минерала (файзиевит, александровит) и впервые обнаружены и охарактеризованы в щелочных массивах такие редкие минералы, как титантарамеллит, барилит, стронциобарит, бритолит, геденбергит и молибденит;

выявлены термобарические условия образования карбонатитов и детально изучен новый магматогенный тип флюоритового оруденения в Таджикистане – флюорититы;

получены новые данные о генезисе карбонатитов и сделаны практические рекомендации по комплексному использованию руд карбонатитовых проявлений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выявлены критерии карбонатитоносности;

установлены вещественный состав руд карбонатитовых проявлений Таджикистана и температура их образования;

установлены высокие содержания радиоактивных и редкоземельных элементов;

уточнён генезис карбонатитов.

Полученные результаты рекомендуется использовать для поисков, прогнозирования и оценки новых карбонатитовых проявлений и месторождений не только в пределах Таджикистана, но и других подобных объектах.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов достигнута использованием современных апробированных методов анализа, а также эталонировкой и стандартизацией приборов, использованием внешнего и внутренного контроля анализов, а также методов статистической обработки результатов анализов.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Полученные результаты исследований показывают обогащенность карбонатитов плавиковошпатовой минерализацией, а также редкими, редкоземельными и радиоактивными элементами, что позволяет рекомендовать дальнейшее их изучение в плане возможности комплексного промышленного использования.

Научная значимость результатов исследований заключается в установлении генетической и пространственной связи оруденения с щелочными породами, выявлении состава минералообразующих сред и термобарогеохимических условий становления карбонатитовых проявлений.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследования по изучению карбонатитов Таджикистана выяснены:

геологические условия и закономерности размещения карбонатитовых оруденений, изучены термобарогеохимические условия их образования,

которые внедрены в практику Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан (справка Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан от 12.05.2023г, №06). Результаты используются как критерии поисков и прогнозирования в производстве ГГУ для выяснения генезиса и рудоносности перспективных площадей;

широкий набор и разнообразия минеральных видов и разновидностей, а также специфика минеральных парагенезисов карбонатитовых проявлений внедрены в практику Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан (справка Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан от 12.05.2023г, No.06). Результаты используются как геологические критерии при поиске и разведке перспективных площадей;

критерии повышенного содержания редких, радиоактивных элементов, стронция, бария и других элементов, которые внедрены в практику Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан (справка Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан от 12.05.2023г, №06). Результаты являются типохимическим признаком карбонатитового оруденения, которые используются в производстве ГГУ при Правительстве Республики Таджикистан для разбраковки вновь открытых или слабоизученных рудных объектов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 7 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 18 научных работ. Из них 1 монография, 12 журнальных статей, в т. ч. 7 в республиканских и 5 в зарубежных журналах, 5 в сборниках тезисов республиканских и международных научно-практических конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 221 страницы, включая 22 таблиц, 40 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертационной работы обосновываются актуальность и востребованность темы исследования, цель и задачи работы, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и полученные практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, выявлены критерии поисков и разведки карбонатитов, показано внедрение в практику результатов исследования, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертационной работы.

Первая глава диссертации **«К истории исследования карбонатитовых проявлений Таджикистана»** посвящена истории исследования

карбонатитовых проявлений Таджикистана, дано понятие карбонатитов, показано их распространение на территории Таджикистана.

На территории Таджикистана карбонатитовые тела впервые были описаны И.П. Майоровым и Р.Д. Гаврилиным в 1971 г. в водораздельной части Алайского хребта, в области его виргации на Туркестанский и Зеравшанский хребты. Они представлены здесь серией даек вокруг сложных сиенит-гранитных массивов Матча, Тутек и Дараи Пиёз. В начале восьмидесятых годов Е.Н. Окуловым на южном склоне Туркестанского хребта в районе известных редкометалльных пегматитов Тро и Самжен были обнаружены кварцевые карбонатиты. Залегают они в слюдисто-глинистых сланцах нижнего силура.

На Памире карбонатиты впервые были описаны в конце семидесятых годов М.М. Безуглым в Музкол-Рангкульской подзоне тектонической зоны Центрального Памира.

В начале восьмидесятых годов на Восточном Памире А.Р. Файзиевым и Ф.Ш. Искандаровым описаны три карбонатитовых проявления – Дункельдык, Танымас и Кызыл-Джиик.

Рудопроявление Дункельдык находится в зоне Рушано-Пшартского глубинного разлома, а два других приурочены к Центрально-Памирскому региональному разлому. В Дункельдыке карбонатиты встречаются в виде даек и дайкообразных тел мощностью от 10-15 см до 3-4 м при протяженности от первых десятков до нескольких сотен метров

При проведении полевых работ (2002-2007гг) в верховьях р. Дараи Пиёз, на юго-западном контакте одноименного массива нами выявлено несколько карбонатитовых тел. Карбонатитовые тела Дараипиёзского щелочного массива представлены серией жил и жилообразных даек вокруг сиенит-гранитных массивов сложного строения. Они сложены, в основном, кальцит-полевошпат-эгириновыми дайками мощностью 4-5 м и протяженностью от 50 до 80 м. Среди этих образований особое место занимают концентрические карбонатитовые дайки, установленные на юго-западе в приконтактовой части массива, на правом борту бассейна р. Дараи Пиёз, прорывающие эгириновые и нефелиновые сиениты.

Во второй главе диссертации «**Краткая характеристика геологического строения районов карбонатитовых проявлений Таджикистана»** приводится характеристика геологического строения районов, в которых распространены карбонатитовые проявления (Дункельдык - Юго-Восточный Памир и Дараи Пиёз - Туркестано-Алай).

В геологическом строении Дункельдыкского месторождения принимают участие отложения пермской, триасовой и четвертичной систем. Породы пермской системы образуют две толщи: нижнюю и верхнюю. Нижняя часть нижней толщи представлена эффузивно-терригенными отложениями, а верхняя - известково-кремнистыми. образованиями.

Магматические породы в районе Дункельдыкского щелочного массива пользуются широким развитием и занимают около 70% площади. Они представлены несколькими интрузивными комплексами. Из магматических образований месторождения наибольший интерес представляет

Верхнедункельдыкский субвулканический калиевый щелочной массив, расположенный в верховьях р. Дункельдык. Обнажается он в интервале высот от 4800 до 5100м.

Наиболее ранними образованиями являются псевдолейцитовые породы - фергуситы, бороланиты, псевдолейцитовые сиениты; во втором этапе образовались безлейцитовые разности - пироксеновые и пироксен-гранатовые сиениты и различные сиенит-порфиры; в последний этап становления массива внедрились граносиенит-порфиры и туфы трахилипаритовых порфиров. Карбонатизация в щелочных породах Верхнедункельдыкского массива пользуется широким распространением.

Дараипиёзский массив занимает площадь около 18 км^2. В структурном отношении основная его масса сформировалась в ядре крупной синклинальной складки, сложенной терригенно-сланцевой толщей (C_{2-3}). Северная часть массива находится в пределах антиклинальной складки, образованной породами известковисто-сланцевого состава (S_1w-S_2ld).

В Дараипиёзском массиве щелочных пород выявлены две генерации карбонатитов. Ранние карбонатиты имеют широкое развитие и обнаружены как среди магматических пород (сиенитов, граносиенитов), так и осадочно-метаморфических образований (сланцы, песчаники, конгломераты, кварциты с линзами и прослоями известняков) верхнего палеозоя. Ранние карбонатиты среди магматических пород характеризуются явным преобладанием тел выполнения и локализуются в системах непротяженных трещин разрыва. Они образуют, как правило, линейно вытянутые тела (жилы, прожилки, линзы), мощность которых колеблется от 0.2-0.5 до 25-30 см. В исключительных случаях мощность карбонатитовых жил достигает 1.0-2.2 м. Протяженность их от нескольких метров до многих десятков метров.

Поздний карбонатит имеет незначительное развитие и образует секущие жилы и тела неправильной формы. Жилы эти, как правило, невелики (до 4-5 см мощности) и ограничены зонами развития трещиноватости. Кроме того, они в теле ранних карбонатитов образуют гнезда и линзы с ксенолитами из этих пород размером от 0.2 до 1.0 см. При этом ориентировка обломков в большинстве параллельна контакту карбонатитового тела. На рисунке 1 показан фрагмент форм выделения позднего карбонатита в матрице раннего карбонатита.

В средней части р. Дараи Пиёз, в верхнепалеозойских сланцах находится карбонатитовое тело удлиненной формы (рис. 2). Длина его около 80 м, а видимая ширина колеблется от 20 до 45 м. Кроме западной части, другие контакты тела с вмещающими породами задернованы.

Последняя представлена тонкозернистой карбонатной массой с единичными кристалликами эгирина размером 2-3 мм в длину и удлинением параллельно контакту. Вблизи контактов со сланцами в карбонатитах наблюдаются ксенолиты вмещающих пород, размер которых достигает 0.7-0.9 м в поперечнике, удлинением они также конформны контакту. В ксенолитах повсеместно заметен процесс резорбции, выраженный в виде серии тонких карбонатных прожилков.

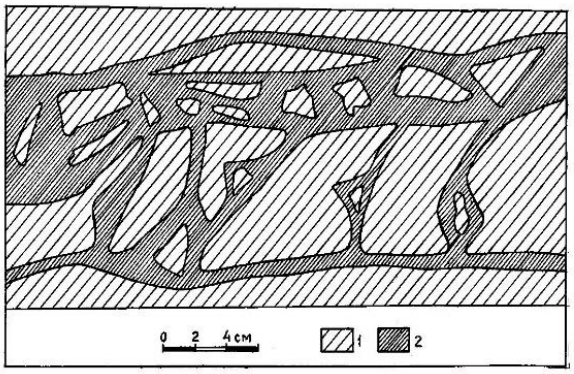


Рис. 1. Взаимоотношение раннего и позднего карбонатитов. *1 – ранний карбонатит, 2 – поздний карбонатит.*

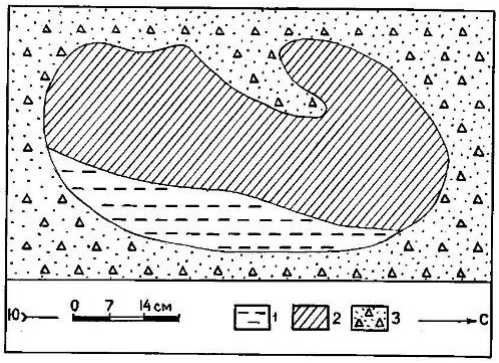


Рис. 2. Схематический план выхода карбонатитового тела Дараипиёзского массива. *1 – сланцы, 2 – карбонатиты, 3 – четвертичные отложения.*

В третьей главе **«Минералогия карбонатитовых проявлений Таджикистана»** перечислен состав минералов и дана их характеристика.

К настоящему времени на месторождении Дункельдык установлены около 50 минералов и минеральных разновидностей. К числу распространенных минералов месторождения относятся флюорит, кварц, кальцит, гипс, целестин, тремолит, калиевый полевой шпат.

Флюорит является одним из наиболее распространенных минералов месторождения. Он встречается как акцессорный минерал щелочных пород (сиенитов и сиенит-порфиров), а также составляет существенную часть карбонатитов. Но основное количество плавикового шпата сосредоточено в штокообразных телах, многочисленных жилах, прожилках и гнездах, в которых кроме флюорита содержатся и другие минералы. Содержание флюорита в сиенитах и сиенит-порфирах колеблется от 1-2 до 20-25 % их объема.

Кальцит на месторождении, вслед за флюоритом, является главным минералом карбонатитов. Он развит также среди скарноидов, жил флюорита и целестина, а также в цементе брекчий. В измененных щелочных породах кальцит образовался за счет разложения породообразующих минералов сиенитов и сиенит-порфиров, в первую очередь, пироксенов и амфиболов. Кальцит встречается и среди флюоритовых, флюорит-диопсит-гранатовых, флюорит-апатит-сульфидных, флюорит-актинолит-полевошпат-пиритовых жил и жилообразных тел. Он широко развит в карбонатитовых породах. Кальцит составляет более 55% объема жил, имеет разнозернистую структуру и полисинтетически сдвойникован, что является характерной особенностью исследуемого минерала.

Фторкарбонаты редких земель (бастнезит, паризит) отмечаются в виде тонких прожилков и четковидных полос среди сиенит-порфиров, карбонатитов, флюоритовых жил и вмещающих терригенных отложений. Размер чёток достигает 3х4 мм. Микроскопическое изучение показывает, что фторкарбонаты образуют тонкозернистые агрегаты. В карбонатитах фторкарбонаты редких земель занимают около 2 % объема пород.

Стронциобарит. Найденный нами минерал на месторождении встречается в виде гнезд и мелких зерен разной величины среди флюоритовых, гипсовых и карбонатитовых жил. Исследуемый минерал находится в тесном срастании с флюоритом, кальцитом, апатитом, монацитом, пиритом и др. Он встречается во флюорит-кальцит-апатитовой, флюорит- апатит- целестиновой, флюорит-бритолит- апатитовой, флюорит-апатит- пиритовой, флюорит-апатит-гранатовой и других минеральных ассоциациях. Стронциобарит в этих образованиях образует зерна неправильной формы. Содержание минерала в рудных ассоциациях составляет 2-3% объема пород.

Бритолит, или редкоземельно-кальциевый фосфат-силикат. При изучении проявления нами были обнаружены кристаллы гексагональной габитусной формы, условно диагностированные как бритолит. При более детальном изучении этот минерал оказался редкоземельно-кальциевым фосфат-силикатом. Ассоциирует он с гранатом, пироксеном, амфиболом, флогопитом, апатитом, галенитом, пиритом и другими минералами. Очень редко исследуемый минерал находится в измененных сиенит-порфирах.

Описываемый минерал отмечается впервые не только на территории Восточного Памира, но и всего Таджикистана.

Дараипиёзский массив щелочных пород широко известен благодаря его уникальной минерализации. Минералогический состав карбонатитов Дараипиёзского щелочного массива довольно сложен.

Основным их породообразующим минералом является кальцит. Наряду с ним в карбонатитах существенную роль играют полевые шпаты и щелочной пироксен (эгирин).

Флюорит в карбонатитах относится к числу сравнительно распространенных минералов, содержание которого достигает 12-15 % от общего объема породы.

Встречается он в виде отдельных зерен, прожилков и гнездообразных выделений. Мощность отдельных прожилков доходит до 5-6 см, а размер гнезд по площади- 10х8 см. Агрегаты от мелко- до крупнокристаллических с размерами отдельных зерен до 2 см.

Во флюорите из карбонатитов Дараипиёзского щелочного массива обнаружены следующие элементы- примеси (г/т): Sr- 2245, TR- 638, Y-429, Th- 92, Na- 3196, K-1037.

Кальцит. На Дараипиёзском щелочном массиве кальцит распространен повсеместно. Он является основным породообразующим минералом карбонатитов, содержание которого в них колеблется от 50-55 до 90-95%. Значительные скопления кальцита входят также в состав сиенитов, нефелиновых сиенитов, кварцево-эгирин-полевошпатовых жильных образований и пегматитов. В карбонатитах кальцит от тонкозернистого сахаровидного до гигантокристаллического пластинчатого, с размерами отдельных выделений до 5-6, а иногда и более см.

Химический состав (масс. %) кальцита (CaO - 53.60, MgO - 0.49, MnO - 0.25, FeO - 0.12, SrO - 0.55, BaO - 0.07, SiO_2 - 0.05) отличается от теоретического высокого содержания стронция. Масс-спектроскопическим

анализом в составе кальцита из карбонатитов Дараи Пиёза обнаружены РЗЭ, Y, Mn, Sr, Ba, Rb, Cs, Be, U, Th, Cr, Ni, Cu, Pb и Zn.

Доломит. При изучении карбонатитов щелочного массива указывалось, что, наряду с основными кальцитовыми карбонатитами (сёвитами), там были найдены карбонатные породы более молодого возраста, рассекающие ранние карбонатиты. Одним из таких типов пород являются карбонаты тёмно-бурого цвета. Встречаются они в виде прожилков, мощностью до 4-5 см, а также гнёзд, линз и тел неправильной формы.

Химический состав тёмно-бурого карбоната (мас. %) (SiO_2 - 8.86, TiO_2 - 0.33, Al_2O_3-1.70, $FeO+Fe_2O_3$ - 3.67, MgO - 0.62, MnO - 0.52, CaO - 46.15, SrO - 0.46, BaO - 0.10, Na_2O - 0.07, K_2O - 0.82, P_2O_5 - 0.35, SO_3 - 0.20, CO_2 - 39.68) отличается от кальцита карбонатитов повышенным содержанием Fe, Mg, Mn, Sr, Ba и K.

Апатит. Исследуемый минерал является наиболее распространенным акцессорным минералом магматических пород Дараипиёзского массива щелочных пород, в том числе карбонатитов. Обычно минерал в карбонатитовой массе образует равномерную (около 1%) вкрапленность размером 0.5-1.0 мм.

Химический состав апатита (среднее из двух анализов), изученный В.Д. Дусматовым (SiO_2 - 0.48, Al_2O_3 - 0.18, FeO - 0.12, MgO - 0.17, CaO - 54.94, Na_2O - 0.80, K_2O - 0.32, H_2O^- - 0.46, P_2O_5 - 40.22, F - 2.45, $-O=F_2$ - 1.04), и оптические его свойства (Nm=1.630-1.637, Np=1.627-1.633) указывают на принадлежность минерала к фторапатиту.

Графит на щелочном массиве обнаружен в виде сложно построенных агрегатов сферолитов в силикатно-карбонатной породе. Исследуемый минерал находится в ассоциации с кальцитом, кварцем, эгирином, полевым шпатом и другими минералами. Также он встречается в карбонатитовых телах, сложенных мелкозернистым сахаровидным кальцитом и эгирином с единичными зернами пирита и галенита, размеры отдельных чешуек которого достигают 0.8х0.5 см по площади. В описанных образованиях содержание графита не превышает 12-14%.

Циркон на щелочном массиве Дараи Пиёз *я*вляется наиболее распространенным акцессорным минералом интрузивных пород массива. Крупные выделения циркона приурочены к альбититам и альбитизированным сиенитам. Встречается он в виде хорошо ограненных дипирамидальных кристаллов размером до 2 см сиреневого и розового цвета. В карбонатитах он обнаружен только при микроскопическом изучении. Единичные его кристаллы идиоморфны и нередко корродированы выделениями полевого шпата, щелочного пироксена и карбоната.

Эгирин относится к числу основных породообразующих минералов сиенитов, пегматитов и карбонатитов. В карбонатитах щелочного массива содержание эгирина колеблется в количестве от 1-2 до 35-40% их объема. Минерал встречается главным образом в виде длиннопризматических кристаллов, размер которых достигает 12-14см в длину. Химический состав (мас. %) (среднее из 4-х анализов): SiO_2 - 50-99, TiO_2 - 1.61, Al_2O_3 - 0.21,

Fe_2O_3 - 27.49, FeO - 3.49, MnO - 0.55, MgO - 1.90, CaO - 3.78, Na_2O - 9.14, K_2O - 0.06, ппп-0.81, сумма-100.03. Обращают на себя внимание сравнительно высокие содержания титана и CaO. Это, вероятно, эгирин-авгит.

Титантарамеллит был описан автором данной работы совместно с Л.А. Паутовым, А.А. Агахановым и отличается от тарамеллита тем, что октаэдрическая позиция M заселена преимущественно титаном. С тарамеллитом образует серию, которую можно выразить следующей схемой изоморфизма: $2Fe^{3+} = Ti^{4+} + Fe^{2+}$. В ряде случаев отмечается вхождение в состав октаэдрической позиции магния, ванадия, хрома. Особенности кристаллической структуры, химического состава, мест находок и ассоциаций минералов серии тарамеллит-титантарамеллит обобщены в работе Э. Грю (1996). Ассоциация же титантарамеллита с датолитом (рис. 3,4) на Дараи Пиёзе, возможно, образовалась при более низкой температуре.

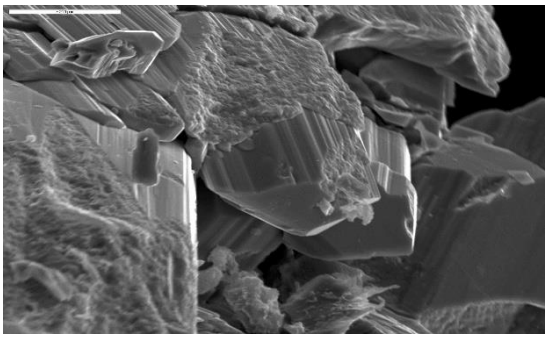


Рис. 3. Сростки кристаллов титантарамеллита. *РЭМ фото, изображение в режиме SEI. Длина масштабной полоски 20 мкм.*



Рис. 4. Сросток зерен титантарамеллита (2x6 мм) в датолите

Находка титантарамеллита на Дараи Пиёзе является первой находкой титантарамеллита в Таджикистане и, возможно, первой на Евроазиатском континенте.

Александровит. При изучении полевых материалов, собранных автором работы совместно с Л.А. Паутовым, А.А. Агахановым и В.Ю. Карпенко в 2004 и 2007 г.г. на Верхнедараипиёзском щелочном массиве, был обнаружен новый оловянный минерал - александровит, состав которого можно выразить упрощенной формулой $KLi_3Ca_7Sn_2[Si_6O_{18}]_2F_2$. Александровит является оловянным аналогом баратовита $KLi_3Ca_7Ti_2[Si_6O_{18}]_2F_2$ и фторовым оловянным аналогом катаямалита $KLi_3Ca_7Ti_2[Si_6O_{18}]_2(OH, F)_2$.

Микроклин-кальцитовая порода (рис. 5) сложена беспорядочно расположенными крупными (10-15 х 8-15 х 0.5-1.5 см) уплощенными по (001) зернами белого кальцита (ppm: Ba - 1030, Sr - 4530, Mn -1010, Ce - 165, Y - 38), образующими каркас породы, в интерстициях которого находится агрегат из овальных светло-серых зональных кристаллов микроклина (1-2 см в поперечнике) и мелкозернистого агрегата альбита, кварца, кальцита, апатита. Пироксен образует столбчатые зерна до 1 см длиной, часто приуроченные к границе крупных пластин кальцита и полевошпатового агрегата.

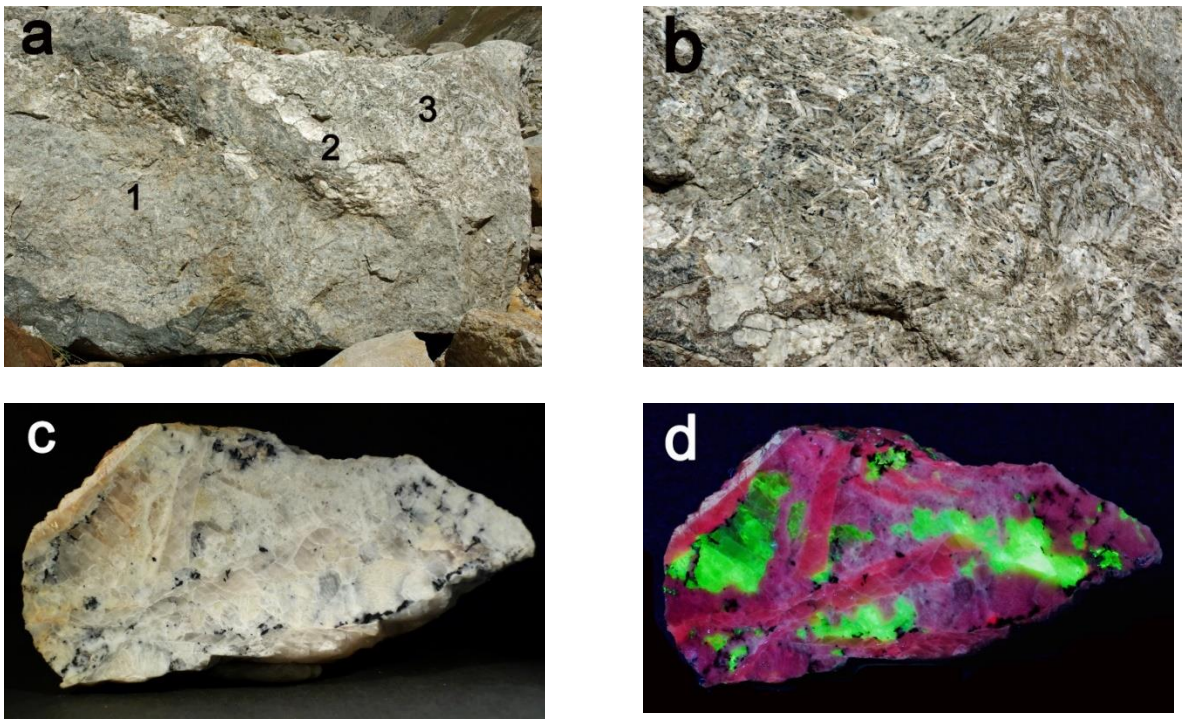


Рис. 5. Микроклин-кальцитовая глыба, в которой обнаружен александровит. *a – размеры глыбы 2x2x3.5 м. 1- зона сиенита, 2 - переходная зона от сиенита к кварц-микроклин-кальцитовой породе. Видны крупные овальные обособления кальцита. 3 - зона кварц-микроклин-кальцитовой породы. Ярко-зеленым люминесцируют выделения кварца, розово-красным - пластинчатые зерна кальцита, розово-фиолетовым - микроклин. Черные зерна - эгирин-геденбергит. b - фрагмент предыдущего снимка; c и d - вид образца породы из зоны 3 при освещении лампой накаливания и коротковолновым ультрафиолетовым осветителем*

На рисунке 6 показана треугольная диаграмма Ti- Sn- Zr (ат. %), на которую нанесены результаты анализов, приведенных в работе, а также анализы минералов, близких к баратовиту, из кварц-альбит-пироксен-микроклин-кальцитовых пород Дараи Пиёза. Из неё видно, что по преобладанию в октаэдрической позиции того или иного элемента можно выделить следующие минералы: при преобладании титана - баратовит и катаямалит, олова - александровит, циркония - их не названный циркониевый аналог.

Как отмечалось выше, мы предлагаем объединить все перечисленные минералы в группу баратовита.

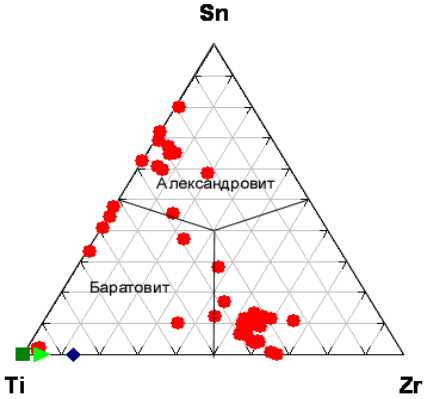


Рис. 6. Вариации содержаний октаэдрических катионов (в атомных количествах) в минералах группы баратовита
Синий ромб – баратовит (Дусматов и др. 1975), светло-зеленый треугольник – баратовит (Reguir et al., 1999), темно-зеленый квадрат – катаямалит (Murakami et al., 1983), красные кружки – наши данные.

Барилит найден и описан автором данной работы, Л.А. Паутовым и Ю.В. Карпенко (2008).

Барилит встречен в виде фрагмента таблитчатого кристалла (5 х 3 х 0.5 мм) и пластинчатых зерен, вросших в кварц (рис. 7).

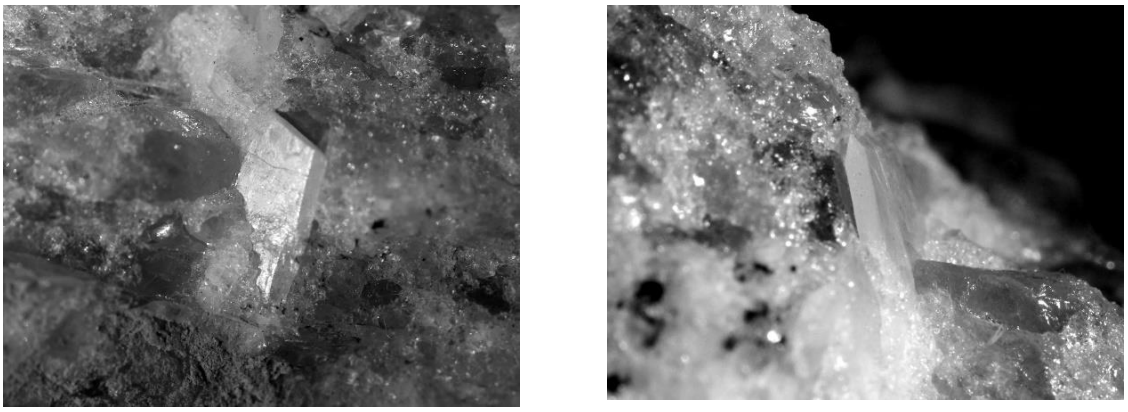


Рис. 7. Таблитчатый кристалл барилита в кварце. *Обр. № 5715. Один и тот же кристалл, снятый с разных точек. Ширина поля зрения 15 мм.*

Химический состав барилита (табл. 1) изучался на сканирующем электронном микроскопе CamScan 4D с энергодисперсионным спектрометром Link ISIS при 20 кВ и токе зонда 4 нА на реперном образце Cu. В качестве стандартов использовались: на Si, Ca -плагиоклаз USNM 15900, на Ba - $BaSO_4$. Присутствие в составе минерала бериллия подтверждено методом ICP OES.

Находка барилита в щелочном комплексе Дараи Пиёз является первой находкой барилита в Таджикистане.

Агреллит был обнаружен в карбонатитовых телах и образует агрегаты таблитчатого и волокнистого строения, отдельные выделения которого достигают 3-4 см по длину. Исследуемый минерал ассоциирует с эгирином, туркестанитом, мизеритом, пектолитом, баратовитом, флюоритом, полевым шпатом, кварцем и другими минералами.

Таблица 1

Химический состав (масс. %) барилита с Дараи Пиёза

Компоненты	1	2
SiO_2	37,49	37,46
CaO	0,01	0,03
BaO	46,93	46,90
BeO *	15,51	15,49
Сумма	99,94	99,88
Формульные коэффициенты (расчет на O = 7)		
Si	2.01	2.01
Ca	0.00	0.00
Ba	0.99	0.99
Be	2.00	2.00
O	7.00	7.00

*Примечание: BeO * - рассчитано исходя из стехиометрии. Аналитик Л.А. Паутов*

Химический состав (мас. %, среднее из 5 анализов) агреллита из Дараи Пиёза: SiO_2 - 59.80, Al_2O_3 - 0.50, Fe_2O_3 - 0.20, MnO - 0.09, MgO - 0.10, CaO - 27.66, TR_2O_3 - 0.51, Na_2O - 6.17, K_2O - 1.19, H_2O^+ -1.49, F - 4.09, $-O=F_2$ - 1.71.

Хочется отметить, что приведенный список минералов и их характеристики не исчерпывают всего минерального разнообразия щелочного массива Дараи Пиёза. В настоящее время не затронуты детальным всесторонним минералогическим изучением карбонатиты массива, плохо изучены породообразующие минералы, недостаточно изучены рудные минералы.

Четвертая глава - **«Геохимические особенности карбонатитовых проявлений Таджикистана».**

Известно, что содержание элементов-примесей в минералах отражает условия их формирования и, таким образом, может служить эффективным геохимическим индикатором процессов рудообразования.

Во флюорите карбонатитов проявления Дункельдык установлены следующие элементы-примеси: стронций, барий, уран, торий, редкоземельные элементы, иттрий, марганец, бериллий, свинец, рубидий, натрий, калий и др.

Стронций относится к числу структурных примесей флюорита Дункельдыкского месторождения. Однако из-за достаточно заметной разницы в радиусах (Ca -1.06 Å; Sr-1.27 Å), изоморфизм этих элементов, казалось - бы, должен быть ограниченным.

Барий относится к числу важных типохимических элементов флюорита. Важной геохимической характеристикой флюорита является стронций-бариевое отношение, обусловленное совместным присутствием в минерале обоих элементов с близкими кристаллохимическими свойствами. Несмотря на значительное накопление бария во флюорите, отношение содержания стронция к барию (среднее 5.4) свидетельствует об еще большей концентрации стронция в нем.

Уран считается также структурной примесью флюорита. Возможность изоморфного его вхождения в кристаллическую решетку флюорита обусловливается близостью ионного радиуса урана с кальцием (Ca – $1.06A^0$, U-$1.05A^0$). Уран содержится во флюоритах месторождения Дункельдык в количестве от 44 до 49 г/т. Это максимальная концентрация этого элемента в исследованных флюоритах всех генетических групп. Среднее содержание урана здесь (42 г/т) превышает кларк этого элемента в земной коре в 18,8 раза.

Торий, так же как стронций и уран, является структурной примесью флюорита, возможность вхождения которого в его структуру обуславливается близостью ионных радиусов тория ($1.10A^0$) и кальция ($1.06A^0$). Уровень накопления тория во флюоритах месторождения также очень высокий и колеблется от 50 до 120 г/т (среднее 99 г/т). Это более чем в 76 раз выше кларка этого элемента в земной коре.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) являются важными примесями флюорита из карбонатитовых проявлений, изоморфно замещающими кальций в его структуре и определяющими типоморфные особенности этого минерала.

Изучение состава флюоритов месторождения указывает на высокое содержание суммы РЗЭ, измеряемое тысячами граммов на тонну. Минимальная их концентрация равна 1800 г/т, а максимальная – 4700 г/т при среднем содержании 2560 г/т. Это более чем в 22 раза выше, чем кларк этих элементов в земной коре по Гольдшмидту.

Иттрий является одной из распространенных примесей флюорита, которая определяет многие типоморфные особенности минерала (Файзиев, 1989). Иттрий во флюоритах месторождений содержится в количестве от 240 до 900 г/т.

Рубидий. Размах содержаний рубидия во флюорите из Дункельдыкского месторождения достаточно значителен, от 14 до 108 г/т (среднее 62 г/т). Такое среднее содержание в 2.4 раза ниже кларка этого элемента в земной коре по А.П. Виноградову (1962). Однако для флюорита это считается относительно высокой концентрацией. Она ниже только по сравнению с флюоритами, связанными с грейзенами, но намного больше, чем в минерале из пегматитов, скарнов и гидротермальных образований.

Таким образом, высокие уровни накопления урана, тория, редких земель, стронция, бария и других элементов являются типохимическими признаками данного типа оруденения, которые могут быть использованы для разбраковки вновь открытых или слабо изученных рудных объектов, что имеет важное значение для промышленной оценки флюоритопроявлений на стадии поисковых работ.

Химический состав карбонатитов и сиенито-карбонатитов щелочного массива Дараи Пиёз характеризуется неоднозначностью. Ранние карбонатиты, находящиеся среди магматических пород, по составу близки к лейкократовым карбонатитам щелочно-ультраосновных комплексов. В большей части проанализированных проб содержание SiO_2 очень низкое (0.03-0.17%). Содержание TiO_2 колеблется от 0.01 до 0.24 (среднее 0.07 %), а Al_2O_3 -0.04-4.24 (1.28 %). Если среднее количество первого компонента ниже среднего состава карбонатитов, описанных в литературе, в два и более раз, то второго – примерно одинаковое.

Как выше было отмечено, карбонатиты Дараи Пиёза характеризуются, по сравнению с большинством карбонатитовых комплексов, низкими содержаниями апатита. В них низко также и среднее содержание P_2O_5 - всего по 0.6 %. В отличие от карбонатитов, локализованных среди магматических пород, карбонатитовые тела, находящиеся в терригенно-сланцевой толще, характеризуются более высокими содержаниями TiO_2 (0.17 %), суммарного железа (1.29 %), MgO (0.52 %), SrO (0.35 %) и CaO (50.82 %). Другие компоненты содержатся в меньших количествах (табл. 2).

В карбонатитах Дараи Пиёза, также, как и в аналогичных породах многих регионов мира, концентрация Sr повсюду преобладает над Ba. Если среднее содержание SrO в Дараипиёзских карбонатитах в целом 0.34 %, то BaO – 0.08 %, т.е. Sr/Ba-отношение равно 4.25.

Таблица 2

Химический состав карбонатитов и сиенито-карбонатитов, вес. %

№ пробы	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$FeO+Fe_2O_3$	MgO	MnO	CaO
Ранние карбонатиты, локализованные в магматических породах							
311	0.07	0.02	0.07	0.07	0.53	0.27	55.06
350	0.06	0.02	0.06	0.08	0.48	0.17	55.20
22/ДП	0.03	0.01	0.04	0.64	0.53	0.68	54.74
25/ДП	0.10	0.04	0.05	0.08	0.52	0.49	55.11
300	0.16	0.04	0.04	0.17	0.53	0.35	54.95
17/ДП	0.17	0.05	0.10	0.24	0.06	0.62	55.43
402	0.17	0.04	0.09	0.22	0.05	0.61	55.18
9/ДП	2.20	0.04	0.54	0.93	0.02	0.10	53.50
320	2.28	0.06	0.75	0.27	0.04	0.25	52.26
316	18.84	0.14	2.81	1.27	0.39	0.20	39.43
16/ДП	24.00	0.10	3.85	1.82	0.43	0.09	35.12
308	28.50	0.12	4.00	1.85	0.58	0.17	31.72
335	29.21	0.24	4.24	2.13	0.90	0.27	30.05
Среднее	8.14	0.07	1.28	0.75	0.39	0.33	48.29
Ранние карбонатиты, локализованные среди осадочно-метаморфических пород							
77/ДП	0.14	0.14	0.35	0.64	0.44	0.48	54.72
14/ДП	0.79	0.18	0.49	0.41	0.13	0.10	54.39
56/ДП	4.49	0.16	1.50	0.66	0.08	0.16	50.63
54/ДП	11.91	0.19	2.25	3.13	0.38	0.21	43.53
Среднее	4.33	0.17	1.15	1.29	0.52	0.24	50.82
Поздние карбонатиты							
57/ДП	3.71	0.17	0.63	3.30	0.44	0.61	50.53
82/ДП	14.01	0.49	2.77	4.04	0.80	0.43	41.76
Среднее	8.86	0.33	1.70	3.67	0.62	0.52	46.15
Среднее по всем карбонатитам	7.41	0.05	1.30	1.17	0.48	0.33	48.59
Сиенито-карбонатиты							
300	33.90	0.22	4.90	2.70	0.49	0.15	28.15
301	39.04	0.12	6.20	2.80	0.35	0.09	24.41
310	51.15	0.12	13.06	2.90	0.28	0.03	13.40
23/ДП	57.16	0.13	14.43	3.54	0.29	0.10	8.30
325	60.74	0.25	15.45	4.62	0.28	0.19	4.38
Среднее	48.40	0.17	10.81	3.31	0.34	0.11	15.73
ВД*	16.19	0.58	16.00	4.77	0.21	0.10	4.22

№ пробы	SrO	BaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	CO_2	Сумма
Ранние карбонатиты, локализованные в магматических породах								
311	0.44	0.18	0.04	0.02	0.02	0.02	43.12	99.93
350	0.43	0.13	0.04	0.02	0.02	0.03	43.22	99.96
22/ДП	0.24	0.09	0.03	0.01	0.02	0.01	42.94	100.01
25/ДП	0.39	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	43.05	99.96
300	0.53	0.18	0.04	0.01	0.02	0.02	43.00	100.04
17/ДП	0.29	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	43.30	100.03
402	0.29	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	43.19	100.01
9/ДП	0.35	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	42.12	100.02
320	0.36	0.06	0.32	0.03	2.85	0.05	40.41	99.99
316	0.24	0.10	2.22	2.85	0.50	0.04	30.83	99.86
16/ДП	0.43	0.13	2.45	3.46	0.60	0.08	27.48	100.04
308	0.23	0.10	2.63	3.76	1.67	0.04	24.65	100.02
335	0.09	0.05	3.10	4.40	1.73	0.11	23.51	100.03

Среднее	0.32	0.09	0.85	1.13	0.60	0.04	34.45	99.99
Ранние карбонатиты, локализованные среди осадочно-метаморфических пород								
77/ДП	0.16	0.05	0.03	0.01	0.02	0.02	42.79	99.99
14/ДП	0.37	0.05	0.14	0.03	0.38	0.04	42.54	100.04
56/ДП	0.47	0.07	0.55	0.59	0.73	0.07	39.75	100.01
54/ДП	0.38	0.06	0.78	0.79	2.16	0.06	34.15	99.98
Среднее	0.35	0.06	0.38	0.36	0.32	0.05	39.81	100.01
Поздние карбонатиты								
57/ДП	0.52	0.11	0.08	0.03	0.30	0.05	39.55	100.03
82/ДП	0.40	0.08	0.06	1.60	0.40	0.34	32.78	99.96
Среднее	0.46	0.10	0.07	0.82	0.35	0.2	39.68	99.99
Среднее по всем карбонатитам	0.34	0.08	0.67	0.93	0.52	0.06	36.12	99.99
Сиенито-карбонатиты								
300	0.25	0.09	3.20	4.30	0.31	0.04	21.25	99.95
301	0.20	0.08	3.45	4.65	0.17	0.03	18.42	100.01
310	0.09	0.03	3.98	4.85	0.36	0.03	9.74	100.02
23/ДП	0.02	0.01	4.60	5.00	0.30	0.13	6.00	100.01
325	0.03	0.02	5.60	5.10	0.50	0.11	2.70	99.97
Среднее	0.12	0.05	4.17	4.78	0.33	0.07	11.62	99.99
ВД	н.д.	н.д.	5.90	5.08	0.48	н.д.	н.д.	98.62

**Средний химический состав сиенитов Дараи-Пиёзского массива по данным В.Д. Дусматова, не опр. – не определено.*

Средняя величина Sr/Ba отношения в карбонатитах калишпат-кальцитовой фации равна 7.4. О существенном обогащении Sr по отношению к Ba в карбонатитах пишет и А.А. Флоров с соавторами (2005). По их данным, для классических карбонатитов характерно существенное обогащение Sr по отношению к Ba. В частности, в кальцитовых карбонатитах массивов Вуориярви и Себльяров (Восточно-Европейская провинция) Sr/Ba-отношение равно 4.45. Таким образом, можно говорить, а том, что Sr/Ba-отношение – важный геохимический индикатор карбонатитового процесса. Основными концентраторами Sr являются кальцит, апатит, акцессорные и темноцветные минералы, а носителями Ba, наряду с кальцитом, служат пироксены, калиевой полевой шпат, щелочные амфиболы.

По сравнению с карбонатитами, сиенито-карбонатиты Дараипиёзского массива обогащены петрогенными элементами и железом, но обеднены MnO, SrO, BaO и P_2O_5. Содержания CaO и CO_2 колеблются соответственно от 4.38 до 28.15 (среднее 15.73 %) и от 2.7 до 21.25 (11.62 %) (табл. 3).

Таблица 3

Содержание редкоземельных элементов в карбонатитах и сиенито-карбонатитах, г/т

№ пробы	**La**	**Ce**	**Pr**	**Nd**	**Sm**	**Eu**	**Gd**	**Tb**	**Dy**	**Ho**
Ранние карбонатиты, локализованные в магматических породах										
311	112.5	166.3	23.5	64.0	11.6	2.04	12.6	2.16	10.54	2.05
350	109.4	128.4	14.6	51.4	12.8	2.40	10.9	1.96	8.45	1.38
22/ДП	112.2	134.6	18.2	52.6	10.9	2.35	11.4	2.30	9.60	1.80
25/ДП	78.6	145.3	15.4	60.1	11.8	2.04	10.9	1.55	7.68	1.50
300	92.5	153.6	15.5	52.3	13.6	2.55	11.9	1.65	7.95	1.45
17/ДП	88.3	153.0	17.2	45.9	10.5	2.55	10.1	2.45	9.58	2.22
402	118.7	178.0	19.0	69.7	16.5	3.67	19.0	3.03	18.0	4.27

9/ДП	106.4	170.0	17.3	61.0	14.0	2.70	13.5	1.78	9.01	1.73
320	133.1	176.0	17.2	55.2	11.8	1.44	9.0	1.00	4.32	0.70
316	250.0	700.0	30.0	100.0	35.0	7.50	25.6	5.30	30.50	5.25
16/ДП	275.0	800.0	58.0	152.0	65.0	12.60	31.7	8.55	31.60	6.35
308	300.0	800.0	60.0	250.0	76.0	15.80	32.0	10.25	35.14	5.00
335	400.0	840.0	75.0	300.0	81.0	17.20	34.5	20.00	40.30	12.15
Среднее	167.4	349.6	29.3	101.1	28.5	5.76	18.0	4.77	17.13	3.53
Ранние карбонатиты, локализованные среди осадочно-метаморфических пород										
77/ДП	114.6	165.4	16.6	60.2	13.8	2.60	14.6	2.05	12.05	2.15
14/ДП	91.6	163.0	16.3	58.2	12.4	2.17	10.9	1.34	6.15	1.13
56/ДП	73.9	125.0	12.2	42.8	10.0	1.67	9.4	1.23	6.38	1.23
54/ДП	55.6	103.0	11.1	42.8	10.8	2.34	10.0	1.31	6.50	1.20
Среднее	83.9	139.1	14.1	51.0	11.7	2.19	11.2	1.48	7.77	1.43
Поздние карбонатиты										
57/ДП	89.3	169.8	19.8	79.0	20.2	3.15	22.1	2.98	15.3	3.04
82/ДП	60.1	119.2	13.3	53.2	14.6	3.39	15.0	2.05	10.9	2.14
Среднее	74.7	144.5	16.6	66.1	17.4	3.27	18.5	2.52	13.1	2.59
Среднее по всем карбонатитам	140.1	113.0	24.8	86.9	23.8	4.74	16.6	3.84	14.7	2.59
Сиенито-карбонатиты										
300	440.0	1225.0	63.0	806.5	84.0	14.5	69.0	24.0	87.5	13.5
301	400.0	1060.0	41.5	680.0	78.5	14.0	57.5	17.0	80.0	9.5
310	800.0	1970.0	104.5	980.0	131.0	20.5	103.5	22.0	117.0	22.0

№ пробы	**Er**	**Tu**	**Yb**	**Lu**	**Сумма**	**ΣLa:ΣY:ΣSc**	**ΣCe:ΣY**	**La:Yb**	**Σu:Σu***
Ранние карбонатиты, локализованные в магматических породах									
311	8.4	1.46	6.41	0.50	424.06	86.4:9.7:3.9	13.4	17.6	0.170
350	4.8	0.80	3.82	0.44	351.55	86.4:10.8:2.8	16.9	28.8	0.202
22/ДП	6.2	1.30	1.60	0.45	365.50	86.9:10.5:2.6	16.4	70.1	0.211
25/ДП	4.3	1.05	1.80	0.35	342.37	87.4:10.4:2.2	19.5	43.7	0.180
300	3.8	0.45	1.90	0.30	359.45	87.3:10.9:1.8	21.6	48.7	0.200
17/ДП	4.5	0.58	4.52	0.44	351.84	86.5:10.6:2.9	15.1	19.5	0.247
402	11.6	1.73	9.60	0.54	474.24	81.3:13.8:4.9	9.4	12.4	0.202
9/ДП	4.2	0.52	2.52	0.35	405.01	87.6:10.5:1.9	21.2	42.2	0.196
320	1.4	0.16	2.62	0.08	414.02	81.3:13.8:4.9	9.4	12.6	0.138
316	15.0	6.15	15.15	1.52	1226.97	88.0:8.9:3.1	15.7	16.5	0.248
16/ДП	17.5	7.18	18.20	3.00	1486.68	86.4:10.5:3.1	16.7	15.1	0.261
308	20.0	5.5	20.00	4.50	1634.19	86.3:10.7:3.0	17.1	15.0	0.293
335	22.5	7.5	25.00	3.00	1878.15	86.0:10.9:3.1	16.0	16.0	0.298
Среднее	9.6	2.7	8.7	1.19	747.23	86.6:10.4:3.0	16.4	27.6	0.248
Ранние карбонатиты, локализованные среди осадочно-метаморфических пород									
77/ДП	6.0	1.25	3.91	0.45	415.75	85.8:11.4:2.8	15.1	29.4	0.183
14/ДП	2.5	0.30	1.28	0.17	367.46	89.6:9.3:1.1	30.8	71.6	0.186
56/ДП	3.0	0.40	1.76	0.26	289.17	87.8:10.3:1.9	21.2	42.0	0.173
54/ДП	2.9	0.36	1.61	0.22	249.74	85.1:12.9:2.0	18.5	34.5	0.225
Среднее	3.6	0.58	2.14	0.27	330.53	87.1:11.0:1.9	21.4	44.4	0.192
Поздние карбонатиты									
57/ДП	7.6	1.00	4.78	0.68	438.70	81.6:15.2:3.2	12.6	18.7	0.149
82/ДП	5.3	0.69	3.48	0.50	303.83	80.9:15.8:3.3	12.2	17.3	0.229
Среднее	6.5	0.80	4.13	0.59	371.26	81.2:15.5:3.3	12.4	18.0	0.189
Среднее по всем карбонатитам	8.0	2.04	6.84	0.93	649.28	87.0:10.3:2.7	17.3	30.1	0.191

Сиенито-карбонатиты									
300	25.0	14.0	35.0	3.0	2904.0	87.3:10.1:2.6	15.3	12.6	0.190
301	22.5	6.0	37.5	3.0	2507.0	87.0:10.2:2.8	14.8	10.7	0.206
310	41.5	8.0	60.5	5.0	4385.0	87.9:9.5:2.6	16.3	13.3	0.175
23/ДП	12.0	5.5	22.5	2.5	3085.0	89.3:9.3:1.4	22.1	24.3	0.168
325	10.0	6.0	21.5	3.0	2025.0	90.0:8.0:2.0	17.7	17.4	0.271
Среднее	22.2	7.9	35.3	3.3	2981.2	88.1:9.6:2.3	16.8	14.5	0.202

В ранних карбонатитах, локализованных среди магматических пород, суммарное содержание РЗЭ колеблется в широких пределах от 242.37 до 1878.15 г/т, при среднем значении в 747.23 г/т. Наиболее низкие значения лантаноидов характерны для лейкократовых, почти мономинеральных разностей карбонатитов. По мере повышения меланократовости карбонатитов концентрация РЗЭ в них увеличивается (рис. 8).

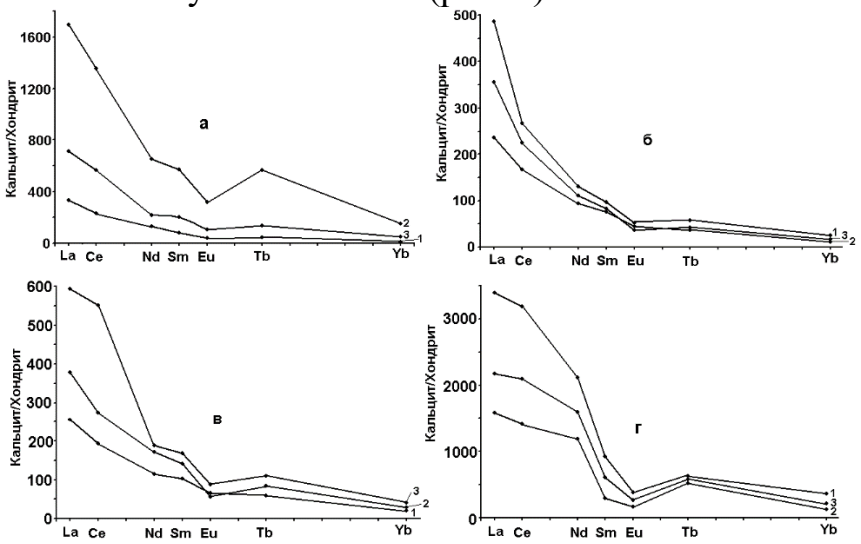


Рис. 8. Распределение РЗЭ, нормированное по хондритам Cl. *а – в ранних карбонатитах, локализованных в магматических породах (1-обр.25/ДП, 2- обр. 335/ДП, 3- среднее) б – в ранних карбонатитах, локализованных среди осадочно-метаморфических пород (1- обр. 77/ДП, 2- обр. 54/ДП, 3- среднее), в – в поздних карбонатитах (1- обр. 82/ДП, 2- 57/ДП, 3- среднее), г – в сиенито-карбонатитах (1- обр. 310, 2- обр. 325, 3- среднее)*

Вариационный график содержаний РЗЭ, нормированных по хондриту Cl (рис. 8а), показывает, что спектр их распределения в ранних карбонатитах, находящихся среди магматических пород, в десятки- много сотен раз превышает хондритовый уровень. Для этих карбонатитов характерна отрицательная европиевая аномалия, равная в среднем 0.248 (предел колебаний 0.138-0.229), что обычно для остаточных дифференциатов.

Величины ΣCe/ΣY и La/Yb-отношений равны 21.4 и 44.4. Уровень распределения РЗЭ здесь значительно ниже, чем в карбонатитах, находящихся в магматических породах, но все же превышает хондритовый уровень в десятки-сотни раз (рис. 8б). Европиевая аномалия здесь составляет 0.192 (0.173-0.225).

В поздних карбонатитах среднее содержание РЗЭ равно 371.26 (303.83-438.70 г/т), что несколько выше, чем в ранних карбонатитах, локализованных среди осадочно-метаморфических пород. В отличие от ранних карбонатитов, соотношение среднего содержания отдельных подгрупп

лантаноидов в поздних карбонатитах несколько иное (ΣLa: ΣY:ΣSc=81.2:15.5:3.3 %), т.е. доля иттриевой и скандиевой подгрупп несколько выше. Отличаются поздние карбонатиты и по более низким значениям ΣCe:ΣY- и La: Yb- отношений, равным соответственно 12.4 и 18.0. Распределение РЗЭ в поздних карбонатитах, нормированных по хондриту, показано в рисунке 8в.

Таким образом, среднее содержание РЗЭ в карбонатитах Дараи Пиёза в целом не очень высокое и равно 649.23 г/т. Оно близко к концентрации лантаноидов в карбонатитах Гулинского массива (Россия), относящегося к комплексу щелочно-ультраосновных пород с натриевой спецификой.

Сиенито-карбонатиты массива Дараи Пиёз характеризуются высоким содержанием РЗЭ, приближающих их к классическим карбонатитам. Среднее содержание суммы РЗЭ в них равно 2981 г/т, при разбросе величин от 2025 до 4385 г/т. Это в 1.2 раза выше среднего содержания лантаноидов в карбонатитах щелочно-ультраосновных комплексов и в 1.3 раза ниже, чем в кальциокарбонатитах.

Распределение РЗЭ в сиенито-карбонатитах, нормированных по хондриту Cl, показывает на превышение хондритового уровня в сотни- тысячи раз (рис. 8г). Так же, как и в карбонатитах Дараипиёзского щелочного массива, в сиенито-карбонатитах наблюдается европиевая аномалия со значениями от 0.190 до 0.271 (среднее 0.202).

Как видно из приведенного материала, для всех рассматриваемых типов пород (ранних и поздних карбонатитов, сиенито-карбонатитов) характерно многократное преобладание в составе РЗЭ легких лантаноидов над средними и тяжелыми, лантана над иттербием («лантановость»), а также высокое значение ΣCe:ΣY-отношения. Все это свидетельствует о том, что отмеченные породы имеют генетическую связь с щелочными породами и являются продуктами дифференциации расплава ультраосновного- щелочного состава. О том, что карбонатиты и сиенито-карбонатиты являются дифференциатами первичной щелочной магмы, говорят и низкие значения европиевого минимума (Балашов, 1976).

Иттрий. Иттрий в ранних карбонатитах, локализованных среди магматических пород, распределён неравномерно. В более лейкократовых разностях содержится он в меньшем количестве, а в меланократовых – в большем. Среднее содержание элемента здесь 86 г/т, при колебании содержаний от 45 до 156 г/т (табл. 3). Это примерно в 1.4 раза меньше, чем концентрация Y в кальцитовых карбонатитах по (WooIIey, Kempe, 1989).

Рубидий. Содержание Rb в ранних карбонатитах, расположенных среди сиенитов и граносиенитов, колеблется от 4.7 до 52.0 г/т. Средняя его концентрация равна 15.6 г/т. Это в 1.5 раза больше среднего содержания элемента для карбонатитов в целом (10г/т) по А.А. Фролову и другим (2005), и в 3 раза больше (5 г/т), по В.С. Самойлову (1984)

Цезий. По сравнению с карбонатитами других регионов мира, содержание Cs в карбонатитах Дараи Пиёза повышенное, и распределом он более или менее

равномерно. В ранних карбонатитах, находящихся среди магматических пород содержание элемента колеблется от 1.9 до 7.2 (среднее 4.0 г/т).

Тантал. Тантал, наряду с Nb, является характерным элементом многих карбонатитовых комплексов. Но в карбонатитах массива Дараи Пиёз содержание элемента незначительное. В ранних карбонатитах, локализованных среди магматических пород, концентрация Та находится в пределах 1.5-7.5 г/т (среднее 3.6 г/т), а в телах, находящихся в осадочно- метаморфических породах, соответственно 1.6-5.3 (2.8 г/т). Поздний карбонатит содержит несколько больше Та – 3.3 г/т.

Уран. Уран в карбонатитах массива Дараи Пиёз распространен неравномерно. Он в ранних карбонатитах, находящихся в магматических породах, содержится в количестве от 1.2 до 7.8 г/т. Среднее содержание элемента 3.5 г/т, что выше кларка этого элемента в земной коре (Виноградов, 1962) (2.5 г/т), но в 2.5 раза ниже (8.72 г/т) средней концентрации для кальцитовых карбонатитов. Такое же среднее содержание U (3.5 г/т) установлено в ранних карбонатитах, локализованных среди осадочно-метаморфических пород.

Торий. Распространен Th в карбонатитах Дараи Пиёза также неравномерно. Если в ранних кальцитовых карбонатитах, отобранных из карбонатитовых жил среди сиенитов и грано-сиенитов, содержание Th колеблется от 2.1 до 13.3 (среднее 6.0 г/т), то в породах аналогичного состава, локализованных среди сланцев, он содержится в меньшем количестве – 2.7-2.9 (2.6 г/т). Эти содержания в несколько раз ниже кларка (13 г/т).

Концентраторами радиоактивных элементов в карбонатитах Дараипиёзского массива служат акцессорные минералы, такие, как торит, туркестанит, пирохлор, эканит, араповит и др.

Таким образом, Дараипиёзские карбонатиты характеризуются низкими содержаниями, по сравнению с классическими их аналогами, Fe, Mg, Ti, Sr, Ba, P и Mn, но сравнительно высокими – Si, AI, Na и K. Для карбонатитов массива Дараи Пиёз характерно существенное обогащение Sr, по отношению к Ba, что является важным геохимическим индикатором карбонатитового процесса. Описываемые карбонатиты характеризуются пониженным суммарным содержанием РЗЭ.

Масс-спектроскопическим анализом в составе кальцитов из ранних карбонатитовых тел Дараипиёзского массива обнаружены РЗЭ, Y, Mn, Sr, Ba, Rb, Cs, Be, U, Th, Cr, Ni, Cu, Pb и Zn. Редкоземельные элементы (РЗЭ) относятся к числу структурных примесей кальцита, изоморфно замещающих кальций в кристаллической решетке минерала. Для кальцита карбонатитов РЗЭ считаются типоморфными элементами, отражающими их геохимическую особенность.

Спектр распределения РЗЭ в кальцитах Дараипиёзского массива на порядки превышает хондритовый уровень. Отметим, что по типу графиков распределения лантаноидов кальциты из рассматриваемого массива близки к кальцитам из карбонатитов других регионов. Другая особенность кальцита из

Дараи Пиеза – это наличие отрицательной европиевой аномалии, фиксируемой отношением Eu/Eu^*. Для них эта величина равна 0.50-0.92 (табл. 4).

Цериевая группа (легкие лантаноиды) в составе РЗЭ кальцитов Дараипиёзского массива резко преобладает над иттриевой (тяжелые лантаноиды). Колебание соотношений ΣCe: ΣY находится в пределах 9.1- 24.9, при среднем их значении 14.1. Это многократное преобладание первой группы над второй отражается крутым подъемом кривых нормированного распределения РЗЭ от Ga в сторону La на рисунке 9.

Наряду с РЗЭ и Y, к распространенным примесям кальцитов из карбонатитов щелочного массива Дараи Пиез относятся Sr, Ba и Mn, которые являются структурными примесями. Два первых элемента относятся к типоморфным для продуктов карбонатитового процесса.

Предел колебания содержаний Sr равен 2597-6415 г/т, при достаточно высокой средней концентрации 4075г/т, что более чем на порядок выше кларка этого элемента в земной коре по А.П. Виноградову, но коррелируется с содержанием этого элемента в кальцитах карбонатитов Восточной Сибири.

Таким образом, примечательной геохимической особенностью кальцитов карбонатитов щелочного массива Дараи Пиёз является повышенное содержание в них РЗЭ, Y, Sr, Ba и Mn. Концентрация U и Th пониженная. Содержание редких элементов (Rb, Cs, Sc, Be) ничтожно мало, а рудных – изменчивое. Если содержание Pb и Ni повышенное, то Cr, Cu, Zn – низкое.

Таблица 4

Состав и содержание РЗЭ в кальцитах карбонатитов (г/т)*

№ проб	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
1/ДП	75	165	17.5	66	9.8	1.82	12.3	1.55	8.5	1.63
14/ДП	105	214	22.1	84	11.2	1.95	13.2	1.64	8.5	1.61
15/ДП	35	83	9.3	38	6.2	1.39	7.2	1.13	6.9	1.47
17/ДП	34	82	9.3	37	5.7	1.32	6.5	0.97	5.7	1.20
24/ДП	82	187	20.4	80	13.1	2.50	16.8	2.38	14.3	2.99
25/ДП	137	309	33.4	129	18.1	3.29	26.9	3.16	21.6	3.90
29/ДП	99	210	22.1	86	11.6	2.11	15.1	1.66	8.4	1.57
50/Дпа	96	214	23.0	88	13.4	2.94	16.2	2.40	15.7	3.08
50/ДПб	95	210	22.7	87	12.9	2.81	21.1	2.33	17.0	3.03
51/ДП	101	235	25.4	97	15.7	3.17	23.0	3.11	21.4	4.27
64/ДП	66	144	15.1	58	9.8	2.11	12.6	2.11	13.7	3.02
77ДП	33	76	8.2	32	5.2	1.36	6.3	1.05	6.8	1.47
78/Дпа	89	204	22.1	85	13.0	2.06	16.8	2.18	12.6	2.53
78/ДПб	89	207	22.4	86	13.1	2.03	18.1	2.17	14.8	2.49
79/ДП	73	158	16.6	62	9.0	1.73	10.6	1.42	7.7	1.48
320	133	176	17.2	55	11.8	1.44	9.0	1.0	7.3	1.7
402	118	178	19.0	70	16.5	3.67	19.9	3.03	18.0	4.27
Среднее	85.9	179.6	19.2	72.9	11.5	2.20	14.8	2.0	12.3	2.5

Продолжение таблицы 4

№ проб	Er	Tu	Yb	Lu	Сумма	ΣLa:ΣY:ΣSc	ΣCe:ΣY	La:Yb	Eu:Eu*
1/ДП	4.6	0.57	3.1	0.35	367.7	88.0:9.7:2.3	18.7	24.2	0.74
14/ДП	4.6	0.55	3.1	0.38	471.8	90.1:8.1:1.8	24.2	33.9	0.64
15/ДП	4.5	0.65	4.1	0.51	199.4	82.9:12.2:4.9	10.0	8.5	0.84
17/ДП	3.7	0.53	3.3	0.40	191.2	84.7:11.2:4.1	11.9	10.3	0.92
24/ДП	8.8	1.19	6.8	0.79	439.1	84.1:11.9:4.0	11.6	12.1	0.69
25/ДП	12.2	1.57	9.4	1.10	709.7	85.7:10.8:3.5	13.3	14.6	0.63
29/ДП	4.3	0.51	2.8	0.34	465.5	89.6:8.7:1.7	24.9	35.4	0.65
50/Дпа	9.6	1.42	9.1	1.20	496.0	84.9:10.8:4.3	11.4	10.5	0.80
50/ДПб	9.5	1.41	9.1	1.18	497.1	83.8:11.9:4.3	11.1	10.4	0.77
51/ДП	13.6	2.09	13.5	1.67	560.0	81.9:12.6:5.5	8.9	7.5	0.69
64/ДП	10.0	1.65	14.6	1.59	351.2	80.6:12.3:7.1	7.5	12.4	0.77
77ДП	4.8	0.79	5.6	0.80	183.4	81.4:12.1:6.5	8.0	5.9	0.59
78/Дпа	7.6	1.06	6.4	0.79	465.2	86.0:10.6:3.4	14.0	13.9	0.57
78/ДПб	8.3	1.05	6.4	0.78	473.6	85.4:11.1:3.5	13.0	13.9	0.54
79/ДП	4.3	0.56	3.3	0.40	350.1	88.4:9.1:2.5	18.7	22.1	0.71
320	3.4	0.16	3.6	0.70	421.3	90.5:7.6:1.9	23.9	36.9	0.50
402	11.6	1.73	9.6	1.54	475.8	81.1:13.7:5.2	9.1	12.3	0.82
Среднее	7.4	1.0	6.7	0.9	418.7	85.4:10.8:3.8	14.1	16.8	0.70

** Условия анализа - масспектрометр ICP MSX7 Ther Electron, горячая плазма (1250 kw), внутр. стандарт - In, Re (растворы ppb). Рабочие растворы - на основе 2% HNO_3(аналитики Л.Паутов, В.Карпенко).*

Глава 5 - **«Условия образования карбонатитовых проявлений Таджикистана» (по данным термобарогеохимических исследований).** Термобарогеохимические исследования, связанные с изучением включений минералообразующей среды, играют важную роль для установления параметров рудообразования - температуры, давления, химизма и концентрации флюидов и могут быть использованы при поисках, оценке и изучении генезиса разнообразных типов месторождений. Установление термобарогеохимических параметров способствует выяснению генетических условий формирования месторождений, а также решению прикладных геологических вопросов поисков и прогнозирования запасов руд.

Исследование флюидных включений во флюоритах показывает, что в них широко развиты эпигенетические и значительно реже сингенетические включения минералообразующей среды. Размеры первичных включений колеблются от 0.005 до 0.8мм, изредка достигают 1.5 мм. По агрегативному состоянию первичные включения во флюорите бывают твердофазовые, кристаллогазовые, кристаллофлюидные и, исключительно редко, газово-жидкие. Кристаллофлюидные включения являются наиболее распространенными среди первичных консервантов (рис. 10, 11). Они отмечаются в флюоритах всех парагенетических минеральных ассоциаций.

В целом, сингенетические включения во флюорите из Дункельдыкского рудопровления характеризуются обилием минералов-узников (галоидов, карбонатов, гидрокарбонатов, сульфатов, гидроокислов) с высокими

показателями преломления маточных флюидов. Эпигенетические включения бедны твердыми фазами или вовсе лишены их. Они характеризуются сравнительно низкими показателями преломления по отношению к минералухозяину и цепочкообразным расположением вакуолей.



Рис. 10. Первичные кристаллофлюидные включения во флюорите из зон карбонатитов. *Обр.72б. ув.250.*

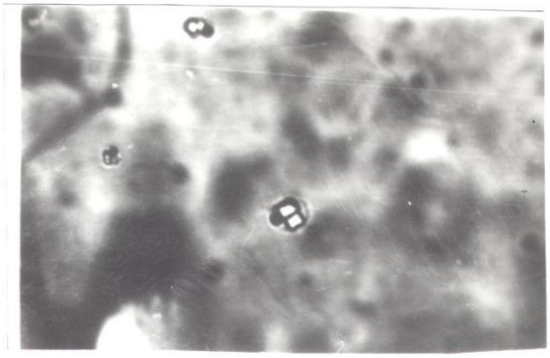


Рис. 11. Первичные кристаллофлюидные включения флюоритовых жил и прожилков. *Обр.74.Ув.250.*

В акцессорном флюорите из сиенитов Дункельдыкского месторождения анализированы первичные многофазовые кристаллофлюидные включения с газовай фазой. Границы вакуолей четкие. Полная гомогенизация включений наступает при 840-860°С. Вторичные включения в акцессорном флюорите двухфазовые газово-жидкие с предельно четкими границами вакуолей. Гомогенизация их происходит в жидкую фазу при 240-300°С.

Весьма богатый аналитический материал по гомогенизации флюидных включений получен для флюорита из флюоритовых штокверков, жил и прожилков - флюорититов. Полное растворение (плавление) твердых фаз происходит в широких пределах температур 550-870^0 (Файзиев и др., 2000)

Криометрические исследования первичных газовожидких включений флюоритов из зон брекчирования дают основание считать, что в составе растворов (t эвт. (-) 37.5°С) преобладали хлориды магния и натрия, а концентрация их составляла 28 вес.%. Суммарная концентрация солей в кристаллофлюидных включениях из этих зон составляла 60 вес. %.

Результаты анализов водных вытяжек флюорита показывают, что в катионой части флюидных включений присутствуют Ca^{2+}, $Na^{+}+K^{+}$, причем содержание первого элемента превышает суммарную концентрацию последних. Основным анионом в вытяжках является HCO_3^{-}. Кроме того, выявлены анионы Cr^{-} и SO_4^{2-}. Растворы включений носили слабощелочной (pH= 7.4- 7.5) характер.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в составе флюоритообразующих флюидов присутствовали хлориды, карбонаты, сульфаты и фториды натрия, калия и кальция, общая концентрация которых отценивается в 75- 90 вес. %.

В шестой главе «**Особенности генезиса карбонатитовых проявлений Таджикистана»,** ссылаясь на данные других исследователей и на результаты

собственного изучения, рассмотрены связь глубины формирования карбонатитов с областями тектономагматической активизации.

К настоящему времени опубликовано немало работ, в которых показано, что карбонатитообразование может происходить не только в связи с щелочно-ультраосновными породами или комплексами, но и с щелочными магматическими образованиями любого состава, включая также и гранитоидный (Гулин, 1966; Наливкин, 1966; Леонтьев, Геншафт, 1978 и др.), что подтверждает высказанное ранее мнение Л.С.Бородина (1963) и некоторых других исследователей. Исследованиями последних десятилетий показано, что карбонатиты в большинстве представляют продукты магматического, либо гидротермально-метасоматического происхождения, при участии силикатных и силикатно-солевых расплавов- рассолов. Нашими исследованиями установлены следующие генетические особенности образования карбонатитов Таджикистана.

Магматический флюорит на Дункельдыкском месторождении представлен двумя типами. Первый тип сопровождает продукты всех фаз внедрения щелочного магматизма. Но чаще он находится в сиенитах и сиенит-порфирах, содержащих от 1-2 до 20-25% флюорита. В них флюорит встречается в виде ксеноморфных зерен размером до 2-3см. Кристаллизуется он в заключительные периоды застывания пород и выступает в качестве породообразующего минерала сиенитов, в котором обнаружены кристаллофлюидные включения, полная гомогенизация которых в расплав наступает при температурах 860-840°С (Файзиев, Искандаров, Гафуров, 2000).

Второй тип магматического флюорита кристаллизуется из фторидного ликвационного солевого расплава, отделившегося от силикатной магмы. Этот флюорит находится в виде штоко – и трубообразных тел, линз, жил и прожилков, карманов и цемента тектонических брекчий. В нем содержатся твердофазовые, кристаллогазовые и кристаллофлюидные включения, температура гомогенизации которых происходит в широком диапазоне – от очень высоких (1050-960°С) до сравнительно низких (600-550°С); основная масса этого флюорита образуется в более узком температурном интервале (870-650°С). Полученные данные дают основание говорить о магматическом генезисе отмеченного типа флюоритового оруденения. Кристаллизовался он, вероятно, из остаточных глубоко дифференцированных галоидных расплавов, ликвируемых из щелочной магмы. В этой связи, описанный тип флюоритовой минерализации, мы, вслед за Л.С. Пузановым (1980), называем флюорititами, представляющим новый тип флюорititового оруденения на Памире.

В целом, щелочной силикатный расплав, генерированный в астеносферном слое верхней мантии, был обогащен F, CO_2, H_2O, H_2S и другими летучими компонентами. При движении этого расплава по ослабленным зонам вверх к дневной поверхности происходит возрастание окислительных свойств расплава и парциального давления кислорода в системе. Это, совместно с взрывными явлениями, кипением и другими процессами, в конце концов, приводит к разделению магмы ликвационным путем на силикатный и различные солевые расплавы. Первые признаки появления солевых расплавов в силикатной магме

при температуре, превышающей 1000°С, отмечено И.П. Солововой с соавторами (1992) во включениях апатита из щелочных пород. Из силикатной магмы кристаллизуются калиевые щелочные породы, а из обособившегося преимущественно фторидного расплава – залежи флюорита.

Петролого-геохимические данные и U-Pb возраст циркона и изотопный состав Hf для образцов карбонатитов и сиенитовых порфиров из щелочно-карбонатитового Верхнедункельдыкского массива указывают, что карбонатитовые и сиенитовые порфиры пространственно и генетически связаны и имеют возраст ~11 млн лет. Зерна циркона в карбонатитах и сиенит-порфирах имеют сходную морфологию и состав, что согласуется с мантийным происхождением. На основании изотопного состава циркона Hf и геохимических данных эти иссследователи пришли к выводу, что карбонатиты Верхнедункельдыкского щелочного массива формировались в посттектонических коллизионных условиях в течение миоцена.

Таким образом, на Дункельдыкском редкоземельно-флюоритовом месторождении прослеживается связь магматического, карбонатитового и гидротермального процессов минералообразования как звеньев единого минералого-геохимического цикла.

В седьмой главе **«Рудоносность и перспективы использования карбонатитов Таджикистана»** охарактеризована рудоносность карбонатитов и перспективы их использования.

Прогнозные ресурсы плавикового шпата по 8 рудным телам в центральной части месторождения Дункельдык составляют 23753.8 тыс. т при среднем содержании фтористого кальция 20.56 %, в том числе с содержаниями: 15-20 % - 15032.5 тыс. т; более 30.1 % - 3786.7 тыс. т.

Изученные нами массивы щелочных пород и карбонатитов на современном эрозионном срезе находятся на разных позициях. Карбонатитовые проявления Памира являются менее эродированными, где сохранились верхние части колонки вертикальной зональности с элементами вулканического аппарата. Здесь на дневной поверхности широко развиты флюоритовы й, целестин-стронцианитовый и редкоземельный (паризит-бастнезитовый) минеральные комплексы.

Как было отмечено, карбонатиты Таджикистана и их рудоносность в целом исследованы недостаточно. В этой связи необходимо более детальное изучение известных и проведение поисков новых карбонатитопроявлений.

Выявление все новых и новых полезных ископаемых в связи с карбонатитовыми образованиями свидетельствует о потенциальной рудоносности и комплексности этих оригинальных природных эндогенных образований. Отсюда нет никаких оснований относить к карбонатитам какие-нибудь определенные (ограниченные) полезные компоненты. В них в промышленных концентрациях можно ожидать весь спектр полезных компонентов, тесно связанных своим происхождением с щелочно-метасоматическими процессами. Особенно перспективными в изученных карбонатитах являются такие виды минерального сырья и полезных

компонентов, как плавиковый шпат, ниобий, тантал, стронций, редкоземельные и радиоактивные элементы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными научными и практическими результатами диссертационной работы являются следующие выводы:

1. В Дараипиёзском массиве щелочных пород установлены две генерации карбонатитов и породы промежуточного состава между, собственно, карбонатитами, с одной стороны, и щелочными сиенитами, с другой, названные сиенито-карбонатитами.

2. Минеральный состав карбонатитовых проявлений Таджикистана характеризуется широким набором и разнообразием минеральных видов, разновидностей и спецификой минеральных парагенезисов, а также повышенными содержаниями урана, тория, редких земель, стронция, бария и других элементов, что является типохимическим признаком карбонатитового оруденения, который может быть использован в качестве поисково-оценочного критерия.

3. На щелочных массивах Таджикистана открыты 2 новых минерала (файзиевит, александровит), и в них впервые обнаружены и охарактеризованы такие редкие минералы, как титантарамеллит, барилит, стронциобарит и впервые на проявлениях выявлены и описаны бритолит, геденбергит, ферриалунит и молибденит.

4. Высокие уровни накопления урана, тория, редких земель, стронция, бария и других элементов (Дункельдыкский массив) являются типохимическими признаками данного типа оруденения, которые могут быть использованы для разбраковки вновь открытых или слабо изученных рудных объектов, что имеет важное значение для промышленной оценки.

5. В карбонатитах Дараи Пиёза в пониженных количествах присутствуют Zr, Nb, Ta, U, Th, Pb, Zn, Cu, Co и Cr, в повышенных – Rb и Cs, а содержания Sc, Hf, Ni и Y сопоставимы с их концентрацией в типичных кабонатитах. Сиенито-карбонатиты обогащены петрогенными элементами и Fe. Описываемые карбонатиты характеризуются пониженным суммарным содержанием РЗЭ. Но несмотря на это, для них присущи типичные для классических карбонатитов признаки: сугубо лантановый их состав (более 80% от общей суммы лантаноидов), высокие значения Σ Ce:ΣY- и La:Yb-отношений, отрицательная европиевая аномалия, а также для карбонатитов массива Дараи Пиёз характерно существенное обогащение Sr, по отношению к Ba, что является важным геохимическим индикатором карбонатитового процесса.

6. Характер наполнения и агрегатное состояние фаз минералообразующей среды в основных минералах (флюорит, кальцит) карбонатитов Таджикистана разнообразны - твердофазовые, кристаллофлюидные, кристаллогазовые и газово-жидкие. Температура формирования оруденений, установленная по данным исследований флюидных включений, колеблется в широком интервале

- 1050-450^{0}C, давление в период становления карбонатитов оценивается в 290-220 бар и ниже.

7. Термобарогеохимические исследования, связанные с изучением включений минералообразующей среды, играют важную роль для установления параметров рудообразования температуры, давления, химизма и концентрации флюидов и могут быть использованы при поиске и изучении генезиса разнообразных типов месторождений. Установление термобарогеохимических параметров способствует выяснению генетических условий формирования месторождений, а также решению прикладных геологических вопросов поисков и прогнозирования руд.

8. Выявленные флюидные включения в основных минералах карбонатитовых образованиий (флюорите, апатите, целестине, кальците) подтверждают факт образования их на позднемагматическом этапе из расслоенных силикатно-карбонатных расплавов, переходящих затем в расплав-раствор, а впоследствии, в постмагматическую стадию формирования, в существенно жидкие гидротермальные растворы.

9. Образование щелочных и связанных с ними карбонатитовых пород Таджикистана происходило в мезо-кайнозойское время (в Центральном Таджикистане - в триасе, а на Памире - в неогене), которое является одним из основных этапов образования карбонатитов земного шара.

10. По типу структуры рудных полей и месторождений карбонатитовые проявления Центрального Таджикистана следует отнести к тектоно-плутоногенным, а Памира - тектоно-вулканогенным, развитым в зонах разрывных нарушений. И карбонатиты Центрального Таджикистана, и проявления Памира относятся к кальцитовому (сёвитому) типу.

11. Карбонатиты являются важными в практическом отношении образованиями. Сформированы они в условиях различных фациях глубинности – от мезоабиссальной (3-5 км) и гипабиссальной (2-3 км) до субвулканической (до 1.5 км) и вулканической, занимают различную геолого-структурную позицию и распространены в различных регионах.

THE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES THE DSc.24/30.12.2019.GM.40.01 FOR AT THE SE "INSTITUTE OF MINERAL RESOURCES"

INSTITUTE OF GEOLOGY, EARTHQUAKE RESISTANT CONSTRUCTION AND SEISMOLOGY OF THE NAST

GAFUROV FARKHOD GIYASOVICH

MINERALOGY, GEOCHEMICAL FEATURES AND THE GENESIS OF CARBONATITE MANIFESTATIONS OF TAJIKISTAN

04.00.02 – Geology, prospecting and exploration of solid mineral deposits. Metallogeny and geochemistry

DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF SCIENCES (DSc) ON GEOLOGICAL-MINERALOGICAL SCIENCES

Tashkent – 2024

The dissertation has been prepared at at the Institute of Geology, Earthquake Resistant Construction and Seismology of the NAST.

The abstract of the dissertation is posted in three (uzbek, russian, english (summary)) languages on the website of the Scientific Council (www.mridm.uz) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser:	**Fayziyev Abdulxak Radjabovich** doctor of geological and mineralogical sciences, professor
Official opponents:	**Xalmatov Rustam Abduxatovich** doctor of geological and mineralogical sciences
	Mamarozikov Usmonjon Dovronovich doctor of geological and mineralogical sciences
	Mirkamalov Rustam Xamzayevich doctor of geological and mineralogical sciences
Leading organization:	**"Regionalgeologiya" SUE**

The defense will take place "14^{00}" 25.04 2024 at the meeting of the Scientific Council DSc.24/30.12.2019.GM.40.01 at the Institute of mineral resources (Address: 100164, Tashkent city, Olimlar street, 64. Ph.: (99871) 209-08-90; e-mail: info@mridm.uz, gpniimr@exat.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of mineral resources (is registered under No.[illegible]) (Address: 100164, Tashkent city, Olimlar street, 64. Ph.: (99871) 209-08-90).

The abstract of dissertation sent out on "04" 04 2024 y.
(Registration protocol No 14 on "11" 03 2024 y).

M.U. Isoqov
Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, doctor of geological and mineralogical sciences

S.S. Saitov
Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree, doctor of Philosophy

M.M. Pirnazarov
Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree, doctor of geological and mineralogical sciences, professor

INTRODUCTION (abstracts of DSc thesis)

The aim of research work is to study the geological, mineralogical, geochemical and genetic features of carbonatite formation and associated mineralization on the territory of Central Tajikistan and the Eastern Pamirs.

Object of research is the carbonatite manifestations of the Dunkeldyk (Eastern Pamir) and Daraipiez (Central Tajikistan) massifs of alkaline rocks.

The scientific novelty of the study is as follows:

two generations of carbonatites and rocks of intermediate composition have been established, represented, in fact, by carbonatites, on the one hand, and alkaline syenites, on the other, called syenite-carbonatites;

For the first time, the geological, mineralogical and geochemical features of carbonatite manifestations of Tajikistan have been studied;

Two new minerals were discovered (Fayzievich, Alexandrovich) and for the first time such rare minerals as titantaramellite, barilite, stronciobarite, britolite, hedenbergite and molybdenum were discovered and characterized in alkaline massifs;

thermobaric conditions of carbonatite formation have been revealed and a new magmatogenic type of fluorite mineralization in Tajikistan, fluorites, has been studied in detail;

new data on the genesis of carbonatites have been obtained and practical recommendations on the integrated use of ores of carbonatite manifestations have been made.

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results of the study of carbonatites of Tajikistan:

The clarification of the geological conditions and patterns of the placement of carbonatite mineralization, the results of studies of the thermobarogeochemical conditions of their formation and the specifics of mineral parageneses have been introduced into the practice of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan (certificate of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan dated 05.12.23, No. 06). The results are used as criteria for searching and forecasting in the production of GSU to clarify the genesis and ore content of promising areas;

a wide range and diversity of mineral species, varieties and specifics of mineral parageneses of carbonatite manifestations have been introduced into the practice of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan (certificate of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan dated 05.12.23, No.06). The results are used as geological criteria in the search and exploration of promising areas;

The established elevated concentrations of rare, radioactive elements, strontium, barium and other elements have been introduced into the practice of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan (certificate of the Main Department of Geology under the Government of the Republic of Tajikistan dated 05.12.23, No.06). The results are a biochemical feature of carbonatite mineralization, which is used in the production of GSU under the Government of the Republic of Tajikistan for the dismantling of newly discovered or poorly studied ore objects.

Structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, seven chapters, a conclusion, literature used. The volume of the dissertation is 221 pages including 20 tables, 40 figures.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

Монографиялар

1. Гафуров Ф.Г., Файзиев А.Р., Шарипов Б.Н. Минералогия геохимические особенности Дараипиёзского массива щелочных пород (Центральный Таджикистан /Монография. Изд-во «Дониш», Душанбе, 2023. - 140 с.

Мақолалар:

2.Гафуров Ф.Г. К проблеме генезиса карбонатитов /Доклады АН РТ, т.XLVII, №7-8, Душанбе, 2004, - С. 25-31.

3. Файзиев А.Р., Гафуров Ф.Г., Файзиев Ф.А. Редкие земли в кальцитах Дараипиёзского щелочного массива (Центральный Таджикистан) /Доклады АН РТ, том 50, №8, Душанбе, 2007, -С. 707- 710

4. Гафуров Ф.Г. К истории изучения карбонатитовых проявлений Таджикистана. /Изв. АН РТ, отд. физ.-мат., химических, геологических и технических наук, № 4 (133), Душанбе, 2008, -С. 76-79.

5. Файзиев А.Р., Гафуров Ф.Г. Минералогические исследования в Таджикистане /Горный журнал, №8, Москва, 2009, -С.76-78.

6.Файзиев А.Р., Гафуров Ф.Г. Карбонатиты – перспективный тип оруденения /Горный журнал, №8, Москва, 2009, -С. 31-34.

7. Faiziev A.R., Gafurov F.G. Trace Elements in Calcite from the Darai Piez Alkaline Massif, Central Tajikistan /published in Geokhimiya, 2010, Vol. 48, No. 12, pp. 1339-1344.

8.Faiziev A.R., Gafurov F.G., and Sharipov B.N. Carbonatites of the Dara-i-Pioz Alkaline Massif, Central Tajikistan, and their Compositional Features /published in Geokhimiya, 2010, Vol. 48, No. 11, pp. 1154-1168.

9. Гафуров Ф.Г. О монаците редкоземельно-флюоритового месторождения Дункельдык (Юго-Восточный Памир) / Вестник филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе, серия естественных наук. Том 1, №3(33), Душанбе, 2023, -С. 76-82.

10. Гафуров Ф.Г., Баходурова О.Р. К проблеме карбонатитопроявлениях Таджикистана / Вестник филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе, серия естественных наук. Том 1, №3(33), Душанбе, 2023, -С. 83-89.

11. Гафуров Ф.Г. К истории исследования карбонатитовых проявлений Таджикистана / Наука и инновация, Таджикский национальный университет, серия геологических и технических наук. №2. Душанбе, 2023, -С. 104-107.

12. Гафуров Ф.Г. О стронциобарите и геденбергите – как первых находках из Дункельдыкского редкоземельно-флюоритового месторождения

(Восточный Памир) / Вестник Университета геологических наук, Ташкент, 2023, -С. 75-79.

13. Гафуров Ф.Г. О карбонатитовых проявлениях Таджикистана / Известия НАНТ, отд. физ. мат. хим. и техн. наук, №3 (192), 2023 г. -С. 112-117.

II бўлим (II часть; part II)

14. Паутов Л.А., Карпенко Ю.В., Гафуров Ф.Г. Находка барилита на Дараи-Пиёзском массиве /Материалы республиканской конференции посвященной 70-летию со дня рождения чл.-корр. АН РТ, профессора А.Р. Файзиева (15 марта 2008г) «Геология, генезис и закономерности размещения месторождений полезных ископаемых». Душанбе, 2008. –С. 13-22.

15.Файзиев А.Р., Гафуров Ф.Г. Уран и торий в карбонатитах Туркестано-Алайской горной области /Материалы республиканской конференции, посвященной 1310-летию Имом Аъзама. Душанбе, 2009. –С. 95-97.

16. Гафуров Ф.Г., Файзиев А.Р. Sr/Ba отношения в карбонатитах Дарапиёзского массива (Центральный Таджикистан) /Материалы республиканской конференции, посвященной 1310-летию Имом Аъзама. Душанбе, 2009. –С. 98-100.

17. Gafurov F.G., Ospanova N.K. Modern science: theoretical and practical view (Materials of VI international scientific conference, Madrid, Spain, 15-16.03/2023). Madrid, Spain. P.13-18.

18. Гафуров Ф.Г. Геологическая позиция флюоритоносных карбонатитов / Наука и инновации: Актуалные вопросы теории и практики. Сборник статей международной научно-практической конференции, состоявшейся 23 января 2024г. в г. Пенза (Россия), 2024, -С. 9-11.