


Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ «Інститут геології»
Кафедра мінералогії, геохімії та петрографії


Кваліфікаційна робота магістра

Магістр наук про Землю за освітньою програмою «Геохімія і мінералогія (Geochemistry and Mineralogy)»
«Гемологія» (Gemology) (кваліфікація 3417 – «Фахівець з коштовного каміння – гемолог»).

Тема: « "Червоні Яшмоїди Аргентинських островів (ахіпеллаг Вільгельма Західної Антарктики)"

Виконала студентка 2 – курсу
магістратури кафедри мінералогії геохімії та петрографії
 Крижановська Анастасія Романівна

Науковий керівник:

 (Професор. Митрохин Олександр Валерійович

Протокол 10 від 18 травня

Київ 2023

Зміст

Зміст.	2
Вступ.	3
Загальна частина.	5
Розділ 1. Фізико-географічний нарис та історія досліджень.	5
Розділ 2. Особливості геологічної будови досліджуваної території.	7
2.1. Пізньо-палеозойський комплекс.	7
2.2. Мезозойський вулканогенний комплекс.	8
2.3. Мезо-ранньокайнозойський інтрузивний комплекс.	10
2.4. Третичні породи.	12
2.5. Геологічна історія Берега Грехема.	12
Спеціальна частина.	14
Розділ 3. Фактичний матеріал та методи дослідження.	14
Розділ 4. Умови залягання досліджуваних яшмоїдів.	16
Розділ 5. Мінералого-петрографічні особливості досліджуваних яшмоїдів	18
Висновки.	33
Список використаних джерел.	34

Вступ

В районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський» давно відомі невеликі прояви червоних яшмовидних порід. Про них можна почути від багатьох досвідчених полярників. Розрізнені зразки червоних яшмоїдів зберігаються на станції, а також демонструються у геологічному музеї ННІ «Інститут геології». Але у науковій літературі є лише одна стисла згадка про знахідку таких яшмоїдів у вулканітах островів Уругвай та Ялур, яка міститься у тезах доповіді Митрохіна та Бахмутова (2017). Петрографічні дослідження цих цікавих гірських порід досі ніким не виконувалися.

Під час геологічної зйомки, що тривала в рамках Державної цільової науково-технічної програми досліджень у Антарктиці у 2017, 2019-20 рр., професор кафедри мінералогії, геохімії та петрографії Митрохіним О.В. обстежив та описав три прояви червоних яшмоїдів. Його польові описи та відібрані зразки лягли в основу даної магістерської роботи.

Метою магістерської роботи було визначення мінералого-петрографічних особливостей яшмоїдів Аргентинських островів для з'ясування їх походження.

Об'єктом дослідження були 6 зразків, які включали яшмоїди, а також вмісні вулканічні породи з островів Ялур, Уругвай та Вінтер.

Предмет дослідження – мінеральний склад та структурно-текстурні особливості наданих зразків.

Після макроскопічного опису зразків з них було виготовлено 2 прозорих та 4 прозоро-полірованих шліфи. Для досліджень використовувались методи оптичної та електронної мікроскопії, а також електронно-мікронзондовий аналіз. Виготовлення препаратів та їх подальші дослідження виконувались за безпосередньої участі автора магістерської роботи.

Загальна частина

Розділ 1. Фізико-географічний нарис та історія досліджень

Для написання даного розділу були використані публікації учасника 1-ї Української антарктичної експедиції В.Бахмутова, а також матеріали британських геологів, які здійснювали дослідження у цьому регіоні у 60-70-х роках минулого сторіччя (Бахмутов, 1998; Elliot, 1964; Curtis, 1966)

Короткий історичний огляд

Територіально розглянутий регіон у західній частині Антарктичного півострова відноситься до Берега Грехема (Graham Coast), розташованого між $66^{\circ} 15'$ і $65^{\circ} 00'$ півд.ш., який обмежує із заходу Землю Грехема (Graham Land), що представляє антиклінорну зону в осьовій частині півострова. Арх. Аргентинські острови розташовані в синклінорній зоні західної частини регіону, яка простягається далі на захід, переважно на шельф моря Беллінсгаузена, і охоплює територію між 68° і 63° пд. ш. Протяжність Берега Грехема в меридіональному напрямку становить близько 160 км, нижче буде розглянуто лише фрагмент, обмежений $65^{\circ}35'$ пд. ш.. Для цієї частини півострова характерна берегова лінія, порізана серією широких заток глибиною до 15 км, на основі яких розташовані великі похідні льодовики. Висота гірських піків і хребтів уздовж узбережжя досягає 1000 м, висота плато, західний край якого розташований у 10-30 км у глиб материка і, як правило, чітко обмежений у рельєфі, в середньому становить 1700-2000 м. На відстані від 1 до 5-7 км вздовж узбережжя материка розташовані групи островів, найбільші з яких покриті багаторічними льодовиковими шапками. Відносно хороша в літній період оголеність порід, що складають острови, а також вільні від снігу та льоду стіни висотою до кількох сотень метрів, які характерні для берегової лінії цього району, дають можливість досліджувати геологію району на основі фактичного кам'яного матеріалу.

Початкові спостереження у цьому регіоні відносяться до першої половини XIX ст., коли експедиція під керівництвом Біско (John Biscoe) під час пересування вздовж західної частини півострова досягла південної частини о. Аделаїда (Adelaide) у лютому 1832 р. У 1874 р. експедиція під супроводом Даллмана (E. Dallman) відкрила прол. Бісмарка (Bismark Strait) та ряд островів у північній частині Берега Грехема, зокрема, острови Ховгард (Hovgaard), Бооз (Booth) та Пітерман (Petermann). У 1893 р. шхуна під командуванням норвежця Евенсена (C. J. Evensen) протягом кількох днів просувалась на південь між о. Біско та материком. Першою науковою експедицією, що працювала в цьому районі в 1897-1899 рр., була Бельгійська антарктична експедиція під керівництвом Герлаха (Adrien de Gerlache). І лише на початку нинішнього століття після першої експедиції

Шарко (Charcot) у 1905-1905 рр. (наступна експедиція відбулася у 1908-1910 рр.), вперше згадується група островів, названа архіпелагом Аргентинські острови на знак вдячності уряду Аргентини за підтримку та допомогу у проведенні експедиції. У цих же експедиціях Гордоном (В. Gourdon) було проведено перші геологічні спостереження, відібрано колекції зразків гірських порід, описано основні магматичні комплекси та складено першу геологічну карту району прол. Пенола (Penola Strait) – канал Лемер (Lemaire Channel). Пізніше, 1913 р., Фергюсоном (D. Ferguson) і 1929 р. Холтедахлом (O. Holtedah) геологічні дослідження проводилися північніше, у районі о. Анверс (Anvers) та Берега Данко (Danco Coast). І лише в 1934 р. під час Британської експедиції на Землю Грехема (Graham Land), коли була заснована станція на Аргентинських островах, геологічні дослідження були продовжені Флемінгом (W. L. S. Fleming). В результаті цих робіт розчленовано основні комплекси порід, що складають Берег Грехема, складено геологічні карти-схеми островів та прилеглої частини півострова, описано низку великих меридіональних розломів, зокрема, долина прол. Лемер. Виявлення розломів великої амплітуди в частині, що примикає до узбережжя, свідчило про приуроченість льодовикових долин та заток до системи розломів у крайовій зоні основної області підняття. На основі петрографічного вивчення колекції зразків гірських порід, відібраних під час Британської експедиції на Землю Грехема (1934-1937 рр.), і навіть сезонних робіт, проведених Службою Фолклендських островів (Falkland Islands Dependencie Survey, пізніше перейменованої на Британську антарктичну службу - БАС), було проведено розчленування вулканітів і гіпабісальних порід, і також численних дайок, що січуть ці породи. Це дозволило скласти загальне уявлення про історію геологічного розвитку регіону, про що сказано нижче. Але лише після обладнання станції на о. Галіндез (Galindez) у 1954 р. з'явилася можливість проведення детальних робіт з геологічної зйомки району, яка виконувалася британськими геологами наприкінці 50-х років.

Розділ 2. Особливості геологічної будови досліджуваної території

Геології Антарктичного півострова та Аргентинських островів присвячені публікації (Бахмутов, 1998; Грикуров, 1973; Митрохин та Бахмотов, 2019; Elliot, 1964; Curtis, 1966). Узагальнення цих публікацій дозволило нам охарактеризувати особливості геологічної будови досліджуваної території.

На Антарктичному півострові та прилеглих до нього островах встановлюється чотири головні піки осадконакопичення та вулканічної діяльності, відображені у формуванні стратифікованих товщ значної потужності та регіонального поширення (Грикуров, 1973). Пізньодокембрійському циклу відповідає серія Скоша, що поєднує вендські відкладення, і (імовірно, більш давні утворення рифея) переважно верхнього. Середньо-, пізньопалеозойському циклу відповідають серії Кеніон і Трініті, які швидше за все відповідають віковому інтервалу карбон - перм. Пізнемезозойський цикл відбився у формуванні кількох літологічно відокремлених товщ, що виділяються у вигляді наступних серій: Латіді (юра), Оскар (середня юра - нижня крейда), Фоссил - Блафф (нижня крейда), Принс-Густа нерозчленована верхня крейда) і Сноу-Хілл-Айленд (верхній сенон, переважно кампанський ярус). Пізньокайнозойський цикл представлений переважно вулканогенними товщами серії Джеймс-Росс-Айленд, формування яких почалося в міоцен і триває досі. Відповідно до (Curtis, 1966), найдавнішому породами в районі Берега Грехема є слабометаморфізовані алевритові сланці та грауваки. Ці відкладення відносяться до серії Трініті та січуться інтрузивами Андської серії. Відкладення верхньоюрської вулканогенної групи, представлені ефузійними та пірокластичними породами, що різною мірою схильні до локального метаморфізму та гідротермальних змін, становлять велику стратиграфічну одиницю Берега Грехема. Більш молоді граніти та габро Андської інтрузивної серії поширені в основному в західній частині острівних систем, що простягаються вздовж узбережжя півострова. Розглянемо основні різновиди порід, що становлять перелічені вище комплекси району досліджень.

2.1 Пізньопалеозойський комплекс

Найдавнішими породами в західній частині Землі Грехема, до якої належить узбережжя – Берег Грехема – та прилеглі острови, є відкладення серії Трініті. До них відносяться теригенні (піщано-сланцеві) товщі, що складають більшу частину палеозойського розрізу Антарктичного півострова. Передбачається, що їхнє формування тривало протягом пізньокам'яновугільної доби пермського і, можливо, тріасового періодів. На окремих ділянках безпосередньо закартовано кутову незгоду між серією Трініті та юрськими товщами (Грикуров, 1973).

У досліджуваному районі породи серії Трініті представлені глинистими сланцями, які становлять західну частину о. Лахіл (Lahille Island) і оголюються в південній частині зал. Біскочеа (Beascochea Bay), 0,3 км на південний схід від о. Кінг (King Island). Тут вони були описані під час Британської експедиції на Землю Грехема 1934-1937 рр., а пізніше в 60-х роках, були описані оголення західної частини о. Лахіл. Це найпівденніші виходи вказаної серії, виявлені у західній частині Землі Грехема.

2.2 Мезозойський вулканогенний комплекс

Відкладення серії Оскар у літературі відомі як «відкладення верхньоюрської вулканічної групи» та як «вулканічна група Антарктичного півострова». Ця серія також називається як «мезозойський вулканогенний комплекс» (у віковій межі Юра - нижня крейда), а також як верхньоюрський вулканічний епізод (Грикуров, 1973).

Такі вузькі вікові інтервали для потужних і надзвичайно широко розвинених у межах території товщ навряд чи правомірно поширювати на весь регіон Антарктичного півострова. Нижня вікова межа цієї серії визначається залишками середньоюрської флори у її базальних шарах. У літературі згадуються також верхнерські органічні залишки, зустрінуті на ряді ділянок в осадових прошарках серед вулканогенних товщ. За геохронологічними даними нижня вікова межа вулканізму має бути опущена, принаймні, до середньої юри; Існують поодинокі К-Аг датування лав основного складу близько 160-190 млн. років, що вказують на ранньоюрську вулканічну активність. Верхня вікова межа серії Оскар встановлюється за часом прориву її інтрузіями з ізотопними датуваннями близько 100-110 млн. років (Грикуров, 1973). Таким чином, формування аналізованого вулканічного комплексу охоплює значну частину мезозою і тривало близько 100 млн. років.

Є припущення, що формування відбувалося протягом чотирьох вулканічних циклів, у кожному з яких послідовно виявлялося виверження основних, середніх та кислих лав (і викиди відповідних туфів).

Пополу та каналу Лемер, цієї групи мають повсюдне поширення вздовж прол. Пінола і канада Лемер, а також на прилеглих островах, представлені лавами андезитів, дацитів і пірокластичними породами потужністю понад 1000 м (район м. Скотт - Scott Mount). У межах арх. Аргентинські о-ви ці породи складають його східну частину.

Потужна товща їх розкривається протягом понад 1,5 км вздовж прол. Пенола між контрфорсом Дусеберга (Duseberg Buttress) та зал. Джіард (Girard Bay). Породи зім'яті в асиметричну синкліналь із віссю північно-західного - південно-східного простягання, і за 0,8 км на північ від контрфорсу Дусеберга прорвані діоритами. Нижня частина толі складена андезитовими лавами з рідкими прошарками туфів, а верхня частина представлена

виключно туфами. Якщо перейти до опису розташування різниць порід, то андезити розкриваються;

у районі м. Клос (Cape Cloos) (до десяти окремих потоків потужністю близько 40 м);

- у східній частині о. Бооз (Booth Island) (два оголення):

– на південній стороні м. Перес (Cape Perez) – вертикальна стіна висотою близько 500 м.

Основні виходи пірокластичних порід такі:

- Найповніший розріз - в районі прол. Пенола, навпаки, о. Ховгард (Hovgaard Island), де їхня сумарна потужність становить близько 1000 м (перекривають нижчележачі андезити);

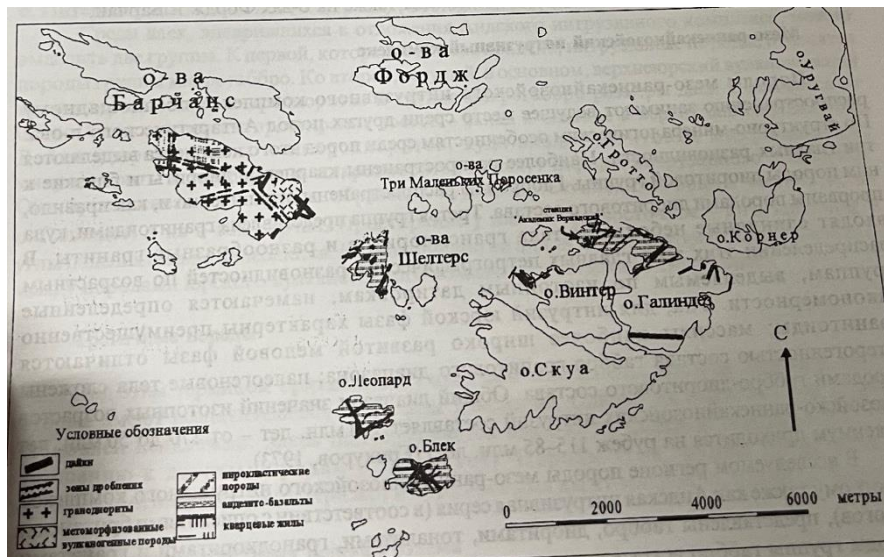
а - східна частина о. Бооз і прибережне узбережжя прилеглого до нього Берега Грехема

(протягом 0,8 км на північ від м. Клос уздовж каналу Лемер).

При описі порід верхньоюрської вулканічної групи у районі арх.

Аргентинські о-ви можна виділити чотири різниці порід(представлено на малюнку), які представлені від більш давніх до молодших відповідно до хронології (Elliot, 1964):

- андезит-трахітами
- порфіровими андезитами
- кристалічними дацитовими туфами,
- Дацитовою брекчією.



Мал.1. Геологічна схема території арх. Аргентинські о-ви, які були обстежені в літній польовий сезон Другої української морської антарктичної експедиції

Андези-трахіти мають забарвлення від сірих до чорних та візуально характеризуються присутністю в них кристалів вторинного піриту та епідоту. Вони розкриваються у ряді оголень на о-вах Грі Маленьких Поросят (Three Little Pigs) і Грото (Grotto).

Порфірові андезити відрізняються від андезі-трахітів або структурою, або вищим ступенем зміни епідоту, а часто обома цими ознаками. У групі Аргентинських островів вони поширені повсюдно. Дацитові туфи поширені, переважно, у північно-східній частині архіпелагу на островах Ірізар (Irizar) і Уругвай (Uruguay). Дацитові брекчії повсюдно поширені на о-вах Уругвай та Ірізар, а також на о. Корнер (Corner). Видимі включення уламків дацитів досягають 3-5 см, але найчастіше вони менші. Колір фрагментів різний, і вони легко розпізнаються в породі, причому виділяються два типи – андезитовий та туфовий.

Визначити загальну потужність порід верхньоюрської вулканічної групи, як і окремих лавових потоків або пірокластичних товщ, неможливо через погану оголеність. У багатьох місцях породи січуться дайками переважно північно-східного - південно-західного простягання. Зона контакту вулканогенних порід з породами мезозойсько - ранньокайнозойського інтрузивного комплексу (Андська інтрузивна серія) проходить в районі островів Шелтер (Shelter): Три Маленькі Поросяти, Індикатор (Indicator), Гротто і далі, північніше о. Уругвай. Ймовірно, зона контакту досягає по ширині 1000 м. Виходи метаморфізованих вулканогенних порід зустрічаються в північно-східній частині о-в Барчан (Barchan), східній частині о. Фордж (Forge) та північної частини островів Шелтер (Shelter). Вони також візуально виявляються метасоматичні зміни (заміщення біотиту хлоритом).

Як згадувалося, породи верхньоюрської вулканічної групи січуться дайками, представленими, переважно, мікродіоритом. Їх потужність досягає 5 м, і спостерігаються вони переважно на о-вах Вінтер і Скуа. На о. Вінтер їхнє падіння близько до вертикального, на о. Скуа - кут падіння зазвичай становить близько 50° - 55° . Простягання загалом витримано у північно-східному - південно-західному напрямку. Дайки метаморфізованих мікродіоритів простежені також на островах Фордж і Барчан.

2.3 Мезо-ранньокайнозойський інтрузивний комплекс

Породи мезо-ранньокайнозойського інтрузивного комплексу з площинного поширення займають вагоме місце серед інших порід Антарктичного півострова.

За структурно-мінералогічними особливостями серед порід цього комплексу виділяються три головні різновиди. Найбільш поширені кварцові діорити та близькі до них породи діоритової групи. Габроїди поширені обмежено і, як правило, прорвані породами діоритового складу. Третя група представлена гранітоїдами, куди входять поодинокі невеликі тіла гранодіоритів та різноманітні граніти. У розподілі цих трьох основних петрографічних різновидів за віковими групами, що виділяються за ізотопними датуваннями,

спостерігаються певні закономірності. Так, для інтрузій юрської фази характерні переважно гранітоїди; масиви найбільш широко розвиненої крейдової фази відрізняються гетерогенністю складу габро-гранітового діапазону; палеогенові тіла складені породами габро-діоритового складу. Загальний діапазон значень ізотопного віку мезозойсько-раннекайнозойських інтрузій становить 120 млн. років - від 170 до 50 млн. років (максимум припадає на рубіж 115-85 млн. років) (Грикуров, 1973).

У досліджуваному регіоні породи мезо-ранньокайнозойського інтрузивного комплексу, відомому також як Андська інтрузивна серія (відповідно до описів британських геологів), представлені габро, діоритами, тоналітами, гранодіоритами та гранітами.

Породи групи габро розкриваються повсюдно у системі островів, що простягається вздовж Берега Грехема. Виходи олівінового габро відзначені в районі м. Туксен (Саре Тих) та у західній частині о. Ховгард. Нормальні габро оголюються на східному березі о. Ховгард (протягом 1,2 км, починаючи від північного краю острова).

роговообманкове габро складає всю західну частину м. Туксен (протягом близько 0,8 км). Тут виділяються породи двох типів: роговообманкові габро та змінені олівінові габро. Крім того, тут чітко виражений контакт габро з породами верхньоярської вулканічної групи; ніде більше на околицях він не простежується.

Роговообманкове габро складає північно-західну частину о. Пітерман, де також простежені гранодіорити пізньої стадії. За 0,8 км на північ від контрфорсу Дусеберга на поверхню виходять діорити, які січуть породи верхньоярської вулканогенної групи. Діоритами складено західну частину о. Лахіл. Виходи тоналітів простежуються на західному узбережжі о. Бооз, у північно-східній частині о. Ховгард, о. Пліно (Pleneau Island), у східній частині о. Пітерман. Крім того, тоналітами складено розташовані на захід групі дрібних островів. Візуально від тоналітів майже не відрізняються гранодіорити, які виходять у тих самих місцях, що й тоналіти. Винятково можна виділити виходи гранодіоритів у районі зал. Біскочеа, які дещо відрізняються від гранодіоритів та тоналітів вищезгаданих місць, насамперед більш крупнозернистою структурою. Велико-і середньозернисті гранітоїди зустрічаються в досліджуваному районі досить рідко. На околицях м. Расмуссена (Rasmussen) вони січуть породи верхньоярської вулканогенної групи. Є окремі виходи гранітів й у південніших районах, наприклад о. Кінг у південній частині заливу. Біскочеа. У межах Аргентинських островів породи Андської інтрузивної серії складають західну частину архіпелагу і простежуються на островах Барчан, Фордж і Анаграм (Апагат Islands). Серед порід поширені переважно габро та гранодіорити. Габро-норити і тоналіти розкриваються тільки на островах Анаграм, де також можна простежити кордон між ними, а гранодіорити, в основному, на островах Барчан і Фордж. У межах останніх можна простежити контакт між гранодіоритами та породами юрського вулканогенного комплексу, але він нечітко виражений.

Ряд геохронологічних визначень віку порід цієї серії калій-аргоновим та рубідій-стронцієвим методами дає вік від 93 (гранодіорити західної частини о. Пітерман) до 57 млн. років (о. Барчан).

Серед дайок, що впровадилися у відкладення Андського інтрузивного комплексу, можна назвати дві групи. До першої, яка січе, як правило, інтрузивні породи, відносяться породи групи мікрогабро. До другої, що січе, в основному, верхньоюрський вулканічний комплекс, відносяться мікродіорити. У групі мікрогабро розміри дайок коливаються від 0,3 до 1,2 м, вони мають простягання схід - захід і близьке до вертикального падіння. Дайки другої групи - мікродіорити, куди входять автитові мікродіорити, мікродіорити та порфірові мікродіорити, не січуть породи інтрузивного комплексу.

Вони простежуються головним чином у групі Аргентинських островів (зокрема, на о. Галіндез) і на островах Барчан. Простирання у них північно-східне - південно-західне, а кути падіння сильно коливаються. Не виявлено жодної дайки, яка б сікла контакт між породами юрського вулканогенного комплексу та Андськими інтрузіями.

2.4. Третичні породи

Під цим терміном британськими геологами об'єднані лавові потоки та дайки, які мають незначні вторинні зміни. Проте їхній кайнозойський вік встановлено не достовірно. Тут підкреслюється саме їх молодший вік стосовно іншим породам (Elliot, 1964). Породи цієї групи представлені порфіровими андезитами (о. Ірізар) та порфіровими авгіт-мікродіоритами (о. Барчан).

2.5. Геологічна історія Берега Грехема

Найдавнішими породами, виявленими в межах Берега Грехема, є теригенні (алевро-сланцеві) товщі, виявлені у східній частині о. Лахілл та на півдні зал. Біскочеа. Ці осадки відклалися у глибоководних умовах. Вони корелюють з серією Трініті, вік котрої оцінюється як кам'яновугільний. Відкладення випробували регіональний метаморфізм низького ступеня, ймовірно, внаслідок пізньопалеозойських рухів, і слабкий термічний метаморфізм, пов'язаний з впровадженням Андських інтрузій.

Відсутність пермських, тріасових і нижньосередньоюрських порід у районі Берега Грехема свідчить, очевидно, що пізньопалеозойські тектонічні рухи призвели до підняття території, і породи були еродовані аж до верхньої юри. У верхній юрі почалися активні вулканічні процеси, в результаті яких накопичилися водні товщі андезитових лав і перекриває (або чергуються з ними) пірокластичного матеріалу. Уздовж прол. Пенола на узбережжі розкривається близько 300 м андезитів і близько 1200 м туфів, що їх перекривають. Велика кількість прошарків пірокластичних порід та

присутність конгломератів (вулканіти) вказують, що пірокластичний матеріал відкладався у водних умовах поблизу берегової лінії.

Верхня вікова межа цієї серії не встановлена.

Приблизно в цей же час протягом мезозою, а може, й пізніше, породи Андської інтрузивної серії, представлені, в основному, гранодіоритами і габро (останні більш раннього віку), проривали породи вулканічної вулканічної групи.

Немає можливості визначити верхній вік магматичної активності у районі Землі Грехема загалом. Було зроблено порівняння комплексів порід з Андськими батолітами Південної Америки. При такій кореляції (Curtis, 1966) породи Андської інтрузивної серії на Березі Грехема мають верхньо-мезозойський вік, а їх інтрузивна діяльність обмежена кайнозоєм.

Епейрогенічні рухи протягом кайнозою з'явилися результатом значного підняття Землі Грехема і Антарктичного півострова в цілому. Великі розломи вздовж західного та східного узбережжя Антарктичного півострова пов'язані з підняттям території, а верхній вік основних рухів оцінюється як пліоценовий. Слід підкреслити, що для з'ясування історії геологічного розвитку району необхідне залучення інформації з історії розвитку великих структур американського регіону, зокрема Кордильєр, у пліоцен - четвертинний час.

Спеціальна частина

Розділ 3. Фактичний матеріал та методи дослідження

Первинний фактичний матеріал для виконання досліджень був наданий професором кафедри мінералогії, геохімії та петрографії Митрохином О.В. Він включав польові щоденники №7 (2017 р), №8(2019-20 рр), а також 6-ть зразків гірських порід, які включали яшмоїди, а також вмісні вулканічні породи з островів Ялур, Уругвай та Вінтер.

Першим етапом досліджень було виготовлення препаратів для роботи під поляризаційним та електронним мікроскопами. За участю автора магістерської роботи було виготовлено 2 прозорих та 4 прозоро-полірованих шліфи. У подальшому дослідженні використовували методи оптичної та електронної мікроскопії

Оптична мікроскопія використовувалася для вивчення структурно-текстурних особливостей яшмоїдів та ідентифікації прозорих мінералів. Цей метод дослідження дозволяє детально аналізувати морфологію, структуру, кольори, оптичні властивості, такі як подвійне променезаломлення, поляризація, поглинання, розсіювання світла, та інші властивості мінералів. Для досліджень використовувалися як прозорі так і прозоро-поліровані шліфи, які вивчалися у прохідному світлі за допомогою поляризаційного мікроскопу ПОЛАМ РП-1. Усі дослідження на поляризаційному мікроскопі були виконані безпосередньо автором магістерської роботи під керівництвом Митрохіна О.В.

Електронна мікроскопія та мікрозондовий аналіз використовувалися для виявлення та ідентифікації тих мінералів, які не вдалося ідентифікувати оптичними методами. Прозоро-поліровані шліфи досліджувалися на растровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі РЕММА-202-М. Перед дослідженням шліфи були напилені графітом. Дослідження виконувалося Митрохином О.В. за участі автора магістерської роботи.

Розділ 4. Умови залягання досліджуваних яшмоїдів.

Інформацію про умови залягання яшмоїдів та їх вміщуючи порід було запозичено з польових щоденників (рукописів) Митрохіна О.В. Зокрема, з Польового щоденника № 7, 2017 р. та Польового щоденника №8, 2019-2020. Петрографічні назви гірських порід було уточнено відповідно до визначених автором цієї магістерської роботи.

Точка спостереження 268

GPS-948; 65°13,908'S ; 64°13, 277'W

О. Уругвай північно-західне узбережжя .

Невелика ділянка берегового обриву ступінчасте підвищення від рівню води в сторону головної вершини обриву. Оголені сірі порфірові андезити з такситовою текстурою, характеризується включеннями олігофірових андезитів, відрізняються від основної маси більш темним забарвленням і меншою кількістю крапельок плагіоклазу . Андезити перетинаються невеликими жилоподібними тілами складеними світло-сірою афанітовою породою , скоріш за все дацитом . Дацит місцями проявляє флюїдальну текстуру . Потужність жил 3-12 см, границі різкі січені по відношенню до такситових включень в андезитах. Приконтатні виміри не визначаються.

20-268А-1 туф вулканічний попеловий (літокластичний)

Точка спостереження 245А



Мал.2. 245А-а - Загальний вигляд відслонення вулканогенних порід на острові Вінтер (фото Митрохіна О.В)

GPS-844 65°14,870's 64°15,564' W

О. Вінтер , північне узбережжя . На березі невеликої бухти в пресивно-аливній зоні спостерігається 1,5-2 м низький вихід андезита з проявленнями червоного яшмоїда. Останній утворює не правильні прожилкові тіла з роздувами розміром 10-15 см . З яшмоїдами асоціюється кристалічні вкраплення епідота і пірита . Андезити на цьому та на сусідніх виходах показують такситову текстуру , завдяки включенням 10-20 см , скошених сильно змінених зелених андезитів . В 25 м до Південно -Східного напрямку від проявлення яшмоїда андезити інтерпритуються нахиленою дайкою зміненим мікродіоритом. Потужність дайки 1,15м Анр 140А Анд230<50. Мікродіорит має характерну для змінених порід зеленувате забарвлення . Варіації її інтенсивності надають дайці зональну будову , с смугами різного забарвлення товщиною 2-4 см, орієнтованими паралельно . Також орієнтуються невеликі 1-1,5 см лінзовидні вкраплення епідоту (?), проявляють флюїдальну текстуру вміщуючого мікродіорита . Контакти у деяких різкі та зонами складеними темною афанітовою породою . Мікродіорит перетинається прожилками епідота.

20-245А-1- червоний яшмоїд утворює прожилок в андезиті

Точка спостереження 187А

GPS-704 65° 14'39.3"S 64°9'20,4"W

Другий по величині з групи Ялур, умовно називається Ялур південний. Західне узбережжя острова скошене виходи згладжені морською абразією. Висота виходів коливається від 2-3 до 5-6 м. Загальна протяжність не менше 50 м. На побережжі невелика бухта. Оголені тонкошарові вілканічні породи попередньо забарвлені як дацити . Забарвлення порід зеленувате прошарки шириною 3-4 до 10 мм відрізняються інтенсивністю забарвлення . Границі між складками хвилясті . Самі складки зазвичай не дуже протяжні - лінзовидно виклинюються . Шаруватість підкреслюється орієнтацією вторинних пустот . Шаруватість зазвичай нахилена з Анр 245 Анз 155<75. На одній ділянці вхрест Спайності розвиваються не правильно звивисті жили складені сірим брекчійовидним кварцем , вміщує вкрапленики пірита , а також нерівномірно розподілені скупчення гематиту. На ділянці максимального розвитку гематиту маємо яскраво - червону яшмовидну породу - яшмоїд . Окрім брекчійової тонкі мінералізовані жили в них не правильні пустоти ,надають породі характерну для деяких метасамотитів ноздрювату текстуру . На деяких ділянках спостерігається також не правильні смугасті мінеральні агрегати , які вклинюються в жили.

Зразок 19-187А-1 дацит тонкошаруватий

Зразок 19-187А-4 – яшмоїд, залягає в вулканічних породах(дацит)



Мал.3. 187А-а - загальний вигляд відслонення вулканогенних порід на острові Ялур (фото Митрохина О.В)



Мал.4. 187А-в - вулканогенні породи, які уміщують яшмоїди о.Ялур (фото Митрохина О.В)



**Мал.5. 187А – с – досліджуваний прояв
яшмоїдів о.Ялур(фото Митрохин О.В).**

Точка спостереження 24А

GPS-233 65°13'57,7"S 64°13'27,9"W

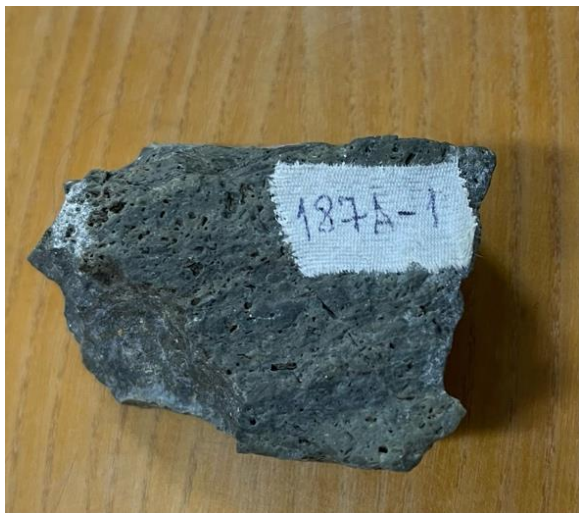
Острів Уругвай .

Острів Уругвай північна окраїна, привершинна частина . Серед літокластичних андезитових туфів автор зустрів невелике жилоподібне тіло яшмоїд червоного кольору . Міцність жили 6 см , протяжність 3 м, далі йде під сніг . Протягання жили по Аз 80.

17-24А-1- яшмоїд червоного кольору скоріш за все забарвлений туф.

Розділ 5. Мінералого-петрографічні особливості досліджуваних яшмоїдів.

Зразок 19-187А-1 Вміщуюча порода 19-187А-4 Дацит тонкошаруватий



Мал.6. Загальний вигляд.



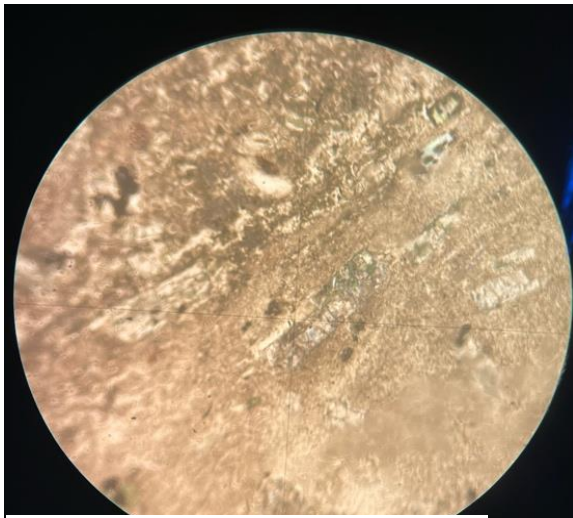
Мал.7. Шаруватість на зрізі

Смугастість через зміну забарвлення. Разом з макроскопічною наявна і мікроскопічна смугастість, ширина прожилків 0,2-1 мм. Є мікроліти та фенокристи орієнтуються. Текстура флюїдальна (текуча). Структура – повно кристалічна, первинна, вулканічне скло відсутнє але простежуються продукти його перетворення, фенокристи плагіоклазу надають порфірову структуру. Одиничні фенокристи представлені зміненим плагіоклазом.

Кальцитові

псевдоморфози по мафічним мінералам. Кристалокласти кварцу обплавлені але їх мало. Фенокристита псевдоморфози.

Загальна маса складена зміненими мікролітами плагіоклазу та продуктами девітрифікації вулканічного скла, останніх більше, раніше тут було вулканічне скло. Продукти девітрифікації мають приховано кристалічну будову, зерна не ідентифікуються.



Мал.8. Фенокристи (таблички) плагіоклазу.



Мал.9. Фенокристи (таблички) плагіоклазу. (схр.нік)

Мінеральний склад:

Фенокристи зміненого плагіоклазу(15%)

Забарвлення неоднорідне прозоре від білого до зеленого, спостерігаються вторинні зміни, спайність у двох напрямках (досконала), розмір 2-4 мм, *серетизація*, кольори інтерференції низькі. Мікроліти відрізняються формою у фенокристів –таблички, мікроліти –лінієчки, кольори інтерференції 3 порядок.

Псевдоморфози кальцитові (3%)

Псевдоморфози по мафічним (10%)

Кристалокласти кварцу (1%)

Прихованокристалічні продукти девітрифікації скла (40%)

Мікроліти (31%).

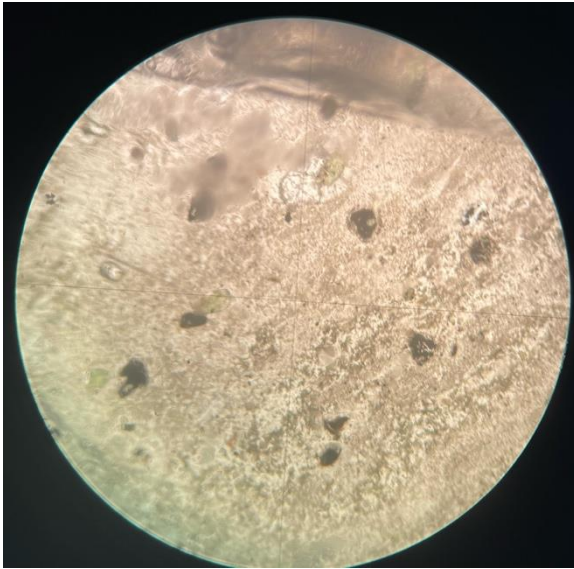
Другорядні:

Кварц- прозорий , безбарвний, форма зерен ксеноморфна уламкова, розмір 1-3 мм. При увімкненому аналізаторі подвійне двозаломлення від сірого до білого. Поверхня зерен без вторинних змін, не замушений.

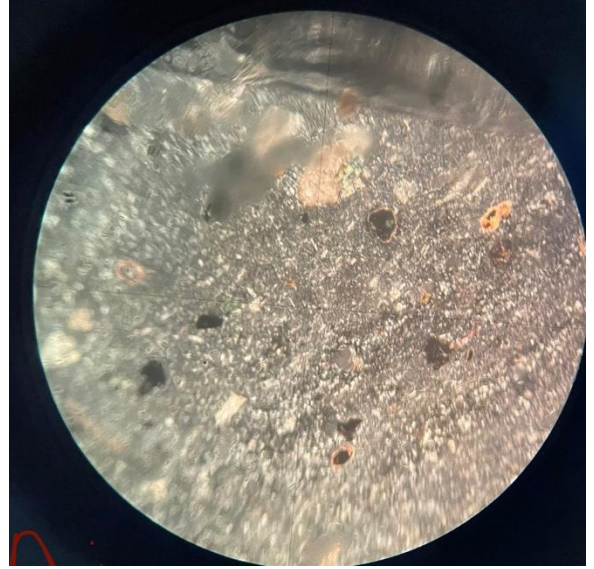
Фенокристи рогової обманки – забарвлення відсутнє, легкий плеохроїзм від білого до зеленого, досконала спайність .Зерна мають гіпідіоморфну ізометричну форму, розмір зерен 1-2 мм. У схрещених ніколях кольори інтерференції 3-го порядку. Менші ніж інші фенокристи.

Псевдоморфози кальцитові та плагіоклазу. Безбарвне забарвлення , плеохроює від білого до жовтогарячого, спайність в одному напрямку. Кольори інтерференції 3-го порядку.

Псевдоморфози по мафічним заміщені кальцитом, виглядає як обтікання забарвлення чорне, саме заміщення плеохроює від білого до жовтогарячого, зелені кольори інтерференції 3 порядок

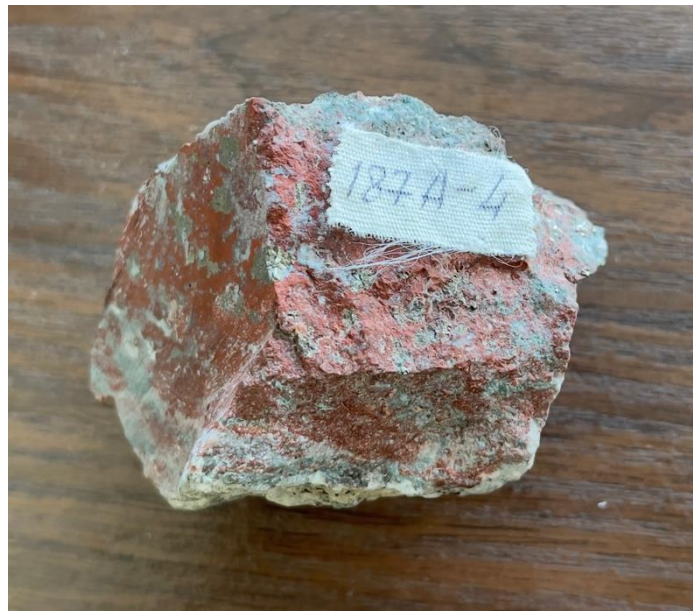


**Мал. 10. Мікроліти (лінієчки)
змінений плагіоклаз**



**Мал.11.Мікроліти (лінієчки)
змінений плагіоклаз(схр.н)**

Зразок 19-187А-4



Мал.12. Дацит, зразок 19-187А-4.

Такситова текстура (шлірова)., присутня шаруватість. Забарвлення неоднорідне зеленувате у дациту . спостерігається не правильної форми брекчієвидний (сірий) кварц, вміщує вкрапленими піриту , не рівномірні скупчення гематиту. Прошарки довжиною 3-4 мм до 10 мм вирізняються інтенсивним червоним забарвленням. Присутні вторинні пустоти.

Гематит кварцовий агрегат. Сталевий наконечник стирається.

Кальцит реагує з кислотою, макроскопічно діагностується.

1. Гематит кварцовий агрегат
2. Кварц
4. Пірит

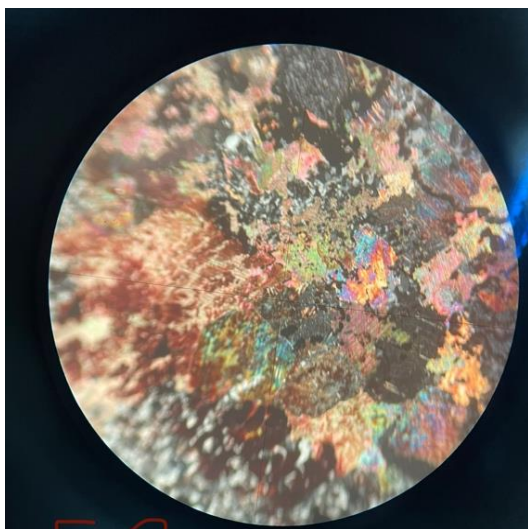
Неоднорідне плямисте забарвлення, зумовлено нерівномірним розподілом . основне забарвлення-червоне. Гематит-кварц дрібнозернистий червоний, не шкрябається голкою , не залишає слід на фарфоровій рисці, переважає не гематит а кварц.

Кварц-сірий , дрібнозернистий, не шкрябається сталевною голкою.

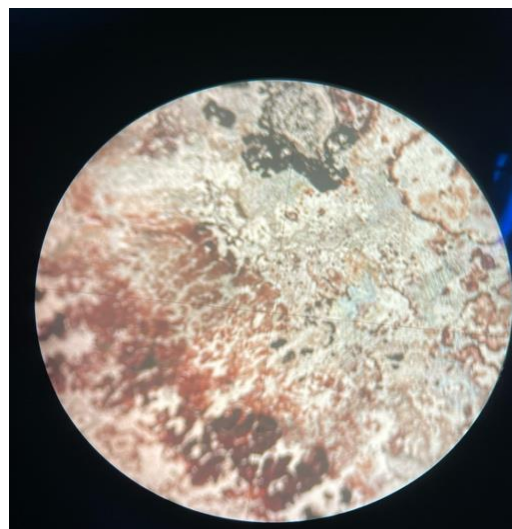
Кальцит – білий , скляний блиск , реагує на кислоту, шкрябається голкою, спайність.

Пірит – металевий блиск , латунно-жовтий колір, розмір 0,5-1 см.

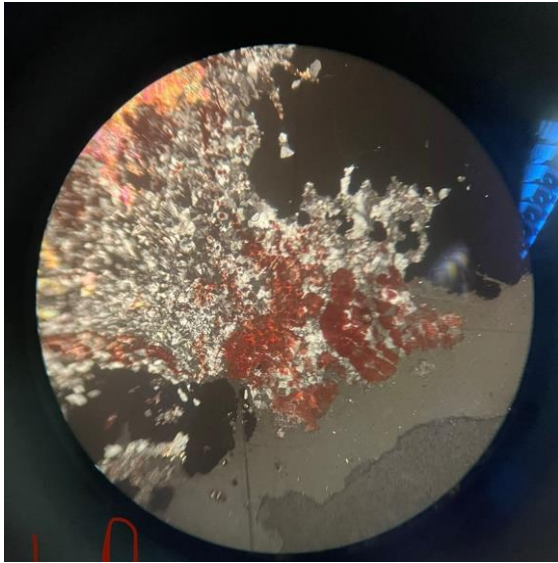
Мікроструктура:



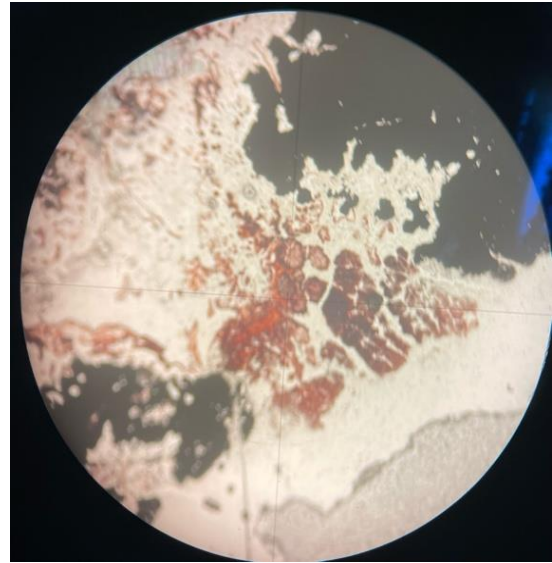
Мал.13. Плівки гематиту на кальциті(схр.нік)



Мал.14. Плівки гематиту на кальциті



Мал.15. Плівки гематиту по кварцу(схр.нік)



Мал.16. Плівки гематиту по кварцу

Присутній як простий кварц, так і халцедон, є дрібнокристалічний 0,1-1мм, мікрокристалічний 0,1-0,01мм. Кальцит має плівку гематиту.

Структура повно кристалічна, нерівномірно зерниста. Кварц дає гранобластову до радіально променевої по розвитку халцедону.

Кварц – поверх кварцу, плівки гематиту (фото) 40%

Кальцит-безбарвний, плеохроює від зеленого до рожевого, спайність у двох напрямках.(20%)

Хлорит(підтверджений при зондуванні)-

Гематит- простежується по всьому шліфу , має чорно-червоне забарвлення, утворює плівки на кальциті, кварці -5%

Дослідження на РЕММА-202М

При виконанні електро-зондового аналізу було діагностовано такі мінерали як :

1. Кварц
2. Кальцит
3. Пірит
4. Хлорит
5. Гематит

Зразок 268 А-1 Туф
Туф вулканічний попелевий (літокластичний)
Вміщуюча порода зразку 24А-1

Сірий вулканічний туф, текстура такситова. Вкраплення білого кольору в основній масі розмір до 1 см (плагіоклаз), маленькі червоні прожилки не орієнтовані по всій поверхні (гематит) . Плагіоклаз замутнений, кварц більш темний має скляний блиск , його менше. Афанітова структура
Пірокластична структура , щільна нерівномірнoзерниста.
Неоднорідне дрібноплямисте забарвлення



Мал.17. Туф вулканічний попелевий (літокластичний)

Мікроструктура:

Плагіоклаз – кристалокастична структура, не чіткі границі-кристалокласти.

Кварц- ідентифікується, кристалокласти.

Літокласти- вулканічних порід (андезити).

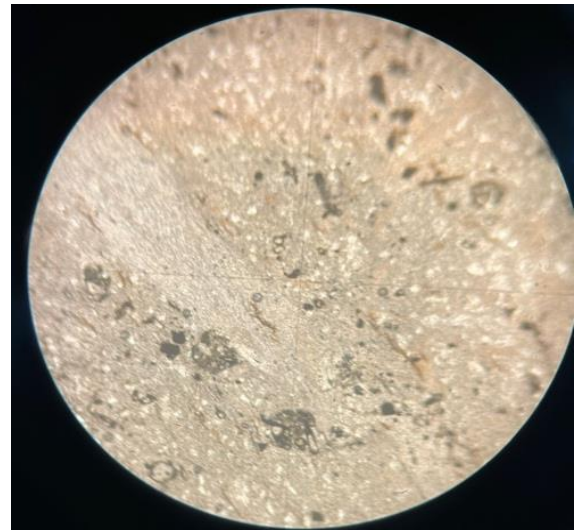
Загальна маса – мікрокристалічна.

Рудні мафічні мінерали.

Можлива наявність слюд по кольорам інтерференції .



Мал.18.
Літокласт(андезити)(схр.нік)



Мал.19. Літокласт(андезити)

Зразок 24А-1 жила
Вулканічний туф кислий літокластичний



Мал.20. Жила у кислому вулканічному туфі літокластичному.

Такситова текстура, представлена вмістом різного мінерального складу у плямах на зразку:

1. Червоний вид
 2. Жовтогарячий до коричневого
- Вміщуюча порода сіра, контактує з жилою . Пірокластична структура.

Мікроструктура:

Літокласти кварцу

Кварц-кристалокласти поодинокі зерна

Гематит більше гематиту ніж в 187А -4 десь 10%

Загальна маса- мікрокристалічна

Мафічні мінерали -присутні

Структура-пірокластична

Амфіболи (слюди)

Епідот

До *головних* мінералів :

1. Кварц – зустрічаються літокласти, також поодинокі зерна, 35-40%
2. Гематит утворює плівки по кварцу 13%

Другорядні:

1.Амфібол(залізистий) Грюнеріт

2.Епідот

3. Хлорит

4.Мусковіт

5.Спесартин

Дослідження на РЕММА-202М

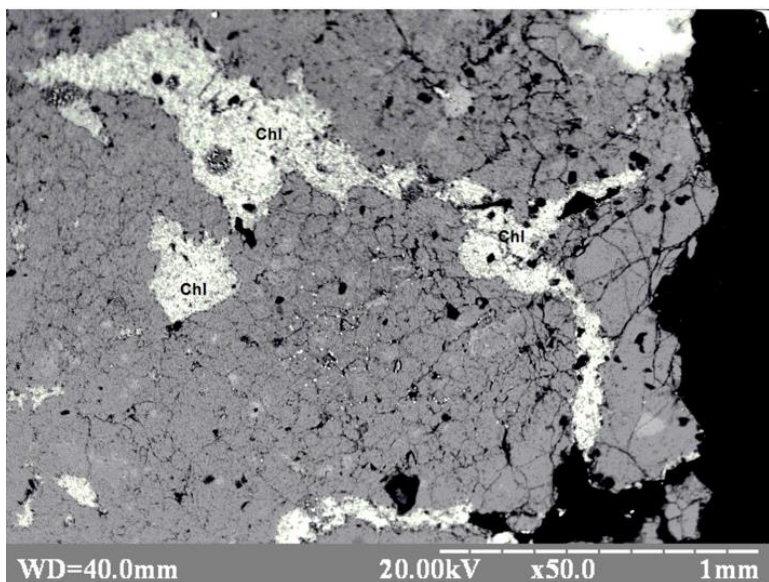
При дослідженні було діагностовано:

1. Спесартин
2. Хлорит

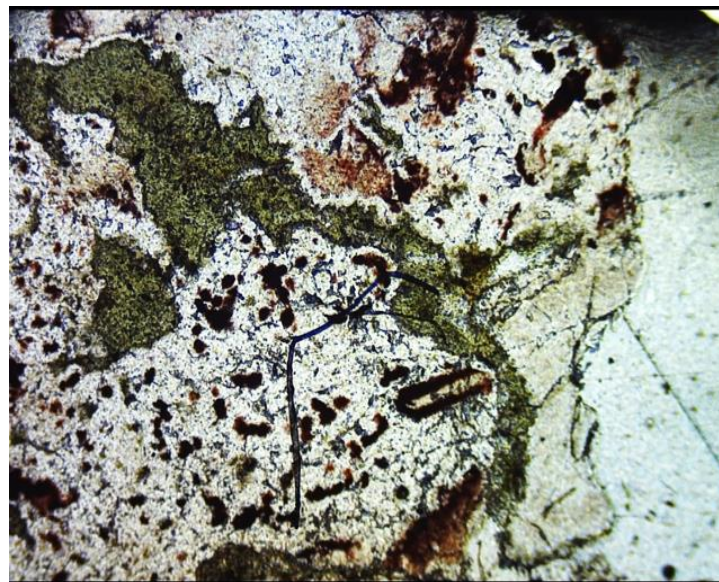
При мікроскопічному дослідженні їх було не видно

Також підтверджений вміст

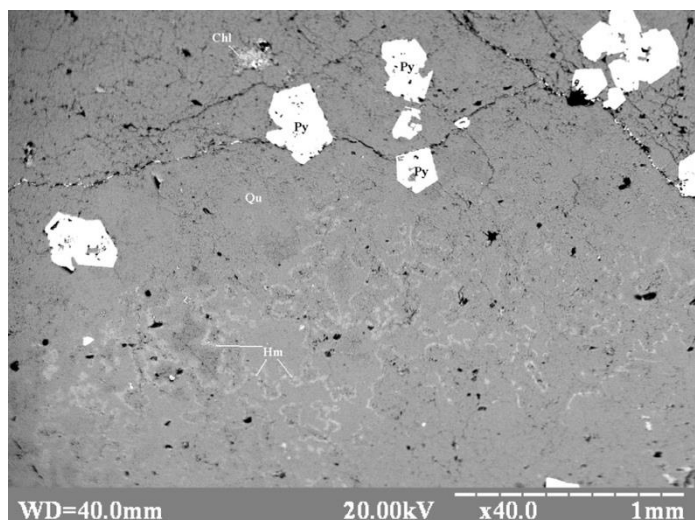
1. Кварцу
2. Гематиту
3. Амфіболу
4. Епідоту
5. Мусковіту



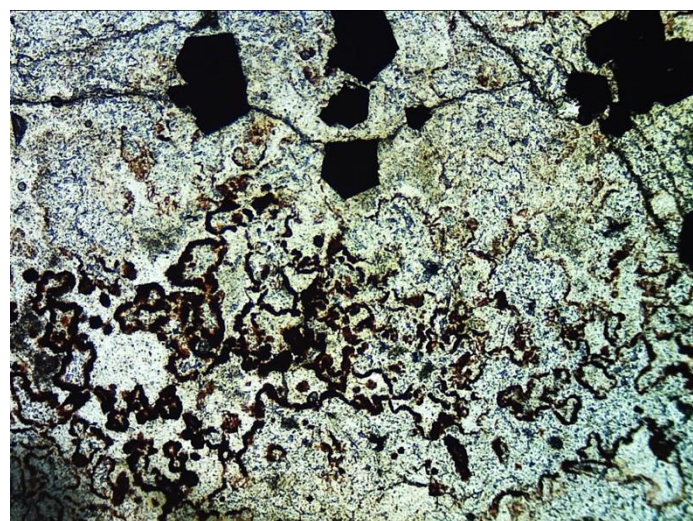
Мал.21. Хлорит (зонд)



Мал.22. Хлорит (мікроскопія)

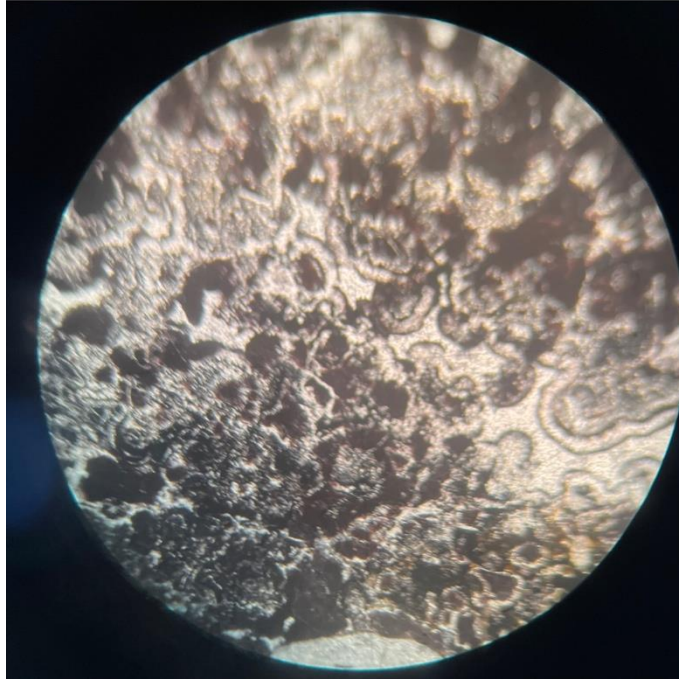


Мал.23. Хлорит, пірит, кварц, гематит.(зонд)



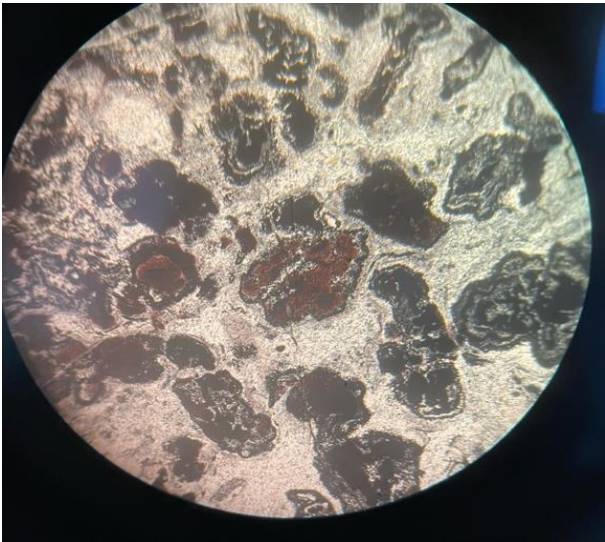
Мал.24. Хлорит, пірит, кварц, гематит.(мікроскопія)

На відміну від зразку 268А-1 більше рудних мінералів, відсутній плагіоклаз Жила має сфероліто-крустифікаційну структуру представлену кварцом та гематитом

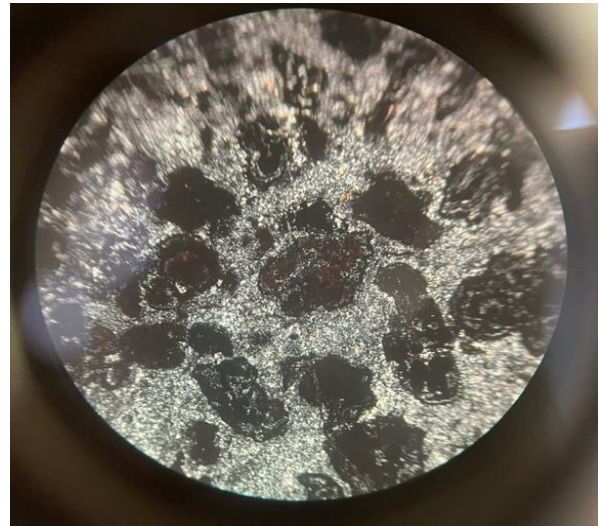


Мал.25. Крустифікаційна структура зразок 24А- 1

Крустифікаційна структура – являє собою різновид центричної структури, яка характеризується наявністю крустифікаційних утворень тобто скорінок з подовжених кристалічних зерен, що радіально наростають на уламки, органічні залишки і т. п. Зустрічається в карбонатних породах, особливо органогенних, де спостерігається наростання індивідів карбонату на уламки раковин, цементі пісковиків, у яких кристалічні індивіди цементу наростають на піщинки, розташовуючись перпендикулярно їх поверхні і виглядають як кірки.

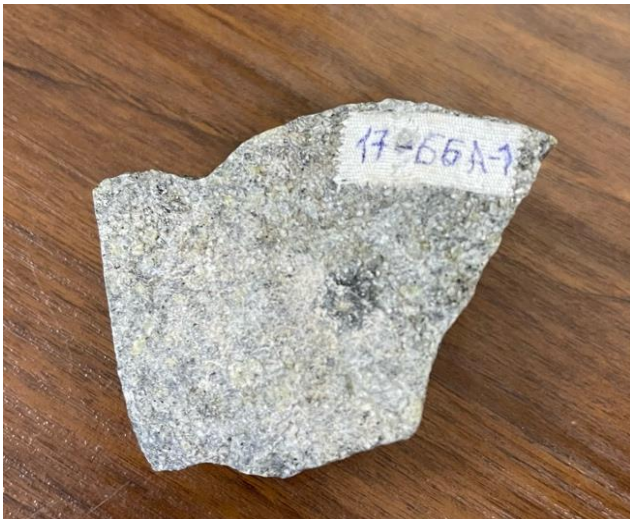


Мал.26. Натічні форми



**Мал.27. натічні форми
(схр.нік)**

**Зразок 17-66А-1
Вміщуюча порода прожилку 245А-1
Андезит**



Мал.28 Андезит



Мал.29 Андезит

Макроструктура: Порфірова структура , флюїдальна текстура,

метаморфізований ,зразок має сіре забарвлення з зеленуватим відтінком, вторинні зміни присутні, спостерігаються вкрапленики епідоту та плагіоклазуд в різних формах.

Мікроструктура :

Структура повнокристалічна , нерівномірнoзерниста .

Плагіоклаз- лейсти плагіоклазу -35%

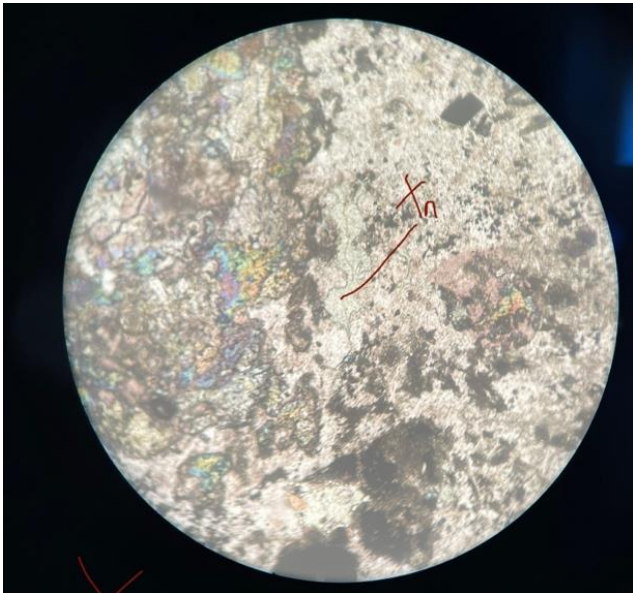
Епідот-має фісташкове забарвлення , у схрещених ніколях високі кольори інтерференції, утворює плівки по плагіоклазу -30%

Кварц дає гранобластову до радіальнопроменевої

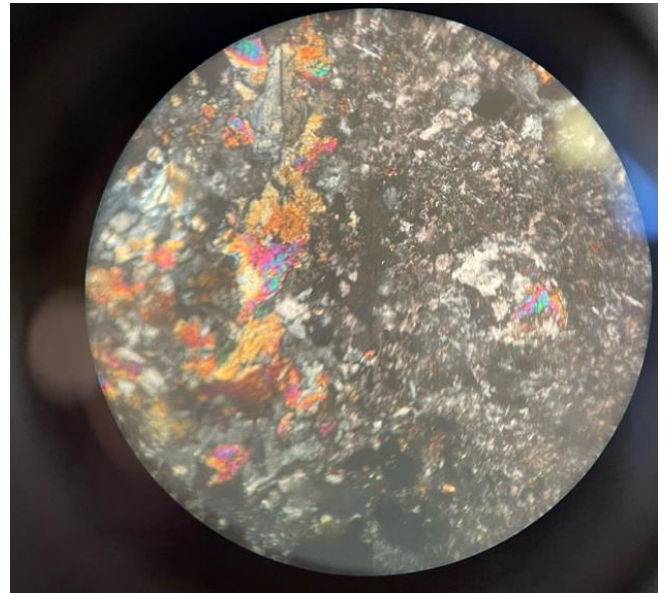
Кварц -30%

Хлорит-фісташковий відтінок , майже ізотропний, правильна форма зерен - 3%

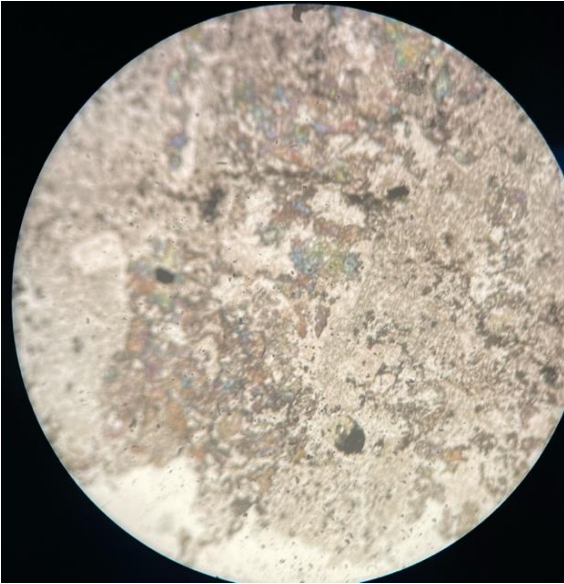
Мафічні мінерали



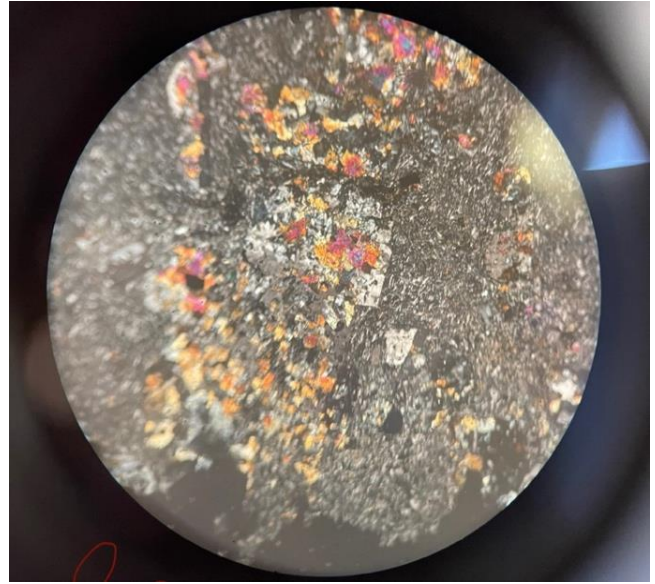
Мал. 30. Хлорит



Мал.31. Хлорит (схр.нік)



Мал.32. Плівки епідоту по кварцу



Мал.33. Плівки епідоту по кварцу(схр.нік)

Зразок 245А-1

Утворює прожилок в андезиті . Такситова(шлірова) текстура у андезита. Перешарування зміненого андезита зі звичайним, також спостерігається перешарування яшмоїду з андезитом . Спостерігається скупчення піриту .

Мікроструктура :



Мал.34. Червоний яшмоїд

Плагіоклаз- Флюїдальна текстура (50%)

Пірит – чорне забарвлення , плеохроїзм відсутній, в схрещених ніколях чорний -10%

Епідот – утворює плівки по плагіоклазу.

Висновки

1. Усі дослідженні прояви яшмоїдів мають гідротермальне походження . Це доводиться жильною формою їх залягання, характерними натічними та крустифікаційними структурами. Від типових яшм їх відрізняє відсутність ознак осадової шаруватості та біогенних структур.
2. Спільними особливостями досліджуваних яшмоїдів є залягання їх у вулканогенних товщах, мікроскопічні особливості будови та гематит-кварцовий склад. У той же час кожний з трьох досліджуваних проявів яшмоїдів має індивідуальні особливості, які можуть бути пов'язані зі складом вміщуючих порід.
3. Яшмоїд з острова Ялур залягає у дацитах. 187А-4(дацит тонкошаруватий) містить кальцит , котрого в 24А-1 та 245А-1 не ідентифіковано .
4. Яшмоїд з острова Уругвай залягає у кислих вулканічних туфах(268А-1) зразок (24А-1), у зразку відсутній пірит на відміну від 187А-4 (дацит тонкошаруватий), тобто на острові Ялурі пірит є а ось на острові Уругвай немає. Жила у вулканічному туфі літокластичному (24А-1) містить в своєму складі : амфібол(грюнеріт), епідот , мусковіт, Спесартин (діагностовано мікрозондовим аналізом) , в інших цього не має
5. Яшмоїд з острова Вінтер залягає в андезитах, (зразок 245А-1) вміст плагіоклазу близько 50 % , а у зразках 187А-4 , та 24А-1 останній відсутній.
6. Хоч Яшмоїди являються декоративним камінням другого порядку , але досліджені мною зразки не мають перспектив використання як декоративна сировина , оскільки є жильними тілами і обсяги їх мізерні. Другим фактором є заборона на видобування корисних копалин в Антарктиді за умовами договору про Антарктиду .

Список використаних джерел

1. Бахмутов В. Г. Геологический обзор архипелага Аргентинские острова и прилегающей территории Антарктического полуострова // Бюлл. УАЦ. – 1998. – № 2. – С. 77–84.
2. Митрохин О.В., Бахмутов В.Г. Петрографічне різноманіття та умови залягання гірських порід в районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський» // Тези VIII Міжнародної Антарктичної Конференції, присвяченої 25-річчю приєднання України до Договору про Антарктику. – Київ, 2017. – С.132-133.
3. Митрохин О.В., Бахмутов В.Г. 2019. Стратиграфія району Української антарктичної станції «Академік Вернадський». Український антарктичний журнал, 1, 18, 45-61.
4. Curtis, R. 1966. The petrology of the Graham Coast, Graham Land. British Antarctic Survey Scientific reports, 50, 1—51.
5. Elliot, D. H. 1964. The petrology of Argentine Islands. British Antarctic Survey Scientific Reports, 41, 31
6. Митрохин О.В. Польовий щоденник № 7, 2017 р. (рукопис)
7. Митрохин О.В. Польовий щоденник №8, 2019-2020. (рукопис)
8. Грикуров Г.Е. 1973, «Геологія Антарктичного півострова»
