

ТЭМЭЭН ЧУЛУУТЫН ОРДЫН ЗЭС (АЛТ)-НЫ ХҮДЭРЖИЛТ, ГАРАЛ ҮҮСЛИЙН АСУУДАЛД

О.Майбаяр^{1,2*}, Л.Жаргал¹, Б.Дэлгэрцогт¹

¹Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх Ухааны Сургууль

²Өсөх Түмэнхишиг ХХК

ABSTRACT

Temeen Chuluut Copper Deposit is located in a (D₁₋₂bd) quartz-sericite-chloritized schist thickness of Bayandun Formation of the Lower – Middle Devonian Period in Ulz and Bayandun Lowlands. For the purpose of researching the ore petrographic and the ore fluid inclusion of Temeen Chuluut Copper Deposit, 42 thin sections, 16 polished sections and 5 fluid inclusion samples were prepared and involved in the research. The deposit ore body is specifically located along the schist layering. The ore body and the containing rock metamorphosed into silicification, chloritization, epidotization, carbonization and sericitization. As a petrographic test, the ore body is composed of mineralized green schist parts which are similar with their mineral-containing composition of silicified and mineralized epidote–chlorite–quartzite schist, silicified and mineralized actinolite–epidote–chlorite–quartz-muscovitized schist, silicified and loosely mineralized-chlorite–epidote–albite–quartz-muscovitized schist, silicified, epidotized and mineralized muscovite–actinolite–chloritized schist and silicified, epidotized and mineralized chlorite–sericitized schist, but are different from each other in their mineral contents only. The ore has mineralized composition formed of some minerals such as muscovite, sericite, chlorite, epidote, albite, actinolite, carbonate, azurite, malachite, chalcopyrite, goethite, bornite, covellite, sphene, leucocene, apatite, hydrogoethite and pyrite. The whitish-gray colored, semitransparent and mosaic textured quartz vein contains chalcopyrite, arsenopyrite and some other ore minerals. The quartz vein is metamorphosed into chloritization at its cleavage. And the ore minerals occur along with the metamorphosis. For the fluid inclusions occurring in the quartz of the samples involved in the research, vapor–liquid–clathrate phases-containing single to multi-phase fluid inclusions were found and there are a rich vapor component of H₂O-NaCl-CO₂ and a high temperature magmatogenic hydrothermal origin. The homogenizing temperature of the ore mineral-containing primary solution is 320 - 450°C. Its salinity is 20 - 37%.

Key words: Bayandun Formation, fluid inclusion, Lower-Middle Devonian

*Corresponding author: mmaibayar@gmail.com; Tel: +976-99993986

1. Оршил

Тэмээн чулуутын зэсийн орд нь Дорнод аймгийн Баяндун сумын нутагт оршино. Дунд палеозойн эх газрын стрүктүрийн Хойд хэрлэнгийн нумын Баяндунгийн хотгорын хэмжээнд (Ж.Бямба 2012) тогтоогдсон доод-дунд Девоны кварц-хээрийн жоншт шохойлог элсжин, цахиурлаг алевролит, шаварлаг занар, дундлаг эффүзив, шохойжингийн зузаалгаас тогтох цахиурлаг-терриген-карбонат зузаалгийг Баяндун формац гэж нэрлэж ялгасан байна (В.А.Благонравов. 1968). Энэ формац нь ижил нэртэй сумын төвөөс урагш багахан талбайд илэрсэн байдаг. Энэ формацын хурдас тархсан Улз, Баяндунгийн хотгор нь Монгол -Агнуурын металлогенийн хэт их муж-Хэрлэн аргуны бүс-Дорнод Монголын металлогенийн муж-Хойд Чойбалсангийн хүдрийн бүс-Баяндунгийн хүдрийн дүүрэгт байрлана (Ч.Энхтуяа., Б.Дэлгэрцогт 2013). Баяндунгийн хүдрийн дүүрэгт (Pb, Zn, Cu, Fl (J_3 - K_1)) скарны Pb, Zn-н төрөл дүүргийн хэмжээнд давамгайлдаг бөгөөд зөвхөн Баяндунгийн хүдрийн дүүрэгт тархсан онцлогтой. Анх тус талбайд 1:50 000 масштабаар хийсэн хайгуулын ажлын үед 1500 х 2000 м хэмжээтэй 6 МГал /микрогал/ орчим хүндийн хүчний эерэг гажил, зэс, цайр, хар тугалга, молибден ба мөнгөний 2000 х 4000 м хэмжээтэй геохимийн цогц хүрээ илэрсэн (Д.Пүрэвдорж, Э.Б.Федчишин нар 1984).

Соронзон хайгуулын судалгаагаар Тэмээн Чулуутын базальт болон

гүний диоритын массивыг зураглаж ерөнхий бүтцийн байдлыг тэмдэглэх боломжийг олгосон. ВП аргаар явуулсан цахилгаан хайгуулын ажил нь сульфидын эрдэсжилттэй хэсгүүдийг тодорхойлсон. Эдгээр ажлууд нь өмнө явуулж байсан ажлуудын үр дүнтэй хамт цогцоороо хүдрийн эрдэсжилт байгаа эсэхийг тогтоох, үнэлэх боломжийг өгсөн.

Энэхүү судалгааны үр дүнд зэс-холимог металлын хүдэржилтийг гүний диоритын массивтай холбоотой болохыг илрүүлсэн. Тэмээн Чулуутын талбай дээр нарийвчилсэн хайгуул явуулах талбайг онцолж, цаашид нарийвчилсан хайгуул явуулахыг зөвлөсөн (Н.Дондог. А.Готовсүрэн нар 1988).

Тэмээн чулуутын ордын зэс (алт) холимог металлын хүдэржилтийн онцлог, гарал үүслийг судлахаар зохиогч бид бүхний зүгээс хүдрийн бодисын найрлага, флюид ормын судалгаанд дээж бэлтгэж, шинжилгээ хийж холбогдох үр дүнг та бүхэнд танилцуулж байна.

1.1. Тэмээн чулуутын талбайн геологийн тогтоц

Тэмээн чулуутын талбайд терриген-карбонат метаморфжсон зузаалаг Баяндун формац ($D_{1-2}bd$) нь талбайн ихэнх хэсэгт, хүчиллэг ба дундлаг лаав, тэдгээрийн түф, риолит, риолит порфир, андезит, андезит-базальт, элсжин, алевролит, андезит-порфиритийн нимгэн үеүүдтэй зузаалаг сизурал Газар формац (P_1gz) (В.А.Благонравов. 1968) нь талбайн

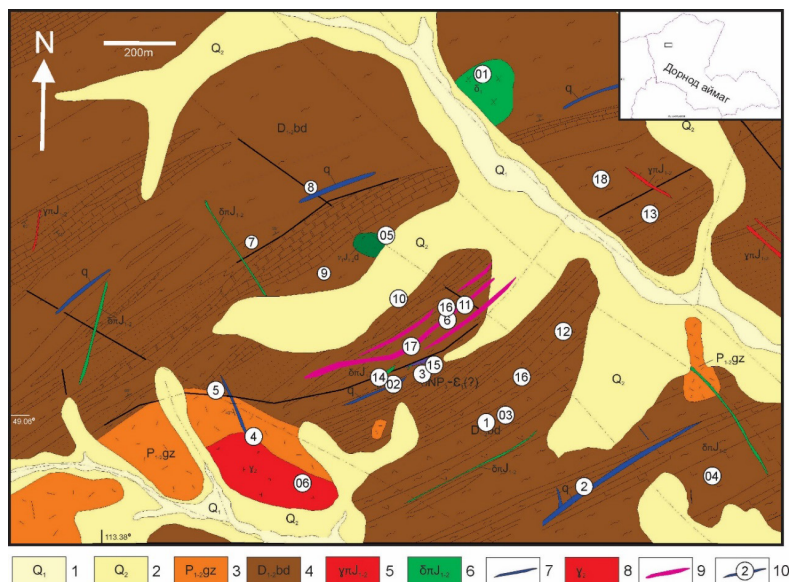
баруун урд хэсэгт багахан талбайд тархана (зураг 1). Тэдгээрийг түрсэн залуу насны ($\delta T?$) жижиг-дунд мөхлөгтэй цайвар, шаргал өнгийн мусковит агуулсан гранит, габбро, диоритын жижиг биетүүд, терриген-карбонат метаморфжсон зузаалгийг зүссэн саарал, ногоовтор өнгийн цул нягт тескүртэй, шигтгээлэг структуртай шүлтлэгдүү диорит порфиритын дайкууд (δJ_{1-2}) талбайд тархана. Дайкууд нь баруун хойш, хойш чиглэсэн суналтай ба гадаргад 1-2м өргөн, 10-30м хүртэл урт гарш илэрнэ.

Тэмээн чулуутын орд нь доод-дунд девоны Баяндун формацийн ($D_{1-2}bd$) хурдаст агуулагдана. Доод-дунд девоны Баяндун формац нь стратиграфийн ангилалаар Дорнод монголын серийн Эрээн давааны бүсийн девоны Баяндунгын хотгорт харьяалагдана (Г.Сэрсмаа. 2012). В.А.Благонравов (1968) -ын Баян - уул сумын нутагт доод девон- эйфельийн ярусд ялгасан карбонат - терриген хурдас, Д.Тогтох нар (1974) -ын Улз голын зүүн эргээр дунд девонд ялгасан карбонат - терриген хурдас зэргийг энэ формацад хамруулсан байна. В.А.Благонравов нар Ац - Овоо уул, Д.Тогтох нар Согоот - Уул, Оорцог - Уул зэрэг газруудад зүсэлтийг нь хийсэн байна. Хурдас нь ногоон - саарал, цайвар - саарал өнгийн, полимикт, кварц - хээрийн жоншт шохойлог элсжин, цахиурлаг алевролит, цайвар - ногоон өнгийн, дундлаг найрлагын түф, шохойжин,

цахиурлаг шохойжин, жижиг- дунд -том хайргат конгломерат, шаварлаг занар зэрэг чулуулгаас бүрэлдэн тогтоно. Нас нь брахиопод, криноид, табулят, ругозоор тодорхойлогдсон. Табулят, ругозыг Т.Т.Шарков, Л.Улитин нар (1976, 1981) тодорхойлж эйфельд хамааруулжээ.

Тус формацийн хурдас, чулуулгуудын сунал нь зүүн хойш чиглэсэн, уналын өнцөг нь баруун хойш 70° - 85° байдаг онцлогтой.

Гидротермаль метасоматит хувирал нь янз бүрийн хэмжээгээр төмөржсөн, кварцжсан, хлоритжсан, хүхэржсэн байдлаар илэрхийлэгдэнэ (Н.Дондог нар., 1987). Талбайд тархсан занарууд нь өөр хоорондоо эрдсийн найрлагын хувьд ижил зөвхөн эрдсийн агуулгаараа өөр өөр байдаг онцлогтой (хүснэгт 2). Тэмээн чулуутын ордын хүдрийн биет нь агуулагч чулуулаг занартай нийцлэг байрлана. Хүдрийн биет нь гадаргад ил ажиглагдахгүй. Сэвсгэр хурдасаар хучигдсан байдаг. Хүдрийн биетийн ойролцоо кварц, цахирын судал хөгжсөн байх бөгөөд судлуудын сунал зүүн хойш чиглэлтэй, уналын өнцөг нь баруун хойш 80° орчим байна. Кварцын судлууд нь төмрийн усан исэлд өртсөн байх ба цайвар, цагаан саарал, хөх саарал өнгөтэй гадаргад гарш байдлаар 1м-ээс 2,5м хүртэл өргөнтэй, 5-50м хүртэл урт илэрнэ. Мөн судлуудад сульфидын эрдсүүд болох пирит, халькопирит ховроор үүр маягаар тохиолдоно. Талбайд баруун хойш чиглэсэн хагарлын систем хөгжсөн.



Зураг 1. Геологийн зураг (Д.Пүрэвдорж, Э.Б.Федчинин нарын зохиосон суурь зургийг ашиглаж зохиов.

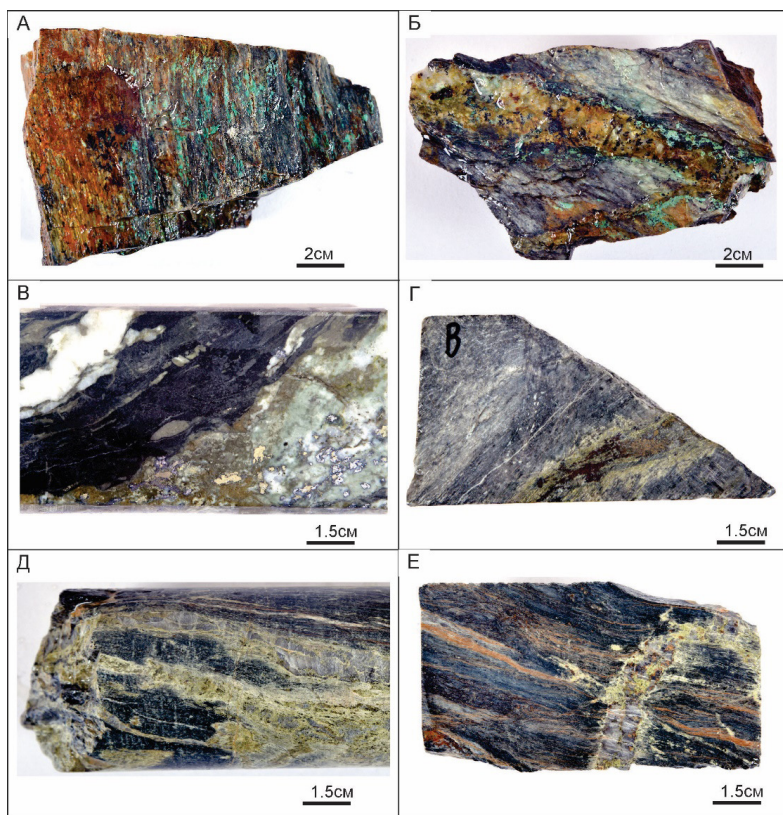
1. Аллювийн хурдас, голоцений элс, шавар, хайрга, хайрганцар., 2. Деллювийн хурдас, плейстоцений хайрга, хайрганцар, элс, элсэнцэр., 3. Түрүү-дунд пермийн Газар формац. Риолит, риолит порфир., 4. Доод-дунд девоны Баяндун формац. Карбонат-терриген хурдас, кварц хээрийн жоншт шохойлог элсэн чулуу, цахиурлаг алевролит, шохойн чулуу, цайвар саарал, хар саарал өнгийн кварц-серициттэт, кварц-эпидот-хлоритот занар., 5. Түрүү-дунд юрагийн гранит порфирын дайк., 6. Түрүү-дунд юрагийн диорит порфирын дайк., 7. Кварцын судал., 8. Том дунд мөхлөгтэй цайвар шаргал өнгийн гранит., 9. Тэмээн чулуутын ордын хүдрийн биет., 10. Судалгаанд авсан дээжийн дугаар, байршил

2. Судалгааны арга аргачлал

2.1. Петрографи, минераграфийн судалгаа

Судалгаанд хамруулсан дээжүүдийг агуулагч чулуулгийн гарш, хайгуулын малталтын улнаас, хайгуулын өрөмдлөгийн кернээс дээжилсэн. Дээжийг сонгохдоо хүдэртэй хэсгийг төлөөлж чадахаас гадна агуулагч чулуулгийн хувирал, структур, текстурыг бүрэн илэрхийлж байхаар сонгож авсан. Дээж бэлтгэлийн ажлыг ШУТИС-ГУУС-

ийн дээж бэлтгэлийн лабораторид хийсэн. Хүдрийн бодисын найрлагын судалгаанд зориулж ордын хүдэр агуулагч чулуулгийн нэр, төрөл, хувирлын төрлүүд, хүдэржилтийн онцлог, хүдрийн эрдсүүдийн үүссэн дэс дараалал, хүдэржилтийн үе шатыг тодорхойлох зорилгоор өнгөлсөн тунгалаг шлиф бэлтгэсэн. Бэлтгэсэн шлифүүдийг МУИС-ийн харьяа геологийн суурь судалгааны лабораторид MOTIC BA310 Pol микроскопоор гүйцэтгэж, дээжний онцлогийг харуулсан микрофото зургийг авсан.



Зураг 2. Тэмээн чулуутын ордын хүдрийн биет болон агуулагч чулуулгийн хувирал, хүдэржилтийн онцлогийг харуулсан фото: А. Цахиржиж хүдэржсэн эпидот-хлорит кварцтай занар, занарын үелэлийн дагуу малахитын зурвастай $\text{Cu}-0.6\%$, $\text{Au}-0.09\text{г/тн.}$, (С-4-2), Б. цахиржиж хүдэржсэн кварц-эпидот-актинолит-серициттэй занар, занарыг кварцын хялгасан судал зүссэн бөгөөд кварцын судалтай зэсийн карбонат эрдэсүүд малахит, азурит болон халькопирит нь ассоциац үүсгэнэ. $\text{Cu}-0.56\%$, $\text{Au}-0.08\text{г/тн.}$ (С-04-2), В. цахиржиж хүдэржсэн кварц-эпидот-хлориттой-серициттэй занар, пирит, халькопирит, галенит нь кварц-серицит-эпидоттой ассоиаци үүсгэх бөгөөд хүдэржилттэй гидротермал уусмалын дараа хүдэржилтгүй цахиурын уусмал хүдрийн биетийн агуулагч чулуулагт түрсэн ажиглагдана. Хүдэржилтийн дараа агуулагч чулуулагт кварцжилт явагдсан бөгөөд кварцжилт нь агуулагч чулуулаг занарын үелэл дагуу хөгжсөн байна. (Ц-02-15 -ийн 60м дэх кернийг зүсвэр), Г. Хүдэржсэн, цахиржсан кварц-хлорит-эпидот-серициттэй занар, халькопирит, борнит нь кварц, эпидот, хлориттой ассоиаци үүсгэнэ. (Ц-4-10-181,2м дээрх керний дубликат дээж), Д. Кварц-эпидот-хлоритын хувирал (Ц-4-57,8м керн), Е. Цахиржиж , хүдэржсэн, кварц-серицит-эпидот-хлорит-мусковиттой занар, занарын үелэлд хөндлөн кварц-эпидот-хлоритын судал ажиглагдана. Энэ дээжинд хийсэн SWIR spectrometer-ийн үр дүнгээр хувирлын эрдсүүд нь мусковит хлорит байна. Занарын үелэлийн дагуу бор хүрэн өнгөөр сидерит, лимонитын, гидрогетитын үелэл, цайвар саарал өнгөөр каолинитын үелэл ажиглагдана.

2.2. Ормын судалгаа

Судалгааны ажлын хэмжээнд тохиолдсон кварцын судлаас авсан дээжүүдээр 80 μm зузаантай ормын судалгаанд зориулсан пластинк дээж бэлтгэсэн. Дээж бэлтгэлийн ажлыг ШУТИС-ГУУС-ийн дээж бэлтгэлийн лабораторид хийсэн. Дээжүүдийн флюид ормын судалгааг Японы Акитагийн их сургуулийн Эрдэс баялаг, геомэдээллийн төвийн лабораторид ХБНГУ-д үйлдвэрлэсэн Linkam System T600 комплекс багаж болон Япон улсад үйлдвэрлэсэн Nikon eclipse LV100-POL микроскопоор гүйцэтгэсэн.

Дээжүүдийг микроскопоор 500 дахин өгсгөж, 600°C хүртэл халааж гомогенжүүлж температурыг хэмжиж тэмдэглэв. Судалгааны явцад дээжүүдийг -60 аас -100 хүртэл хөлдөөж буцааж халаах зарчимаар мөс хайлах сүүлийн Т болон клатерет Т –ыг олж дараах аргаар давсжилтыг тодорхойлов. (хүснэгт 4) $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ системийн флюид ормын давсжилтыг Bodnar (1993 et al) нарын мөс хайлж дуусах температур ашиглан дараах томъёгоор бодов. **Давсжилт (wt% NaCl) = $1.78 \times \theta - 0.0442 \times \theta^2 + 0.0005572 \times \theta^3$** , (θ мөс хайлж дуусах сүүлийн цэг) . Харин $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{NaCl}$ системийн флюид ормын давсжилтыг $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{NaCl}$ фазтай оромууд нь геологийн янз бүрийн нөхцөлд олон тооны чулуулгуудад тохиолддог бөгөөд тэдгээрийн судалгаа тайлал нь сүүлийн үеийн гол судлагдахуун болж байна. (Bowers and Helgeson, 1983; Brown and Lamb, 1989). Энэхүү

ормын судалгааны үндсэн гол микротермометрийн хэмжилтүүдийн нэг нь эцсийн CO_2 -клатерет хайлалтын температур юм. Ормын уусмалын давсны агууламжийг тодорхойлохын тулд эцсийн клатерет температурыг хэрхэн ашиглаж болохыг анх Collins (1979) онд тайлбарласан. Collins нь Chen (1972) болон Bozzo (1973, 1975) нарын, давсны агууламжаас хамааралтайгаар CO_2 -хий болон CO_2 -шингэн фазуудад харагдах CO_2 -клатеретийн задралын температурыг тодорхойлосон туршилтын үр дүнг графикийн аргаар дахин байгуулж боловсруулалт хийсэн байна. Түүнчлэн, Bozzo (1973, 1975) -ийн тэгшитгэл нь дор хаяж хамгийн өргөн хэрэглэгддэг ормын судалгааны боловсруулалтын программууд болох HALWAT, CHNACL болон FLINCOR программ зэрэг ашиглагддаг. Энэхүү судалгаанд FLINCOR программыг ашиглан CO_2 -клатеретийн задралын температураар давсжилтыг тодорхойлов.

3. Судалгааны ажлын үр дүн

3.1 Петрографийн судалгаа

Судалгааны ажлын хүрээнд талбайд тархсан доод-дунд девоны Баяндун формацийн хар саарал, хар бараан өнгийн андезит, саарал, цайвар саарал өнгийн занар, алевролит, зэрэг чулуулгийн эрдсийн найрлага, нэр төрөл, хувирлын төрлүүдийг тогтоох зорилгоор нийт 21 ажиглалтын цэгээс 42 ширхэг шлиф бэлтгэсэн (хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Агуулагч чулуулгийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн

№	Чулуулгийн нэр	структур	Текстур	Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдэс	Акцессор эрдэс
1	Хувирсан андезит	шигтгээлэг	Цул нягт	Плаггиоклаз 75%, галт уулын шил 15-20%, хувирсан өнгөт эрдэс 5-10%,	Хүдрийн эрдэс апатит
2	Эпидот-цахиржсан хлорит-кварц-хээрийн жоншит занар	Микро-лепидограно-бластлаг, реликт гипидоморф	занарлаг	Плаггиоклаз-70%, кварц-15-20%, хлорит-10-15%,	Хүдрийн эрдэс
3	Кварц-серицитэт занар	Микро-лепидограно-бластлаг, бластопсаммит	занарлаг	Серицит-60%, кварц-30-35%, плаггиоклаз-50-10%,	Хүдрийн эрдэс
4	Серицит-кварцат занар	микро-лепидограно-бласт	Үл мэдэг занарлаг, цул нягт	Кварц-75-80%, серицит-20-25%,	Хүдрийн эрдэс

Хувирсан андезит: Чулуулаг нь шигтгээ болон үндсэн хэсгээс тогтоно. Шигтгээгээр хувирсан өнгөт эрдэс, плаггиоклаз тохиолдоно. (зураг 3 А, өсгөлт 212^х) . Плаггиоклазаар пелит, серицит, эпидот нилээд хэмжээгээр үүссэн байгаагаас харахад дундлаг/ андезин/ найрлагатай байна. Хувирсан өнгөт эрдэс нь бүрэн хэмжээгээр эпидотод хувирч, зөвхөн хэлбэрээ хадгалан үлдэж, псевдоморфоз үүсгэжээ. Түүний хадгалагдан үлдсэн хэлбэрээс харахад амфибол байсан бололтой. Чулуулгийн үндсэн хэсэг нь эмх замбараагүй байрласан плаггиоклазын микролитууд тэдгээрийн хооронд оршиж хлорит, эпидот хааяа кварцад хувирсан галт уулын шилнээс тогтож, микролит структурыг үүсгэнэ. Чулуулаг нь эпидотжих процесст хүчтэй, тодорхой хэмжээгээр цахиржих процесст өртөгдөн, кварц, эпидотын судлуудаар

тус тус зүсэгджээ. Акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс, апатит тохиолдоно. (зураг 1. №1)

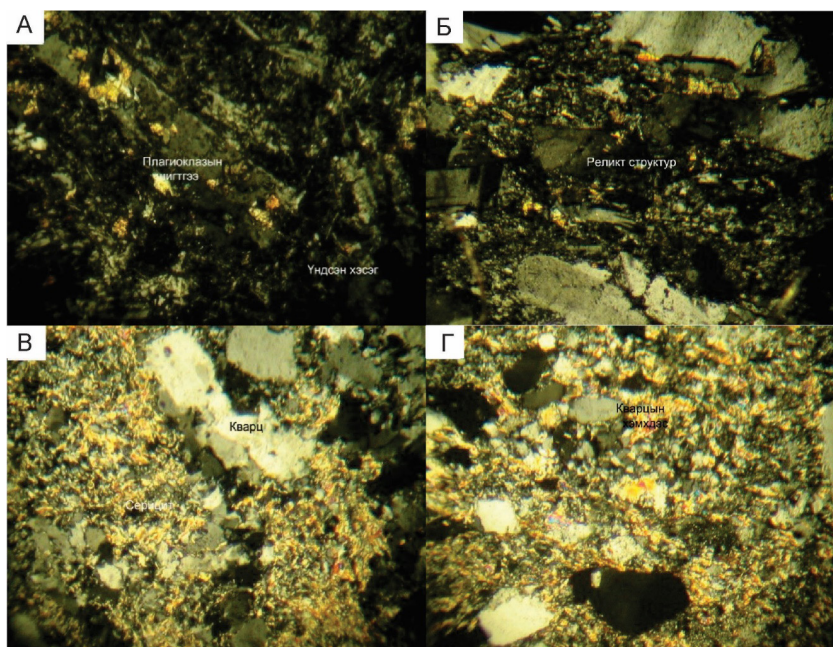
Эпидот-цахиржсан хлорит-кварц-хээрийн жоншит занар: Чулуулаг нь харьцангуйгаар нэг зүг чиглэн байршиж занарлаг текстурыг бий болгосон хлоритын лепидобластлаг мөхлөгүүд болон кварц-хээрийн жоншны гранобластлаг мөхлөгүүдээс тогтож, микролепидогранобластлаг структурыг бий болгожээ. Чулуулагт плаггиоклазын мөхлөгүүд тэдгээрийн бөөгнөрөл маягийн ялгарлууд ажиглагдаж байгаа нь анхдагч чулуулгийн реликт структур / гипидиоморф/ хадгалагдан үлдсэнийг харуулна (зураг 3 Б, өсгөлт 212^х). Акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс тохиолдоно. (зураг 1. №3)

Кварц-серицитэт занар: Чулуулаг нь харьцангуйгаар нэг чиглэн байршиж занарлаг текстур,

микролепидобласт бий болгосон серицитийн лепидобластлаг, хээрийн жонш, кварцын гранобластлаг мөхлөгүүдээс тус тус тогтжээ. Чулуулагт кварцын (зураг 3 В, өсгөлт 212^х) бага зэргийн серицитээр түрэгдсэн плагиоклазын бластопсаммит структурыг санагдуулсан мөхлөгүүд тохиолдож байгаа нь элсэн чулуунаас үүссэн байж болохыг харуулна. Түүнчлэн чулуулаг нь эпидотжих, цахиржих процесст бага зэрэг өртөгджээ. Акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс ажиглагдана. (зураг 1. №3)

Серицит-кварцат занар:
Чулуулаг нь кварцын гранобласт,

серицитийн лепидобластлаг мөхлөгүүдээс тогтжээ. Түүнчлэн цахиуржих процессын нөлөөгөөр үүсэж буй болсон кварцаас тогтсон судал, үүр, зурвас маягийн бөөгнөрлүүд нилээд хэмжээгээр тохиолдон чулуулгийг зүссэн байна. Кварц нь чулуулгийн гол хэсгийг бүрдүүлнэ. Серицит (зураг 3 Г, өсгөлт 212^х) кварцын мөхлөгүүдийн хооронд нарийн зурвас, үүр маягийн ялгарлыг үүсгэнэ. Зарим хэсгүүдэд серицитийн мөхлөгүүд нь их, бага хэмжээгээр нэг зүг зэрэгцэн оршиж үл мэдэг ажиглагдах занаржилтыг бий болгожээ (зураг 2 Г). Акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс тэмдэглэгдэнэ. (зураг 1. №11)



Зураг 3. А. Хувирсан андезит, Б. Эпитод-цахиржсан хлорит-кварц-хээрийн жоншит занар, В. Кварц-серицитэт занар, Г. Серицит-кварцат занар

3.2. Минераграфийн судалгаа

Судалгааны ажлын хүрээнд хүдрийн биетийн чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсийн найрлага, чулуулагийн нэр төрөл, хувирал, хүдрийн эрдсийн найрлага тогтоох зорилгоор хайгуулын

цооногоос нийт 10 ширхэг өнгөлсөн тунгалаг шлиф, исэлдсэн хүдрийн чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсийн найрлагийг тогтоох зорилгоор хайгуулын сувагаас 6 ширхэг өнгөлсөн тунгалаг шлиф тус тус бэлтгэж, судалгааг хийлээ.

Хүснэгт 2. Хүдрийн эрдсүүдийн найрлага

д/д	Чулуулгийн нэр	Структур, текстур	Хүдрийн эрдсийн үүссэн дараалал
1	Цахиржиж, хүдэржсэн эпидот-хлорит-кварцат занар	лепидогранобластлаг, занарлаг, линзлэг, зурваслаг, брекчи маягийн	Халькопирит-гётит-малахит, азурит, гидрогётит
2	Хүчтэй эпидотчлогдож хүдэржсэн – кварц-актинолит-хлоритот занар (ногоон занар)	нематогранолепидобластлаг, занарлаг, линзлэг, зурваслаг, брекчи маягийн	Пирит- Халькопирит-гётит
3	Цахиржиж, эпидотчлогдсон, хүдэржсэн хлорит-серицитэт занар	микронематогранолепидобластлаг, занарлаг, линзлэг, зурваслаг, брекчи маягийн, нугалааслаг	Пирит- халькопирит-гётит
4	Цахиржиж, эпидотчлогдсон, хүдэржсэн хлорит-серицитэт занар	микрогранолепидобластлаг, занарлаг, линзлэг, зурваслаг, брекчи маягийн	Пирит-халькопирит-борнит-ковеллин-гётит

Цахиржиж, сулавтар хүдэржсэн хлорит -эпидот-альбит-кварц-серицитэт занар: Энэ занар нь бичил ширхэгтэй серицитийн хайрслал аггрегат (бага зэргийн актинолит, хлорит) болон изометрлэг хэлбэртэй альбит, кварцаас тогтсон микрогранолепидобласт агрегатаас бүрдэх бөгөөд хүчтэй цахиржиж брекчлэгдсэний улмаас янз бүрийн хэлбэр хэмжээтэй занарлаг цогцлолтой линз, хэсгүүдэд хуваагдсан байна. Түүнчлэн тэдгээрийн дотор серицит, карбонат, хлоритод ихэвчлэн хувирсан 0.2-0.8 мм-н хэмжээтэй плагиоклазын (анхдагч чулуу нь диорит, гранодиорит

байсан байх магадлалтай) реликтүүд цөөнгүй ажиглагдана. Занарыг зүсэж үүссэн кварцын судланцарууд нь 0.5-2.0 мм-ийн өргөнтэй ба тэдгээрийн зэрэгцээ эпидот, амфиболоос тогтсон бичил линз, судланцарууд багагүй үүссэн бөгөөд хүдэржилт нь ихэвчлэн хожуу үүссэн эпидот, кварцын линз, судланцаруудтай ассоциациар үүссэн байна. Цахиржих хувирлыг 2 генерацид ангилж болох бөгөөд эхний генерацийн цахиржих хувирал нь харьцангуй жижиг ширхэгтэй 0.02-0.1мм-н хэмжээтэй мөхлөгүүдээс тогтсон, харьцангуй өргөн линз, зурвасыг (0.8-2.0мм) үүсгэх бөгөөд

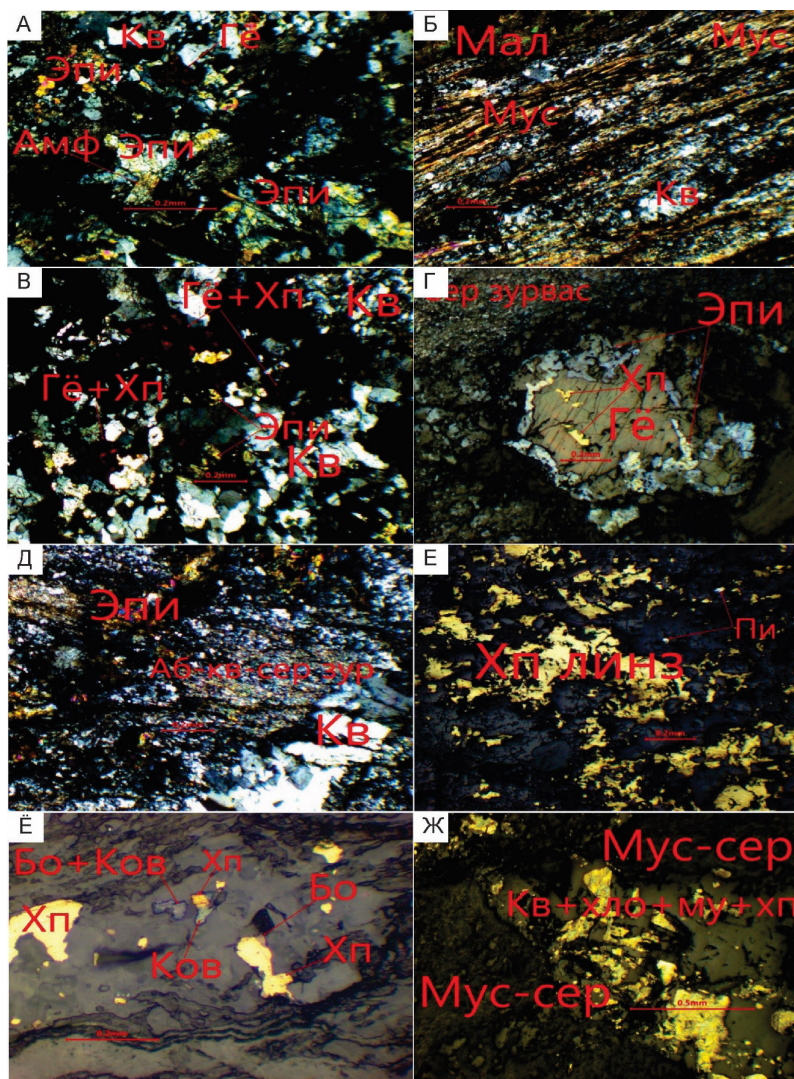
тэдгээрээс гадна харьцангуй том ширхэгтэй кварцтай (0.1-0.3мм) эпидот, амфиболоос тогтсон 0.2-1.0мм-н өргөнтэй линзүүд нь ихэвчлэн хүдрийн эрдэстэй ассоциаци үүсгэсэн байна. Хүдрийн эрдэс нь бага зэргийн гётит, гидрогётит, малахит, азуритын линз, судланцруудаас тогтоно. Гэхдээ азурит, малахитын 0.1-0.3мм-н хэмжээтэй линз судланцарууд нь 2-р генерацийн кварцын дотор ихэвчлэн үүссэн байна. (зураг 4 А,В,Г)

Цахиржиж, хүдэржсэн - хлорит-эпидот-альбит-кварц-серицит-мусковитот занар: Энэ дээжинд хүдэржилт нь мөн л хожуу үүссэн кварц, эпидотын линз, судланцар дотор үүссэн бөгөөд ихэвчлэн төмрийн усан исэл, малахит, азуритаас тогтох ба тэдний дунд 0.01-0.05мм-н хэмжээтэй цөөн тооны ногоон шар өнгийн халькопирит, ягаавтар бор өнгийн борнитын мөхлөгүүд ажиглагдана. Энэ занар нь занарлаг, зурваслаг, линзлэг бичил цогцлолтой бөгөөд өөрөөр хэлбэл чулуу бүрдүүлэгч эрдсүүд нь жигд бус тархаж өөр хоорондоо ялгагдах ялгаа бүхий зурвас, линзүүдээс тогтсон байна. (зураг 4 Д)

Хүчтэйцахиржиж, эпидотчлогдон, хүдэржсэн – альбит-кварц-хлорит -серицитэт занар(**С-4-2-4**): Энэ дээж нь бичил ширхэгтэй серицит, кварцаас зонхилон тогтох бөгөөд тэдгээрийн зэрэгцээ эпидот, хлоритоос тогтсон гэх мэтийн өөр хоорондоо эрдэслэг бүрэлдэхүүнээрээ ялгаатай занарлаг бүтэцтэй, линз зурвасуудаас тогтож байна. Бусад дээжүүдтэй харьцуулахад энэ дээжинд серицит, хлоритын хайрслал аггрегат харьцангуй их байна.

Хүдэржилт нь занарыг зүсэж үүссэн хожуу үүсэлтэй эпидот, кварцын линз судланцаруудтай ассоциаци үүсгэсэн ба төмрийн усан исэл, малахит, халькопирит зэрэг эрдсүүдээс тогтож байна. Малахит, азурит нь ихэвчлэн 0.1-1.0 мм-н өргөнтэй линз зурвасуудыг үүсгэх бөгөөд харин төмрийн усан исэл болох гётит, гидрогётитын линзүүд дотор зөв биш хэлбэртэй халькопирит агуулагдсан ажиглагдана. Халькопирит нь 0.05-0.2 мм-н хэмжээтэй. (зураг 4 Б)

Хүчтэй эпидотчлогдож хүдэржсэн кварц-актинолит-хлоритот (**ногоон занар**) занар (Ц-02-15-15): Энэ занар нь хлоритын бичил хайрслал аггрегатаас зонхилон тогтож микролепидобласт бүтэцтэй, занарлаг цогцлолтой болсон байна. Хлоритын микролепидобласт аггрегат нь харьцангуй хожуу үүссэн актинолит, эпидотын харьцангуй том ширхэгтэй линз судланцаруудаар зүсэгдсэн байна. Хүдэржилт нь актинолит, эпидотын дотор үүссэн бөгөөд ихэвчлэн жижиг ширхэгтэй (0.01-0.2мм-н хэмжээтэй) халькопирит, пиритийн мөхлөгүүдээр илэрсэн байна. Хлоритын масс дотор занаржилтынхаа дагуу сунаж байрласан лейкоксенжсэн титанитын зүүлэг мөхлөгүүд жигд ялгарч үүссэн байна. Тэдгээрийн зэрэгцээ мөнгөний цөөн мөхлөгүүд ажиглагдана (0.005-0.01мм). Түүнчлэн чулуунд хожуу үүссэн пелитоморф карбонатаас тогтсон 0.02-0.2 мм-н өргөнтэй карбонатын судланцарууд (хүдэржилтээс хожуу үүссэн, хүдэржилттэй холбоогүй), ихэвчлэн занаржилтын дагуу зүсэж үүссэн байна. (зураг 4 Е)



Зураг 4. Тэмээн чулуутын ордын хүдрээс бэлтгэсэн аншлифийн микрофото: А. Хүдрийн эрдэс агуулсан хожуу кварц-амфибол-эпидотын линзүүд, Өсгөлт-50х (С-О-2), Б.Малахитын зурвастай кварц, мусковитын үе, зурвасууд, Өсгөлт-50х (С-О-4.), В. Занарыг зүссэн хүдэржсэн, эпидот-кварцын линз, судланцарууд, Өсгөлт-50х, Г. Занарыг зүссэн кварц, эпидотын линз доторх хүдэржилт Өсгөлт 50х, ойсон ба нэвтэрсэн гэрэлд, Д. Кварц, эпидотоор зүсэгдсэн альбит-кварц-серицитэт бичил занар, Өсгөлт-50х, Е. Занарыг зүсэж үүссэн кварц, эпидотын судланцар дахь халькопиритын линзүүд. Өсгөлт 50х, Ойсон гэрэлд (Ц-02-15-15-54,8м), Ё. Хлориттой кварцын линз доторх хүдэржилт (халькопирит, борнит,ковелины ургалт) өсгөлт 200х, ойсон гэрэлд (Ц-4-10-18-170.8м), Ж. Брекчлэгдэж, хүдэржсэн мусковит-серицитэт занар, Халькопирит нь кварцтай ассоциаци үүсгэнэ. Өсгөлт-50х. Ойсон гэрэлд (Ц-4-10-10-162.8м)

Хүснэгт 3. Тэмээн чулуутын ордын хүдрийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн

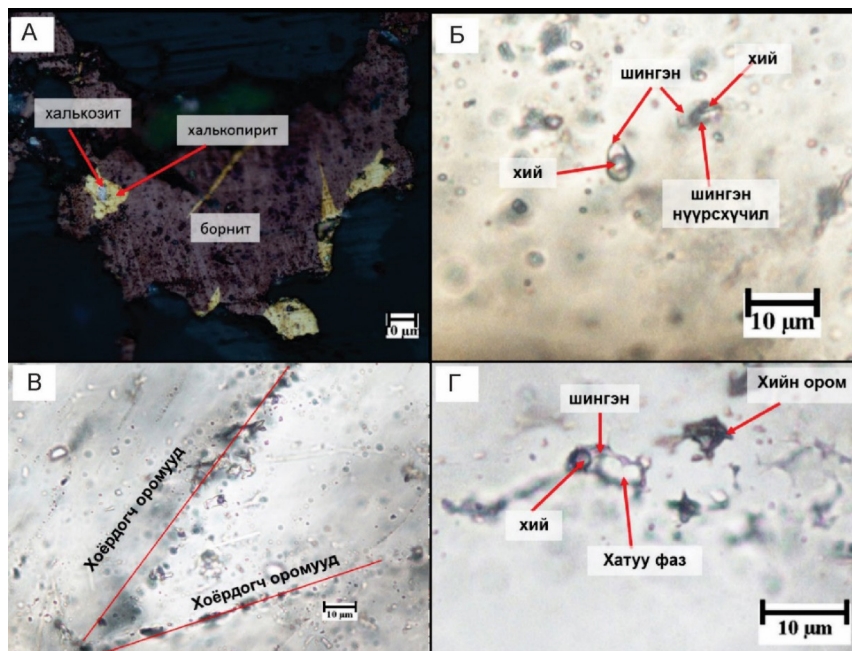
№	Эрдсийн нэрс	Агуулга (%)	№	Эрдсийн нэрс	Агуулга (%)
1	Мусковит, серицит	24	10	Халькопирит	2
2	Хлорит	19	11	Гётит	1
3	Кварц	18	12	Борнит	Цөөн
4	Эпидот	20	13	Ковеллин	Цөөн
5	Альбит	5	14	Сфен, лейкоксен	Цөөн
6	Актинолит	8	15	Апатит	Г.н
7	Карбонат	2	16	Гидрогётит	Цөөн
8	Азурит	0,1	17	Пирит	Цөөн
9	Малахит	0,5			

3.3. Флюид ормын судалгаа:

Флюид ормын судалгаанд зориулж хайгуулын цооногийн кернээс 5 дээж сонгож авсан. Судалгаанд хамрагдсан кварцуудад хий-шингэн ором (ХШО), хийн ором (ХО) болон хий-шингэн-хатуу фаз (ХШХО) бүхий ганцаас олон фаз бүхий хийн компинентээр баялаг флюидээс үүссэн ба тэдгээр нь хийн фазыг Х-10-30% болон Х-30-60% агуулсан байна. (Ж.Эрдэнэбаяр 2018)

Дээж-1: Цайвар саарал өнгөтэй кварцын судал нь халькопирит, борнит болон бусад хүдрийн эрдсүүд агуулсан (зураг 5 А). Кварцын судал нь захаараа хлоритжих хувиралд орсон байна. Уг дээжинд анхдагч оромууд нь 5-10 $\mu\text{м}$ хэмжээтэй тохиолдох ба тэдгээр нь ерөнхий 3 төрлийн ором тохиолдов. I-р төрлийн оромууд нь 40-60% хийн фаз агуулсан 2 фазтай флюид оромууд

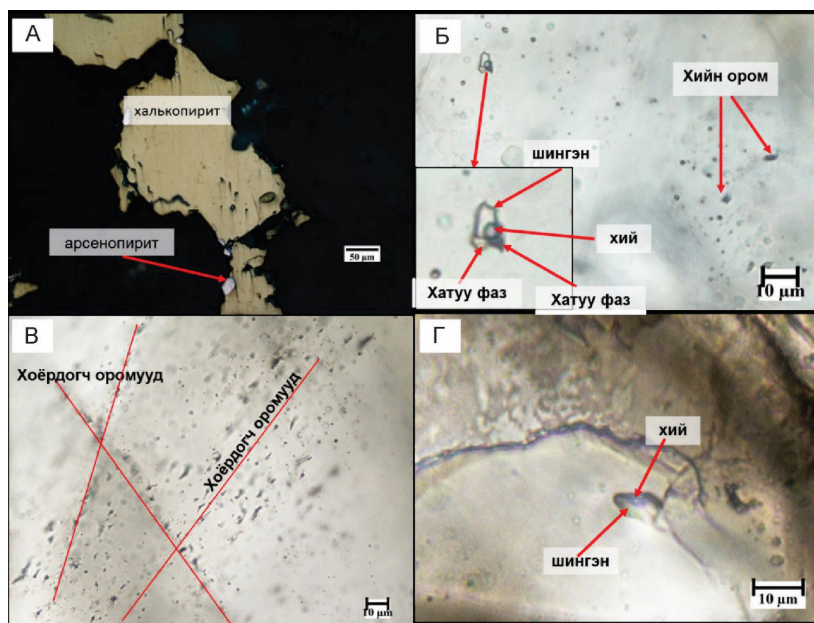
тохиолдох ба тэдгээрийн гомогенжих температур $T_g = 341\text{-}361^\circ\text{C}$ ба давсжит 13-23w% ба эдгээр оромууд дийлэнх хувийг эзлэнэ (зураг 5 Б). Хоёрдогч оромууд кварцын мөхлөгт хөндлөн үүссэн нарийн ан цавуудыг даган байрласан тохиолдоно (зураг 5 В). II- төрөлд хамрагдах оромууд нь 20-30% хийн фаз агуулсан охин эрдэс бүхий 3 фазтай флюид оромууд, гомогенжих температур $T_g = 357\text{-}395^\circ\text{C}$ ба хатуу фазын гомогенжих температур $T_g = 310^\circ\text{C}$ -д энэ нь галит байх боломжтой байна. Мөн хийн бараан өнгөтэй оромууд тохиолдох ба эдгээр нь цөөн тоогоор тохиолдоно (зураг 5 Г). III- төрөлд хамрагдах оромууд нь 30-60% хийн фаз агуулсан хий-шингэн-шингэн нүүрсхүчлийн хий бүхий 3 фазтай флюид оромууд, гомогенжих температур $T_g = 357\text{-}385^\circ\text{C}$ (зураг 3 Г).



Зураг 5. Дээж-1-д тохиолдох флюид оромууд (Ц-2-15-1. 91,5-92,0м): А. Хүдрийн эрдсүүд Б. Хийн фазыг 50% хүртэл агуулсан хийгээр баялаг 2 фазтай болон хий шингэн болон шингэн нүүрсхүчил агуулсан 3 фазтай оромууд. В. Хоёрдогч оромуудын кварцын мөхлөгт тохиолдох байршил. Г. Хий - шингэн -хатуу фаз бүхий 3 фазат ором болох хийн фазат ором.

Дээж-2: Цайвар саарал өнгөтэй хагас тунгалаг мозойк текстуртай кварцын судал нь халькопирит, арсенопирит болон бусад хүдрийн эрдсүүд агуулжээ (зураг 6 А). Энд кварцын судлаас гадна сульфидын нарийн судал тохиолдоно. Кварцын судал ан цаваараа хлоритжих хувиралд орсон байх ба хүдрийн эрдсүүд уг хувиралтай эвшилдэн тохиолдоно. Уг дээжинд анхдагч оромууд нь 5-10 μm хэмжээтэй 3 төрлөөр тохиолдоно. I- төрлийн оромууд нь 20-40% хий болон хатуу фазууд агуулсан 2-4 фазтай флюид оромууд тохиолдох ба тэдгээрийн гомогенжих температур $T_g = 368-396^\circ\text{C}$ ба давсжит 23-32w%. II-

төрлийн хийн бараан өнгөтэй оромууд тохиолдох ба эдгээр нь цөөн тоогоор тохиолдоно (зураг 6 Б). Уг дээжинд хоёрдогч оромууд кварцын мөхлөгт хөндлөн үүссэн нарийн ан цавуудыг даган хожуу үеийн оромуудаар эхэнд үүссэн оромууд хөндлөн огтлон байрласан тохиолдоно (зураг 6 В). III-төрөлд хамрагдах оромууд нь 10-20% хийн фаз агуулсан 2 фазтай флюид оромууд, гомогенжих температур $T_g = 314-325^\circ\text{C}$ ба давсжит 13-20w% (зураг 6 Г). Энд оромуудын гомогенжих төлөв нь ихэвчлэн хий жижгэрч алга болох байдал ажиглагдаж байх ба энэ нь өдөр даралт доор талсжиж байсныг гэрчилж байна.



Зураг 6. Дээж-2-т тохиолдох флюид оромууд (Ц-4-10-1. 163,0м): А. Хүдрийн эрдсүүд. Б. Хийн фазыг 30% хүртэл агуулсан шингэн давамгайлсан хатуу фаз бүхий 4 фазтай ором болон хийн 1 фазтай оромууд. В. Хоёрдогч оромуудын кварцын мөхлөгт тохиолдох байршил. Г. Хий - шингэн 2 фазат ором.

3.3.1 Ормын судалгааны үр дүн

Цайвар саарал өнгөтэй хагас тунгалаг мозойк текстуртай кварцын судал нь халькопирит, арсенопирит болон бусад хүдрийн эрдсүүд агуулжээ. Дээжүүдэд кварцын судлаас гадна сульфидын нарийн судлууд тохиолдоно. Кварцын судал ан цаваараа хлоритжих хувиралд орсон байх ба хүдрийн эрдсүүд уг хувиралтай эвшилдэн тохиолдоно. Мөн кварцын судалд тохиолдох кварц нь хагас тунгалаг болон тунгалаг талстууд тохиолдоно. Судалгаанд хамрагдсан дээжүүдийн кварцад тохиолдох оромууд нь хий-шингэн-хатуу фазууд агуулсан ганцаас олон фаз бүхий

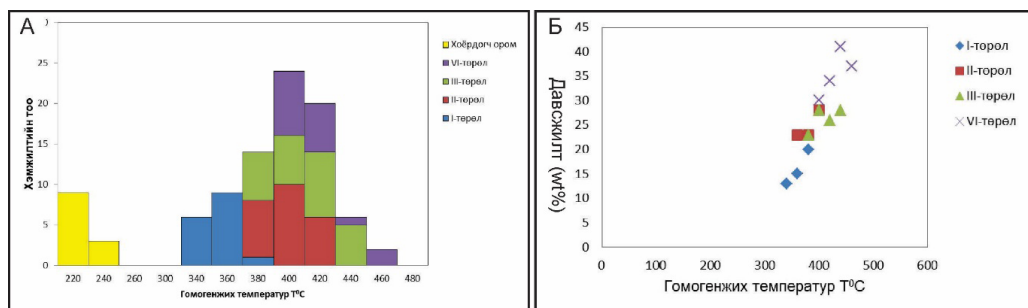
флюид оромууд тодорхойлогдсон бөгөөд хийн компонентаар баялаг H_2O - $NaCl$ - CO_2 найрлагатай, өндөр хэмийн магматоген-гидротермаль үүсэлтэй байна. Тэдгээр нь хийн фазыг Х-10-80% -ийн агуулсан ба дараах 4 төрөлд ангилаж болхоор байна. Хоёрдогч оромуудын Тг-125^o-220^oС.

I төрлийн оромууд нь хийн фазыг Х-10-20% 5-10μм хэмжээтэй ихэвчлэн шингэн давамгайлсан гомогенжих темпратур Тг-310-356^oС давсжилт 18-23 wt%.

II төрлийн оромууд нь хийн фазыг Х-40-80% агуулсан 5-10μм хэмжээтэй гомогенжих темпратур Тг =375-422^oС давсжилт 23-26 wt%.

III төрлийн оромууд нь хийн фазыг Х-50-60% 8-10 μm хэмжээтэй хий-нүүрсхүчлийн хий бүхий 3 фазтай оромууд $T_g = 361-425^{\circ}\text{C}$ давсжилт 23-28 wt%.

IV төрлийн ормууд нь хий – шингэн- хатуу 3 фазтай цөөн оромууд тохиолдоно $T_g = 381-456^{\circ}\text{C}$ давсжилт 35-43 wt% (зураг 7 А, Б).



Зураг 7. А. Флюид оромуудын гомогенжих температур, хэмжилтийн хистограмм.

Б. Флюид оромуудын гомогенжих температур болон давсжилтыг харуулсан диаграмм.

Хүснэгт 4. Тэмээн чулуутын зэс (алт)-ны ордын флюид ормын судалгааны үр дүн нэгтгэл

№	Дээжийн дугаар	Гомогенжих температур, $(T_h^{\circ}\text{C})$	Хөлдөөх Т	Мөс хайлж дуусах $(T_m^{\circ}\text{C})$	Давсжилт wt%
1	Ц-2-15-1-91.5-92				
2	1	341	-90	-20.9	22.3
3	2	352	-90	-20	22.4
4	3	358	-90	-19	21.7
5	4	361	-90	-19.5	22
6	5	357	-90	-18	21
7	6	395	-90	19	21.7
8	7	385	-90	-13	16.9
9	8	378	-90	-15	18.6
10	9	389	-90	-13.5	17.3
11	10	391	-90	-13	16.9
12	11	395	-90	-12	16
13	12	385	-90	-10	13.9
14	13	356	-90	-12	16
15	14	368	-90	-10.6	14.6

16	Ц-4-10-1-163.0				
17	1	369	-99	-21	23.1
18	2	368	-99	-21.2	23.1
19	3	369	-99	-20	22.4
20	4	314	-99	-9.5	13.4
21	5	325	-99	-10	13.9
22	6	320	-99	-16	19.4
23	7	321	-99	-15.5	19.0
24	8	325	-99	-15.6	19.1
25	9	314	-99	-16	19.4
26	10	368	-99	-20.3	22.6
27	11	392	-99	Хатуу фаз	32
28	12	315	-99	-13.2	17.1
29	13	325	-99	-15.2	18.8
30	14	321	-99	-16	19.4
31	15	323	-99	-13.6	17.4
32	16	220	-99	-9	12.8 хоёрдогч
33	17	392	-99	Хатуу фаз	32

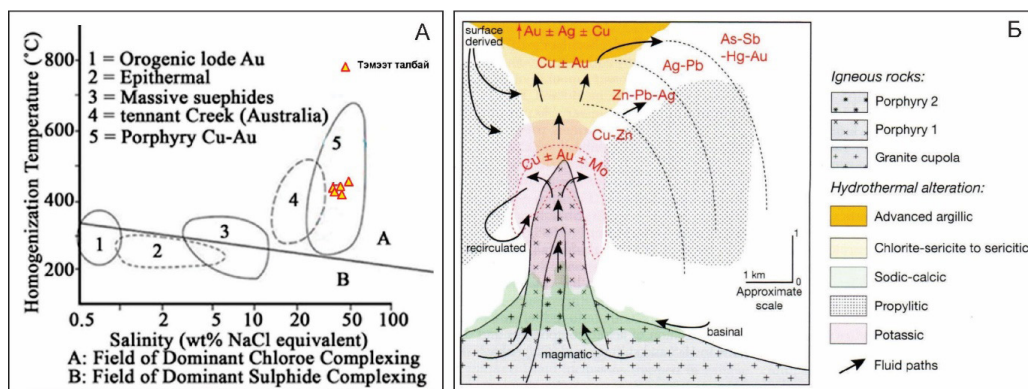
4. Хэлэлцүүлэг

Судалгааны ажлын үр дүнд үзвэл 2 үе шаттай флюидын идэвхжил явагдсан байх ба эхний үед нь ХШО, хийн бүхий $H_2O-NaCl$ ($NaCl=33-42\%$) ором элбэгтэй хийн компонентээр баяжсан магматоген-гидротермаль уусмалаас үүссэн байна. Энэ нь талсжиж буй магмаас хүдрийг гидротермал уусмалруу шилжүүлэн зөөх орчинг үүсгэсэн байх боломжтой. Дараах шатанд хүдэржилт агуулсан уусмал нь $H_2O-NaCl$ нөхцөлд зөөгдөж дараа нь уусмалын найрлага $H_2O-NaCl-CO_2$ болсон байна. Эхэн үеийн хүдэржилт флюидээр баялаг харьцангуй өндөр давсжилт бүхий хэмжээ том 5-10 μm хийн фаз харьцангуй бага ба гомогенжих температур өндөр $T_g=361-456^0$ хий- шингэн, хий-шингэн-

хатуу фазууд агуулсан оромууд болох IV болон III төрлийн оромууд тохиолдоно. Хүдэржилтийн сүүлийн шатанд флюидын давсжилт бага I болон II төрлийн оромууд агуулсан байна. Температурын хувьд багахан ялгаатай болсон нь тодорхой зүй тогтолтой бөгөөд магматоген-гидротермал болон гидротермал уусмалруу шилжих шилжилттэй холбоотой юм. Ордын хүдэржилт нь нүүрсхүчил болон давсны агуулга бүхий магматоген-гидротермал болон гидротермал уусмал түүний дотоод даралтын харьцангуй тогтворгүй нөхцөлд үүссэн болох нь харагдаж байна. Ларж нарын гидротермал ордуудын флюид ормын зүй тогтолын диаграммд буулгахад Тэмээн чулуутын орд нь порфирын төрлийн ордуудын талбайд бууна (зураг 9 А).

Тэмээн Чулуутын талбайд явуулсан цогц судалгааны үр дүнд зохиогчид нь 100 м болон түүнээс доош гүнээс кварц порфирит болон боржингийн шток цухуйж буй

хэсэгт илэрсэн анхдагч хүрээнүүд болон зэсийн (цайрын, мөнгөний) хүдрийн биет орчимд далд холимог металлын хүдэржилт илрэх төлөв байгааг тодруулсан. (Д.Пүрэвдорж, Э.Б.Федчишин нар 1984).

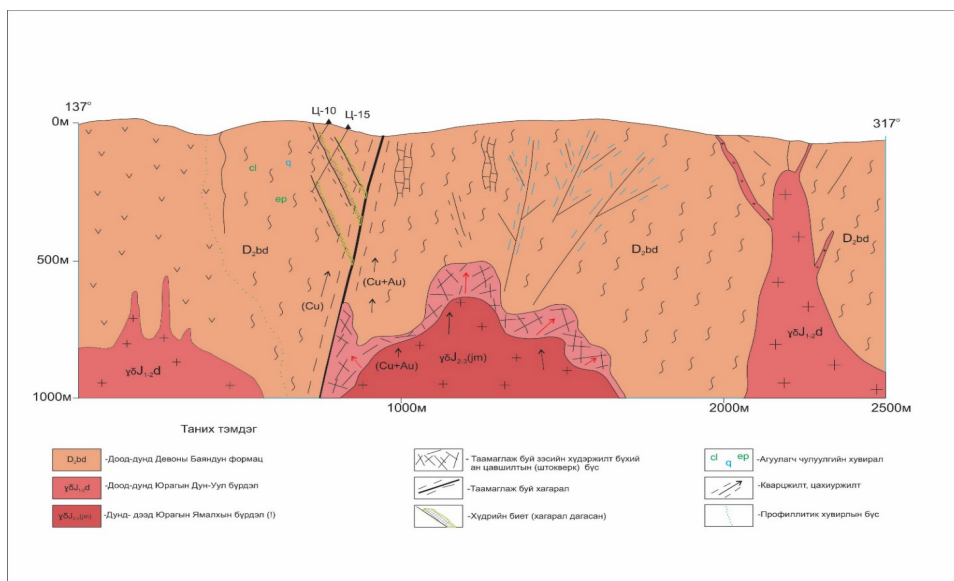


Зураг 9. А. Гидротермал ордуудын флюид ормын зүй тогтол. Larg et al., 1998.

Б. Зэс порфирийн төрлийн ордын загвар. Siltoe et al., 2012

Өмнөх зарим (геологи, геофизик) судалгаанууд болоод шинээр хийсэн хүдэр болон чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсийн найрлага, флюид ормын судалгааны үр дүнгүүдийг үндэслэн хүдрийн биетийн тэжээгч эх үүсвэрийг таамаглаж, зүсэлт (зураг 10) зохиов. Үүний дүнд хүдэр үүсгэгч гидротермал уусмал нь босоо чиглэлтэй гүний хагарлаар дамжиж хүдрийн биетийн

агуулагч чулуулгийн ан цавшилаар нэвчсэн бөгөөд анхдагч эх үүсвэр нь гадаргаас ойролцоогоор 500-600м гүнд орших зэсийн порфирийн хүдэржилт бүхий гранит, гранодиоритын биетээс хагарал ан цаваар дээш хүдрийн эрдэс агуулсан уусмал нэвчиж цахиржилт, серицитжилт, хлоритжилт, карбонатжилт зэрэг хувирлууд явагдсан байна. (зураг 9 Б,10)



Зураг 10. Тэмээн чулуутын ордын зэсийн хүдэржилт, гарал үүслийн таамаг загвар

5. Дүгнэлт

-Ордын хүдэржилт нь доод-дунд девоны Баяндун формацын кварц, хлорит, эпидоттой занарт агуулагдана. Хүдэр нь зурваслаг, линзлэг, текстуртэй хүдэржилт нь занар дахь актинолит, эпидот, кварцын линз, судланцар дотор байршина. Хүдрийн эрдэс нь халькопирит, борнит, ковеллин, малахит, азурит, пирит байна.

-Хүдэр орчмын агуулагч чулуулгууд нь хүчтэй эпидотжих, цахиржих, хлоритжих, карбонатжих хувиралд өртсөн байна (зураг 2). Энэ нь зэс порфирийн төрлийн хүдэржилттэй холбоотой үүсдэг агуулагч чулуулгийн хувирал бөгөөд хувирлын хамгийн захын бүслүүрт үүсдэг профиллитжих хувирал юм.

-Хүдрийн биетийн исэлдэл-зөөгдөл-уусалтын түвшинд зэсийн карбонат эрдэс болох малахит, азурит мөн гётит, гидрогётит, хоёрдогч баяжилтын бүсэд борнит, ковеллин, халькозин, анхдагч хүдрийн бүсэд халькопирит, пирит, борнит илэрнэ(зураг 2). Хүдэржилт нь бүслүүрлэг шинж чанартай ба хүдэржилтийн төв хэсэгт өндөр температурт зэс, гадна хүрээгээр бага температурын цайр, хар тугалга, мөнгөний хүдэржилт хөгжсөн.

-Хүдрийн эрдэс агуулсан кварцын судлаас авсан дээжинд хийсэн ормын судалгаагаар хүдрийн эрдэс агуулсан анхдагч уусмалын гомогенжих температур нь 320-450°C, давсжилт нь 20-37 % байгаа нь хүдрийн биетийн анхдагч гарал үүсэл Зэс Порфирийн төрлийн хүдэржилт байж болохыг харуулна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

- Бямба.Ж., 2012. Монголын геологи ба ашигт малтмал 1-р боть, Стратиграфи. 254-257, х349-378, х488-492, х70-80.
- Бямба.Ж., 2012. Монголын геологи ба ашигт малтмал 4-р боть. Литосферийн плитийн тектоник. 2012.х213-262.
- Бямба.Ж., Ичинноров.Н., Минжин.Ч., Содов.Ж., Сэрсмаа.Г., Тунгалаг.Ф., Уранбилэг.Л., 1994. Монголын стратиграфийн толь, х.150.
- Дашням.Б., Майбаяр.О., Ганбат.Ч., 2018. Тэмээн чулуутын талбайд хийсэн нарийвчилсан хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан.
- Дэлгэрцогт. Б., 2013. Хойд, Төв, Зүүн Азийн геологийн гурван хэмжээст структур ба металлогени, олон улсын төсөл. Ф№7375 хавсралт16,18. 22.х16-54.
- Майбаяр.О., 2011. Тэмээн чулуутын хайгуулын талбайд хийсэн эрэл-хайгуулын ажлын тайлан.
- Майбаяр.О., 2012. Тэмээн чулуутын хайгуулын талбайд хийсэн эрэл-хайгуулын ажлын тайлан.
- Тогтох. Д., 1971-1973. Баяндунгийн хүдрийн районд Дорнодын геологийн удирдах газрын Баяндунгийн 6-р анги 1:200 000 масштабтай геологийн зураглалын болон эрлийн ажлыг 5000км² талбайд М-49-9, 96, 107, 108, 119, 131-р хавтгайнуудад хийж гүйцэтгэсэн тайлан.
- Пүрэвдорж. Д., Федчишинд, Э.Б., 1987. Баяндунгийн талбайд полиметалл болон бусад ашигт малтмалд хийсэн 1:50000 масштабтай ерөнхий эрлийн ажил.1981-1983. Ф№-3694. х295-307.
- Маринов.Н.А., Зоненшайн.Л.П., Благоднаров.В.А., 1973. Геология Монгольской Народной Республики. Т.1.М.:Недра, с.174-224.
- Т.Т. Шаркова., 1981. Силурийские и Девонские табуляты Монголии. Тр.ССМПЭ, вип.14, М.Наука. 5-103с.
- Л.М.Улитина.Л.М., 1976. Особенности распространения строматопороидей, ругоз и мшанок в разреза палеозоя гор Джинсэту-Ула (палеонтология и биостратиграфия Монголии) Тр.ССМПЭ, вып.3, Наука.
- Bowers. T.S., Helgeson H.C., 1983. Calculation of the thermodynamic and geochemical consequences of nonideal mixing in the system H₂O–CO₂–NaCl on phase relations in geological systems: equation of state for H₂O–CO₂–NaCl fluids at high pressures and temperatures. Geochim. Cosmochim. Acta, 47, 1247–1275.
- Brown.P.E., Lamb.W.M., 1989. P-V-T properties of fluids in the system H₂O 2 CO₂ t- NaCl: New graphical presentations and implications for fluid inclusion studies.
- Brown.P.E., FLINCOR., 1989.A microcomputer program for the reduction and investigation of fluid-inclusion data, American Mineralogist, Volume 74, pages 1390-1393.
- Hedenquist. J.W., Harris.M., and Camus.F., 2012. Geology and Genesis of Major Copper Deposits and Districts of the World A Tribute to Richard H. Sillitoe., SOCIETY OF ECONOMIC GEOLOGISTS, INC. Special Publication Number 16
- Robert S.Darling., 1991. An extended equation to calculate NaCl contents from final clathrate melting temperatures in H₂O-CO₂-NaCl fluid inclusions: Implications for P-T isochore location.
- Ross R. Large; Stuart W. Bull; David R. Cooke; Peter J. McGoldrick. 1998. A genetic model for the H.Y.C. Deposit, Australia; based on regional sedimentology, geochemistry, and sulfide-sediment relationships. Economic Geology (1998) 93 (8): 1345-1368