

ПОСТМААГМЫН ОРДУУДЫН ХЭТИЙН ТӨЛӨВ,
ҮНЭЛГЭЭНД ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЙН
СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГ АШИГЛАХ

С.Дашдаваа
С.Оюунгэрэл

Геологи Минералогийн тэнхим

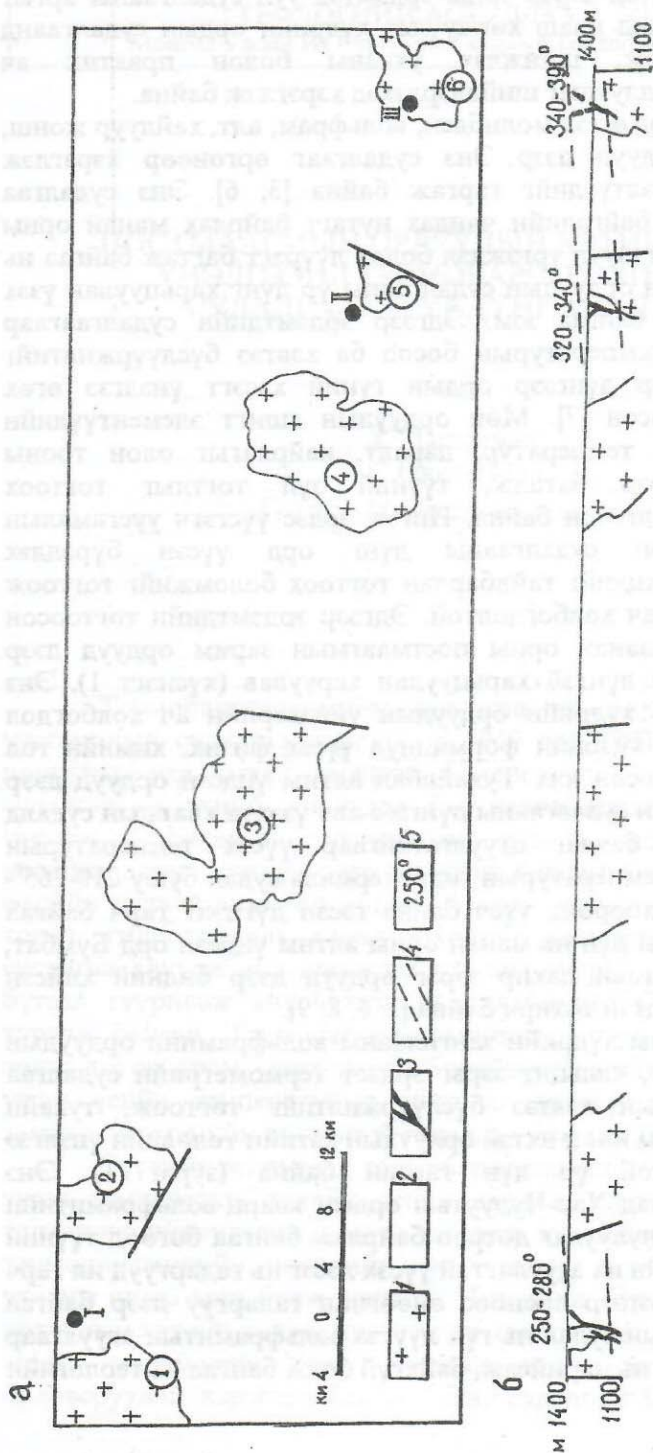
Термобарогеохимийн судалгаа нь анх эрдэс төрүүлэгч уусгамалын судалгаа нэртэйгээр 1940 онд Н.П.Ермаков жинхэнэ шинжлэх ухааныхан үүднээс боловсруулан тавьсан юм. Энэ судалгаа нь эхний жилүүдэд гол төлөв эрдэс доторхи түүнийг үүсгэгч уусгамалын үлдэгдэл нь сайн харагдах кварц, топаз, кальцит зэрэг эрдсүүд дээр хийгдэж байсан бөгөөд Н.П.Ермаков өөрийн судалгааны гол объект болгож пегматитад үүссэн болор, топаз, гидротермаль гарал үүсэлтэй кальцитын талстууд дээр судалгаа явуулж энэ шинжлэх ухааны суурийг тавьсан дорвитой бүтээл тууриваж энэ бүтээл нь тухайн үед Сталины шагналыг хүртэж байсан. Термобарогеохимийн судалгаа нь анх гол төлөв эрдэс дотор ором үүсэх төрөл бүрийн зүй тогтол, арга зам, эрдэс үүсэх үеийн температурыг тунгалаг эрдсүүд дээр тодорхойлох замаар онтогенийн чиглэлтэй судалгаа явагдаж байсан.

Сүүлийн жилүүдэд термобарогеохимийн чиглэлээр эрдсийн үүсэх температур, тухайн үеийн даралт, уусгамалын найрлагын талаар нарийвчилсан судалгаа явагдаж, тухайн эрдсийн үүсэх үеийн термодинамикийн нөхцлийг иж бүрнээр нь судалдаг, шинжлэх ухааны шинэ арга болж тогтсон. Ингэж иж бүрнээр нь судалснаар ордуудын хэтийн төлөв, практик ач холбогдолд үнэлгээ өгч улмаар ашигт малтмалын төрөл бүрийн ордыг эрж хайх аргачлал боловсруулан хэрэглэж байна. Энэ судалгааг Орос, Украин,

Америк, Япон, Хятад зэрэг орны эрдэмтэд уул судалгааны аргыг орчин еийн төвшинд цааш хөгжүүлж, хүдрийн ордын судалгаанд өргөнөөр хэрэглэж, шинжлэх ухааны болон практик ач холбогдолтой асуудлуудыг шийдвэрлэхэд хэрэглэж байна.

Украины эрдэмтэд молибден, вольфрам, алт, хайлуур жонш, полиметаллын ордууд дээр Энэ судалгааг өргөнөөр хэрэглэж сонирхолтой дүгнэлтүүдийг гаргаж байна [3; 6]. Энэ судалгаа хийсэн ордууд нь байгалийн чандах нутагт байрлах манай орны хүдрийн мужуудын шууд үргэжлэл болох дүүрэгт багтаж байгаа нь манай орны тухайн ордуудын судалгааны үр дүнг харьцуулан үзэх боломжтой болж байгаа юм. Эдгээр эрдэмтдийн судалгаагаар тухайн орд дээр температурын босоо ба хэвтээ бүслүүржилтийг тогтоож, үүний үр дүнгээр ордын гүний хэсэгт үнэлгээ өгөх боломжийг тогтоосон [7]. Мөн ордуудын ашигт элементүүдийн хамгийн их үүсэх температур, даралт, найрлагыг олон тооны туршилтын дүнгээр баталж, түүний зүй тогтлыг тогтоох боломжийг бий болгосон байна. Ингэж эрдэс үүсгэгч уусгамалын ормын иж бүрэн судалгааны дүнг орд үүсэн бүрэлдэх геодинамикийн нөхцлийг тайлбарлан тогтоох боломжийг тогтоож өгдөгөөрөө чухал ач холбогдолтой. Эдгээр эрдэмтдийн тогтоосон судалгааны дүнг манай орны постмаагмын зарим ордууд дээр хийсэн судалгааны дүнтэй харьцуулан харуулав (хүснэгт 1). Энэ хүснэгтээс харахад хүдрийн ордуудын үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий нөөц ихтэй хүдрийн формациуд үүсэх физик, химийн гол нөхцлүүдийг тогтоосон юм. Тухайлбал алтны үндсэн ордууд дээр хийсэн олон жилийн судалгааны дүнгээс авч үзэхэд кварцын судалд алт хамгийн их баялаг агуулгатайгаар үүсэх температурын интервал нь дунд температурын гидротермаль судал буюу 210-265°-ын температурын хооронд үүсч байна гэсэн дүгнэлт гарч байгаа юм. Энэ судалгааны дүн нь манай орны алтны үндсэн орд Бумбат, Бороо, Өлөнт, Цагаан цахир зэрэг ордууд дээр бидний хийсэн судалгааны дүнгүүдтэй тохирч байна [1; 6; 8; 9].

Их-Хайрханы хүдрийн зангилааны вольфрамийн ордуудын кварц, вольфрамит, кальцит зэрэг эрдэст термометрийн судалгаа хийж, температурын хэвтээ бүслүүржилтийг тогтоож, тухайн хүдрийн зангилааны нөөц ихтэй ордуудын хэтийн төлөвийн үнэлгээ хийсэн сонирхолтой үр дүн гарсан байна (зураг 1). Энэ судалгаанаас харахад Хар-Чулуутын ордын кварц-вольфрамитийн судал нь инртзив чулуулаг дотроо байрлаж байгаа бөгөөд түүний вольфрамит хамгийн их агуулагтай үүсэх хэсэг нь гадаргууд ил гарч элэгдэлд их хэмжээгээр орсноос өнөөгийн гадаргуу дээр байгаа кварц вольфрамитын судал нь гүн лүүгээ вольфрамитын агуулгаар ядуурч уул судлууд нь нарийсаж, байхгүй болж байгаа нь геологийн



Зураг 1. ИХ-ХАЙРХАНЫ ХУДРИЙН ТАЛБАЙН ВОЛЬФРАМЫН ОРДУУДЫН БАЙРЛАЛТ

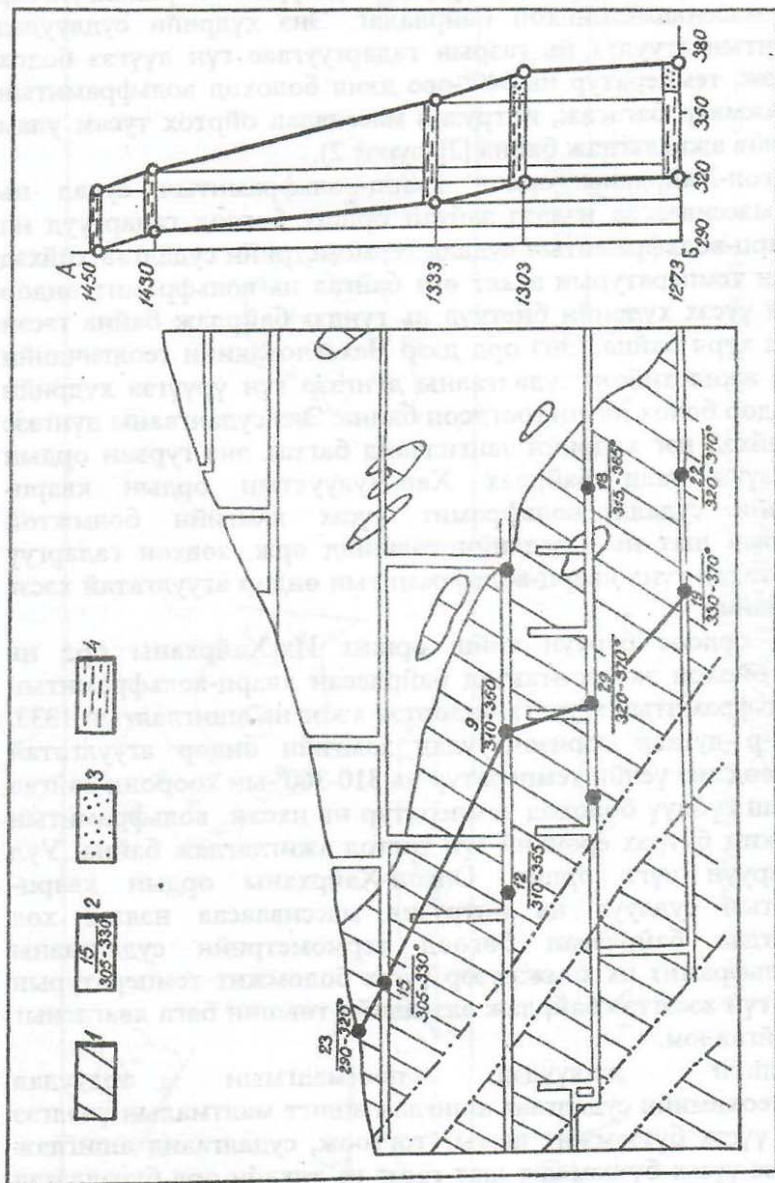
а-Геологийн план: 1-Хүдэр үүсгэгч боржингууд, 2-Агуулагч чулуушууд, 6-Геологийн зүсэлт; 3-Кварц-вольфрамитын судлууд, 4-Термометрээр тогтоосон боломжит температурын хил; 5-Гомогенжилтийн температур. ОРДУУД: I-Онгон-Хайрхан; II-Их-Хайрхан; III-Хар чулуут. БОРЖИНГИЙН МАССИВУУД: I-Онгон-Хайрхан; 2-Хомг-Толгой; 3-Өнжүүл; 4-Их-Хайрхан; 5-Бага-Хайрхан; 6-Баян-Бараат.

зүсэлтээс тодорхой харагдаж байна. Гүн лүү нь хайгуул хийж үзэхэд вольфрамитын агуулга илүү их буурч байгаа нь тогтоогдсон. Их-Хайрханы ордын кварц-вольфрамитын судал нь интрузивын экзоконтактад байрлах бөгөөд хүдрийн судлууд нь харьцангуйгаар интрузив массивдаа ойрхон байрладаг. Энэ хүдрийн судлуудад вольфрамитын агуулга нь газрын гадаргуугаас гүн лүүгээ болох тусам ихсэж, температур нь 340° -өөс дээш болоход вольфрамитын агуулга аажмаар багасаж, интрузив массивдаа ойртох тусам улам буурах төлөв ажиглагдаж байна [2] (зураг 2).

Онгон-Хайрханы ордод кварц-вольфрамитын судал нь интрузив массиваасаа нэлээд зайтай орших бөгөөд гадаргууд ил гарсан кварц-вольфрамитын судалд термометрийн судалгаа хийхэд $250-280^{\circ}$ -ын температурын заалт өгч байгаа нь вольфрамит өндөр агуулгатай үүсэх хүдрийн биетүүд нь гүндээ байрлаж байна гэсэн дүгнэлтэнд хүрч байна. Энэ орд дээр Чехословакийн геолгичдийн хайгуулын ажил хийсэн судалгааны дүнгээр гүн үрүүгээ хүдрийн агуулга өндөр болох нь тогтоогдсон байна. Энэ судалгааны дүнгээс дүгнэлт хийхэд нэг хүдрийн зангилаанд багтах энэ гурван ордын хамгийн зүүн талд байрлах Хар-Чулуултын ордын кварц-вольфрамийн судалд вольфрамит үүсэх хамгийн болмжтой температурын шат нь элэгдлийн төвшинд орж, зөвхөн гадаргуу хэсэгтээ багахан гүнд кварц-вольфрамитын өндөр агуулгатай хэсэг нь үлдсэн байна.

Энэ ордоос баруун тийш орших Их-Хайрханы орд нь массивдаа ойрхон экзоконтактад байрласан кварц-вольфрамитын судлын вольфрамитын агуулга өндөртэй хэсэг нь ашиглалтын 1333, 1303, 1273-р дугаар горизонтуудад хамгийн өндөр агуулгатай байсан бөгөөд энэ үеийн температур нь $310-360^{\circ}$ -ын хооронд байгаа бөгөөд цааш гүнлүү болоход температур нь ихсэж, вольфрамитын агуулга аажим буурах ерөнхий зүй тогтол ажиглагдаж байна. Уул ордоос баруун зүгт орших Онгон-Хайрханы ордын кварц-вольфрамитын судлууд нь интрузив массиваасаа нэлээд хол экзоконтактадаа байрласан бөгөөд термометрийн судалгааны дүнгээр вольфрамит их хэмжээгээр үүсэх боломжит температурын хязгаарууд гүн хэсэгтээ байрлаж элэгдлийн төвшин бага явагдсныг харуулж байгаа юм.

Сүүлийн жилүүдэд постмаагмын ордуудад термобарогеохимийн судалгааг ашиглан ашигт малтмалын үнэлгээ өгөх эрдэс үүсэх бүтээмжит шатыг тогтоож, судалгаанд ашиглаж байна. Эрдэс үүсэх бүтээмжит шат гэдэг нь тухайн орд бүрэлдэхэд ашигт элементүүдийн хамгийн их үүсэх зохимжот температур, даралт, концентрацийн хязгаарыг нэрлэдэг. Энэ шат нь орд болгонд өөр өөр байдаг. Энэ аргыг постмаагмын ордуудад үнэлгээ



Зураг 2. ХУДРИЙН СУДЛЫН УНАЛЫН ДАГУУ ЭРДЭС ҮҮСГЭГЧ УУСМАЛЫН АГРЕГАТЫН ТӨЛӨВ, ТЕМПЕРАТУРЫН ӨӨРЧЛӨЛТ

1-Кварц-вольфрамитын судал; 2-Дээж авсан газар ба гомогенжилтийн температур; 3-4-Уусмалын агрегатын төлөв байдал: хийн (3), шингэн (4).

өгөхөд өргөн ашиглаж болдог. Термобарогеохимийн судалгааг практик амьдралд өргөн хэрэглэж, алт, хайлуур жонш, молибденит, вольфрамит, полиметаллын болон бусад төрлийн ордуудад хэрэглэж байна. Эхний үед голдуу температураар нь үнэлгээ өгч байсан бол сүүлийн жилүүдэд даралт, уусгамалын найрлага зэргийг оруулж, ордын гарал үүслийн физик, химийн нөхцлийг иж бүрнээр нь тооцох төвшинд хүрсэн байна. Судлаач Е.М. Лазько, А.В. Пизнюр, Ю.В. Ляхов нар энэ аргыг анх дэвшүүлэн гаргаж, байгалийн чанадах нутгийн ордууд дээр олон тооны судалгаа хийж сонирхолтой дүгнэлт гаргасан байна. Үүнд: Алтны ордууд дээр эрдэс үүсэх 6 үе шатыг ялгаж, алт үүсэх бүтээмжит шатыг алт-кварц-сульфидын шат гэж нэрлэсэн бөгөөд үүсэх температур нь $250-200^{\circ}$ байна гэж үзсэн.

Молибденитийн ордын бүтээмжит температурын шат нь нэлээн өндөр бөгөөд голдуу $490-240^{\circ}$ -ын хооронд байна гэж тогтоосон. Вольфрамитын орд дээр эрдэс үүсэх 4 шатыг ялгасан бөгөөд бүтээмжит шатанд нь кварц-вольфрамитын эрдсийн ассоциацийг оруулж, температурыг $350-325^{\circ}$ гэж үзсэн. Хайлуур жоншны орд дээр судалгаа хийж, эрдэс үүсэх 3 шатыг ялгаж, хайлуур жонш хамгийн их үүсэх адуляр-кварц-хайлуур жоншны шатыг бүтээмжит шатанд оруулж, үүсэх температурыг $160-115^{\circ}$ гэж үзжээ.

Полиметаллын (Цайр-хар тугалга) ордууд дээр судалгаа хийж, бүтээмжит температурын шатыг $235-165^{\circ}$ гэж үзсэн. Ингэж постагмын ордууд дээр температурын үнэлгээ өгснөөс гадна уусгамалын даралт, найрлагын талаар орд бүгд дээр онцлог талууд ажиглагддаг байна. Тухайлбал вольфрамитын орд нь гол төлөв $650-860$ Па даралттай, уусгамалын найрлага нь гидрокарбонат-натри, гидрокарбонат - магни, гидрокарбонат - кальцийн найрлагатай байгааг байгалийн чанадах нутгийн вольфрамын орд, монголын Их-Хайрханы ордууд дээр хийсэн судалгаанаас харагдаж байна. Мөн уусгамалын найрлагыг судлахад нүүрсхүчлийн хий ихээхэн үүрэгтэй байдаг. Дээр нэр дурьдсан ордуудад нүүрсхүчлийн хий ямар үүрэгтэй байгааг хүснэгт 1-ээс харж болно. Эдгээр ордуудын оромд судалгаа хийж байхад нүүрсхүчлийн хийнээс гадна хатуу фаз (талст) нэлээд тааралдаж байсан бөгөөд энэ нь голдуу галит байдаг. Энэ судалгааг явуулсаны үр дүнд тухайн ордын хүдэр агуулагч чулуулаг хувирлын бүсүүдээс тодорхой системтэй дээжлэлт хийж, түүнийг термобарогеохимийн судалгаанд оруулж, ордын хүдрийн биетийн байрлал, хэвтээ болоод босоо чиглэлд термобарогеохимийн үзүүлэлтүүд хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг тогтоож, ордын эрдсийн парагенезис, ассоциацийг зөв сонгон гаргаж, түүний эрдсүүдийн үүссэн дэс дараалал, эрдсийн

генерацийн төрлүүдийг гаргаж, аль генерацитай хүдэр үүсгэгч элементүүд холбогдож үүссэн эдгээр эрдсийн үе шатууд термодинамикийн ямар нөхцөлд үүссэн зэргийг иж бүрнээр нь харуулах боломж олддог. Ингэж эрдэс үүсэх физик, химийн орчинг иж бүрнээр нь судалж түүний үр дүнг постмаагмын гарал үүсэлтэй ямар ч төрлийн ордод өргөнөөр хэрэглэх боломжтой байна.

Постмаагмын орд үүсэх термобаро-геохимийн нөхцөл

хүснэгт 1.

Орд, эрдсийн төрөл	Уусмалын төлөв байдал ба даралт, Па	Ормоор тодорхойлсон температур			Уусгамал дахь CO ₂ -ын агуулга	Зохиогч
		Эхлэл, төгсгөл	Бүтээм жиг үе шат	Зохим жиг үе шат		
<i>Дорнод Байгалийн чанад дахь</i>						
Кварц-пиритийн судлын бүс (порфир маягийн боржин дахь ба гранодиорит дахь)	X, Ш, Т (1100-300)x10 ⁵	440-50	290-240	265-240	байна	Г.Ю.Григорчук Н.Г.Головченко
Кварц-пиритийн граводиорит дахь хүдрийн бие	X, Ш, Т (1400-600)x10 ⁵	430-80	300-200	260-220	байхгүй	С.М.Ивасив
Кварц-пиритийн боржин ба гранодиорит дахь хүдрийн бие	X, Ш, Т (1700-700)x10 ⁵	450-80	330-230	270-230	байна	
Сульфид багатай кварц, элсэн чулуу ба хувирмал занар дахь судлын бүс	X, Ш, Т	335-70	260-205	260-205	байна	
<i>Баруун Байгалийн чанад дахь</i>						
Сульфид багатай кварц, гнейс ба хувирмал занар дахь судлууд	X, Ш, Т (1100-1600)x10 ⁵	500-70	330-170	270-210	байна	Ю.В.Ляхов И.В.Попивняк
<i>Ленскийн район</i>						
Сульфид багатай кварц, элсэн чулуу ба занар дахь судлууд	500x10 ⁵	380-60	300	-	байхгүй	Ф.А.Летников
<i>Бодайбижийн район</i>						
Кварц-пиритийн хувирмал занар дахь судлууд	X, Ш, Т	300-90	240-220	240-220	байна	Ю.В.Ляхов
<i>Монгол</i>						
Кварц сульфид диорит боржин дахь судал (Өлөнт)	X, Ш, Т 640x10 ⁵	300-70	270-200	260-220	байна	С.Дашдаваа
Сульфид багатай кварц хувирмал занар дахь судал (Бумбат)	X, Ш	390-100	280-210	-		С.Дашдаваа С.Дандар Н.Мөнхбилэг
Сульфид багатай кварц боржин гранодиорит дахь судал (Бороо)	X, Ш	425-158	395-158	285-195	байхгүй	Г.Дэжидмаа
Сульфид багатай кварц	X, Ш	390-160	302-160	230-218	байна	С.Дандар С.Дашдаваа

гранодиорит дахь судал (Цагаан толгой)						
Кварц-вольфрамитын судал (Их-хайрхан)	Х, Ш, Т 650x10 ⁵	390-60	380-300	370-310	байна	С.Дашдаваа
<i>А.В.Пизнюрин судалгаа хийсэн газар</i>						
Кварц-молибденитийн судал	Х, Ш, Т (1000-350)x10 ⁵	440-60	430-330	420-390	байна	А.В.Пизнюр
Кварц-зес-молибденитийн судал	Х, Ш, Т (1200-400)x10 ⁵	440-60	430-250	400-350	байна	А.В.Пизнюр
Кварц-вольфрамит-молибденитийн судал	Х, Ш, Т (1100-500)x10 ⁵	440-70	430-240	405-360	байна	А.В.Пизнюр
Кварц-киноварийн судал	Ш 300x10 ⁵	170-90	160-90	150-110	байхгүй	А.В.Пизнюр

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛҮҮД

1.Бямбаа Б, Дашдаваа С. Их-Өлөнтгийн алтны илрэлийн гарал үүслийн судалгаа. МУИС-ийн эрдэм шинжилгээний бичиг №38., УБ., 1971.

2.Дашдаваа.С. Типы включений минералообразующих растворов в вольфрамите и некоторые черты генезиса кварц-вольфрамитовых жил Их-Хайрханского месторождения. Минералогический сборник Львовского университета. Вып.2. №24, 1970г.

3.Дмитриев Л.К., Ляхов Ю.В. Стадийность и температурный режим формирования Дарасунского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье.-Тезисы докл. III Всес. Совещ. по минералогической термобарометрии и геохимии глубинных минералообразующих растворов. 9-15 сент. 1968 г. М., 1968).

4.Ермаков Н.П. Исследования минералообразующих растворов. Изд-во Харьковск. Гос. Ун-та, 1950.

5.Ермаков Н.П. Термометрия глубинных процессов рудообразования.-В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. Изд-во <<Наука>>, 1965.

6.Лазько Е.М, Ляхов Ю.В, Пизнюр А.В. Физико-химические основы прогнозирования постмагматического оруденения. Москва, 1981г.

7.Ляхов Ю.В. О горизонтальной и вертикальной температурной зональности в пределах БалеЙского рудного поля (Восточное Забайкалье).- В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. Т. 1. Изд-во <<Наука>>, 1968.

8.Энхбаатар Ш, Дандар С, Дашдаваа С, Мөнхбилэг Н. Бумбатын ордын кварц дэх флюид ором. Минералогийн музейн бүтээл. №13, УБ., 1996.

9. Dashdavaa S, Dandar S. Fluid inclusions in the Hydrothermal gold deposits of Mongolia. Beijing., 1996.

10.Roedder E. Studies of fluid inclusions. I. Low temperature application of a double-purpose freesing and heating stage., 1962, v. 57, № 7.

11.Roedder E. Studies of fluid inclusions. II. Fresing datd and their interpretation-Econ Geol., 1963, v. 58, № 2.