

ЭХ ӨГҮҮЛЭЛ

БУРГАСТАЙН ГОЛЫН ШОРООН ОРДЫН ИЗОФЕРРОПЛАТИНЫ ЭРДСҮҮДИЙН ЭВШИЛ (БАРУУН МОНГОЛ)

Т.Оюунчимэг* | А.Э. Изох** | А.В. Вишневский** | В.М. Калугин**

*ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн

**ОХУ-ын Сибирийн салбарын Геологи, минералогийн хүрээлэн

Хураангуй

Хүлээн авсан: 2009.03.13

Зөвшөөрөгдсөн:

2009.04.29

Түлхүүр үг:

изоферроплатины бөөгнөрөл, урал-алаяскийн төрөл, Баруун Монгол

Харилцах зохиогч:

Т.Оюунчимэг, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн

Имэйл:

oyunchimegt@mas.ac.mn

Баруун Монголын Бургастай, Илжгэнголын алтны шороон ордуудад цагаан алтны бүлэг элемент (ЦАБЭ)-ийн эвшил бүхий куперит (PtS), лаурит-эрлихманит (RuS_2-OsS_2), купрородсит-маланит ($CuRhS_4-CuPtS_4$), ирарсит-холлингвортит (IrAsS- RhAsS), бауит (Rh_2S_3) шигдэцүүд агуулсан изоферроплатины (Pt_3Fe) мөхлөгүүд тогтоогдов. Энэхүү изоферроплатины эвшлийн шороон ордуудын үндсэн эх үүсвэр нь Хархираагийн аккрецийн террейний төв хэсгийн структурт байрлах Үүрэг нуур орчмын пикритийн вулкан-плутон бүрдэл бөгөөд ЦАБЭ-ийн эрдсийн болон хромшпинелидын шинжилгээний үр дүн нь урал-алаяскийн төрөл болохыг харуулж байгаа юм.

ОРШИЛ

Монгол орны нутаг дэвсгэр дээр цагаан алтны бүлэг элементийн (ЦАБЭ) шороон ордууд ХХ зууны эхэн үед илэрчээ (Высоцкий, 1993). Анх цагаан алтны эрдсийн найрлага Нарангийн альпийн төрлийн гипербазиттай холбоотой судлагдаж байсан (Сидоров и др, 1987) бол сүүлийн үед Монголын каледоны болон герциний атриат структур дахь офиолитийн эвшилтэй холбоотой ЦАБЭ, хромитууд нарийвчлан судлагдсаар байна (Агафонов и др, 2001; Агафонов и др, 2005; Леснов, 1994; Шархуухэн, 2002). ЦАБЭ-ийн минералогийн судалгаа Номгоны

троктолит-анортозит-габброгийн бага сульфидын хүдэржилтэнд хийгдэж байсан хэдий ч (Изох и др, 1992), үйлдвэрлэлийн ач холбогдол нь одоохондоо тогтоогдоогүй. Бүслүүрлэг хэт суурилаг-суурилаг массивтай холбоотой урал-алаяскийн төрлийн цагаан алтны үйлдвэрлэлийн шороон ордуудын ЦАБЭ-ийн үндсэн эрдэс нь изоферроплатин (Кондер, Гальмознан, Уралын ордууд) байдаг (Платиноносность..., 1995). Алтай-Саяны атриат мужуудад (Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаир) алт-ферроплатины шороон оруудад тогтоогддог бөгөөд үндсэн эх үүсвэр нь габбро-пироксенит-перидотитийн

Ишлэлийг Oyunchimeg, T., et al., 2009. "Isoferroplatinum mineral assemblage from the Burgastain Gol placer (Western Mongolia)", *Russian Geology and Geophysics*, 10, 863-872. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2009.09.004> хийнэ үү.

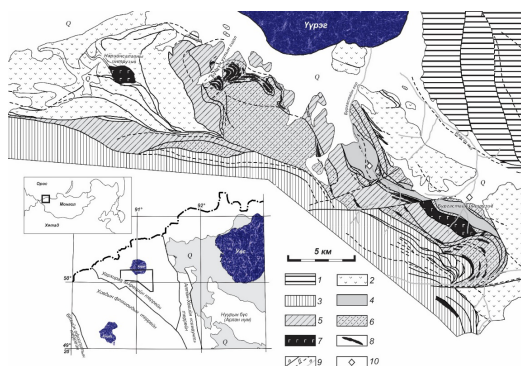
массивууд юм (Кривенко и др, 1994; Tolstykh et al, 2002; Подлипский и др, 2007). Сүүлийн жилүүдэд явуулсан судалгаагаар Монгол Алтайд Үүрэг нуурын өмнөд хэсэгт тархсан дундээд кембрийн пикритийн вулкан-плутон эвшилтэй холбоотой урал-аляскийн төрлийн изоферроплатины шижирмэгийн илрэл Бургастайн болон Илжэнголын алтны шороон ордуудад илэрсэн явдал юм (Izokh et al, 2004; Поляков и др, 2006).

Энэхүү өгүүлэлийн зорилго нь цагаан алтны металлын хүдэржилтийн төрлийг тодорхойлж, ЦАБЭ-ийн эрдсүүд, хромит, тэдгээрийн хам гарал, ерөнхий онцлогыг илрүүлсэнээр эх үүсвэрийг тодруулах, зэргэлдээ орших Кузнецкий Алатау, Горная Шория болон бусад алдартай ашиглаж буй үйлдвэрлэлийн шороон ордуудтай харьцуулах явдал юм.

ВУЛКАН- ПЛУТОН ЭВШЛИЙН ГЕОЛОГИ

Үүрэг нуурын пикритийн вулкан-плутон эвшлийг анх Н.А.Берзин (Berzin, 1991) ялгасан бөгөөд Хархираагийн аккрецийн террейн дэх (Tectonic, 2002) Ямаатголын бүсийн зүүн хэсэгт байрлана (Зураг.1). Эвшлийн найрлагад лаавын зузаалаг, силл, дайкууд тэрчлэн магмын ялгарлаас үүссэн хэт суурилаг-суурилаг интрузив биет орно. Лаавын зузаалаг дунд пикрит, пикробазальт, пироксен-плагиоклазын порфирит базальтууд зонхилно. Силл нь томоохон биет үүсэх ба биотитот пикрит, пикродолерит, оливин-биотитот микрогабброгийн найрлагатай. Дайкуудад их хэмжээгээр пикрит, бага хэмжээгээр пикродолерит, долеритууд тохиолдоно.

Бургастайн хэт суурилаг-суурилаг интрузив биет нь дунит, верлит, оливинт клинопироксент, шрисгеймитээс тогтдог. Ерөнхий геологи, петрогеохимийн онцлогоороо дээрхи биетүүд нь нэг вулкан-плутон эвшил болох нь батлагддаг (Izokh et al, 2007). Пикритийн дайкийн биотитод Ag-Ar изотопын судалгаа хийж 512.4 ± 6.1 с.ж буюу дунд кембрийн настайг тогтоосон байдаг (Изох и др, 2006).



ЗУРАГ 1. Хархираагийн террейн төв хэсгийн геологийн бүдүүвч. Н.А.Берзин (1995) -ы зурагт зохиогчид нэмэлт хийв.

1- түрүү каледонид, 2-Үүрэг нуурын блокын флишлэг, вулканоген бүрдэл, 3-6 - Ямаатголын бүсийн структурууд: 3 - Байрим, 4- Нарийнсалаа, 5- Харгайтгол, 7- Дөрөвдөгчийн хурдас, 8- хэт суурилаг болон суурилаг интрузив, 9- хэт суурилаг вулканит, хагас гүний хэт суурилаг, суурилаг биет, 10: а-хагарлууд, б-таамаг хагарлууд, в-гол, 11- цагаан алтны эрдэсжилтийн шилийн сорьцын дээжлэлт.

Энэ дүүрэгт тархсан лаавын зузаалаг ба дэл судлын биетийн оливин Fo91-87 найрлагатай байгаа нь анхдагч магм өндөр магнилаг шинжтэй байсныг харуулдаг. Петрохимийн хувьд вулкан-плутон эвшил нь нилээд магнилаг найрлагаас (MgO-34 жин.%) лейкократ хүртэл (MgO-4 жин.%) ялгарал

үүсгэж байгаа нь магмын камер дахь фракцлалын явцад анхдагч хайлшийн ялгарлын хэмжээ их байсныг илтгэнэ. Уг эвшлийн чулуулгууд хөнгөн ГХЭ-ийн агуулга багатай, том ионы литофиль элемент (Cs, Rb, U, K)-ээр баяжсан, өндөр цэнэгтэй элемент (Nd, Ta, Zr, Hf)-ээр ядуурсан байгаа геохимийн онцлог нь субдукцийн бүсийн дээрх шавхагдсан мааньтаас магм хайлахад үүсчээ.

АРГА АРГАЧЛАЛ

Бид эрдсийн микрозондын шинжилгээг Бургастай, Илжгэнголын шороон ордуудын ЦАБЭ, хромшпинелидэд аналитик Е.Н.Нигматулина ОХУ-ын Новосибирск дэхь Сибирийн салбарын Геологи, минералогийн хүрээлэнгийн «Самебах Микро» JEOL JXA-8100 микроанализаторт 20кВ-ийн хүчдэлийн хурд, 20-40нА зондын гүйдэл, 10 секундын тооцоотойгоор хийсэн. Шинжилгээнд 300- гаад ЦАБЭ-ийн эрдсүүд, тэрчлэн алт, хромшпинелид хамрагдав. Стандартын хэмжээнд Pt, Ir, Os, Pd, Rh, Ru-ийг тодорхойлоход цэвэр металлуудыг Cu, Fe, S-д -CuFeS₂, As-д -Fe-AsS тус тус ашигласан болно.

ЦАГААН АЛТНЫ БҮЛЭГ ЭЛЕМЕНТ (ЦАБЭ)-ИЙН ЭРДЭСЖИЛТ

Үүрэг нуурын вулкан-плутон эвшлийн чулуулаг тархсан талбайн зүүн хэсэгт Бургастай, Илжгэнголын алтны шороон ордод ЦАБЭ-ийн минералогийн судалгаа хийхэд изоферроплатинаас гадна их хэмжээгээр хромшпинелид, магнетит, ильменит, оливин, циркон, гранат байгаа нь тогтоогдлоо. Бургастайнголын шороон ордод цагаан алтны эрдсүүд нь цагаан өнгийн, зөв бус

ба изометрлэг хэлбэртэй олон тооны жижиг мөхлөг (<0.2мм), Илжгэнголын шороон ордод ганц томоохон, изометрлэг, сайн мөлгөржсөн 0.5 мм хэмжээтэй мөхлөг тааралддаг.

Изоферроплатин: Эдгээр шороон ордод Л.Ж.Кабри, К.Е.Физе (Cabri, Feather, 1975) нарын ангилалаар изоферроплатин (Pt₃Fe) Fe 21-25 ат.% агуулга (80%), төмрийн агуулгатай цул платин 14-20 ат.% (20%) байдлаар тохиолдоно. Pt-Fe-ийн хайлш дахь Ir агуулгаараа 2 төрөлд ялгагддаг: Ir- ээр баян (6 хүртэл жин.%), Ir- ээр ядуу (>0.1 жин.%). Харин Pd, Rh-ийн агуулга нилээд тогтвортой байдаг (Оюунчимэг и др., 2008). Pt-Fe хайлш дахь хольц элементээр зэс (2.5 жин.%) агуулах бөгөөд төмөртэй сөрөг корреляци үүсгэн, изоферроплатины структурт түүнийг түрдэг онцлогтой. Pt-Fe хайлш дахь эдгээр хольц элементийн хэлбэлзэл нь хүдэр үүсгэгч систем дэх ЦАБЭ-ийн хэсэгчлэн ялгарах явцыг үзүүлдэг (Johan et al, 2000). Бургастайнголын шороон ордын изоферроплатинд платин иридийгээр, төмөр осмий болон иридийгээр хүчтэй изоморфоор солигдох ба корреляцийн коэффициент нь $r_0=(0.70-0.74)$ байдаг. Иридийн агуулга өндөр байгаа нь Каурын шороон орд (Кривенко и др, 1994; Платиноносность..., 1995) болон Австралийн Файфилдын провинцийн цагаан алтны агуулга (Slansky et al, 1991)-тай дүйдэг. Изоферроплатины осмийн агуулгаар Os 0-0.8 жин.%, 2.1-2.54 жин.% 2 бүлэг болж ялгагддаг. Илжгэнголын шороон ордын шлихийн изоферроплатинд Os агуулга 0.61 жин.%-ээс хэтэрдэггүй. Харин изоферроплатинд Pd, Rh агуулга ижил түвшинд Pd 2.59 жин.%, Rh 3.24 жин.% байдаг онцлогтой.

Изоферроплатины шигдэц: Pt-Fe хайлшийн мөхлөгт (куперит PtS, бауит (Rh, Pt)₂S₃, лаурит-эрлихманит RuS₂-OsS₂, купрородсит CuRh₂S₄-маланит CuPt₂S₄), сульфоарсенит (ирарсит IrAsS, холлингвортит RhAsS), арсенит (сперрилит PtAs₂) зэрэг цагаан алтны металлын олон тооны сульфидын болон осмий, хромшпинелидын шигдэц ажиглагддаг. Бүх шигдэцийн хэлбэр осмийгоосбусадньизоферроплатинтай харьцуулахад нилээд хожуу үүссэн нь батлагддаг. Хамгийн түгээмэл эрдэс нь тиошпинель бөгөөд эдгээр шороон ордод купрородсит, маланит нилээд тархах бөгөөд изоферроплатинд тиошпинельтэй ургалт үүсгэсэн борнитын шигдэцүүд тааралддаг. Эдгээр эрдэс хамт тохиолдох нь өндөр температурын үед хатуу уусмалын системд Pt, Fe, Rh, Cu болон S байсныг илтгэхээс гадна урал-алаяскийн төрлийн эрдэсжилтийн эх үүсвэрийг илэрхийлдэг (Johan et al, 1990; Slansky et al, 1991; Подлипский, 1999; Tolstykh et al, 2002; Сидоров и др, 2004; Shcheka et al, 2004). Бургастайнголын шороон ордын изоферроплатинд анхдагч куперит шигдэц хэлбэрээр тохиолддог бол хоёрдогч нь Pt-Fe хайлшийг түрсэн нарийн хөвөө үүсгэнэ. Илжэнголын шороон ордод куперит нь Pt-Fe хайлшийг түрж спериллиттэй хамт ажиглагдах ба энэ нь магмын хожуу шатанд S ба As-ийн идэвхжилт явагдсаныг заадаг. Дээрхи ором, шигдэцүүд нь дугариг, зөв бус хэлбэртэй, 30 мкм хүртэл хэмжээтэй тааралдана.

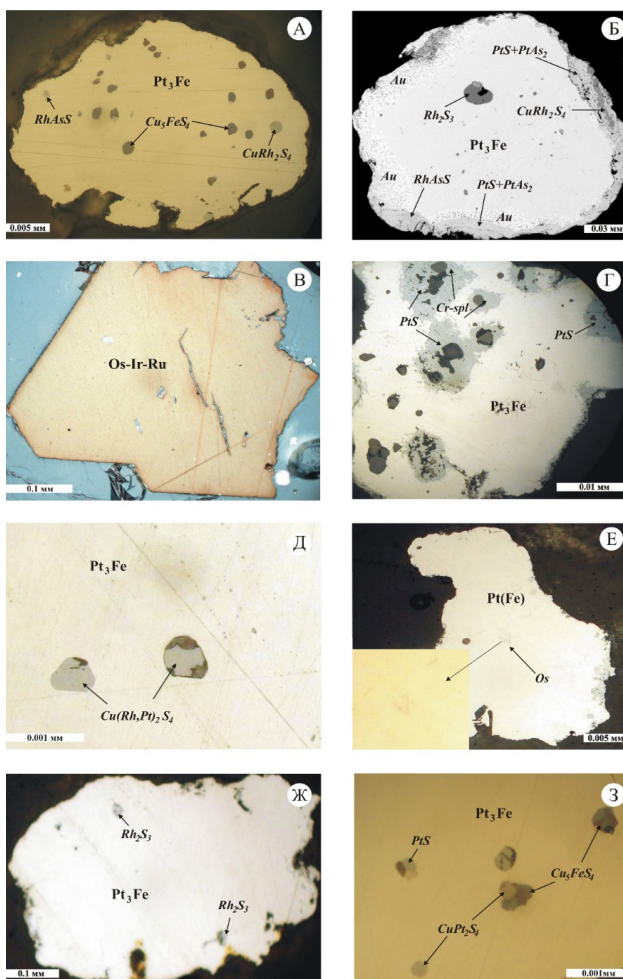
Куперит (PtS) нь Бургастайнголын шороон ордод анхдагч болон хоёрдогч төрлийн хэлбэртэй. Хоёрдогч куперит нь Pt-Fe хайлшийн мөхлөгт нарийн хөвөө үүсгэдэг (Зураг.2 г) бол анхдагч нь

шигдэц хэлбэрээр тааралддаг (Зураг.2 з). Анхдагч куперитийн гол онцлог нь палладийг 5.16 жин.% агуулах ба хоёрдогч куперит ихэвчлэн агуулдаггүй (Shcheka et al, 2004). Харин ганц мөхлөг Rh 6.99 жин.% агуулжээ. Үндсэндээ куперит нь хольц элемент агуулдаггүй. Жишээ нь: Каурын шороон орд (Горная Шория) (Платиноносность..., 1995).

Купрородсит-маланит (CuRh₂S₄-CuPt₂S₄)- зэс-родийн, зэс-цагаан алтны тиошпинелүүд нь хамгийн тархмал эрдэс бөгөөд Бургастайнголын шороон ордын изоферроплатины мөхлөгт саарал өнгийн олон фазын ором / шигдэц/ болон жижиг дугариг, зөв бус хэлбэрээр тэмдэглэгдэнэ (Зураг.2 а, г, д). Харин Илжэнголын шороон ордын Pt-Fe хайлшийн мөхлөгийг тиошпинелүүд нь хожуу фазын ургалт үүсгэн, тэдгээрийг сперрилит, куперит хөвөөлөн тааралддаг (Зураг.2 б). Энэ нь Камчатка (Филиппийн массив), Майор болон Салаирын нурууны Симоновын голын шороон ордын тиошпинелиүдтэй ижил морфологийг үзүүлдэг (Сидоров и др, 2004; Подлипский и др., 2007). Тиошпинельд бага хэмжээний төмрийн агуулга хольц хэлбэрээр тэмдэглэгдэх ба урал-алаяскийн төрлийн шороон ордуудын тиошпинель нь 6 жин.% хүртэл Fe агуулдаг (Johan et al., 1990; Подлипский, 1999; Сидоров и др., 2004; Shcheka et al., 2004; Izokh et al, 2004). Купрородсит нь 35.18% Pt агуулна. Маланит (CuPt₂S₄)- купрородсит (CuRh₂S₄)- купроиридсит (CuIr₂S₄)-ын гурвалсан системд эрдсүүдийн найрлага нь Ig хольц бүхий купрородсит, маланитын хатуу уусмалыг үзүүлдэг (Хүснэгт.1). *Борнит (Cu_{5.6}Fe_{0.56}S_{3.84})-* ын шигдэц нь изоферроплатины матрицад тиошпинельтэй хамт ургалт үүсгэн, саарал, хар хүрэн өнгийн зөв бус,

гексагональ хэлбэртэй тааралддаг (Зураг. 2 а, з). Купрородсит-маланит, борнит нь өндөр температурын үед Pt, Fe, Rh, Cu и S-ийн хатуу уусмалын системд байсныг заадаг (Johan et al, 1990). Эцэст нь тэмдэглэхэд изоферроплатины хайлш дахь тиошпинелийн шигдэцүүд нь урал-

аляскийн төрлийн чулуулагтай холбоотой цагаан алтны шороон ордуудад түгээмэл байдаг.



ЗУРАГ 2. Бургастайн болон Илжгэн голын шороон ордын ЦАБЭ-ийн эрдсийн микрозураг.

А, б, г-з- изоферроплатин Pt_3Fe хайлш, а- холлингвортит ($RhAsS$), борнит (Cu_5FeS_4), купрородсит ($CuRh_2S_4$), б- купрородсит, бауит (Rh_2S_3), сперрилит ($PtAs_2$)- ийн нарийн ургалт, куперит (PtS), г- куперит, хромшпинелид ($Cr-spl$), д- тиошпинель ($Cu(Pt,Rh)_2S_4$), е- цул платин дахь осмийн ургалт, ж- бауит, з- маланит ($CuPt_2S_4$), борнит, куперит; в- Os-Ir-Ru хайлшийн мөхлөг.

Бауит (Rh_2S_3) нь изоферроплатины матрицад дугариг хэлбэртэй, шигдэц хэлбэрээр тааралдах (Зураг.2 б, ж) ба цагаан алтны агуулга 1.16-13.2 жин.% хэлбэлзэнэ. Бургастай, Илжгэнголын шороон ордууд дахь бауитын бүх шинжилгээ Ir (0.77-5.85 жин.%) хольцыг үзүүлэх бөгөөд Pt маш бага агуулгатай. Бауитын найрлагаар нилээд ойролцоо нь Гаоситай уул (БНХАУ)-ын цагаан алтны шороон орд юм (Desborough et al, 1984).

Холлингвортит ($RhAsS$) нь изоферроплатины матрицад изометрлэг, идиоморф хэлбэрийн шигдэц изоферроплатины зах хөвөөгөөр куперит, сперрилиттэй хамт нарийн ургалт үүсгэдэг (Зураг.2 а, б). Холлингвортит нь Бургастайнголын

шороон ордод хольцоор Ru (6.28 жин.%), Os (1.60 жин.%) агуулдаг.

Сперрилит ($PtAs_2$) нь Pt-Fe хайлшийн мөхлөгийн захыг түрж куперитийн хамт харилцан ургалт бүхий нарийн структур үүсгэх ба эдгээр нь алттай эвшилддэг (Зураг.2 б). Энэ үзэгдэл нь хожуу үеийн гидротермаль-метасоматит процесстой холбоотой. Ийм байдлаар Pt-Fe хайлшийг цагаан алтны сульфид, арсенид түрэх нь Алтай-Саяны атриат муж, Камчаткын шороон ордуудад элбэг тархана (Платиноносность..., 1995; Толстых и др, 1996; Tolstykh et al, 2002; Сидоров и др, 2004).

Цул осмий (Os) изоферроплатинд бага зэрэг сунасан, 15мкм хэмжээтэй, ганц шигдэц байдлаар тааралддаг (Зураг.2 е).

ХҮСНЭГТ 1. Изоферроплатины сульфид, сульфоарсенид, арсенидын ормын найрлага, жин.%

Куперит PtS													
N°	Os	Rh	Pt	Pd	Ru	Fe	Cu	Ni	As	S	Нийт	Эрдсийн томьёо	
1	0,17	0,00	77,71	5,14	0,00	0,08	0,51	0,40	0,00	15,61	99,62	(Pt _{0,84} Pd _{0,10} Cu _{0,02}) S _{2,0}	
2	0,00	0,00	84,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	15,54	100,6	Pt _{0,95} S _{1,05}	
3	0,00	0,00	86,13	0,00	0,08	0,02	0,00	0,01	0,00	15,40	101,6	Pt _{0,96} S _{1,04}	
4	0,00	0,00	84,36	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	15,02	99,41	Pt _{0,96} S _{1,04}	
5	0,00	6,99	69,67	0,00	0,00	0,41	0,00	0,02	6,81	13,47	97,37	(Pt _{0,88} Rh _{0,17}) _{1,05} (S _{1,0} 3As _{0,22}) _{1,25}	
Купрородсит CuRh ₂ S ₄ - Маланит CuPt ₂ S ₄													
	Ir	Rh	Pt	Ru	Fe	Cu	Ni	S	Нийт				
6	1,49	24,49	32,85	0,00	0,68	11,25	0,08	27,38	98,22	(Cu _{0,85} Fe _{0,06}) _{0,91} (Rh _{1,14} Pt _{0,81} Ir _{0,04}) _{1,99} S _{4,09} (Cu _{0,91} Fe _{0,06}) _{0,97}			
7	1,25	22,85	35,18	0,00	0,77	12,10	0,06	27,53	99,75	(Rh _{1,05} Pt _{0,86} Ir _{0,03}) _{1,94} S _{4,08} (Cu _{0,93} Fe _{0,04}) _{0,97}			
8	4,12	18,01	37,15	0,23	0,48	12,02	0,09	26,54	98,64	(Pt _{0,94} Rh _{0,86} Ir _{0,11}) _{1,91} S _{4,09} (Cu _{1,28} Fe _{0,03}) _{1,31}			
9	3,36	17,46	34,78	0,01	0,39	17,24	0,09	26,86	100,2	(Pt _{0,84} Rh _{0,80} Ir _{0,08}) _{1,72} S _{3,95} (Cu _{0,70} Fe _{0,04}) _{0,74}			
10	2,11	15,23	47,6	0,00	0,45	8,3	0,00	24,33	98,08	(Pt _{1,31} Rh _{0,80} Ir _{0,06}) _{2,17} S _{4,08} (Cu _{0,72} Fe _{0,10}) _{0,82}			
11	1,88	20,28	38,39	0,00	1,12	9,05	0,00	25,95	96,68	(Pt _{1,00} Rh _{1,00} Ir _{0,05}) _{2,05} S _{4,12}			
Рутениридосмин Os-Ir-Ru													
	Os	Ir	Rh	Pt	Ru	Fe	Cu	Ni	Нийт				
12	73,69	1,91	0,52	22,23	1,09	1,42	0,50	0,05	101,4	Os _{0,92} Ru _{0,03} Ir _{0,02} Ni _{0,02} Rh _{0,01}			
Бауит Rh ₂ S ₃													
	Os	Ir	Rh	Pt	Ru	Fe	Cu	S	Ni	Нийт			
13	0,80	0,78	53,90	13,20	0,00	0,54	2,16	28,03	0,00	99,41	(Rh _{1,73} Pt _{0,22} Cu _{0,11}) _{2,06} S _{2,88}		
14	0,28	5,85	62,19	1,37	0,05	0,04	0,00	30,67	0,00	100,4	(Rh _{1,89} Ir _{0,1} Pt _{0,02}) _{2,01} S _{2,99}		

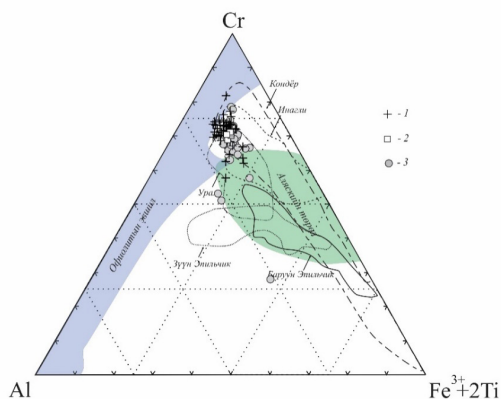
15	0,18	6,09	58,71	1,16	0,07	0,04	0,00	30,89	0,00	97,18	(Rh1,81Ir0,10Pt0,02)1,93S3,06
16	0,059	0,77	59,23	8,38	0,54	0,08	0,00	27,23	0,48	96,78	(Rh1,94Pt0,14 Ru0,02)2,10S2,86
Холлингвортит (Rh,Pt)AsS											
	Os	Ir	Rh	Pt	Pd	Ru	Fe	Cu	As	S	Нийт
17	1,60	5,06	31,69	10,48	0,00	6,28	0,62	1,11	22,74	18,36	97,95
18	0,00	0,00	0,00	68,96	0,30	0,00	0,00	0,00	20,44	8,91	98,61
Сперрилит PtAs ₂ + Куперит PtS											
	Os	Rh	Pt	Pd	Fe	As	S	Cu	Нийт		
19	0,00	0,582	56,88	0,326	0,24	35,25	3,12	0,22	99,14	Pt1,16(S0,91As0,9Sb0,01)1,83	
20	0,12	0,00	66,89	0,46	0,01	26,25	6,29	0,01	100,0	Pt1,15(As1,17S0,66)1,83	
21	0,06	0,09	59,94	1,71	0,01	31,19	4,99	0,09	98,16	(Pt1,03Pd0,01)1,04(As1,39S0,52)1,9	

ХРОМШПИНЕЛИДЫН НАЙРЛАГА

Хромшпинелид нь жижиг мөхлөгтэй, зөв бус, октаэдр, тэрчлэн изоферроплатинд шигдэц /ором/ хэлбэртэйгээр шороон ордуудын шлихэд өргөн тархалттай байх ба Үүрэг нуурын вулкан-плутон эвшлийн пикрит, базальтад аксессуар эрдэс байдлаар тохиолдоно. Шлихийн болон Pt-Fe хайлш дахь шигдэц бүхий хромшпинелидын найрлага пикритийн хромшпинелидын найрлагатай (субферрихромит ба ферриалюмохромит) ижил байгаа нь эдгээр шороон орд нь үндсэн чулуулагтайгаа нэг гарал үүсэлтэйг батална.

Хромшпинелидын өвөрмөц найрлага нь түүнд Cr₂O₃ (53.0 жин.%), MgO (12.0 жин.%), Fe₂O₃ (9.8 жин.%) -ийн дундаж найрлага харьцангуй өндөр, харин TiO₂ (0.3 жин.%), Al₂O₃ (8.0 жин.%) бага агуулгатай байгаад оршино. Al-Cr-(Fe³⁺ + ²Ti) ангилалын диаграмм (Зураг.3) дээр Үүрэг нуурын пикритийн вулкан-плутон эвшлийн аксессуар хромшпинелидүүд нь нилээд өргөн найрлагыг илэрхийлэн урал-алаяскийн төрлийн хэт суурилаг-суурилаг массивуудын найрлагатай дүйцдэг (өөрөөр хэлбэл ферриалюмохромитоос титаномангнетит хүртэл). Изоферроплатин дахь

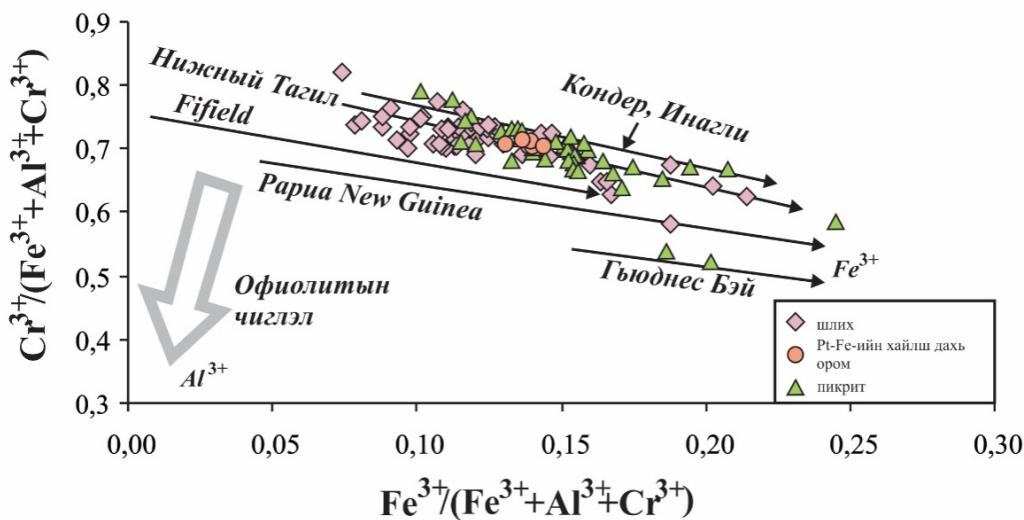
хромшпинелидын шигдэцүүд нь хромитжилт (Cr#) 81.5-82.6 %, маагнилаг шинж (Mg#) 54-63%, шороон ордын хромшпинелийн дундаж найрлагатай давхцаж байна.



ЗУРАГ 4. Үүрэг нуурын вулкан-плутон эвшлийн чулуулаг, шороон ордын хромшпинелидын найрлагын Al-Cr-(Fe³⁺+2Ti) диаграмм. 1- шороон ордын хромшпинелид; 2- Pt-Fe хайлш дахь хромшпинелидын ором; 3- Үүрэг нуурын эвшлийн чулуулаг дахь аксессуар хромшпинелид.

Fe³⁺/(Cr+Fe+Al) ба Cr³⁺/(Cr+Al+Fe) [Johan, 2002] диаграмм дээр Pt-Fe хайлшийн шигдэц, шлихийн болон үндсэн чулуулгийн хромшпинелидүүд нь хөнгөнцагаанаар ядмаг урал-алаяскийн төрлийн хэт суурилаг

чулуулгийн хромшпинелидтэй давхцаж, нь тод харагдана (Зураг.4).
офиолитийн эвшлээс ялгагдаж байгаа



ЗУРАГ 3. Cr/R³⁺ ба Fe³⁺/R³⁺ хромшпинелидийн диаграмм (Johan, 2002)

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Илжгэнголын хөндийн шлихийн томоохон мөхлөг, Бургастайнголын шороон ордын изоферроплатин нь мөлгөржилт бага, өргөн тархалттай байгаа нь цагаан алтны үндсэн эх үүсвэр холгүй, ойрхон байгааг батлана. Судалгааны шороон ордуудад бараг дан Pt-Fe хайлш байх ба найрлагаар нь изоферроплатин болон цул платин гэж ялгагддаг. Тэрчлэн урал- аляскийн төрлийн геохимийн онцлог (Ir, Rh, Pd, Cu-ийн өндөр агуулга, сульфид (лаурит-эрлихманит, куперит, бауит, купрородсит-маланит), сульфоарсенид (холлингвортит, ирарсит), арсенид (сперрилит)-ын шигдэцүүд агуулна. Pt-Fe хайлшаас гадна ганц ксеноморф хэлбэрийн Os-Ir-Ru хайлшийн мөхлөг тааралддаг (Зураг.2 в, Хүснэгт. 1).

Үүрэг нуурын өмнөд эргийн цагаан алт агуулсан алтны шороон ордын найрлага

Цагааншивээтийн хагарлын бүсийн Хархираагийн нурууны зүүн хэсгийн шороон ордуудаас эрс ялгагддаг. Ижил нэр бүхий Бургастайнголын алтны шороон ордод Л.В. Агафонов 400 гаруй платиноидын мөхлөг судалсан байдаг. Энд харин Os-Ir-Ru (65%) эрдсийн систем зонхилох ба куб хэлбэрийн хатуу уусмал 13%, гексагональ уусмал- 87%-ийг эзэлдэг (Агафонов и др., 2001). Изоферроплатин зөвхөн 35%-д тааралддаг. ЦАБЭ-ийн эрдсийн найрлагын онцлогоор Os-Ir-Ru системийн рутени рүү чиглэл тод ялгардаг нь офиолитын хромиттой холбоотой. Тухайлбал Нарангийн гипербазитын массивын шороон орд болно (Сидоров и др., 1987). Эдгээр хайлшийн эхүүсвэр нь Цагааншивээтийн хагарлын бүсийн дагуу өргөн тархсан офиолитын гипербазитууд юм. Энд тархах шороон ордуудын ферроплатин нь найрлагын онцлогоороо (Ir, Rh, Cu

өндөр агуулга) болон зарим эрдсийн шигдэцийн найрлагаар Үүрэгнуурын цагаан алтны мөхлөгтэй ижил хэдий ч хоорондоо хамааралгүй 2 эх үүсвэрээр (офиолитын гипербазит, урал-ляскийн төрлийн интрузив) эрс ялгагддаг.

Бургастай, Илжгэнголын шороон ордын хромпинелидын мөхлөгүүдийн найрлага цагаан алтны шигдэц үүсгэгч хромшпинелидын найрлагатай адил бөгөөд пикрит, хэт суурилаг гиалокластитын аксессуар эрдэс шпинелийн найрлага бүгд давхцаг (Зураг.2). Энэ нь Үүрэгнуурын пикрит- базальтын вулканплутон эвшил цагаан алтны эх үүсвэр болохыг баталгаажуулдаг юм. Энэхүү эвшлийн судалгаагаар лаавын зузаалаг нь олон тооны пикробазальт, пироксен-порфир, пироксен-плагиоклаз-порфирын базальтын урсгалуудаас гадна зүсэлтийн доод хэсэгт хэт суурилаг вулканит (гиалокластит)-ын тусдаа биет тархана. Зарим урсгалд хүндийн хүчний ялгаралаар доод хэсэгт нь клинопироксен, оливиноор баяжсан байдаг нь тод ажиглагддаг. Пироксен-порфирт базальтад хромитлог диопсидын 10-12 мм хүртэл хэмжээтэй томоохон шигтгээ ч тааралддаг.

Пикритийн дайкын биотитод Ar-Ar изотопын судалгаагаар 512.4 ± 6.1 с.ж. буюу дунд кембрийн цаг үеийг заадаг (Изох и др, 2006). Энэхүү өгөгдөл нь пикритийн вулкан-плутон эвшлийн үүссэн цаг хугацааг доод болон дунд кембрийн хил заагт хамааруулах боломжийг бий болгосон. Энэ цаг үе нь Уулын Алтайн Чепошын бүсийн усть-семина формацийн диопсидоор баялаг базальтын настай дүйхээс гадна жижиг пикрит, пироксенитын субвулкан биетүүд (Апшияхтин интрузив) нь Үүрэг нуурын талбайд

тархсан чулуулагтай найрлагаар ижил байдаг онцлогтой (Гибшер и др, 1997). Уулын Алтай, Горная Шория-д усть-семина формацийн диопсид-порфирт базальт өргөн тархдаг болохыг онцлон тэмдэглэж байна (Зыбин, 2006). Среднетерсийн дунитын массивын дүүрэгт дээр дурьдсаны жишиг пироксент порфиритын дайкууд тархах бөгөөд тэдгээртэй цагаан алтны шороон ордуудын эрдэсжилт холбоотой байдаг (Пругов, Пругова, 1980).

Үүрэг нуурын пикрит-базальтын эвшлийн гаралүүслийг клинопироксены талсжилтын даралтын үнэлгээ болон тоон загварын өгөгдлөөр 2.5-3 кбар даралтын үед завсрын камерт пикритийн эх үүсвэрийн хайлшийн талсжилт-хүндийн хүчний ялгарлын нөлөөгөөр үүссэн гэж үздэг (Изох и др, 2007; Вишневский, 2007). Энэ тохиолдолд кумулятын гол хэсэг нь урал-аляскийн төрлийн интрузивд онцлог дунит, клинопироксенит бүрдэх ёстой. Нилээдгүй үйлдвэрлэлийн цагаан алтны шороон орд нь маш гүнзгий элэгдсэн дунит, пироксенит зонхилсон массивуудтай холбоотой тул илүү элэгдэлд орсон байх тусам хэтийн төлөв бүхий шороон ордыг эрж хайх боломжтой.

Бургастай, Илжгэнголын шороон ордод илэрсэн изоферроплатины эрдэсжилт нь урал-аляскийн төрлийн цагаан алтны шороон ордыг Монгол Алтайд олж илрүүлсэн анхны олдвор юм. Алтай Саяны мужийн изоферроплатины найрлагын өгөгдлүүдийг харгалзан кембри-ордовикийн үе шатны хэт суурилаг-суурилаг магматизмтай холбоотой Кузнецкий Алатау (Кайгадат, Дунд терсиний массивууд)-аас эхлэн Горная Шория (Каурчак, Мрассу голын цагаан алтны шороон

ордууд), Уулын Алтайг дайран Баруун Монгол хүртэлх нэг металлогений томоохон бүсийг ялгаж болно. Магадгүй энэ бүслүүрт ордовикийн клинопироксенит-габброгийн массив (Дээд Ямины)- тай холбоотой үүссэн Салаирын ферроплатины шороон ордууд багтаж магадгүй юм (Изох и др., 1995; Подлипский и др., 2007).

ДҮГНЭЛТ

Цагаан алт агуулагч Бургастай, Илжгэнголын алтны шороон ордууд шороон ордын минералоги- геохимийн төрлийн ангиллаар (Россыпные, 1997) иридлэг- платины төрөлд хамаарах ба эдгээр нь ихэнхдээ бүслүүрлэг габбро-пироксенит- дунитын массивтай холбоотой байдаг. Пикритийн эвшилд, шороон ордууд дахь, тэрчлэн изоферроплатинд шигдэц үүсгэж байгаа хромшпинелидын ижил найрлага нь пикритийн вулкан- плутон эвшлийн интрузив биеттэй холбоотой гэж үзэж байна. Эдгээр шороон ордын ЦАБЭ-ийн эрдсийн онцлог нь урал-алаяскийн төрлийн шороон ордын эрдсийн эвшлийн жишиг болохыг харуулдаг. Үүрэг нуурын цагаан алтны металлын эвшлийн үндсэн онцлог нь Pt-Fe хайлш зонхилсон, тэр дундаа изоферроплатин, түүнд агуулагдах цагаан алтны сульфид, арсенидын шигдэц бүхий тиошпинель, куперит, бауит, холлингвортит, тэрчлэн изоферроплатины зах хөвөөгөөр нарийн ширхэгтэй сперрилит, куперитын агрегатууд бүхий хувирал ажиглагдаж байгаа нь гидротермаль-метасоматит үе шаттай холбоотой учир түрж тогтсон байдаг.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- Агафонов Л.В., Лхамсүрэн Ж., Борисенко А.С., Жмодик С.М., 2001. Россыпная платинометалльная минерализация Монголии, Докл. РАН, т. 378, №4, 1-4.
- Агафонов Л.В., Лхамсүрэн Ж., Кужугет К.С., Ойдуп Ч.К., 2005. Платиноносность ультрамафит-мафитов Монголии и Тувы. Улан-Батор, Оюуны зууч, 224с.
- Берзин Н.А., 1995. Тектоника Южной Сибири и горизонтальные движения континентальной коры: Автореф. дис. д.г.- м.н. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 51 с.
- Вишневский А.В., 2007. Результаты математического моделирования по Урэгнуурской пикрит- базальтовой ассоциации (Монгольский Алтай). Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXII Всероссийской молодежной конференции Иркутск, ИЗК СО РАН, 122-123.
- Высоцкий Н.К., 1933. Платина и район ее добычи. Ч. 5. Обзор месторождений платины вне Урала. Изд-во АН СССР, 240 с.
- А.С., Есин С.В., Изох А.Э., Киреев А.Д., Петрова Т.В., 1997. Диопсидсодержащие базальты кембрия Чеповской зоны Горного Алтая: модель фракционирования гибридных магм в промежуточных магматических камерах. Геология и геофизика, т.38 (11), 1760-1772.
- Зыбин В.А., 2006. Эталон усть-семиинского комплекса порфириновых базальтов и трахибазальтов (Горный Алтай). Новосибирск, СНИИГГиМС, 278 с.
- Изох А.Э., Майорова О.Н., Лаврентьев Ю.Г., 1992. Минералы платиновых

- металлов в Номгонском троктолит-анортозит- габбровом интрузиве (МНР). Геология и геофизика, 1992 (1), 104-110.
- Изох А.Э., Гибшер А.С., Владимиров А.Г., Токарев В.Н., 1999. Ордовикские габброидные ассоциации Горной Шории и Салаира и их геодинамическая интерпретация. Геологическое строение и полезные ископаемые западной части Алтае-Саянской горной области. Новокузнецк, Изд-во «Новокузнецк», 200-202.
- Изох А.Э., Поляков Г.В., Травин А.В., Калугин В.М., Шелепаев Р.А., Вишневский А.В., Оюунчимэг Т., 2006. Кембрийский возраст Урэгнурской платиноносной п и к р и т - б а з а л ь т о в о й вулканоплутонической ассоциации Монгольского Алтая (Западная Монголия). Актуальные проблемы рудообразования и металлогении. Новосибирск, Академ. изд-во «Гео», 94-95.
- Изох А.Э., Вишневский А.В., Калугин В.М., Оюунчимэг Т., 2007. Петрология и геодинамическая позиция Урэгнурской пикритовой вулканно-плутонической ассоциации (Западная Монголия). Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы научного совещания по интеграционным проектам ОНЗ СО РАН. Т. 1. Иркутск, ИЗК СО РАН, 89-91.
- Кривенко А.П., Толстых Н.Д., Нестеренко Г.В., Лазарева Е.В., 1994. Типы минеральных ассоциации платиноидов в золотоносных россыпях Алтае-Саянской складчатой области. Геология и геофизика, т. 35 (1), 70-78.
- Леснов Ф.П., 1994. Три типа минерализации элементов платиновой группы в Наранском полигенном базит-гипербазитовом плутоне (Западная Монголия). Геология и генезис месторождений платиновых металлов, 206-217.
- Оюунчимэг Т., Изох А.Э., Вишневский В.А., Калугин В.М., 2008. О рудоносности Урэгнурской пикритовой вулканоплутонической ассоциации. ШУА-ийн ГЭБХ-ийн Эрдэм шинжилгээний бүтээл №8, 120-127.
- Павлов Н.В., 1949. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов. Труды Института геол. наук АН СССР. Сер. рудных месторождений, вып. 103, №13, 88 с.
- Платиноносность ультрабазит-базитовых комплексов юга Сибири /Под. ред. Г.В.Полякова, В.И.Богнибова/, 1995. Новосибирск, Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ СО РАН, 151 с.
- Подлипский М.Ю., 1999. Минералогия ферроплатиновой ассоциации в россыпях. Автореф. дис. к.г.-м.н. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 24 с.
- Подлипский М.Ю., Нестеренко Г.В., Кривенко А.П., 2007. Изоферроплатиновая ассоциация минералов в золотоносной россыпи Северо-Западного Салаира. Геология и геофизика, т. 48 (3), 372-381.
- Поляков Г.В., Изох А.Э., Кривенко А.П., 2006. Платиноносные ультрамафит-мафитовые формации подвижных поясов

- Центральной и Юго-Восточной Азии. Геология и геофизика, т. 47 (12), 1227-1241.
- Пругов В.П., Пругова И.В., 1980. Особенности локализации и состав хромшпинелидов в среднетерсинском базит-гипербазитовом плутоне (Кузнецкий Алатау). Петрология и рудоносность магматических формаций Сибири, 126-157.
- Россыпные месторождения России и других стран СНГ /Ред. Н.Г. Патык-Кара/, 1997. М., Научный мир, 479 с.
- Сидоров Е.Г., Изох А.Э., Кривенко А.П., Чубаров В.М., 1987. О минералах платиноидов Монголии. Геология и геофизика, 108-112.
- Сидоров Е.Г., Толстых Н.Д., Подлипский М.Ю., Пахомов И.О., 2004. Минералы элементов платиновой группы из россыпи клинопироксенит-дунитового массива Филиппа (Камчатка). Геология и геофизика, т. 45 (9), 1128-1144.
- Толстых Н.Д., Кривенко А.П., Батурин С.Г., 1996. Особенности состава самородной платины из различных ассоциации минералов элементов платиновой группы. Геология и геофизика, т. 37 (3), 39-46.
- Шархуухэн Д., 2002. Геохимические особенности платиноидной минерализации района Алтан-уул Тамгат. Автореф. Дис к.г.-м.н. Улан-Батор, 25 с.
- Berzin N.A., 1991. Fragments of Early Hercynian rift structure with ultrabasic volcanism in Caledonides of the northwestern Mongolia. Geodynamic evolution and main sutures of Paleoasian ocean. IGCP Project 283, report N°2, 9-14.
- Cabri L.J., Feather C.E., 1975. Platinum iron alloys: a nomenclature based on a study of natural and synthetic alloys. Canadian Mineralogist, v. 12, 117-126.
- Desborough G.A., Griddle A.J., 1984. Bowieite: a new rhodium- iridium-platinum sulfide in platinum- alloy nuggets, Goodnews Bay, Alaska. Canadian Mineralogist, v. 22, 543-552.
- Johan Z., Ohnenstetter M., Fischer W., Amosse J., 1990. Platinum- group minerals from the Durance River Alluvium, France. Mineralogy and Petrology, v. 42, 287-306.
- Izokh A.E., Agafonov L.V., Borisenko A.S., Tolstykh N.D., Slytzker E.M., Babich V.V., Lobanov K. V., Goverdovskiy V.A., 2004. Kuznetsk Alatau- Altai platinum- bearing belt in West Altai-Sayan fold region (Russia- West Mongolia). Metallogeny of the Pacific Northwest: Tectonics, Magmatism and Metallogeny of Active Continental Margins: Proceedings of the Interim IAGOD Conference, 350-352.
- Shcheka G.G., Vrzhosek A.A., Lenmann B., Tolstykh N.D., 2004. Associations of platinum-group minerals from the Zolotaya gold placer, Primorye, Russian Far East. Canadian Mineralogist, v. 42, 583-599.
- Slansky E., Johan Z., Ohnenstetter M., Barron L.M., Suppel D., 1991. Platinum mineralization in the Alaskan-type intrusive complexes Near Fifi eld, N.S.W. Australia. Part 2. Platinum-group minerals in placer deposits at Fifield. Mineralogy and Petrology, v. 43, 161-180.
- Tectonic map of Mongolia, scale 1:1 000 000 /Ed. O. Tomurtogoo/, 2002. Ulaanbaatar, MRAM, 39 p.
- Tolstykh N., Krivenko A., Sidorov E.,

Laajoki K., Podlipsky M., 2002. Ore mineralogy of PGM placers in Siberia

and the Russian Far East. Ore Geology Reviews, v. 20, p.1-25.