

Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл

Шивээ-Овоо ордын нүүрсний петрографийн судалгааны үр дүнгээс

Ж.Баатарсайхан^{1,2}, Л.Жаргал^{1*}, Б.Дэмбэрэлсүрэн³, Н.Одгэрэл¹

¹ МУИС, ШУС, Геологи, геофизикийн тэнхим,

² Шивээ-Овоо ХК,

³ Энержи Ресурс ХХК

Хүлээн авсан: 2022-04-27

Зөвшөөрөгдсөн: 2022-05-29

Түлхүүр үг: Lower Cretaceous Khukhteeg Formation, Shivee-Ovoo coal deposit, organic matter, organic petrology, paleo-peat mire.

* **Холбоо барих зохиогч:** Л.Жаргал, МУИС, ШУС, Геологи, геофизикийн тэнхим

И-мэйл: jargal_l@num.edu.mn

Abstract

Shivee-Ovoo coal deposit (open-pit mine) is located in Choir-Nyalga coal-bearing basin in eastern Mongolia. Coal seams are hosted in Lower Cretaceous Khukhteeg Formation. The study aims to determine depositional environments of coal seams of the deposit. In total, twenty-three coal samples were collected from Seams I, II and V of the open pit.

The Shivee-Ovoo coals have high moisture (29.8 to 44.8%, ar basis) and high volatile matter content (38.1 to 51.2%, daf basis). Ash content of Seam V ranges from 25.5 to 39.5% (ar basis), whereas that of Seam I and II are low, ranging from 5.1 to 17.5% (ar basis). The calorific values of Seam I, II, and V range from 1833 to 3096 kcal/kg (ar basis). Total sulphur contents of the all three seams are low (0.64 to 0.92%, d basis). The coal of Shivee-Ovoo deposit is classified as KH-3 according to Mongolian standard.

The results of coal petrography revealed that the maceral compositions of Seams I and II are similar, whereas that of Seam V are different. Huminite and mineral matter contents of Seam V are high compared with those of Seams I and II, whereas inertinite content of Seam V is notably low. Liptinite contents of the all three seams are similar. Celification Index (GI) and Tissue Preservation Index (TPI) suggest the limnic origin with high tree density. The peats of Seams I and II were accumulated in a mire with alternating oxic and anoxic conditions. The peat of Seam V was accumulated under moderate to high flooding condition.

1. Оршил

Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхай нь одоогийн байдлаар Монгол улсын дотоодын эрчим хүч, дулааны нүүрсний нийт хэрэглээний 28.3%-ийг нийлүүлж, Монгол Улсын Эрчим хүчний 70.0 %-ийг үйлдвэрлэдэг “ДЦС-4” ТӨХК-ийн нүүрсний хэрэглээний 50.0 %-ийг дангаараа нийлүүлдэг (Баатарсайхан нар, 2021). Ордын нийт нөөц 267 тэрбум тонн, үүнээс 665.4 сая тонн нөөц нь 1988 онд гүйцэтгэсэн нарийвчилсан хайгуулын ажлаар Шинэ-Усны хэсэгт тогтоогдсон.

1990 онд жилдээ 500.0 мянган тн нүүрс олборлон, борлуулах хүчин чадалтай уурхай байхаар анхны зураг төсөл нь батлагдаж улмаар

уурхайн амыг 1990 оны 07-р сарын 31-ний өдөр ашиглалтанд оруулсан байна. 1991 оны 12-р сарын 23-ны өдөр анх нүүрсээ олборлож, 1993 онд техникийн шинэчилэл хийгдэж, төслийн хүчин чадлаа эзэмшсэн. 1995 онд Монгол улсын Засгийн газраас тус уурхайг хувьчлах шийдвэр гаргаж, улмаар 1995 оны 09-р сарын 12-ны өдөр “Шивээ Овоо ХК”-ийг байгуулсан. Компанийн 90%-ийг төр, 10%-ийг бусад хувь нийлүүлэгчид эзэмшдэг.

2006 онд Шивээ-Овоогийн уурхайн хүчин чадлыг өргөтгөн, жилдээ 8.6 сая м³ хөрс хуулж, 2.0 сая тн нүүрс олборлох хүчин чадалтай болсон байна. 2019 онд улсын төвийн эрчим хүч, дулааны хэрэглээний өсөлтийг үндэслэн 4.5 сая тн нүүрс олборлох ТЭЗҮ батлагдсан.

Тус уурхай нь 2021 оны 12-р сарын 31-ний байдлаар, ашиглалтанд орсноосоо хойш нийт 36.8 сая тн нүүрс олборлон, 36.4 сая тн нүүрс хэрэглэгчдэд нийлүүлэн, 35.3 сая м³ тээвэргүй хөрс хуулалт, 93.9 сая м³ тээвэртэй хөрс хуулалт, 33.1 сая м³ дахин шидэлт, 10.4 сая м³ инженер ажил хийж, нийт 193.3 сая м³ уулын цулын ажил гүйцэтгэсэн байна.

Шивээ-Овоогийн ордын хүрэн нүүрс нь терриген тунамал чулуулагтай адил өөрийн найрлагандаа үүссэн орчныхоо тухай анхдагч мэдээллээ хадгалан үлдсэн байдаг. Тиймээс ордын Шинэ-Усны хэсэгт нүүрсний петрографийн болон нүүрсний үнсний химийн найрлага, микро ургамлын судалгаагаар ордыг үүсгэсэн ургамлын төрөл, хүлэр хуримтлагдсан нөхцөлийг нь тодорхойлох боломжтой юм (Diessel, 1986; Calder, 1991; Nabib et al., 1966). Нүүрсний чанар нь нүүрсний хувирал, хуримтлагдсан нөхцөлөөс шууд хамаардаг. Шивээ-Овоогийн ордын Шинэ-Усны хэсэгт олборлож буй I, II, V давхраасуудаас авсан нүүрсний дээжүүдэд нүүрсний мацералийн найрлага, микролитотөрөл, хуримтлагдсан нөхцөлийг тодорхойлох зорилготой нүүрсний петрографийн судалгаа хийж, эртний уур амьсгал, хүлэр хуримтлалын орчны судалгаа

хийлээ.

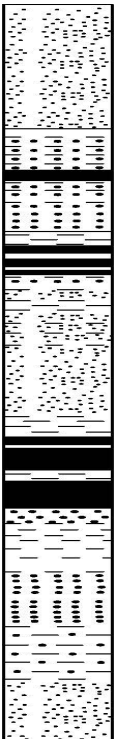
2. Шивээ-Овоо ордын геологийн тогтоц

Шивээ-Овоо орд нь Улаанбаатар хотоос зүүн урд 260 км, Говьсүмбэр аймгийн Шивээговь сумын нутагт, Чойр хотоос зүүн урагш 20 км-т оршино. Нүүрсний мужлалын хувьд Дорнод Монголын провинцийн Чойр-Нялгын нүүрсний савд, Чойрын хотгорт байрлана (Зураг 1).

Шивээ-Овоо орд маш налуу брахисинклиналь атирааг үүсгэх ба уртрагийн дагуу суналтай, тэнхлэгийн урт нь ойролцоогоор 35 км. Синклиналийн өргөн 15 км. Синклиналийн сунал үндсэндээ Чойрын хотгорын ерөнхий чиглэлтэй давхцана. Нүүрстэй хурдсын унал баруун хойд жигүүрт 6°, зүүн жигүүрт 13° болж өөрчлөгддөг. Шивээ-Овоо орд нь Ногоон тойром, Шинэ-Ус болон Өехий цагаан гэсэн 3 хэсэгт ялгагдана. Хойд хэсгийн Өехий цагаан хотгор нь шугаман синклинал бүтэцтэй, уртрагийн дагуу суналтай бөгөөд урт нь 5 км, өргөн нь 1.5 км. Шинэ-Ус, Ногоон тойромын хотгор нь брахисинклинал структуртай. Тэдгээрийн хэмжээ Шинэ-Ус 15 х 13 км, Ногоон тойром 11 х 8 км (Зураг 2).



Зураг 1. Судалгааны талбай болон Монголын нүүрсний сав (Бат-Эрдэнэ, 1992). Нүүрстэй провинци: А-Баруун Монголын, Б-Дорнод Монголын, Нүүрсний сав: I-Хархираан, II-Монгол Алтайн, III-Өмнөд Хангайн, IV-Өмнөговийн, V-Их богдын, VI-Онгийн голын, VII-Чойр-Нялгын, VIII-Чойбалсангийн, IX-Сүхбаатарын, X-Тамсагийн, XI-Дорноговийн, XII-Дундговийн, Нүүрстэй талбай: XIII-Алтайн чандахь, XIV-Баян Өлгий, XV-Орхон-Сэлэнгийн. Ордын байрлалыг улаанаар тэмдэглэв.

Галав	Формаци	Литологи	Чулуулгийн шинж чанар, зузаан м
Цэрл	Хөхтээг формаци		Нүүрстэй үеийн дээд зузаалаг (K1kh5). Муу ангилагдсан, сул барьцалдсан алевролитын үетэй саарал элсэн чулуулгаас тогтоно. Нийт зузаан нь 113 метр хүрдэг
			Нүүрс агуулсан дээд зузаалаг. Нүүрсний IV, V, VI, VII, VIII давхраасын үеийг агуулсан саарал, хар саарал өнгийн алевролит, том нарийн ширхэгтэй элсэн чулуу, нүүрсний үетэй хар саарал өнгийн алевролит, саарал өнгийн элсэн чулуулгийн үеүдээс ээлж дараалан тогтоно. Нийт зузаан нь 96.7 метр
			Нүүрсний үеийн хоорондох зузаалаг. Каварцын хэмхдэстэй хар өнгийн аргиллит, саарал өнгийн алевролит, элсэн чулуулгийн үеүдээс тогтоно. Нийт зузаан нь 82.4 метр
			Нүүрс агуулсан доод зузаалаг. Нүүрсний I, II, III үе, нарийн ширхэгтэй элсэн чулуу, саарал өнгийн алевролит, 0.9 м зузаантай алевролитын жижиг үетэй хүрэн нүүрс зэрэг ээлж дараалан тогтоно. Нийт зузаан нь 47.7 метр
			Нүүрсний үеийн доод зузаалаг. том ширхэгтэй элсэн чулуу, ургамлын үлдэгдэлтэй ногоон, саарал саарал өнгийн алевролит, нарийн ширхэгтэй муу ангилагдсан нүүрстэй, 20 см аргиллитийн үетэй элсэн чулуу, ургамлын үлдэгдэлтэй том ширхэгтэй элсэн чулуулагуудаас ээлж дараалан тогтоно. Нийт зузаан нь 73.5 метр

Зураг 3. Шинэ-Усны хэсгийн хайгуулын 74-р цооногийн зүсэлт

2.2. Нүүрсжилт

Шинэ-Усны хэсэгт нүүрсний I, II, III, IV, V, VI, VII ба VIII давхраасууд тогтоогдсон (Зураг 4). Структурын төв хэсгээс зах руу нүүрсний давхраасууд нь нимгэрч, олон салаална. Шинэ-Усны хэсэгт I, II давхраасууд нь харьцангуй энгийн бүтэцтэй, бүх талбайд тархдаг учир үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой. Структурын төвд I, II, III давхраасууд ойртон нийлж, харьцангуй энгийн тогтоцтой нэг зузаан давхраас үүсгэнэ. Харин нүүрсний IV, V, VI, VII, VIII давхраасууд нь нийлмэл тогтоцтой, бага талбайд тархдаг учраас үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бага. I давхраас нь хамгийн доод талын давхраас бөгөөд том талбайд тархаж, Чойр-Сайншандын төмөр замаас эхлэн зүүн хойшоо хайгуулын 18-р шугам хүртэл 7 км үргэлжилдэг брахисинклиналь атираа үүсгэнэ. Давхраасын тогтоц энгийн, баруун хойд ба зүүн хэсэгтээ аажмаар салаалдаг. Нүүрсний

давхраасын зузаан уналын дагуу тогтвортой бөгөөд суналын дагуу 9.3-17.4 м, дундаж зузаан нь 12.5 м, үүнээс нүүрсний цэвэр зузаан 12 м.

II давхраас нь нийлмэл тогтоцтой, 0.1-11 м зузаантай чулуулгийн 1-16 үетэй. Зузаан нь унал, суналынхаа дагуу тогтвортой биш. Зузаан нь 6.6-23.2 м, дунджаар 15.5 м, үүнээс нүүрсний цэвэр зузаан 14 м.

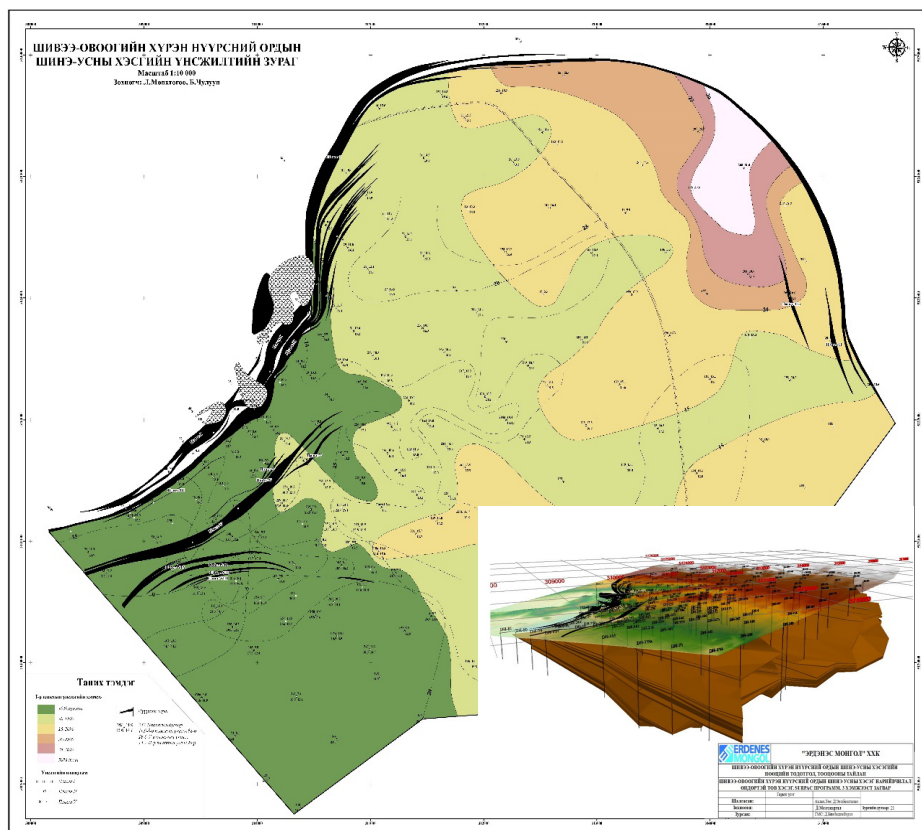
V давхраас нь зүүн тийшээ аажмаар сарниж 2-р шугамын орчим бүрэн шувтарна. Харин баруун тийшээ хоорондоо 28 м зузаантай чулууны үеэр тусгаарлагдан 2 дэд давхраас болно (V, Va). Va давхраас нь VI давхраастай нийлдэг. Давхраасын зузаан нь түүний үеүдийн дотор агуулсан 1.9 м нийлбэр зузаантай, 8 чулуулгийн үеийн хамт 15.9 м. Нүүрсний цэвэр зузаан 10 м байна.

VI давхраас нь зузааны хувьд тогтворгүй. VI, VIa гэсэн 2 дэд давхрааст хуваагддаг. Зузаан нь нийлсэн хэсэгтээ дунджаар 8.8 м, үүнээс цэвэр нүүрсний зузаан 7.4 м.

VII давхраас нь VI давхраасаас дээш 8 м-т байрладаг. Хайгуулын 1 ба 4-р шугамын хооронд 1.5 км урт талбайд тархах ба зүүн тийш сарниж алга болдог. Нүүрсний давхраасын дундаж зузаан нь 2.3 м байна.

VIII давхраас нь нүүрс агуулсан зузаалгийн

хамгийн дээд давхраас нь юм. Уг давхраас нь Шинэ-Усны төвийн хэсэгт хязгаарлагдмал талбайд тархах ба VII давхраасаас дээш дунджаар 10 м-т байрлана. Нүүрсний давхраасын зузаан 2.2 м.



Зураг 4. Шинэ-усны хэсгийн нүүрсний давхраасын гарш (Оргил, Баатарсайхан нар, 2015)

2.3. Нүүрсний чанар ба ноёд

Уг ордын нүүрс нь Монголын нүүрсний ангилалаар хүхэр багатай, Х-3 бүлгийн хүрэн нүүрс бөгөөд чанарын үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 1-д үзүүлэв. Ордын хэмжээнд цэвэр нүүрсний үнсний агуулга 14.2-25.0 %, дунджаар 18.5 %. Чулуулгийн жижиг үеүдийг оруулан тооцоход 16.8-26.1 %, дунджаар 22.0 % болно. Аналитик чийг 6.33-9.19 %, дунджаар 7.93 %. Ажлын чийг нь 29.55-39.60 %, дунджаар 33.6 % байна. Хүхрийн агуулга 0.64-0.92 %, дунджаар 0.78 %. Хүхэр багатай нүүрс болно. Дэгдэмхий

бодисын агуулга 42.56-53.63 %, дунджаар 47.46 %. Дэгдэмхий бодисын агуулга нь исэлдэл, өгөршлийн бүсэд буюу 20 м-ээс бага гүнд өндөр байдаг. Гумины хүчил 7.83-39.88 %, дунджаар 25.78 %.

Шивээ овоогийн ордын Шинэ-усны хэсгийн нүүрсний нөөцийн тооцоонд нүүрсний үеийн хамгийн бага зузааныг 1.0 метрээр авч, MINEX програмын аргаар тооцож үзэхэд 640,429.2 мянган тн болсон. Уурхай ажилаж эхэлсэн үеэс 2014 он хүртэл нийт 22,558.1 мянган тн олборлосон нүүрсний нөөцийг нийт нүүрсний нөөцөөс хасаж үлдсэн 617,871.1 мянган тн

нүүрсний нөөцийг Эрдэс баялагийн санд бүртүүлсэн (Оргил, Баатарсайхан нар, 2015). 2014-2022 оны 1-р сарын 01-ний хооронд 18,559.4 мянган тн олборлосон нүүрсний нөөцийг

2014 оны нүүрсний үлдэгдэл 617,871.1 мянган тн нөөцөөс хасаж, 2022 оны байдлаар үлдэгдэл нөөц 599,311.4 мянган тн байна.

Хүснэгт 1. Шивээ-Овоогийн ордын нүүрсний давхраасуудын чанарын дундаж үзүүлэлтүүд

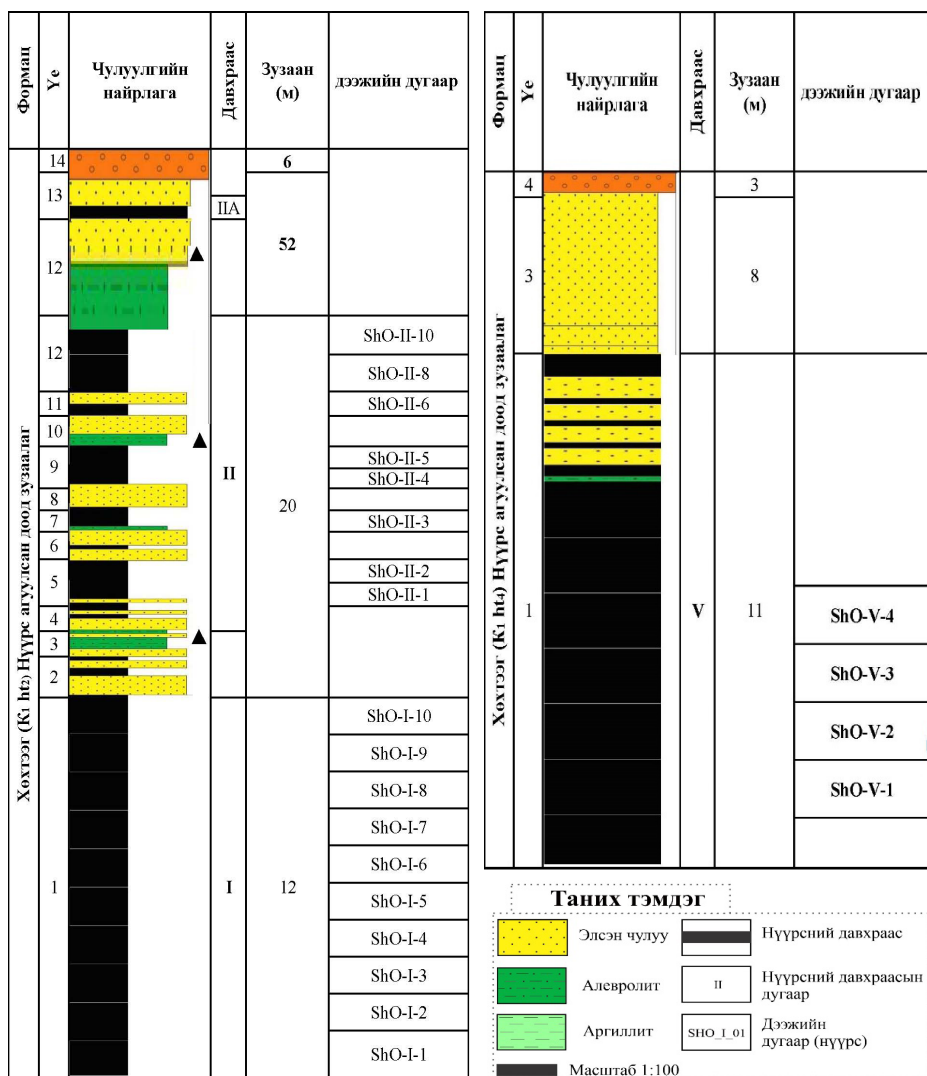
Давхрага	Чанарын дундаж үзүүлэлтүүд						МДж/кг
	W _{rt}	W _a	Ad	V _{daf}	Sat	Q _{daf}	Q _{ri}
I	32.5	8.3	16.3	44.0	0.64	28.07	15.74
II	33.4	9.2	15.7	42.7	0.69	38.37	15.40
III	30.0	7.7	17.3	47.3	0.92	27.51	16.29
Доод горизонтын дундаж	31.8	8.4	16.4	44.7	0.75	27.99	15.80
IV	-	7.4	20.3	47.8	0.83	27.28	15.24
V	39.7	7.7	18.8	49.1	0.89	27.66	13.68
VI	33.6	8.9	19.9	49.3	0.86	27.51	16.47
VII	30.3	6.9	14.2	53.6	0.79	27.87	16.47
VIII	-	6.4	25.0	51.3	0.73	27.45	15.52
Дээд горизонтын дундаж	34.6	7.4	19.6	50.2	0.82	27.55	15.19
Ордын дундаж	33.2	7.9	18.4	47.4	0.78	27.7	15.42

3. Дээжлэлт болон судалгааны аргачлал

Судалгааны ажлын нүүрсний дээжүүдийг Шивээ-Овоо ордын “Шинэ-Ус”-ны хэсэгт илэрсэн I, II ба V давхраасуудын гаршаас болон олборлолт явуулж буй мөргөцгөөс авсан. Нүүрсний I давхраас нь 10 м, II ба V давхраасууд нь чулуулгийн зузаалагтайгаа нийлээд ойролцоогоор 11 болон 10 м зузаантай болно. I, II ба V давхраасуудын гүний байрлалыг Зураг 5-д харуулав. Нүүрсний дээжүүдийг давхраасын улнаас тааз хүртэл нэг метрийн интервалаар, хувирч өгөршилд ороогүй хэсгээс авав. Дээж тус бүрийн хэмжээ ойролцоогоор 2 кг байсан. I давхраасаас 10 (дээжийн дугаар SHO_I_01 - SHO_I_10), II давхраасаас 9 (дээжийн дугаар SHO_II_01 - SHO_II_10), V давхраасаас 4 (дээжийн дугаар SHO_V_01 - SHO_V_4), нийт 23 дээж авч, шинжилсэн (Зураг 5). Нүүрсний брикет бэлтгэлд дээжүүдийг 1-2 см хүртэл бутлан холиод, дөрвөн хэсэгт хуваан, хэсэг бүрээс тэнцүү хэмжээтэйгээр (200-аас 300 гр) авч, Геологийн Төв Лабораторид бэлдүүлсэн. Нүүрсний чийг, үнс, дэгдэмхий бодисын агуулга болон илчлэгийг “Шивээ-Овоо” ХК-ийн

лабораторид тодорхойлуулсан.

Ордын нүүрсний петрографийн шинжилгээг МУИС-ийн ШУС-ийн БУС-ын Геологи, геофизикийн тэнхимийн харьяа Геологийн Суурь Судалгааны Лабораторид MOTIC BA310 Pol микроскопоор ойсон гэрэлд анализаторгүйгээр хийж гүйцэтгэв. Нүүрсний найрлагын судалгааг органик болон органик бус хэсэгт цэгийн аргаар, брикет тус бүрт 400 цэгийг, 0.2 мм-ийн цэг хоорондын зайн алхамтайгаар тоолсон бөгөөд мацералуудыг ялгахдаа “Нүүрс болон Органик Петрологийн Олон Улсын Хороо”-ны (ИССР, 1994) гуминит, инертинит, липтинитийн бүлгийн ангилалыг ашиглав. Шивээ-Овоо ордын нүүрсэнд дийлэнхдээ шаварлаг-гялтгануурт эрдэс давамгайлж, бага зэрэг карбонат, цахиурлаг эрдэс, ховроор сульфидын төрлийн эрдсүүд болон титан агуулсан эрдсүүд байгаа нь тогтоогдсон.



Зураг 5. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын геологийн зүсэлт, дээжлэлт

4. Үр дүн ба хэлэлцүүлэг

4.1. Техникийн шинжилгээний үр дүн

Нүүрсний 23 дээжинд нүүрсний ангилал тодорхойлох болон петрографийн найрлагаар тогтоосон эрдсийн хольцын агуулгыг хянах зорилгоор чийг, үнс, дэгдэмхий бодисын агуулга, илчлэгийг тодорхойлуулсан.

I давхраасаас авсан дээжүүдийн чийг (W^a) 41.1-44.5 %, үнсний агуулга (A^d) 5.1-11.9 %, дэгдэмхий бодисын агуулга (V^a) 40.7-49.7

%, илчлэг (Q^a) 2793-3096 ккал/кг байв. II давхраасын дээжүүдэд чийг (W^a) 38.1-43.7 %, үнсний агуулга (A^d) 9.8-17.5 %, дэгдэмхий бодисын агуулга (V^a) 38.1-44.8 %, илчлэг (Q^a) 2604-2959 ккал/кг, V давхраасын нүүрсэнд чийг (W^a) 29.8-41.5 %, үнсний агуулга (A^d) 25.5-39.5 %, дэгдэмхий бодисын агуулга (V^a) 44.3-51.2 %, илчлэг (Q^a) 1833-2153 ккал/кг байсан. Ордын нүүрс нь хүхрийн агуулга багатай ба нийт хүхрийн агуулга (S^d) 0.64-0.92 %, дунджаар 0.78 %, байдаг (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн ашиглалтын I, III амаас авсан 23 дээжийн чанарын үзүүлэлт

Д/д	Нэр	Чийглэг	Үнслэг	Дэгдэмхий	Илчлэг
		W^a , %	A^d , %	V^{ad} , %	Q^a (ккал/кг)
1	Брикет№ ShO-01-1	44.5	5.1	43.5	3096
2	Брикет№ ShO-01-2	42.4	7.3	48.9	2916
3	Брикет№ ShO-01-3	44.3	5.8	45.1	3064
4	Брикет№ ShO-01-4	41.5	7.5	47.4	2962
5	Брикет№ ShO-01-5	43.5	6.2	49.7	2976
6	Брикет№ ShO-01-6	41.1	11.9	45.2	2793
7	Брикет№ ShO-01-7	41.3	9.9	40.5	2968
8	Брикет№ ShO-01-8	42.7	9	44.5	2991
9	Брикет№ ShO-01-9	43.1	8.9	40.7	2906
10	Брикет№ ShO-01-10	41.9	7.9	45.8	3060
11	Брикет№ ShO-II-1	43.7	9.8	44.8	2940
12	Брикет№ ShO-II-2	43.5	16.4	40.7	2604
13	Брикет№ ShO-II-3	43.4	17.4	42.1	2870
14	Брикет№ ShO-II-4	39.1	11.1	42.3	2959
15	Брикет№ ShO-II-5	42.9	11.6	40.1	2942
16	Брикет№ ShO-II-6	38.1	13.8	45.3	2894
17	Брикет№ ShO-II-7	40.1	13.9	41.3	2828
18	Брикет№ ShO-II-8	40.3	14.6	38.1	2821
19	Брикет№ ShO-II-10	42	17.5	42.9	2711
20	Брикет№ ShO-V-1	32.6	30.7	44.3	2035
21	Брикет№ ShO-V-2	29.8	25.5	45.9	2153
22	Брикет№ ShO-V-3	33.4	33.2	51.2	1833
23	Брикет№ ShO-V-4	41.5	39.5	47.6	1894

Тайлбар: W^a – ажлын чийг, A^d – үнслэг (хуурай төлөвт), V^{ad} – дэгдэмхий бодисын гарц (агаарын хуурай төлөвт), Q^a – доод илчлэг, S_i^d – нийт хүхэр

4.2. Шивээ-Овоо ордын нүүрсний петрографийн найрлага

Шивээ-Овоо ордын I давхраасын нүүрсний органик болон органик бус хэсгийг тооцоолоход гуминитийн агуулга 33.0-71.8 %, инертинитийн агуулга 19.2-56.1 %, липтинитийн агуулга 0.8-2.9 %, эрдсийн хольцын агуулга 2.9-11.2 %, II давхраасын нүүрсэнд гуминитийн агуулга 29.5-69.6 %, инертинитийн агуулга 24.3-57.3 %, липтинитийн агуулга 0.4-3.2 %, эрдсийн хольцын агуулга 4.4-16.2 %, V давхраасын нүүрсэнд гуминитийн агуулга 61.5-74.5 %, инертинитийн агуулга 6.9-14.9 %, липтинитийн агуулга 0.7-2.1 %, эрдсийн хольцын агуулга 17.1-22.2 %-ийн хооронд тус тус хэлбэлзэлнэ. Үүнээс I, II ба V давхраасуудын нүүрсэн дэх липтинитийн бүлгийн мацералуудын агуулга ойролцоо, бага байгаа харагдана. I ба II давхраасуудын нүүрсэн

дэх гуминит, инертинитийн бүлгийн мацералууд болон эрдсийн хольцын агуулга тус тус ойролцоо байгаа бол V давхраасын нүүрсэнд гуминитийн бүлгийн мацералуудын агуулга нэмэгдэж (61.5-74.5 %), инертинитийн бүлгийн мацералуудын агуулга багассан нь (6.9-14.9 %) тогтоогдсон (Хүснэгт 3).

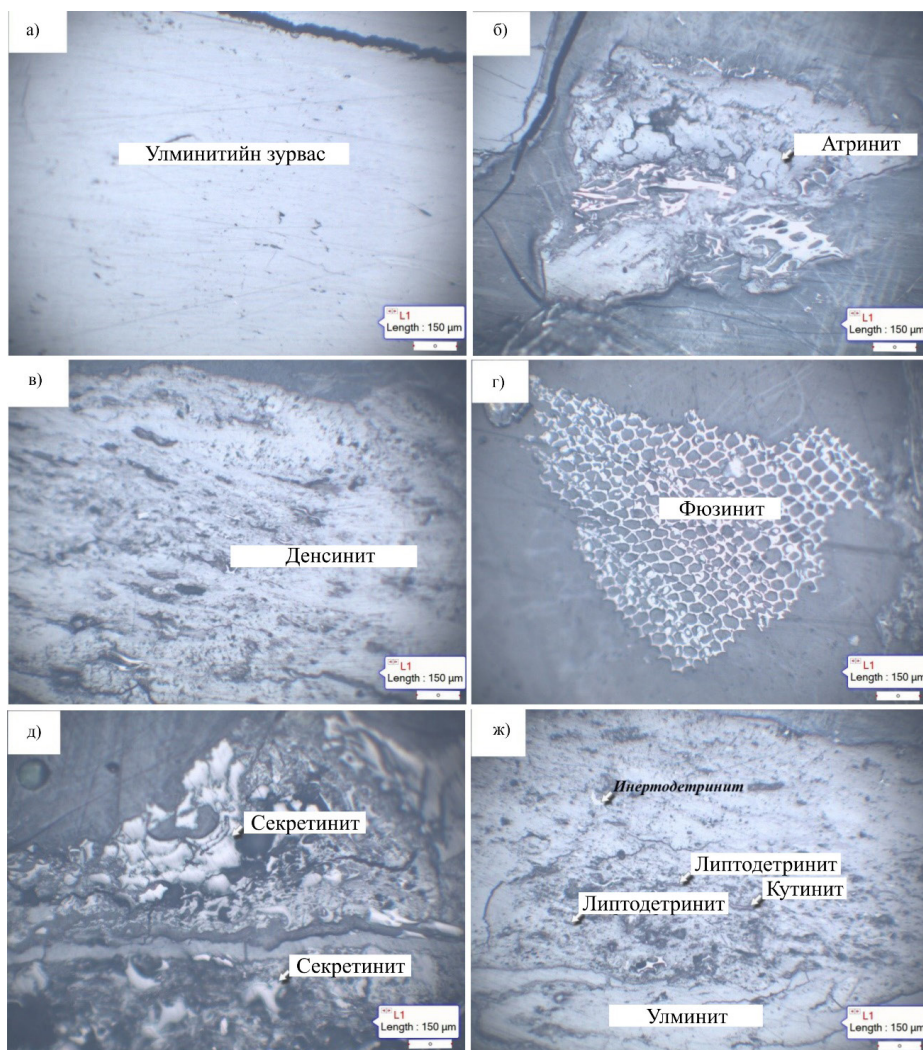
Шивээ-Овоо ордын I, II болон V давхраасуудын нүүрсэнд гуминитийн бүлгийн мацералуудаас детрогуминитийн дэд бүлгийн денсинит (Зураг 6в), атринит (Зураг 6б), ургамлын эсийн структурыг сайн эсвэл муу хадгалсан телогуминит дэд бүлгийн текстинит, улминит (Зураг 6а, ж) байгаа нь тогтоогдсон. I ба II давхраасуудын нүүрсэнд детрогуминитийн дэд бүлгийн денсинит (үндсэн хэсэг, Зураг 6в) давамгайлж (26.7-59.5 %, 20.4-54.9 %), багаар телогуминит дэд бүлгийн текстинит, улминит (4.3-11.5 %, 5.8-14.5 %), детрогуминитийн дэд бүлгийн атринит

(0.4-1.9 %, 0.5-1.5 %) байна.

V давхраасын нүүрсэн дэх детрогуминитийн дэд бүлгийн денсинитийн агуулгыг I ба II давхраасуудын нүүрсэнд тогтоогдсон уг мацралын агуулгатай харьцуулахад бага зэрэг багасжээ (21.0-33.4 %). Гэвч уг давхраасын нүүрсний телогуминит дэд бүлгийн мацералуудын агуулга (30.5-52.0 %) -ыг I ба II давхраасуудын нүүрсний телогуминит дэд бүлгийн мацералуудын

агуулгатай харьцуулахад харьцангуй ихэссэн байгаа нь тогтоогдлоо. Детрогуминитийн дэд бүлгийн атринит (0.7-3.2 %) нь V давхраасын нүүрсэнд бага агуулгатай байна (Хүснэгт 3).

I, II ба V давхраасуудын нүүрсэнд инертинитийн бүлгийн мацералуудаас фюзинит (Зураг 6г), семифюзинит, инертдетринит (Зураг 6ж, 7а), секретинит (Зураг 6д), микринит байна.



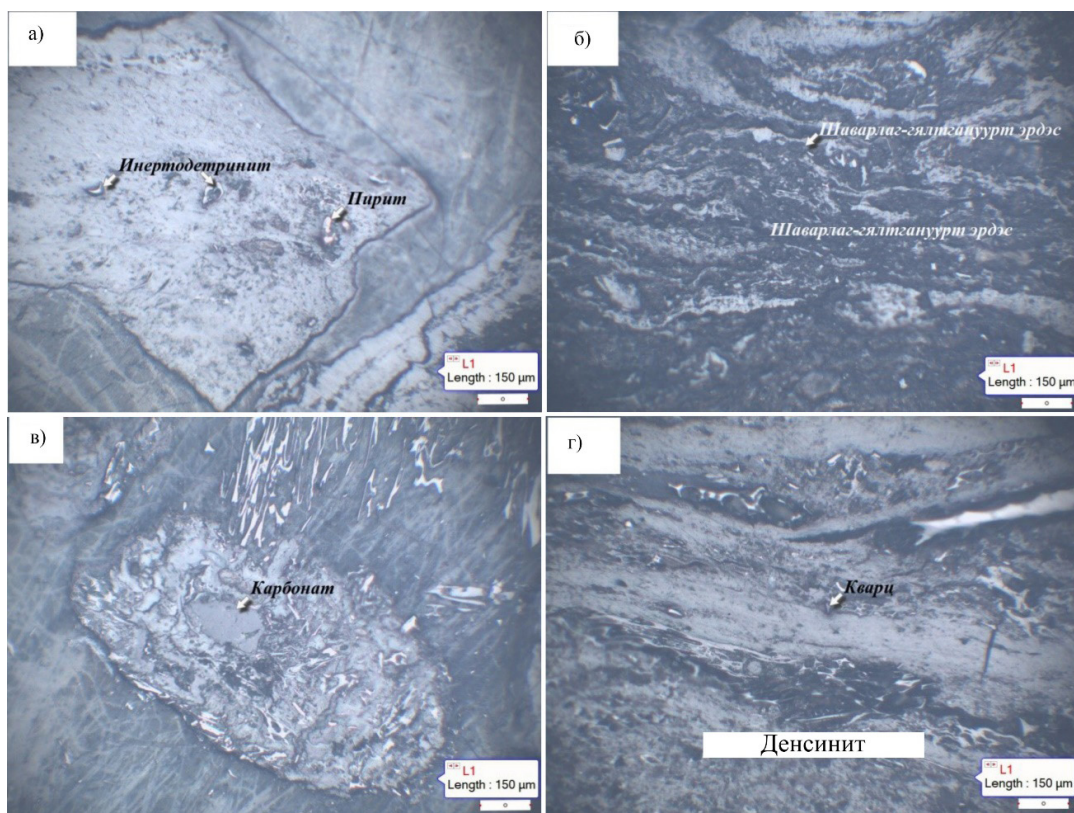
Зураг 6. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасын нүүрсэн дэх а) Улминит буюу структургүй гуминит (БрикетN°ShO_V_03), б) Атринит (БрикетN°ShO_II_03), в) Денсинит гуминжсэн үндсэн хэсэг (БрикетN°ShO_V_03), г) Фюзинит /БрикетN°ShO_II_10/, д) Секретинит (БрикетN°ShO_I_09), ж) Улминит, инертдетринит, липтодетринит болон кутинит (БрикетN°ShO_V_04).

I ба II давхраасуудын нүүрсэнд ургамлын давамгайлж (10.6-48.7 %, 20.2-44.6 %), эсийн структурыг сайн хадгалсан фюзинит бага хэмжээгээр ургамлын эсийн структур

бүдэг ажиглагдах семифюзинит, инертинитийн бүлгийн мацералуудын жижиг хэмхдэст хэсгүүд бүхий инертотетринит (Зураг 6ж, 7а), исэлдсэн давирхай болох секретинит (Зураг 6д) мөн ховроор микринит тогтоогдсон. V давхраасын нүүрсэн дэх фюзинитийн агуулгыг I, II давхраасуудын нүүрсний уг мацералын агуулгатай харьцуулахад харьцангуй багассан (1.3-8.2 %) байна. Уг давхраасын нүүрсэнд инертинитийн бүлгийн бусад мацералууд болох семифюзинит, инертотетринит, секретинит нь I ба II давхраасуудын нүүрсэнд илэрсэн дээрх мацералуудын агуулгатай адил бага хэмжээтэйгээр, микринит нь мөн ховор байгаа нь тогтоогдлоо (Хүснэгт 3). Ордын I, II болон V давхраасуудын нүүрсэнд

липтинитийн бүлгийн мацералуудаас споринит, липтотетринит (Зураг 6ж) болон кутинит (Зураг 6ж) тус тус ойролцоо бага агуулгатайгаар илэрсэн (Хүснэгт 3).

Судлагдсан давхраасуудын нүүрсэнд эрдсийн хэмхдэсүүдээс дийлэнхдээ шаварлаг-гялтгануурт эрдэс (Зураг 7б) давамгайлж, бага зэрэг карбонат (Зураг 7в), цахиурлаг эрдэс (Зураг 7г), ховроор сульфидын (Зураг 7а) төрлийн эрдсүүд болон титан агуулсан эрдсүүд байна (Хүснэгт 3). Эрдсүүдийн мөхлөгүүд нь гуминит, инертинит болон липтинит бүлгийн мацералуудын масс дээр саринан тархаж, мөн структуртай фрагментуудын нүх сүв, ан цавуудыг дүүргэжээ (Зураг 7а, в, г).



Зураг 7. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасын нүүрсэн дэх а) инертотетринит ба пирит (Брикет № ShO_V_02) б) шаварлаг-гялтгануурт эрдэс (Брикет № ShO_II_03), в) Карбонат эрдэс (Брикет № ShO_II_02), г) Кварц (Брикет № ShO_I_06).

Хүснэгт 3. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын петрографийн найрлага

Петрографийн найрлага	I давхраас	II давхраас	V давхраас
Бүлэг, дэд бүлэг, мацрал (%)			
Телогуминит	4.3-11.5 (Брикет № SHO_I_03-21.2)	5.8-14.7 (Брикет №SHO_II_02-21.2)	27.5-46.3
Детрогуминит	26.7-52.6	21.0-54.9	21.9-34.0
Денсинит	26.7-52.6	20.4-54.9	21.0-33.4
Атринит	0.4-1.9	0.5-1.5	0.6-2.7
Нийт гуминит	33.0-71.8	29.5-69.6	61.5-74.5
Нийт липтинит	0.8-2.9	0.4-3.2	0.7-2.1
Фюзинит	10.6-48.7	20.2-44.6	1.2-6.8
Семифюзинит	1.3-5.2	1.0-3.4	0.6-2.3
Секретинит	1.2-5.2	0.9-4.9	1.0-2.3
Микринит	0.0-0.5	0.0-0.0	0.0-0.4
Инертодетринит	1.9-9.4	1.0-7.6	3.3-7.2
Нийт инертинит	19.2-56.1	24.3-57.3	6.9-14.9
Эрдсийн хольцын агуулга (%)			
Шаварлаг-гялтгануурт эрдэс	2.7-10.3	4.0-15.7	13.8-21.2
Цахиурлаг эрдэс	0.0-0.6	0.2-0.5	0.5-1.4
Карбонатлаг эрдэс	0.0-1.0	0.0-0.2	0.5-1.4
Сульфид	0.0-0.2	0.0-0.5	0.4-1.4
Галлоид	0.0-0.0	0.0-0.0	0.0-0.0
Нийт эрдсийн хольцын агуулга	2.9-11.2	4.4-16.2	17.1-22.2
Үнсний агуулга	5.1-11.9	9.8-17.4	25.5-39.5

4.3.Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрсний микролитотөрөл

Хүрэн нүүрсний микролитотөрлийн ангилалыг төв Европын хүрэн нүүрсэнд Sontag et al (1965), Schneider (1980) нар, Энэтхэгийн Гужаратын Вастаны хүрэн нүүрсний фацын судалгаанд Prakash et al (2010)-ын нарын боловсруулсан ангилалын схемүүд хийгдсэн байдаг. Бид Шивээ-Овоогийн ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрсний микролитотөрлийг Bustin et al (1983) нарын диаграммыг ашиглан, дээрх судлаачдын ангилалуудтай харьцуулан хийлээ. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрс нь хоёр төрлийн бүлгийн мацралуудаас давамгайлсан (Гуминит+Инертинит>95 %) бүрдсэн гуминертитийн микролитотөрөлд ангилагдлаа (Зураг 8).

4.4.Шивээ-Овоо ордын хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөл

Ордын хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөлийг

Diessel (1986) болон Singh and Singh (1996) нарын боловсруулсан диаграммуудаар тус тус тодорхойлж харьцуулан дүгнэлээ.

4.4.1.Хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөлийн GI-TPI-ийн диаграмм

Diessel (1986)-ийн боловсруулсан диаграмм нь Гелижих индекс (Gelification Index-GI) болон Ургамлын эд эсийн хадгалалтын индекс (Tissue Preservation Index-TPI) гэсэн параметруудийн харьцаан дээр үндэслэгддэг. Diessel (1986) нь Австралийн пермийн нүүрсний хүлэр хуримтлалын эртний нөхцөлийн судалгааг хийхдээ энэхүү аргыг боловсруулсан бөгөөд Calder et al (1991) цаашид хөгжүүлсэн байна.

Уг диаграммын гелижих индекс (GI) нь мацралуудын гелижилтийн зэрэг болон исэлдэлт, ургамлын эд эсийн хадгалалтын индекс (TPI) нь ургамалын эд эсийн хадгалалтын зэрэг болон ялзралын харьцаануудаар тус тус илэрхийлэгдэнэ. Гелижих индекс (GI) нь хүлэрт намгийн чийгийг буюу намгийн усны түвшинг витринит болон

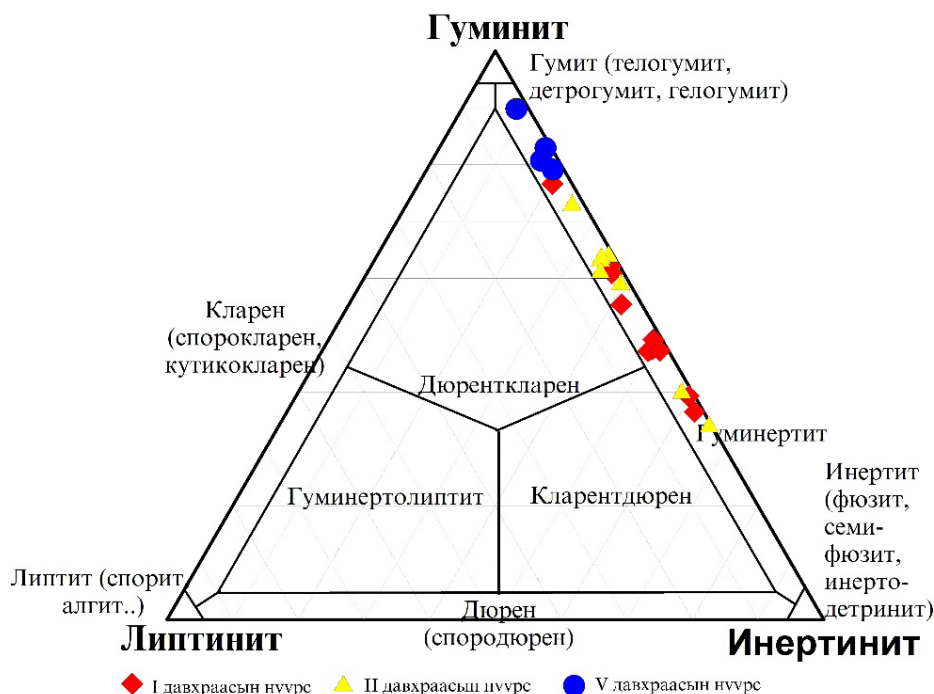
исэлдсэн мацералуудын харьцаагаар, ургамлын эд эсийн хадгалалтын индекс (ТРІ) нь ургамлын модлог (модны их бие, үндэс, мөчир, ур, ур, тоосонцор) хэсгийн эсийн структуртай болон илүү хурдан гелиждэг (целлюлоз агуулсан хэсгээс үүссэн) нэгэн цул болсон структургүй витринитүүдийн харьцаагаар тодорхойлогддог. Чийгтэй нөхцөлд хуримтлагдсан хүлрийн хувирлаас үүссэн нүүрсэнд гелижих индекс (GI)

нэгээс их (>1), ургамлын эд эсийн хадгалалтын индекс (ТРІ) нэгээс их (>1) утгатай байна. ТРІ нэгээс их (>1) байгаа нь тухайн нүүрс модлог ургамлаас үүссэн болохыг харуулна.

GI болон ТРІ-үүдийг доорх тооцооллоор авна.

$GI = \frac{\text{Гуминит} + \text{макринит}}{\text{семифюзинит} + \text{фюзинит} + \text{инертдетринит}}$

$ТРІ = \frac{\text{Текстинит} + \text{улминит} + \text{семифюзинит} + \text{фюзинит}}{\text{денсинит} + \text{макринит} + \text{инертдетринит}}$



Зураг 8. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрсний микролитотөрлүүдийн ангилалын диаграмм (энэхүү судалгаанд Bustin et al (1983)-ын диаграммыг ашигласан болно)

ит

Дээрх тооцооллоор Шивээ-Овоо ордын I, II болон V давхраасуудын нүүрсний GI-ийн утга 1.03-13.61 (I ба II давхраасуудын нийт 4 дээжээс бусад), ТРІ-ийн утга 1.81-2.95 байна. Үүнээс ордын хүлэр ихэвчлэн чийглэг, усны түвшин нь хэлбэлздэг их устай намагт, модлог ургамлаас бүрдсэнийг харууллаа (Зураг 9). I давхраасын SHO_I_08 ба_09, II давхраасын SHO_II_01 ба 10 дээжүүдэд GI-ийн утга нэгээс бага 0.52-0.71 байгаагаас хүлэр гүдгэр намагт хуримтлагдсан болохыг заасан (Зураг 9). Түүнчлэн эдгээр дээжүүдэд фюзинитийн агуулга их (45.5-53.9)

байна.

Гүдгэр намгийн доороос дээш зүсэлтээр хуримтлалын эхэн үед детрогуминит-липтинитээр баяжсан нүүрс, эдгээрийг текстинит эсвэл улминитаар баяжсан нүүрсээр хучих ба сүүлийн шатанд детрогуминит эсвэл инертинитээр баяжсан нүүрсний хуримтлал үүсдэг болохыг орчин үеийн тропикын хүлэрт намагт тогтоожээ (Amijaya and Littke, 2005). Тиймээс I ба II давхраасуудын хүлэр хуримтлалын төгсгөл үед хүлэрт намаг хуримтлалаар дүүрч, суулт удааширснаар гүдгэр намаг руу шилжсэн байх магадлалтай гэж үзэж байна. Харин II давхраасын эхэн үед хүлэрт

намгийн суулт удаан, хуримтлалын хурд их байжээ гэж таамаглалаа.

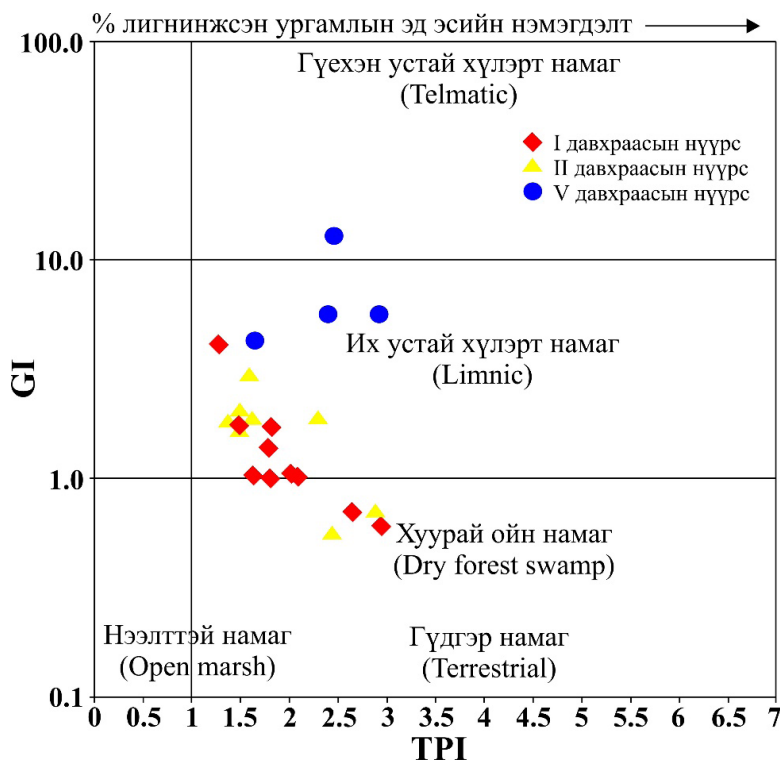
Diessel (1986)-ийн боловсруулсан диаграмм нь Австралийн Шинэ өмнөд Волэсын Хантэр хотгорын пермийн Гондваний эртний ургамлаас үүссэн хувирлын зэрэг өндөртэй битумжсэн нүүрс (Permian Gondwana coals of Hunter Valley Basin, New South Wales, Australia)-ийн судалгаан дээр үндэслэгдсэн. Ийм учраас пермийн Ангарын, Катазын ургамал эсвэл дээд цэрдийн болон зарим бүрхүүл үртэн ургамлын төрөл зүйлээс үүссэн нүүрсний судалгаанд уг загварыг хэрэглэхдээ дээрх онцлогийг анхаарах хэрэгтэй гэж зөвлөсөн байдаг (Dai et al., 2020).

Хуримтлалын нөхцөлийн дээрх диаграммыг кайнозойн Индонезийн Өмнөд Суматрын тропикын бүсэн дэх нүүрсэнд хэрэглэхэд органик материалуудын харьцаа нь хүлэрт намаг болон ургамлын төрлийг илтгэж чадаагүй байна (Amijaya and Littke, 2005). Үүнийг ургамлын целлюлоз агуулсан хэсэг нь лигнин агуулсан хэсгээсээ илүү хурдан ялзралд орж, хуримтлагдсантай холбоотой

гэж үзсэн. Өөрөөр хэлбэл гумификацын зэрэг (гелжих индекс) нь ургамлын төрөл зүйл (бүрхүүл үртэн болон далд үртэний ялзрал өөр байсан)-аас хамаарч өөр өөр байсантай холбоотой (Crosdale, 2003; Scott 2002).

Гелжих процесс нь аэробын болон анаэробын нөхцөлд явагддаг (Taylor et al., 1998). Биохимийн гелжих процесс нь аэробын микро-организмаар илүү идэвхтэй явагдана (Scott, 2002; Bechtel et al., 2003; Sen, 2016). Геохимийн гелжих процесс нь түрүү диагенезид целлюлоз ялзрал, нүүрсжилтийн үе шатанд лигнин хадгалалт явагдах үйл явц юм (Hatcher, 1985).

Шивээ-Овоо ордын хүлэр хуримтлалын нөхцөлийн судалгаанд Diessel (1986)-ийн диаграмм тохирсон бөгөөд ордын нүүрс нь доод цэрдийн зузаалагт агуулагдаж байгаа тул нүүрс үүсгэгч ургамлын целлюлоз болон лигнин агуулсан хэсгүүдийн ялзрал, хадгалагдан үлдсэн мацералуудын агуулга нь хуримтлагдсан нөхцөлөө тодорхойлох боломжтой гэж үзлээ.

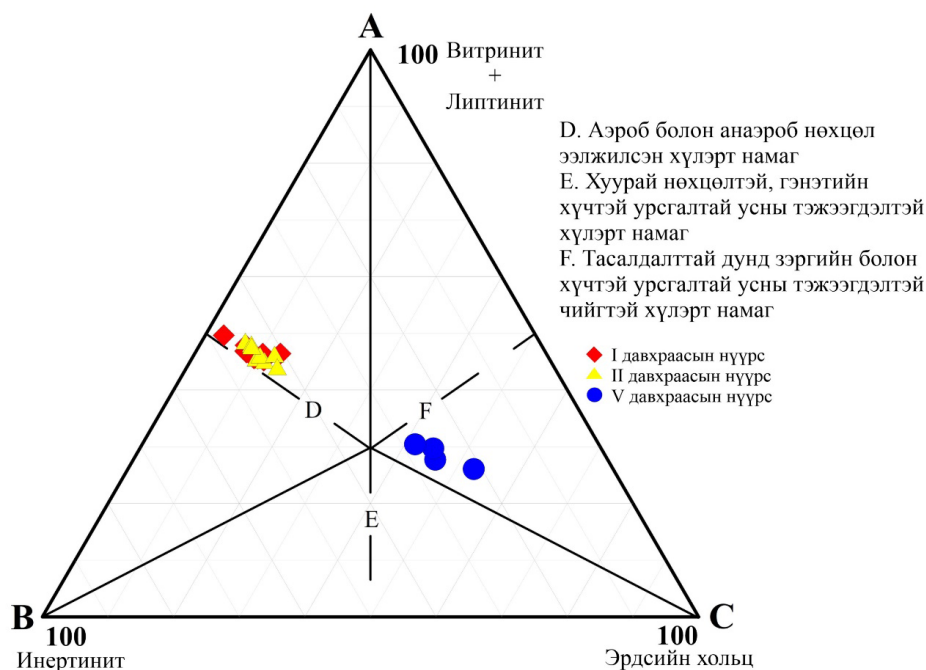


Зураг 9. Шивээ-Овоо ордын хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөлийн GI-TPI-ийн диаграмм (Diessel, 1986)

4.4.2. Хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөлийн витринит+липтинит-инертинит-эрдсийн хольц диаграмм

Singh болон Singh (1996) нарын боловсруулсан хүлэрт намгийн эртний нөхцөлийн гурвалжингийн диаграмм нь мацeralууд болон эрдсийн хольцын агуулгын тооцоолол дээр үндэслэгддэг. Уг диаграммаар Шивээ-Овоо

ордын I ба II давхраасуудын бүх нүүрс нь аэроб (хүчилтөрөгчтэй) болон хүчилтөрөгчгүй (анаэроб) орчин ээлжилсэн, V давхраасын нүүрс дунд зэргийн болон хүчтэй усны урсгалтай, чийгтэй хүлэрт намагт хуримтлагдаж байсан нь тогтоогдлоо (Зураг 10).



Зураг 11. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын хүлэр хуримтлагдсан эртний нөхцөлийн Витринит+Липтинит-Инертинит-Эрдсийн хольц диаграмм (Singh and Singh, 1996).

5. Дүгнэлт

1. Шивээ-Овоо ордын I ба II давхраасуудын нүүрсэнд гуминит (33.0-71.8 % ба 29.5-69.6 %) инертинит (19.2-56.1 % ба 24.3-57.3 %) болон эрдсийн хольцын (2.9-11.2 % ба 4.4-16.2 %) агуулга тус тус ойролцоо байна. V давхраасад гуминит (61.5-74.5 %) болон эрдсийн хольцын (17.1-22.2 %) агуулга нэмэгдэж, инертинитийн агуулга (6.9-14.9 %) багасжээ. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрсэнд липтинитийн агуулга ойролцоо бага (0.4-3.2 %) байна. Шивээ-Овоо ордын I, II ба V давхраасуудын нүүрсний микролитотөрөл нь

гуминертитэд хамаарагдаж байна. –

2. Шивээ-Овоо ордын I, II болон V давхраасуудын нүүрсэнд чийг (W^w) 29.8-44.5 %, үнсний агуулга (A^d) 5.1-39.5 %, дэгдэмхий бодисын агуулга (V^{ad}) 38.1-51.2 %, илчлэг (Q^w) 1833-3096 ккал/кг, нийт хүхрийн агуулга бага, (S^d) 0.64-0.92 % байна.
3. I, II давхраасуудын хүлэр нь хүчилтөрөгчтэй (аэроб) болон хүчилтөрөгчгүй (анаэроб) хүлэрт намагт, V давхраасын хүлэр нь тасалдалтай, дунд зэргийн болон хүчтэй урсгалтай усны тэжээгдэлтэй хүлэрт намагт үүссэн нь тогтоогдлоо. Үүнээс харахад V давхраасын хүлэр хуримтлалын үед чийглэг

уур амьсгалын нөхцөл давамгайлж байсан.

Ишлэл

- Амар, Ө.; Халунаа, С. нар, 2015. Говьсүмбэр аймгийн сүмбэр, Шивээговь сум Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын нутагт орших Шивээ-Овоогийн хүрэн нүүрсний бүлэг ордын Ногоон тойром, Өехий цагааны ордод онд гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан, боть-1, УБ хот.
- Оргил, Ч., Баатарсайхан, Ж., 2015. Шивээ-Овоо хүрэн нүүрсний ордын Шинэ-Усны хэсгийн нөөцийн тодотгол тооцоо, УБ хот.
- Amijaya, H., Littke, R., 2005. Microfacies and depositional environment of Tertiary Tanjung Enim low rank coal, South Sumatra basin, Indonesia. *Int. J. Coal Geol.* 61, 197–221.
- Bat-Erdene, D., 1992. Nature of distribution and formational condition of coal basins in the Mongolian orogenic belt. Summary of Sc.D. thesis: Moscow, p. 6-52 [in Russian].
- Bustin, R.M., Cameron, A.R., Grieve, D.A., Kalkreuth, W., 1983. *Coal Petrology Its Principles, Methods, and Applications: Geological Association of Canada. Short Course Notes*, vol. 3 p.248.
- Calder, J. H., 1991. Peat formation in a Westphalian B piedmont setting, Cumberland Basin, Nova Scotia: implications for the maceral-based interpretation of rheotrophic and raised paleomires: *Bulletin - Societe Geologique de France* 162/2, p. 283–298.
- Dai, Shifeng, Achim Bechtel., Cortland, F. Eble., Romeo, M. Flores, David French, Ian, T. Graham, Madison, M. Hood., James, C. Hower., Vera, A. Korasidis, Tim, A. Moore., Wilhelm Pyttmannl., Qiang Wei., Lei Zhao., Jennifer, M.K. O'Keefe, 2020. Recognition of peat depositional environments in coal. A review. *International Journal of Coal Geology.* 219. p. 1-67.
- Diessel, C. F. K., 1986. On the correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the study of the Sudney Basin*, 20: Newcastle, Australia, p. 19–22.
- Habib, D., 1966. Distribution of spore and pollen assemblages in the Lower Kittanning coal of western Pennsylvania. *Paleontology* 9, 629-666.
- ICCP, 2001. The New Inertinite Classification (ICCP System 1994): *Fuel* 80, p. 459-471.
- ICCP, 2005. The New Huminite Classification (ICCP System 1994): *International Journal of Coal Geology* 62, p. 85–106.
- ICCP, 2017. The New Liptinite Classification (ICCP System 1994): *International Journal of Coal Geology* 169, p. 40-61.
- Prakash. K. Singh., M.P. Singh., Alok. K. Singh., 2010. Petrochemical characterization and evolution of Vastan Lignite, Gujarat, India, *International journal of coal geology* 82, p.1-16.
- Schneider, W., 1980. Mikropaliobotanische Faziesanalyse in der Weichbraunkohle. *Neue Bergbautechnik* 10, 670–675.
- Scott, A.C., 2002. Coal petrology and the origin of coal macerals: a way ahead *Int. J. Coal Geol.* 50, p. 119–134.
- Sen, S., 2016. Review on coal petrographic indices and models and their applicability in paleoenvironmental interpretation. *Geosci. J.* 20, p. 719–729.
- Singh, M. P., and Singh, P. K., 1996. Petrographic characterization and evolution of the Permian coal deposits of the Rajmahal basin, Bihar, India: *International Journal of Coal Geology.*
- Sontag, E., Tzschoppe, E., Christoph, H.J., 1965. Beitrag zur mikropetrographischen Nomenklatur und Analyse der Weichbraunkohle. *Zeitschrift für Angewandte Geologie* 11, 647–658.
- Taylor et al., 1998. The New Liptinite Classification (ICCP System 1994): *International Journal of Coal Geology* 169, p. 40-61.