



Багануурын ордын нөөцийн шинэчилсэн тооцооны үр дүнгээс

Х.Баттөгс¹, Б.Эрдэнэцогт^{2*}

¹Эрдгөө ХХК,

²МУИС, ШУС, Геологи, геофизикийн тэнхим

*tsogo@num.edu.mn

ABSTRACT

Baganuur lignite mine is located on the northern margin of Choir-Nyalga basin of Eastern Mongolian coal- and oil shale-bearing province. The basin covers an area of approximately 50,000 sq km. The mine is situated in a 14 km long and 5 km wide graben-syncline structure, filled with Cretaceous and Cenozoic deposits. In total 23 coal seams, including three main seams at the bottom, Seam 2, Seam 2a and Seam 3, are hosted in Lower Cretaceous Khukhteeg Formation. The net thickness of each three main seams ranges from 10.3 m to 98 m.

The first coal exploration program for Baganuur deposit was conducted during the period from 1974 to 1975, consisting of 469 drillholes, totaling 49,800 line meters. Based on this data, initial coal reserves were estimated to be 599.8 Mt. In 1988, coal reserves were updated to 708.2Mt based on additional drilling program, composed of 125 drillholes for a total of 18,601 line meters.

Since the initiation of mining in 1975, a total of 99.4Mt coal reserves have been depleted and coal reserves as well as feasibility studies are need to be revised. Thus, in 2014, two phases of drilling program were completed. The program consists of a total of 82 core holes, totaling 14,393.3 line meters. Based on the newly acquired data as well as historical pre-2014 drillhole data, geological model of Baganuur coal seams was constructed by using MINEX software and coal reserves was estimated to be 809 Mt, which is 100 Mt higher than previous coal reserve estimation.

Key words: Baganuur, lignite, coal reserve

*Corresponding author. Tel.: +976-99074576.

E-mail address:tsogo@num.edu.mn

1. Оршил

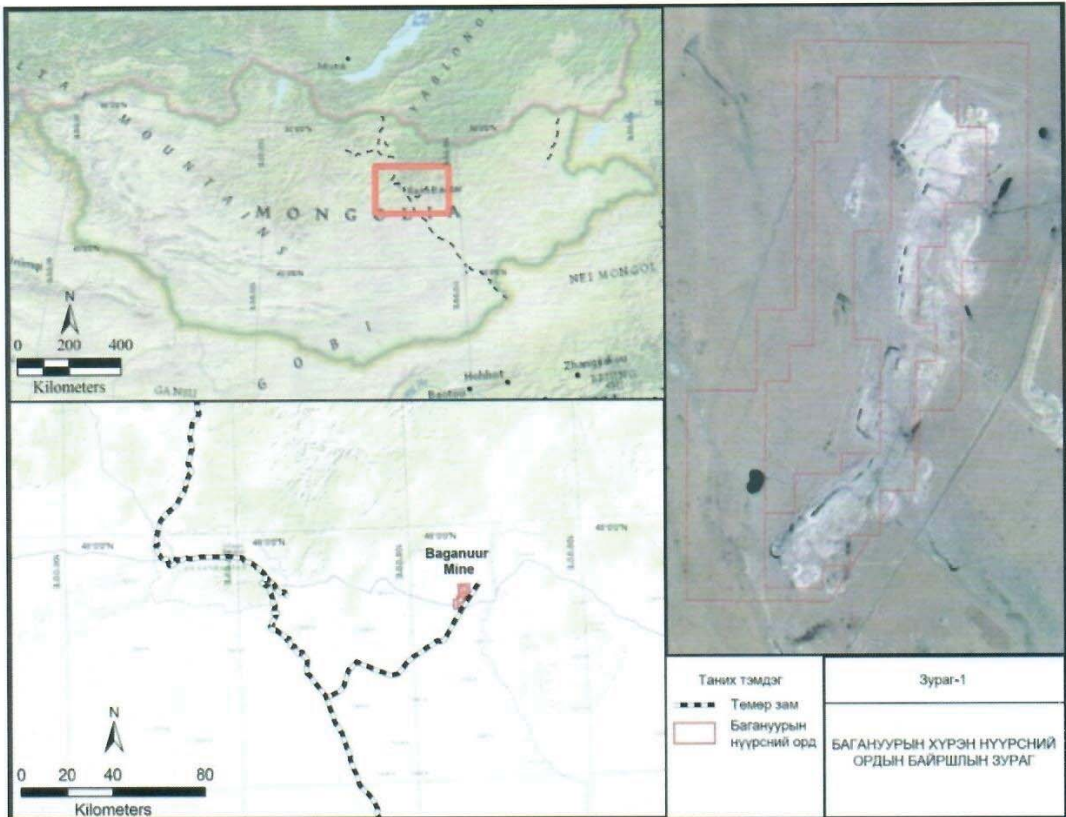
Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь Улаанбаатар хотоос зүүн тийш 127 км зайд байрладаг бөгөөд Монголын томоохон уурхайн нэг юм (Зур.1). Уг ордын хайгуулыг 1974-1975 онд хийж, 600 орчим сая тонн нүүрсний нөөц бодсон. Үүний дараа 1988-1989 онд гүйцээх хайгуулын үр дүнгээр ордын нөөцийг 708 сая тонн болгон нэмэгдүүлжээ. Багануурын ордыг 1975 оноос одоог хүртэл ил уурхайгаар олборлож байгаа ба өнгөрсөн хугацаанд нийт 99.4 сая тонн нүүрс олборлосон байна (Баттөгс нар, 2015).

Ашиглалтанд ороод 40-өөд жил болсон Багануурын уурхайн өргөтгөл, шинэчлэлийн техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулах шаардлага тулгарч, уурхайн техник технологийн шийдэл, хэтийн төлөвийг тодорхойлох үүднээс уурхайн уул-геологийн нөхцлийг илүү нарийвчлан тогтоох, ялангуяа нэмэлт хайгуул явуулж

нүүрсний нөөцийг нэмэгдүүлэн тодотгож, баталгаажуулах асуудал чухлаар тавигдсан тул 2014 онд уг ордод нэмэлт хайгуулын ажлыг гүйцэтгэсэн. Уг өгүүлэлд энэхүү нэмэлт хайгуулын ажлын үр дүнг тусгав.

2. Ордын геологийн тогтоц, нүүрсжилт

Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь Дорнод Монголын нүүрс-шатдаг занартай провинцийн Чойр-Нялгын савд хамаарна (Бат-Эрдэнэ, 2012). Уг орд баруун урдаас зүүн хойш чиглэлтэй, мезозойн эх газрын тунамал хурдсаар дүүргэгдсэн, Баяндэлгэрийн грабен-синклиналь структурын Тавансувайн хотгорт оршино. Мезозойн эх газрын хурдасны нийт зузаан 1300-1500 м гэж тогтоогджээ. Суурь чулуулаг нь палеозойн болон түрүү мезозойн хурдас болно.



Зур.1. Багануурын хүрэн нүүрсний ордын байршлын зураг

2.1. Ордын нүүрсжилт

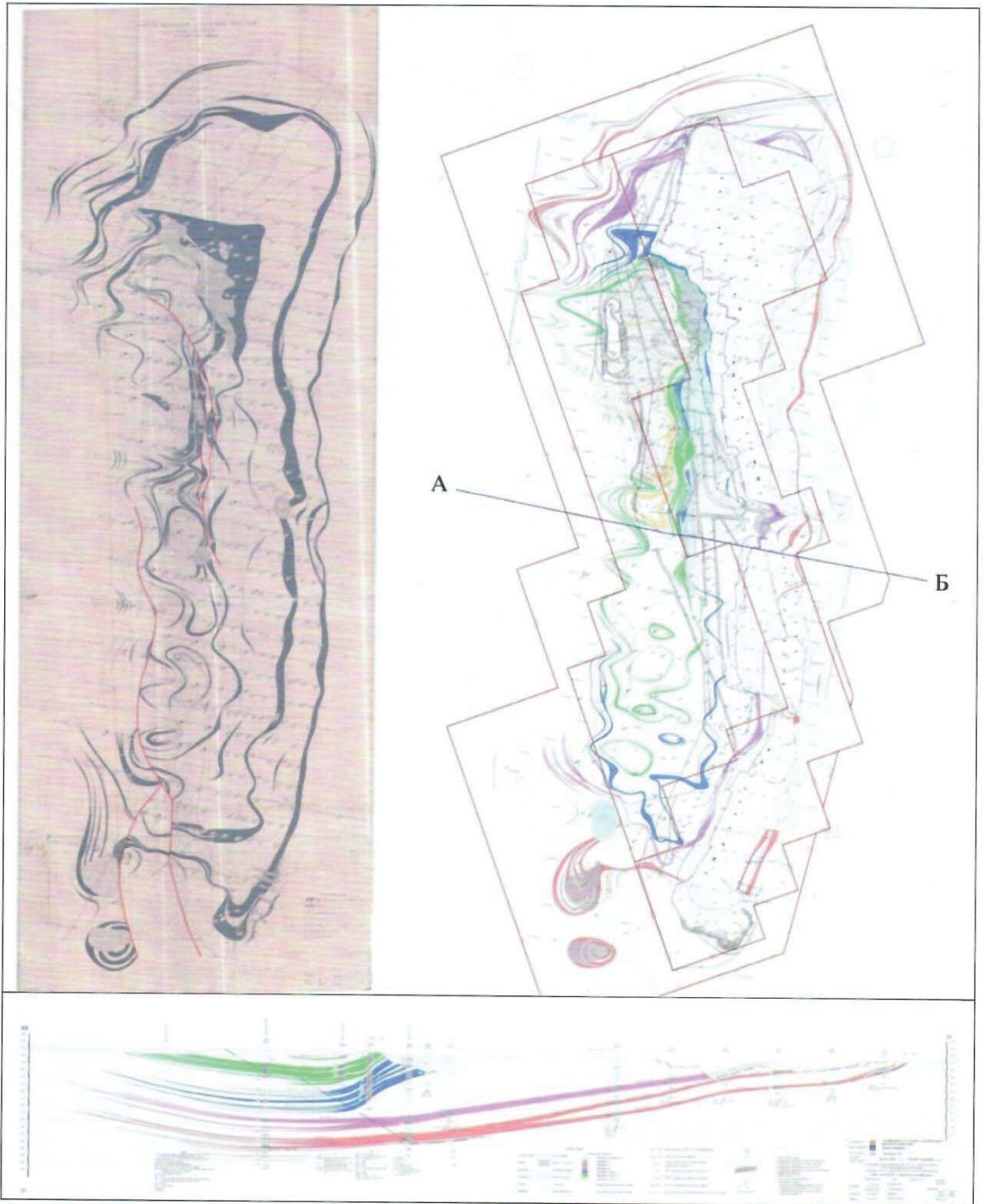
Багануурын орд нь Тавансувайн хотгорын баруун хойд хэсэгт 14 км урт, 5 км өргөн талбайг эзлэн брахисинклиналь атираа үүсгэн оршино (Зур.2). Структурын баруун хойд жигүүр нь нийлмэл, зүүн урд жигүүр нь энгийн бүтэцтэй. Нүүрс нь доод цэрдийн Хөхтээг формацид агуулагдах ба уг формаци доороос дээш “нүүрсний доорх”, “доод нүүрсний”, “нүүрс хоорондын”, “дээд нүүрсний”, “нүүрсний дээрх” гэсэн 5 зузаалagt хуваагдана (Баттөгс нар, 2015). Ордын хэмжээнд нийт 23 нүүрсний давхраас тогтоогдсоноос 2, 2а, 3 гэсэн гурван давхраас нь үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой (Erdenetsogt et al., 2010). Нүүрсний 2 болон 2а давхраасууд Хөхтээг формацийн “доод нүүрсний” зузаалagt, 3-р давхраас нь “дээд нүүрсний” зузаалagt агуулагдана.

2-р давхраас 12 км урт брахисинклиналь хэлбэртэйгээр оршдог. Өргөн нь ордын зүүн хойд талд 3.6 км, баруун урд талд 2.8 км байна. Давхраасын зузаан тогтвортой биш, 3.45 м - 39.16

м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ. Дундаж зузаан нь 10.34 м.

2а давхраас нь 2-р давхраасаас дээш 7 м - 75.82 м, дунджаар 45 м-ийн зайд байрлана. Атирааны тэнхлэг хэсэгт доод давхраасдаа 7 м хүртэл ойртон, захруугаа 25 м – 76 м болж холдоно. Тархалтын хувьд доод давхраастайгаа төстэй, 10 км урт, 2.5 км өргөн брахисинклиналь атираа үүсгэнэ. Ордын төвийн хэсэгт уг давхраас энгийн тогтоцтой, харин баруун хойд хэсэгт огцом олон салаална. Зузаан нь 2.41 м-ээс 52.77 м-ийн хооронд хэлбэлзэх ба ордын төвийн хэсэгт 17.24 м байдаг.

3-р давхраас 2а давхраасаас дээш 20 м-140 м зайд (дундажаар 84.5м) зайд байрлана. Уг давхраас доод давхраасуудтайгаа харьцуулахад илүү нийлмэл тогтоцтой. Ордын хойд хэсэгт маш том талбайд угаагдаж, 5-10 м зузаантай аллов-делювийн хурдсаар хучигддаг. Давхраасын дээд багцунд нь угаагдсан тул цооногт зөвхөн доод багцын 3.19-23.74 м зузаантай хэсэг нь огтлогддог. 3-р давхраасын зузаан 25.2 м-ээс 97.86 м хүрэх ба 25, түүнээс олон тооны чулууны жижиг үеүүд агуулна.



Зур.2. Багануурын ордын нүүрсний давхраасын гаршийн зураг, зүсэлт. Зүүн дээд талд 1989 оны гүйцээх хайгуулаар, баруун дээд талд 2014 оны нэмэлт хайгуулаар (улаан шугамаар хайгуулын болон ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийг үзүүлэв), доод талд А-Б шугамын дагуух зүсэлт.

2.2. Нүүрсний чанар

Багануурын ордын нүүрс нь MNS 6456:2014 ангилалын дагуу 1200 м хүртлэх гүнд технологийн Х2 бүлэгт, 1200 м-ээс доош орших хэсэг нь Х1 бүлэгт багтах, метаморфизмийн O_2 шатанд хамаарах гумусийн төрлийн хүрэн нүүрс юм. Олон улсын ангиллаар 1200 гэсэн кодоод, АНУ-ын ASTM ангилалаар хагас битумжсэн С зэрэглэлд багтана.

Ордын хэмжээнд, ажлын чийг дунджаар 31.2%, үнс нь дунджаар 12% (чулууны үеийг оролцуулан тооцвол үнсний дундаж хэмжээ 14.8%) болно. Давхраасын салааллын бүсэд, гарш талруугаа үнслэгийн хэмжээ ихэсдэг. Нүүрс нь хүхэр багатай, ордын хэмжээгээр дунджаар, шатах масст

0.73% байна. Дэгдэмхий бодисын гарц дунджаар шатах масстаа 43.8%, ажлын түлшний доод дулаан ялгаруулалт дунджаар 3697 ккал/кг байна (Хүснэгт 1). Багануурын ордын нүүрс нь эрчим хүчний сайн чанарын түлш болно.

Петрографийн найрлагын хувьд давхраасууд нь бага зэрэг ялгаатай. 3-р давхраас үндсэндээ гялгар нүүрснээс тогтож, фюзен 5%-ийг эзлэж байхад 2, 2а давхраасууд хагас гялгар, хагас бүдэг бөгөөд 20% орчим фюзинитийн бүлгийн компонентуудыг агуулна. Бусад жижиг мэшил, давхраасууд 30-40% фюзинит агуулна.

Хүснэгт 1.

Багануурын ордын нүүрсний чанарын үндсэн үзүүлэлтүүд (цэвэр нүүрсээр, ордын дундажаар)

д/д	Шинжилгээний төрөл	Хэмжих нэгж	Нүүрсний чанарын үзүүлэлт		Ордын дундаж
			Бага утга	Их утга	
1	Ажлын чийг (W^f)	%	21.19	39.30	30.2
2	Үнс (хуурай төлөв A^d)	%	3.06	41.72	16.6
3	Дэгдэмхий бодис (V^{daf})	%	29.42	75.35	45.6
4	Ажлын илчлэг (Q^f_s)	ккал/кг			3697
5	Илчлэг үнсгүй хуурай төлөв (Q^{daf}_s)	ккал/кг	5289.35	11411.6	6780
6	Хүхэр (үнсгүй хуурай төлөв S^{daf})	%	0.39	3.86	0.73
7	Фосфор (хуурай төлөв P^d)	%			0.006
8	Нүүрстөрөгч (үнсгүй хуурай төлөв C^{daf})	%	46.32	80.23	72.3
9	Устөрөгч (үнсгүй хуурай төлөв H^{daf})	%	3.2	5.6	4.6
10	Азот (үнсгүй хуурай төлөв N^{daf})	%	0.6	4.53	0.96
11	Эзэлхүүн жин (d)	т/м ³	1.03	1.32	1.27

3. Багануурын ордын нөөцийн шинэчилсэн тооцоо

3.1. Нэмэлт хайгуулын ажил

Багануурын хүрэн нүүрсний ордын хайгуулыг 1974-1975 онуудад, гүйцээх хайгуулыг 1988-1989 онд гүйцэтгэсэн ба 2014 онд нэмэлт хайгуул гүйцэтгэсэн. Эдгээр ажлуудын үед гүйцэтгэсэн ажлын хэмжээг Хүснэгт 2-т үзүүлэв. Мөн үүнээс гадна үндсэн чулуу болон нүүрсний гаршийг тогтоох зорилгоор 530 т.м шнек өрөмдлөг, 27,442.6 м³ хэмжээний 235 суваг, 30 м³ 7 шурф малтаж, 100 км² талбайд цахилгаан, соронзон, хүндийн хүчний хайгуул, нүүрс болон агуулагч чулуулгийн 3,227 ш дээж, 3,390 кг технологийн дээж авч, лабораторийн шинжилгээ хийлгэсэн байдаг.

2014 онд гүйцэтгэсэн нэмэлт хайгуулын үед 800 орчим дээж авч, техникийн задлан шинжилгээ, үнсний хайлах температур, үнсний химийн найрлага, петрографийн судалгаа зэргийг

гүйцэтгэсэнээс гадна 12 цооногоос авсан 72 ш дээжинд нүүрсний давхраасын метаны агуулгыг тодорхойлсон.

Судалгаагаар орчны стандарт температур болон даралтын (SATP) нөхцөлд хэвийн байдлаар шилжүүлсэн хийн боломжит олборлолтын хэмжээ 2а давхрааст 0.07 м³/тонн, 2-р давхрааст 0.07 м³/тонн, 3-р давхрааст 0.04 м³/тонн байсан болно. Нүүрсний давхраасын метан хийн олборлолтын бүтээмж нь нүүрсний нэвчих чанар, хийгээр ханасан байдал, агуулагчийн даралт, нүүрсний давхраасын зузаан, цооногийг өрөмдөх, төхөөрөмжлөх арга гэх зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаарах боловч 40–280 метрийн гүн дэх Багануурын нүүрсний давхрагын метаны

агууламжаас үзэхэд, метаны олборлолт явуулах боломжгүй юм.

Өмнө гүйцэтгэсэн хайгуулын болон гүйцээх хайгуулын үе шатанд ордын төв хэсэгт томоохон

хагарлууд (А, В, С) байна гэж үзэж байв (Зур.3). Гэвч эдгээр хагаралууд 2014 оны нэмэлт хайгуулын үед батлагдаагүй болно (Зур. 4).

Хүснэгт 2.

Багануурын ордод 1974-2014 оны хооронд хийгдсэн өрөмдлөг болон цооногийн геофизикийн ажлын хэмжээ

Үе шат	Ордод өрөмдсөн нийт цооногийн тоо, тууш метр		Үүнээс						Цооногийн геофизикийн судалгаа	
			Нөөцийн зэрэг ахиулах, структур тодотгох болон геотехникийн		Гидрогеолог, инженер-геологийн		Нүүрсний метаны судалгаа			
	Цооног	Хэмжээ, т.м.	Цооног	хэмжээ, т.м.	Цооног	Хэмжээ, т.м.	Цооног	Хэмжээ, т.м.	Цооног	Хэмжээ, т.м.
Хайгуулын	502	49,881.8	483	48,212.7	19	1,669.1	-	-	458	46,212.0
Гүйцээх хайгуулын	125	18,601.1	120	17,381.8	5	1,219.3	-	-	79	16,149.0
Нэмэлт хайгуулын	83	14,398.3	63	10,216.3	8	1,626.0	12	2,556	78	13,763.2
Бүгд	710	82,881.2	666	75,810.8	32	4,514.4	12	2,556	615	76,124.2



Зур.3. Хайгуулын 15-р шугамын зүсэлт. Өмнөх хайгуулын үр дүнгээр ордын төвийн хэсэгт томоохон хагарлууд байна гэж үзэж байв.



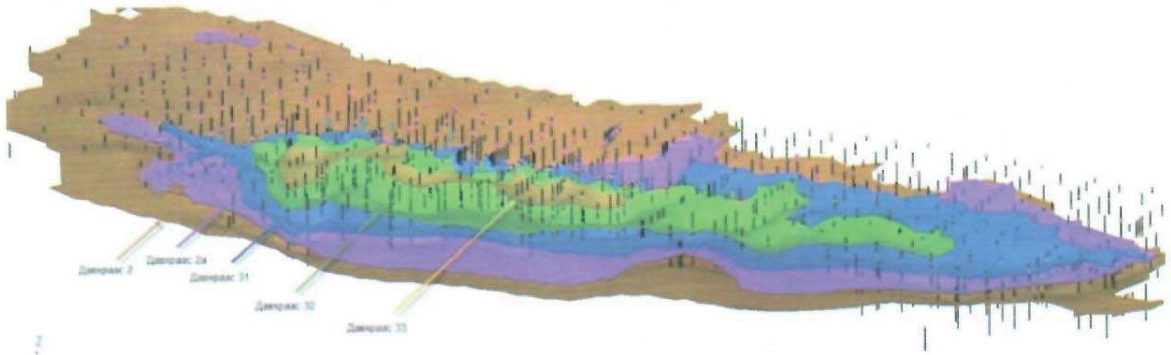
Зур. 4. Хайгуулын 15-р шугамын зүсэлт, 2014 оны мэдээллээр. 2014 онд өрөмдсөн нэмэлт цооногуудаар ордын төвийн хэсэгт хагарал тогтоогдоогүй болно.

3.2. Нөөцийн тооцооны аргачлал

2014 оны нэмэлт хайгуул болон өмнөх хайгуулуудын үр дүнд тулгуурлан ордын нөөцийн шинэчилсэн тооцоог ордын нийт талбайн хэмжээнд, MINEX программаар бодсон (Зураг 5). Мөн өмнөх хайгуулын нөөцийн тооцооны үр дүнтэй харьцуулахын тулд блокын болон зүсэлтийн аргаар давхар бодсон байна. Ингэхдээ 2, 2а давхраасын нөөцийг бүхэлд нь, давхраас 3-ийн нөөцийн ихэнх хэсгийг геологийн блокын аргаар тооцсон. Харин ордын зүүн жигүүр дэх давхраас 3-

ийн эгц налуу уналтай, долгиолог тогтоцтой, давхраасын гарш нь угаагдалд өртөж зузаан нь огцом өөрчлөгдөж байгаа хэсэгт зүсэлтийн аргыг ашигласан.

Нөөцийн тооцоонд нүүрсний давхраасын хамгийн бага зузааныг 1.0 м, нүүрсний давхраас дахь чулуулгийн үеийн хамгийн их зузааныг 0.1 м, нүүрсний хамгийн их үнсжилтийн хэмжээг 45 %, нүүрсний хамгийн бага дулаан ялгаруулах чадварыг 3400 ккал/кг-аар авсан.



Зур.5. Багануурын ордын нүүрсний давхраасуудын загварчлал. MINEX програмаар. Нүүрсний давхраасуудыг өөр өөр өнгөөр үзүүлэв.

3.3. Нөөцийн шинэчилсэн тооцооны үр дүн

Багануурын ордын нийт талбайн хэмжээнд, +960 м үнэмлэхүй төвшнийг хүртэл буюу газрын гадаргаас 388.4 м хүртэл гүнд жишиг үзүүлэлтийн шаардлагыг хангаж байгаа нүүрсний давхраасуудын нийт нөөцийг баттай (А), бодитой (В), боломжтой (С) зэрэгээр ялган тооцоолсон болно (Хүс.3). Нөөцийн дахин тооцоололд 1974-1975 онд хийгдсэн хайгуул, 1989 онд хийсэн гүйцээх хайгуул, 2014 онд хийсэн нэмэлт хайгуулын ажлын үед өрөмдсөн бүх цооногийн зүсэлт, каротажийн хэмжилтийн тайлал, кернийн дээжийн лабораторийн шинжилгээний үр дүнг бүрэн ашигласан.

Шинэчилсэн тооцоогоор Багануурын ордын цэвэр нүүрсний нөөц баттай (А), бодитой (В) болон боломжтой (С) зэргээр 809 сая тонн, үүнээс ил уурхайн хүрээнд 582 сая тонн, ил уурхайн гадна 227 сая тонн байна. Чулууны үеийг оруулан тооцсон нүүрсний нийт нөөц дээрхи гурван зэргээр 812 сая тонн, үүнээс ил уурхайн хүрээнд 584.5 сая тонн, ил уурхайн гадна 227.6 сая тонн болно. Уламжлалт (геологийн блокын болон зүсэлтийн) аргаар болон Минекс программаар тооцсон ордын нүүрсний нийт нөөцийн зөрүү 3.2%, оновчилсон ил уурхайн хилийн доторх нүүрсний нөөцийн зөрүү 1.0% байгаа нь ордын нөөц бодитой тооцоологдсон болохыг харуулж байна.

Хүснэгт 3.

Багануурын ордын цэвэр нүүрсний нөөц, 2014 оны тооцоогоор (сая тонноор)

Давхраасын дугаар	Баттай (А)	Бодитой (В)	Боломжтой (С)	Нийт (А+В+С)
Оновчилсон ил уурхайн хилийн дотор (сая тн)				
2	128.4	73.7	1.6	203.7
2a	151.5	45.2	0.6	197.3
3	39.3	141.6	0.045	180.9
Нийт дүн	319.2	260.5	2.2	581.9
Оновчилсон ил уурхайн хилийн гадна (сая тн)				
2	2.9	75.2	35.3	113.4
2a	0.7	49.2	5.2	55.1
3	1	45.1	12.4	58.5
Нийт дүн	4.6	169.5	52.9	227
Ордын нийт нөөц (сая тн)				
2	131.3	148.9	36.9	317.1
2a	152.2	94.4	5.8	252.4
3	40.3	186.7	12.5	239.5
Нийт дүн	323.8	430	55.2	809.0

4. Дүгнэлт

Багануурын хүрэн нүүрсний орд нь Улаанбаатар хотоос зүүн тийш 127 км зайд, 14 км урт, 5 км өргөн талбайг эзлэн брахисинклиналь атираа үүсгэн оршино. Нүүрс нь доод цэрдийн Хөхтээг формацид агуулагдах ба ордын хэмжээнд нийт 23 нүүрсний давхраас тогтоогдсоноос 2, 2a, 3 гэсэн гурван давхраас нь үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой. 2-р давхраасын дундаж зузаан 10.3 м, 2a давхраасынх 17.24 м, харин 3-р давхраасын зузаан 25.2 м-ээс 97.86 м-т хэлбэлзэнэ.

Багануурын хүрэн нүүрсний ордын хайгуулыг 1974-1975, 1988-1989 онуудад гүйцэтгэж, ордын нөөцийг 708 сая тонн гэж тооцоолсон байдаг. Багануурын ордыг 1975 оноос ашиглаж эхэлсэн ба уурхайн өргөтгөл, шинэчлэлийн техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулах шаардлагаас үүдэн 2014 онд нэмэлт хайгуул явуулж нүүрсний нөөцийг MINEX програмаар бодож, геологийн блок болон зүсэлтийн аргаар шалгаж баталгаажуулав. Энэ хайгуулын үед мөн нүүрсний давхраасын метаны судалгааг шинээр гүйцэтгэсэн болно.

Нэмэлт хайгуулын үр дүнд орд нь нүүрсний давхраасын метан хувьд хэтийн төлөвгүй болохыг тогтоов. Мөн ордын нүүрсний нөөцийг +960 м үнэмлэхүй төвшин хүртэл буюу газрын гадаргаас 388.4 м хүртэл гүнд баттай (А), бодитой (В), боломжтой (С) зэргээр 809 сая тонн гэж тооцов. Үүний 582 сая тонн нь ил уурхайн хүрээнд, 227 сая тонн нь ил уурхайн гадна байна. 2014 оны нөөцийн шинэчилсэн тоогоор Багануурын ордын нөөц 708 сая тонноос 809 сая тонн болж нэмэгдсэн болно.

Ашигласан хэвлэл

- Баттөгс, Х., Дашхорол, Ж., Дашдондов, Ж., Эрдэнэ, А. нар, 2015. Багануурын хүрэн нүүрсний ордод 2014 онд гүйцэтгэсэн нэмэлт хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар.
- Бат-Эрдэнэ, 2012. Шатах ашигт малтмал. Монголын геологи ба ашигт малтмал цуврал, V боть. Улаанбаатар.
- Erdenetsogt, B., Lee, I., Lee, S.K., Ko, Y.-J., Bat-Erdene, D., 2010. Solid-state ¹³C CP/MAS NMR study of Baganuur coal, Mongolia: Oxygen-loss during coalification from lignite to subbituminous rank. Int. Jour. of Coal Geology 82, 37-44.