

ЦӨМИЙН ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ТҮЛШНИЙ ТҮҮХИЙ ЭДИЙН БААЗЫН ҮНЭЛГЭЭ

Б.МЭНДБАЯР

Шинжлэх ухааны академи, Физик технологийн хүрээлэн

Abstract

In this article we will show some results of our research work that related how to use Uranium deposit and enrichment process. Also we will sum up Economic profit of Nuclear Power Plant technical characteristics.

Түлхүүр үг: Цөмийн цахилгаан станц, Уран, Эрчим хүч, Ураны орд

Оршил

Манай орны эрчим хүчний хэрэглээ жил ирэх тусам өсөн нэмэгдсээр байна. Төвийн бүсийн эрчим хүчний хэрэглээ жилд дунджаар 3.5%-аар, 2020 он гэхэд Говийн бүсийн эрчим хүчний хэрэгцээ 600 МВт хүрч өснө гэсэн тооцоо гарсан байна. Үүнд 2012 оноос Оюу Толгойн зэс болон алтны уурхайг ашиглаж эхлэхэд түүний эрчим хүчний хэрэгцээ 200 МВт-аар, 2016 оноос 300 МВт хүртэл нэмэгдэх, 2018 оноос Тавантолгойн далд уурхайг ашиглаж эхэлснээр дахин 300 МВт-аар нэмэгдэх тооцоо гарчээ. Иймд Оюутолгойн уурхайд 300 МВт, Тавантолгойн ордын нүүрс баяжуулах үйлдвэрт 300 МВт, 100 мянган айлын орон сууцны хэрэглэгчдэд 316 МВт эрчим хүч хэрэгтэй ажээ. Мөн зэс хайлуулах үйлдвэр, Сайншанд аж үйлдвэрийн цогцолбор болон бусад уурхайг ашиглахад 1000 МВт орчим эрчим хүч шаардлагатай. Өнөөгийн байдлаар манай улс ОХУ-аас импортоор 134,4 МВт буюу нийт эрчим хүчний 12,8%-ийг авч байна. Эрчим хүчний байгууллагуудын хийсэн тооцоо судалгаанаас үзэхэд Монгол улсын эрчим хүчний хэрэгцээ 2020 онд 2480,31 МВт, 2035 онд 10000 МВт орчим (8526,86 МВт) болох төлөв харагдаж байгаа юм. Иймд манай орны хувьд өсөн нэмэгдэж байгаа эрчим хүчний ихээхэн хэрэглээг хангахын тулд эрчим хүчний найдвартай эх үүсвэрийг байгуулах шаардлага гарч ирж байгаа юм. Монгол орны өсөн нэмэгдэж байгаа хэрэгцээг хангахын тулд Цөмийн эрчим хүчийг ашиглахад хүрвэл Монгол орныхоо ураныг ашиглаж болох талаар дэлхий нийтийн чиг хандлага, шаардлагад тулгуурлан энэхүү судалгааг хийсэн болно.

Монголын ураны металлогений мужлал, нөөц

Монгол улсад 1950 оноос эхлэн ураны геологийн хайгуулын ажлыг ЗХУ /хуучнаар/-ын санхүүжилтээр хийсэн бөгөөд монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан ураны орд илэрлүүд нь Монгол-Приаргуни, Говь-Тамсагийн, Хэнтий-Дагуурын, Хойт-Монголын гэсэн металлогийн 4 мужид байрших ба муж болгонд хүдрийн дүүрэг, талбай, зангилааг ялгасан байдаг.

А. Монгол-Приаргуний муж: Энэ муж нь Төв Монголын атриат мужийг бүхэлд нь хамарч, орон зайн хувьд ижил нэртэй эх газрын галт уулын бүстэй давхцан, Монгол Алтайн хормойгоос Приаргуни хүртэл уртаашаа 1200.0 км, өргөөшөө 70-250.0 км газар нутгийг эзэлнэ. Мужийн хэмжээнд томоохон вулкан-тектоник бүтцэд хамаарах Хойд-Чойбалсангийн, Бэрхийн, Дорноговийн зэрэг хүдрийн дүүргүүдийг ялгажээ. Эдгээр дүүргүүд нь хэдэн арваас хэдэн зуун мянган хавтгай дөрвөлжин



Зураг.1 Монголын ураны металлогений мужлалын схем

километр нутаг эзлэх бөгөөд флюорит-уран-молебдений эвшил (формац)-тэй холбоотой ураны хүдэржилт тархснаараа онцлог юм. Хойд Чойбалсангийн хүдрийн дүүрэгт Дорнодын вулкан-тектоник бүтэцтэй холбоотой хэд хэдэн хүдрийн зангилаануудыг илрүүлэн тогтоосон ба тэдгээрийн дотроос хамгийн чухал нь 2.0 мянган км² талбайтай Дорнодын хүдрийн зангилаа юм.

Дорнодын хүдрийн зангилаанд Гурван булаг, Мардайн гол, Дорнод, Нэмэрийн ураны ордууд байрлах бөгөөд Дорнодын ордыг 1987 оноос эхлэн “Эрдэс” уулын олборлох үйлдвэр ашиглаж, Монгол улсаас анх ураны хүдрийг ЗХУ-д гаргасан байна. Дорнодын хүдрийн зангилаанд орших ордууд нь дунджаар 10.0-30.0 мянган тонн ураны нөөцтэй, хүдэр дахь ураны агуулга нь 0.05-1.3%-д хэлбэлзэх ба дунджаар 0.2% , ураны үндсэн эрдэс нь коффинит, настуран, уранофан, дагалдах элементүүд нь молибден, цайр, циркони, флюорит байдаг. Хүдрийн биетүүд нь давхарга, штокверк хэлбэртэй.

Б. Говь-Тамсагийн (Говийн) муж: Энэ мужийг Монгол орны өмнөд, зүүн өмнөд хэсэгт ялгасан ба сэвсгэр хурдас дахь давхаргын болон хөрсний исэлдлийн бүстэй холбоотой үүссэн ураны олон тооны илрэлүүдийг багтаасан байна. Говь-

Тамсагийн мужийн хэмжээнд Чойрын, Тамсагийн, Хойд-Сайншанд, Өлзийтийн хотгорт орших Хараатын, Хайрханы, Нарсын ордууд нь харьцангуй сайн судлагдсан байна.

Монгол орны ураны ордууд

Хүснэгт-1

Ордууд	Ураны нөөц мян.тн,	Ураны агуулга, %	Хүдрийн биетийн гүн,м
Дорнод	30312	0.154	450
Гурванбулаг	12629	0.170	400
Нэмэр	2528	0.146	300
Мардай	1104	0.160	650
Улаан	270	0.145	300
Хараат	7288	0.026	30
Хайрхан	10109.5	0.071	45
Нарст	3000	0.04	50
Дулаан уул	6888	0.017	60
Бүгд	74128	-	-

Дээрхи хотгоруудад байрлах ордууд нь хожуу мезозойн доод цэрдийн цаг үед хуримтлагдсан тунамал хурдас дахь гидрогенний (инфильтрационный) төрлийн ордууд бөгөөд ихэнх тохиолдолд хөрсний исэлдлийн бүстэй холбоотойгоор үүссэн байдаг. Харин Нарсын орд нь давхаргын исэлдлийн бүстэй холбоотой үүссэн байна. Эдгээр ордууд нь гарал үүсэл, хүдэржилтийн онцлогоороо нэг төрөлд багтах бөгөөд ураны дундаж агуулга нь 0.01-0.04%, зарим сорьцод 4.0% хүрдэг, ураны нөөц нь 10.0-20.0 мянган тонн, уран агуулагч биет нь туузан хэлбэртэй, бараг хэвтээ байрлалтай давхарга, үеийн зузаан нь 1.0-30.0 м, урт нь хэдэн км-ээс хэдэн арван км-ээр хэмжигдэнэ. Хараат, Хайрханы ордуудад хийсэн газрын дор уусган олборлох, лабораторийн болон үйлдвэрийн технологийн туршилтуудаар хүдэр дахь ураны 89.0-94.0% -ийг авч болох нь тогтоогдсон бөгөөд лабораторийн туршилт нь иттри, сканди, рени зэрэг ховор элементүүдийг дайвраар олборлож болохыг харуулсан байдаг. Эдгээр ордод уран агуулагч үе давхаргууд нь гадаргууд ойрхон, хамгийн гүн нь 45 метрт оршдог байна.

Монгол орны нутаг дэвсгэрт 9 орд, 100 орчим илрэл, 1000 орчим эрдэсжсэн цэг, гажил тогтоогдсон.

Батлагдсан ураны нөөц: 74 мянган тонн

Таамаг нөөц баялаг: 1.5 сая орчим тонн

Цөмийн цахилгаан станцын түлш болгон ашиглах эсвэл экспортлох боломжийг судлахын тулд газарзүй эдийн засгийн байрлалын хувьд таатай нөхцөлд орших, энгийн геологийн тогтоцтой элсэн чулуулаг дахь ураныг уусган баяжуулах аргаар олборлож болох учир Хайрханы орд нь сонирхол татаж байгаа юм.

Хайрханы орд

Хайрханы ураны орд нь Дундговь аймгийн Өлзийт сумын Буянт багийн нутагт Улаанбаатар хотоос өмнө зүгт 330 км, Чойр хотоос баруун өмнө зүгт 184 км-т Монгол улсын нутгийн төв хэсэгт талархаг нутагт говь хээрийн бүсийн зааг дээр оршдог.

Нөөцийн тооцоог ОХУ-д мөрдөгдөж байгаа аргачлалаар хийсэн ба дараах кондицийн үзүүлэлтээр тооцсон. Үүнд:

- Захын агуулга 0.01 % U;
- Захын агуулга метропроцентоор 0.02;
- Хамгийн бага зузаан 0.02 метр;
- Хүдрийн давхрага хоорондын агуулагагүй хэсгийн хамгийн бага зузаан 5 метр;
- Хүдэржилтийн коэффициент 0.8;
- Хүдрийн эзлэхүүн жин 1.65т/м³.

Дундаж агуулга нь 0.109% зэргээр В+С зэргээр 10109.5 тн ураны нөөц тогдоогдсон.

Ордын хүдрийн биетүүд нь газрын гадаргуугаас 25-40 м гүнд илрэх ба дунджаар 60-80 м-т оршино. Гүнд байрлах хүдрийн биетүүд 90 м түүнээс ч гүнд орших бөгөөд нийт биетүүд нь шавар болон бусад ус үл нэвтрүүлэх хурдсуудтай үелсэн хэлбэрээр байрлана. Хүдрийн биетийн үеүүд хоорондоо шаврын болон ус үл нэвчүүлэх хурдсуудаар тусгаарлагдсан байдаг. Хүдрийн биетийн зузаан 0.5-аас 10 гаран метрт хэлбэлзэх ба ордын нөөцийг нь тогтоосон төв хэсгийн балансын хүдрийн дундаж зузаан 4.6 м болно. Орд нь 2.3 км урт, 1.5 км өргөн талбайд 5 хүдрийн бүсээр тархан орших ба талбайн нь 141.8 га болж байна.

Уламжлалт олборлолтын арга болох зардал өндөр ил, далд уурхайгаар Хайрханы ордод ашиглалт явуулах боломжийг эдийн засгийн нөхцөлөөр хязгаарладаг.

Баяжуулах үйлдвэрийн ашиг

Хайрханы ордын ураныг газар доор хүчлээр уусган баяжуулах аргаар олборлох нь эдийн засаг, экологийн хувьд давуу болох нь үндсэн үзүүлэлтүүдээс харагдаж байна. Үйлдвэрийн олборлох хүчин чадал жилд 750 тонн уран(U₃O₈) байхад ашиглалтын зардал 7,5 доллар/кг болж хөрөнгө оруулалтаа нөхөх хугацаа 14 жил байгаа юм. Энэ нь уг ордыг шууд олборлон экспортлоход ашиг гарах хэдий ч Цөмийн цахилгаан станцад түлш болгон ашиглахаас хавьгүй ашиг багатай юм.

Хайрханы ураны ордын ерөнхий үзүүлэлтүүдийг ашиглан Цөмийн цахилгаан станцын түлш үйлдвэрлэн эдийн засгийн үр дүнг харуулахын тулд SMART (System-integrated Modular Advanced REACTOR) БУЮУ БАГА ЧАДЛЫН ЦӨМИЙН ЦАХИЛГААН СТАНЦЫГ СОНГОН АДЛ ХҮЧИН ЧАДАЛТАЙ ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦТАЙ ХАРЬЦУУЛАН ХИЙВ.

100 МВт чадалтай 2 блок бүхий SMART төрлийн реактортой Цөмийн цахилгаан станцын анхны хөрөнгө оруулалт буюу барих нийт зардал нь 502 сая ам.доллар болж байна.

Ижил хүчин чадал бүхий Цөмийн цахилгаан станц ба нүүрсний станцыг сонгон авч харьцуулалт хийн зардлын тооцоог Хүснэгт-2-д үзүүлэв.

Хүснэгт-2

Үзүүлэлтүүд	SMART (60 жил)	Нүүрсний цахилгаан станц (30 жил)
Талбай	150,000 м ²	250,000 м ²
Суурилагдсан чадал	200 МВт	200 МВт
Хөрөнгө оруулалт	502 сая ам.доллар	400 сая ам.доллар
Тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлт	Өндөр хүчдэлийн цахилгаан эрчим хүчний шугам сүлжээ болон дэд бүтэц шаардлагатай Газрын тосны нөөц шавхагдаж үнэ нь өсч байгаа өнөө үед эдийн засгийн нөлөөнд бага өртдөг. Экологийн хувьд цэвэр найдвартай эрчим хүчний эх үүсвэр	Цөмийн цахилгаан станцтай харьцуулахад анхны хөрөнгө оруулалт бага Газрын тосны үнээс хамаарч ашиглалтын зардал өсдөг Нүүрс хүчлийн хий ялгаруулалт их, байгаль орчинд хор нөлөө ихтэй

Эрчим хүч үйлдвэрлэлийн тооцоо

200 МВт хүчин чадалтай ЦЦС /Цөмийн Цахилгаан Станц/ болон ДЦС /Дулааны Цахилгаан Станц/-ыг бүрэн хүчин чадлаараа ажиллана гэж тооцсон. Жилд ажиллах хугацаа нь 6480 цаг байхад цахилгаан станцуудын АҮК-оос хамааран үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ харилцан адилгүй байна. Энэ тооцоогоор 200 МВт хүчин чадалтай SMART (System-integrated Modular Advanced REACTOR) төрлийн Цөмийн Цахилгаан Станц нь $1.314 \cdot 10^9$ кВт.цаг цахилгаан эрчим хүчийг жилд үйлдвэрлэнэ.

Эрчим хүч үйлдвэрлэлийн тооцоо, кВт.цаг

Хүснэгт-3

	SMART	Нүүрсний цахилгаан станц
1 хоногт үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ	$3.65 \cdot 10^6$	$3.65 \cdot 10^6$
1 жилд үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ	$1.314 \cdot 10^9$	$1.314 \cdot 10^9$
Нийт үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ	$78.84 \cdot 10^9$	$39.42 \cdot 10^9$

Эдгээр цахилгаан станцуудын АҮК нь 30% орж байна.

Дээрх хүснэгтээс үзэхэд SMART (System-integrated Modular Advanced REACTOR) реактор дээр суурилсан цөмийн цахилгаан станц нь хоногт үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ нь ижил боловч ажиллах хугацаа нь нүүрсний цахилгаан станцаас 2 дахин урт ба үүнийгээ дагаад нийт үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ нь 2 дахин их болж байна.

Түлшний зардлын тооцоо

- Цөмийн цахилгаан станц-д 100% Уран-238 хэрэглэдэггүй бөгөөд 200 МВт суурилуулсан хүчин чадалтай цөмийн цахилгаан станц жилд 5 орчим тонн, 3-5% баяжуулсан Уран-235 хэрэглэдэг. Харин яг адил чадалтай Дулааны цахилгаан станц жилд 1.1 сая тонн нүүрс шатаадаг байна.
- Эндээс харахад нүүрсний цахилгаан станц нь цөмийн цахилгаан станц-аас жингээрээ 220000 дахин их хэмжээний түлш хэрэглэж эдийн засгийн /тээврийн зардал гэх мэт/ хувьд ашиг багатай нь харагдаж байна. Өнөөдөр дэлхийн зах зээл дээр 1 кг баяжуулсан Уран-235-н үнэ 140 ам.доллар байна. Нэг кг нүүрсний үнэ 2010 оны байдлаар Багануур 16 төгрөг 20 мөнгө, Шарын гол 20 төгрөг, Шивээ-Овоо 11 төгрөг байна. Энэ нь МУ-ын Засгийн газраас хүчээр барьж байгаа үнэ бөгөөд нүүрсний үнийг чөлөөлсөн тохиолдолд одоо байгаа үнээс хэд дахин их болно.
- Энэ тооцоогоор 200 МВт хүчин чадалтай цөмийн цахилгаан станц жилд нийтдээ 650,000 ам.долларын өртөг бүхий түлш /бага баяжилттай уран/ хэрэглэнэ гэж гарсан.
- Харин ижил чадлын нүүрсний цахилгаан станц жилд 13,200,000 ам.долларын нүүрс шатаах тооцоо гарч байгаа юм.

Станцын эдийн засгийн ашиг

Хүснэгт-4

	Нэгж	SMART реактортой цөмийн цахилгаан станц	Нүүрсний цахилгаан станц
Суурилагдсан чадал	МВт	200	200
Хөрөнгө оруулалт	сая ам.доллар	502	400
Жилд үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүч	кВт.ц	$1.314 \cdot 10^9$	$1.314 \cdot 10^9$
Түлш /жилд/	ам.доллар	650.000	13.200.000
Ашиглалт засвар үйлчилгээ	сая ам.доллар	75.2	60.0
60 жилийн дараа буулгах зардал	сая ам.доллар	1.3.	-
Эдийн засгийн ашгийн тооцоо			
Зардлаа нөхөх хугацаа	жил	12	16 жил
Цэвэр ашигтай ажиллах жил	жил	48	14 жил
Цэвэр ашиг	сая ам.доллар	1867	342

Эдгээр үзүүлэлтээс харахад 200МВт чадалтай цөмийн цахилгаан станц нь ижил хүчин чадлын нүүрс шатаадаг дулааны цахилгаан станцыхаас анхны хөрөнгө оруулалт их хэдий ч өртгөө нөхөх хугацаа бага, ажиллах жил урт, түлшний зардал нь маш бага, цэвэр ашиг 5,4 дахин их байна.

Цөмийн цахилгаан станцын анхны хөрөнгө оруулалтын өртгөө нөхөх хугацаа
SMART (System-integrated Modular Advanced REACTOR) төрлийн реактортой цөмийн цахилгаан станц нь хамгийн ихээр бодоход 60 жил ажиллах чадвартай. SMART (System-integrated Modular Advanced REACTOR) төрлийн реактортой цөмийн цахилгаан станцын хөрөнгө оруулалтын зардлын эргэн төлөгдөх хугацаа 12 жил байхад 30 жил ажиллах чадвартай нүүрсний станцынх 16 жил байна. Энэ 60 жилийн хугацаанд цөмийн цахилгаан станцын цэвэр ашиг нүүрснийхээс 5 дахин их болж байна.

Дүгнэлт

Хайрханы ордын нөөцийг Цөмийн цахилгаан станцын түлш болгон ашиглахад ирээдүйд өсөн нэмэгдэх эрчим хүчний 10% буюу 1200 МВт эрчим хүч үйлдвэрлэн 47 жил ажиллах боломжтой болох юм. Харин ураны нийт батлагдсан нөөц болох 74000тн-р цөмийн цахилгаан станцид ашиглавал 528 жил дангаараа ажиллана.

Цөмийн цахилгаан станцын түлш болгон ашиглахад анхны хөрөнгө оруулалт их хэдий ч өртгөө 12 жилийн дотор нөхөж жил бүр 30,0 сая долларын ашигтай ажиллахаар байна. Одоогийн нийлүүлж буй 1кВт/ц үнэ нь 4 дахин хямдрах буюу 84 төгрөгөөс 20,8 төгрөг болгох боломжтой байна.

Баяжуулах үйлдвэр барин экспортлоход одоогийн үнээр /1кг=140\$/ өртгөө 5,6 жилд нөхөх хугацаа гарсан, жил бүрийн ашиг нь 1,8-2,0 сая доллар байгаа юм.

Урдчлан тооцоос үзэхэд Хайрханы ордыг тулгуурлан цөмийн цахилгаан станцын түлшний түүхий эд болгон ашиглахад эдийн засгийн хувьд үр ашигтай болох нь нотлогдож байна.

Ашигласан материал

1. "Mongolia: power sector development and south Gobi development", 2008он, 9сар, Монгол, Улаанбаатар,
2. "Introduction to construction of nuclear power plant", 2010 он, БНУС
3. **R. Knief** "Nuclear Engineering-Theory and Technology", 1992 он, БНСУ
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Essential elements of safeguards, Technical reports series "№ 392, IAEA, Vienna, 2001
5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Basic infrastructure for a nuclear Power project" IAEA-TECDOC-15113, IAEA, Vienna, 2006
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Introduction of nuclear power", A Guidebook, technical Reports series № 217, IAEA Vienna, 1998
7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Model for analysis of Energy Demand", IAEA, Vienna, 2006