

**УЛААНБААТАР ХОТОД ЦӨМИЙН ДУЛААНЫ  
СТАНЦЫГ АШИГЛАХ БОЛОМЖ \***

Н.Норов, Д.Сангаа  
МУИС, Физик- Электроникийн сургууль

*Түлхүүр үг: Цөмийн дулааны реактор, дулаан цахилгааны төв,  
дулаан хангамж, дулаан хангамжийн баланс, агаарын  
бохирдолт, цөмийн түлш*

**Товч утга :** Улаанбаатар хотын дулааны хэрэгцээг аюулгүй ажиллагаатай цөмийн дулааны станц ашиглан хангах нь нүүрс шатаадаг уламжлалт станцаас экологийн хувьд давуу болохыг харуулав.

**Оршил**

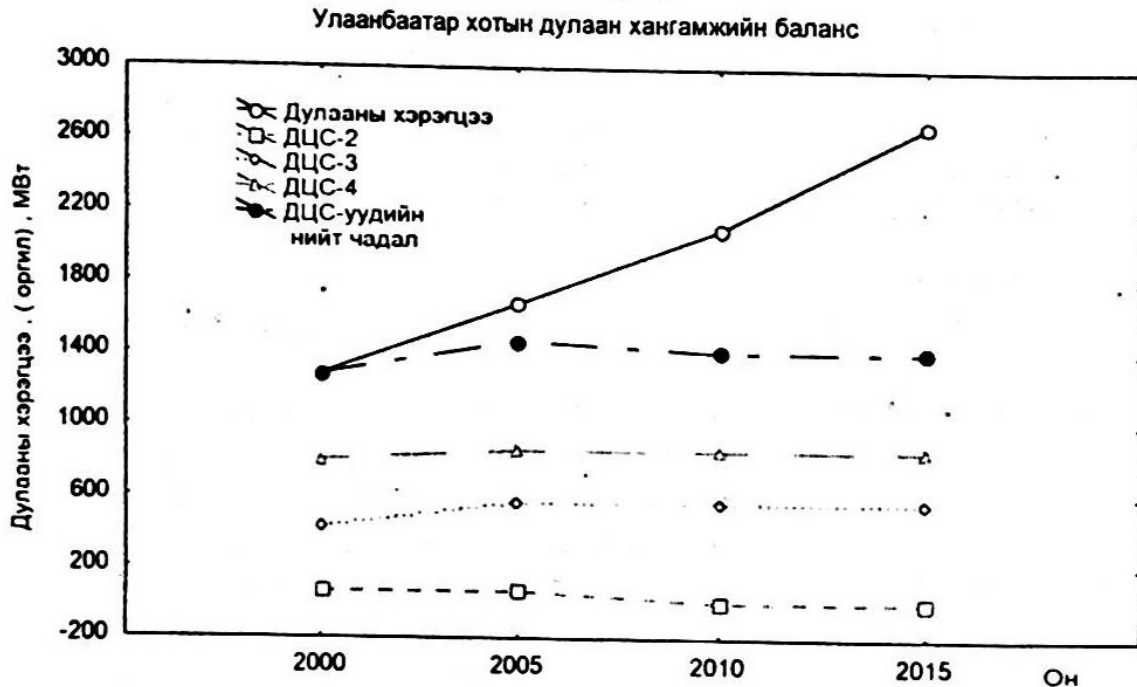
Орчин үед түлшний нийт хэрэглээний 25-30%-ийг цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлд, 35-40%-ийг халаалт, аж үйлдвэрийн хэрэгцээнд зориулсан илч дулаан гаргахад тус тус зарцуулж байна. Иймээс байгалийн гаралтай органик түлшний нөөц хязгаарлагдмал нөхцөлд цөмийн эрчим хүчийг цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхээс гадна төвлөрсөн дулаан хангамжинд ашиглах асуудал маш чухлаар тавигдаж байна. Дэлхийн олон орнууд, тухайлбал ОХУ, БНХАУ, БНСУ цөмийн эрчим хүчний салбараа түлхүү хөгжүүлж байна. ОХУ-д АСТ-500, РУТА, БНХАУ-д NHR-200 төрлийн цөмийн дулааны реакторуудыг зохион бүтээж, заримыг нь барьж эхлээд байна [1-3]. Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хамгамжид цөмийн дулааны станц ашиглахад хотын агаар мандалд хаягдах хорт бодисын хэмжээ нүүрс шатаадаг станцынхаас олон дахин бага болохыг энэ өгүүлэлд харуулсан болно.

**1. Улаанбаатар хотын дулааны хэрэгцээ**

Цөмийн дулааны станц нь зөвхөн дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх зориулалтай тул дулаацуулга-халаалтын үргэлжлэх хугацаа хэдий чинээ урт байх дутам, түүний үр ашиг төдий чинээ их байдаг. Эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай манай оронд дулаалцуулгын үргэлжлэх жилийн хугацаа урт (242 хоног), гадна агаарын тооцоот температур нам ( $-39^{\circ}\text{C}$ ) байгаа нь цөмийн дулааны

Энэхүү ажлыг шинжлэх ухаан-технологийн "Атом-эрчим" төслийн хүрээнд гүйцэтгэв

станц ашиглах нэг чухал нөхцөл болох юм. Манай орны хувьд хот суурин газрыг дулааны эрчим хүчээр найдвартай хангах нь зардал их шаардагдах, чухал асуудлын нэг мөн. 2000 оны эхэнд манай улсын хүн амын 32.5 хувь болох 773.7 мянган хүн амтай болсон нийслэл хотын дулаан хангамж нь нийтийн үйлчилгээний болон орон сууцны барилга байгууламжийн хэмжээг тодорхойлох нэг нөхцөл болно. Харин нийслэл хотын цахилгаан эрчим хүчний хэрэгцээг өөр газар байгуулах их чадалтай станцаас цахилгаан дамжуулах өндөр хүчдэлийн шугамаар хангах боломжтой. 2005-2010 онд дулаан хангамжийн балансад ихээхэн хэмжээний хэрэгцээ (700Гкал/цаг) гарч байна(1-р зураг)[6].



Зураг.1. Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн баланс

Дулааны эрчим хүчний энэ хэрэгцээг хангах сонголтыг зөв шийдвэрлэх нь чухал ач холбогдолтой бөгөөд бид хотын дулаан хангамжийн асуудлыг цөмийн дулааны станц ашиглан шийдэх нь технологи, экологийн зөв хувилбар гэдгийг энд харуулахыг оролдов. Цөмийн дулааны станцын нэгж хүч чадал  $Q_{\text{АДС}}$  нь залгах дулааны ачаалал  $Q_{\text{зал}}$ , зайлшгүй шаардагдах блокийн тоо  $n_{\text{бл}}$ , холбогдох дулааны ачаалалд реакторын оролцох хувь  $\alpha^{\text{АДС}}=0.5$  зэрэгтэй дараах холбоотой байдаг.

$$Q_p^{\text{АДС}} = 1.163 Q_{\text{зал}} \cdot \frac{\alpha^{\text{АДС}}}{n_{\text{бл}}}$$

Энэ илэрхийллээр тооцоход 430 гкал/цаг /500 МВт/ чадал бүхий 2 реактортой ЦДС-ын хувьд залгах дулааны ачаалал ~1500 Гкал/цаг болно. 2010 онд Улаанбаатар хотын дулаан хангамжид шаардагдах 2000 Гкал/цаг дулааны хэрэгцээнээс үлдсэн 500 Гкал/цаг нь органик түлшээр ажилладаг хагас ачааллын үүсгүүрт ногдох юм.

## 2. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдолт

Дэлхийн уур амьсгалд өөрчлөлтөд нөлөөлдөг хүлэмжийн хий гэж нэрлэгдэх нүүрсхүчлийн хий, хүхрийн блон азотын давхар исэл угаарын хий, намгийн хий зэрэг хийнүүд байдаг. Манай орны цахилгаан, дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэлийн гол эх үүсвэр болох нүүрс нь нүүрсхүчлийн хийг хамгийн их гаргадаг. Хүлэмжийн хийн тооцооноос үзэхэд хүний үйл ажиллагааны улмаас ялгарч буй  $CO_2$  буюу нүүрсхүчлийн давхар ислийн 80 % нь эрчим хүчний салбарт хамаарч байна. Манай улсад хэрэглэж буй нүүрсний ихэнх хувь нь бага хүхэртэй нүүрсэнд багтдаг хэдий боловч хүхэрлэг хийн хэмжээ хүн амын суурьшлын бүсэд ихсэх хандлагатай байгааг дараах хүснэгтээс харж болно. [6].

Манай улсын эрчим хүчний салбарын үйл ажиллагаанаас жилд ялгарах агаар бохирдуулагч бодисын хэмжээ ( мянган тонн)

Хийн төрөл	1993	2000	2010	2020
$CO_2$	8344	10394	18360	40570
$NO_x$	52.0	66.2	132.0	307.0
$SO_2$	53.4	67.5	122.3	278.9
Тоосонцор	131.7	171.4	293.7	634.6

Азотын давхар исэл, хүхэрлэг хий, утаа тоосыг төрөл бүрийн шүүлтүүр, ангижруулагчийг ашиглан цэвэршүүлэх боломжтой. Харин нүүрсхүчлийн давхар ислийг шүүх, цэвэрлэх технологи байдаггүй бөгөөд зөвхөн түлшний хэрэглээг багасгах буюу эсвэл цөмийн эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашиглаж түүний нийт ялгарах хэмжээг бууруулах боломжтой.

1999 оны байдлаар нийслэл хотод жилдээ 3 сая гаруй тонн нүүрс хэрэглэдэг дулаан цахилгааны 3 станц, 180 мянган тонн орчим нүүрс хэрэглэх 140 гаруй жижиг уурын зуухнууд байна. Мөн нийслэлийн 63,1 мянга гаруй өрх айл жилд 190 мянган тонн нүүрс, 150 мянган  $m^3$  модыг галлагаанд хэрэглэснээр 4,7 мянган тонн нүүрстөрөгчийн исэл, 400 гаруй тонн хүхэрлэг хий ялгаруулдаг. Эдгээрээс халаалтын улиралд агаар дахь тоосонцорын хамгийн их хэмжээ  $2.2 \text{ мг}/m^3$  байгаа нь эрүүл ахуйн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ 0.5

мг/м<sup>3</sup>-нээс 4.4 дахин их, азотын давхар исэл 0.09 мг/м<sup>3</sup> (0.085мг/м<sup>3</sup>), хүхэрлэг хий 0.6 мг/м<sup>3</sup> (0.5 мг/м<sup>3</sup>) болдог тохиолдол байна. Хүн амын болон хүүхдийн амьсгалын эрхтний өвчлөл агаарын бохирдолтой хамааралтай байгаа болон 1000 хүнд оногдох өвчлөл Улаанбаатарт Түнхэлийнхээс 25 дахин их байгааг судалгаагаар тогтоожээ.[5].

Нийслэл хот 266.9 га ойтой бөгөөд 1 га ой мод 10-аас 20 тонн СО<sub>2</sub> шингээх чадвартай гэвэл хот орчмын ой мод жилд дунджаар 4 сая тонн СО<sub>2</sub> шингээх боломжтой юм. 1999 онд ДЦТ-2 94,3 сая кВтц, ДЦТ-3 515.9 сая кВтц, ДЦТ-4 1825,3 сая кВтц цахилгаан эрчим хүч тус тус үйлдвэрлэжээ. Нүүрс түлдэг станцад 1 кВтц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхэд 1,23 кг СО<sub>2</sub> ялгардаг болохыг тооцвол Улаанбаатар хотын 3 ДЦТ жилд 3 сая тонн СО<sub>2</sub> ялгаруулах юм. Дээр дурьдсан 140 орчим уурын зуух, 63 мянга гаруй гэр, хувийн байшин болон 40 мянга гаруй автомашины ялгаруулах СО<sub>2</sub>-ийн хэмжээг нэмж тооцвол нийслэл хотын ой шингээж хүрэхгүй болно. Иймээс Улаанбаатар хотын орчинд нүүрсээр ажилладаг станц нэмж барих замаар хотын дулаан хангамжийн эх үүсгүүрийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх нь экологийн талаар ноцтой байдалд хүргэж болох юм. 1000 МВт чадалтай ЦДС, ийм чадал бүхий Багануурын нүүрсээр ажиллах ус халаагч зуух агаар мандалын бохирдолтонд хэрхэн нөлөөлөхийг харьцуулж үзье.

Багануурын нүүрсний илчлэг-3450 ккал/кг, үнслэг 14.9%, хүхэр-0.6%, азот-1.0%, түлшний жилийн хэрэглээ-917 мянган тонн жишмэл нүүрс, цахилгаан фильтрийн барих чадвар-98% гэвэл хүрээлэн байгаа орчинд жилд хаягдах бохирдуулагч бодисын хэмжээ:

Хорт бодис	Нүүрсний станц	Цөмийн дулааны станц
SO <sub>2</sub> (тонн)	20.10 10 <sup>4</sup>	-
NO <sub>x</sub> (тонн)	1.80 10 <sup>4</sup>	-
Үнс (тонн)	5.74 10 <sup>4</sup>	-
<sup>86</sup> Kr ба <sup>136</sup> Xe (Ки)	-	600

Дээр дурьдсан чадалтай станцуудаас ялгарах хорт бодисын хэмжээг эрүүл ахуйн үүднээс зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүртэл багасгахад шаардагдах агаарын хэмжээ:

Үүсгүүр	Хаягдал	Норм /хэмжээ/	Шаардагдах агаар $\times 10^9 \text{ м}^3$
Нүүрс	$\text{SO}_2$	а) $0.27 \text{ мг/м}^3$	74444
		б) $0.067 \text{ мг/м}^3$	300000
	$\text{NO}_2$	$4 \text{ мг/м}^3$	450
Цөмийн түлш	$^{85}\text{Kr}$	$0.3 \text{ мк Ки/м}^3$	1
	$^{133}\text{Xe}$	$0.3 \text{ мк Ки/м}^3$	1

- а) нэг цагийн турш  
б) тасралтгүй үргэлжлэх хугцаанд

### 3. Цөмийн дулааны реакторын аюулгүй байдал

Цөмийн дулааны эх үүсвэрийг хотод байрлуулахтай холбогдон түүний аюулгүй байдлыг хангах нэмэлт шаардлагуудыг боловсруулдаг. Жишээ нь: "Аюулгүй байдлыг хангах ерөнхий нөхцөл"-д дараах нэмэлт чиглэлүүдийг заажээ. Үүнд:

- Реакторын их биеийн битүү байдал алдагдах үед түлшний элемент хайлахаас урьдчилан хамгаалах арга хэмжээ авах;
- ойролцоох дэлбэрэлтээс үүсэх цохих долгион үйлчлэх, онгоц унах зэрэг гадны нөлөөллийг зайлшгүй тооцох;
- Цацраг идэвхт хаягдал болон цацраг идэвхтэй болсон цөмийн түлшийг хадгалах хугацааг аль болох бага байх арга хэмжээ авах ;
- Ослын байдал болон хэвийн ашиглалтын үед хотын хүн амын шарлагын хамтын тунгийн хэмжээг хязгаарлах арга хэмжээг авах зэрэг болно.

Цөмийн дулааны реакторын дотоод аюулгүй байдал нь байгалийн процесст үндэслэсэн үйлдлийн "идэвхгүй" хамгаалалтын систем хэрэглэхэд оршино. Ердийн усан хөргөлт болон удашруулагчтай реактор чадлаа өөрөө тохируулах онцлог шинж чанартай. Цөмийн дулааны реакторын бүх горим дахь байгалийн эргэлт нь хэвийн болон ослын үед цахилгааны тэжээлээс хамаарахгүй реакторын идэвхт бүсийн хөргөлт бие даан явагдах боломжийг олгодог ороос үндсэн эргэлтийн насосыг зогсоох, ажилд оруулах үеийн төвөгтэй динамик горимтой албадмал эргэлтээс давуу талтай юм. Орчин үеийн сайжруулсан дэвшилтэт усан хөргөлттэй реакторт аюулгүй ажиллагааны шаардлагууд дараах байдлаар хангагдсан байна. Үүнд:

Нэгдүгээр хэлхээний нам даралтаар ослын уршгийн түвшинг бууруулж идэвхт бүсийн хөргөлтийн найдварыг дээшлүүлэх :

Үндсэн хэлхээн дэх дулаан зөөгчийн байгалийн эргэлтээр идэвхт бүсийн хөргөлтийг маш найдвартай хангах;

Үндсэн хэлхээний төхөөрөмжүүдийн интеграл угсралт нь

хэлхээний салаалтыг багасгах, түүний битүү байдлыг алдагдуулах аюултай их диаметртэй хоолойг хэрэглэхгүй байх боломжийг олгох;

Реакторт угсраа хамгаалалтын системийг ашиглах зэрэг шийдлүүд болно .

#### 4. Дүгнэлт

1. Улаанбаатар хотод цөмийн дулааны станц барьсанаар одоо ажиллаж байгаа ашигт үйлийн коэффициент багатай 1 Гкал дулаан үйлдвэрлэхэд 250-300 кг жишмэл нүүрс хэрэглэдэг 140 гаруй жижиг зуухыг хаах, тэдгээрт түлэх 180 мянган тонн орчим нүүрс болон нефть бүтээгдэхүүнийг жилд хэмнэхээс гадна 13 мянган тонн нүүрстөрөгчийн исэл, 6 мянган тонн хүхэрлэг хий үнс утаатай хамт хотын агаарт хаягдахаас сэргийлэх болно.
2. Улаанбаатар хотод цөмийн дулааны станц ашиглахад нүүрс түлдэг дулаан цахилгааны төвөөс нэг давуу тал нь хөргөлтийн ус их хэмжээгээр шаардагдахгүйд оршино. Мөн 4-р цахилгаан станц 65 га талбай эзэлж байхад түүнээс хоёр дахин их чадалтай цөмийн дулааны станц 11 га талбай эзэлнэ.
3. Улаанбаатар хотын агаарын агаарт  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO_2$  зэрэг хорт хийн хэмжээг багасгах, дулааны эрчим хүчний хэрэгцээг нэг мөр найдвартай хангах эх үүсвэр нь аюулгүй байдлыг дээд зэргээр хангасан цөмийн дулааны станц болно.

#### Ашигласан хэвлэл

1. Integral design concepts of advanced water cooled reactors. IAEA-TECDOC-977. Vienna. 1997.
2. E.O. Adamov, A.A.Romenkov  
The project of Apatity Nuclear heating plant:  
Modern Technical and economic issues of Nuclear heat application in Russia. IAEA Advisory Group Meeting on "The Experience with Nuclear Heat Application " Vienna. 13-15 December 1995.
3. Design approaches for heating reactors. IAEA-TECDOC-965. Vienna. 1997.
4. С.Батмөнх . Б.Намхайням . Д.Бямба-Очир  
Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн схемийн шинэ шийдэл, түүний иерархийн төвшнүүдэд дулаан түгэлтийн тохируулах оновчтой аргыг сонгох нь. Эрдэм шинжилгээний бичиг .№3/35, МУТИС, УБ, 1999.
5. Б.Бурмаа, Ш.Энхцэцэг. Хүн амын эрүүл мэндэд агаарын бохирдол нөлөөлөх нь. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдолт, УБ, 1998.
6. Монгол Улсын XXI зууны тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр МХ-21. Улаанбаатар, 1999.

### **Abstract**

From the trend in the development of the central heating balance in Ulaanbaatar city, there is an obvious need of the wider use of the nuclear district heating plants. The advantages of application of a nuclear energy are shown in comparison with such source of energy, as coal fired power plants, and also role of nuclear power in the decision of problems connected to the CO<sub>2</sub> and other greenhouse gas emissions in atmosphere. Another important factor is reduction of environmental pollution compared with that produced by conventional heat sources in Ulaanbaatar city.

rs,