

ЦЭВЭР ЭРЧИМ ХҮЧ

Н.Содном, Б.Эрдэв, Л.Энхжин, Н.Норов, П.Зузаан

Цөмийн физикийн судалгааны төв

CLEAN ENERGY

ABSTRACT

Clean energy sources (solar, wind, thermal water, and nuclear) have been considered in the present paper. It has been shown that those energy sources are ecologically clean in comparison to coal fired plants.

1. УДИРТГАЛ

Олон улсын мэдээллээс авч үзэхэд улс орон бүхэн өөрийн орны эрчим хүчний асуудлыг ойрын 10 жилд тодорхойлон шийдвэрлэх, улмаар цахилгаан эрчим хүчний эх үүсвэрийг хүрээлэн байгаа орчинд ээлтэй байлгах талаас нь сонгон авч, ашиглах явдал хурцаар тавигдан, дэлхий нийтийн өмнө тулгамдсан асуудал болон тавигдсаар байна. Манай улс орны хувьд ч гэсэн орчныг бохирдуулдаггүй цэвэр эрчим хүчний эх үүсвэр сонгон ашиглах явдал төр засгийн анхаарлын төвд байх ёстой зүй ёсны хойшлуулшгүй асуудлын нэг болж байна.

Урьдчилан гаргасан хэрэгцээнээс үзэхэд манай төвийн эрчим хүчний хангамж (ТЭХХ)-ийн системд цахилгааны хэрэгцээ жилд дунджаар 4.5 % өсөх төлөвтэй байна. ТЭХХ-ийн системд хамаарах гол хотуудад дулааны хэрэгцээ жилд дунджаар 4 % өсөх төлөвтэй байна.

Аймгуудын төвүүдэд цахилгаан ба дулааны хэрэгцээ жилд дунджаар 5.5 % өсөх төлөвтэй байна.

Нөөцийн хувьд авч үзвэл нүүрсний нөөц их байгаа бөгөөд нүүрс бол ТЭХХ-ийн системд цахилгаан ба дулаан үйлдвэрлэх мөн аймгийн төвүүдэд дулаан үйлдвэрлэх эдийн засгийн үүднээс хамгийн тохиромжтой шатахуун хэвээр үлдэх юм, харин усны эрчим хүчний хувьд чухал нөөц тодорхойлогдсон бөгөөд үүнийг нарийвчлан судлах шаардлагатай. Их хэмжээгээр дулаан, цахилгаан үйлдвэрлэхэд салхины, нарны, газрын гүний дулааны эх сурвалжууд нь эдийн засгийн үүднээс ашиг багатай юм. Гэвч алслагдсан нутгийн наад захын хэрэгцээг хангах боломжтой.

ТЭХХ-ийн системийн ажиллаж байгаа дулааны цахилгаан станцууд нь хэрэгцээний хэмжээ ихсэх үед чадал мөхөсдөх учир ийм ачааллын үед ажилладаг тусгай станц хэрэгтэй. Аймгийн төвүүдийн хувьд: ихэнх аймгуудын төвд цахилгаан үйлдвэрлэх эдийн засгийн хамгийн ашигтай түлш нь дизель түлш хэвээр байна. Улаангом, Өлгий, Ховдыг хооронд нь холбож Баруун аймгуудын эрчим хүчний систем бий болгоно. Дөргөн ба Майханы усан цахилгаан станцууд цахилгааны хэрэгцээг ихээхэн хангана. Бусад аймгийн төвүүдэд дизель генератор ба нүүрс шатаагч бойлорууд нэмж байгуулах хэрэгтэй

Нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцууд төслийн хүч чадлаараа (2-р цахилгаан станц цагт 75 тонн уур боловсруулах 2 зуух, 3-р цахилгаан станц цагт 75 тонн уур боловсруулах 5 зуух, цагт 220 тонн уур боловсруулах 7 зуух, 4-р цахилгаан станц цагт 420 тонн уур боловсруулах 7 зуух) өвлийн хамгийн хүйтэн өдрүүдэд ажиллана гэж үзэхэд тооцоогоор цагт дунджаар 860 тонн Багануур болон Шарын голын нүүрс түлж секундэд 2600 м³ хийг ялгаруулах юм. Энэ үед дээрх 3

цахилгаан станцаас тооцоогоор секундэд 1450 грамм хүхрийн исэл, 760 грамм азотын исэл агаарт хаягдах нүүрсхүчлийн хий, үнс зэрэг нь станцын үйл ажиллагаанаас ихээхэн хамаарах хувьсах хэмжигдэхүүн юм. Жишээ нь цахилгаан станцууд дээр дурдсан ачааллаар ажиллаж, үнс барих тоноглол нь 96 %-ийн а.ү.к.-тэй ажиллана гэж үзвэл секундэд 700 грамм орчим үнс хаягдах юм [4]. Нүүрсээр ажилладаг цахилгаан станц их хэмжээний хүчилтөрөгч зарцуулдаг ба Улаанбаатар хотод хийсэн судалгаанаас үзэхэд өвлийн улиралд өглөө оройд агаар дахь СО-ийн агууламж нь 14.4 мкг/м^3 -т буюу ЗА (Зөвшөөрөхүйц агууламж)-аас 2.8 дахин хүртэл давсан бохирдол илэрч байна. Мөн 1-р сард бохирдол ихтэй цэгүүдэд азотын давхар ислийн 1 удаагийн агууламж $0.093\text{-}0.146 \text{ мг/м}^3$, хүхэрлэг хийн агууламж $10\text{-}47 \text{ мг/м}^3$ [4], мөн цацраг идэвхт нуклидууд агуулсан үнс, нийлбэр бета цацраг идэвхт фоны хэмжээ $1.9\text{+}0.2 \text{ мБк/м}^3$, задгай агаар дахь радоны хэмжээ $10.0\text{+}0.2 \text{ Бк/м}^3$, зарим нэг микроэлементүүд (Mg, Fe, Ca, Sc, Sr, Ti, Zr, Co, Zn, As, Sb, La, Sm, Au, Pb, U)-ийн хэмжээ 0.03-20 %-ийн хооронд [5] зэрэг хүний эрүүл мэндэд хортой химийн бодисууд хотын агаар мандалд хаягдана. Энэ нь хүрээлэн байгаа байгаль орчин болон хүн амд маш их хор хохирол учруулдаг. Унаган байгаль, агаар мандал, ус хөрсөө цэвэр ариун байлгах үүднээс нар, салхи, газрын гүний дулаан, цөмийн эрчим хүчийг хөгжүүлэх нь чухал юм.

Манай орны тогтвортой хөгжлийг хангах, экологийн цэвэр технологийг эрчим хүчний салбарт хэрэглэх асуудлыг шийдэхэд эрчим хүчний дээрх эх үүсвэрүүд шийдвэрлэх үүрэгтэй. Нэн ялангуяа экологийн хувьд хамгийн цэвэр эрчим хүч бол цөмийн эрчим хүч бөгөөд манай улсын эрчим хүчний ирээдүй юм.

2. СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧ

Манай улсын усны эрчим хүчний хувьд чухал нөөц тодорхойлогдсон бөгөөд үүнийг нарийвчлан судлах шаардлагатай. Их хэмжээгээр дулаан, цахилгаан үйлдвэрлэхэд салхины, нарны, газрын гүний дулааны эх сурвалжууд нь эдийн засгийн үүднээс ашиг багатай юм. Гэвч алслагдсан нутгийн наад захын хэрэгцээг хангах боломжтой юм.

Нарны энерги

Манай орны нарны нийлмэл цацрагийн хэмжээ жил бүрийн 6-р сард хамгийн их ($620-670 \text{ МДж/м}^2$), 12-р сард хамгийн бага ($126-209 \text{ МДж/м}^2$) байх ба жилийн нийлбэрээр $4606-5862 \text{ МДж/м}^2$ (Цаг уурын ажиглалтын 19 салбарын мэдээнээс) байна [3]. Газрын гадаргад ирж буй нарны шулуун ба сарнимал цацрагийн дулааны хэмжээг харуулах зорилгоор шулуун цацрагийн хэмжээ сарнимал цацрагийнхаас хавьгүй давуутай. Нийлмэл цацраг газарзүйн өргөрөг (манай орон $46^\circ-48^\circ$), улирлын ялгаа, агаар мандлын тунгалагшил, тухайн газар нутгийн үүлшлээс хамаарна.

Салхины энерги

Олон улсын хэмжээн дээр аваад үзвэл салхины эрчим хүчээр Дани улс дэлхийд тэргүүлэх байр эзэлж байна. Эрчим хүчнийхээ 5 хувийг салхины эрчим хүчнээс гарган авдаг бөгөөд ойрын жилүүдэд бүх эрчим хүчний 10 хувийг салхины эрчим хүчээр үйлдвэрлэх төлөвлөгөөтэй байна.

Салхигүй өдрийн тоо манай орны бүс нутгуудад харилцан адилгүй юм. Хүчтэй салхитай ($15 \text{ м/с} <$) өдрийн тоо, жилээр: Өмнө зүгийн нутгаар 30-40, Хамгийн их хүчтэй салхитай газар: Сайхан-Өмнөговийн Булган сум ба Далан задгад-40 орчим өдөр, төвийн

нутгаар: 15-20, хойд зүгийн нутгаар: 10-15, зүүн ба баруун зүгийн нутгаар 20-30;

Салхигүй өдрийн тоо, жилээр 10-82, дунджаар 50, дундаж хурд 6-8 м/с байна [3]. Эндээс авч үзвэл хүчтэй салхитай ба салхигүй өдрийн тоо харьцангуй бага байгаа нь салхитай өдрийн тооны хувьд ч, салхины хурдны хувьд ч хөдөлгүүр ажиллуулах боломжтой салхи жилийн дөрвөн улиралд манай орны газар бүрд байгаа нь харагдаж байна. Салхин сэнсээр ч ус татах тээрэм ажиллуулах, цахилгаан гаргах боломжтой.

Газрын гүний дулааны энерги (гүний халуун ус)

Манай орны хувьд байгалийн рашаан усыг мужлалын хувьд авч үзвэл нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашаан, цахир хүчилтэй халуун рашаан, эрдэжилт ихтэй хүйтэн рашаан, шилжилтийн муж гэж ангилдаг. Найрлагын хувьд авч үзвэл Гидрокарбонат зонхилсон, хлорид зонхилсон, холимог найрлагатай гэх мэт. Гол мөрний эрчим хүчний нөөцийн хувьд өмнө зүгийн нутгаар нөөц байхгүй. Манай оронд халуун рашаанаар хүлэмж, орон сууц, дулаацуулах туршлага бий. Жишээлбэл: Хүрэмтийн халуун усны хүлэмж, Шаргалжуутын рашаан сувилалд халуун рашааныг өвчтөнийг эмчлэхэд хэрэглэхээс гадна орон байрны дулаалганд хэрэглэж байна. Газрын гадаргаас гарч байгаа 90°-100°-тай газрын гүний усаар цахилгаан гаргаж болно.

3. АТОМЫН ЭРЧИМ ХҮЧ

Дэлхийн цөмийн эрчим хүчний хөгжлийн байдлаас үзэхэд цөмийн эрчим хүчний сонголт чухал болж байгаа нь нотлогдож байна. Энэ нь нефть, нүүрс, байгалийн хий зэрэг органик түлшний дэлхийн нөөц багасч байгаа болон экологийн ээлтэй технологи ашиглах асуудал хурцаар тавигдах болсонтой холбоотой.

Атомын станц хэвийн ажиллах үедээ агаар мандлыг цэвэр байлгаж, хүрээлэн байгаа орчиндоо үүсгэх цацрагийн түвшин нь нүүрс шатаадаг станцынхаас олон дахин бага байна. Орчин үеийн технологиор бүтээгдсэн аюулгүй атомын цахилгаан станцын осол гарах магадлал 10^{-6} реактор жил байдаг, гарсан ослууд (АНУ, ЗХУ-д) зөвхөн хүний харнуцлагатай холбоотой байсан юм. Чернобылийн ослоос хойшхи 10 гаруй жилийн туршид олон улсын инженер, технологиуд аюулгүй байдлыг бүрэн хангах талаар ажиллаж ирсэн. Үүний дүнд реакторыг аяндаа унтраах систем бий болгосон байна. Атомын цахилгаан станц ажиллуулахад орчин бохирдуулах магадлалтай нэг зүйл бол цацраг идэвхт хаягдал байдаг боловч уг хаягдлыг булшлах технологи сайтар боловсруулагдсан байна.

1996 оны эцсээр дэлхийн хэмжээнд 442 орчим реактор (344 ГВт хүчин чадалтай) ажиллаж байгаагаас гадна 36 шинэ реактор баригдаж байна.

Дэлхийн улс орнуудын хандлага, манай улсын оршин амьдарч буй хүрээлэл, хамтран ашиглагч түнш орнууд бүгд л нүүрс тортоос цэрвэж, ураныг гол импортлогч болох хандлагатай боллоо.

Цөмийн түлш (уран) дулаан ялгаруулах чадвар асар ихтэй (нефтээс $2 \cdot 10^6$ дахин их) учир атомын станцын түлш тээвэрлэх зардал маш бага, ийм станцыг цахилгаан дулааны энергийн хэрэгцээтэй газрын дэргэд барьж байгуулдаг. Манай орон ураны нөөц ихтэй бөгөөд уран олборлох боловсруулах үйлдвэрийг ашиглаж эхэлж байна (Хараат, Мардай). Манай улсын ураны батлагдсан нөөцийг дэлхийн батлагдсан ураны нөөцөд харьцуулсан харьцаа нүүрсний нөөцийн ийм харьцаанаас 10 дахин их байгаа.

Манай улсад 80 долл/кг хүртэл үнээр тооцсон атомын цахилгаан станцын түлш болох “Баталсан нөөц” (RAR-Reasonably Assured Resources) ангилалд багтах ураны нөөц 62 000 т, “Нэмэгдэх нөөц-1” (EAR-1-Estimated Additional Resourced Category - 1) ангилалд хамаарагдах ураны нөөц 21 000 т байна [6].

Атомын ба нүүрс шатаадаг станцуудын хүрээлэн буй орчинд нөлөөлөх хор уршгийг харьцуулж үзэхийн тулд эхлээд тэдгээр станцуудад түлш хэрхэн хэрэглэх бүдүүвчийг авч үзье.

1000 МВт чадал бүхий, Багануурын нүүрсээр ажиллах станц болон даралтат усан реактор (PWR-Pressurized Water Reactor) бүхий атомын станцад шаардагдах түлш ба исэлдүүлэгчийн хэмжээг харьцуулж тооцъё. Жилд үйлдвэрлэх цахилгаан энерги $W_э = N_э \cdot 365 \cdot \varphi \cdot 24 \cdot 10^3 = 6,7 \cdot 10^9$ кВт·цаг. Үүнд: $N_э = 1000$ МВт-суурилагдсан чадал $\varphi = 0,77$ -суурилагдсан чадлыг ашиглах жилийн дундаж коэффициент

Нүүрсний жилийн хэрэгцээ :

$$Q = W \cdot m_{хувь} \cdot 10^{-3} = 6,7 \cdot 10^9 \cdot 0,668 \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ т/жил болно.}$$

Үүнд: $m_{хувь} = 0,668$ кг/кВт·цаг-Багануурын нүүрсний хувийн зарцуулалт (1 кВт·цаг үүсгэх нүүрсний жин)

Баяжуулсан ураны жилийн хэрэгцээ:

$$G = \frac{N_э \cdot 365 \cdot \bar{\varphi}}{r \cdot \beta} = \frac{1000 \cdot 365 \cdot 0,77}{0,32 \cdot 34000} = 26 \text{ т/жил}$$

Үүнд: $N_э = 1000$ МВт суурилагдсан чадал

$r = 0,32$ -ашигт үйлийн коэффициент

$\beta=34000$ МВт-хоног/т цөмийн түлшний шаталтын зэрэг (дундаж хувийн энерги боловсруулалт)

1т цөмийн түлш зарцуулахад хуваагдах U-235-ын хэмжээ:

$$\alpha=k\cdot\beta=1,05\cdot34000=36 \text{ кг/т}$$

Үүнд: $k=1,05$ г/МВт-хоног - дулааны энерги гаргаж авахад шаардагдах U-235-ын хэмжээ.

Ийнхүү жилд $36\cdot26=936$ кг U-235 зарцуулагдана.

Нүүрсний болон атомын станцуудыг харьцуулан харуулах зорилгоор, 1-р хүснэгтэд 1000 МВт чадалтай станцад хэрэглэх түлш, хаягдах хорт бодисын хэмжээг үзүүлэв.

Манай орны тогтвортой хөгжлийг хангах экологийн цэвэр технологийг эрчим хүчний салбарт хэрэглэх асуудлыг шийдэхэд цөмийн технологи шийвэрлэх үүрэгтэй. Цөмийн эрчим хүчийг Монголд ашиглаж эхлэхдээ бага, дунд чадлын атомын станц ажиллуулах нь зүйтэй. Жишээ нь Канадад үйлдвэрлэдэг CANDU3 төрлийн реактортай дунд чадлын станц [7] ажиллуулж болох юм. CANDU 3-ыг боловсруулах программ 1986 онд эхэлсэн бөгөөд идэвхгүй аюулгүйн системтэйгээрээ онцлог юм. Энэ станц 400 МВт цахилгаан, 1370 МВт дулааны чадалтай бөгөөд эрчим хүчний дутагдалтай байгаа Завхан, Говь-Алтай, Баянхонгор аймгуудын дунд суурилуулж болох юм. CANDU 3-ыг 50 сарын дотор байрлуулж ажилд оруулна. Нэг станцын үнэ 1 028 сая ам. доллар, хос станц суурилуулбал үнэ нь 1 710 сая ам. доллар. Энэ нь байрлуулах байршилаа сонгон авснаас эхлэн станц ажилд орох хүртэлх нийт зардлыг тооцсон үнэ юм.

Ойрын хэдэн жилийн дотор үндэсний мэргэжилтэн бэлтгэх, цөмийн энергийг ашиглах талаар хууль боловсруулах шаардлагатай байна.

Хүснэгт 1. 1000 МВт чадалтай нүүрсний болон атомын станцын жилд шаардагдах түлш, хаягдах хорт бодисын хэмжээ

Станц	Түлш, исэлдүүлэгч	Зарцуулалт (т/жил)	Тайлбар
Нүүрс шатаах станц	Нүүрс	4500000	Багануурын нүүрсний хувийн зарцуулалт 0,668 кг/кВт·цаг
	Хүчилтөрөгч (агаар мандлаас)	12000000	Нүүрсний илчлэг 3450 ккал/кг
Атомын станц	U-235 ба Pu-239	1	Реакторыг жил бүр цэнэглэх. U-235-аар 3,5%
		0	баяжуулсан ураны хэмжээ ~26 т
	Хүчилтөрөгч		
Хаягдал			
Нүүрс шатаах станц	Нүүрсхүчлийн хий (CO ₂)	16500000	Агаар мандалд хаягдана
	Хүхрийн исэл (SO ₂)	48600	Агаар мандалд хаягдана
	Азотын исэл NO ₂	4500	Агаар мандалд хаягдана
	Үнс	13500	Агаар мандалд хаягдана
	Үнс	670000	Үнсэн санд хадгална
Атомын станц	Хуваагдлын цацраг идэвхт бүтээгдэхүүн	1.0	Реактороос гарсан түлштэй АЦС дээр 2-5 жил хадгалж, радиохимийн завод руу зөөнө.
	Реактороос гарах ашигласан түлш	26-30	АЦС-д 3-5 жил хадгална.

4. ДҮГНЭЛТ

Манай орны хувьд хот айлын цахилгааны хэрэгцээг 0.1 - 1 кВт нэгж чадалтай салхин агрегат, 60-100 Вт-ын нарны батарейгаар хангах

нь зүйтэй. Харин амралт сувилалын төвийн дулаан, цахилгааны хангамжид газрын гүний дулааныг ашиглах төслийн ажлыг өргөтгөх хэрэгтэй. Манай эрчим хүчний системд холбогдох их чадалтай экологийн цэвэр эрчим хүчний үүсвэрийг сонгоход цөмийн эрчим хүчийг авч үзэх нь чухал юм. Учир нь цөмийн эрчим хүч нь нүүрсний шаталтаас үүсэх бохирдуулах бодисын хэмжээг багасгахаас гадна хүчил төрөгчийг шатаадаггүй нь ой модны нөөц багатай манай орны хувьд давуу талтай.

Манай орны тогтвортой хөгжлийг хангах, экологийн цэвэр технологийг эрчим хүчний салбарт хэрэглэх асуудлыг шийдэхэд цөмийн технологи шийдвэрлэх үүрэгтэй.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ:

1. Guidelines for comparative assessment of the environmental impacts of wastes from electricity generation systems; a framework for the assessment and comparison of environmental impacts, IAEA, Vienna, Austria, Feb., 1995
2. Power, IAEA Bulletin, Vol.37, No.2, Vienna, Austria, 1995
3. БНМАУ-ын уур амьсгал, гадаргын усны нөөцийн атлас, Улаанбаатар, 1985
4. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол` онол практикийн бага хурлын материал, УБ., 1998, хуу.134
5. Эрдэв Батжаргалын Исследование радиоактивности и микроэлементов в воздухе ядерно-физическим методом, Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Улаанбаатар, 1993
6. Uranium, Resources, Production and Demand, OECD, 1995
7. Design and development status of small and medium reactor systems 1995. IAEA-TECDOC-881, May 1996