

RS-1800 Рентген шарах төхөөрөмжийн цацрагийн тунг иончлолын камераар тодорхойлох

Г.Манлайжав^{1*}, Э.Нямдаваа¹, О.Энхбаяр¹, Ц.Билгүүн¹, Б.Лхам²,
Ц.Жавзандолгор², Р.Чинзориг^{3,4}, Б.Мөнхбат^{3,4*}

¹Цөмийн энергийн комиссын Ажлын алба

²Мал эмнэлгийн хүрээлэн

³Монгол Улсын Их Сургууль, Хэрэглээний шинжлэх ухаан, инженерчлэлийн сургууль

⁴Монгол Улсын Их Сургууль, "e-Laboratory" салбар дундын лаборатори

Энэхүү ажлаар мал эмнэлгийн хүрээлэнд эрдэм шинжилгээ, судалгааны зориулалтаар ашиглаж буй RS-1800 рентген шарах төхөөрөмжийн дээжинд өгч буй шингээгдсэн тунгийн орон зайн түгэлтийг тодорхойлов. Үүнээс өмнө 2019 онд анх төхөөрөмжийг суурилуулж, үйлдвэрлэгчээс өгсөн тунгийн чадлын утгыг ашиглан судалгаа шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэж байв. Манай улсад судалгааны зорилгоор ашиглаж буй шарлагын төхөөрөмж өөр байдаггүй. Тус шарлагын төхөөрөмжийн тунгийн чадлыг тодорхойлж, баталгаажуулах нь энэхүү багажийг ашиглан хийж байгаа судалгааны ажлуудын үр дүнг баталгаажуулах, тунгийн утгаас хамааруулан тооцоолол хийх зэрэгт чухал ач холбогдолтой. Судалгааны ажлын дүнд шарлагын төхөөрөмжийн камер доторх дээжинд өгөх шарлагын тунг дээжийн байрлалаас хамааруулж тодорхойлсон.

Мал эмнэлгийн хүрээлэнд суурилуулсан рентген шарах төхөөрөмж нь хар тугалган хамгаалалттай (self-shielded), туршилт судалгааны дээж шарахад зориулан бүтээсэн ионжуулах цацрагийн үүсгүүр юм. Рентген хоолойн хувьд 160 кэВ хүртэл энергитэй полихроматик рентген цацрагийг гаргадаг. Шарлагын хэсэг буюу камер нь рентген хоолойноос 22.2 см хүртэл зайнд орших гурван түвшинд шарлага явуулдаг.

Түлхүүр үг: Ионжуулагч цацраг, Рентген шарах төхөөрөмж, тунгийн чадал, орон зайн түгэлт, иончлолын камер

I. ОРШИЛ

Гамма цацрагаар шарах төхөөрөмжүүд нь ихэвчлэн Co-60, Cs-137 зэрэг цацраг идэвхт изотопуудыг ашигладаг бөгөөд эдгээр үүсгүүр бүхий шарах төхөөрөмжийг судалгааны болон ариутгал, халдваргүйтэл, хадгалалтын хугацааг уртасгах зэрэг зориулалтаар ашигладаг. Мөн шавжны нөхөн үржлийг зогсоох зориулалтаар ашигладаг байв [1]. Сүүлийн үед изотопод суурилсан шарах төхөөрөмжийг шинээр худалдаж авах, хуучин төхөөрөмжийг изотопоор цэнэглэх нь бэрхшээлтэй болсон. Үйлдвэрлэгчид тухайлбал Нордион (Nordion Inc) өөртөө хамгаалалт бүхий Кобальт-60 шарах төхөөрөмжөө үйлдвэрлэхээ зогсоосон. Цацраг идэвхт изотоп бүхий төхөөрөмж нь гэмт хэрэг, хорлон сүйтгэх ажиллагаа зэрэгт ашиглагдаж болзошгүй тул хэрэглэгчид өөр төрлийн тохиромжтой шарах төхөөрөмжийг ашиглахыг эрмэлзэж байна.

Зөөвөрлөж болдог, хэрэглэхэд хялбар, удаан хугацаанд тасралтгүй ажиллах боломжтой өөртөө хамгаалалт бүхий бага энергийн рентген шарах төхөөрөмжийг сонгон хэрэглэж байна. Энэ төрлийн шарах төхөөрөмжүүд изотопон үүсгүүрээс хамаарахгүй, цахилгаанаар ажилладаг тул цацрагийн бохирдлын эрсдлийг бий болгодоггүй.

Төрөл бүрийн дээжийг цацрагаар шарах, тухайлбал хүнсний бараа бүтээгдэхүүнийг ариутгах, хадгалах хугацааг уртасгах, төрөл бүрийн түүхий эдийн нян бактер, шавж зэргийг устгахад шарлагын шингээгдсэн тунгийн хэмжээ хамгийн чухал юм. Энэхүү ажилд Мал эмнэлгийн хүрээлэнд эрдэм шинжилгээ, судалгааны зориулалтаар ашиглаж буй RS-1800 рентген шарах төхөөрөмжийн шарлагын камерын доторх тунгийн чадлын хэмжээг орон зайнаас хамааруулж тодорхойлов.

* munkhbat@seas.num.edu.mn

II. RS 1800 ШАРАХ ТӨХӨӨРӨМЖ

Энэхүү шарах төхөөрөмж нь хоёр хэсгээс бүрдэх бөгөөд: эхний хэсэгт рентген хоолой, хяналтын систем, цахилгаан хангамж, дээж байршуулах тавцан бүхий камер, хоёрдугаар хэсэгт усны танк, насос, рентген хоолойг хөргөх дулаан солилцуулагч зэргээс бүрдэнэ [2]. (1-р зураг)

Дээжийг урд хаалгаар байрлуулж шарах бөгөөд рентген хоолойд засвар үйлчилгээг оройн хэсгийн тагийг онгойлгон гүйцэтгэдэг. Эдгээр хоёр хаалга нь аюулгүй ажиллагааны системд холбогдсон тул аль нэг нь нээлттэй байвал рентген хоолой ажиллах боломжгүй. Хяналтын самбар нь төхөөрөмжийн дээд хэсэгт байрласан.



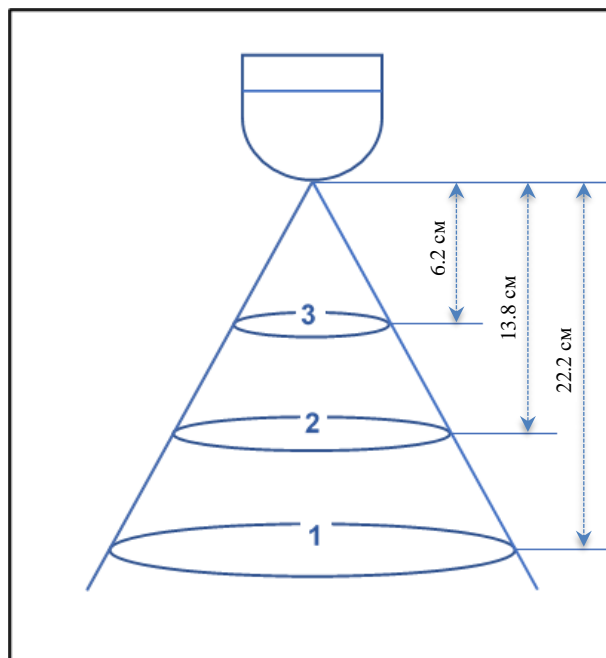
1-р зураг 1. RS 1800 хамгаалалт бүхий рентген шарах төхөөрөмж

Рентген хоолой нь дээж шарах камерын дээд хэсэгт байрласан учир цацраг дээрээс доош чиглэсэн конус хэлбэрийн орон үүсгэх бөгөөд шарах дээжийн хэмжээнээс хамаарч дээж байршуулах $27\text{см} \times 32\text{см} \times 24\text{см}$ харьцаатай тавцанг камерт гурван түвшинд байрлуулах боломжтой. Шарлагын камер дахь рентген хоолойн хэсэг ба цацрагийн оронгийн бүдүүвчийг 2-р зурагт үзүүлэв. 1, 2, 3 гэсэн түвшнүүдэд хэмжилтийг хийсэн.

RS 1800 төхөөрөмжийн техникийн үзүүлэлтийг 1-р хүснэгтэд харуулав. Рентген хоолойн хувьд 160 кВ хүртэл энергитэй полихроматик рентген цацрагийг гаргадаг.

III. ДОЗИМЕТР

Хэмжилтэнд дозиметрийн тохируулга, баталгаажуулалтын лабораторид баталгаажуулалт хийгдсэн PTW Unidos 10002 электромтр, PTW30004 иончлолын камерыг ашиглав (3-р зураг). Иончлолын камерыг үйлдвэрлэгчээс баталгаажуулсан бөгөөд хэмжилтийн алдаа 1.48% ба хэмжилт хийх үед агаарын температур 21°C , агаарын даралт 86 кПа байсан.



2-р зураг. Шарлагын камер дахь рентген хоолойн толгой хэсэг ба цацрагийн орон

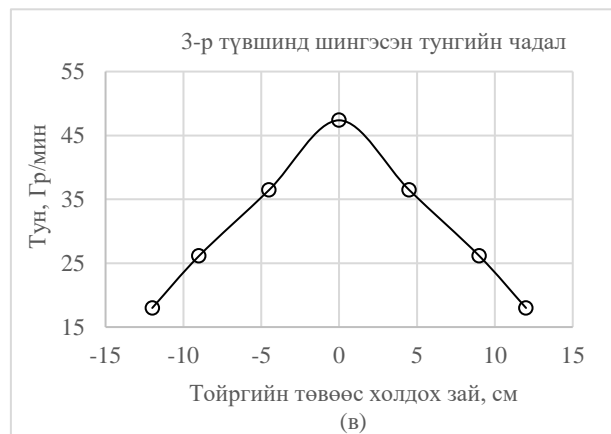
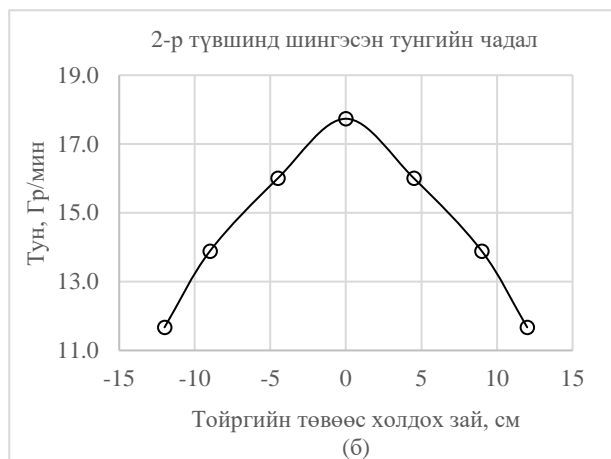
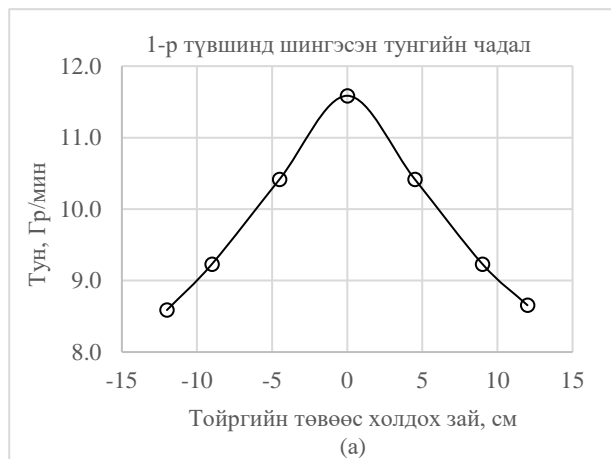
1-р хүснэгт. RS 1800 шарлагын төхөөрөмжийн үзүүлэлт

| | |
|---|-------------|
| Рентген хоолойн хамгийн их хүчдэл | 160 кВ |
| Рентген хоолойн хамгийн их гүйдэл | 25 мА |
| Төхөөрөмжийн цахилгааны чадал | 4 кВт |
| Шарлагын тунгийн чадлын хамгийн их утга (үйлдвэрлэгчээс өгсөн утга) | 43.5 Гр/мин |



3-р зураг. PTW Unidos 10002 электромтр ба PTW30004 иончлолын камер

Иончлолын камерыг 1, 2, 3-р түвшинд тойргийн төв, төвөөс 4.5 см, 9.0 см, 12.0 см гэсэн байрлалуудад байрлуулж түвшин тус бүрийн тунгийн чадлын радиал түгэлтийг тодорхойлсон.



4-р зураг. Шарлагын камерийн 1-р түвшин (а), 2-р түвшин (б), 3-р түвшин (в) дэх шингэсэн тунгийн чадлын түгэлт

IV. ҮР ДҮН

Хэмжилтийн үр дүнг Монгол Улсын стандарт MNS:5840-2008 [3]-н дагуу боловсруулж, тооцоонд хэмжилт хийсэн үеийн температур, даралт зэрэг орчны нөхцлийг тооцсон.

Хэмжилтийг тухайн нэг байрлал дээр 12 удаа давтаж хийсэн бөгөөд хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж 2-р хүснэгтэд харуулав. 1, 2, 3-р түвшин дэх шингэсэн тунгийн орон зайн түгэлтийг 4-р зурагт үзүүлэв.

Шингэсэн тунгийн чадлын дундаж утга 1-р түвшинд 9.92 ± 0.50 Гр/мин, 2-р түвшинд 14.82 ± 0.04 Гр/мин, 3-р түвшинд 31.98 ± 0.12 Гр/мин байна. Хамгийн их утга 47.36 ± 0.04 Гр/мин болохыг тооцсон.

2-р хүснэгт. Тунгийн чадал (Гр/мин)

| Байрлал | Тойргийн төвөөс холдох зай (см) | | | |
|------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0.0 | 4.5 | 9.0 | 12.0 |
| 1-р түвшин | 11.60 ± 0.15 | 10.40 ± 0.01 | 9.20 ± 0.01 | 8.47 ± 0.20 |
| 2-р түвшин | 17.73 ± 0.01 | 16.0 ± 0.01 | 13.88 ± 0.01 | 11.67 ± 0.01 |
| 3-р түвшин | 47.36 ± 0.04 | 36.45 ± 0.04 | 26.13 ± 0.02 | 17.99 ± 0.01 |

V. ДҮГНЭЛТ

Мал эмнэлгийн хүрээлэн дахь RS-1800 рентген шарлагын төхөөрөмжийн цацрагийн шингээгдсэн тунгийн орон зайн түгэлтийг тодорхойлов. Хамгийн их утга нь үйлдвэрлэгчээс өгсөн утгатай сайн тохирч байна. Энэхүү ажлаар тодорхойлсон шингээгдсэн тунгийн чадлын орон зайн түгэлтийг ашиглаж цаашид шарлагыг хийж байх нь зүйтэй.

ТАЛАРХАЛ

Бидний ажилд туслалцаа үзүүлж багаж төхөөрөмжөө ашиглуулж, зөвлөгөө өгсөн Цөмийн энергийн комиссын Ажлын албаны Дозиметрийн тохируулга, баталгаажуулалтын лабораторийн хамт олонд талархал илэрхийлье.

Энэхүү судалгааны ажлыг МУИС-ийн санхүүжилттэй P2020-3975 судалгааны төсөл,

ШУТС-ийн санхүүжилтэй ШУУЗ-2022/289
захиалгат төслийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

[1] Marc J. B. Vreysen, Alan S. Robinson,
Ionizing radiation and area-wide management
of insect pests to promote sustainable

agriculture. A review, *Agronomy for
Sustainable Development*, 31, 233–250 (2011)
<https://doi.org/10.1051/AGRO/2010009>

- [2] Rad Source Technologies Inc.,
[https://radsources.com/products/rs-1800-q-
biological-irradiator/](https://radsources.com/products/rs-1800-q-biological-irradiator/)
- [3] Монгол Улсын стандарт MNS:5840-2008,
“Орчны ионжуулагч цацрагийг хэмжигч
багажийг дүйцүүлэн харьцуулах арга”