

Термолюминесцийн хувийн дозиметрийн хэрэглээ

Б.Мөнхтогтох¹, Г.Манлайжав¹, Н.Норов², Г.Мягмарсүрэн^{2*}

¹Монгол Улсын Цөмийн Энергийн Газар

² Монгол Улс, Улаанбаатар, Монгол Улсын Их Сургууль, Цөмийн судалгааны төв

*Э-шуудан: myaga_gen@yahoo.co.jp

I. ОРШИЛ

Төрөл бүрийн рентген төхөөрөмж, судалгааны цацраг идэвхт материал, цөмийн тоног төхөөрөмж ашиглаж буй байгууллагуудын цацрагтай ажиллагчид нь шарлагад өртөх магадлал ихтэй тул цацрагийн хяналтанд зайлшгүй хамрагдах шаардлагатай. Иймээс цацрагтай ажиллагчдын цацрагийн аюулгүй байдлыг хангах, тэдний авах мэргэжлийн тунг хянах термолюминесценцийн хувийн дозиметрийг хэрэглэснээр манай улсад мэргэжлийн шарлагын хяналт үүсч хөгжсөн болно [1].

Цацрагтай ажиллагчид нь өдөр тутам цацрагийн аюулгүй байдлыг хянах хувийн дозиметрийг хувцсандаа албан ёсоор зориулалтын дагуу зүүж хэвшсэн байхаас гадна өөрийн авч байгаа тунгийн хэмжээнд байнга хяналт тавьж байх хэрэгтэй. Ионжуулах цацрагийн бага хэмжээний тун бие махбодид бодит аюул учруулдаггүй боловч ионжуулах цацрагийн тунгийн зөвшөөрөгдөх хязгаараас их үед өвчлөх, хорт хавдар үүсэх, төрөлтийн гажиг үүсэх зэрэг тохиолдол илэрнэ. Тиймээс мэргэжлийн шарлагын удаан хугацааны тогтмол хяналт маш чухал юм.

Манай улсад 1978 оноос ОУАЭА-ийн Техник хамтын ажиллагааны төслүүд МУИС-ийн Цөмийн шинжилгээний лаборатори, ЭАХНСУИ-ийн Цацрагийн хяналтын төв лаборатори, Цацраг туяа эмнэлэг (бүгд хуучин нэрээр) зэрэг газруудад хэрэгжсэнээр цацрагийн хяналт, судалгааг орчин үеийн түвшинд явуулах Термолюминесценцийн дозиметр (ТЛД), Хоёрдогч стандартын дозиметр зэрэг багаж төхөөрөмжтэй [мэргэжилтэй боловсон хүчинтэй болсноор энэ чиглэлийн хяналтыг системтэй явуулах үндэс тавигдсан болно [4,5].

II. ТЛД-ИЙН ФИЗИК ҮНДЭС, БАГАЖ ТӨХӨӨРӨМЖ

Ионжуулах цацрагийн дозиметрт термолюминесценцийн дозиметр (ТЛД) өргөн хэрэглэгддэг [6, 7].

Термолюминесценци нь урьдчилан цацрагаар шарагдсан термолюминофор гэж нэрлэгдэх органик биш кристаллыг халаах үед гэрэл цацруулах үзэгдэл юм.

Дозиметрийн хяналт, судалгаанд шинж чанар сайтай $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$, $\text{CaSO}_4(\text{Tb})$, $\text{CaF}_2(\text{Dy})$, $\text{CaF}_2(\text{Mn})$, $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Ti})$ зэрэг онцгой цэвэр термолюминофоруудыг ихэд өргөн ашигладаг. Термолюминофор тодорхой температурт хамгийн их утгатай дулааны гэрэлтэлтийн муруйгаар тодорхойлогдоно. Ионжуулах цацрагийн шингэсэн тунгийн хэмжээ нь муруй талбай (S)-тай шууд хамааралтай термолюминесценцийн энергийн урсгалын нягт болно. $S = \int I(T) dT$ –интеграл арга. Өгөгдсөн хугацаанд заалт бага буурах үед (фединг) хувийн дозиметрт интеграл арга хэрэглэгдэнэ. Дулааны гэрэлтэлтийн муруйн ашиглаж байгаа максимум температур $T_{\text{макс}} = 200^\circ\text{C}$, дулааны гэрэлтэлтийн муруйд бага пик байхгүй $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Ti})$ дээх шаардлагыг сайн хангана. Тунгийн хэмжилтийн өргөн мужид энэ аргын алдаа 5 % байна. $I_{\text{макс}}(T_{\text{макс}})$ -муруйн арга нь интеграл аргаас хялбар, шарагдах агшингаас хэмжих хүртлэх хугацаа, нам температурын шугамын унтралт зэргээс хамаардаггүй. Энэ арга бага тунг хэмжихэд илүү тохиромжтой бөгөөд 8 %-ийн алдаатай байдаг. Термолюминесценцийн энергийн гаралт (η) дараах харьцаагаар тодорхойлогдоно:

$$\eta = E/m \cdot D$$

Үүнд: D= LiF-т шингэсэн тун; E= LiF-ын гэрэлтэлтийн энерги; m= LiF-ын масс.

Тунгийн үзүүлэлт:

$$S = a_s \cdot \eta \cdot D \quad \text{буюу} \quad I = a_r \cdot \eta \cdot D$$

Үүнд: a_s , a_r – тогтмол коэффициент, S – нийлбэр гэрэл, I – дулааны муруйн хамгийн их эрчим.

Манай улсын ионжуулах цацрагийн үүсгүүртэй ажиллагчдын мэргэжлийн шаралтын хяналтанд LiF-термолюминофор бүхий 1-р зурагт үзүүлсэн TLD-100 карт ашиглаж байна.

Цөмийн энергийн газрын Цацрагийн хяналтын лабораторид мэргэжлийн шарлагын

хувийн тунг тодорхойлоход ашиглаж байгаа “Harshaw-4500” дозиметрийн систем нь TLD карт, халаагч, гэрлийг цуглуулах оптик фото-электрон үржүүлэгч (ФЭҮ), ФЭҮ-ээс ирсэн импульс бүртгэх хэсгээс тогтох TLD уншигч, ОУАЭА-аас термолюминесценцийн дозиметрийн хэмжилтэнд зориулан гаргасан TLD-REMS (Radiation Evaluation and Management System), WinREMS (Windows Radiation Evaluation and Management System) программ хангамж зэрэг иж бүрдэл юм.



Зураг 1. Термолюминесценцийн дозиметр



Зураг 2. Дозиметрийн тохируулгын шарлагын багаж

Ш.ХУВИЙН ДОЗИМЕТРИЙН ХЯНАЛТ

Мэргэжлийн шарлагын хувийн тунгийн хяналтын төвлөрсөн систем нь хяналтын байгууллагаас хяналтанд хамрагдах байгууллагуудад хувийн дозиметрийг илгээж ажиллагчид ионжуулах цацрагийн үүсгүүр ажиглах үед авч буй тунг хэмжих, нэгтгэн дүгнэж анализ хийх болон дозиметрийн мэдээллийг хадгалах хэлбэрээр хяналт тавихад үндэслэдэг юм. Ажиллагчдын томоохон бүлгийн жилийн тунгийн хэмжээний өгөгдлөөс мэргэжлийн янз бүрийн бүлгийн коллектив болон жилийн дундаж тунг үнэлэх бололцоо олгохын зэрэгцээ ажиллагчдын өндөр эрсдэлтэй бүлэг илрүүлэх, цацрагийн аюулгүй байдлыг цаашид сайжруулах зайлшгүй арга хэмжээг үндэслэхэд хувийн дозиметрийн төвлөрсөн хяналт хийх нь зайлшгүй хэрэгтэй юм.

Дозиметрийн төвлөрсөн хяналтын үйл ажиллагааг авч үзвэл: Цацрагийн хяналтын лабораторид дозиметрүүдийг цэнэглэж, тохируулга хийж, хэрэглэгч буюу цацрагтай

ажиллагчдад хүргэж, ажиллагч дозиметрийг зүүж хэрэглэснээс хойш тодорхой хугацаа өнгөрсний дараагаар зүүсэн хугацаан дахь шарлагын тунг тогтоон мэдээллийн санд бүртгэнэ. Хэрэв шарлагын төвшин аюулгүйн төвшин дотор байвал үргэлжлүүлэн ажиллахыг зөвшөөрч, дозиметрийг эргүүлэн явуулна. Ийнхүү өдөр болгон дозиметрийг зүүх нь бодит шарлагын төвшинг тогтоох нэг арга зам бөгөөд цацрагтай ажиллагчид шарлагын тухай мэдээллийг мэдэж байх хэрэгтэй.

IV. ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЙН ХУВИЙН ДОЗИМЕТРИЙН ХЯНАЛТЫН ДҮН

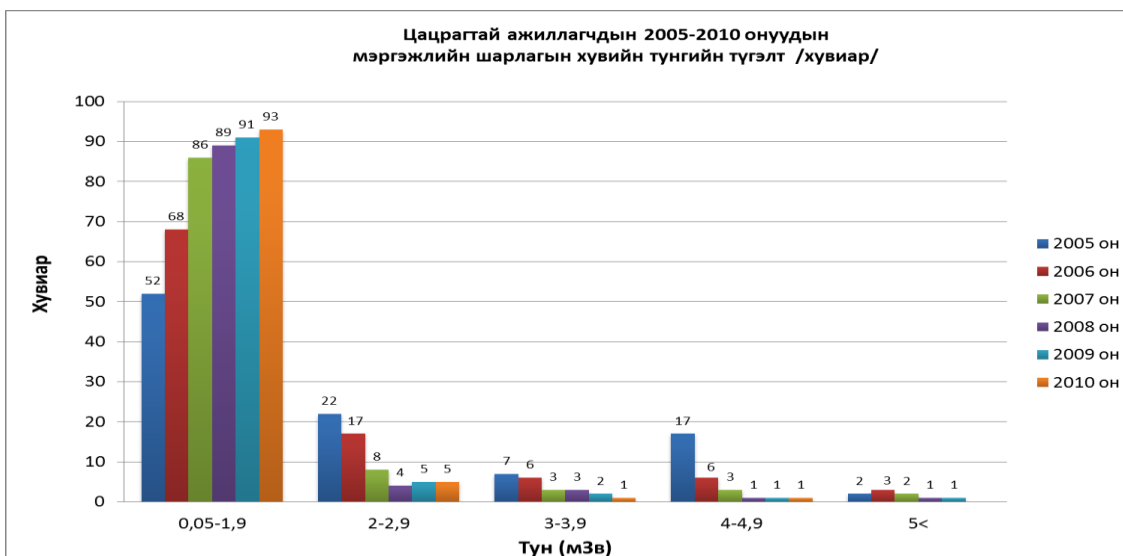
Термолюминесценцийн хувийн дозиметрээр цацрагтай ажиллагчдын тунг үнэлсэн хяналтын дүнг 1-р хүснэгт болон 3-р зурагт харуулав. Хяналтын сүүлийн жилүүдийн хяналтын дүнгээс үзвэл цацрагтай ажиллагчийн 79% нь 0.05-1,9 мЗв, 10% нь 2-2,9 мЗв, 5% нь 3-3,9, 4,5% нь 4-4,9, 1,5 % нь 5-

17 мЗв тун авсан байна. Дээрх хэмжилтүүдийн дүнг харьцуулж үзэхэд бага хэмжээний тун авсан тохиолдол 79 орчим хувь, дунд зэргийн тун авсан тохиолдол 19.5 орчим хувь, зөвшөөрөгдөх хэмжээнд боловч харьцангуй их хэмжээний тун авсан тохиолдол 1.5%-тай байна. 2005-2010 оны хэмжилтийн дүнгээс үзэхэд 2-2,9 mSv тунг авсан цацрагтай

ажиллагчдын тоо 22%-аас 5%, 3,-3,9 mSv тун авсан цацрагтай ажиллагчдын тоо 7%-аас 1%, 4-4,9 mSv тун авсан цацрагтай ажиллагчдын тоо 17%-аас 1% болж буурсан байна. Харин бага хэмжээний буюу 0,05-1,9 mSv тун авсан цацрагтай ажиллагчдын тоо 52-93% болж өссөн дүнтэй байна.

Хүснэгт 1. Цацрагтай ажиллагчдын хувийн тун /2005-2010 он/

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | Бүгд | Хувиар | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| 0.05-1.9 mSv | 52 | 68 | 86 | 89 | 91 | 93 | 479 | 79 | 79 |
| 2-2.9 mSv | 22 | 16 | 8 | 4 | 5 | 5 | 60 | 10 | 19.5 |
| 3-3.9 mSv | 7 | 6 | 3 | 3 | 2 | 1 | 22 | 5 | |
| 4-4.9 mSv | 17 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | 29 | 4.5 | |
| 5 mSv-20 mSv | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | - | 9 | 1.5 | |



Зураг 3

V. ДҮГНЭЛТ

1. Манай улсын цацрагтай ажиллагчдын цацрагийн хяналтанд LiF-термолюминофор бүхий ТЛД хувийн дозиметрийг ашиглаж байгаа бөгөөд цаашид дулааны нейтроныг бүртгэх Li⁶F болон дулааны нейтронд мэдрэмж муутай хоёрдогч дозиметр Li⁷F-г ашиглан нейтрон, гамма цацрагийн өгөх тунг ялгаж тодорхойлох шаардлагатай.
2. Цацрагтай ажиллагчдын 1 жилд авч буй тунгийн хэмжээ нь жилд зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (50мЗв)-ээс хэтэрсэн тохиолдол илрээгүй болно. Энэ нь “Хүн ам түүний дотор цацрагтай ажиллагчийг шарлагын тунгийн тогтоосон хязгаараас

- илүүгээр өртүүлэхгүй байх” цацрагийн хамгаалалт, аюулгүй байдлыг хангах үндсэн зарчмыг хангаж байна. Зарим тохиолдолд анхаарвал зохих нэмэгдэл өөрлөг авсан ажиллагч илэрсэн ч энэ нь цацрагийн хамгаалалт, аюулгүй ажиллагааны журам зөрчсөн, дозиметрийг санаатай болон санамсаргүй шарсан тохиолдол байв.
3. Цацрагтай ажиллагчдын сард авч болох тунгийн дундаж хэмжээ (1,6 мЗв)-ээс хэтэрсэн тохиолдол бүрд тухайн ажилтны ажлын байранд цацрагийн эрүүл ахуй дозиметрийн хяналтыг тусгайлан хийж гүйцэтгэж байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. “Occupational Radiation Protection”, № RS-G-1.1, International Atomic Energy Agency, 1999
2. International Basic Safety Standards for Protection against ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA, Vienna, 1996
3. “Recommendations for Limiting exposure to ionizing radiation, National Health and Medical Research Council, 1995
4. “Цацрагийн хамгаалалтыг эрчимжүүлэх төслийн хэрэгжилт”, ЭАХНСҮТ-ийн ЦХТЛ, MON/9/004 төслийн тайлан.
5. “Улаанбаатар хотын зарим рентген кабинетуудын эмч, лаборант нарын цацрагийн аюулгүй ажиллагаанд хийсэн хувийн дозиметрийн хяналтын товч дүн”, 1981, Х.Нямцэрэн
6. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучения. Изд. 3-е. перераб. и доп. Под ред. Е.Л. Столяровой. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 7, Knoll Glenn F. Radiation Detection and Measurement. Third edition, 2000, John Wiley & Sons Inc.