

## МИКРОТРОН МТ-22 –ЫН ГАММА СУВАГ ДАХЬ ЭЛЕКТРОНЫ БАГЦЫН ЭФФЕКТИВ ДИАМЕТРИЙГ ҮНЭЛЭХ

*Б.Отгоолой, Н.Энхбат, П.Зузаан, Д.Баатархүү.  
Монгол Улсын Их Сургууль, Цөмийн Судалгааны Төв*

**Товч утга:** Микротрон МТ-22 –ын гамма суваг дахь электроны багцын эффектив диаметрийг фото- идэвхжлийн анализаар үнэлэх арга боловсруулав.

**Түлхүүр үг:** микротрон, тормозын цацраг, эффектив диаметр, гаралтын өнцөг

### ОРШИЛ

Микротрон МТ-22 –ын гамма суваг дээр тормозын цацраг гарах биет өнцөг болон электроны багцын эффектив диаметрийг тогтоох асуудал нь тухайн суваг дээр шинжилгээ хийхэд дээжний хамгийн тохиромжтой байрлал, геометр хэмжээг тогтоох чухал ач холбогдолтой. Дээрх параметруудийг [1,3]–д фото-зургийн аргаар тодорхойлсон байдаг. Энэхүү ажил нь дээрх зорилгыг хангах гамма идэвхжилийн хялбар аргыг боловсруулахад чиглэв.

### 1. ТОРМОЗЫН ГАММА ЦАЦРАГИЙН ҮҮСГҮҮРИЙН ЭКВИВАЛЕНТ ЦЭГИЙН ЗАЙГ ҮНЭЛЭХ

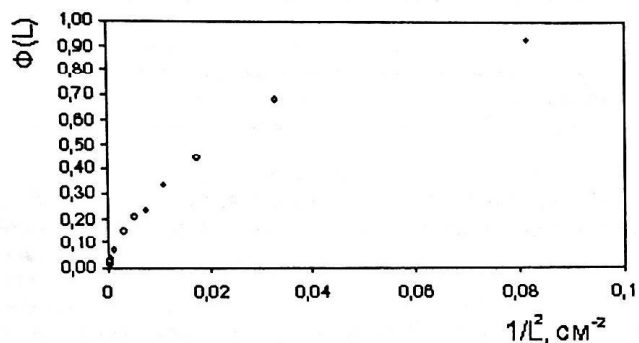
[2] ёсоор Тантал байнаас үүсч буй гамма цацрагийн урсгалын нягт нь бай цөмөөс зайн квадратын урвуугаар буурахгүй болох нь тогтоогдсон (зураг 1). Үүний шалтгаан нь гамма цацрагийн үүсгүүрийн геометр хэмжээтэй холбоотой байж болох юм. Аливаа цахилгаан соронзон долгионы урсгалын нягт нь зайн квадратаас урвуу хамааралтай байдаг. Өөрөөр хэлбэл, тормозын гамма цацрагийн урсгалын нягт нь тодорхой биет өнцөг ( $\alpha$ )–т зайн квадратаас урвуу хамааралтай байна (зураг 2) [1]. Тантал байнаас гарч буй тормозын цацрагийн цэгэн үүсгүүртэй эквивалент цэгийн байршлыг  $O$  гэж тэмдэглэе.

2-р зургаас харахад,  $O$  цэгээс  $\alpha$  биет өнцөгөөр гарч байгаа тормозын цацрагийн үүсгэх  $r$  радиустай тойргийн нэгж талбайд ноогдох урсгалын нягт нь дараах хэлбэрээр илэрхийлэгдэнэ.

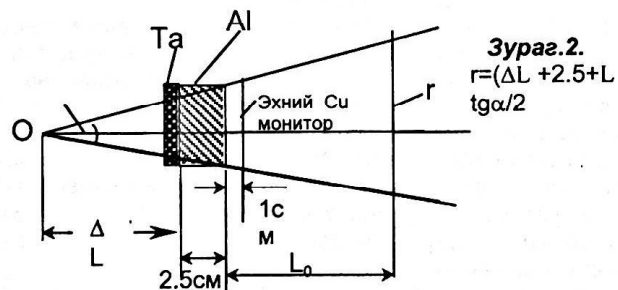
$$F(R = \Delta L + L) = \frac{F_0}{\pi \cdot r^2} = \frac{F_0}{\pi \cdot (\Delta L + L)^2 \cdot \text{tg}^2(\alpha/2)} \quad (1)$$

Энд:  $F_0$ -Үүсгүүртэй эквивалент цэг дээрх электроны багцын урсгалын эрчим

$\Delta L$ - Үүсгүүртэй эквивалент цэгээс хөнгөн цагаан шингээгчийн гадаргуу хүртэлх зай



**Зураг.1.** Тантал байнаас гарч буй тормозын гамма квантын урсгалын нягт ба зайн квадратын хоорондох хамаарал



**Зураг.2.**  
 $r = (\Delta L + 2.5 + L) \cdot \text{tg} \alpha/2$

Туршлагаар гамма цацрагийн урсгалын нягтын түгэлтийг 2.5 см зузаантай хөнгөн цагаан шингээгчээс 1 см зайд байх 0.5 см радиустай Си ялтаснуудын тусламжтайгаар тодорхойлсон. Өөрөөр

хэлбэл,  $R_m = \Delta L + 3.5$  см зайд харгалзах урсгалын нягтад нормчилсон гэсэн үг.

$$F_m(R_m = \Delta L + 3.5) = \frac{F_0}{\pi \cdot r_m^2} = \frac{F_0}{\pi \cdot (\Delta L + 3.5)^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha / 2}$$

$r_m$  - зэс мониторын эхний байрлалд харгалзах багцын ( $\alpha$  өнцгөөр сарниж буй) хөндлөн огтлолын радиус

Иймд тормозын цацрагийн харьцангуй нягт дараах хэлбэрээр илэрхийлэгдэнэ.

$$\Phi(R) = \frac{F(R)}{F_m(R_m)} = \frac{(\Delta L + 3.5)^2}{(\Delta L + L_0 + 2.5)^2} = \frac{r_m^2}{r^2} \quad (2)$$

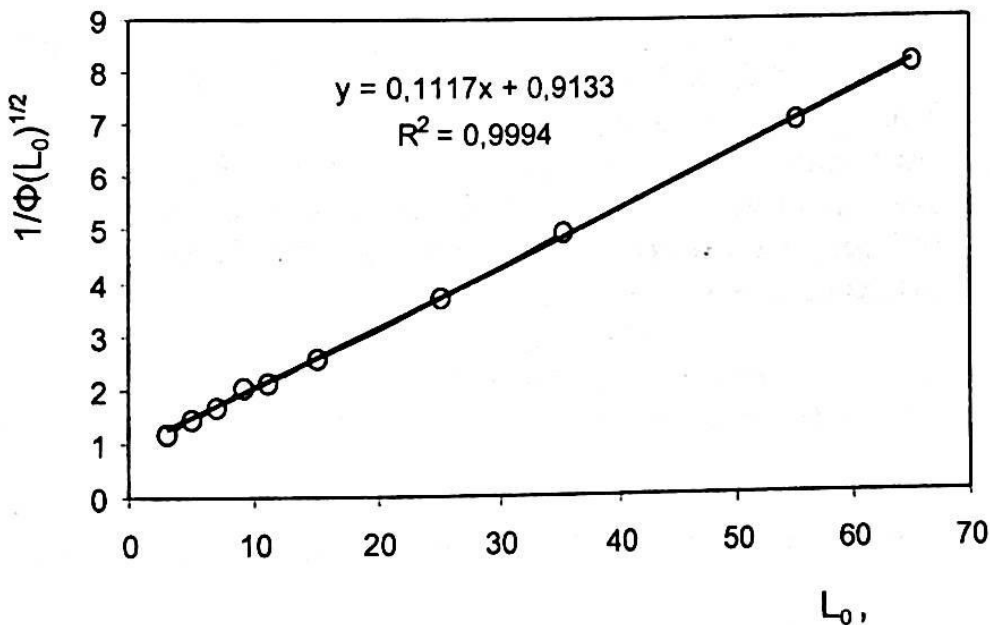
$L_0$  - Al шингээгчийн гадаргаас хэмжигдэх зай гэдгийг тооцвол:

$$\text{Эндээс} \quad \Delta L + L = \Delta L + 2.5 + L_0 = \frac{\Delta L + 3.5}{\sqrt{\Phi(L_0)}} \quad \text{буюу}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\Phi(L_0)}} = \frac{\Delta L + 2.5}{\Delta L + 3.5} + \frac{1}{\Delta L + 3.5} \cdot L_0 = a + b \cdot L_0 \quad (3)$$

$$\text{Энд :} \quad a = \frac{\Delta L + 2.5}{\Delta L + 3.5}, \quad b = \frac{1}{\Delta L + 3.5}$$

$$\Rightarrow \Delta L = \frac{a}{b} - 2.5$$



**Зураг.3. Хэмжилтийн дүнг ашиглан, 3-р илэрхийллийг шалгасан байдал**

Хэмжилтийн дүнг ашиглан 3 хамаарлаар, а болон в коэффициентуудыг олсныг 3-р зурагт үзүүлэв. Зургаас харахад  $v=0.1117$ ,  $a=0.9133$  ба  $\Delta L=5.68$  см байна.

**2. ТОРМОЗЫН ГАММА ЦАЦРАГИЙН САРНИЛЫН ӨНЦГИЙГ ҮНЭЛЭХ**

Электроны багц тусч байгаа(тантал байн зузаан 0.2 см гэдгийг санавал) цэгт харгалзах тормозын цацрагийн урсгалын харьцангуй нягтыг 2-р томъёог ашиглан олбол:

$$\Phi(\Delta L - 0.2) = \frac{F(\Delta L - 0.2)}{F_M(\Delta L + 3.5)} = 2.806$$

Эхний зэс монитормын байрлал дахь цацрагийн урсгалын харьцангуй нягтыг нэг гэж нормчилсон учраас:

$$\Phi(\Delta L + 3.5) = \frac{\Phi(\Delta L - 0.2)}{\pi \cdot r_M^2} = 1 \quad \text{буюу}$$

$$r_M = \sqrt{\frac{\Phi(\Delta L - 0.2)}{\pi}} = 0.945 \text{ см}$$

$\text{tg}(\alpha/2) = r_M / (\Delta L + 3.5) = 0.1$  ба гаралтын өнцөг  $\alpha = (11.4 \pm 1)^\circ$  болно.

**3. ТАНТАЛ БАЙ ДЭЭР ТУСЧ БУЙ ЭЛЕКТРОНЫ БАГЦЫН ЭФФЕКТИВ ДИАМЕТРИЙГ ҮНЭЛЭХ**

Үүсгүүртэй эквивалент О цэгээс  $\alpha$  өнцөг үүсгэн гарсан цацраг тантал бай дээр тусч байгаа электроны багцын эффектив диаметрийн шүргэгч нь байх ёстой гэж үзвэл, электроны багцын эффектив радиус нь  $R_e = \Delta L \cdot \text{tg}(\alpha/2) = 0.58$  см буюу диаметр нь  $(1.16 \pm 0.1)$  см болно.

### ДҮГНЭЛТ

ДУБНА хот дахь ЦШНИ-ийн микроотрон "MT-22" –ын хувьд фото-зургийн аргаар ажил [1] –д үүсгүүртэй эквивалент цэгээс хөнгөн цагаан шингээгч хүртэлх зай  $\Delta L=(6.6\pm 0.4)$  см, гаралтын өнцөг  $\alpha=(7.4\pm 0.1)^\circ$ , харин "MT-16" –ын хувьд сарнилын өнцөг  $\alpha=(10.4\pm 0.1)^\circ$ . Мөн энэ аргаар [3]–д МУИС, ЦСТ –ын микроотрон "MT-22"-ын хувьд электроны урсгалын диаметр  $\sim 9$  мм гэж тодорхойлсон байдаг.

Бидний боловсруулсан аргаар  $\Delta L=(5.68\pm 0.6)$ см,  $\alpha=(11.4\pm 1)^\circ$ , харин электроны урсгалын диаметр 1.1 см гэж гарав. Эдгээр утгууд нь дээрх ажлуудтай тохирч байгаа нь бидний энэ арга фото-зургийн аргаас муугүй тодорхойлж байгааг харуулж байна. Энэхүү ажлаар дэвшигдэж буй шинэ арга нь шуурхай, өөрийн өртөг багатай, олон дахин давтан хийх боломжтойгоос гадна хэмжилтийн алдааг багасгах бүрэн бололцоотой зэргээрээ бусад ажлуудаас давуу талтай.

Бидний тооцоо  $\text{Cu}^{65}(\gamma, n)\text{Cu}^{64}$  ( $E_{\text{босго}} \approx 10$  МэВ) урвалыг ашиглан хийгдсэн учраас  $E_\gamma \geq 10$  МэВ энергитэй гамма квантын урсгалын нягтад хамаарагдана.

### Summary

The method has developed to determine the effective diameter of electron beam in gamma irradiation channel of microtron "MT-22" by photon activation analysis.

### АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

1. Х.Герстенбергер, Г.-Х.Трейтлер, М.Гейслер. Об оптимизаций условий облучения в поле тормозного излучения микроотрона MT-22 ОИЯИ, ДУБНА. IV совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ДУБНА. 20-23 октября 1981 года. ОИЯИ. №P18-82-117. стр186-195.
2. Н.Энхбат. Электроны хурдасгуур MT-22 –ын гамма суваг дээрх холимог цацрагийн орны түгэлтийг үнэлэх. Дипломын ажил. МУИС. УБ хот. 2002 он.
3. Микроотроныг боловсронгуй болгох. Цөмийн арга төслийн тайлан. №2002-00011. УБ хот. 2002 он. хуудас 38-46.