



CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

QCVN .... : 201../BKHCN

**QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA  
ĐỐI VỚI MÁY GIA TỐC TUYẾN TÍNH  
DÙNG TRONG XẠ TRỊ**

*National technical regulation on linear accelerator  
in radiotherapy*

**HÀ NỘI – 201..**

## **Lời nói đầu**

QCVN ... : 201../BKHCN do *Cục An toàn bức xạ và hạt nhân* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng trình duyệt và được ban hành theo Thông tư số .../201../TT-BKHCN ngày ... tháng ... năm 201.. của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ.

**QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA**  
**ĐỐI VỚI MÁY GIA TỐC TUYẾN TÍNH DÙNG TRONG XẠ TRỊ**  
**National technical regulation on linear accelerator**  
**in radiotherapy**

**1. QUY ĐỊNH CHUNG**

**1.1. Phạm vi điều chỉnh**

Quy chuẩn này quy định về các yêu cầu kỹ thuật, quản lý đối với việc sử dụng, kiểm định và quy trình để kiểm định máy gia tốc tuyến tính trong xạ trị.

**1.2. Đối tượng áp dụng**

Quy chuẩn này áp dụng đối với:

- Các tổ chức, cá nhân sử dụng máy gia tốc;
- Các tổ chức hoạt động kiểm định máy gia tốc;
- Các cơ quan quản lý nhà nước và tổ chức, cá nhân khác có liên quan.

**1.3. Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong Quy chuẩn này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

**1.3.1. Máy gia tốc tuyến tính trong xạ trị** (sau đây trong Quy chuẩn kỹ thuật này gọi tắt là máy gia tốc) là thiết bị xạ trị từ xa trong y tế sử dụng sóng điện từ cao tần để gia tốc các hạt electron tới năng lượng cần thiết tạo ra chùm tia X (bức xạ hãm) hoặc sử dụng trực tiếp chùm electron này cho các mục đích điều trị.

**1.3.2. Các yêu cầu chấp nhận** là các yêu cầu tối thiểu hoặc giới hạn phải đạt trên quan điểm an toàn bức xạ và độ chính xác của các tham số kỹ thuật liên quan đến chế độ xác lập và phẩm chất chùm tia của máy gia tốc.

**1.3.3. Kiểm định máy gia tốc** là hoạt động kỹ thuật theo một quy trình nhất định nhằm đánh giá và xác nhận sự phù hợp của máy gia tốc theo các yêu cầu được quy định tại Quy chuẩn kỹ thuật này.

**1.3.4. Kiểm tra kỹ thuật** là phép kiểm tra tính năng hoạt động của các hệ thống điều khiển, cơ khí, hiển thị, dùng khẩn cấp, khóa liên động của máy gia tốc.

**1.3.5. Kiểm tra đo lường** là phép kiểm tra sử dụng các thiết bị đo để đánh giá các đặc tính kỹ thuật của máy gia tốc phù hợp với các yêu cầu được quy định tại Quy chuẩn kỹ thuật này.

**1.3.6. MU (Monitor Unit)** là đơn vị được sử dụng để đo liều phát của máy gia tốc. 1MU là một lượng điện tích ghi nhận được từ buồng ion hóa gắn ở đầu

máy gia tốc tương ứng với liều hấp thụ 1cGy trong phantom nước bởi cùng chùm tia trong điều kiện tham chiếu.

**1.3.7. Bộ chuẩn trực chùm tia (Collimator)** là hệ thống cơ khí được thiết kế để chuẩn trường chiếu theo dạng: (1) hình chữ nhật hoặc hình vuông bằng hai cặp ngàm cơ bản (jaws) X và Y; (2) hình dạng bất kỳ bằng hệ thống chuẩn trực đa lá (MLC); (3) hình nón bằng bộ chuẩn trực hình trụ.

**1.3.8. Vật liệu tương đương mô** là chất liệu có các đặc trưng hấp thụ và tán xạ đối với một loại bức xạ nhất định tương tự như một loại mô sinh học cụ thể.

**1.3.9. Phantom** là mô hình làm bằng nước hoặc các vật liệu tương đương mô, dùng để đo dữ liệu chùm tia hoặc mô phỏng các đặc trưng tương tác của bức xạ với cơ thể người hoặc sinh vật.

**1.3.10. Bộ hội tụ chùm điện tử (Applicator hay Electron Applicator)** là thiết bị hỗ trợ định dạng trường chiếu của chùm electron với kích thước hình học cố định.

**1.3.11. Hệ số liều lồi ra (OF)** là tỉ số giữa liều hấp thụ ở tại trường  $s$  (hoặc một applicator bất kỳ) với liều hấp thụ tại trường tham chiếu (hoặc một applicator tham chiếu) ở cùng một độ sâu tham chiếu  $z_{ref}$  (thường chọn tại độ sâu có liều hấp thụ cực đại  $z_{max}$ ) của trường chiếu tham chiếu trên trục trung tâm của chùm tia.

Hệ số liều lồi ra được xác định bởi biểu thức:

$$OF(s) = \frac{D(z_{ref}, s)}{D(z_{ref}, s_{ref})}$$

$OF(s)$ : hệ số liều lồi ra;  $D(z_{ref}, s)$  là giá trị liều đo được từ buồng ion hoá của trường mở  $s$  (hoặc một applicator bất kỳ);  $D(z_{ref}, s_{ref})$  là giá trị liều đo được từ buồng ion hoá đối với trường tham chiếu 10cm x 10cm (hoặc một applicator tham chiếu).

**1.3.12. Điểm đồng tâm (isocenter)** là điểm giao nhau của trục quay cần máy, trục quay bộ chuẩn trực và trục quay bàn điều trị.

**1.3.13. Trục trung tâm của chùm tia** là đường thẳng đi qua tâm của nguồn phát bức xạ và điểm đồng tâm.

**1.3.14. Phân bố tỉ số liều sâu cách tâm (off-axis ratios)** là phân bố tỉ số các điểm liều trên đường thẳng vuông góc với trục trung tâm của chùm tia với

giá trị liều tại điểm giao nhau với trục trung tâm của chùm tia.

**1.3.15. Kích thước trường chiếu (FS)** là giới hạn hình học được tạo bởi độ rộng của đường phân bố tỉ số liều sâu cách tâm theo phương X và Y tại vị trí 50% giá trị liều hấp thụ tại trục trung tâm tại mặt phẳng vuông góc với trục trung tâm của chùm tia.

**1.3.16. Độ phẳng của trường chiếu (F)** là độ lệch của giá trị tỉ số liều sâu cách tâm lớn nhất và nhỏ nhất trong vùng có bề rộng bằng 80% kích thước trường chiếu. Độ phẳng của trường chiếu được tính theo công thức:

$$F(\%) = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100$$

Trong đó:  $I_{\max}$  và  $I_{\min}$  tương ứng là giá trị tỉ số liều sâu cách tâm lớn nhất và nhỏ nhất trong vùng có bề rộng bằng 80% kích thước trường chiếu.

*Ghi chú:* Định nghĩa này không áp dụng cho các chùm tia không được lọc phẳng FFF: Flattening Filter-Free

**1.3.17. Tính đối xứng của trường chiếu (S)** là trung bình các giá trị độ lệch của hai điểm bất kỳ đối xứng qua trục trung tâm của chùm tia. Tính đối xứng của trường chiếu được tính theo công thức:

$$S(\%) = \frac{area_{left} - area_{right}}{area_{left} + area_{right}} \times 100$$

$area_{left}$ : Vùng bên trái từ điểm liều 50% tới giá trị liều tại trục trung tâm.

$area_{right}$ : Vùng bên phải từ điểm liều 50% tới giá trị liều tại trục trung tâm.

**1.3.18. Liều hấp thụ (D)** được định nghĩa là thương số  $dE/dm$ , trong đó  $dE$  là năng lượng trung bình mà bức xạ ion hóa truyền cho vật chất môi trường có khối lượng là  $dm$ . Trong hệ SI, đơn vị đo liều hấp thụ là Joule/kilôgam, viết tắt là J/kg.

Trong thực tế, Đơn vị của liều hấp thụ là Gray, ký hiệu Gy ( $1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$ ) hoặc rad (viết tắt của Roentgen Absorbed Dose).

$$1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$$

**1.3.19. Liều sâu phần trăm (PDD)** là liều hấp thụ tại một điểm trong nước ở độ sâu  $z$  được biểu thị bằng phần trăm so với với liều hấp thụ cực đại ở tại độ sâu  $z_{\max}$  trên trục trung tâm của chùm tia. Liều sâu phần trăm (PDD) được xác định bởi biểu thức:

$$PDD(s, Q, f, z) = \frac{D}{D_{max}} \times 100$$

Với  $D$  là liều hấp thụ tại độ sâu  $z$  trên trục trung tâm của chùm tia.  $D_{max}$  là liều hấp thụ cực đại tại độ sâu  $z_{max}$  trên trục trung tâm của chùm tia;  $s$  là kích thước trường chiếu tại bề mặt phantom;  $Q$  là năng lượng chùm tia;  $f$  là khoảng cách từ nguồn phát bức xạ đến bề mặt phantom.

**1.3.20. Nêm vật lý (nêm)** là thiết bị hỗ trợ được cấu tạo bằng vật liệu hợp kim chì hoặc thép được sử dụng để thay đổi đường phân bố liều lượng của các chùm tia photon. Hệ số truyền qua nêm là tỉ số của liều tại một độ sâu tham chiếu trong phantom nước và trên trục trung tâm của một trường có nêm và không có nêm trong chùm tia.

Hệ số truyền qua nêm được tính như sau:

$$F_W = \frac{D_W}{D_{ref}}$$

$F_W$ : Hệ số truyền qua nêm;  $D_W$ : Giá trị liều ghi nhận được từ buồng ion hoá trong trường chiếu có nêm;  $D_{ref}$ : Giá trị liều ghi nhận được từ buồng ion hoá trong trường chiếu không có nêm

**1.3.21. SSD** là khoảng cách từ nguồn phát tia đến bề mặt phantom hoặc da bệnh nhân tại trục trung tâm của chùm tia.

**1.3.22. SAD** là khoảng cách từ nguồn phát tia tới điểm đồng tâm.

**1.3.23. Commissioning** là quy trình kỹ thuật được tiến hành trên máy gia tốc trước khi đưa hệ thống vào hoạt động điều trị, bao gồm việc đo, thu thập dữ liệu vật lý chùm tia; sau đó nạp các bộ dữ liệu này vào phần mềm lập kế hoạch điều trị; và kiểm tra độ chính xác của toàn bộ hệ thống

**1.3.24.  $R_{50}$  và  $R_{80}$**  là độ sâu có liều hấp thụ bằng 50% và 80% giá trị liều hấp thụ cực đại trên trục trung tâm của chùm electron.

**1.3.25. Tỉ số mô-phantom  $TPR_{20/10}$**  là tỉ số của liều hấp thụ ở độ sâu 20cm và 10cm trong phantom nước trên trục trung tâm của chùm tia với khoảng cách từ nguồn phát bức xạ đến tâm buồng ion hóa (SCD) = 100cm, trường chiếu 10cm x 10cm tại mặt phẳng đi qua tâm của buồng ion hóa.

## 2. YÊU CẦU KIỂM TRA

2.1. Máy gia tốc phải đáp ứng những yêu cầu chấp nhận trong bảng sau (tương ứng với cấu hình của máy gia tốc):

<b>TT</b>	<b>Thông số kiểm tra</b>	<b>Yêu cầu chấp nhận</b>
<b>I</b>	<b>Kiểm tra bên ngoài</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máy gia tốc xạ trị được kiểm định phải ở trong tình trạng đang hoạt động , có đầy đủ số liệu về chủng loại máy, hãng sản xuất, năm sản xuất;</li> <li>- Máy gia tốc xạ trị và bàn điều khiển phải sạch sẽ, không bị han rỉ, không bị nứt vỡ;</li> <li>- Các ký hiệu, số liệu ghi khắc trên thiết bị và phụ tùng phải đọc được rõ ràng, đầy đủ.</li> </ul>
<b>II</b>	<b>Kiểm tra kỹ thuật</b>	
	Kiểm tra bàn điều khiển	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các công tắc điều khiển phải có tác dụng điều khiển chuyển động hoặc quay nhẹ nhàng;</li> <li>- Các đèn chỉ thị phải thể hiện đúng trạng thái của máy gia tốc</li> </ul>

	Kiểm tra hoạt động của máy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cần máy gia tốc phải quay được quanh trục một cách nhẹ nhàng và có thể dừng ở một vị trí bất kỳ (một góc ấn định nào đó) một cách chính xác, ổn định.</li> <li>- Bộ chuẩn trục chùm tia của máy gia tốc phải quay được quanh trục một cách dễ dàng và có thể dừng ở một vị trí bất kỳ một cách chính xác, ổn định.</li> <li>- Các ngàm (jaw) hoặc các lá – MLC (nếu có) có thể di chuyển được dễ dàng, trơn tru theo sự điều khiển để tạo được trường chiếu theo yêu cầu.</li> <li>- Chỉ thị kích thước trường xạ bằng ánh sáng phải nhìn được rõ nét.</li> <li>- Các hệ thống xác định khoảng cách bằng cơ học, chỉ thị quang học và laser phải quan sát được rõ ràng</li> <li>- Hệ thống dừng khẩn cấp, khóa liên động hoạt động ổn định</li> </ul>
<b>III</b>	<b>Kiểm tra đo lường</b>	
<b>A</b>	<b>Kiểm tra độ chính xác của cơ khí và hình học máy</b>	
1	Thước chỉ thị quang học	$\pm 2$ mm
2	Độ chính xác của bộ hiển thị góc quay của bộ chuẩn trục chùm tia, cần máy và bàn điều trị	$\pm 1^0$



3	Độ trùng khít của trường sáng và trường xạ	$\pm 3\text{mm}$ đối với các trường nhỏ hơn $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ; $\pm 5\text{ mm}$ đối với các trường lớn hơn $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ $\pm 2\text{mm}$ độ lệch của tâm trường xạ khỏi tâm chữ thập
4	Độ chính xác của chùm laser	$\pm 2\text{ mm}$
5	Chuyển động của bàn điều trị	$\pm 2\text{ mm}$
<b>B</b>	<b>Kiểm tra liều bức xạ chùm photon</b>	
6	Đặc trưng năng lượng chùm photon	2% với $\text{TPR}_{20/10}$ hoặc $\text{PDD}_{20/10}$ (thiết lập khi commissioning)
7	Chuẩn liều lồi ra chùm photon	$1\text{cGy/MU} \pm 2\%$
8	Hệ số liều lồi ra theo kích thước trường chiếu	2% (thiết lập khi commissioning)
9	Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu	$F \leq 3\%$ $S \leq 3\%$
10	Các hệ số của nêm (các nêm vật lý)	2% (thiết lập khi commissioning)
<b>C</b>	<b>Kiểm tra liều bức xạ chùm electron</b>	
11	Đặc trưng năng lượng chùm electron	$\pm 2\text{ mm}$ so với giá trị $R_{50}$ hoặc $R_{80}$ thiết lập khi commissioning
12	Chuẩn liều lồi ra chùm electron	$1\text{cGy/MU} \pm 2\%$
13	Hệ số liều lồi ra cho các applicator	2% (thiết lập khi commissioning)
14	Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu	$F \leq 6\%$ đối với năng lượng $< 10\text{MeV}$ ; $4\%$ đối với năng lượng $\geq 10\text{MeV}$ $S \leq 3\%$
<b>D</b>	<b>Kiểm tra bộ chuẩn trực đa lá (MLC)</b>	

15	Kiểm tra độ chính xác về xác lập vị trí lá MLC tại điểm đồng tâm (isocenter)	$\pm 1$ mm so với giá trị tọa độ MLC xác lập theo phần mềm $\pm 0,5$ mm nếu MLC sử dụng cho kỹ thuật xạ trị điều biến liều IMRT
16	Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay thân máy (MLC Gantry Spoke Shot)	Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi 1 đường tròn bán kính 1mm
17	Đo trùng khít của trường xạ và trường sáng tạo bởi MLC	$\pm 1$ mm
18	Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay Collimator (MLC Collimator Spoke Shot)	Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi đường tròn bán kính 1mm
19	Đo độ rò xạ qua khe và thân MLC (interleaf/intraleaf leakage), đo độ rò xạ qua mồm tròn của MLC	Độ rò xạ <2% (qua thân lá MLC), <2,5% (qua khe các lá MLC) và tất cả các giá trị độ rò xạ qua thân lá, khe lá, mồm lá cần được đưa vào phần mềm lập kế hoạch mô phỏng xạ trị

2.2. Phương pháp kiểm tra để đánh giá các đặc tính kỹ thuật của máy gia tốc nêu tại mục 2.1 phải phù hợp với quy trình kiểm định quy định tại Phụ lục của Quy chuẩn kỹ thuật này.

### 3. YÊU CẦU VỀ QUẢN LÝ

#### 3.1. Yêu cầu đối với việc sử dụng máy gia tốc

3.1.1. Các máy gia tốc không được đưa vào sử dụng nếu chưa tuân thủ theo các quy định tại Quy chuẩn kỹ thuật này.

3.1.2. Các máy gia tốc phải được kiểm tra các đặc tính kỹ thuật như đã nêu tại mục 2.1 trước khi đưa máy gia tốc vào sử dụng lần đầu, định kỳ một (01) năm một lần và sau khi sửa chữa hoặc thay bàn điều khiển, sửa chữa hệ thống cơ khí của máy gia tốc, lắp đặt lại máy gia tốc hoặc sửa chữa khác có khả năng gây ảnh hưởng đến đặc tính làm việc của máy gia tốc.

#### 3.2 Yêu cầu đối với hoạt động kiểm định

3.2.1. Việc kiểm định máy gia tốc phải được thực hiện bởi tổ chức kiểm định có đủ điều kiện theo quy định tại Luật năng lượng nguyên tử và do tổ chức, cá nhân được Cục An toàn bức xạ và hạt nhân cấp đăng ký hoạt động và chứng chỉ hành nghề dịch vụ hỗ trợ ứng dụng năng lượng nguyên tử về kiểm định máy gia tốc.

3.2.2. Hoạt động kiểm định phải tuân thủ theo các quy định của Quy chuẩn kỹ thuật này.

3.2.3. Các thiết bị, dụng cụ phục vụ kiểm định phải phù hợp với đặc tính kỹ thuật của máy gia tốc và phải được hiệu chuẩn theo quy định pháp luật.

## **4. TRÁCH NHIỆM CỦA TỔ CHỨC, CÁ NHÂN**

### **4.1. Trách nhiệm của cơ sở sử dụng máy gia tốc**

4.1.1. Cơ sở sử dụng máy gia tốc phải bảo đảm máy gia tốc đáp ứng các yêu cầu chấp nhận tại mục 2.1 tương ứng với cấu hình của máy gia tốc, thực hiện các quy định quản lý tại mục 3.1 của Quy chuẩn kỹ thuật này.

4.1.2. Cơ sở sử dụng máy gia tốc có trách nhiệm kiểm tra chất lượng máy gia tốc định kỳ hàng ngày, hàng tháng, hàng quý, hàng năm theo yêu cầu điều trị và phải lưu trữ hồ sơ kiểm tra chất lượng để phục vụ công tác thanh tra, kiểm tra của cơ quan quản lý nhà nước.

4.1.3. Cơ sở sử dụng máy gia tốc có trách nhiệm đảm bảo độ chính xác của dữ liệu commissioning và phải lưu trữ dữ liệu commissioning của máy gia tốc, cung cấp cho đơn vị kiểm định và cơ quan quản lý nhà nước khi cần để so sánh, đánh giá chất lượng máy gia tốc.

4.1.4. Nếu Cơ sở sử dụng máy gia tốc tự kiểm tra chất lượng máy gia tốc theo yêu cầu của Quy chuẩn kỹ thuật này thì Cơ sở sử dụng máy gia tốc phải có nhân lực được đào tạo; các thiết bị, dụng cụ kiểm tra phù hợp với đặc trưng kỹ thuật của máy gia tốc và các thiết bị kiểm tra chất lượng máy gia tốc phải được hiệu chuẩn định kỳ theo quy định.

4.1.5. Cơ sở sử dụng máy gia tốc phải lưu trữ hồ sơ kiểm tra chất lượng máy gia tốc theo quy định.

### **4.2. Trách nhiệm của tổ chức, cá nhân kiểm định**

4.2.1. Tổ chức, cá nhân kiểm định máy gia tốc phải bảo đảm năng lực và các yêu cầu quản lý tại mục 3.2 của Quy chuẩn kỹ thuật này.

4.2.2. Tổ chức, cá nhân kiểm định máy gia tốc phải xây dựng quy trình kiểm định phù hợp với thiết bị kiểm tra được sử dụng, quy trình kiểm định được quy định trong Quy chuẩn kỹ thuật này và được Cục An toàn bức xạ và hạt nhân

phê duyệt khi cấp đăng ký hoạt động dịch vụ hỗ trợ ứng dụng năng lượng nguyên tử.

4.2.3. Tổ chức, cá nhân kiểm định máy gia tốc phải thực hiện việc kiểm định theo đúng quy định tại Quy chuẩn kỹ thuật này, chịu trách nhiệm về kết quả kiểm định và lưu giữ hồ sơ chứng nhận kiểm định theo quy định.

## **5. TỔ CHỨC THỰC HIỆN**

Cục An toàn bức xạ và hạt nhân có trách nhiệm hướng dẫn, kiểm tra và phối hợp với các cơ quan chức năng liên quan tổ chức việc thực hiện Quy chuẩn kỹ thuật này.

Căn cứ vào yêu cầu quản lý, Cục An toàn bức xạ và hạt nhân có trách nhiệm kiến nghị Bộ Khoa học và Công nghệ sửa đổi, bổ sung nội dung Quy chuẩn kỹ thuật này phù hợp với thực tiễn./.

## PHỤ LỤC

### QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH MÁY GIA TỐC

#### 1. Quy định chung

1.1. Tài liệu này mô tả quy trình áp dụng để kiểm định máy gia tốc, bao gồm các phép kiểm tra phải thực hiện, phương pháp thực hiện các phép kiểm tra và yêu cầu báo cáo kết quả, cấp giấy chứng nhận kiểm định.

1.2. Có thể sử dụng phương pháp kiểm tra khác so với phương pháp được nêu trong tài liệu này với điều kiện phương pháp đó phải được Cục An toàn bức xạ và hạt nhân phê duyệt trước khi áp dụng.

#### 2. Các phép kiểm tra

Các phép kiểm tra nêu trong Bảng 1 phải được thực hiện đầy đủ khi kiểm định máy gia tốc.

#### 3. Thiết bị, dụng cụ kiểm tra

Phải có đủ các thiết bị, dụng cụ kiểm tra tương thích với các thiết bị được quy định trong Bảng 2 và phù hợp đặc trưng kỹ thuật của máy gia tốc.

#### 4. Điều kiện thực hiện kiểm định

Người thực hiện kiểm định phải tuân thủ các quy định an toàn bức xạ và nguyên lý bảo vệ bức xạ.

Các phương tiện kiểm định phải được đặt trong cùng phòng với máy gia tốc cần kiểm định trước khi bắt đầu kiểm định ít nhất là một giờ (60 phút) để đạt được sự ổn định về nhiệt độ, độ ẩm;

- Sau khi ổn định vị trí, môi trường kiểm định cần tiến hành kiểm tra hoạt động, độ ổn định của các thiết bị kiểm định trước khi bắt đầu kiểm định;
- Môi trường kiểm định phải đảm bảo các điều kiện sau:
  - + Nhiệt độ môi trường: 10 °C đến 30 °C;
  - + Độ ẩm tương đối không vượt quá 85 %.

**Bảng 1. Các phép kiểm định máy gia tốc**

Tên phép kiểm định	Theo điều nào của QTKĐ	Chế độ kiểm định		Tần suất kiểm định
		Ban đầu	Định kỳ	Hàng năm
<b>I. Kiểm tra bên ngoài</b>	5.1	×	×	×

<b>II. Kiểm tra kỹ thuật</b>	5.2	×	×	×
1. Kiểm tra bàn điều khiển	5.2.1	×	×	×
2. Kiểm tra hoạt động của máy gia tốc	5.2.2	×	×	×
<b>III. Kiểm tra đo lường</b>	5.3	×	×	×
<b>Các phép kiểm tra độ chính xác của cơ khí và hình học máy</b>	5.3.1	×	×	×
1. Thước chỉ thị quang học	5.3.1.1	×	×	×
2. Độ chính xác của bộ hiển thị góc quay của collimator, cần máy và bàn điều trị	5.3.1.2	×	×	×
3. Độ trùng khít của trường sáng và trường xạ	5.3.1.3	×	×	×
4. Độ chính xác của laser	5.3.1.4	×	×	×
5. Chuyển động của bàn điều trị	5.3.1.5	×	×	×
<b>Các phép kiểm tra liều bức xạ chùm photon</b>	5.3.2	×	×	×
6. Đặc trưng năng lượng chùm photon	5.3.2.1	×	×	×
7. Chuẩn liều lồi ra chùm photon	5.3.2.2	×	×	×
8. Hệ số liều lồi ra theo kích thước trường chiếu	5.3.2.3	×	×	×
9. Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu	5.3.2.4	×	×	×
10. Hệ số truyền qua nôm	5.3.2.5	×	×	×
<b>Các phép kiểm tra liều bức xạ chùm electron</b>	5.3.3			×
11. Đặc trưng năng lượng chùm electron	5.3.3.1	×	×	×
12. Chuẩn liều lồi ra chùm electron	5.3.3.2	×	×	×
13. Hệ số liều lồi ra cho các applicator	5.3.3.3	×	×	×

khác nhau				
14. Độ phẳng (F) và Tính độ đối xứng (S) của trường chiếu	5.3.3.4	×	×	×
<b>Các phép kiểm tra bộ chuẩn trực đa lá (MLC)</b>	5.3.4			×
15. Kiểm tra độ chính xác về xác lập vị trí lá MLC	5.3.4.1	×	×	×
16. Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay thân máy (MLC Gantry Spoke Shot)	5.3.4.2	×	×	×
17. Đo trùng khít của trường xạ và trường sáng	5.3.4.3	×	×	×
18. Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay Collimator (MLC Collimator Spoke Shot)	5.3.4.4	×	×	×
19. Đo độ rò xạ qua khe và thân MLC (interleaf/intraleaf leakage), đo độ rò xạ qua mỏm tròn của MLC	5.3.4.5	×	×	×

**Bảng 2. Thiết bị, dụng cụ phục vụ kiểm định máy gia tốc**

Số TT	Tên các phương tiện kiểm định	Đặc trưng kỹ thuật
1.	Buồng ion hoá hình trụ	- Thể tích nhạy bức xạ: từ 0,01 đến 0,7 cm <sup>3</sup> hoặc loại tương tự
2.	Buồng ion hóa phẳng song song	Thể tích nhạy bức xạ: từ 0,01 đến 0,6 cm <sup>3</sup>
3.	Máy đo điện tích	- Có các thang đo tương thích với các buồng ion hoá và đo điện tích - Nhiệt độ hoạt động: từ 10 °C đến 40 °C - Dải đo : nC hoặc nA
4.	Khí áp kế	- Thang đo: từ 850 mbar đến 1050

		mbar (hay từ 85 kPa đến 105 kPa). - Độ chính xác: 2 mbar (0,2 kPa)
5.	Nhiệt kế	- Thang đo: từ 0 °C đến 35 °C - Độ chính xác: ± 0,5 °C
6.	Âm kế	- Phạm vi đo : từ 0% đến 100%
7.	Thước đo chiều dài	- Độ chính xác: ± 1mm - Phạm vi đo: từ 0 cm đến 100 cm
8.	Phantom nước	Độ phân giải vị trí đo trong không gian ≤3 mm
9.	Phantom rắn tương đương nước	Rõ nguồn gốc, xuất xứ, được cấp chứng chỉ sử dụng trong lĩnh vực đo liều
10.	Thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
11.	Thiết bị kiểm tra laser	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
12.	Thiết bị tạo hình chữ thập	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
13.	Thước thẳng bằng (nivo)	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
14.	Thước thẳng bằng kỹ thuật số	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
15.	Phim nhạy bức xạ (phim)	Rõ nguồn gốc, xuất xứ
16.	Giấy vẽ kỹ thuật (ô ly)	A3, A4 (chia ô 1 mm)

## 5. Tiến hành kiểm định

Máy gia tốc được kiểm định phải ở trong tình trạng đang hoạt động. Trước khi bắt đầu kiểm định định kỳ hoặc đột xuất, phải tham khảo kết quả kiểm định lần trước và điều kiện thiết lập phép kiểm tra tại thời điểm commissioning cho máy gia tốc để bảo đảm điều kiện thiết lập phép kiểm tra phù hợp với thời điểm commissioning.

### 5.1. Kiểm tra bên ngoài

- Có đầy đủ thông tin của thiết bị: nước/hãng sản xuất, mã hiệu, năm sản xuất, ngày, tháng, năm đưa vào sử dụng, số hiệu của các bộ phận, thiết bị. Bảo đảm thông tin của thiết bị được lưu giữ đầy đủ tại cơ sở.



- Máy gia tốc và bàn điều khiển phải sạch sẽ, không bị han rỉ, không bị nứt vỡ.
- Các ký hiệu, số liệu ghi khắc trên thiết bị và phụ tùng phải đọc được rõ ràng, đầy đủ.

## **5.2. Kiểm tra kỹ thuật**

Việc kiểm tra kỹ thuật có thể đánh giá được một phần chất lượng và tình trạng hoạt động máy gia tốc, qua việc kiểm tra này, kiểm định viên có thể đề nghị cơ quan quản lý, cơ sở sử dụng cho dừng sử dụng máy gia tốc mà không cần kiểm tra về đo lường.

### **5.2.1. Kiểm tra bàn điều khiển**

- Các công tắc điều khiển phải có tác dụng điều khiển chuyển động hoặc quay nhẹ nhàng;
- Các đèn chỉ thị phải chỉ thị đúng trạng thái của máy gia tốc

### **5.2.2. Kiểm tra hoạt động của máy**

- Máy gia tốc phải quay được quanh trục một cách nhẹ nhàng và có thể dừng ở một vị trí bất kỳ (một góc ấn định nào đó) một cách chính xác, ổn định.
- Bộ chuẩn trục chùm tia của máy gia tốc phải quay được quanh trục một cách dễ dàng và có thể dừng ở một vị trí bất kỳ (một góc ấn định nào đó) một cách chính xác, ổn định.
- Các ngàm (jaw) hoặc các lá – MLC (nếu có) có thể di chuyển được dễ dàng, trơn tru theo sự điều khiển để tạo được trường chiếu theo yêu cầu.
- Chỉ thị kích thước trường xạ bằng ánh sáng phải nhìn được rõ nét.
- Các hệ thống xác định khoảng cách bằng cơ học, chỉ thị quang học và laser phải quan sát được rõ ràng.
- Hệ thống dừng khẩn cấp, khóa liên động hoạt động ổn định

## **5.3. Kiểm tra đo lường**

### **5.3.1. Các phép kiểm tra độ chính xác của cơ khí và hình học máy**

#### **5.3.1.1. Thước quang học**

*Mục đích:* Kiểm tra độ chính xác giữa thước chỉ thị quang học với thước đo khoảng cách cơ học.

*Điều kiện thiết lập:* Góc quay cần máy  $0^\circ$ , thực hiện phép kiểm tra tại 3 vị trí SSD=100 cm, 90cm, 110cm

*Yêu cầu trang thiết bị:* Giấy vẽ kỹ thuật (ô ly) A3 hoặc A4 (chia khoảng cách 1mm), thước thẳng bằng, thước cơ học.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Thiết lập góc quay cần máy  $0^0$ , Collimator  $0^0$ . Lắp thiết bị tạo hình chữ thập (reticle) nếu cần, mở trường 10cm x10cm, bật trường sáng.
- Bước 2. Kiểm tra độ bằng phẳng của bàn, cân chỉnh tại một điểm giao nhau của hai dòng kẻ chia 10 mm của giấy vẽ kỹ thuật (ô ly) trùng với tâm chữ thập của máy gia tốc và cố định tờ giấy vẽ kỹ thuật A4 trên bàn,
- Bước 3. Lắp thước cơ học, nâng bàn đến khi SSD = 100cm
- Bước 4. Bật thước quang học. Xác định sự sai khác tại tâm của chữ thập giữa số chỉ của thước quang học và thước cơ học với SSD=100cm
- Bước 5. Lặp lại bước 4 với các SSD = 90cm và 110cm ghi nhận các kết quả, so sánh giá trị chỉ thị của thước quang học và cơ học

*Sai số chấp nhận:*  $\pm 2$  mm

### **5.3.1.2. Độ chính xác của bộ hiển thị góc quay của collimator, cần máy và bàn điều trị**

*Mục đích:* Kiểm tra độ chính xác các giá trị hiển thị trên bàn điều khiển, màn hình hiển thị với các giá trị cơ học thực tế.

*Yêu cầu trang thiết bị:* Thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học, thước thẳng bằng, thước thẳng bằng kỹ thuật số.

*Phương pháp thực hiện:*

#### **+ Độ chính xác góc quay của collimator:**

- Bước 1. Đặt góc quay cần máy  $90^0$  (bỏ thiết bị tạo hình chữ thập (reticle) nếu có). Đặt collimator về  $0^0$
- Bước 2. Đặt thước thẳng bằng kỹ thuật số nằm ngang trên bàn điều trị, mặt trên thước thẳng bằng kỹ thuật số đi qua điểm đồng tâm sao cho số chỉ thước  $0^0$ .
- Bước 3. Điều khiển ngàm trên (ngàm Y1) sao cho bóng trường sáng trên tường sát với đỉnh của thước thẳng bằng kỹ thuật số đến khi thấy có ánh sáng giữa ngàm và đỉnh thước thẳng bằng kỹ thuật số tạo thành đường kẻ nhỏ.
- Bước 4. So sánh số chỉ bộ hiển thị collimator với góc  $0^0$   
Lặp lại các bước với góc collimator  $90^0$ ,  $270^0$  và  $180^0$

#### **+ Độ chính xác góc quay của cần máy:**

- Bước 1. Quay cần máy tới đúng các góc có số chỉ hiển thị  $0^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$  và  $270^0$ .  
Đặt thước thẳng bằng kỹ thuật số trên bề mặt vỏ che collimator.
- Bước 2. Ghi lại các giá trị hiển thị, so sánh với chỉ thị cơ học.

**+ Độ chính xác góc quay của bàn điều trị:**

- Bước 1. Đặt thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học lên bàn điều trị sao cho tâm thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học trùng với tâm chữ thập của máy gia tốc.
- Bước 2. Đặt phẳng thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học bằng cách chỉnh ốc vặn thẳng bằng và kiểm tra chỉ thị cân bằng của thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học bằng thước thẳng bằng kỹ thuật số.
- Bước 3. Thiết lập góc quay cần máy và Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , đặt SSD=100cm bằng cách sử dụng thước cơ học, đảm bảo điễm đầu của thước cơ học chạm mặt phẳng tấm chỉ thị (không chạm sâu vào lỗ trung tâm trên bề mặt tấm chỉ thị).
- Bước 4. Quay bàn điều trị xung quanh góc  $90^\circ$ , sao cho hình chữ thập của thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học trùng với hình chữ thập của máy gia tốc, ghi lại giá trị trên bộ hiển thị.
- Bước 5. Quay chậm bàn tới gần góc  $180^\circ$  và  $270^\circ$ , sao cho hình chữ thập của thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học trùng với hình chữ thập của máy gia tốc, ghi lại giá trị trên bộ hiển thị.

*Sai số chấp nhận:  $1^\circ$*

**5.3.1.3 Độ trùng khít của trường sáng và trường xạ**

*Mục đích:*

Nhằm kiểm tra độ trùng khít giữa trường xạ và trường sáng.

*Điều kiện thiết lập:* Góc quay cần máy và bộ chuẩn trục chùm tia tại vị trí  $0^\circ$ .

*Yêu cầu trang thiết bị:*

Thước cơ học, phim nhạy bức xạ (phim), phantom rắn, trang thiết bị rửa phim, thước đo độ dài, thiết bị và dụng cụ để định vị, đánh dấu trường sáng trên phim.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Thiết lập góc quay cần máy gia tốc và bộ chuẩn trục chùm tia tại vị trí  $0^\circ$ , mở kích thước trường chiếu 10cm x10cm.
- Bước 2. Đặt phim nhạy bức xạ trên bàn điều trị hoặc giá đỡ, sao cho phim nằm trong vùng trường sáng, vuông góc với trục trung tâm của chùm tia, cố định phim.
- Bước 3. Lắp thước cơ học, thiết lập SSD = 100 cm hoặc các khoảng cách khác
- Bước 4. Định vị và đánh dấu trường sáng trên phim.
- Bước 5. Cho máy phát tia.
- Bước 6. Xử lý phim, đo đánh giá độ lệch.

*Sai số chấp nhận:*

$\pm 3$  mm đối với các trường nhỏ hơn 20 x 20 cm<sup>2</sup>

$\pm 5$ mm đối với các trường lớn hơn 20 x 20 cm<sup>2</sup>

$\pm 3$  mm đối với độ lệch của tâm trường xạ khỏi tâm chữ thập

#### **5.3.1.4. Độ chính xác của chùm laser**

*Mục đích:*

Nhằm kiểm tra sự hội tụ của tất cả các chùm tia laser tại điểm đồng tâm (isocenter)

*Những điều kiện thiết lập:* Thiết lập góc quay cần máy và collimator tại vị trí 0°

*Yêu cầu trang thiết bị:*

Thước cơ học, thiết bị kiểm tra laser, thước thẳng bằng, thước đo độ dài, thiết bị tạo hình chữ thập kèm theo máy (reticle) nếu cần.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đặt góc quay cần máy 0°, collimator 0°, đặt thiết bị kiểm tra laser trên bàn điều trị, lắp thiết bị tạo hình chữ thập (reticle) nếu cần. Chỉnh điểm tâm chữ thập đánh dấu trên thiết bị kiểm tra laser trùng điểm tâm chữ thập của máy gia tốc, mở trường 30cm x30 cm.
- Bước 2. Lắp thước cơ học, đặt khoảng cách 100 cm, chỉnh tâm thiết bị kiểm tra laser trùng với đầu thước cơ học. Bật laser, so sánh sự khác biệt laser bên phải, trái và dọc theo bàn.

*Sai số chấp nhận:*  $\pm 2$  mm

#### **5.3.1.5. Chuyển động của bàn điều trị**

*Mục đích:*

Kiểm tra độ chính xác của chuyển động ngang, dọc và lên xuống của bàn bệnh nhân.

*Những điều kiện thiết lập:* Thiết lập góc quay cần máy và collimator tại vị trí 0°

*Yêu cầu trang thiết bị:* Thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học, thước thẳng bằng, thước thẳng bằng kỹ thuật số.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đặt thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học lên bàn điều trị

Bước 2. Đặt phẳng thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học bằng cách chỉnh ốc vặn thẳng bằng và kiểm tra chỉ thị cân bằng của thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học bằng thước thẳng bằng kỹ thuật số.

Bước 3. Thiết lập góc quay cần máy và collimator tại vị trí  $0^\circ$ , đặt SSD = 100cm bằng cách sử dụng thước cơ học (đảm bảo điểm đầu thước cơ học chạm mặt phẳng tấm chỉ thị và không chạm sâu vào lỗ trung tâm trên bề mặt tấm chỉ thị).

Bước 4. Chỉnh hình chữ thập của thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học trùng với hình chữ thập của máy gia tốc.

Bước 5. Đặt mốc bàn tại đó là 0.

Bước 6. Phương thẳng đứng: Sử dụng thước cơ học, di chuyển bàn từ vị trí SSD=100 tới SSD = 90cm và SSD =110cm nghi lại giá trị thay đổi của bàn trên màn hình hiển thị, so sánh với khoảng cách 10 cm

Bước 7. Phương trái phải: di chuyển bàn theo chiều ngang 10 cm (di chuyển cả thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học) đọc giá trị di chuyển trên màn hình hiển thị.

Bước 8. Phương trong ngoài: di chuyển bàn theo chiều dọc 10 cm (di chuyển cả thiết bị kiểm tra đồng tâm cơ học) đọc giá trị di chuyển trên màn hình hiển thị.

*Sai số chấp nhận:  $\pm 2$  mm.*

### **5.3.2. Các phép kiểm tra liều bức xạ chùm photon**

#### **5.3.2.1. Đặc trưng phẩm chất chùm photon**

*Mục đích:*

Kiểm tra đặc trưng phẩm chất chùm photon thông qua tỉ số mô-phantom  $TPR_{20/10}$ .

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy tại vị trí  $0^\circ$ , Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , kích thước trường chiếu 10cm x 10cm, đo theo phương pháp SSD =100cm hoặc SAD (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa, máy đo điện tích, cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều (nếu cần), chương trình tính liều của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) hoặc Hiệp hội Vật lý y học Mỹ (AAPM), nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

Cho máy gia tốc phát tia tại suất liều thường được sử dụng trong điều trị. Thực hiện phép đo phân bố liều sâu phần trăm tại trục trung tâm của chùm tia trong phantom nước hoặc đo hai điểm liều ở độ sâu 20cm và 10cm trong phantom nước theo phương pháp SSD. Xác định tỉ số liều ở độ sâu 20cm và 10cm trong phantom nước theo phương pháp SSD (hoặc tính trực tiếp tỉ số mô-phantom  $TPR_{20/10}$  theo phương pháp SAD). So sánh kết quả tính toán  $TPR_{20/10}$  với giá trị tại thời điểm commissioning.

*Sai số chấp nhận:* 2% (đối với  $TPR_{20/10}$ ) so sánh với giá trị thiết lập khi commissioning

**5.3.2.2. Chuẩn liều lõi ra chùm photon**

Mục đích: Nhằm kiểm tra độ chính xác giữa liều hấp thụ nhận được và liều kiểm soát hiển thị trên màn hình (giá trị hiển thị trên buồng ion hóa kiểm tra của máy gia tốc).

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy và Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , kích thước trường chiếu 10cm x 10cm, SSD = 100 cm (hoặc SAD=100cm), độ sâu  $z_{ref} \geq z_{max}$ . Thực hiện chuẩn liều trên phantom nước (Tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa, máy đo điện tích, cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều, chương trình tính liều của IAEA hoặc AAPM, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:***1. Đo phân bố liều sâu phần trăm tại trục trung tâm của chùm tia:**

Cho máy gia tốc phát tia với suất liều thường được sử dụng trong điều trị. Thực hiện phép đo phân bố liều sâu phần trăm tại trục trung tâm của chùm tia trong phantom nước đối với các mức năng lượng khác nhau của chùm photon để xác định độ sâu có liều cực đại ( $z_{max}$ ) và liều sâu phần trăm tại độ sâu tham chiếu ( $z_{ref}$ ).

**2. Chuẩn liều lõi ra chùm photon**

Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước

- Bước 2. Khởi động máy đo điện tích, đưa hệ đo vào trạng thái hoạt động, hiệu chỉnh nhiệt độ, áp suất, độ ẩm và các giá trị hiệu chuẩn liên quan tới máy đo và đầu đo. Bật thế đo trên buồng ion hóa, đo phòng bức xạ.
- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia (Ví dụ: mỗi lần phát 200 MU), thực hiện mỗi phép đo liều tại độ sâu tham chiếu ( $z_{ref}$ ) 3 lần tương ứng 3 lần phát tia của máy gia tốc. Tính liều theo hướng dẫn của IAEA hoặc AAPM, so sánh giá trị trung bình kết quả tính liều tại  $z_{max}$  (đơn vị cGy) với giá trị liều phát của máy gia tốc (MU).
- Bước 4. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng photon khác nhau, tại suất liều thường được sử dụng trong điều trị.

*Sai số chấp nhận: 3%*

### **5.3.2.3. Hệ số liều lối ra (OF) theo kích thước trường chiếu khác nhau**

*Mục đích:* Nhằm kiểm tra các hệ số liều lối ra chùm photon là phù hợp với các giá trị đo đặc đã được thiết lập tại thời điểm commissioning cho máy gia tốc với các mức năng lượng khác nhau.

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy và Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , kích thước trường chiếu có thể: 3cm x 3cm, 5cm x 5cm, 10cm x 10cm, 15cm x 15cm, 20cm x 20cm, 30cm x 30cm (tùy theo trường chiếu khi làm commissioning), SSD = 100 cm (SAD=100cm) độ sâu  $z_{ref}=5$  cm hoặc 10 cm, thực hiện trên phantom nước (Tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa, máy đo điện tích, hệ cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều hoặc chương trình tính liều của IAEA hoặc AAPM, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước hoặc phantom rắn tương đương nước.
- Bước 2. Khởi động máy đo điện tích, đưa hệ đo vào trạng thái hoạt động, hiệu chỉnh nhiệt độ, áp suất, độ ẩm và các giá trị hiệu chuẩn liên quan tới máy đo và đầu đo. Bật thế đo trên buồng ion hóa, đo phòng bức xạ.
- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia (Ví dụ: mỗi lần phát 100 MU), chọn trường chiếu 10cm x 10cm làm chuẩn. Đo các giá trị liều nhận được khi mở

các trường chiếu khác nhau và giá trị liều đo được của trường tham chiếu (10cm x10cm).

Bước 4. Lập tỉ số, so sánh giá trị tính được với giá trị thiết lập khi commissioning.

Bước 5. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng khác nhau của máy gia tốc.

*Sai số chấp nhận:* 2% so với giá trị thiết lập khi commissioning.

#### **5.3.2.4. Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu**

*Mục đích:*

Nhằm kiểm tra độ bằng phẳng, tính đối xứng của trường chiếu.

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy và Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , kích thước trường chiếu nhỏ nhất và lớn nhất (Ví dụ: 5cm x 5cm, 40cm x 40cm) SSD = 90cm hoặc SAD=100cm, hoặc  $z_{10}=10$  cm, thực hiện trên phantom nước, đo dọc theo trục X hoặc Y cắt vuông góc trục trung tâm (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Hai đầu đo liều được sử dụng (buồng ion hóa chính và buồng ion hóa tham chiếu), máy đo điện tích, cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều chuyên dụng, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện đo phân bố tỉ số liều sâu cách tâm theo trục X hoặc Y trong phantom nước:*

Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước

Bước 2. Khởi động chương trình phần mềm quản lý đo liều trên phantom nước.

Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia, thực hiện đo phân bố tỉ số liều sâu cách tâm dọc theo trục X hoặc Y cắt vuông góc trục trung tâm của chùm tia trong phantom nước. Ghi nhận kết quả đo ứng với các trường chiếu, xử lý kết quả đo, xác định độ bằng phẳng, tính đối xứng.

Bước 4. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng khác nhau.

*Sai số chấp nhận:*

3% đối với độ phẳng (F)

3% đối với tính đối xứng (S)

#### **5.3.2.5. Hệ số truyền qua nêm**



*Mục đích:* Nhằm kiểm tra hệ số truyền qua nôm tại trục trung tâm của chùm tia

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy  $0^\circ$ , kích thước trường chiếu vuông góc 10cm x 10cm, SSD = 100 cm, độ sâu  $z_{ref}$ , thực hiện trên phantom nước hoặc chất rắn, trường chiếu có nôm và không có nôm (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa, máy đo điện tích, cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều hoặc chương trình tính toán liều của IAEA hoặc AAPM, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom rắn, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước hoặc phantom rắn tương đương nước.
- Bước 2. Khởi động máy đo điện tích, đưa hệ đo vào trạng thái hoạt động, hiệu chỉnh nhiệt độ, áp suất, độ ẩm và các giá trị hiệu chuẩn liên quan tới máy đo và đầu đo. Bật thế đo trên buồng ion hóa, đo phong bức xạ.
- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia (Ví dụ: Mỗi lần phát 100 MU). Đo các giá trị liều nhận được ứng liều phát khi trường chiếu có nôm và không có nôm. Tính tỉ số và so sánh với giá trị thiết lập khi commissioning.
- Bước 4. Lặp lại phép đo với các nôm khác nhau.

*Sai số chấp nhận:* 2% so sánh với giá trị thiết lập khi commissioning

### **5.3. 3. Các phép kiểm tra liều bức xạ chùm electron**

#### **5.3.3.1. Đặc trưng năng lượng chùm electron**

*Mục đích:*

Kiểm tra đặc trưng năng lượng chùm electron thông qua giá trị độ sâu  $R_{50}$  hoặc  $R_{80}$  tại đây liều hấp thụ bằng 50% hoặc 80% giá trị liều hấp thụ cực đại.

*Những điều kiện thiết lập:*

Kích thước Applicator 10cm x 10cm hoặc 15cm x 15cm; SSD = 100 cm; góc quay cần máy  $0^\circ$  (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning)

*Trang thiết bị:*

Hai đầu đo liều được sử dụng (buồng ion hóa chính và buồng ion hóa tham chiếu), máy đo điện tích, hệ cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều chuyên dụng, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước.
- Bước 2. Khởi động chương trình phần mềm đo liều trên phantom nước.
- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia, đo phân bố liều sâu tại trục trung tâm chùm electron trên phantom nước, xác định giá trị  $R_{50}$  hoặc  $R_{80}$  tính được từ phân bố liều sâu phần trăm. So sánh giá trị  $R_{50}$  hoặc  $R_{80}$  tính được với giá trị thiết lập tại thời điểm commissioning.
- Bước 4. Lập lại phép đo với các mức năng lượng electron khác nhau.

*Sai số chấp nhận:  $\pm 2$  mm*

### **5.3.3.2. Chuẩn liều lõi ra chùm electron**

*Mục đích:*

Nhằm kiểm tra độ chính xác giữa liều hấp thụ nhận được và liều kiểm soát hiển thị trên màn hình (giá trị hiển thị trên buồng ion hóa kiểm tra của máy gia tốc).

*Những điều kiện thiết lập:*

Thiết lập góc quay cần máy và Collimator tại vị trí  $0^\circ$ , lắp applicator 10cm x 10cm hoặc là lớn hơn, SSD = 100 cm hoặc SAD = 100cm, đo ở độ sâu tham chiếu  $z = z_{ref}$  (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa dạng phẳng song song được khuyến cáo sử dụng (có thể sử dụng buồng ion hoá hình trụ), máy đo điện tích, cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều hoặc chương trình tính liều của IAEA hoặc AAPM, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

1. Đo phân bố liều sâu phần trăm tại trục trung tâm của chùm tia:

Cho máy gia tốc phát tia. Thực hiện phép đo phân bố liều sâu phần trăm tại trục trung tâm của chùm tia trong phantom nước đối với các mức năng lượng khác nhau của chùm electron để xác định độ sâu có liều cực đại ( $z_{max}$ ), đặc trưng phẩm chất chùm tia ( $R_{50}$ ), độ sâu tham chiếu ( $z_{ref}$ ) và liều sâu phần trăm tại độ sâu tham chiếu ( $z_{ref}$ ).

## 2. Chuẩn liều lỗi ra chùm electron:

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước.
- Bước 2. Khởi động máy đo điện tích, đưa hệ đo vào trạng thái hoạt động, hiệu chỉnh nhiệt độ, áp suất, độ ẩm và các giá trị hiệu chuẩn liên quan tới máy đo và đầu đo. Bật thế đo trên buồng ion hóa, đo phòng bức xạ.
- Bước 3. Thực hiện mỗi phép đo liều tại độ sâu tham khảo 3 lần tương ứng 3 lần phát tia của máy gia tốc ứng với cùng một giá trị liều phát của máy gia tốc (Ví dụ 200 MU). Tính toán kết quả thu được, so sánh giá trị trung bình kết quả tính liều tại  $z_{\max}$  (đơn vị cGy) với giá trị liều phát của máy gia tốc (MU).
- Bước 4. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng electron khác nhau ở các suất liều thường dùng trong điều trị.

*Sai số chấp nhận: 3 %*

### 5.3.3.3. Hệ số liều lỗi ra (OF) cho các applicator khác nhau

*Mục đích:*

Nhằm xác định các hệ số liều lỗi ra ứng với các applicator khác nhau là phù hợp với các giá trị đã được thiết lập tại thời điểm làm commissioning cho máy.

*Những điều kiện thiết lập:*

Lần lượt sử dụng tất cả applicator; SSD = 100 cm;  $z = z_{\text{ref}}$  (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Buồng ion hóa dạng phẳng song song được khuyến cáo sử dụng, máy đo điện tích, hệ cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều hoặc các worksheet của IAEA hoặc AAPM, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước.
- Bước 2. Khởi động máy đo điện tích, đưa hệ đo vào trạng thái hoạt động, hiệu chỉnh về nhiệt độ, áp suất, độ ẩm và các giá trị hiệu chuẩn liên quan tới máy đo điện tích và đầu đo. Bật thế đo trên buồng ion hóa, đo phòng bức xạ.

- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia (Ví dụ: mỗi lần phát 100 MU), thực hiện các phép đo liều trên phantom nước tại độ sâu tham chiếu  $z = z_{ref}$  đối với tất cả các applicator. Tính tỉ số liều đo được giữa các applicator khác với applicator chuẩn 10cm x 10cm là hệ số liều lỗi ra. So sánh hệ số liều lỗi ra tính được với giá trị tại thời điểm commissioning.
- Bước 4. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng electron khác nhau.  
*Sai số chấp nhận:* 2% so với giá trị thiết lập khi commissioning

#### 5.3.3.4. Độ phẳng (F) và tính đối xứng (S) của trường chiếu

*Mục đích:*

Đánh giá độ bằng phẳng và tính xứng của trường chiếu

*Những điều kiện thiết lập:*

Lựa chọn Applicator có kích thước trung bình ( Ví dụ: Applicator: 20cm x 20cm hoặc 25cm x 25cm); SSD = 100 cm; hoặc SAD=100 đo tại độ sâu  $z = z_{max}$  hoặc  $z_{ref}$ ; góc cần máy  $0^0$  (tham khảo điều kiện thiết lập khi commissioning).

*Trang thiết bị:*

Hai đầu đo liều được sử dụng (buồng ion hóa chính và buồng ion hóa tham chiếu), cáp kết nối, máy tính có cài đặt phần mềm đo liều chuyên dụng, nhiệt kế, ẩm kế, áp kế, phantom nước.

*Phương pháp thực hiện:*

- Bước 1. Đưa máy gia tốc vào trạng thái sẵn sàng hoạt động, lắp đặt hệ đo trên phantom nước
- Bước 2. Khởi động chương trình phần mềm đo liều trên phantom nước.
- Bước 3. Cho máy gia tốc phát tia, thực hiện đo phân bố tỉ số liều sâu cách tâm dọc theo trục X hoặc Y cắt vuông góc với trục trung tâm của chùm tia ứng với applicator (20cm x 20cm hoặc 25cm x 25cm). Ghi nhận kết quả đo ứng với applicator, xử lý kết quả đo, xác định độ bằng phẳng, tính đối xứng.
- Bước 4. Lặp lại phép đo với các mức năng lượng electron khác nhau  
*Sai số chấp nhận:*
- Hệ số phẳng:  $\leq 6\%$  (với năng lượng  $< 10\text{MeV}$ );  $\leq 4\%$  (với năng lượng  $\geq 10\text{MeV}$ )
  - Tính đối đối xứng: 3%

#### 5.3.4. Các phép kiểm tra đặc tính vật lý của bộ MLC

### 5.3.4.1. Kiểm tra độ chính xác về xác lập vị trí lá MLC tại điểm đồng tâm

*Mục đích:*

Nhằm kiểm tra độ chính xác trong việc thiết lập vị trí các lá MLC định tính và định lượng khi thân máy thẳng góc  $0^{\circ}$ .

*Phương tiện thực hiện:* Phantom rắn, phim nhạy xạ.

*Phương pháp thực hiện:*

*Kiểm tra định tính:* Thực hiện phép kiểm tra định tính trên phim nhạy xạ. Phép kiểm tra định tính cho phép quan sát các trường chiếu kết hợp tạo bởi MLC. Với phép kiểm tra định tính cần sử dụng 2cm phantom rắn ở trên và 5cm phantom rắn ở dưới phim. Quan sát trên phim sau khi chiếu xạ để xác định lỗi ngẫu nhiên hoặc lỗi hệ thống về vị trí của các lá MLC. Phim đặt tại điểm đồng tâm với SAD = 100cm.

*Kiểm tra định lượng:* Việc kiểm tra định lượng được tiến hành gián tiếp qua trường sáng tạo bởi MLC trên giấy vẽ kỹ thuật (ô li), cho phép xác định được sai số vị trí của các MLC tính tại điểm đồng tâm (SAD = 100cm), theo hình dạng trường chiếu bất kỳ, so sánh với các thông số tọa độ từng lá MLC hiển thị trên máy. Lấy bút có đầu mảnh để đánh dấu vị trí trên giấy ô li.

*Sai số chấp nhận:*

$\pm 1\text{mm}$  so với giá trị tọa độ MLC xác lập theo phần mềm;  $\pm 0,5\text{mm}$  nếu MLC sử dụng cho kỹ thuật xạ trị điều biến liều IMRT

### 5.3.4.2. Kiểm tra độ trùng tâm của các trường chiếu tạo bởi MLC khi quay thân máy

*Mục đích:* Nhằm kiểm tra độ đồng tâm giữa các trường chiếu tạo bởi MLC với trục quay của cần máy.

*Phương tiện thực hiện:* Phantom rắn, phim nhạy xạ.

*Các bước thực hiện:*

- Bước 1. Tạo dạng trường chiếu MLC dưới dạng một khe hẹp theo chiều dọc của bàn. Kẹp phim nhạy xạ giữa 2 lớp phantom rắn 1cm, để phim vuông góc với mặt bàn, nhưng theo chiều phải-trái của bàn.
- Bước 2. Cho máy phát tia với ít nhất 4 góc quay khác nhau của thân máy .
- Bước 3. Lấy phim ra và vẽ các đường chia đôi của mỗi vệt đen trên phim bằng bút mảnh

Sai số chấp nhận: Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi đường tròn bán kính 1mm.

#### **5.3.4.3. Kiểm tra độ trùng khít của trường sáng và trường xạ**

*Mục đích:*

Kiểm tra độ trùng khít của trường sáng và trường xạ tạo bởi MLC tại điểm đồng tâm, ở các kích thước trường chiếu MLC khác nhau, năng lượng chùm tia X khác nhau.

*Phương tiện thực hiện:* Phantom rắn, phim radiochromic

*Phương pháp thực hiện:*

*Kiểm tra gián tiếp:* Các ngàm (jaws) luôn được mở lớn hơn trường chiếu tạo bởi MLC là 1cm. Trước khi phát tia ta có thể đánh dấu trường sáng trên phim. Vị trí trường sáng được xác định tại vị trí có cường độ sáng còn 50%. Sử dụng phim nhạy xạ, đánh dấu các góc và các mép của trường sáng trước, sau đó chiếu xạ lên phim đạt đến độ đen quan sát rõ bằng mắt thường.

*Sai số chấp nhận:* Độ trùng hợp về gờ của các trường sáng với gờ trường xạ trong phạm vi  $\pm 1$ mm.

#### **5.3.4.4. Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay Collimator**

*Mục đích:*

Kiểm tra độ đồng tâm của các trường xạ tạo bởi MLC so với tâm quay của collimator tại điểm đồng tâm.

*Phương tiện thực hiện:* Phantom rắn, phim nhạy xạ.

*Phương pháp thực hiện:*

*Kiểm tra gián tiếp:* Phim radiochromic được đặt giữa 2cm phantom rắn ở trên và 5cm phantom rắn ở dưới, mặt phim song song với mặt bàn. Quay collimator theo các góc khác nhau để kiểm tra độ trùng hợp tâm của trường xạ do MLC tạo ra với tâm quay của collimator.

*Sai số chấp nhận:* Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi 1 đường tròn bán kính 1mm.

#### **5.3.4.5. Đo độ rò xạ qua khe và thân MLC, đo độ rò xạ qua mồm tròn của MLC**

*Mục đích:*

Đo độ truyền qua trung bình của các loại chùm tia có năng lượng khác nhau (Ví dụ: 6MV và 15MV) tại vị trí giữa các khe MLC (interleaf) và qua thân lá MLC (intraleaf) cũng như độ truyền qua mồm lá MLC.

*Phương pháp thực hiện:*

Thiết lập phép kiểm tra trên phantom nước và dùng buồng ion hóa để đo các thông số nói trên với SAD = 100cm. Việc đo đạc được thực hiện với bề rộng các trường chiếu khác nhau để phục vụ mục đích tính toán các giá trị độ rò xạ qua khe và thân các lá MLC cũng như ngoại suy độ truyền bức xạ qua mồm các lá chuẩn trực.

*Sai số chấp nhận:*

Độ rò xạ <2% (qua thân lá MLC), <2,5% (qua khe các lá MLC) và tất cả các giá trị độ rò xạ qua thân lá, khe lá, mồm lá cần được đưa vào phần mềm lập kế hoạch mô phỏng xạ trị

## **6. Biên bản kiểm định**

6.1. Kết quả kiểm định phải được lập thành biên bản với đầy đủ các nội dung theo Mẫu số 01 sau đây.

6.2. Biên bản kiểm định phải được thông qua và được ký, đóng dấu (nếu có) bởi các thành viên sau:

- Đại diện cơ sở sử dụng máy gia tốc hoặc người được cơ sở ủy quyền;
- Người được cơ sở giao tham gia và chứng kiến kiểm định;
- Người thực hiện việc kiểm định.

Biên bản kiểm định được lập thành hai (02) bản, mỗi bên có trách nhiệm giữ một (01) bản.

## **7. Giấy chứng nhận kiểm định**

Khi máy gia tốc được kiểm định đạt yêu cầu chấp nhận, tổ chức kiểm định cấp giấy chứng nhận kiểm định cho máy gia tốc theo Mẫu số 02 trong thời hạn năm (30) ngày làm việc kể từ ngày thông qua biên bản kiểm định tại cơ sở. Khi máy gia tốc được kiểm định không đạt các yêu cầu chấp nhận thì chỉ thực hiện các bước quy định tại 6.1, 6.2 và chỉ cấp cho cơ sở biên bản kiểm định, trong đó ghi rõ lý do máy gia tốc không đạt yêu cầu kiểm định, các kiến nghị khắc phục và đồng thời gửi bản sao biên bản kiểm định, thông báo bằng văn bản về Bộ Khoa học và Công nghệ (qua Cục An toàn bức xạ và hạt nhân) nơi cấp giấy phép tiến hành công việc bức xạ sử dụng máy gia tốc.

**Mẫu số 1. MẪU BIÊN BẢN KIỂM ĐỊNH MÁY GIA TỐC**  
**(Tên tổ chức KD) CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**  
 \_\_\_\_\_  
 ....., ngày ... tháng ... năm ...

**BIÊN BẢN KIỂM ĐỊNH MÁY GIA TỐC**  
**Số .....**

Chúng tôi gồm :

1. .... Số chứng chỉ hành nghề:.....

2. .... Số chứng chỉ hành nghề:.....

Thuộc: .....

Số đăng ký hoạt động dịch vụ của tổ chức kiểm định: .....

Đã tiến hành kiểm định máy gia tốc

Đơn vị sử dụng: .....

Địa chỉ (trụ sở chính):.....

Vị trí lắp đặt:.....

Quy trình kiểm định áp dụng: .....

Người chứng kiến kiểm định và thông qua biên bản:

1..... Chức vụ:.....

2..... Chức vụ:.....

**1 - THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA MÁY GIA TỐC**

**1.1. Hệ máy gia tốc**

Loại, mã hiệu (Model):.....

Số Sêri (series number): .....

Hãng/ nước sản xuất: .....

Năm sản xuất: .....

Năng lượng chùm photon cực đại ..... MV

Năng lượng chùm electron cực đại ..... MeV

Bộ chuẩn trực đa lá (MLC): Có  Không

Thông số kỹ thuật của bộ chuẩn trực đa lá (MLC):.....

**1.2. Bàn điều khiển**

Mã hiệu (Model): .....

Số Sêri (series number): .....

Hãng/ nước sản xuất: .....



**2 - HÌNH THỨC KIỂM ĐỊNH**Lần đầu  Định kỳ  Đợt xuất 

Ngày kiểm định lần trước:.....,.....

do ..... thực hiện.

**3. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ ĐỂ KIỂM ĐỊNH CƠ BẢN**

Mô tả chi tiết các thiết bị, dụng cụ sử dụng để kiểm định: Mã hiệu, số series, ngày hiệu chuẩn (nếu có).

**3.1. Các thông số nhiệt độ, áp suất, độ ẩm**

Nhiệt độ T = ..... oC

Áp suất P = ..... kPa

Độ ẩm H = .....%

**3.2. Thiết bị đo** Hệ thống Phantom nước Phantom Plastic Máy đo điện tích: .....

Mã hiệu: ..... Số hiệu: .....

Nước sản xuất: ..... Năm sản xuất: .....

Đặc trưng kỹ thuật: .....

Ngày hiệu chuẩn : .....

 Buồng ion hóa .....

Mã hiệu: ..... Số hiệu: .....

Nước sản xuất: ..... Năm sản xuất: .....

Ngày hiệu chuẩn : ..... Đơn vị hiệu chuẩn: .....

 Buồng ion hóa.....

Mã hiệu: ..... Số hiệu: .....

Nước sản xuất: ..... Năm sản xuất: .....

Ngày hiệu chuẩn : ..... Đơn vị hiệu chuẩn: .....

**4 – KẾT QUẢ KIỂM ĐỊNH****4.1 Kiểm tra bên ngoài:**Thông tin của thiết bị: Có  Không **4.2 Kiểm tra kỹ thuật****4.2.1. Kiểm tra bàn điều khiển**

Kiểm tra bàn điều khiển	Tình trạng hoạt động	
	Bình thường	Không bình thường

Công tắc điều khiển		
Công tắc khẩn cấp		
Đèn chỉ thị trạng thái của máy gia tốc		

#### 4.2.2. Kiểm tra hoạt động của máy

Kiểm tra hoạt động của máy	Tình trạng hoạt động	
	Bình thường	Không bình thường
Các đèn chỉ thị		
Cần máy		
Trục quay của bộ chuẩn trục chùm tia		
Bộ chỉ thị trường xạ bằng ánh sáng		
Hệ thống dừng khẩn cấp		
Hệ thống khóa liên động		

#### 4.3. Kiểm tra đo lường

##### 4.3.1. Độ chính xác của cơ khí và hình học máy

##### 4.3.1.1. Độ chính xác của thước quang học

SSD chuẩn (mm)	900	1000	1100
Sai số cho phép (mm)	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
SSD quang học (mm)			
Sai số SSD quang học (mm)			

##### 4.3.1.2. Độ chính xác của bộ chỉ thị (indicator)

	Góc quay cần máy	Góc quay của bộ chuẩn trục chùm tia	Góc quay của bàn điều trị
Sai số cho phép	$1^{\circ}$	$1^{\circ}$	$1^{\circ}$
Sai số đo đạc			

**4.3.1.3. Độ chính xác của sự trùng khít giữa trường bức xạ và trường sáng**

FS (mm <sup>2</sup> )	50x50	100x100	200x200	300x300
Sai số cho phép (mm)	$\leq \pm 3\text{mm}$ (FS $\leq 20$ ) hoặc $\pm 5\text{mm}$ (FS $> 20$ )			
Độ lệch lớn nhất (mm)				

**4.3.1.4. Độ chính xác của Laser**

Độ lệch của laser so với tâm chuẩn	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta z$
Sai số cho phép (mm)	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
Sai số đo đạc			

**4.3.1.5. Chuyển động của bàn điều trị**

Vị trí (mm)	-100	0,0	+100
Sai số cho phép (mm)	2,0	2,0	2,0
Phương thẳng đứng			
Phương trái phải			
Phương trong ngoài			

**4.3.2. Kiểm tra liều bức xạ chùm photon****4.3.2.1. Đặc trưng năng lượng photon** (Ví dụ: SSD = 100cm hoặc SAD=100cm, FS: 10cm x10cm)

Năng lượng	6MV	9 MV	10MV	12MV	15MV	18MV
Giá trị thiết lập khi commissioning (%)						
Sai số cho phép (%)	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
Tỷ số mô-	Giá trị đo được (%)					

phantom TPR <sub>20/10</sub>	Sai số (%)						
---------------------------------	---------------	--	--	--	--	--	--

#### 4.3.2.2. Chuẩn liều lỗi ra chùm photon (Ví dụ: FS: 10cm x 10cm, SSD = 100cm, 200 MU)

Năng lượng	z <sub>max</sub> (cm)		Kết quả đo đặc liều lượng hấp thụ (cGy)				Hệ số chuẩn	Sai số (±2%)
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình		
....MV	z <sub>max</sub> (cm) đo được							
...MV	z <sub>max</sub> (cm) đo được							

#### 4.3.2.3. Hệ số liều lỗi ra theo kích thước trường chiếu

.....MV, z <sub>max</sub> = .....cm									
FS (cm <sup>2</sup> )	3x3	4x4	5x5	8x8	10x10	15x15	20x20	30x30	40x40
OF ban đầu									
Độ lệch cho phép(%)	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0
OF đo đặc									
Sai số (%)									

#### 4.3.2.4. Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu (Ví dụ: SSD = 90cm, z = 10cm)

Năng lượng		....MV		....MV	
FS (mm <sup>2</sup> )		50x50	400x400	50x50	400x400
Độ phẳng (F%)	Giá trị cho phép (%)	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0
	Giá trị đo được (%)				
Độ đối xứng (S%)	Giá trị cho phép (%)	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0

	Giá trị đo được (%)				
--	------------------------	--	--	--	--

#### 4.3.2.5. Hệ số truyền qua nêm

<b>...MV, 200MU, <math>z_{\max} = \dots\text{cm}</math>, FS = 10cm x 10cm, SSD = 100cm</b>				
Nêm (Wedge)	W15	W30	W45	W60
$F_w$ ban đầu				
Độ lệch cho phép (%)	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
$F_w$ đo đạc				
Sai số (%)				

#### 4.3.3. Kiểm tra liều bức xạ chùm electron

##### 4.3.3.1. Đặc trưng năng lượng chùm electron (Ví dụ: SSD = 100cm, Applicator 10cm x10cm hoặc 15cm x15cm)

Năng lượng	..MeV	.. MeV	.. MeV	..MeV	.. MeV	.. MeV
Sai số Cho Phép (mm)	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
Độ sâu tại PDD = 50% ( $R_{50}$ )	Giá trị thiết lập khi commissioni ng (mm)					
	Giá trị đo được (mm)					

##### 4.3.3.2. Chuẩn liều lõi ra chùm electron (Ví dụ: Applicator 10cm x10cm, SSD = 100cm, 200 MU)

Năng lượng	$z_{\max}$ (cm)	Kết quả đo đạc liều hấp thụ (cGy)				Hệ số chuẩn	Sai số ( $\pm 2\%$ )
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung		

						bình		
....MeV	$Z_{\max}$ (cm) đo được							
....MeV	$Z_{\max}$ (cm) đo được							

#### 4.3.3.3. Hệ số liều lỗi ra (OF) cho các applicator (Ví dụ: 200MU, SSD = 100cm, $z_{\max}$ )

.....MeV, $z_{\max} = \dots\text{cm}$					
Applicator (cmxcm)	5x5	10x10	15x15	20x20	25x25
OF ban đầu					
Độ lệch cho phép (%)	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
OF đo đạc					
Sai số (%)					

#### 4.3.3.4. Độ phẳng (F) và Tính đối xứng (S) của trường chiếu (Ví dụ: SSD = 100cm, $z = z_{\max}$ , applicator 15cm x15cm)

Năng lượng		< 10MeV	$\geq 10\text{MeV}$
Độ phẳng (F)	Giá trị cho phép (%)	$\leq 6,0$	$\leq 4,0$
	Giá trị đo được (%)		
Tính đối xứng (S)	Giá trị cho phép (%)	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$
	Giá trị đo được (%)		

#### 4.3.4. Kiểm tra bộ chuẩn trực đa lá

Kiểm tra độ chính xác về xác lập vị trí lá MLC tại điểm đồng tâm	Giá trị cho phép	$\pm 1\text{mm}$ so với giá trị tọa độ MLC xác lập theo phần mềm ( $\pm 0,5\text{mm}$ nếu MLC sử dụng cho kỹ thuật xạ trị điều biến liều IMRT)
	Giá trị đo được	
Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi	Giá trị cho phép	Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi đường tròn bán kính

MLC khi quay thân máy		1mm
	Giá trị đo được	
Đo trùng hợp của trường xạ và trường sáng	Giá trị cho phép	$\pm 1\text{mm}$
	Giá trị đo được	
Kiểm tra độ trùng tâm của các trường tạo bởi MLC khi quay Collimator	Giá trị cho phép	Tất cả các điểm giao nhau phải nằm trong phạm vi đường tròn bán kính 1mm
	Giá trị đo được	
Đo độ rò xạ qua khe và thân MLC (interleaf/intraleaf leakage)	Giá trị cho phép	Độ rò xạ <2% (qua thân lá MLC), <2,5% (qua khe các lá MLC)
	Giá trị đo được	

### 5 - KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Máy gia tốc được kiểm định có kết quả:  
Đạt  Không đạt  ;
- Các thông số không đạt yêu cầu chấp nhận:
- Các kiến nghị (khi kết quả kiểm định không đạt yêu cầu):

Biên bản đã được thông qua ngày.....tháng.....năm.....

Tại: .....

Biên bản được lập thành ..... bản, mỗi bên giữ ..... bản.

Chúng tôi, người thực hiện kiểm định hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính chính xác đối với kết quả kiểm định ghi trong biên bản này./.

**CHỦ CƠ SỞ SỬ DỤNG**

(Ký tên và đóng dấu)

**NGƯỜI CHỨNG KIẾN**

(Ký, ghi rõ họ, tên)

**NGƯỜI KIỂM**

**ĐỊNH** (Ký, ghi rõ họ, tên)

**Mẫu số 2. MẪU GIẤY CHỨNG NHẬN KIỂM ĐỊNH MÁY GIA TỐC****CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM****Độc lập - Tự do - Hạnh phúc****Tên cơ sở thực hiện kiểm định**

Địa chỉ: .....

Tel: .....

Fax: .....

Email: .....

.....

**GIẤY CHỨNG NHẬN KIỂM ĐỊNH****Số (No): .....**

Thiết bị Máy gia tốc: .....

Kiểu (Type): .....

Số (Serial No): .....

Nước sản xuất (Manufacturer): .....

Đặc trưng kỹ thuật (Technical specifications):

Năng lượng chùm photon cực đại: .....MV;

Năng lượng chùm electron cực đại: .....MeV;

Cơ sở sử dụng thiết bị: .....

Địa chỉ: .....

Đã được kiểm định đạt các yêu cầu chấp nhận quy định tại QCVN...:201.../BKHCN theo Biên bản kiểm định số ...ngày ...tháng ...năm ...

Thời hạn kiểm định định kỳ lần tới:.....

Ngày ..... tháng ..... năm .....

**Người đứng đầu tổ chức kiểm định**

(Ký tên, đóng dấu)