

MR 2101

IONIZAČNÍ KOMORA 0.6 ccm
s grafitovými stěnami

MECHANICKÉ VLASTNOSTI :

KONSTRUKCE: válcová vnější a koaxiální vnitřní elektroda
(vnitřní vodič plně chráněn ekvipotenciálním stíněním)

MATERIÁL : vnější elektroda - 99.999 % grafit o hustotě 1.7 g.cm^{-3}
vnitřní elektroda - 99.99 % hliník
vnitřní izolátor - supervysokomolekulární polyetylén
built-up návlek - PMMA o hustotě 1.15 g.cm^{-3}

GEOMETRIE : vnější elektroda - tloušťka stěny ... $0.375 \pm 0.005 \text{ mm}$
(64 mg.cm^{-2})
- vnitřní průměr ... $6.25 \pm 0.03 \text{ mm}$
- vnější průměr ... 7.00 mm
- vnitřní délka ... 24.5 mm
(délka citlivého objemu)

vnitřní elektroda - průměr ... 1.0 mm
- délka ... 21.5 mm

built-up návlek - tloušťka stěny ... $4.35 \pm 0.05 \text{ mm}$
(0.50 g.cm^{-2})
- vnitřní průměr ... $7.35 \pm 0.05 \text{ mm}$
- vnější průměr ... 16.0 mm

geometrický střed komory leží na ose 13 mm od jejího konce

ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI :

NAPĚTÍ : $\pm 400 \text{ V DC}$... maximální
- 250 V ... doporučené
... polarita ve smyslu BIPM konvence
(napětí vnější elektrody vůči vnitřní!)

KLIDOVÝ PROUD - bez ozáření :

*) $\pm 10 \text{ fA}$... maximální

$\pm 3 \text{ fA}$... typický

(po každé změně polarizačního napětí je nutný
stabilizační čas min. 10 minut na ustálení)

- po ozáření :

$\leq 0.1 \%$ hodnoty měřené během ozáření

(měří se 5s po ukončení 10-ti minutového ozáření)

KABEL : 5 m ... nízko-šumový triaxiální
"Stray radiation effect" na vyhovující úrovni dle [1]

KONEKTOR : BNC-triaxiální

*) podmínky testů jsou popsány podrobně v [1] - norma IEC 731

APLIKAČNÍ VLASTNOSTI :

FOTONOVÉ SVAZKY	:	50 - 300kV	...	měření vzduchové kermy bez built-up návleku
		$0,3 - 1,5$ MV	...	měření vzduchové kermy s built-up návlekiem
		$^{137}_{55}\text{Cs}, ^{60}_{27}\text{Co}$		
		$4 - 40$ MV	...	měření absorbované dávky ve fantomech
		$^{137}_{55}\text{Cs}, ^{60}_{27}\text{Co}$		
ELEKTRONOVÉ SVAZKY	:	10 - 40 MeV	...	měření absorbované dávky ve fantomech

Komora je ventilovaná - je tedy nutno provádět korekci na změnu hustoty vzduchu v závislosti na změně atmosférického tlaku a teploty prostředí.

Ionizační komora MR 2101 splňuje požadavky kladené na zařízení "reference-class" dle [1].

Při měřeních na standardizační úrovni je třeba úzkostlivě dbát na dodržení všech podmínek pro dosažení maximální přesnosti. Jedná se především :

- o přesné nastavení geometrie svazku a polohy komory (měrky pro nastavení clonového systému, odpichová tyč pro nastavení polohy komory resp. vodního fantomu, správná orientace komory značkou k zářiči, přesné nastavení polohy komory ve fantomu)
- o správné určení všech korekčních faktorů (při měřeních kermy ve vzduchu měřit teplotu co nejblíže komoře, používat kalibrovaný barometr a jeho případné korekce, korekce na posun efektivního středu komory při měření dávky ve vodě na základě změřeného průběhu hloubkové dávky, zavést opravu na změnu citlivosti zjištěnou měřením v kontrolním zdroji)
- o správný průběh všech měření (ponechat dostatečně dlouhý čas na ustálení teploty komory, nebo po každé změně polarizačního napětí během měření polarizačního resp. saturačního koeficientu, zajistit dostatečné předzáření komory)

Součástí všech měření na standardizační úrovni by měl být i rozbor chyb

URČENÍ ABSORBOVANÉ DÁVKY

Prvý způsob stanovení absorbované dávky ve vodě - běžný ve většině dozimetrických protokolů ([3],[4],[5],[6]) - je založen na stanovení tzv. vzduchového kermového kalibračního faktoru ionizační komory N_K definovaného

$$N_K = K_{air,c} / M_C$$

$K_{air,c}$.. vzduchová kerma v geom.středu ionizační komory
 M_C .. korigovaný odečet přístroje v kalibračním svazku

s následným převodem na absorbovanou dávku ve vodě pomocí výpočetního algoritmu daného protokolu pro konkrétní kvalitu svazku uživatele.

$$D_{w,u}(ef) = M_u \cdot N_K (1-g) \cdot \prod_i k_i \cdot \prod_i p_i \cdot S_a^w$$

M_u ... korigovaný odečet přístroje ve svazku uživatele

$$= M_n \cdot P_t \cdot P_p \cdot P_h \cdot P_{ion} \cdot P_{pol}$$

M_n ... nekorigovaný odečet přístroje
 $P_t P_p P_h$... korekční faktory na teplotu, tlak a vlhkost vzduchu
 P_{ion} ... korekce na rekombinační ztráty
 P_{pol} ... korekce na polaritní jev

g ... frakce energie sekundárních elektronů přenesená na brzdné záření

$\prod_i k_i$... součin korekčních faktorů užitých při kalibraci ionizační komory ve svazku záření gama ^{60}Co

$$= k_{att} \cdot k_m \cdot k_{st} \cdot k_{ce}$$

k_{att} ... korekce na absorpci a rozptyl záření ve stěně ionizační komory
 k_m ... korekce na různé složení stěny a návleku ionizační komory a vzduchu
 k_{st} ... oprava na příspěvek ionizace způsobené držákem ionizační komory
 k_{ce} ... korekce na vliv tvaru a velikosti centrální elektrody ioniz. komory

$\prod_i p_i$... součin korekčních faktorů užitých při měření ve vodním fantomu ve svazku uživatele

$$= P_{wall} \cdot P_{ce}$$

P_{wall} ... korekce na různé složení stěny ionizační komory a vody
 P_{ce} ... korekce na vliv centrální elektrody ionizační komory ve svazku záření uživatele

S_a^w ... poměr brzdných schopností vody (w) a vzduchu (a) pro svazek uživatele

Druhá možnost určení absorbované dávky ve vodě je založena na stanovení tzv. dávkového kalibračního faktoru ve vodě N_{Dw} definovaného

$$N_{Dw} = D_w / M_c$$

D_w ... dávka ve vodě v místě ef.středu ionizační komory
 M_c ... korigovaný odečet přístroje v kalibračním svazku

Tento způsob vyjádření kalibračního faktoru vyžaduje přímé změření absorbované dávky pomocí vodního nebo grafitového kalorimetru v některé z primárních laboratoří (NIST, IAEA, BIMP aj). Další přenos je pak zajištěn iontometricky ve standardních podmínkách vodního fantomu např. typu IAEA/SSDL. Výpočet absorbované dávky ve svazcích různých kvalit energií je potom dán vztahem:

$$D_w = M_u \cdot N_{Dw} \cdot p_q$$

M_u ... korigovaný odečet přístroje ve svazku uživatele
 p_q ... korekční faktor na změnu kvality záření ve svazku uživatele oproti kalibračnímu svazku. Pro záření o stejné kvalitě je tento faktor roven jedné, pro jiné kvality velmi blízký jedné.

MANIPULACE S KOMOROU :

Při práci s komorou bez ochranného plexi návleku, resp. s gumovým návlekiem, je třeba postupovat s maximální opatrností, neboť grafitová elektroda komory je velmi křehká a nesnese žádné mechanické namáhání. Všechny manipulace s nechráněnou komorou je tedy nutno provádět tak, aby grafitová elektroda nepřekonávala sebemenší mechanický odpor. V případě rozbití této části komory dojde k nenávratné ztrátě kalibračních konstant a po případné opravě je nutné provést novou kalibraci komory.

Komoru je vhodné skladovat za podmínek podobných jako při měřeních, tj. v blízkosti ozařoven, kde bývá relativně stálá teplota a vlhkost.

Nedoporučuje se ponechávat komoru s gumovým návlekem ve vodním fantomu déle, než je nutno (např. přes noc), neboť by mohlo dojít k navlhnutí komory a následnému vzrůstu klidového proudu nad přípustnou mez.

Pokud by ke vzrůstu klidového proudu komory vlivem navlhnutí došlo, je možno pokusit se ji vysušit bez rozebrání při zvýšené teplotě max. do 50°C po dobu několika hodin.

NABÍZENÉ DOPLŇKY KE KOMOŘE MR 2101 :

- MR 2801 - kontrolní zdroj $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$
- MR 2911 - gumové návleky pro měření ve vodě
- MR 2921 - prodlužovací kabel - délka 10m nebo dle dohody
- MR 5300 - redukce pro připojení komory k elektrometru s triaxiálním konektorem TNC (se závitem)
- MR 5101 - standardní IAEA SSDL fantom pro kalibrační měření dávky ve vodě 300x300x300 mm
- MR 5111 - jednoduchý "Quality Control" vodní fantom 300x300x350 mm s fixními měřicími otvory v hloubkách 50, 100 a 200 mm
- MR 5121 - jednoduchý "Quality Control" vodní fantom 300x300x350 mm s plynule nastavitelným ramenem ve svislé ose

SERVIS :

Všechny opravy zajišťuje firma MINIRAD, servisní laboratoř Praha

LITERATURA :

- [1] Medical Electrical Equipment. Dosimeters with Ionization Chambers as used in Radiotherapy - IEC 731, 1982
- [2] Exposure Meters and Dosimeters - General Methods for Testing - ISO 4071, 1978
- [3] Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams - International Code of Practice - IAEA Publ. TRS 277, 1987
- [4] AAPM (American Association of Physicists in Medicine) Protocol - "Medical Physics" 10, 1983, s.741-771
- [5] HPA (Hospital Physicists Association) Protocol - "Physics in Medicine and Biology" 28, 1983, s.1097-1104
- [6] Klinická dozimetrie terapeutických fotonových a elektronových svazků v oboru energií 10 keV - 50 MeV - "Aktuality klinické onkologie" 8, 1984, s.1-51