

На основу члана 33. Закона о мерним јединицама и мерилима ("Службени лист СФРЈ", бр. 9/84, 59/86, 20/89, 9/90 и 53/91 и "Службени лист СРЈ", бр. 45/92), директор Савезног завода за мере и драгоцене метале прописује

МЕТРОЛОШКО УПУТСТВО

за преглед термолуминисцентних дозиметара

1. Опште одредбе

1.1. Овим метролошким упутством прописује се начин прегледа термолуминисцентних дозиметара (у даљем тексту: ТЛД).

1.2. Ово метролошко упутство се означава скраћеном ознаком МПР.РА-3/1.

1.3. Прегледом се утврђује да ли ТЛД испуњава услове прописане Правилником о метролошким условима за термолуминисцентне дозиметре ("Службени лист СРЈ", бр. 47/92), у даљем тексту: Правилник.

1.4. Према овом упутству врше се први, периодични и ванредни преглед ТЛД.

2. Опрема за преглед

2.1. Опрема за преглед ТЛД се састоји од:

- 1) извора зрачења,
- 2) еталонског дозиметра са јонизационом комором.

2.2. Извори зрачења испоручују термолуминисцентном (у даљем тексту: ТЛ) материјалу тачно познату експозициону или апсорбовану дозу и квалитет зрачења.

Извори зрачења обухватају потребан енергетски опсег, као и опсег дозе за преглед одређеног типа ТЛД.

Изворе зрачења чине:

- 1) генератор нискоенергетског X-зрачења у опсегу од 10 кV до 50 кV,
- 2) генератор средњеенергетског X-зрачења у опсегу од 50 кV до 300 кV,
- 3) извор гама зрачења ^{60}Co или ^{137}Cs за високоенергетско X и гама зрачење.

2.3. Енергетски опсеги референтних квалитета зрачења, који се користе за преглед ТЛД приказани су у Табели 1.

Опсеги експозиционе дозе, који се користе за преглед ТЛД приказани су у Табели 2.

Табела 1 - ЕНЕРГЕТСКИ ОПСЕГИ РЕФЕРЕНТНИХ КВАЛИТЕТА ЗРАЧЕЊА

ЕНЕРГЕТСКИ ОПСЕГ (кV)	ТИП ЗРАЧЕЊА	СРЕДЊА ЕНЕРГИЈА НА КОЈОЈ СЕ ИСПИТУЈЕ ТЛД (кV)
10 до 40	континуално филтрирано X - зрачење	20 и 33
40 до 80	континуално филтрирано X - зрачење	48 и 65
80 до 130	континуално филтрирано X - зрачење	83, 110, 118
130 до 250	континуално филтрирано X - зрачење	161, 205, 248
250 до 3 000	гама зрачење ^{60}Co , ^{137}Cs	662, 1 250

Табела 2 - ОПСЕГ ЕКСПОЗИЦИОНЕ ДОЗЕ ЗА ПРЕГЛЕД ТЛД

РЕФЕРЕНТНА ВРЕДНОСТ ДОЗЕ	П Р И М Е Н А
1,65 $\mu\text{C}/\text{kg}$ до 16,5 $\mu\text{C}/\text{kg}$ 16,5 $\mu\text{C}/\text{kg}$ до 0,165 mC/kg 0,165 mC/kg до 1,65 mC/kg	лична дозиметрија, заштита од зрачења, радиолошка дијагностика, радиотерапија, лична дозиметрија
1,65 mC/kg до 16,5 mC/kg 16,5 mC/kg до 0,165 C/kg 0,165 C/kg до 1,65 C/kg	

Референтни извор зрачења испоручује познату величину експозиционе дозе ТЛ материјалу под одговарајућим геометријским условима (растојање извор-референтна равна: 100 см, величина пола 10 x 10 см) и условима околине, при чему је радијациони излаз измерен одговарајућом техником /јонизационом комором - секундарним или радним еталоном), са мерном несигурношћу која није већа од $\pm 5\%$.

2.4. Јонизациона комора - радни еталон типа, зависно од квалитета зрачења, за оверу извора зрачења може да буде:

1) јонизациона комора са шупљином чија мерна несигурност није већа од $\pm 5\%$, са вероватнобом 1σ и планпаралелна јонизациона комора са танком мембраном чија мерна несигурност није већа од $\pm 2\%$, са вероватнобом 1σ - за нискоенергетско X-зрачење у опсегу од 10 kV до 50 kV,

2) јонизациона комора са шупљином чија мерна несигурност није већа од $\pm 5\%$, са вероватнобом 1σ и цилиндрична јонизациона комора са шупљином чија мерна несигурност није већа од $\pm 2\%$, са вероватнобом 1σ - за средњеенергетско X-зрачење опсега од 50 kV до 300 kV,

3) јонизациона комора са шупљином чија мерна несигурност није већа од $\pm 5\%$, са вероватнобом 1σ и цилиндрична јонизациона комора са шупљином чија мерна несигурност није већа од $\pm 2\%$, са вероватнобом 1σ - за високоенергетско фотонско зрачење (до 1,3 MeV за гама од 4 MV до 40 MV за X-зрачење).

3. Начин прегледа

3.1. Преглед ТЛД обухвата:

- 1) спољашњи преглед и
- 2) проверу метролошких својстава.

3.2. Спољашњим прегледом се утврђује да ли постоје сви делови система, о ком типу ТЛ фосфора се ради, односно да ли фосфор и остали делови ТЛД одговарају опису и упутству произвођача.

3.3. Провера метролошких својстава обухвата проверу:

- 1) калибрације,
- 2) униформности ТЛД одзива у оквиру шарже,
- 3) зависности ТЛД одзива од јачине апсорбоване дозе,
- 4) зависности ТЛД одзива од енергије,
- 5) зависности ТЛД одзива од правца упадног зрачења,
- 6) зависности ТЛД одзива од времена протеклог између припреме и озрачивања,
- 7) зависности ТЛД одзива од времена протеклог између озрачивања и читавања,
- 8) зависности ТЛД одзива од температуре у току складиштења и озрачивања,
- 9) зависности ТЛД одзива од влаге,
- 10) зависности ТЛД одзива од светлости и
- 11) тачности одзива појединачног дозиметра.

Провера метролошких својстава из тачке 3.3. овог упутства се обавља у лабораторијским условима у калибрационом пољу. Сва мерења се изводе у ваздуху у одговарајућем паковану ТЛД зависно од квалитета зрачења.

3.3.1. Провера калибрације ТЛД подразумева установљаване односа између ТЛД одзива и експозиционе дозе у С/кг, односно апсорбоване дозе у Gy.

За проверу калибрације се користе извори наведени у тач. 2.2. и 2.3. овог упутства.

Енергетски опсези, као и опсези доза коришћени за калибрацију блиски су опсезима у којима ће да се примењује испитивани ТЛД уз дозвољено одступање од 20% .

Калибрациона доза треба да буде у опсегу линеарног одзива ТЛД система.

За проверу калибрације користе се најмање три дозе и три енергетска нивоа у оквиру жељеног опсега.

ТЛД се поставља на висину од $1 \text{ m} \pm 0,3 \text{ m}$ у односу на површину пода на начин који смањује дисторзије пола и што даље од великих предмета, као и од предмета велике густине који би могли да проузрокују дирекционе аномалије или друге пертурбације калибрационог пода.

3.3.2. Провера униформности одзива у оквиру шарже:

- одабере се случајни узорак од 30 ТЛД у оквиру исте шарже, припреме се на идентичан начин и озраче у калибрационом полу истом експозиционом дозом и читају се,

- стандардна девијација расподеле одзива свих узорака не сме да буде већа од $\pm 8\%$ од средње вредности одзива, односно:

$$\sigma \leq 0,08 \bar{Y}_0$$

3.3.3. Провера зависности ТЛД одзива од јачине апсорбоване дозе:

- одабрана група ТЛД се подели у x група од по n узорака,
- опсег јачине дозе од интереса се подели на x интервала,
- ТЛД се припреме на идентичан начин и свака од x група ТЛД се озрачи истом експозиционом дозом, али различитим јачинама апсорбоване дозе,
- ТЛД се читају и одреди се средња вредност одзива и-те групе од n дозиметара, тј. Y_i ,

- апсолутна разлика између средње вредности групе и укупне средње вредности свих узорака не сме да буде већа од $\pm 20\%$ укупне вредности свих узорака, односно:

$$|Y_i - \bar{Y}_0| \leq 0,2 \bar{Y}_0$$

3.3.4. Провера зависности ТЛД одзива од енергије:

- одзив ТЛД на фотоне се одређује на неколико енергија у енергетском опсегу од 30 keV до 3 MeV и не сме да се разликује од одзива добијеног на калибрационом извору за

више од $\pm 20\%$ за фотоне енергија преко 80 keV, а за фактор 2 за енергије испод 80 keV.

3.3.5. Провера зависности одзива од правца упадног зрачења:

- одабрана група ТЛД се подели на x група од n узорака,
- ТЛД се припреме на исти начин и озраче истом експозиционом дозом тако да се нулта група постави у правац уобичајен за калибрацију, а остале групе под различите углове у односу на тај правац. Углови су подељени на интервале који нису већи од 30° ,
- апсолутна разлика између средње вредности i -те групе и средње вредности одзива нулте групе не сме да је већа од $\pm 5\%$ од средње вредности нулте тзв. нормалне групе, односно:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_0| \leq 0,05 \bar{Y}_0$$

3.3.6. Провера зависности ТЛД одзива од времена протеклог између припреме и озрачивања:

- изабери се две групе од по n узорака,
- прва група се налази у условима складиштења за време једнако максимално очекиваном временском интервалу између припреме и озрачивања,
- друга група се налази у условима складиштења за време једнако минимално очекиваном временском интервалу између припреме и озрачивања,
- период складиштења се завршава истовремено, када се обе групе озраче истом експозиционом дозом и читају се,
- разлика између средњих вредности одзива појединих група не сме да је већа од $\pm 20\%$ средње вредности обе групе, односно:

$$|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| \leq 0,2(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2)/2$$

3.3.7. Зависност ТЛД одзива од времена протеклог између озрачивања и читавања се проверава на начин описан у тачки 3.3.6. овог упутства.

3.3.8. Провера зависности ТЛД одзива од температуре у току складиштења и озрачивања:

- провера се обавља ако се очекује да ће се температура складиштења или озрачивања код примене ТЛД разликовати од калибрационе за више од $\pm 10\%$,
- одабрана група ТЛД из шарже се подели на две једнаке групе од по n узорака,

• обе групе се припреме на идентичан начин и озраче исто експозиционом дозом на температури једнакој максимално очекиваној за другу, односно минимално очекиваној температури за прву групу,

- апсолутна разлика између средњих вредности појединачних група не сме да је већа од од средње вредности обе групе односно:

$$|Y_1 - Y_2| \leq 0,2(Y_1 + Y_2)/2$$

3. 3. 9. Зависност ТЛД одзива од влаге:

- зависност се испитује ако је ТЛ фосфор хигроскопан,
- одабрана група из шарже се подели у две групе од по n узорака,
- обе групе се припреме на идентичан начин и озраче једнак експозиционом дозама, на температури једнакој максимално очекиваној из тачке 3. 3. 8. овог упутства и у условима максимално односно минимално очекиване влажности,
- апсолутна разлика између средњих вредности појединачних група не сме да је већа од 20% од средње вредности одзива обе групе, односно:

$$|Y_1 - Y_2| \leq 0,2(Y_1 + Y_2)/2$$

3. 3. 10. Зависност ТЛД одзива од светлости:

- одређује се читавањем под условима кад је ТЛД:

- а) неекспониран,
- б) неекспониран увијен у А1 фолију,
- ц) експониран дозом од око 25,8 $\mu\text{C}/\text{kg}$,
- д) експониран истом дозом, али увијен у А1 фолију.

Одзиви за услове под а) и б) треба да се одузму од одзива под ц) и д) ове алинеје, респективно,

- резултат добијен за неувијене ТЛД не сме да се разликује од резултата за увијене ТЛД за више од $\pm 10\%$.

3. 3. 11. Провера тачности одзива појединачног ТЛД:

- сваки ТЛД који се прегледа припреми се и озрачи одређеном експозиционом дозом одабраног квалитета зрачења,
- ни један ТЛД из шарже, за ма који спектрални састав референтног поља зрачења не сме да пређе границе постављене једначином:

- обе групе се припреме на идентичан начин и озраче истом експозиционом дозом на температури једнакој максимално очекиваној за другу, односно минимално очекиваној температури за прву групу,
- апсолутна разлика између средњих вредности појединачних група не сме да је већа од од средње вредности обе групе, односно:

$$|Y_1 - Y_2| \leq 0,2(Y_1 + Y_2)/2$$

3. 3. 9. Зависност ТЛД одзива од влаге:

- зависност се испитује ако је ТЛ фосфор хигроскопан,
- одабрана група из шарже се подели у две групе од по n узорака,
- обе групе се припреме на идентичан начин и озраче једнаким експозиционом дозама, на температури једнакој максимално очекиваној из тачке 3. 3. 8. овог упутства и у условима максимално односно минимално очекиване влажности,
- апсолутна разлика између средњих вредности појединачних група не сме да је већа од 20% од средње вредности одзива обе групе, односно:

$$|Y_1 - Y_2| \leq 0,2(Y_1 + Y_2)/2$$

3. 3. 10. Зависност ТЛД одзива од светлости:

- одређује се читавањем под условима кад је ТЛД:
 - а) неекспониран,
 - б) неекспониран увијен у Al фолију,
 - ц) експониран дозом од око 25,8 $\mu C/kg$,
 - д) експониран истом дозом, али увијен у Al фолију.

Одзиви за услове под а) и б) треба да се одузму од одзива под ц) и д) ове алинеје, респективно,

- резултат добијен за неувијене ТЛД не сме да се разликује од резултата за увијене ТЛД за више од $\pm 10\%$.

3. 3. 11. Провера тачности одзива појединачног ТЛД:

- сваки ТЛД који се прегледа припреми се и озрачи одређеном експозиционом дозом одабраног квалитета зрачења,
- ни један ТЛД из шарже, за ма који спектрални састав референтног поља зрачења не сме да пређе границе постављене једначином:

$$0,7 \left[1 - 2 X_0 / (X_0 + X_a) \right] \leq \frac{X_v}{X_a} \leq 1,5 \left[1 + X_0 / (2 X_0 + X_a) \right]$$

где су:

X_v - експозициона доза проценена у еталонској лабораторији,

X_a - експозициона доза очитана ТЛД-ом,

X_0 - доња граница опсега експозиционе дозе, односно најнижи ниво детекције.

3.4. Резултати мерења се уносе у записник и ако ТЛД испуњава услове прописане Правилником, издаје се уверење о исправности појединачног ТЛД или шарже.

4. Завршна одредба

4.1. Ово метролошко упутство ступа на снагу наредног дана од дана објављивања у ГЛАСНИКУ Савезног завода за мере и драгоцене метале.

Број: 0503-84/2-92
16. 12. 1992. године

ДИРЕКТОР
Радован Стевић, проф.

И С П Р А В К Е

**МЕТРОЛОШКОГ УПУТСТВА ЗА ПРЕГЛЕД
ТЕРМОЛУМИНЕСЦЕНТНИХ ДОЗИМЕТАРА
(ГЛАСНИК Савезног завода за мере
и драгоцене метале, број 4/92)**

1. У наслову метролошког упутства и у тач. 1.1, 1.3. и 1.2. уместо речи: "термолуминесцентних", у различитим падежима, треба да стоји реч: "термолуминесцентних", у одговарајућем падежу.

2. У тачки 2.3. табела 1, у првој колони - после енергетског опсега: "250 до 3 000" треба да стоје речи: "високоенергетско X-зрачење".

У табели 2 референтне вредности дозе треба да имају примену према следећој табели:

РЕФЕРЕНТНА ВРЕДНОСТ ДОЗЕ	П Р И М Е Н А
1,65 $\mu\text{C}/\text{kg}$ до 16,5 $\mu\text{C}/\text{kg}$ 16,5 $\mu\text{C}/\text{kg}$ до 0,165 mC/kg	лична дозиметрија, заштита од зрачења, радиолошка дијагностика
0,165 mC/kg до 1,65 mC/kg 1,65 mC/kg до 16,5 mC/kg 16,5 mC/kg до 0,165 C/kg 0,165 C/kg до 1,65 C/kg	радиотерапија и лична дозиметрија

3. У тачки 3.3.3. у петој алинеји после речи "±20% укупне" треба да стоји реч: "средње".

4. У тачки 3.3.8. у четвртој алинеји испред речи: "средње вредности обе групе", уместо речи: "од од" треба да стоје речи: "од 20%", а образац треба да гласи:

$$|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| \leq 0,2(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2)/2$$

5. У тачки 3.3.9. у четвртој алинеји образац треба да гласи:

$$|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| \leq 0,2(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2)/2$$