

B. Miklavž i. S. M. Mihelč
 Institut "Jožef Stefan"
 Univerza Edvarda Kardelja, Ljubljana

TERMOLUMINESČENČNI ČITALNIK AKCIDENTNIH DOZ S FOTODIODO

THERMOLUMINESCENT ACCIDENT DOSEREADER WITH PHOTODIODE

IZVLEČEK - Opisana je terenska izvedba TL čitalnika za akcidentno območje doz od 0,01 - 20 Gy. Uporabljena je bila detekcija svetlobe s termostatisano fotodiodo, ki omogoča meritve pri temperaturah okolja od -20°C do 50°C, in nova način integracije svetlobne krivulje. Rezultate meritve je mogoče odčitati kot integrale ali vršne vrednosti svetilne krivulje. Čitalnik je prirejen za dozimetre IJS - TLD08 iz sintiranih tablet $\text{CaF}_2:\text{Mn}$.

ABSTRACT - The field version of TL reader for accident dose region 0,01 - 20 Gy is described. For light detection, the thermostated photodiode was used permitting measurements at the ambient temperatures from -20°C to 50°C, and a new mode of the glow curve integration. Results can be presented as integral peak values of the glow curve. The reader was adapted for dosimeters IJS - TLD08 from sintered $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ pellets.

1. UVOD

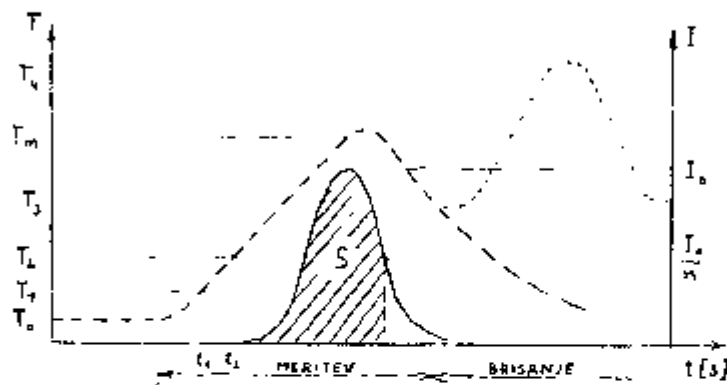
Akcidentni osebni dozimetri, ki so v rabi ob jedrskih objektih, kjer so možne nenadne večje prekoračitve težjih doz, običajno pokrivajo območje doz od 0,01 - 10 Gy ($1 - 10^3$ rad). Po priporočilih, ki jih upoštevajo v večini evropskih držav, morajo tudi omogočiti ločeno določevanje absorbirane doz gama in absorbiranih doz nevtronov, oziroma doze najkrajšega 24 ur po izpostavi in natančnost končne določitve dose znotraj $\pm 20\%$. Zaradi pomanjkanja predvsem pa hitrosti in relativno zelo zanesljivega določanja doz v terenskih pogojih ustrezata kombinaciji termoluminescentnega (TL) dozimetra za žarke gama in PIN diodnega dozimetra za nevtrone. Prispevek obravnava osnovna vodila in rešitve uporabljene pri razvoju terenskega termoluminescentnega čitalnika akcidentnih

doz druge generacije. Opravljeni razvoj je temeljil na svojedobro razvitem in uveljavljenem TL dozimetru IJS - TLDO8 iz $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ [1] in PIN diodnem dozimetru za nevtrone [2]. Osnovne tehnične novitete čitalca so naslednje: (i) detektiranje svetlobnega signala s fotodiodo namesto s fotopomoževalko, (ii) meritev integrala in vrha svetlobne krivulje, (iii) temperaturno območje uporabnosti -20 do 50°C, (iv) enostavna podoja tablet v čitalnik primerna za hitro meritev velikega števila dozimetrov v terenskih pogojih, (v) opcija dodatnega programa za brnjenje (annealing) tablet, (vi) možnost razširitve čitalnika z dodatkom tiskalnika za izpis doz.

2 Način meritve doze in detekcija svetlobe

Določanje doze, ki jo je absorbirala TL tableta se v merilniku opravi bodisi z merjenjem maksima ali pa integrala svetlobnega signala, ki ga oddaja tableta med postopnim ogrevanjem. Med bolj ali manj linearnim naraščanjem temperature sledi intenziteta svetlobe karakteristični zvodčasti krivulji (sl. 1) z maksimalno intenziteto I_0 pri temperaturi T_m značilni za dozimeter. Enostaven model "kinetike prvega reda", s katerim lahko opišemo pojav termoluminescence pa kaže [3], da sta delno T_m in v znatnejši meri I_0 , odvisna tudi od hitrosti ogrevanja tablete. Ta odvisnost, ki smo jo pri testiranjih tudi eksperimentalno dognali, bi iz versko-tehničnega vidika dala prednost meritvi svetlobnega integrala po času oz. po temperaturi (ki take odvisnosti ne kaže) pred meritvijo I_0 . Poizkusi pa so tudi pokazali, da je lahko izbira neja integracije zlasti pri višjih dozah pogosto kritična. V splošnem so svetilne krivulje sestavljene iz večih bolj ali manj ločenih krivulj, ki niso vse primerne za reproducibilno merjenje in se zato lahko vršne vrednosti glavne svetilne krivulje manj občutljive na prikrite satelitske vrhove kot integrali. Kot so pokazale meritve, je mogoče z izbiro neja integracije vplivati v določenem obsegu tako na zaznan obseg doze s časom (fading) [4], kot na linearnost odziva pri zelo velikih dozah. (V literaturi pogosto opisan pojav "supralinearosti" določenih TL materialov, spada po naših izkušnjah, prav v to kategorijo). Obsežna testiranja dozimetrov IJS - TLDO8 iz $\text{CaF}_2:\text{Mn}$, ki smo jih opravili glede linearnosti in reproducibilnosti obeh načinov odčitavanja [1], so privedla do načina merjenja, ki je prikazan na sl. 1: začetek integracije pri neki temperaturi T_1 .

določitev vršne vrednosti sevalne krivulje I_0 , nesvritev gretja in konec integracije pri določeni višini krivulje I_0/d , kjer je d konstantna vrednost približno enaka 2. Rezultate je po izbiri mogoče prikazati z integracijo ali zgolj z vršno vrednostjo. Pri opisani določitvi meja integracije sta bila za preiskovane iz-
zipele IJS - TLPOS oba načina merjenja do 90 enakovredna in so bila izmerjena strasanja pri izenačenih obsežljivostih table.
znotraj 5,5 % za integral in znotraj 4,5,6 za vršno vrednost.

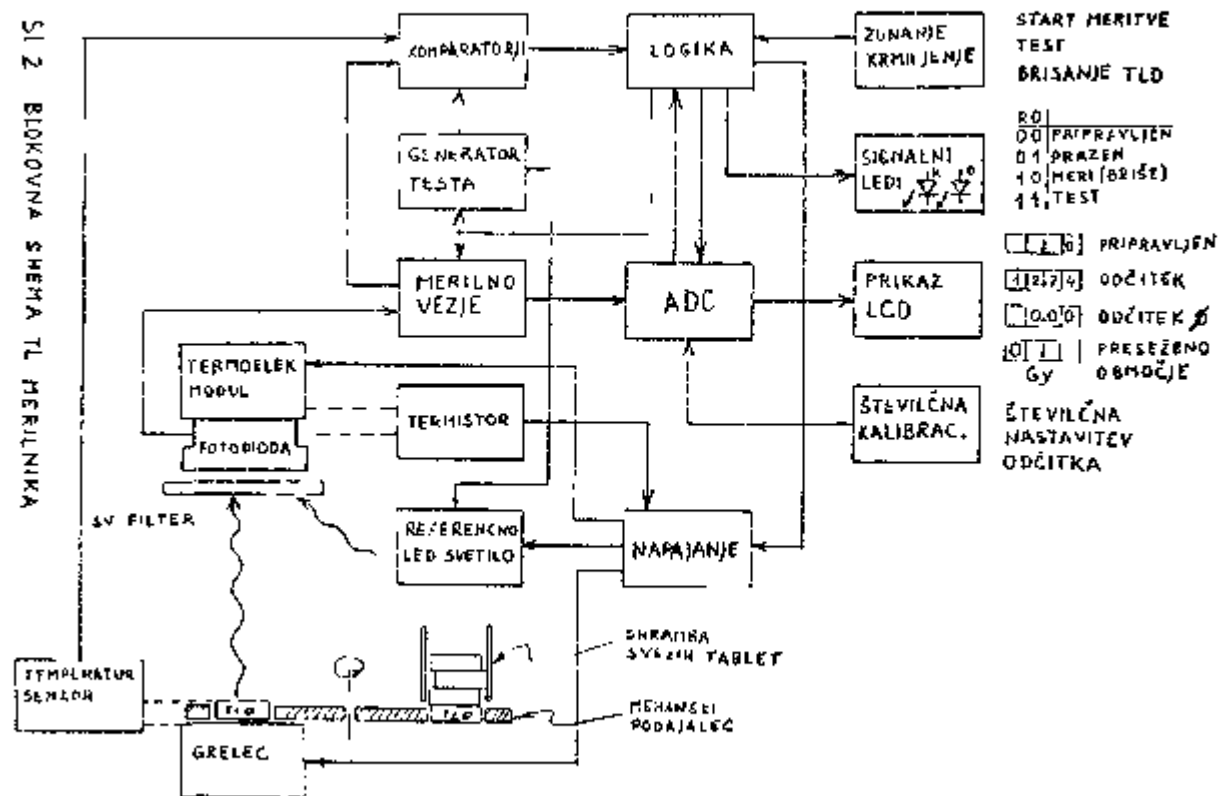


Sl. 1 Potek TL intenzitete sevanja I (izvlečena črta) ter tempe-
rature tablete (črčkana črta) med meritvijo. Področje in-
tegracije sevalne krivulje je senčeno. Točkasta črta kaže
potek temperature med dodatnim brisanjem, kadar je to
vključeno.

3. Izvedba in funkcionalne kontrole

Blokovna shema čitalnika je podana na sliki 2. Ko z meh. n-
skim premikom krožnega podajalnika privedemo tableto iz "skla-
dišča" na grelec se samodejno vključi stikalo, ki počene meritve
(prižig rdeče signalne diode). Če merilnik po začetku meritve
ugotovi, da na pečici ni tablete, prekine meritve, ugasne rdečo
in prižge oranžno diodo, ki opozori na nepravilnost. Ogrevanje
tablete med meritvijo in detekcija TL svetlobnega signala s fo-
todiodo so počasni procesi z nekajsekundnimi časovnimi konstan-
tami in s trajanjem celotnega cikla meritve (brez dodatnega bri-
sanja - anealinga - tablete približno 30 - 40 sekund. Signal iz

SI 2 BLOKOVNA SCHEMA TL MERILNIKA



fotodiode lahko zato na merilniku po ojačitvi filtrirano z aktivnim filtrom (nizko sito), ki odreže vse višje frekvence (šum). Zaradi velikih ojačitev, ki povzročajo "preostalo" napetost in njene časovne spremembe je vgrajen v merilno verigo ojačevalnik, ki v odsotnosti svetlobnega signala postavlja napetostni nivo na 0 V. Tako pripravljen signal peljemo istočasno na integrator in merilnik vršne vrednosti, ki predstavlja rezultat meritve ali testa. "3 1/2 mestni" analognodigitalni pretvornik (ADC) z multipleksiranim 7 segmentnim izhodom posreduje rezultat štirimestnemu prikazovalniku na tekoče kristale (LCD), ki ima, kadar ne kaže rezultata, tudi indikatorsko vlogo (kombinacije ničel). Vezje "napajanje" skrbi za krmiljeno ogrevanje grelca ter termostatiranje referenčnega svetlobnega izvora in fotodiode. Slednja je toplotno povezana s termoelektričnim modulom, ki jo ohlaja ali segreva v odvisnosti od zunanje temperature. Kot indikator temperature služi termistor. Vezje LOGIKA omogoča avtomatsko delovanje merilnika in s pomočjo CMOS stikal in relejev nadzoruje potek meritve. Vhodne spremenljivke so: zunanje komande preko stikal, temperature T_1 (začetek integracije svetlobnega signala), T_2 (vnemna kontrolna temperatura), T_3 in T_4 (spodnja in zgornja temperatura brisanja), vršne vrednosti I_0 in I_0/n (glej sl. 1), maksimalno dovoljena vrednost svetlobnega in testnega signala ter prekoračitev območja ADC-ja. Samodejno naravnavanje ničle in termostatiranje diode s predojačevalnikom zagotavljata dobro temperaturno stabilnost analognih vezij. Občasne kontrole in eventualne rekaliibracije sistema je mogoče opraviti z uporabo testa. Test simulira temperaturni signal in sproži svetlobni signal referenčnega svetila v obliki TL sevalne krivulje. Referenčno svetilo je termostatirana LED dioda, ki je krmiljena s točno določenim tokovnim signalom. Po izvršeni meritvi signala je mogoče nominalno vrednost odčitka nastaviti s pomočjo potencijometra, ki je dostopen na delni plošči. Celoten merilnik je vgrajen v tipsko terensko ohišje in ima porabo vodi od 30 do 40 W glede na temperaturo ambientsa t.j. porabo termostatskega termoelektričnega modula.

4. ZAKLJUČEK

Uporaba fotodiode v TL šitalnik ima v primerjavi s fotopomočevalko več prednosti, ki so pomembne predvsem pri terenski izvedbi šitalca: kompaktnost, ki omogoča učinkovito toplotno za-

ščito, robustnost in odsotnost visokih napetosti. Njena uporaba pa je omejena na dozimetre z dovolj velikimi signali. Razvit čitalac v kombinaciji z dozimetri IJS - TL008 predstavlja fleksibilen instrument, primeren za hitro čitanje velikega števila dozimetrov in je uporabljen tako v zaščitni fiziki ob jedrskih objektih kot v civilni zaščiti.

5. LITERATURA

- [1] Z.Milavc, I.Žerovnik, V.Spreizer, M.Mihelič, D.Sušnik, L.Frontelj, U.Miklavžič, "TL akcidentalni dozimetrični sistem za širke gama" Zbornik del XI. jugoslovanskega simpozija o zaščiti pred sevanji, Portorož 1981, str. 453-465, 1981
- [2] F.Cvelbar, "Neutronska dozimetrija s polprevodniškimi dozimetri", Zbornik del XI. jugoslovanskega simpozija o zaščiti pred sevanji, Portorož 1981, str. 375-382, 1981
- [3] C.Bowit, Contemp. Phys. 17, 461, 1976
- [4] G.Drežič, "Nekatere lastnosti TLD dozimetrov $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ (IJS-TL008)", IJS delovno poročilo DP-2556, 1981