

RADIOGRAFSKI UREĐAJI GAMMAT SE I GAMMAVOLT SU 50 SA IZVOROM ⁷⁵SE I ZAŠTITA OD ZRAČENJA

RADIOGRAPHIC DEVICES GRAMMAT SE AND GAMMAVOLT SU 50 WITH SOURCE ⁷⁵SE AND RADIATION PROTECTION

Đ. PETROVIĆ, R. DOBRIJEVIĆ I Đ.ČAŠIĆ,
INSTITUT „VINČA“, BEOGRAD

Zatvoreni radioaktivni izvor ⁷⁵Se se sve više koristi u radiografskim kontrolama kompaktnosti materijala. Njegova energija γ -zračenja odgovara za kontrolu npr. čeličnih materijala debljine 5–30 mm. Za korišćenje ovih izvora služi uređaj novije generacije Gammamat SE. Međutim za radiografska ispitivanja sa ⁷⁵Se može se koristiti i uređaj Gammavolt SU 50 ili Gammavolt SU 100 koji su od strane proizvođača namenjeni za korišćenje izvora ¹⁹²Ir. U ovom radu su prikazani rezultati dozimetrijskih merenja koja se odnose na radiografske uređaje Gammamat SE i Gammavolt SU 50 u koje je ugrađen radioaktivni izvor ⁷⁵Se aktivnosti 3TBq. Prikazane su prednosti i mane svakog uređaja sa aspekta eksploatacije u svakodnevnom radu i sa aspekta zaštite od zračenja.

Ključne reči: Se-75; Gammamat SE; Gammavolt SU 50

The closed radioactive source ⁷⁵Se is increasingly used in radiographic controls of material compactness. Its radiation energy is suitable for control of steel materials of 5–30mm thickness. The new generation device Gammamat SE serves for the use of these sources. However, for radiographic testing with ⁷⁵Se Gammavolt SU 50 or Gammavolt SU 100 may be used, although, according to their manufacturer, they should serve for using ¹⁹²Ir source. This paper presents the results of dosimetric measurements relating to radiographic devices Gammamat SE and Gammavolt SU 50, with ⁷⁵Se radioactive source with 3TBq activity. Advantages and disadvantages of each device were given from the aspect of exploitation in daily work and from the aspect of radiation protection.

Key words: Se-75; Gammamat SE; Gammavolt SU 50

Radioaktivni izvori ⁷⁵Se

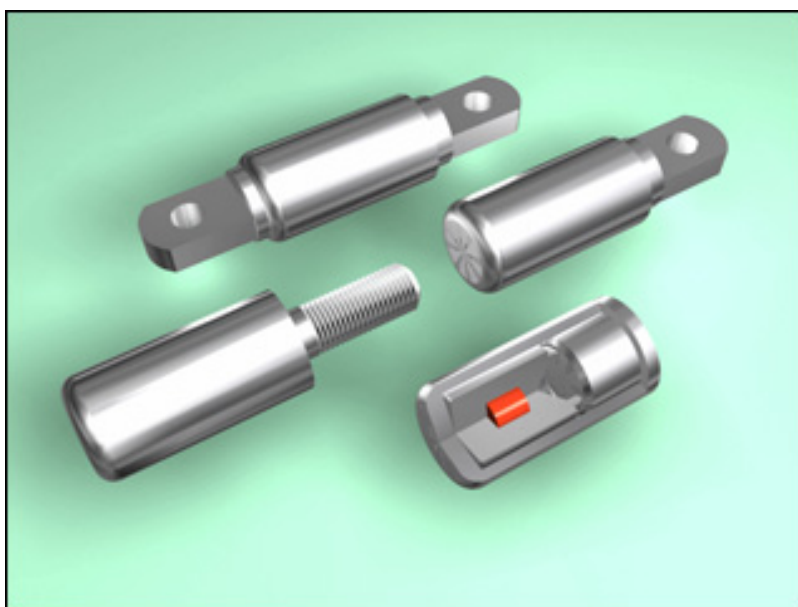
Radioaktivni izotop ⁷⁵Se se dobija u nuklearnim reaktorima tzv. (n, γ) nuklearnom reakcijom. Za proizvodnju radiografskih izvora visoke specifične aktivnosti koriste se isključivo nuklearni reaktori visokog fluksa termalnih neutrona (preko 1014 n/cm² s). Nestabilno jezgro ⁷⁵Se se raspada elektronskim zahvatom, pri čemu emituje γ -zračenje sa više energija od 76 do 405 keV i vremenom poluraspada $T_{1/2} = 119,8$ dana. Jonizaciona γ -konstanta za radiografski izvor ⁷⁵Se iznosi 0,2 (Sv.m²/Ci.h). Maksimalna aktivnost radiografskih izvora zavisi od veličine radioaktivnog materijala odnosno od mase mete.

U Tabeli br.1 prikazana je zavisnost veličine ozračene mete i maksimalne aktivnosti koja se može postići.

Tabela 1. Zavisnost dimenzija mete i maksimalne aktivnosti izvora

Dimenzije mete (mm)		Aktivnost izvora TBq (Ci)
Dijametar	Visina	
1	1	0,37 (10)
1,5	1,5	0,74 (20)
2	2	1,48 (40)
2,5	2,5	3,33 (90)
3	3	5,18 (140)
3,5	3,5	7,4 (200)

Na Sl. 1. prikazani su različiti oblici kapsula u koje je hermetički zatvorena ozračena meta.



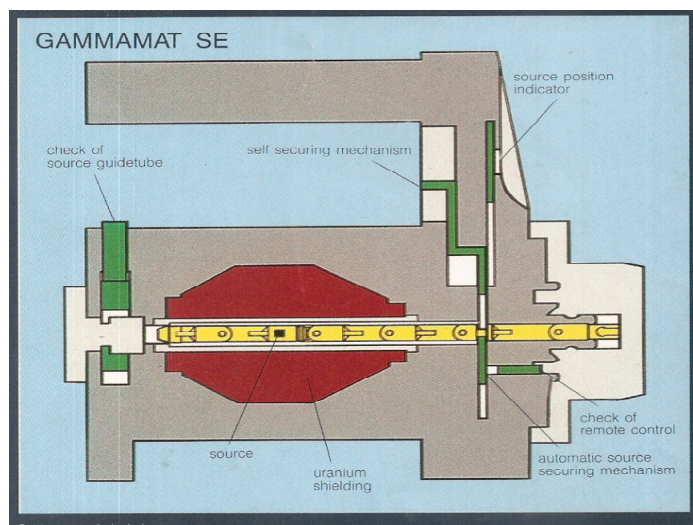
Sl. 1. Kapsula sa unutrašnjom aktivnom česticom

Oblik kapsule je prilagođen radiografskom uređaju, odnosno nosaču izvora za dati radiografski uređaj.

Gammamat SE

Ako u radiografski uređaj Gammamat SE ugradimo radioaktivni izvor ^{75}Se aktivnosti 3 TBq (80 Ci) maksimalna doza zračenja na površini uređaja iznositi će 120 $\mu\text{Sv/h}$. Doza zračenja na rastojanju od 1 m od uređaja iznosi 0,30 $\mu\text{Sv/h}$.

Presek Gammamat-a SE prikazan je na Sl. 2.



Sl 2. Presek radiografskog uređaja Gammamat SE

Sa slike se vidi da je radiografski izvor smešten u sredini volframskog nosača izvora, tj. može se koristiti samo bočni snop zračenja. Isto tako kad je uređaj u otključanom položaju izvor zračenja je u zatvorenom položaju. Izvor dolazi u otvoreni položaj tek kada ga operater daljinskom komandom izbaci iz zaštitnog ekrana defektoskopa.

Kada se izvor pomoću daljinske komande izbaci iz defektoskopa u fleksibilno crevo ili metalnu cev, tada se može izmeriti doza zračenja od 7,5 $\mu\text{Sv/h}$ na rastojanju od 44 m od izvora; a doza zračenja od 40 $\mu\text{Sv/h}$ na rastojanju od 19,5 m. Kod izvora zračenja, koji je izbačen iz defektoskopa u fleksibilno crevo dužine 3 m, doza zračenja kod operatera je 80 $\mu\text{Sv/h}$. Ukoliko se koriste odgovarajuće blende od volframa (panoramska i blenda za korišćenje usmerenog bočnog snopa) doza zračenja kod operatera i u okolini izvora može se značajno smanjiti (do 50 puta u šticehim pravcima). Debljina olovnog zaštitnog ekrana od 2 mm smanjuje dozu zračenja dva puta. Za smanjenje doze zračenja deset puta potrebna je debljina zaštitnog ekrana od 5,5 mm.

Ukoliko se prilikom transporta ili prilikom neke druge manipulacije sa Gammamat-om SE koristi sanduk sa olovnom zaštitom od 20 mm izmerena doza zračenja na površini sanduka iznosi manje od 0,10 $\mu\text{Sv/h}$. Takođe, u uslovima transporta doza zračenja kod vozača i suvozača je na nivou prirodnog fona.

Iz gore izloženog može se zaključiti da je sa stanovišta zaštite od zračenja rad sa radioaktivnim izvorom ^{75}Se relativno bezbedan naročito ukoliko se koristi ispravna oprema i ukoliko se poštuju radne procedure. Manipulacija sa ovim uređajem je olakšana njegovom relativno malom masom od 7,2 kg.

Gammavolt SU 50

Gammavolt SU 50 (ili Teletron SU 50) je radiografski uređaj koji je konstruktivno namenjen za radiografska ispitivanja sa radioaktivnim izvorom ^{192}Ir maksimalne aktivnosti 1,85 TBq (50 Ci). Ovaj uređaj je namenski rađen za izvore ^{192}Ir jer u to vreme nije bilo radiografskih izvora ^{75}Se .

Međutim ukoliko bi u ovaj uređaj ugradili radioaktivni izvor ^{75}Se aktivnosti 3 TBq (80 Ci) maksimalna doza zračenja na površini defektoskopa nebi prelazila 20 $\mu\text{Sv/h}$ odnosno doza bi bila šest puta manja nego ista doza na površini Gammamat-a SE.

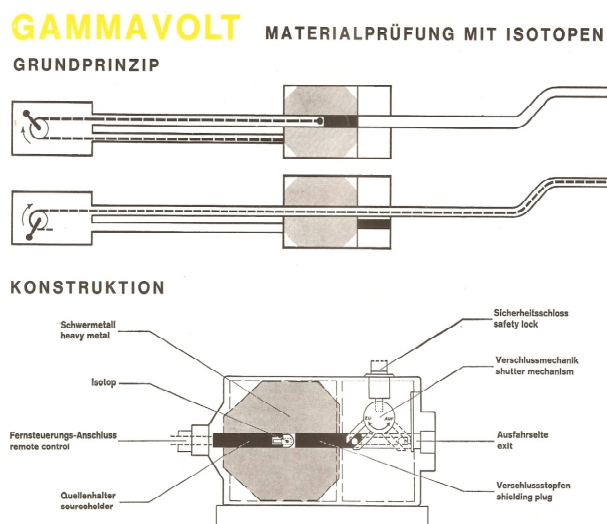
Izvršena su dozimetrijska merenja ($\mu\text{Sv/h}$) vezana za uređaj Gammavolt SU 50 sa izvorom ^{75}Se , A= 3 TBq:

- Maksimalna doza na površini defektoskopa: 20 $\mu\text{Sv/h}$;
- na rastojanju 1 m od defektoskopa: 0,27 $\mu\text{Sv/h}$;

- kod operatera kad je defektoskop u otvorenom (otključanom) položaju: 0,10 $\mu\text{Sv/h}$;
- kod operatera kad je izvor izbačen direktno u blendu od volframa: 40 $\mu\text{Sv/h}$;
- kod operatera kad je izvor izbačen u crevo dužine 3 m: 80 $\mu\text{Sv/h}$;
- kod operatera kad je izvor izbačen u crevo dužine 3 m sa blendom na vrhu: 3,5 $\mu\text{Sv/h}$;
- maksimalna na površini transportnog sanduka sa dodatnom olovnom zaštitom debljine 20 mm: oko prirodnog fona;
- kod vozača i suvozača kad je izvor u sanduku sa olovnim zidom debljine 20 mm: oko prirodnog fona,

U poređenju sa slučajem kad je u isti uređaj ugrađen izvor ^{192}Ir aktivnosti 1.85 TBq doza sa izvorom ^{75}Se je manja za 50 puta.

Presek Gammavolt-a SU 50 prikazan je na Sl. 3.



Sl 3. Presek radiografskog uređaja Gammavolt SU 50

Sa slike se vidi da je kod ovog uređaja radioaktivni izvor smešten na vrh nosača izvora, tj. mogu se koristiti i bočni i čeonni snop zračenja.

Prilikom manipulacije sa uređajem dok je izvor u zatvorenom položaju ovaj uređaj je bezbedniji od Gammamata SE jer je doza zračenja na površini uređaja manja za 6 puta. Međutim manipulacija je teža zbog veće mase (oko 2 puta), naročito kad se radiografska snimanja vrše na visini.

Gammavolt SU 50 je konstruktivno tako urađen da je snop zračenja otvoren već u fazi dovođenja sistema brave u otvoreni (radni) položaj. Tom prilikom operater se nalazi uz uređaj sa rukom u snopu. Iako ova operacije kod ispravnog uređaja traje oko 1 s operater tom prilikom primi izvesnu dozu koja je značajnija ako se ima u vidu da na identičan način zatvara izvor po izvršenom snimanju. Primljena doza se umnožava brojem ekspozicija koje je obavio npr. za jedan dan.

Napred je rečeno da je slučaj u vezi snopa zračenja i zaštite od zračenja kod Gammamata SE mnogo povoljniji.

Što se tiče doza zračenja kad je izvor u fleksibilnom crevu ili metalnoj cevi ili kad se koriste blende od volframa one su slične kao i kod Gammamata SE.

Zaključak

Iz gore prikazanog može se zaključiti da je sa stanovišta manipulacije sa uređajem prilikom izvođenja radiografije rad sa Gammamat-om SE lakši zbog duplo manje mase. To je naročito važno kad se radiografija obavlja na visini, na teško pristupačnim mestima.

Sa stanovišta zaštite od zračenja doze zračenja kod Gammavolt-a SU 50 su za šest puta manje nego kod Gammamat-a SE sa izvorom ^{75}Se identične aktivnosti. Konstruktivna prednost Gammavolt-a je mogućnost korišćenja čeonog i bočnog snopa zračenja. Sa druge strane, Gammamat SE ima konstruktivnu prednost što je snop zračenja u zatvorenom položaju do momenta kad operater izbaci izvor iz defektoskopa pomoću daljinske komande što je sa stanovišta zaštite od zračenja značajno.

Međutim doza zračenja kod Gammavolt-a SU 50 je za oko 100 puta manja se izvorom ^{75}Se u odnosu na izvor ^{192}Ir iste aktivnosti.

Iz prikazanog se vidi da ne postoji nijedan valjani razlog zbog čega se Gammavolt SU 50 ne može koristiti ukoliko je u njega ugrađen radiografski izvor ^{75}Se .

Summary

Closed source of radioactive ^{75}Se is increasingly used in x-ray control of compact materials. Because of its energy, γ -radiation was used to control, for example, for steel materials thickness from 5 to 30mm.

The new generations of Gammamat SE cameras were used for operating with ^{75}Se sources. However, for radiographic examination with ^{75}Se can be used the cameras Gammavolt SU 50 or Gammavolt SU 100 regardless they are designed by the manufacturer for operate with ^{192}Ir source.

This paper presents the results of dosimetry measurements related to the radiographic cameras Gammamat SE and Gammavolt SU 50 in which was embedded radioactive source of ^{75}Se (9TBq activity).

The advantages and disadvantages of each device with the aspect of exploitation in everyday life and aspects of radiation protection are described.

Keywords: ^{75}Se . Gammamat SE, Gammavolt SU 50

Literatura:

1. MDS Nordion s.a., ScienceAdvancing Health, SI 14019.FRM/v001, CON - Gammamat SE, Users Manual, version 003 – juli 23, 2003
2. Srpković, Đorđe Lazarević, „Radijacione karakteristike ^{75}Se u IBR, 25 savetovanje IBR 2008, Subotica, 4-6 jun 2008
3. P.Hayward, HERA New Zealand; D. Currie SGS New Zealand: „Radiography of welds using Se-75, Ir-192 and X-rays; 12 A-PCNDT 2006, 5-10 nov.2006, Auckland New Zealand