

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

Se-75 izotóp sugárzásának elnyelődése az átvilágított acél vastagságának függvényében és ennek hatása az ipari radiográfiai vizsgálatoknál*

Skrek Mátyás – Tóth Endre

Kulcsszavak: Se-75 izotóp, sugárelnyelődés, felezési rétegvastagság acélra
Keywords: Se-75 isotope, radiation absorption, half-thickness for steel

Summary

Absorption of the Se-75 isotope's radiation in steel and its effect to the industrial radiographic testing. Known the characteristics of the Se-75 isotope the half-thickness for steel was determined with experimental measuring by the authors. The result is 10 mm. The exposition time for Se-75 is about 1,5 time higher than for Ir-192

A Se-75 izotóp jellemzői

A radiológusok által használt Se izotóp a 34-es rendszámú szelén 75 tömegszámú izotópjá. Amint már egy előző előadásunkban e helyen rámutattunk, a radiográfiai gyakorlatban ezt az izotópot W_{Fe} : 10 – 40 mm vastagságú acél átvilágítására lehet használni az MSz EN 444 számú szabvány előírásai értelmében. Összehasonlításként a radiográfiai gyakorlatban használt izotópok jellemző adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A már érvényét veszített MSZ14349 számú szabvány szerint (Sugárzás elleni védelem ipari radiográfiai munkahelyeken) a Se-75 felezési ideje 120 nap, gyakorlatilag 1/3 év. Ennek alapján ismerve a sugárforrás kezdeti aktivitását, a vizsgálat napján az érvényes aktivitás és a szükséges expozíciós idő kiszámítható.

A szelénnek 18, különböző tömegszámú izotópjá ismert, közülük 5 stabil, a többiek béta-, illetve gamma-sugárzást bocsátanak ki, de csak a Se-75 olyan, amelynek a felezési ideje elfogadható a radiográfiai vizsgálatokhoz.

A Se-75 bomlásakor pozitív bétarészecskéket (pozitronokat) bocsát ki, miközben az atommag egy protonja az elektronhéj valamelyik belső elektronját befogja:

$$p + e^- = n + \nu + \gamma.$$

ahol ν a keletkező neutrínót, γ pedig a kísérő gamma-sugárzást jelöli. Maga az atommag e közben az eggyel kisebb rendszámú arzén maggá alakul. Mivel ez a folyamat eléggé bonyolult, ezért a létrejövő sugárzás spektruma is összetett. Maguk a pozitronok mihelyt elektronnal találkoznak, megsemmisülnek, és nagy energiájú fotonként folytatják útjukat. Az atom elektronhéjáról befogott elektron helye attól függően, hogy K vagy L héjról történt az elektron befogása, ismét betöltődik egy vagy több lépésben, ami ismét gamma fotonok kibocsátásával jár. Ennek megfelelően a Se-75 spektruma számos spektrumvonalat tartalmaz 66 keV és 200 keV között. A már említett MSz EN 444 számú szabvány szerint 170 – 270 keV között kell ezt a tartományt kijelölni, míg az előbbi ábra szerint a Se-75 10 keV és 405 keV között sugároz. Természetesen 136 keV a domináló spektrum vonal, a 10 keV vonal pedig az arzén K vonalának felel meg.

Itt kell megjegyeznünk, hogy a Se-75 izotópról viszonylag kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre. Így a már érvényét veszített béta-, gamma- és röntgensugárzás elleni védelem című MSz 14342-es szabványban a Se-75-re vonatkozó adat egyáltalán nincs, noha az Ir-192, a Cs-137, a Co-60 stb. szerepel. Közelítőleg a Se-75-el az Ir-192-höz képest másfélszer annyit kell exponálni. Mi nem találtunk kellő pontosságú adatot a radiológus számára elsősorban fontos acélok átvilágításához érvényes elnyelődés és felezési rétegvastagság meghatározásához. A továbbiakban ezt a hiányt igyekszünk részben pótolni.

*Az V. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencián (Eger, 2007. márc. 6–9.) elhangzott előadás szerkesztett változata

Table 1. táblázat

	Yb169	Tm170	Se75	Ir192	Co60
$T_{1/2}$	32d	127d	120d	74d	5,26a
E (MeV)	0,06	0,052-0,084	0,136-0,265	0,3-0,6	1,17-1,33
W_{Fe} mm	0,1-1,5	□0,5	10-40	20-100	40-100

Roncsolásmentes anyagvizsgálat

Non-destructive material testing

A sugárelnyelődés acélban

A sugárzás elnyelődése az x vastagságú anyagban az ismert

$$I = I_0 e^{-\mu x} = I_0 e^{-\mu_m \rho x}$$

exponenciális összefüggés szerint zajlik le, ahol I a gyengített sugárzás, I_0 az anyagba belépő sugárzás intenzitása, μ a lineáris abszorpciós együttható, μ_m a tömeggyengítési együttható, ρ pedig a sűrűség. Célnk ezen értékek meghatározása.

A mérés idején sugárforrásunk aktivitása $A = 169$ GBq volt. Természetesen, a radiológus gyakorlatnak megfelelően, széles sugárnyaláb gyengülését vizsgáltuk. Mérőműszerként a KBFI-UNIÓ Kft. DM-01 típusú (gysz.: 526) sugármérő műszerét használtuk. (1. ábra).



Fig. 1. ábra

A 12 mérési adat párt exponenciális regressziós analízissel értékeltük ki. A mérés megbízhatóságát meghatározó regressziós együttható esetünkben $r = -0,99986$, ami igen jónak tekinthető.

Méréseinkből $I_0 = 5326$ -nak adódott, de ez az érték most számunkra kevésbé érdekes, mert több olyan adattól függ, mint a sugárforrás pillanatnyi aktivitása, távolsága stb. Ezzel szemben a görbe menetét

a tömeggyengítési együttható alapvetően meghatározza, ez az együttható a mérés alapján

$$\mu = 0,0687, \text{ illetve } \mu_m = 8,75 \cdot 10^{-3},$$

ha az acél sűrűségét 7,85-nek vesszük.

A mérés alapján meghatároztuk a felezési rétegvastagságot, ami a korrelációs összefüggésből 10 mm-nek adódott. Ha ezt az értéket elfogadjuk, akkor az Ir-192-re érvényes számológépről leolvasott expozíciós időt 15/10 aránnyal szorozva számolhatjuk ki a Se-75-re érvényes időket. (Számológépek általában Ir-192 esetében 15 mm-es felezési rétegvastagsághoz készülnek.)

Befejezéseként röviden két sugárvédelmi vonatkozást kell megemlíteni.

– Először is, ne becsüljük le az esetleges sugárnyelődés következtében gyengített sugárzás élettani hatását.

– Másodszor, nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a Se-75 lágyabb sugárzó mint az irídium, de a film expozíciójához ugyanakkora dózis kell. Ezért, ha gyenge sugárforrással hosszabb ideig exponálunk, ne resteljünk távolabbi helyre húzódni.

Itt szeretnénk felhívni a radiológusok figyelmét, a TAK 22 típusú felvételkedészítő berendezésre (2. ábra), amely megfelel a hazai sugárvédelmi, valamint az ISO 3999 műszaki követelményeinek.



Fig. 2. ábra.