



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196153

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 T 1/00

/22/ Přihlášeno 16 12 76
/21/ /PV 8251-76/

(40) Zveřejněno 30 03 79

(45) Vydáno 15 06 82

(75)

Autor vynálezu

VOTAVA PETR RNDr., ŽIDLOCHOVICE a KOMÍNEK ANTONÍN RNDr., PODIVÍN

(54) Způsob radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu

1

Předmětem vynálezu je způsob radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu využívajícího přímé a nepřímé závislosti odezvy detektoru na stanovené veličině.

Jednou z řady radiometrických metod, založených na interakci jaderného záření s hmotou, je metoda stanovení objemové hmotnosti pomocí detekce rozptýleného gama záření. Předností této metody oproti tradičním způsobům stanovení je především rychlost a nedestructivnost.

Dosud známý způsob stanovení objemové hmotnosti detekcí rozptýleného gama záření používají přístroje, které jsou konstruovány z hlediska geometrického uspořádání zdroj záření, olověné stínění, detektor rozptýleného záření tak, že celkový počet fotonů procházejících proměřovaným hmotným prostředím a registrovaných příslušným detektorem je nepřímo úměrný objemové hmotnosti proměřovaného prostředí. Využívá se totiž té skutečnosti, že čím hmotnější je prostředí, kterým procházejí fotony, tím účinněji jsou tímto prostředím absorbovány, což má z hlediska praktických měření za následek tu skutečnost, že dochází k poklesu celkového počtu fotonů dopadajících na měřicí detektor.

Nevýhoda tohoto způsobu stanovení objemové hmotnosti spočívá v tom, že pro řadu aplikací rozlišovací schopnost a citlivost není dostatečná.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu podle vynálezu tím, že rozptýlené gama záření, procházející měřeným materiálem je detekováno

2

dvěma detekčními jednotkami, umístěnými v rozdílných vzdálenostech od zdroje gama záření, přičemž na bližší detekční jednotce ke zdroji je velikost naměřené hodnoty četnosti přímo úměrná hodnotě objemové hmotnosti, kdežto na vzdálenější detekční jednotce je velikost naměřené hodnoty četnosti nepřímo úměrná hodnotě objemové hmotnosti a hodnota objemové hmotnosti materiálu je stanoven rozdílem, popřípadě podílem těchto dvou naměřených hodnot četnosti.

Hlavní výhodou způsobu radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu podle vynálezu, která se zvláště uplatňuje při rozdílovém zpracování výstupních signálů obou detekčních jednotek, je ta skutečnost, že vhodnou volbou vzájemného počtu detektorů v obou detekčních jednotkách v souladu s požadovaným měřeným rozsahem objemové hmotnosti, velikostí aktivity použitého zářiče a velikosti tloušťek olověného stínění umístěného mezi zdrojem záření a detekčními jednotkami, lze dosáhnout často až několikanásobně vyšší citlivosti optotí dosavadnímu používanému způsobu měření.

Obecný průběh křivky závislosti počtu detekovaných fotonů na změně sledované veličiny, tj. objemové hmotnosti kromě nepřímé závislosti vykazuje i průběh odpovídající přímé závislosti mezi měřenou hodnotou a stanovenou veličinou, přičemž celkový tvar křivky v určitém rozmezí objemových hmotností - daném především geometrickým uspořádáním vzdálenosti zdroj záření-detektor - prochází maximem. Pro hodnotu obje-

mové hmotnosti, při které je pro daný typ zářiče a danou vzdálenost zářič-detektor dosaženo maximální hodnoty četnosti na detektoru, tj. je registrován maximální počet rozptýlených fotonů, platí obecný vztah

$$\xi_m = k/d$$

kde ξ_m je hodnota objemové hmotnosti, při které je dosaženo maximální hodnoty četnosti na detektoru, d je vzdálenost středu zářiče od středu detektoru a k je konstanta vztahující se na ten který typ použitého zdroje záření. Tak např. pro zářič typu Cs 137 je konstanta $k = 16$.

Na základě shora uvedeného vztahu pak v případě použití zářiče typu Cs 137 platí, že např. při vzdálenosti detektoru od zářiče 6 cm je hodnota $\xi_m = 2\,700\text{ kg/m}^3$; při vzdálenosti 25 cm je hodnota $\xi_m = 640\text{ kg/m}^3$ apod.

Výše uvedených skutečností lze pak pro praktické účely stanovení objemové hmotnosti využít k tomu, že na základě znalosti velikosti rozsahu výskytu objemových hmotností lze umístit tyto dvě detekční jednotky do takových dvou vzájemně odlišných vzdáleností, aby byl splněn předpoklad, že četnost jedné z nich se bude při zvyšování hodnoty objemové hmotnosti zvyšovat, zatímco četnost druhé detekční jednotky bude naopak klesat.

P ř í k l a d p r o v e d e n í

Způsob radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu je názorně uveden na experimentálním měření objemové hmotnosti pórobetonových dílců. Jako zdroje záření bylo použito ^{137}Cs o aktivitě $0,27 \times 10^9\text{ Bq}$, k detekci rozptýleného gama záření bylo používáno Geiger-Müllerových detektorů, přičemž detekční jednotka umístěná blíže zdroje záření obsahovala jeden detektor, umístěný ve vzdálenosti 8 cm

od zdroje záření, zatímco vzdálenější detekční jednotka byla složena ze čtyř detektorů umístěných postupně ve vzdálenostech 27, 29, 31 a 33 cm od zdroje záření. Hodnota četnosti N_1 závislá na objemové hmotnosti pórobetonových dílců pro blíže umístěnou detekční jednotku a hodnota četnosti N_2 pro vzdálenější detekční jednotku se měří současně.

Jako výsledný výstupní signál je vyhodnocován rozdíl $N_1 - N_2$, případně podíl N_1/N_2 .

Zvýšení relativní citlivosti způsobu radiometrického stanovení objemové hmotnosti pórobetonových dílců podle vynálezu v porovnání s používaným způsobem pro jednotlivé intervaly objemových hmotností je patrný z následující tabulky pro sledovaný interval objemových hmotností:

obj. hmotnost /kg.m ⁻³ /	relativní citlivost	
	dosavadní způsob	způsob podle vynálezu
700	0,374	6,8
750	0,328	4,3
800	0,302	3,1
850	0,289	2,5

Obdobně jako pro rozsah objemových hmotností 700 až 900 kg.m⁻³ lze podobným způsobem např. pro rozsah objemových hmotností 1 000 až 2 000 kg.m⁻³ optimalizovat měření takovou geometrickou konfigurací obou detekčních jednotek vůči zdroji záření a olověného stínění, při kterém lze opět dosáhnout obdobného zvýšení citlivosti měřicí metody, tak, jak je uvedeno ve výše uvedené tabulce.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob radiometrického stanovení objemové hmotnosti materiálu vyznačený tím, že rozptýlené gama záření procházející měřeným materiálem je detekováno dvěma detekčními jednotkami, umístěnými v rozdílných vzdálenostech od zdroje gama záření, přičemž na bližší detekční jednotce ke zdroji je velikost naměřené hodnoty četnosti přímo

úměrná hodnotě objemové hmotnosti, kdežto na vzdálenější detekční jednotce je velikost naměřené hodnoty četnosti nepřímo úměrná hodnotě objemové hmotnosti a hodnota objemové hmotnosti materiálu je stanovena rozdílem, popřípadě podílem těchto dvou naměřených hodnot četnosti.