



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201 145

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 16 08 77
(21) PV 5363-77

(51) Int. Cl.³ G 01 T 1/161
G 01 T 1/2C
G 01 T 1/2C4

(40) Zveřejněno 29 02 80
(45) Vydáno 01 03 83

(75)

Autor vynálezu ZÁVADA MILAN, OSTRAVA
KREJČI PAVEL, OPAVA
ULLMANN VOJTĚCH, OSTRAVA
DUBROKA LADISLAV, OSTRAVA

(54) Způsob zvyšování účinnosti nedestruktivního měření zářičů gama

1

Vynález se týká měření vzorků zářičů gama, tzn. radionuklidů emitujících záření gama a X, pomocí kapalných scintilátorů a scintilačních gelů, dále jen kapalných scintilátorů, při kterém se zvýšení účinnosti měření dosahuje pomocí přísadků vhodných látek.

Za současného stavu se k měření sérií vzorků zářičů gama běžně užívá studnových scintilačních detektorů, které jsou součástí nákladných zařízení pro automatické měření vzorků. Kapalně scintilátory se běžně užívají k měření zářičů beta, rovněž pomocí nákladných automatických přístrojů. V řadě laboratoří je však k dispozici pouze zařízení k měření pomocí kapalných scintilátorů, avšak vzniká potřeba měření vzorků zářičů gama. K tomuto účelu lze použít malých scintilačních studnových detektorů s průhledným pláštěm, které se vkládají do jednotlivých míst dopravníku automatické měničky. Tato adaptace umožňuje měření zářičů gama s vysokou účinností, avšak je velmi nákladná. Lze použít i uspořádání běžně užívaného k měření zářičů beta, avšak k dosažení korektních výsledků je zpravidla nezbytná náročná úprava vzorků, přičemž účinnost měření je několikanásobně nižší, než při měření ve studnových detektorech. Proto někteří autoři ke zvýšení účinnosti měření zářičů gama pomocí kapalných scintilátorů užívají přísadků látek s vysokou hustotou např. tetra-butylolovo, organocínaté sloučeniny, čímž se zvýší hustota scintilační směsi a pochopitelně i absorpce měřeného záření a účinnost jeho měření. Měření se zpravidla provádí nedestruktivním způsobem tak, aby vzorek nepřišel do přímého kontaktu se scintilační směsí, například pomocí speciální kyvety s dvojitými stěnami v uspořádání obdobném tomu, které

201 145

je schematicky znázorněno na přiloženém výkresu. Po zaplnění prostoru mezi stěnami scintilační směsí se získá prostorové uspořádání měření blízké studnovému detektoru, které umožňuje dosažení vysoké účinnosti měření. Nevýhodou tohoto řešení je menší životnost, především v důsledku chemické nestability látek užitých jako přídavků a rovněž jejich toxicita.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny způsobem zvyšování účinnosti nedestruktivního měření zářičů gama ve formě laboratorních vzorků a vzorků biologických materiálů, pomocí kapalných scintilátorů podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že emitované záření se převádí na sekundární elektrony prostřednictvím rezonančního fotoefektu na atomech s vazebnou energií elektronových slupek K a L blízkou energii emitovaného záření, které jsou obsaženy v látkách, užívaných jako přídavky ke kapalným scintilátorům.

Podstata vynálezu vychází ze zjištění jevu zvýšené účinnosti měření zářičů gama s kapalnými scintilátory následkem přídavků určitých látek ke scintilačnímu roztoku. Těmito přídavky jsou látky, obsahující atomy s vazebnou energií elektronové slupky K nebo L blízkou, ale menší než je energie záření měřeného radionuklidu. Tyto látky výrazně zvyšují absorpci měřeného záření následkem rezonančního fotoefektu nezávisle na své hustotě. Vzniklé sekundární elektrony se dále konvertují ve scintilace, zvyšuje se podíl záření gama využitého pro měření a tím i účinnost jeho měření. Již ze samotné podstaty tohoto jevu vyplývá, že jeho praktické využití je možné pouze u radionuklidů emitujících záření gama s nižší energií.

Při výběru látky vhodné jako přídavek ke scintilačním roztokům, zvyšujícím účinnost měření záření gama, je nutno respektovat několik základních požadavků. Především tato látka musí obsahovat dostatečné množství atomů s vazebnou energií elektronů blízkou, avšak menší, než je energie měřeného záření tak, aby výsledný rezonanční efekt byl co největší. Vybraná látka musí být dobře rozpustná ve scintilačním roztoku a nesmí příliš zhoršovat jeho scintilační vlastnosti, zejména následkem nežádoucích zářecích efektů. Zvolená látka musí být chemicky stálá, netěkavá a málo toxická. Zanedbatelná není ani její cena a dostupnost.

Pro splnění těchto poměrně náročných požadavků navrhované řešení skýtá daleko více prostoru než použití látek o vysoké hustotě, jejichž výběr je omezen na malý okruh látek zpravidla obsahujících těžké kovy, které jen zřídka uspokojivě splňují tyto požadavky. K dosažení vysokých účinností měření aktivit vzorků daného zářiče gama je však nutné, aby byla vhodně zvolena koncentrace vybrané látky ve scintilačním roztoku a vybraná optimální geometrie měření. Výběr prostorového uspořádání měření je závislý především na energii měřeného záření gama a rovněž na vlastnostech a formě vzorků, které je nutno měřit.

Navrhované řešení je zejména vhodné pro zářiče gama s nízkou energií, jako je ku příkladu ^{125}I , který se široce používá při radioimunoanalýze, event. při dalších aplikacích v medicíně, biologii a podobně. Finální vzorky k měření se v těchto případech získávají v nejrůznějších podobách, zpravidla jako vodné roztoky, suspenze, precipitáty zachycené na ultrafiltrech a podobně. Nejvýhodnějším prostorovým uspořádáním měření je proto takové, při kterém vzorek nepřichází do přímého kontaktu se scintilační směsí a zejména uspořádání obdobné geometrii studnových detektorů. Ve vhodných zkumavkách lze pak mě-

řít vzorky v libovolné formě, eventuálně opakovaně a bez jejich porušení. Další výhodou je možnost opakovaného nebo i dlouhodobého použití téže náplně scintilační směsi za předpokladu, že tato je dostatečně stálá, a že je hermeticky uzavřena v měřicí kyvetě vhodné konstrukce.

Jedna z možností uspořádání měřicí soustavy je schematicky znázorněna na přiloženém výkresu. Základem je skleněná kyveta 1, užívaná u daného měřicího záření k měření zářičů beta, do které je zasunuta skleněná zkumavka 2 s rovným dnem tak, aby její stěny a dno byly souběžné se stěnami a dnem kyvety 1. K fixaci skleněné zkumavky 2 v dané poloze a k hermetickému uzavření kyvety 1 je užito běžné zátky 4 se šroubením, opatřené otvorem podle průměru skleněné zkumavky 2 a vhodným těsněním 5. Vzniklá mezera mezi stěnami a dny kyvety 1 a zkumavky 2 je zaplněná scintilační směsí 3. Měřicí zkumavka 6, pro ^{125}I nejlépe plastická, s měřeným vzorkem 7 je zasunuta do dutiny tvořené skleněnou zkumavkou 2.

Příklad 1

K měření vzorků ^{125}I bylo použito scintilační směsi na bázi toluenového scintilačního roztoku obsahujícího 4 g PPO (2,5-difenyloxazol) a 0,5 g POPOP (1,4-bis-2(5-fenyloxazolyl)-benzen) v 1 litru. Jako látky zvyšující účinnost detekce záření gama tohoto radionuklidu bylo použito přídatku 12 % objemových monobrometanu, u kterého rezonanční efekt vzniká na atomech bromu. Účinnost měření ^{125}I v uspořádání znázorněném na výkresu dosahovala 75 % účinnosti měření ^{125}I (diskriminace 10 - 90 keV) v běžném studnovém detektoru s přibližně stejným prostorovým uspořádáním. Při použití scintilačního roztoku bez přídatku bromethanu účinnost měření byla cca 10krát menší.

Příklad 2

V uspořádání popsaném v příkladě 1 byly měřeny vzorky ^{125}I , avšak jako látky zvyšující účinnost měření bylo použito přídatku 14 % objemových 1-brombutanu. Účinnost měření dosahovala až 73 % ve srovnání s měřením ve studnovém detektoru.

Navrhované řešení umožňuje rozšířit využití nákladných automatických zařízení pro měření pomocí kapalných scintilátorů, určených pro měření vzorků zářičů beta i pro měření vzorků nízkoeenergetických zářičů gama jednoduchým a laciným způsobem bez zasahování do technické části přístroje. To umožní hybridní využití těchto přístrojů v řadě biologických a lékařských laboratoří, ve kterých v současné době je nutné měření vzorků především měkkých zářičů beta, ^3H , ^{14}C a nízkoeenergetických zářičů gama, zejména ^{125}I . V řadě případů tímto lze ušetřit pořizovací náklady za automatické zařízení k měření zářičů gama a zvýšit využití přístrojů určených pro měření pomocí kapalných scintilátorů.

Předmět vynálezu

1. Způsob zvyšování účinnosti nedestruktivního měření zářičů gama, zejména radionuklidu ^{125}I , pomocí kapalných scintilátorů a scintilačních gelů, vyznačující se tím, že ke scintilátorům se přidávají látky obsahující atomy, které vykazují rezonanční závislost fotoefektu pro záření emitované radionuklidem.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že látkami obsahujícími atomy vykazující rezonanční závislost fotoefektu pro záření emitované měřeným radionuklidem jsou slouče-

201 145

niny halogenů, zejména halogenové uhlovodíky, například sloučeniny bromu, zejména nižší alifatické bromderiváty.

