



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207901

(11)

B1

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 28. 11. 75
(21) PV 8072-75

(51) Int. Cl.³ G 01 B 15/02
G 01 T 1/00

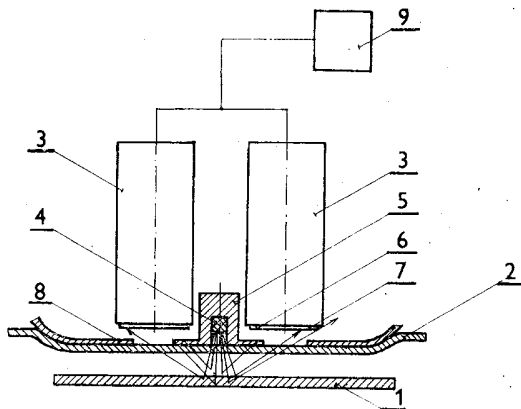
(40) Zveřejněno 28. 11. 80
(45) Vydáno 02. 08. 83

(75)

Autor vynálezu GREGOR JOSEF ing., KLECANY

(54) Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky a zařízení k jeho provádění

Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky a zařízení k jeho provádění. Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky pomocí nízkoeenergetického záření gama spočívá v tom, že záření prochází proměřovaným materiálem umístěným pod zdrojem záření a dopadá na seřiditelnou podložku, kde vzniká buďto charakteristické nebo rozptýlené záření, které opět prochází proměřovaným materiálem a dopadá na detektor, umístěný na stejné straně jako zdroj záření. Výhodou tohoto způsobu je zvýšená citlivost, možnost proměřování plošných hmotností v širším intervalu a jeho jednoduchost. Zařízení podle vynálezu je uvedeno na obr. 1 v bočním uspořádání, seřiditelná podložka je od proměřovaného materiálu umístěna ve vzdálenosti od 0,1 do 300 mm. Obr. 2 ukazuje schematicky geometrii, v níž byl vynález prakticky proměřen.



Vynález se týká způsobu měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu a zařízení pro provádění tohoto způsobu.

Pro proměření plošné hmotnosti jsou známy různé způsoby měření. Tak například v monografii E. Broda, T. Schönfeld "Využití radioaktivity v technice", SNTL, Praha 1959, se uvádí použití odrazové metody pro měření plošné hmotnosti, přičemž zdroj záření a detektor jsou rovněž na stejné straně. Ve způsobu podle uvedené monografie je uplatňováno zpětně rozptýlené záření od proměřovaného materiálu, které je ve způsobu měření plošné hmotnosti podle předmětu vynálezu odfiltrováno a je nežádoucí.

Dále je například v polském patentovém spise č. 74 502 pro proměření plošné hmotnosti používáno výhradně záření beta a pro zvýšení efektivity se používá i podložka z materiálu o poměrně vysokém atomovém čísle Z . Na rozdíl od způsobu měření plošné hmotnosti podle předmětu vynálezu, kde je uplatněno fotonové záření, ve způsobu proměření plošné hmotnosti podle polského patentu není odfiltrováno rozptýlené záření od proměřovaného materiálu.

Autorské osvědčení SSSR č. 397 748 týká se způsobu kontroly tloušťky výrobků a povlakových vrstev. Používá pouze záření beta a využívá zpětně rozptýleného záření jak od proměřovaného materiálu tak i případně od podložky.

V autorském osvědčení SSSR č. 468 084 se sice jedná o charakteristické záření, které však nepoužívá výměnnou podložku a navíc, charakteristické záření může vznikat i v proměřovaném materiálu a v daném případě není odfiltrováno. Princip tohoto měření je otázkou elektroniky.

Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky pomocí nízkoenergetického záření gama, emitovaného například radionuklidem $\text{Am } 241$, přičemž záření dopadá na proměřovaný materiál, podle předmětu tohoto vynálezu, se vyznačuje tím, že záření prochází proměřovaným materiálem umístěným těsně pod zdrojem záření a dopadá na seřiditelnou podložku, ve které vzniká buďto charakteristické záření nebo rozptýlené záření, přičemž toto záření opět prochází proměřovaným materiálem a dopadá na detektor, umístěný na stejné straně jako zdroj záření.

Zařízení pro provádění způsobu podle předmětu vynálezu, tvořené zdrojem nízkoenergetického záření gama, alespoň jedním detektorem pro měření nízkoenergetického záření gama, kde zdroj nízkoenergetického záření gama umístěný po straně nebo s výhodou uvnitř alespoň jednoho detektoru pro měření nízkoenergetického záření gama, na stejné straně proměřovaného materiálu, nevýhody stávajících způsobů měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky odstraňuje nebo alespoň podstatně snižuje tím, že alespoň jeden detektor pro měření nízkoenergetického záření gama je opatřen stínícím pouzdrům, například studnového tvaru s přírubou, ve kterém je zdroj nízkoenergetického záření, na protilehlé straně ve vzdálenosti od 0,1 do 300 mm od proměřovaného materiálu je umístěna seřiditelná podložka, přičemž proměřovaný materiál je udržován v konstantní geometrii měření prostředky pro zajištění konstantní polohy, například vodicími lištami, válečky, kotouči, magnety.

Dalším význakem zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu je to, že seřiditelná podložka je z materiálu o atomovém čísle v intervalu od 4 do 25, například z hliníku.

V takovéto seřiditelné podložce je záření emitované zdrojem nízkoeenergetického záření gama prošlé proměřovaným materiálem převážně rozptýleno. Jinou možností pak je to, že seřiditelná podložka je z materiálu o atomovém čísle v intervalu od 20 do 92, například z kadmia. V takovéto podložce záření emitované zdrojem nízkoeenergetického záření gama prošlé proměřovaným materiálem vybudí charakteristické záření.

Zařízení pro měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky podle způsobu vynálezu může být zdokonaleno tím, že seřiditelná podložka má tvar pláště kulového vrchlíku, jehož maximální délka sečny je alespoň rovná maximálnímu délkovému rozměru čela detektoru pro měření nízkoeenergetického záření gama.

Výhodou způsobu měření plošné hmotnosti a zařízení k jeho provádění podle předmětu vynálezu je zvýšena citlivost měření oproti jiným dosud známým způsobům. Další výhodou oproti jiným dosud známým způsobům je možnost proměřování plošných hmotností sledovaného materiálu v širším intervalu. V neposlední řadě pak je výhodou i to, že zařízení podle způsobu měření plošné hmotnosti je poměrně jednoduché.

Zařízení pro měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky podle způsobu vynálezu je znázorněno na připojených výkresech, kde obr.1 znázorňuje boční uspořádání zařízení podle předmětu vynálezu, využívající řešení podle čs. autorského osvědčení č. 158095, obr.3 znázorňuje totéž zařízení a obr.2, kde seřiditelná podložka je tvarována. Obr.4 znázorňuje konkrétní případ průběhu výstupního signálu pro metodu prozařování ve srovnání se způsobem podle vynálezu, obr.5 znázorňuje jiný konkrétní případ průběhu výstupního signálu podle způsobu vynálezu. Obr.6 znázorňuje srovnání měření pomocí prozařovací metody a rozptylové metody se způsobem podle vynálezu.

Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu, například kovových folií a podobně, podle předmětu vynálezu doplňuje a rozšiřuje způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky podle čs. autorského osvědčení č. 194935. Uplatňuje způsoby využití charakteristického záření, vybuzeného v seřiditelné podložce 1 a/nebo zpětně rozptýleného záření od seřiditelné podložky 1 a odstraňuje vliv zpětně rozptýleného záření od proměřovaného materiálu 2 a/nebo okolní atmosféry. Zařízení podle způsobu vynálezu uplatňuje volně seřiditelnou podložku 1, která je od proměřovaného materiálu 2 umístěna ve vzdálenosti ležící v intervalu od 0,1 do 300 mm.

Nad proměřovaným materiálem 2 je na protilehlé straně seřiditelné podložky 1 detekční jednotka či detekční jednotky 3. Zdroj 4 nízkoeenergetického záření gama, například radionuklid Am 241 je umístěn v krytu 5, který má za úkol zabránit dopadu přímého záření emitovaného zdrojem 4 nízkoeenergetického záření gama na čelo 6 detektoru 7 pro měření nízkoeenergetického záření gama. Kryt 5 se zdrojem 4 nízkoeenergetického záření gama může být umístěn po straně detekční jednotky 3 a/nebo v ose detektoru či detektorů 7 pro měření nízkoeenergetického záření gama.

Proměřovaný materiál 2 je pomocí prostředku 8 pro zajištění konstantní polohy vzhledem k detektoru 7 pro měření nízkoeenergetického záření gama veden tak, aby bylo zabráněno geometrickým změnám mezi proměřovaným materiálem 2 a detektorem 7 pro měření nízkoeenergetického záření gama. Kryt 5 a prostředky 8 pro zajištění konstantní polohy jsou konstruo-

vány tak, aby umožnily dopad charakteristického záření vybuzeného v seřiditelné podložce 1 na čelo 6 detektoru 7 pro měření nízkooenergetického záření gama a naopak zabránily dopadu zpětně rozptýleného záření od proměřovaného materiálu 2 na čelo 6 detektoru 7 pro měření nízkooenergetického záření gama. Získaný signál v detekční jednotce či detekčních jednotkách 3, který je funkcí proměřovaného materiálu 2 je vyhodnocován pomocí vyhodnocovacího zařízení 9.

Jiná možnost realizace měření podle předmětu vynálezu, viz obr.3, je odlišné konstrukční řešení seřiditelné podložky 1. Takto seřiditelná podložka 1 může mít tvar pláště kulového vrchlíku o poloměru se středem ve zdroji 4 nízkooenergetického záření gama. Poloměr seřiditelné podložky 1 je s výhodou větší než poloměr čela 6 detektoru 7 pro měření nízkooenergetického záření gama a/nebo větší, než je maximální délkový rozměr čela 6 detektoru 7 pro měření nízkooenergetického záření gama. Detekční jednotka nebo jednotky 3 i kryt 5 se zdrojem 4 nízkooenergetického záření gama a rovněž tak i prostředky 8 pro zajištění konstantní polohy jsou volně nastavitelné a jejich poloha po konečném nastavení je fixována.

Způsob podle předmětu vynálezu byl prakticky proměřován v geometrii, která je schematicky znázorněna na obr.2. Výsledky měření uvedené na obr.4 byly získány proměřováním měděné fólie ČSN 42 8306.02 jakosti 42 3001.11. Průběh 10 udává závislost výstupního signálu n v relativních jednotkách na plošné hmotnosti proměřované měděné fólie $P / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, získaný klasickou běžně užívanou prozařovací metodou. Průběh 11 udává naměřenou závislost výstupního signálu v relativních jednotkách na plošné hmotnosti prozařované měděné fólie v případě, že bylo vyhodnocováno zpětně rozptýlené záření od seřiditelné podložky 1, zhotovené z hliníku. V tomto případě emitované záření ze zdroje 4 nízkooenergetického záření gama dopadá na proměřovaný materiál 2, ve kterém dochází k částečnému rozptylu tohoto záření.

Zpětně rozptýlené záření od proměřovaného materiálu 2 je absorbováno buď ve vhodně konstruovaném krytu 5 zdroje 4 nízkooenergetického záření gama a/nebo v prostředcích 8 pro zajištění konstantní polohy. Část toku záření, která pronikne proměřovaným materiálem 2 dopadá na seřiditelnou podložku 1. Část dopadajícího toku záření na seřiditelnou podložku 1 je zpětně rozptýlena. Část zpětně rozptýleného záření proniká proměřovaným materiálem 2 a dopadá na čelo 6 detektoru 7. Průběh 12, 13, 14 udává závislost výstupního signálu v relativních jednotkách na plošné hmotnosti proměřovaného materiálu 2 v případě, že bylo vyhodnoceno charakteristické záření vybuzené v seřiditelné podložce 1, která byla vytvořena z cínu pro průběh 12, z kadmia pro průběh 13 a z molybdenu pro průběh 14.

V tomto případě emitované záření ze zdroje 4 nízkooenergetického záření gama dopadá na proměřovaný materiál 2, ve kterém dochází k částečnému rozptylu tohoto záření. Zpětně rozptýlené záření od proměřovaného materiálu 2 je plně absorbováno buď ve vhodně umístěném krytu 5 zdroje 4 nízkooenergetického záření gama a nebo v prostředcích 8 pro zajištění konstantní polohy. Část toku záření, která pronikne proměřovaným materiálem 2, dopadá na seřiditelnou podložku 1. Energie dopadajícího záření je s výhodou o málo větší než je budící energie charakteristického záření pro daný materiál seřiditelné podložky 1. V tom-

to případě v materiálu seřiditelné podložky 1 dochází k vybuzení charakteristického záření, jehož energie pro uvedené materiály může být charakterizována hodnotami uvedenými v tabulce 1.

Tabulka 1

	energie charakteristického záření - čára $K_{\alpha 1}$
cín	25,27 keV
kadmium	23,17 keV
molybden	17,47 keV

Část toku charakteristického záření proniká proměřovaným materiálem 2, kde je částečně absorbováno a část zeslabeného zbytku toku charakteristického záření dopadá na čelo 6 detektoru 7. Na výstupu detekční jednotky 3 získaný signál je funkcí plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu 2.

Obr.1 znázorňuje boční uspořádání zařízení, využívajícího nárokováného způsobu měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu 2, kde dva detektory 7 jsou umístěny po straně zdroje 4 nízkoenergetického záření gama.

Obr.2 znázorňuje zařízení využívající nárokováného způsobu měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu, kde zdroj 4 nízkoenergetického záření gama je umístěn symetricky s podélnou osou a v dutině detektoru 7 pro měření nízkoenergetického záření gama podle os. autorského osvědčení č. 158095.

Obr.3 znázorňuje shodné uspořádání jako na obr.2 s tím, rozdílem, že seřiditelná podložka 1 na protilehlé straně zdroje 4 nízkoenergetického záření gama má tvar pláště kulového vrchlíku, jehož maximální délka sečny je alespoň rovná maximálnímu délkovému rozměru čela 6 detektoru 7 pro měření nízkoenergetického záření gama.

Obr.4 znázorňuje konkrétní případ průběhu výstupního signálu n v závislosti na plošné hmotnosti $P / \text{kg.m}^{-2}$ měděné fólie pro metodu prezařovací znázorněnou průběhem 10 a pro způsob měření podle předmětu tohoto vynálezu, kde průběh 11 představuje průběh výstupního signálu v závislosti na plošné hmotnosti proměřovaného materiálu v případě, kdy seřiditelná podložka byla zhotovena z hliníku. V tomto případě bylo uplatněno zpětně rozptýlené záření od hliníkové podložky podle způsobu vynálezu. Další průběhy 12, 13, 14 představují průběh výstupního signálu v závislosti na plošné hmotnosti měděné fólie v případě, že jako materiál seřiditelné podložky 1 byl uplatněn v průběhu 12 - cín, v průběhu 13 - kadmium v průběhu 14 - molybden. V těchto třech případech podle způsobu tohoto vynálezu bylo využito charakteristické záření vybuzené v uvedených materiálech seřiditelné podložky 1 zářením proniknuvším proměřovaným materiálem 2, emitovaným radionuklidem Am 241.

Obr.5 představuje konkrétní příklad průběhu výstupního signálu v závislosti na plošné hmotnosti proměřovaného materiálu 2, kdy seřiditelná podložka 1 byla z cínu a zdrojem 4 nízkoenergetického záření gama byl radionuklid Am 241. Proměřované materiály 2 byly hliník, železo, měď a olovo. V obou případech znázorněných na obr.4 a 5 měření probíhalo v

geometrii znázorněné na obr.2 a hodnota výstupního signálu je udávána v relativních jednotkách. V tomto případě pro vyhodnocení plošné hmotnosti proměřovaného materiálu 2 bylo využíváno charakteristické záření, vybuzeané v seřiditelné podložce 1, zhotovené z cínu. Radionuklid Am 241 byl o aktivitě cca $3 \cdot 10^8$ Bq.

Obr.6 znázorňuje výhodu způsobu měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky podle předmětu vynálezu ve srovnání výstupního signálu v závislosti na plošné hmotnosti proměřovaného materiálu 2, to je v konkrétním případě měděné fólie pomocí známé prozařovací metody - průběh 15, klasicky používané rozptylové metody - průběh 16 a způsoby podle předmětu tohoto vynálezu, to je využití zpětně rozptýleného záření od seřiditelné podložky 1, v uvedeném případě zhotovené z hliníku - průběh 17 a využití charakteristického záření, vybuzeného v seřiditelné podložce 1, v daném případě z cínu - průběh 18.

Výhodou způsobu měření podle předmětu vynálezu se jeví ta skutečnost, že při použití zdroje 4 nízkoenergetického záření gama, například radionuklidu Am 241 je možno dosáhnout značného rozšíření intervalu měřených plošných hmotností a/nebo tloušťek proměřovaného materiálu 2 směrem k nižším hodnotám těchto plošných hmotností a/nebo tloušťek. Navíc při použití způsobu měření podle předmětu vynálezu je možno dosáhnout poměrně vysoké citlivosti měření, to znamená při změně plošné hmotnosti o Δp je možno dosáhnout poměrně vysokých změn výstupního signálu Δn , jak je znázorněno na obr.6.

Na základě požadavků na měření plošné hmotnosti v daném intervalu, například měděných fólií, je možno rozhodnout o vhodném způsobu měření. Je-li třeba proměřovat plošnou hmotnost měděné fólie v intervalu například od 0,2 až $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, pak je možno použít způsob podle předmětu vynálezu, využívající charakteristického záření, například vybuzeného v seřiditelné podložce 1 z kadmia a jako zdroje 4 nízkoenergetického záření gama je možno použít radionuklid Am 241. V uvedeném případě lze ovšem rovněž použít s úspěchem klasickou, běžně používanou prozařovací metodu, využívající záření beta a nebo metodu, využívající zpětně rozptýlené záření beta. Způsob podle vynálezu má však nad těmito známými klasickými metodami některé výhody, jako například to, že navrhovaný zdroj 4 nízkoenergetického záření gama, to je radionuklid Am 241, má značný poločas rozpadu, což je 458 let. Emitované záření gama tímto zdrojem je rovněž snadno odstinitelné, což je z hygienického hlediska důležité.

Před započatím měření detekční jednotka nebo detekční jednotky 3 se nastaví pomocí pohybového zařízení do takové polohy vzhledem k proměřovanému materiálu 2, to je měděné fólii, aby bylo zabezpečeno pronikání zpětně rozptýleného záření proměřovaného materiálu 2 na čelo 6 detektoru 7. Prostředky 8 zabezpečující konstantní polohu mohou být pevně spojeny s detekční jednotkou nebo detekčními jednotkami 3 a v případě, že spojeny nejsou, je nezbytné je nastavit tak, aby byly splněny optimální podmínky měření, to je, aby rovněž umožnily odstínění zpětně rozptýleného záření od čela 6 detektoru 7. Seřiditelná podložka 1 se nastaví s výhodou na takovou vzdálenost od proměřovaného materiálu 2, aby výstupní signál měl maximální hodnotu.

Zařízení podle předmětu vynálezu může sestávat z jedné nebo více detekčních jednotek 3 a zdroje 4 nízkoenergetického záření gama umístěného v pouzdru 5. Pouzdro 5 je umístěno

z boku detekčních jednotek 3, viz obr.1. Další varianta provedení umožňuje umístit pouzdro 5 se zdrojem 4 nízkooenergetického záření gama s výhodou do dutiny v ose detektoru 7, viz například čs. autorské osvědčení č. 158095.

Oba výše uvedené příklady řešení zařízení vytvořeného tak, aby využívalo způsob vynálezu, mohou být rozšířena ještě o jiná konstrukční řešení, například použitím seřiditelné podložky 1, vytvořené ve tvaru pláště kulového vrchlíku, jehož maximální délka sečny je alespoň rovná maximálnímu délkovému rozměru čela 6 detektoru 7 pro měření nízkooenergetického záření gama. Tento tvar je znázorněn na obr.3.

Výhoda způsobu a zařízení podle vynálezu se jeví hlavně v tom, že dopadající záření na proměřovaný materiál 2 je částečně tímto materiálem absorbováno, to znamená, že čím je větší plošná hmotnost a/nebo tloušťka proměřovaného materiálu 2, tím menší část toku částic dopadá na seřiditelnou podložku 1. V seřiditelné podložce 1 vybuzeň tok charakteristického záření nebo tok zpětně rozptýleného záření od seřiditelné podložky 1 klesají s růstem plošné hmotnosti a/nebo tloušťky proměřovaného materiálu 2 a navíc absorpce charakteristického nebo zpětně rozptýleného záření pronikající proměřovaným materiálem 2 je rovněž závislá na plošné hmotnosti a/nebo tloušťce proměřovaného materiálu 2. To znamená, že výstupní signál bude značně klesat s rostoucí plošnou hmotností a/nebo tloušťkou proměřovaného materiálu 2. Naopak tok zpětně rozptýleného záření od proměřovaného materiálu 2 se zvětšující se plošnou hmotností a/nebo tloušťkou vzrůstá a to až do nasycené vrstvy proměřovaného materiálu 2. Tento tok zpětně rozptýleného záření od proměřovaného materiálu 2 je pro způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky pomocí nízkooenergetického záření gama podle předmětu vynálezu nežádoucí a ovlivňoval by nepříznivě dosažené výsledky. Zařízení pro měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky podle způsobu vynálezu tento nežádoucí tok zpětně rozptýleného záření od proměřovaného materiálu 2 téměř zcela odstraňuje, čímž závislost výstupního signálu na plošné hmotnosti a/nebo tloušťce má povahu jako při prozařovací metodě měření.

Využití způsobu měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky a zařízení k jeho provádění podle předmětu vynálezu může nalézt uplatnění při výrobě hliníkových, měděných a jiných fólií, papíru a podobně.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

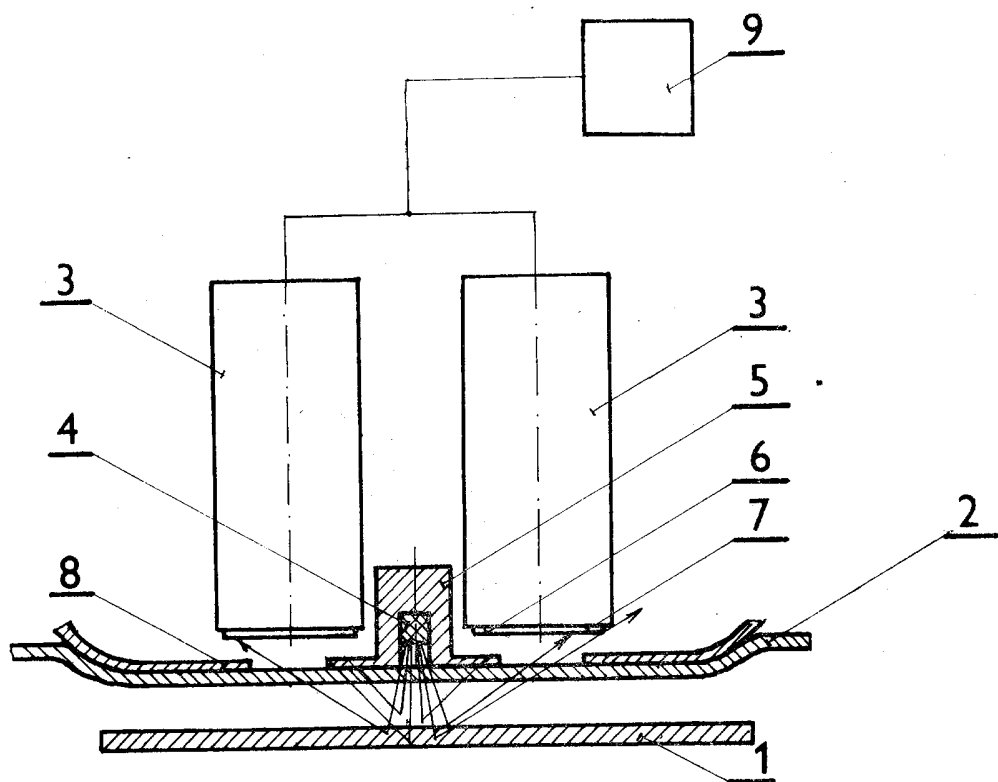
1. Způsob měření plošné hmotnosti a/nebo tloušťky pomocí nízkooenergetického záření gama, emitovaného například radionuklidem Am 241, přičemž záření dopadá na proměřovaný materiál, vyznačující se tím, že záření prochází proměřovaným materiálem umístěným těsně pod zdrojem záření a dopadá na seřiditelnou podložku, ve které vzniká buďto charakteristické záření nebo rozptýlené záření, přičemž toto záření opět prochází proměřovaným materiálem a dopadá na detektor, umístěný na stejné straně jako zdroj záření.
2. Zařízení pro provádění způsobu podle bodu 1, tvořené zdrojem nízkooenergetického záření gama, alespoň jedním detektorem pro měření nízkooenergetického záření gama, přičemž zdroj nízkooenergetického záření gama je umístěný na straně nebo s výhodou uvnitř alespoň jednoho detektoru pro měření nízkooenergetického záření gama, na stejné straně proměřované-

ho materiálu, vyznačující se tím, že alespoň jeden detektor (7) pro měření nízkoenergetického záření gama je opatřen stínícím pouzdem (5), například studnového tvaru s přírubou, ve kterém je zdroj (4) nízkoenergetického záření gama, na protilehlé straně ve vzdálenosti od 0,1 do 300 mm od proměřovaného materiálu (2) je umístěna seřiditelná podložka (1), přičemž proměřovaný materiál (2) je fixován v konstantní geometrii měření prostředky (8) pro zajištění konstantní polohy.

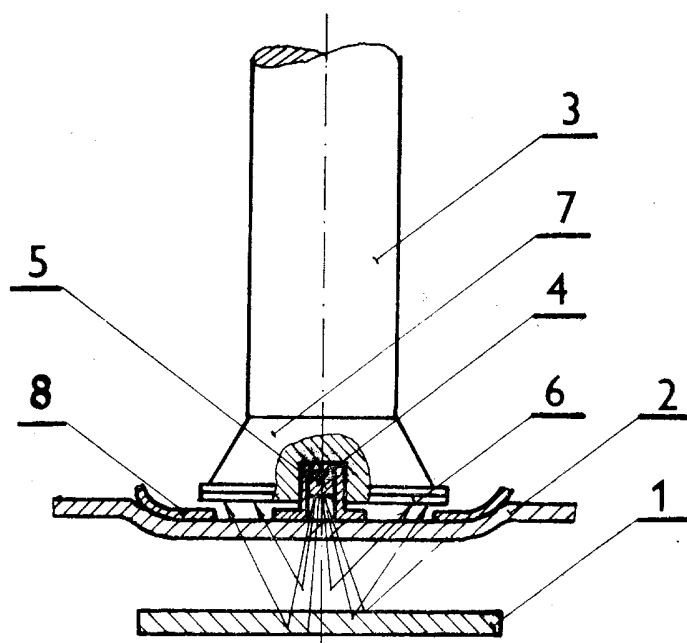
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že seřiditelná podložka (1) je z materiálu o atomovém čísle v intervalu od 4 do 25, například z hliníku.
4. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že seřiditelná podložka (1) je z materiálu o atomovém čísle v intervalu od 20 do 92, například z kadmia.
5. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že seřiditelná podložka (1) má tvar pláště kulového vrchlíku, jehož maximální délka sešny je alespoň rovna maximálnímu délkovému rozměru čela (6) detektoru (7) pro měření nízkoenergetického záření gama.

6 výkresů

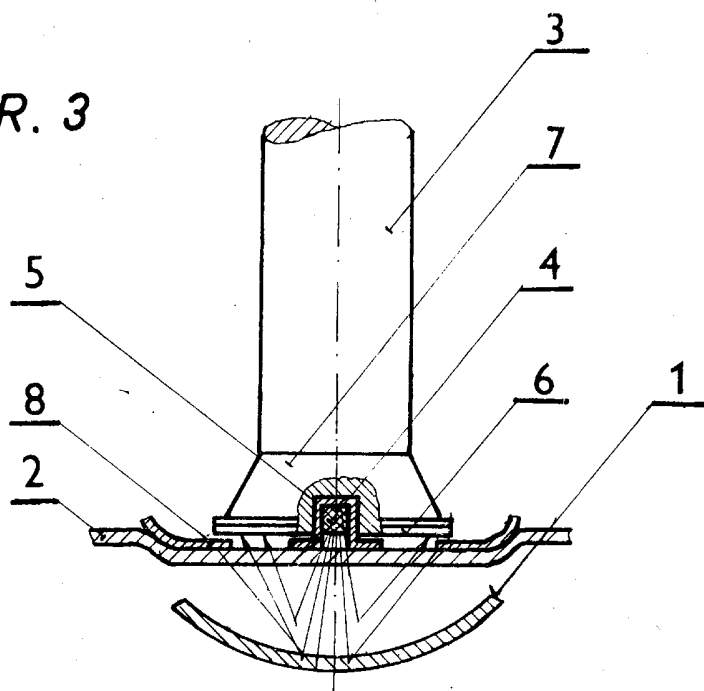
0BR.1



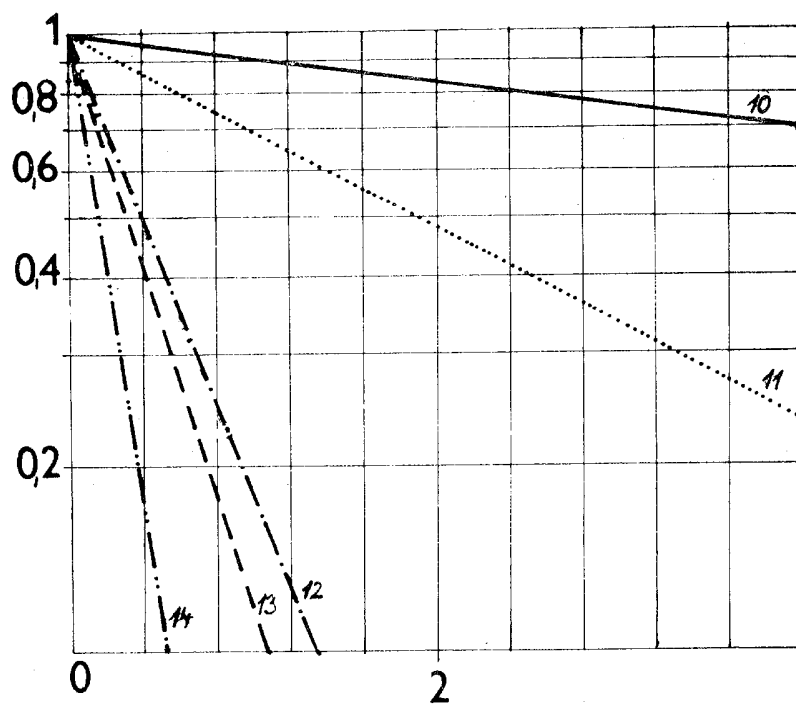
OBR.2



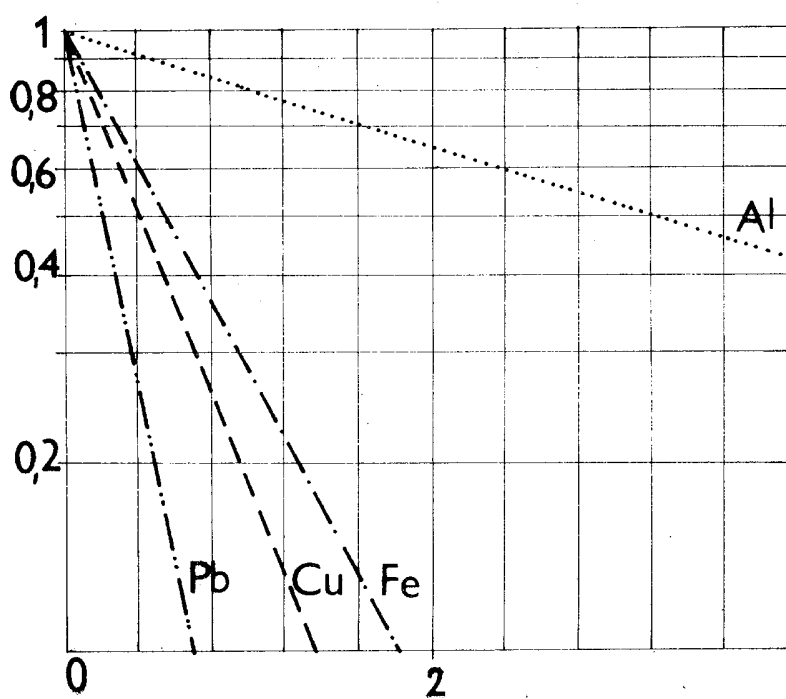
OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5



OBR. 6

