

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

20061

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2009 - 21551**

(22) Přihlášeno: **06.08.2009**

(47) Zapsáno: **14.09.2009**

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
G01T 1/24 (2006.01)

(73) Majitel:

Kovář Petr Ing., Praha, CZ
Šuráň Jiří Ing., Praha, CZ
Kovářová Anna, Praha, CZ
Šuráňová Hana PhDr., Praha, CZ

(72) Původce:

Kovář Petr Ing., Praha, CZ
Šuráň Jiří Ing., Praha, CZ
Kovářová Anna, Praha, CZ
Šuráňová Hana PhDr., Praha, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název užitého vzoru:

**Zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a
plynných zdrojů**

CZ 20061 U1

Zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů, objemových či bodových, s důrazem na dolní mez detekce, široký rozsah měřených aktivit, přesnost měření a selektivní indikaci jednotlivých radionuklidů, a zapojení pro toto měření.

Dosavadní stav techniky

Při měření aktivity radionuklidů emitujících záření gama je třeba zohlednit řadu požadavků, jako skupenství a tvar měřených vzorků, rozsah aktivit, požadovanou přesnost měření a správnou identifikaci měřených radionuklidů.

Při měření aktivity radionuklidů jsou dosud používána měřidla spektrometrická i nespektrometrická. Nespektrometrická měřidla není možno použít pro neznámou směs radionuklidů a radionuklidy ve vzorku musí být identifikovány jinak.

Současná měřidla neřeší komplexně všechny požadavky, které jsou nezbytné v širokém rozsahu měřených aktivit, typů vzorků a požadovaných přesností. Zpravidla je používán jeden detektor, umístěný ve spodní části měřicí komory a není umožněno rozšíření dolní meze měřicího rozsahu přidáním dalších detekčních jednotek. Vstup do měřicí komory je zpravidla pouze jeden, takže není umožněno rozšíření horní meze měřicího rozsahu montáží přídatného stojanu pro vkládání vzorků. Současná měřidla tohoto druhu neobsahují zařízení pro eliminaci produktů Rn-222, což vede ke zhoršení detekčních limitů. Při měření aktivity plynů jsou zpravidla používána nespektrometrická měřidla, pracující při normálním tlaku.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nevýhody z velké části odstraňuje zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů podle předkládaného řešení. Toto zařízení sestává ze stíněné měřicí komory opatřené v případě měření aktivity pevných nebo kapalných zdrojů otevíratelnými vstupními vrátky a z detekční jednotky tvořené germaniovým detektorem s předzesilovačem a Dewarovou nádobou nebo elektrickým chladicím nástavcem nebo scintilačním detektorem s fotonásobičem. Detektor prochází pláštěm měřicí komory a zasahuje do této měřicí komory. Detektor je spojen se svým zdrojem vysokého napětí a výstup má propojen se vstupem modulů elektronického řetězce pro zesílení analogového signálu a jeho digitální konverzi. Výstupy z modulů elektronického řetězce jsou spojeny s příslušnými vstupy mnohokanálového analyzátoru a výstupy mnohokanálového analyzátoru jsou spojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení. Podstatou nového řešení je, že detekční jednotka, jejíž detektor je uzpůsoben pro umístění měřeného zdroje, je umístěna ve spodním plášti měřicí komory. V horním plášti je měřicí komora opatřena uzavíratelným horním otvorem pro uložení dalších prvků. Alespoň v jedné boční stěně pláště měřicí komory je vytvořen boční otvor pro uložení dalších detektorů. Tyto boční otvory jsou uzavíratelné zátkami. V plášti měřicí komory je dále vytvořen vstupní otvor, napojený hadicí na výstup kompresoru. Veškerý materiál, z kterého je měřicí komora vytvořena, je nízkopozadový.

V jednom možném provedení je detekční jednotka umístěna ve spodním plášti měřicí komory vně této měřicí komory usazena na zvedacím zařízení.

V horním otvoru je možné umístit další detekční jednotku nebo přídatný měřicí stojánek či kontrolní zářič.

V případě měření aktivity radionuklidů pevných zdrojů je výhodné, je-li na detektoru uložen stojánek, který je výškově nastavitelný a může být opatřen ryskou označující vzdálenost detektoru, ve které jsou měřeny kontrolní zářiče při kontrole stability zařízení.

V případě měření aktivity radionuklidů kapalin je na detektoru umístěna uzavřená měřicí nádoba. V případě měření aktivity plynů je na detektoru umístěna uzavřená stíněná tlaková nádoba opatřená dvěma uzavíratelnými otvory, a to plnicím otvorem a vypouštěcím otvorem.

5 Měřicí komora je obvykle kvádrového nebo válcového tvaru. Stínění měřicí komory proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory je s výhodou vytvořeno z wolframu nebo olova tloušťky minimálně 50 mm včetně vrátek, přičemž vnitřek měřicí komory je vyložen cínovým nebo kadmiovým plechem tloušťky minimálně 1 mm a měděným plechem tloušťky minimálně 1 mm, nebo je stínění vytvořeno z oceli o tloušťce minimálně 100 mm.

10 Výhody navrhovaného zařízení jsou zejména následující. Zařízení umožňuje identifikovat radionuklidy v měřených vzorcích. Je možné snížit dolní mez detekce použitím stínění proti vnějšímu záření nebo přidáním dalších detekčních jednotek. Použití přídavného stojánu umožňuje zvýšení horní meze měřicího rozsahu. Nezanedbatelnou výhodou je i možnost efektivní kontroly stálosti zařízení.

Přehled obrázků na výkrese

15 Příklad provedení zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů podle předkládaného řešení je schematicky naznačen na přiloženém výkrese. Na obr. 1 je pohled na zařízení shora, a to v řezu, na obr. 2 je opět v řezu uveden boční pohled na zařízení.

Příklad provedení technického řešení

20 Předmětem ochrany je měřicí uspořádání, spočívající ve stíněné měřicí komoře 2, ve které je umístěna většinou jedna až čtyři detekční jednotky 1 s polovodičovými nebo scintilačními detektory 11, z toho jedna ve spodním plášti měřicí komory 2 a případně další v horním plášti a bočních pláštích měřicí komory 2. V příkladě, uvedeném na přiloženém výkrese, je uvedena jedna detekční jednotka 1 s polovodičovým germaniovým detektorem umístěná ve spodním plášti měřicí komory 2. Měřicí komora 2 je zde kvádrového tvaru, s otevíratelnými vstupními
25 vrátky 3 v předním plášti měřicí komory 2 a zavíratelným horním otvorem 4 v horním plášti měřicí komory 2. Nad horní otvor 4 je možno namontovat přídavný měřicí stojan 5 pro rozšíření měřicího rozsahu či vložit přídavnou detekční jednotku 1 pro snížení detekčního limitu. Další dva uzavíratelné boční otvory 6 pro vložení přídavných detekčních jednotek 1 jsou v bočním plášti měřicí komory 2. Měřicí komora 2 je stíněna olovem, cínem a mědí a je uzavíratelná stíně-
30 nými vstupními vrátky 3. Jedná se o stínění proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory 2 a záření X vznikajícímu v olovu. Stínění 7 je vytvořeno z olova tloušťky minimálně 50 mm, cínu, případně kadmia, o minimální tloušťce 1 mm a mědi o minimální tloušťce 1 mm. Stínicí materiály musí být použity v pořadí olovo, cín a měď zvnějšku měřicí komory 2. Místo olova je vhodné použít též wolfram nebo ocel.

35 V mnoha případech bude zařízení opatřeno rovněž stíněním měřicí komory 2 proti záření gama a X, které pochází z plyných přírodních radionuklidů Rn-222 a Rn-220 a jejich dceřiných produktů. Toto stínění je zajištěno mírným přetlakem v měřicí komoře 2, který je vytvářen zařízením sestávajícím z kompresoru 8, umístěného vně měřicí komory 2. Kompresor je propojen hadicí 9 se vstupním otvorem 10 v horním plášti měřicí komory 2.

40 Detekční jednotka 1 je tvořena germaniovým detektorem 11 s předzesilovačem a Dewarovou nádobou 12, místo které lze použít elektrický chladicí nástavec. Lze použít rovněž scintilační detektor s fotonásobičem. Měřicí hlavice germaniového detektoru 11 prochází dnem měřicí komory 2 a zasahuje do jejího vnitřního prostoru maximálně do hloubky, která umožňuje stabilní reprodukovatelné umístění měřicího stojánu 13 uvnitř měřicí komory 2. Přesné nastavení hlavi-
45 ce detektoru 11 je zajištěno zvedacím zařízením 14 umístěným pod Dewarovou nádobou 12. Germaniový detektor 11 je spojen se zdrojem vysokého napětí a výstup má propojen se vstupem modulů elektronického řetězce, což není na výkrese uvedeno. Těmito moduly jsou digitálně signálový procesor nebo sériově zapojený spektrometrický zesilovač a analogově digitální převod-

ník. Výstupy modulů elektronického řetězce jsou propojeny se vstupy mnohokanálového analyzátoru. Výstupy mnohokanálového analyzátoru jsou propojeny s ovládacím a vyhodnocovacím zařízením, které ve většině případů tvoří počítač.

Všechny materiály, které se použijí při výrobě stíněné měřicí komory 2, musí být nízkopozadové, což je třeba ověřit laboratorním měřením na spektrometru záření gama. Měřicí komora 2 je čtvercového půdorysu a má kvádrový tvar. Vnitřní rozměry měřicí komory 2 jsou v uvedeném příkladu 40 cm × 40 cm × 60 cm. Stíněná vstupní vrátka 3 jsou obdélníkového tvaru o rozměrech 20 cm × 30 cm a otáčejí se na pantech. V praktickém provedení je výhodné, když v bočních částech pláště měřicí komory 2 jsou vytvořeny další boční otvory 6, do kterých lze ukládat další detekční jednotky 1 v případě potřeby zvýšení účinnosti detekce z důvodu snížení detekčních limitů. Tyto boční otvory 6 jsou v případě, že v nich nejsou uloženy detekční jednotky 1, uzavřeny vyjímatelnými zátkami.

Zařízení v tomto technickém provedení umožňuje měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů, bodových či objemových, v měřicích nádobách. Podle tvaru měřených vzorků je použit vhodný měřicí přípravek. V uvedeném příkladě je to měřicí stojánek 13 pro měření bodových vzorků, pro měření kapalných vzorků a plyných vzorků jsou používány Marinelliho nádoby, anebo nádoby válcového tvaru. Měřicí stojánek 13 je konstruován tak, aby bylo možno měnit vzdálenost měřeného vzorku od čela detektoru 11 podle aktivity měřeného vzorku. Pro rozšíření měřicího rozsahu je nad otvorem 4 namontován odnímatelný přídatný měřicí stojan 5, který umožní další změnu vzdálenosti měřeného vzorku od čela detektoru 11. Pokud je použito více detekčních jednotek 1, pak každý germaniový detektor 11 má samostatnou měřicí trasu a jsou vyhodnocovány signály z jednotlivých tras a signál sumární. Z výsledků měření jsou ve vzorku identifikovány jednotlivé radionuklidy a jejich aktivity a nejistoty aktivit.

Pokud má být u objemových vzorků stanovena hmotnostní či objemová aktivita, je vně měřicí komory umístěna váha pro zjištění hmotnosti měřeného vzorku či tlakoměr a teploměr pro stanovení tlaku plynu v měřicí nádobě.

Součástí zařízení jsou kontrolní zářiče s radionuklidy Co-60 a Cs-137, kterými je kontrolována stabilita zařízení. Tyto kontrolní zářiče nejsou na výkresech znázorněny. Na měřicím stojánku 13 je přesně označena poloha, do které jsou kontrolní zářiče vkládány při pravidelné kontrole stability zařízení. Pokud v zařízení není použit měřicí stojánek 13, pak se kontrolní zářiče vkládají do horního otvoru 4.

Výsledky kontroly stability zařízení jsou s výhodou vyhodnoceny pomocí kontrolní části programu, nainstalovaného v počítači.

Samotný proces proměřování pomocí výše popsaného zařízení probíhá následujícím způsobem. Měřený vzorek je umístěn v daném příkladě na měřicí stojánek 13, který umožňuje volbu vzdálenosti měřeného vzorku od čela detektoru 11 v závislosti na požadované přesnosti měření, době měření či detekčním limitu. Po umístění vzorku jsou vstupní vrátka 3 zavřena. Na vyhodnocovacím zařízení je zvolena doba měření a měření je spuštěno. Germaniový detektor 11 detekuje fotony, emitované radionuklidy obsaženými v měřeném vzorku. Signály na výstupu detektoru 1 jsou zpracovány a upraveny moduly elektronického řetězce a jako spektrum záření gama uloženy v mnohokanálovém analyzátoru. Toto spektrum je vyhodnoceno ve vyhodnocovacím zařízení. Pokud zařízení obsahuje další detekční jednotky 1, provede se vyhodnocení spekter z každého detektoru 11 a spektra sumačního, které vznikne programovým sečtením spekter z jednotlivých detektorů 11. V každém z těchto spekter bude provedeno vyhledání píků totální absorpce, stanovení jejich poloh ve spektru a jejich ploch. Do programu se zavedou energetické kalibrace, kalibrace účinnosti detekce v píku totální absorpce a z váhy hmotnost či z údajů tlakoměru a teploměru vypočtený objem měřeného vzorku a stanoví se aktivity, hmotnostní aktivity nebo objemové aktivity nalezených radionuklidů, případně minimální detekovatelné aktivity, minimální detekovatelné hmotnostní aktivity nebo minimální detekovatelné objemové aktivity dalších vybraných radionuklidů.

V případě zjištění zvýšeného pozadí způsobeného izotopy radonu bude v měřicí komoře 2 udržován pomocí ventilačního zařízení, které je tvořeno kompresorem 8, napojeným hadicí 9 na vstupní otvor 10 v plášti měřicí komory 2, mírný přetlak.

Průmyslová využitelnost

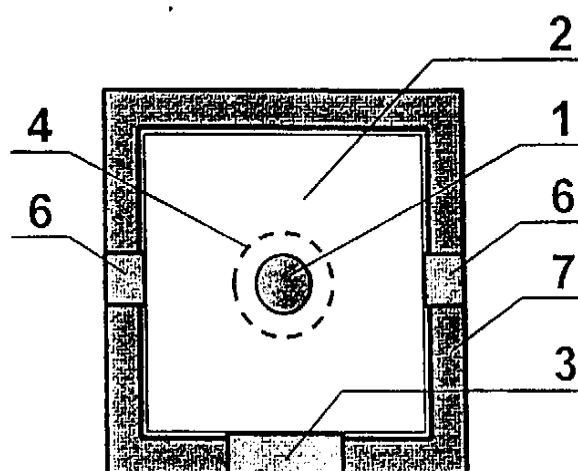
- 5 Předkládané řešení je použitelné pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů, objemových či bodových, a to zejména v oblasti standardizace, ochrany zdraví a ochrany životního prostředí.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

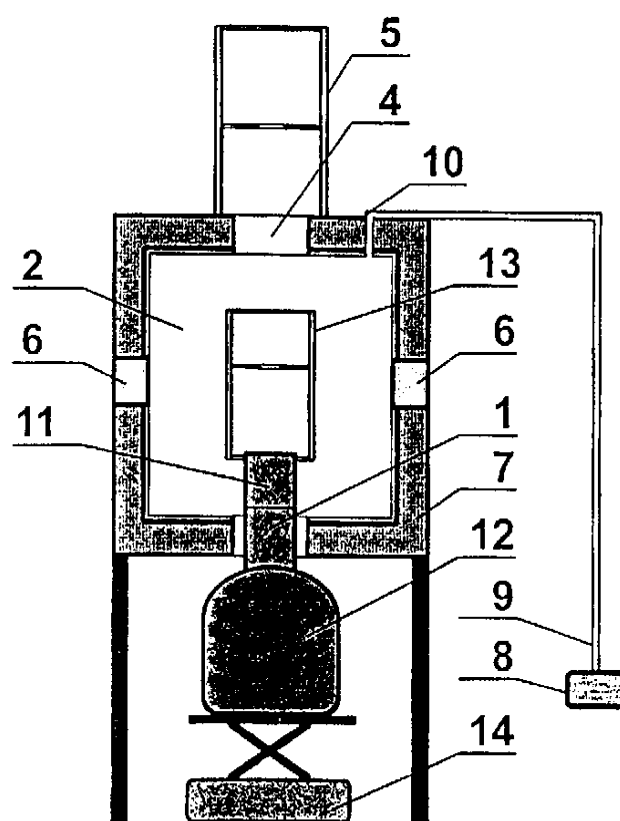
- 10 1. Zařízení pro měření aktivity radionuklidů pevných, kapalných a plyných zdrojů sestávající z měřicí komory (2) se stíněním (7), opatřené otevíratelnými vstupními vrátky (3) a z detekční jednotky tvořené germaniovým detektorem (11) s předzesilovačem a Dewarovou nádobou (12) nebo elektrickým chladicím nástavcem nebo scintilačním detektorem s fotonásobičem, kde tento detektor (11) prochází pláštěm měřicí komory (2) a zasahuje do této měřicí komory (2), je spojen se svým zdrojem vysokého napětí a výstup má propojen se vstupem modulů elektronického řetězce pro zesílení analogového signálu a jeho digitální konverzi, kde výstupy z modulů elektronického řetězce jsou spojeny s příslušnými vstupy mnohokanálového analyzátoru a výstupy mnohokanálového analyzátoru jsou spojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení, **v y z n a -**
15 **č u j í c í s e t í m**, že detekční jednotka (1), jejíž detektor (11) je uzpůsoben pro umístění měřeného zdroje, je umístěna ve spodním plášti měřicí komory (2) a v horním plášti je měřicí komora (2) opatřena uzavíratelným horním otvorem (4) pro uložení dalších prvků, přičemž alespoň v jedné boční stěně pláště měřicí komory (2) je vytvořen boční otvor (6) pro uložení dalších detektorů (11), kde tyto boční otvory (6) jsou uzavíratelné zátkami a v plášti měřicí komory (2) je vytvořen vstupní otvor (10), napojený hadicí (9) na výstup kompresoru (8), přičemž veškerý materiál, z něhož je měřicí komora (2) vytvořena, je nízkopozadový.
- 25 2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že detekční jednotka (1) umístěná ve spodním plášti měřicí komory (2) je vně této měřicí komory usazena na zvedacím zařízení (14).
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v horním otvoru (4) je umístěna další detekční jednotka (6).
- 30 4. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v horním otvoru (4) je umístěn přídatný měřicí stojánek (5).
5. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v horním otvoru (4) je uložen kontrolní zářič.
- 35 6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v případě měření aktivity radionuklidů pevných zdrojů je na detektoru (11) uložen stojánek (13).
7. Zařízení podle nároku 6, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stojánek (13) je výškově nastavitelný.
- 40 8. Zařízení podle nároku 6 nebo 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stojánek (13) je opatřen ryskou označující vzdálenost detektoru (11), ve které jsou měřeny kontrolní zářiče při kontrole stability zařízení.

9. Zařízení podle nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v případě měření aktivity radionuklidů kapalin je na detektoru (11) umístěna uzavřená měřicí nádoba.
- 5 10. Zařízení podle nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v případě měření aktivity radionuklidů plynů je na detektoru (11) umístěna uzavřená stíněná tlaková nádoba opatřená dvěma uzavíratelnými otvory, a to plnicím otvorem a vypouštěcím otvorem.
11. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že měřicí komora (2) je kvádrového nebo válcového tvaru.
- 10 12. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stínění (7) měřicí komory (2) včetně vrátek (3) proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory (2) je vytvořeno z olova tloušťky minimálně 50 mm, přičemž vnitřek měřicí komory (2) je vyložen cínovým plechem tloušťky minimálně 1 mm a měděným plechem tloušťky minimálně 1 mm.
- 15 13. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stínění (7) měřicí komory (2) včetně vrátek (3) proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory (2) je vytvořeno z olova tloušťky minimálně 50 mm, přičemž vnitřek měřicí komory (2) je vyložen kadmiovým plechem tloušťky minimálně 1 mm a měděným plechem tloušťky minimálně 1 mm.
14. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stínění (7) měřicí komory (2) včetně vrátek (3) proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory (2) je vytvořeno z wolframu tloušťky minimálně 50 mm, přičemž vnitřek měřicí komory (2) je vyložen cínovým plechem tloušťky minimálně 1 mm a měděným plechem tloušťky minimálně 1 mm.
- 20 15. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stínění (7) měřicí komory (2) včetně vrátek (3) proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory (2) je vytvořeno z wolframu tloušťky minimálně 50 mm, přičemž vnitřek měřicí komory (2) je vyložen kadmiovým plechem tloušťky minimálně 1 mm a měděným plechem tloušťky minimálně 1 mm.
- 25 16. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že stínění (7) měřicí komory (2) včetně vrátek (3) proti záření gama a X vznikajícímu vně měřicí komory (2) je vytvořeno z oceli tloušťky minimálně 100 mm.

1 výkres



OBR.1



OBR.2

Konec dokumentu