



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 839

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 24 11 82
(21) PV 8412-82

(51) Int. Cl.³ G 01 T 1/18

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 09 85

(75)

Autor vynálezu DVOŘÁK VIKTOR ing., PRAHA

(54) Zapojení přístroje pro měření dceřiných produktů radonu v ovzduší

1

Vynález se týká zapojení přístroje pro měření hustoty počtu atomů dceřiných produktů radonu RaA (^{218}Po), RaB (^{214}Pb), RaC (^{214}Bi) a RaC' (^{214}Po) v ovzduší, což umožňuje stanovení objemové aktivity jednotlivých radionuklidů i jejich celkové aktivity a rovněž i stanovení koncentrace potencionální energie dceřiných produktů radonu.

V současné době je známo několik zapojení přístrojů pro měření aktivity vzorku aerolu získaného například filtrací vzduchu ze sledovaného prostředí s cílem vyhodnotit počet atomů jednotlivých radionuklidů v objemové jednotce sledovaného ovzduší, neboli jejich koncentraci či objemovou aktivitu, případně určit koncentraci potencionální energie záření alfa dceřiných produktů radonu. V podstatě se přístrojem měří celková aktivita alfa nebo beta, nebo gama vzorku a z analýzy rozpadové křivky se stanoví koncentrace příslušných radionuklidů. Nevýhodou přístroje tohoto typu je skutečnost, že se měření provádí po ukončeném odběru a pro vlastní vyhodnocení se předpokládá jistý poměr RaA : RaB : RaC ve sledovaném ovzduší, což je zdrojem nepřesností. Druhý typ přístrojů je založen na polovodičové spektrometrii záření alfa, což se týká radionuklidu RaA, nebo záření gama pro detekci radionuklidů RaB a RaC. Spektrometrický přístroj umožňuje ve dvou kanálech identifikovat vždy dva radionuklidy z celkového počtu, avšak odběr se provádí na filtr malého průměru, což snižuje citlivost měření a i v tomto případě se vyhodnocení provádí hlavně až po ukončeném odběru vzorku.

Uvedené nedostatky a nevýhody odstraňuje zapojení přístroje podle vynálezu, jehož

podstatou je to, že výstup porovnávacího obvodu je připojen jednak na vstup prvního násobícího obvodu, jehož výstup je připojen na jeden vstup prvního rozdílového členu, na jehož druhý vstup je připojen výstup prvního tvarovacího obvodu, který je rovněž připojen na vstup porovnávacího obvodu, přitom výstup prvního rozdílového členu je připojen na vstup prvního indikačního zařízení a jednak na vstup druhého násobícího obvodu, jehož jeden výstup je připojen ke druhému indikačnímu zařízení a druhý vstup je připojen na jeden vstup druhého rozdílového členu. Na druhý vstup druhého rozdílového členu je připojen výstup druhého tvarovacího obvodu, který je rovněž připojen na vstup porovnávacího obvodu, přitom výstup druhého rozdílového členu je připojen na vstup třetího indikačního zařízení. Dále podstatou zapojení přístroje podle vynálezu je to, že druhý výstup prvního násobícího obvodu je připojen ke čtvrtému indikačnímu zařízení.

Zapojení přístroje podle vynálezu umožňuje odběr vzorku aerosolu na filtr velkého průměru při současném měření aktivity alfa a beta vzorku a při jednoznačném stanovení všech tří, případně všech čtyř radionuklidů. Měřený vzorek aerosolu lze odebrat z většího množství vzduchu na filtr většího rozměru, což umožňuje měření s vyšší citlivostí s využitím výhod scintilačních, případně proporcionálních detektorů. Poměr koncentrací mezi dceřinými produkty radonu může být libovolný, stanovení koncentrace potenciální energie záření alfa dceřiných produktů radonu je nej přesnější a rovněž se zkrátí doba měření, která v podstatě probíhá během odběru vzorku. Nezanedbatelnou výhodou je, že měření uvedených veličin je možno realizovat diskontinuálně i kontinuálně.

Na obr. 1 je znázorněno zapojení přístroje pro měření dceřiných produktů radonu v ovzduší podle vynálezu.

Přístroj pro měření dceřiných produktů radonu v ovzduší sestává z detekční části 1, k níž jsou připojeny zesilovače 2 a 3, jejichž výstupy jsou přes diskriminátory 4 a 5 připojeny k tvarovacím obvodům 6 a 7, které jsou připojeny k porovnávacímu obvodu 8. Výstup 2 porovnávacího obvodu 8 je připojen jednak na vstup 10 prvního násobícího obvodu 11, jehož jeden výstup 12 je připojen na jeden vstup 13 prvního rozdílového členu 14, na jehož druhý vstup 15 je připojen výstup prvního tvarovacího obvodu 6, který je rovněž připojen na vstup 28 porovnávacího obvodu 8, přitom výstup 16 prvního rozdílového členu 14 je připojen na vstup prvního indikačního zařízení 17 a jednak na vstup 18 druhého násobícího obvodu 19, jehož jeden výstup 20 je připojen ke druhému indikačnímu zařízení 21. Druhý výstup 22 druhého násobícího obvodu 19 je připojen na jeden vstup 23 druhého rozdílového členu 24, na jehož druhý vstup 25 je připojen výstup druhého tvarovacího obvodu 7, který je rovněž připojen na druhý vstup 29 porovnávacího obvodu 8, přitom výstup 26 druhého rozdílového členu 24 je připojen na vstup třetího indikačního zařízení 27.

Přístroj pro měření vzorku aerosolu z ovzduší podle vynálezu umožňuje měřit četnost impulsů n_a , odpovídající detekovanému záření alfa, četnost impulsů n_b , odpovídající detekovanému záření beta a četnost impulsů nepravých koincidencí n_R úměrných rozpadu $RaC \rightarrow RaC'$, přičemž četnost impulsů nepravých koincidencí n_R stanovena porovnávacím obvodem 8 a násobena koeficientem K_1 ve druhém násobícím obvodu 19 udává četnost impulsů n_1 od radionuklidu RaC na druhém indikačním zařízení 21. Četnost impulsů n_R násobena koeficientem K_2 v pr-

vém násobícím obvodu 11 udává hodnotu četnosti impulsů n_2 , jejímž odečtením od celkové četnosti impulsů n_a v prvním rozdílovém členu 14 dostáváme četnost impulsů n_3 odpovídající radionuklidu RaA na prvním indikačním zařízení 17 a odečtením hodnoty n_1 od hodnoty n_b ve druhém rozdílovém členu 24 lze stanovit četnost impulsů n_4 odpovídající radionuklidu RaB na třetím indikačním zařízení 27.

Význam prvního násobícího obvodu 11 a druhého násobícího obvodu 19 a rozdílových členů 14 a 24 vyplývá z následující informace. Je-li n_R známá veličina, pak pro četnost impulsů radionuklidů RaC a RaC' platí tyto vztahy:

$$n_1 = K_1 \cdot n_R \quad \text{kde } K_1 = \frac{1}{\varepsilon_1 \cdot f_1}$$

$$n_2 = K_2 \cdot n_R \quad K_2 = \frac{1}{\varepsilon_1 \cdot f_2}$$

$\varepsilon_1 \dots$ je pravděpodobnost rozpadu RaC' v průběhu trvání impulsu beta od RaC; délka impulsu beta určuje rozlišovací dobu porovnávacího obvodu 8;

$f_1 \dots$ je celková detekční účinnost pro záření alfa;

$f_2 \dots$ je celková detekční účinnost pro záření beta.

Impulsy z detekční jednotky 1, které odpovídají detekovanému záření alfa o četnosti impulsů n_p , jsou zesíleny v obvodech 2 a 3 a tvarovány ve tvarovacích obvodech 6, 7 pro další vyhodnocení. V porovnávacím obvodu 8, ve kterém se sledují nepravé koincidence v časovém intervalu úměrném poločas rozpadu RaC $\rightarrow$ RaC', dochází k nepravým koincidencím, jejichž četnost je n_R . Pomocí dalšího porovnávacího obvodu lze sledovat náhodné koincidence a vyloučit je pro vyhodnocení. Je-li známá četnost impulsů n_a a n_2 , lze stanovit zastoupení radionuklidu RaA ze vztahu $n_3 = n_a - n_2$ a ze znalosti n_b a n_1 stanovit zastoupení radionuklidu RaB podle vztahu $n_4 = n_b - n_1$ v proměřovaném vzorku. Protože poločas rozpadu radionuklidu RaA je poměrně krátký, lze ve sledovaném prostředí předpokládat radioaktivní rovnováhu $^{222}_{86}\text{Ra}$ s RaA a ze znalosti hodnoty n_3 lze stanovit i koncentraci radonu.

Zapojení přístroje uvedené na obr. 2 rozšiřuje zapojení popsané na obr. 1 tím, že druhý výstup 30 prvního násobícího obvodu 11 je připojen na vstup čtvrtého indikačního zařízení 31.

Toto zapojení umožňuje indikaci četnosti impulsů n_2 na čtvrtém indikačním zařízení 31, která dává informaci o počtu rozpadlých atomů RaC na filtru. Zapojení přístroje podle vynálezu umožňuje indikaci všech dceřiných produktů radonu dopovaných na filtru pro následné vyhodnocení.

Odběr aerosolu ze sledovaného prostředí a jeho záchyt například na membránovém filtru se provádí známým způsobem. Měření alfa a beta aktivity vzorku lze provést známými způsoby měření při uspořádání detekčních jednotek z jedné nebo z obou stran filtru a nebo podle předmětů vynálezů podle autorských osvědčení č. 198 348, 207 534 a 210 261.

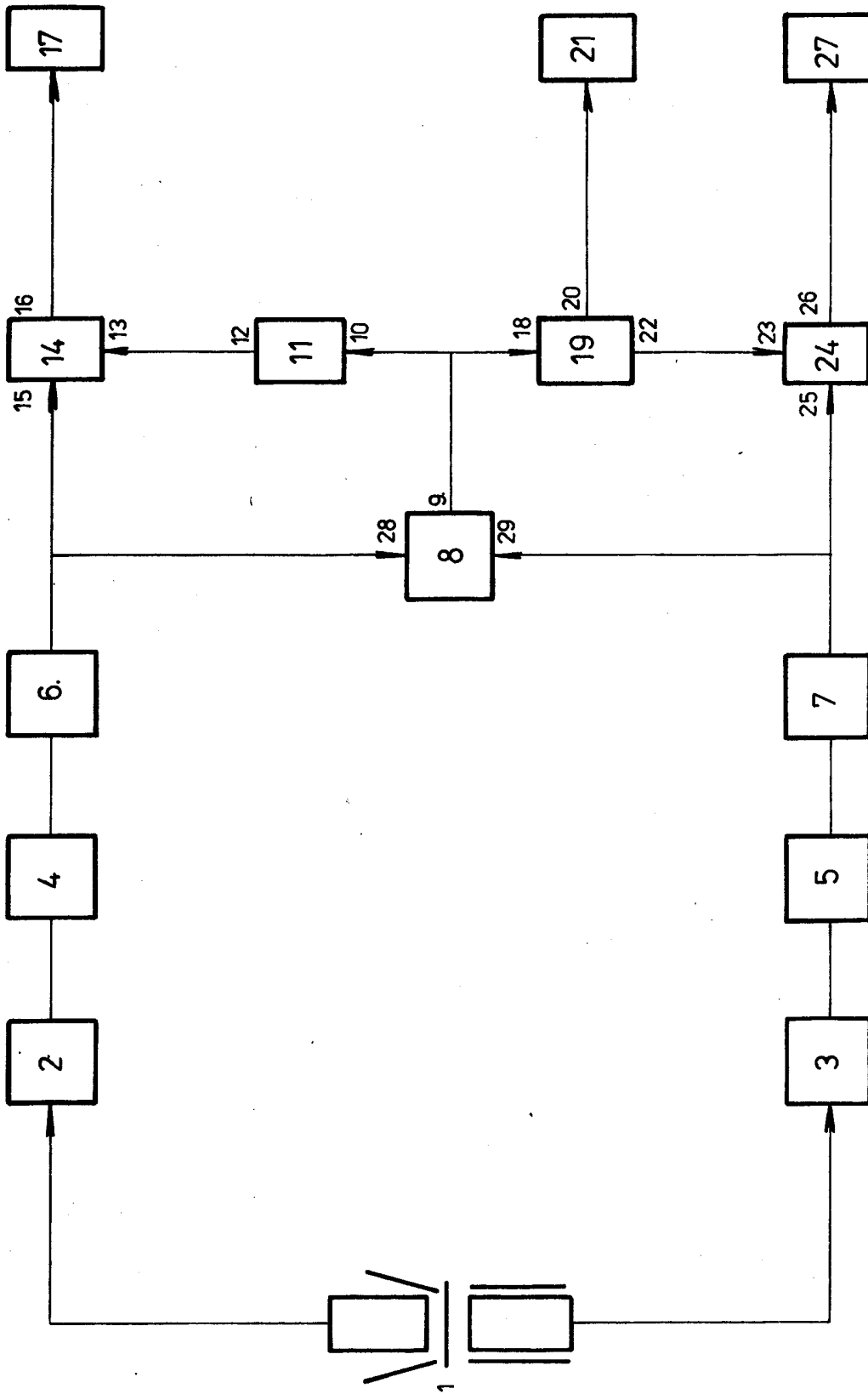
Hodnoty n_1 , n_2 , n_3 a n_4 , stanovené pomocí zapojení přístrojů uvedených na obr. 1 a 2 podle vynálezu, umožňují identifikaci jednotlivých radionuklidů na filtru, což je nutné pro stanovení jejich hustoty počtu atomů v ovzduší, nebo objemové aktivity a nebo koncentrace potenciální energie záření alfa dceřiných produktů radonu ve sledovaném ovzduší. Zapojení přístroje rovněž umožňuje ze znalosti hodnoty n_3 určit velikost ^{222}Rn v ovzduší za

předpokladu radioaktivní rovnováhy mezi radionuklidem RaA a Rn ve sledovaném prostředí.

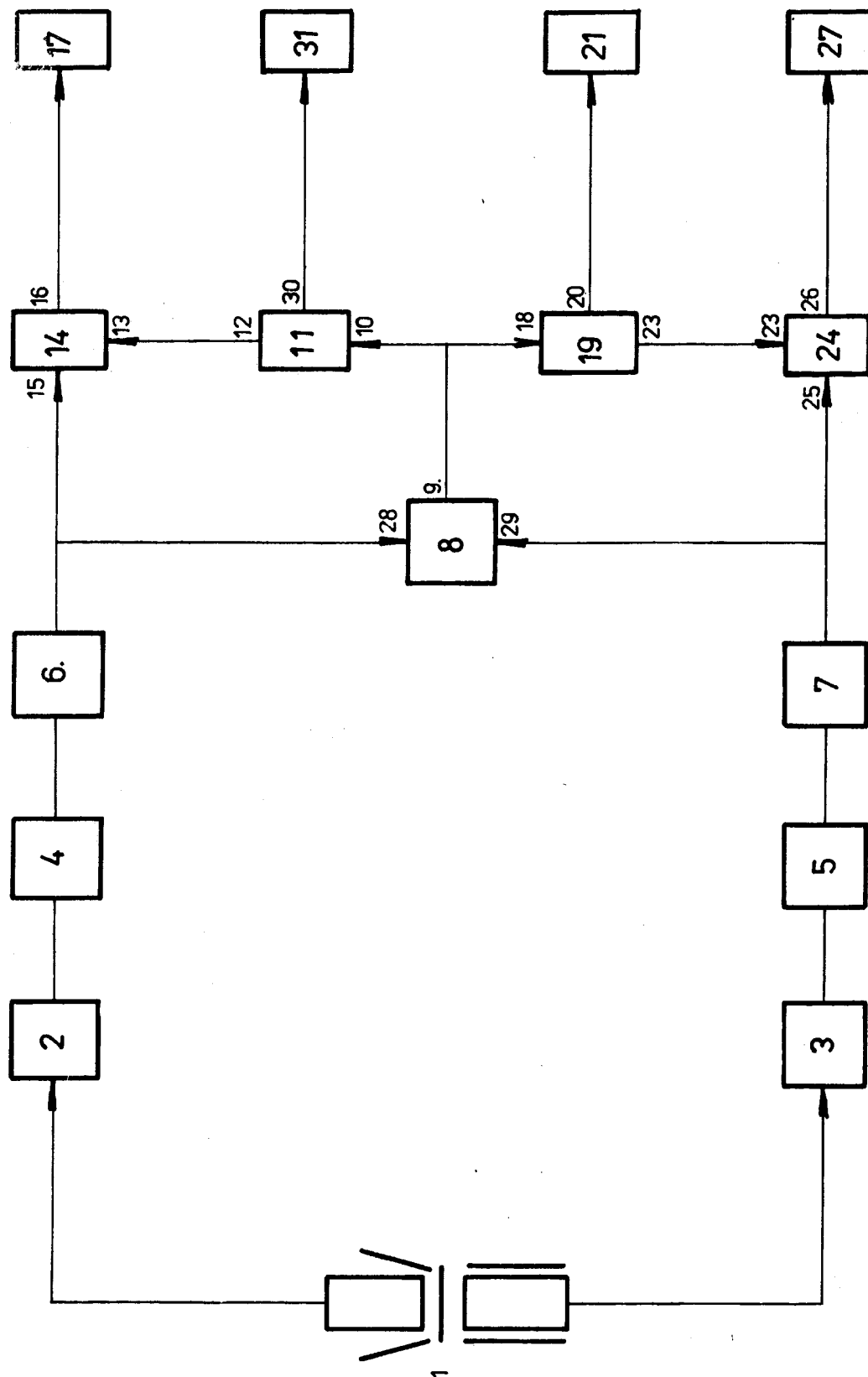
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení přístroje pro měření dceřiných produktů radonu v ovzduší, které sestává z detekční části, k níž jsou připojeny zesilovače, jejichž výstupy jsou přes diskriminátory připojeny k tvarovacím obvodům, které jsou připojeny k porovnávacímu obvodu, vyznačující se tím, že výstup (9) porovnávacího obvodu (8) je připojen jednak na vstup (10) prvního násobícího obvodu (11), jehož jeden výstup (12) je připojen na jeden vstup (13) prvního rozdílového členu (14), na jehož druhý vstup (15) je připojen výstup prvního tvarovacího obvodu (6), který je rovněž připojen na jeden vstup (28) porovnávacího obvodu (8), přitom výstup (16) prvního rozdílového členu (14) je připojen na vstup prvního indikačního zařízení (17) a jednak na vstup (18) druhého násobícího obvodu (19), jehož jeden výstup (20) je připojen ke druhému indikačnímu zařízení (21) a druhý výstup (22) je připojen na jeden vstup (23) druhého rozdílového členu (24), na jehož druhý vstup (25) je připojen výstup druhého tvarovacího obvodu (7), který je rovněž připojen na druhý vstup (29) porovnávacího obvodu (8), přitom výstup (26) druhého rozdílového členu (24) je připojen na vstup třetího indikačního zařízení (27).
2. Zapojení přístroje pro měření dceřiných produktů radonu v ovzduší podle bodu 1, vyznačující se tím, že druhý výstup (30) prvního násobícího obvodu (11) je připojen na vstup čtvrtého indikačního zařízení (31).

2 výkresy



OBR. 1



OBR. 2