

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2018-381

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.:

G01N 1/22 (2006.01)

G01N 15/00 (2006.01)

G01N 27/66 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 30.07.2018

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 26.06.2019

(Věstník č. 26/2019)

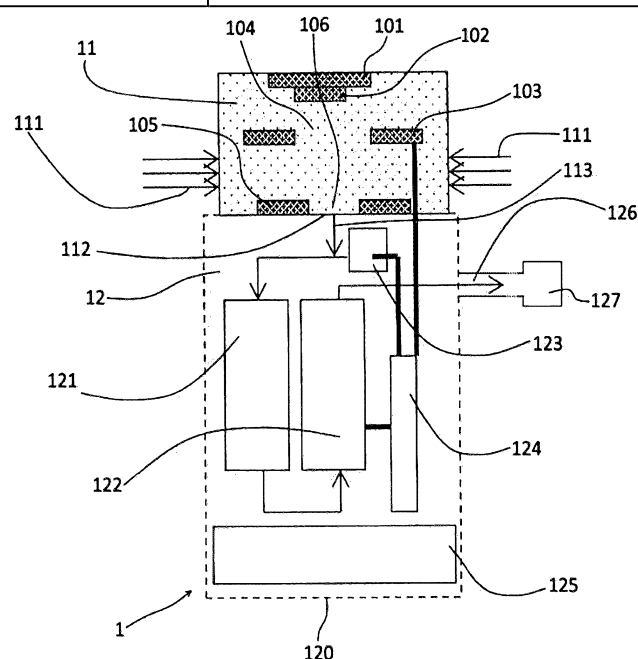
(71) Přihlašovatel:
Ústav experimentální medicíny AV ČR, v.v.i., Praha
4, Krč, CZ

(72) Původce:
doc. Michal Vojtišek, Ph.D., MSc, Praha 1, Nové
Město, CZ
Ing. Martin Pechout, Ph.D., Jablonec nad Nisou,
CZ
Ing. Jan Topinka, DSc., Čelákovice, Sedlčanky, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
Brno, Zábrdovice

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob a zařízení k detekci koncentrace
částic, zvláště nanočástic**

(57) Anotace:
Způsob detekce koncentrace částic, zvláště nanočástic, zejména v ovzduší pracovního prostředí, při kterém vzorek ovzduší prochází definovaným průtokem ionizační komorou (11, 21, 31). U vzorku ovzduší se empiricky zjišťuje vliv průtoku, tlaku, teploty, relativní vlhkosti, napájecího napětí ionizační komory (11, 21, 31) a jeho kolísání, přičemž se zařízení pravidelně kalibruje na nulové koncentrace částic při zachování ostatních parametrů vzorkovaného ovzduší, přičemž se naměřené výstupní výsledky tohoto nulování kompenzují. Technické řešení se týká také zařízení (1, 2, 3) k detekci koncentrace částic, zvláště nanočástic, zejména v ovzduší pracovního prostředí, které obsahuje ionizační komoru (11, 21, 31) a čerpadlo (122, 222, 322) k vytvoření průtoku vzorku ovzduší ionizační komorou (11, 21, 31).



Způsob a zařízení k detekci koncentrace částic, zvláště nanočástic

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu detekce koncentrace částic, zvláště nanočástic, zejména v ovzduší pracovního prostředí, při kterém vzorek ovzduší prochází definovaným průtokem ionizační komorou. Vynález se rovněž týká příslušného zařízení k detekci koncentrace částic.

Dosavadní stav techniky

Přítomnost nanočástic v ovzduší, tedy částic nestanoveného tvaru volně definovaných rozměrem menším než 100 nm, může představovat závažné nebezpečí pro lidské zdraví. Je to mimo jiné i proto, že v časovém měřítku evoluce jsou problémem poměrně novým, přičemž jsou převážně antropogenního původu. Tudíž lidský organismus není proti nim vybaven účinnými obrannými mechanismy. Vdechnuté nanočástice, zejména o velikosti do několika desítek nm, mají poměrně vysokou pravděpodobnost zachytu v plicních sklípcích, z nichž mohou pronikat do krevního oběhu. Významným zdrojem nanočástic jsou spalovací motory vozidel, díky kterým jsou koncentrace nanočástic ve venkovním ovzduší vysoké zvláště v okolí frekventovaných dopravních tahů.

V poslední době ale nabývají na významu i různé druhy průmyslově vyráběných nanočástic, které se tak mohou vyskytovat nejen ve venkovním prostředí, ale i v pracovních interiérech.

Lidské smysly mají jen omezené schopnosti nanočástice detekovat. Zvláště jedná-li se o nanočástice výrazně menší, než je vlnová délka viditelného světla, které jsou okem prakticky neviditelné. Dosud nejrozšířenějším měřítkem koncentrace nanočástic jejich celková hmotnost v daném prostoru, ta však má jen omezenou vypovídací hodnotu. V přítomnosti větších částic mohou nanočástice představovat jen zlomek celkové hmoty. Typickým příkladem je aerosol v městském prostředí. Rovněž tak detekce nanočástic pomocí rozptylu světla, která se využívá v kouřových detektorech a nízkonákladových ručních přístrojích, má rozumnou odezvu až u částic o průměru několika set nanometrů, tedy částic o velikosti srovnatelné s vlnovou délkou viditelného světla.

Dokument US 4053776 A se týká detektoru částic menších než mikron. Jedná se o triodový detektor s plynotěsným pouzdem, které obklopuje nabíjecí komoru s vnitřní a vnější elektrodou uspořádanou jako dvě obecně soustředné válcové elektrody. Pro dosažení symetrické oblasti bipolárního náboje poblíž vnitřní elektrody má tato elektroda radioaktivní zdroj s krytem, který omezuje efektivní dráhu vyzařovaných radioaktivních částic. Dále od této komory je třetí elektroda, která se používá k shromažďování sekundárního proudu, když do něj zasahují nabitě částice. Zařízení obsahuje obvod měřící tento sekundární proud, který přináší požadovanou informaci o detekovaných částech. Zařízení dále obsahuje systém čerpadel pro přemísťování okolního vzduchu do komory a do sběrné elektrody.

Dokument US 4035788 zveřejňuje detektor požáru, kterým je signalizován stav odpovídající počátku požáru. Před zapálením se vytváří velká počáteční hmota s koncentrací částic menších než pět mikronů. Detektor tyto částice shromažďuje, přičemž větší částice odmítá. Shromažďované částice jsou řízeným způsobem vedeny do ionizační komory, kde se koncentrace částic měří.

Detektor ionizačních částic popsáný v dokumentu US 4150373 obsahuje ionizační komoru, která má dvě oblasti intenzity elektrického pole. První oblast má malý geometrický objem s vysokou intenzitou elektrického pole, druhá oblast má velký geometrický objem s nízkou intenzitou elektrického pole. Radioaktivní zdroj pro vytváření iontů je umístěn v blízkosti jedné elektrody, zatímco druhá elektroda tvoří stěny komory, přičemž je umístěna tak, že stěny se nacházejí v

blízkosti ionizační špičky detektoru. Mezi uvedenými dvěma oblastmi je umístěna sonda pro detekci maximální změny elektrického pole, když částice vstupují do komory.

5 Ionizační komora upravená pro vzorkování a využití k detekci částic ve výfukových plynech spalovacích motorů je známa z dokumentu CZ 303756. Otevřená část ionizační komory je zde vložena ve výfukovém potrubí a tak přímo vystavena proudění výfukových plynů.

10 Výše uvedená zařízení k detekci koncentrace nanočástic v okolním ovzduší podle dosavadního stavu techniky vycházejí z konstrukcí kouřových detektorů. Jejich znakem je jednoduchost a relativně malá citlivost, která, spolehlivě postačuje pro detekci vysokých koncentrací částic při požáru již při jeho počátku. Pro provádění kvantitativních měření je použit nelze. Nepoužitelné jsou i pro detekci koncentrací nanočástic škodlivých pro lidské zdraví, neboť velikost těchto nanočástic je výrazně menší, než je vlnová délka viditelného světla.

15 Cílem vynálezu je navrhnout kompaktní přenosné detekční zařízení, které by bylo schopné nanočástice extrémně malých rozměrů detekovat, přičemž by umožnilo zjednodušit způsob provádění jejich detekce a přitom zajistilo dosažení objektivních výsledků s vysokou spolehlivostí měření.

20

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem detekce koncentrace částic, zvláště nanočástic, při kterém vzorek ovzduší prochází definovaným průtokem ionizační komorou, jehož podstatou je to, že se u vzorku ovzduší měří napájecí napětí ionizační komory a jeho kolísání, na základě kterého se stanovuje koncentrace částic, zejména nanočástic v tomto vzorku ovzduší, přičemž naměřené hodnoty napájecího napětí ionizační komory a jeho kolísání a/nebo z nich stanovené hodnoty koncentrace částic, zvláště nanočástic, se kompenzují na základě známých a empiricky ověřených vlivů průtoku, tlaku, teploty a vlhkosti vzorku, čímž je dosaženo vyšší přesnosti měření.

35 Zařízení se pravidelně kalibruje na nulové koncentrace částic při zachování ostatních parametrů vzorkovaného ovzduší, přičemž se naměřené hodnoty napájecího napětí ionizační komory a jeho kolísání a/nebo z nich stanovené hodnoty koncentrace částic, zvláště nanočástic, na základě výsledků tohoto nulování dále kompenzují.

40 Uvedený způsob nulování přístroje umožňuje mimo jiné kompenzovat vlivy teploty, barometrického tlaku, relativní vlhkosti, plyných látek, a dalších faktorů, včetně vlivu průtoku, který se může měnit například s napětím na čerpadle nebo zanesením filtru. Naměřené hodnoty jsou kompenzovány na základě známých a empiricky ověřených vlivů průtoku, tlaku, teploty a vlhkosti vzorku, čímž je dosaženo vyšší přesnosti měření.

45 Protékající vzorek ovzduší se po výstupu z ionizační komory čistí, načež se periodicky dočasně ukládá do zásobníku, přičemž se nulování provádí obrácením směru toku prostřednictvím obráceného smyslu chodu čerpadla, a vyčištěný vzorek vzduchu se vede zpět přes ionizační komoru. Nulování je v takovém případě zjednodušeno, neboť k obrácení chodu čerpadla například v případě čerpadla poháněného stejnosměrným motorem postačí změna polarity přírodních vodičů.

50 Úroveň signálu se při každém nulování průběžně ukládá a vyhodnocuje, načež se z proměnlivosti signálu při nulových koncentracích částic provádí odhad nejistoty měření a detekčního limitu pro dané prostředí, který je podkladem pro úpravu četnosti a délky nulování.

55 Průběžné vyhodnocování nulového signálu umožňuje detekovat neočekávaný posun nuly, na jehož základě se upravují data naměřená mezi současným a předchozím nulováním, přičemž při

vyhodnocení naměřených dat se při zjištění neočekávaně vysoké koncentrace částic zohledňuje před úpravou i možný artefakt měření, tj. odezva měřicí aparatury na jiný jev než ten, jehož sledování je cílem měření.

- 5 Výhodné je také, že se detekují pouze nevolatilní částice a detekce semivolatilelních částic vytvořených nukleací volatilních nebo semivolatilelních látek přítomných v plynné fázi se s výhodou potlačuje tím, že se zvýší teplota k jejich odpaření a/nebo se okyslíčí průchodem přes katalyzátor.
- 10 Cíle vynálezu je rovněž dosaženo zařízením k detekci koncentrace částic, zvláště nanočástic, které obsahuje ionizační komoru tvořící kompaktní celek s přístrojovým blokem, přičemž podstatou tohoto zařízení je to, že v obvodových stěnách ionizační komory jsou vstupní otvory, kterými je vnitřní prostor ionizační komory spojený s okolním prostředím, nebo je ionizační komora zapouzdřená a opatřená vstupním potrubím pro přívod vzorku, přičemž je ionizační
- 15 komora spojena propojovacím otvorem s přístrojovým blokem, v jehož skříni je umístěno čerpadlo s předřazeným filtrem, přičemž výstupní potrubí čerpadla je vyvedeno stěnou přístrojového bloku mimo přístrojový blok, přičemž přístrojový blok dále obsahuje blok snímáče tlaku a/nebo teploty a/nebo relativní vlhkosti vzorku a řídicí elektroniku spřaženou s elektrickým akumulátorem.

20

Výstupní potrubí čerpadla je v jednom provedení vyvedeno do okolního prostředí.

- Alespoň na jedné vnitřní obvodové stěně je zevnitř ionizační komory uložen oxidační katalyzátor. To umožňuje detekovat pouze nevolatilní částice a naopak potlačit detekci semivolatilelních částic vytvořených nukleací volatilních nebo semivolatilelních látek přítomných v
- 25 plynné fázi.

Stěny zapouzdřené ionizační komory obsahují plošnou tepelnou izolaci s vytápěním.

- 30 K výstupnímu potrubí z čerpadla je připojen zásobník. Čerpadlo je opatřeno přepínačem polarity jeho přívodních vodičů. Zásoba nulovacího plynu přivedeného po vyčištění filtru do zásobníku slouží k provádění nulování po obrácení chodu čerpadla. Čerpadlo je k tomuto využití opatřeno přepínačem polarity jeho přívodních vodičů.

35

Objasnění výkresů

- Příkladná provedení zařízení k detekci koncentrace nanočástic podle vynálezu, zvláště koncentrace nanočástic v ovzduší pracovních a jim podobných prostředích, jsou schematicky znázorněna na výkrese, kde je na obr. 1 základní provedení zařízení a na obr. 2 a 3 první a druhé
- 40 alternativní provedení zařízení podle vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

45

- Základní příkladné provedení zařízení 1 k detekci koncentrace částic, zvláště nanočástic podle vynálezu je na obr. 1 jako jeho 1. varianta. Jeho základní částí je známá ionizační komora 11, která je svým dnem pevně spojena se stropem přístrojového bloku 12. Základní částí ionizační komory 11 jsou elektrody, které jsou pro názornost a úplnost označeny jen v obr. 1. V ionizační komoře 11 je shora umístěna horní elektroda 101, na níž je nalepen radioaktivní zdroj 102. Pod ním umístěna střední elektroda 103 s kruhovým otvorem 104. Na dně ionizační komory 11 je uspořádána dolní elektroda 105 s kruhovým otvorem 106. V obvodových stěnách ionizační komory 11 jsou vstupní otvory 111, kterými je vnitřní prostor ionizační komory 11 spojen s okolním prostředím. Ve dnu ionizační komory 11 a stropu přístrojového bloku 12 je
- 50

propojovací otvor 112, kterým prochází výstupní potrubí 113 z ionizační komory 11. Sama o sobě známá ionizační komora 11 je blíže neznázorněna a nezobrazena.

Ve skříní 120 přístrojového bloku 12 je umístěn filtr 121, čerpadlo 122, blok 123 snímačů, řídicí elektronika 124 a elektrický akumulátor 125. Blok 123 snímačů obsahuje alespoň jeden ze snímačů teploty a/nebo tlaku a/nebo vlhkosti a/nebo průtoku vzorku. Výstupní potrubí 113 z ionizační komory 11 je v přístrojovém bloku 12 rozvětveno, přičemž k jedné větvi jsou připojeny výše uvedené neznázorněné snímače v bloku 123 snímačů a druhá větev je připojena na vstup filtru 121. V příkladném provedení je filtrem 121 známý filtr HEPA.

Výstup z filtru 121 je připojen na vstup čerpadla 122, jehož výstupním potrubím 126 se změřený vzorek vzduchu vyčištěný filtrem 121 vrací do okolního prostoru, nebo alternativně do schematicky znázorněného zásobníku 127.

Řídicí elektronika 124 obsahuje níže uvedené a blíže neznázorněné prostředky k přívodu elektrické energie z elektrického akumulátoru 125 k elektricky napájeným částem zařízení, tedy silové vedení k pohonu a řízení otáček čerpadla 121 a datové vedení k neznázorněným uživatelským rozhraním pro zapínání a vypínání zařízení, nastavování parametrů, kalibraci nuly (nulování) a rozsahu a zobrazování dat a stavu zařízení. Kalibraci nuly (dále jen nulování) se rozumí přivedení vzorku s nulovou koncentrací měřené látky (zde částic), a kalibraci rozsahu (dále jen kalibraci) se rozumí přivedení vzorku se známou koncentrací měřené látky.

Na obr. 2 je zobrazena 2. varianta zařízení 2 podle vynálezu určená pro vzorkování z uzavřených prostor nebo z určitého místa například při zjišťování míst úniku částic. V dalším textu jsou prostředky zařízení 2 prakticky stejné s prostředky zařízení 1 a mají analogické vztahové značky s tím, že první číslicí je „2“. Ionizační komora 21 není v tomto případě otevřena do okolní atmosféry, ale je zapouzdřena, přičemž je pro přívod vzorku opatřena vstupním potrubím 211. Na výstupní otvor 212 z ionizační komory 21 navazuje výstupní potrubí 213, na které dále navazují prostředky přístrojového bloku 22, které jsou v jeho skříní 220 uspořádány stejně, jako prostředky zařízení 1 z obr. 1. Výstupní potrubí 226 z čerpadla 222 je opatřeno neznázorněným ventilem, kterým může být připojeno do vstupního potrubí 211 přivádějícího vzorek do ionizační komory 21 nebo do zásobníku 127 (viz dále popis nulování).

Na obr. 3 je 3. varianta zařízení 3 podle vynálezu. Vztahové značky prostředků zařízení 3 stejných nebo obdobných jako u zařízení 1 nebo 2 začínají číslicí „3“.

Ionizační komora 31, která je podobně jako ionizační komora 21 zapouzdřena a opatřena vstupním potrubím 311 pro přívod vzorku. Uvnitř ionizační komory 31 jsou na jejích vnitřních obvodových stěnách upevněny deskové oxidační katalyzátory 314.

Vnitřní prostor ionizační komory 31 je tepelně izolován a její stěny jsou opatřeny vytápěním 315, které přednostně vyhřívá stěny a blíže nepopsané kovové elektrody ionizační komory 31. Místo katalyzátoru 314 je možné využít i jiné příslušné zařízení pohlcující nebo přeměňující nežádoucí složky vzorku.

K dosažení cíle vynálezu je nutné pravidelně kalibrovat zařízení na nulové koncentrace částic při zachování ostatních parametrů vzorkovaného vzduchu. K tomu je do vzorkovací trati zařazen alespoň jeden neznázorněný přepínací ventil, který umožní při kalibraci na nulovou koncentraci přivádět do ionizační komory 11, 21, 31 filtrovaný vzorek nebo nulovací plyn. U přístrojů využívajících difúzní nabíječe je možné provádět nulování vypnutím napájení nabíječe vytvářejícího na částicích elektrický náboj. Toto „vypnutí“ ovšem nelze provést při použití radioaktivního zdroje, který je vzhledem k difúzním nabíječům jednodušší, stabilnější a energeticky méně náročný.

Z hlediska úspory místa, hmotnosti i spotřeby energie a rovněž z hlediska minimalizace ztrát vzorku je výhodné, když stejného cíle může být dosaženo bez přepínacího ventilu. To je u zařízení podle vynálezu řešeno tím, že mezi výstup ionizační komory 11, 21, 31, a vstup do čerpadla 122, 222, 322 je zařazen vysoce účinný filtr 121, 221, 321, a za čerpadlo 122, 222, 322 je pro provedení nulování připojen zásobník 127, 227, 327 odčerpávaného vzorku. Nulování je v takovém případě provedeno obrácením chodu čerpadla 122, 222, 322, kdy ionizační komorou 11, 21, 31 protéká filtrovaný vzorek ze zásobníku 127, 227, 327. K obrácení chodu čerpadla například v případě čerpadla 122, 222, 322 poháněného stejnosměrným motorem postačí změna polarizace přívodních vodičů. Zásobníkem odčerpávaného vzorku může být také výstupní potrubí přístroje, a v případě měření ve volném prostoru také celé okolní prostředí.

Výše uvedený způsob nulování přístroje rovněž umožňuje kompenzovat vlivy teploty, barometrického tlaku, relativní vlhkosti, plynů látek, a dalších faktorů, včetně vlivu průtoku, který se může měnit například s napětím na čerpadle nebo zanesením filtru. Zejména při měření ve volném prostoru tak přístroj může periodicky měnit směr průtoku vzorku, čímž bude udržována kalibrace nuly na aktuální podmínky. Je-li zároveň úroveň signálu při každém nulování průběžně ukládána a vyhodnocována, je možné určit proměnlivost signálu při nulových koncentracích částic pro dané prostředí, a tím i provést odhad nejistoty měření a detekčního limitu pro dané prostředí, a rovněž upravit četnost a délku nulování. Průběžné vyhodnocování nulového signálu rovněž umožňuje detekovat neočekávaný posun nuly a označit či upravit data naměřená mezi současným a předchozím nulováním; je například vhodné upozornit uživatele, že právě měřením zjištěná nadměrná koncentrace částic může být důsledkem tzv. artefaktu měření (odezvy měřicí aparatury na jiný jev než ten, jehož sledování je cílem měření).

Měřicí přístroje je rovněž vhodné kalibrovat, zpravidla vhodným etalonem. Například pro detektory plynů je použit kalibrační plyn se známou koncentrací měřené látky. Pro měření částic je taková kalibrace obtížná, protože u částic suspendovaných ve vzduchu dochází k jejich koagulaci (shlukování) a usazování na povrchu vlivem difúze a vlivem gravitace. Kalibrace zařízení pro měření koncentrace částic zpravidla spočívá ve výrobě aerosolu (částic suspendovaných v plynu), jeho úpravě (např. sušení, zředění, vytržení částic požadované velikosti), a následném paralelním měření testovaným a referenčním přístrojem.

Odezva ionizační komory na koncentrace částic je exponenciální s negativním exponentem, změna odezvy na změnu koncentrace částic se tak se zvyšující se koncentrací částic snižuje, a při vysokých koncentracích částic již není měřením rozlišitelná (saturace komory). Průběžnou kalibraci měřicího rozsahu komory tak lze provádět vzorkováním relativně velmi vysokých koncentrací částic, při které dojde k saturaci komory, například z nedokonalého spalování. Příkladem může být vzorkování kouře z vonné tyčinky nebo jiného jednoduchého, praktického a v terénu použitelného zdroje.

Periodickou kalibraci nuly a saturace komory lze kompenzovat podstatnou část vlivů, které by jinak musely být ošetřeny stabilizací (regulace čerpadla za účelem dosažení konstantního průtoku vzorku) nebo kompenzací (například teplota, tlak, vlhkost).

Z hlediska selektivity přístroje pro nanočástice je výhodné, když prostorem kolem měřicí elektrody neprotéká hlavní proud vzorku, nýbrž hlavní proud vzorku je veden mimo, a do měřicího prostoru komory se dostávají částice pouze difúzí, neboť je známo, že větší částice mají tendenci sledovat hlavní proud, zatímco menší částice mají větší tendenci šířit se difúzí všemi směry. Závislost odezvy přístroje na velikost částice lze upravit vhodnou volbou geometrie a průtoku, a během měření nastavit změnou průtoku, které lze dosáhnout regulací výkonu motoru čerpadla.

Pro případnou následnou analýzu je rovněž výhodné, když filtr, kterým protéká vzorek z komory do čerpadla, je standardních rozměrů a typu, aby mohl být snadno jak měněn, tak využit pro zjištění fyzikálních a chemických vlastností nashromážděných částic.

V některých případech může být výhodné detekovat pouze nevolatilní částice, a naopak potlačit detekci semivolatilelních částic vytvořených nukleací volatilních nebo semivolatilelních látek přítomných v plynné fázi. Například při měření venkovních koncentrací částic z lokálních topenišť nebo spalovacích motorů může být měření ovlivněno volatilními částicemi vzniklými samovolnou nukleací při určité kombinaci atmosférických podmínek. V takovém případě je výhodné semivolatilelní částice odpařit při zvýšené teplotě, a/nebo například v případě organických látek zoxidovat v oxidačním katalyzátoru. Pro tyto účely může být ionizační komora provedena ve vyhřívané verzi, kdy těleso komory a/nebo přívod vzorku jsou vyhřívány topným tělesem, a komora je od zbytku přístroje tepelně izolována. Je výhodné, když je vyhříván přímo vnější kovový obal komory a měřicí elektrody, protože díky termoforetickému jevu se teplé části méně zanášejí částicemi. Součástí vyhřívané části může být i katalyzátor, přes který vzorek prochází při vstupu do ionizační komory, pro oxidaci organických plynných látek.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob detekce koncentrace částic, zvláště nanočástic, zejména v ovzduší pracovního prostředí, při kterém vzorek ovzduší prochází definovaným průtokem ionizační komorou (11, 21, 31), **vyznačující se tím**, že se u vzorku ovzduší měří napájecí napětí ionizační komory (11, 21, 31) a jeho kolísání, na základě kterého se stanovuje koncentrace částic, zejména nanočástic v tomto vzorku ovzduší, přičemž naměřené hodnoty napájecího napětí ionizační komory a jeho kolísání a/nebo z nich stanové hodnoty koncentrace částic, zvláště nanočástic, se kompenzují na základě známých a empiricky ověřených vlivů průtoku, tlaku, teploty a vlhkosti vzorku, čímž je dosaženo vyšší přesnosti měření.

2. Způsob detekce koncentrace částic podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se zařízení pravidelně kalibruje na nulové koncentrace částic při zachování ostatních parametrů vzorkovaného ovzduší, přičemž se naměřené hodnoty napájecího napětí ionizační komory a jeho kolísání a/nebo z nich stanovení hodnoty koncentrace částic, zvláště nanočástic, na základě výsledků tohoto nulování dále kompenzují.

3. Způsob detekce koncentrace částic podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že se protékající vzorek ovzduší po výstupu z ionizační komory (11, 21, 31) čistí a periodicky se dočasně ukládá do zásobníku (127, 227, 327), načež se nulování provádí obrácením směru toku prostřednictvím obráceného smyslu chodu čerpadla (122, 222, 322), přičemž se vyčištěný vzorek vzduchu vede zpět přes ionizační komoru (11, 21, 31).

4. Způsob detekce koncentrace částic podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že se detekují pouze nevolatilní částice a detekce semivolatilelních částic vytvořených nukleací volatilních nebo semivolatilelních látek přítomných v plynné fázi se potlačuje tím, že se zvýší teplota k jejich odpaření a/nebo se okyslíčí průchodem přes katalyzátor (314).

5. Zařízení (1, 2, 3) k detekci koncentrace částic, zvláště nanočástic, zejména v ovzduší pracovního prostředí způsobem dle některého z nároků 1 až 4, které obsahuje ionizační komoru (11, 21, 31) a čerpadlo (122, 222, 322) k vytvoření průtoku vzorku ovzduší ionizační komorou (11, 21, 31), **vyznačující se tím**, že v obvodových stěnách ionizační komory (11, 21, 31) jsou vstupní otvory (111), kterými je vnitřní prostor ionizační komory (1) spojený s okolním prostředím, nebo je ionizační komora (21, 31) zapouzdřená a opatřená vstupním potrubím (211, 311) pro přívod vzorku, přičemž ionizační komora (11, 21, 31) tvoří kompaktní celek s přístrojovým blokem (12, 22, 32), s nímž je spojena propojovacím otvorem (112, 212, 312), přičemž ve skřini (120, 220, 320) přístrojového bloku (12, 22, 32) je umístěno čerpadlo (122, 222, 322) s předřazeným filtrem (121, 221, 321), přičemž čerpadlo (122, 222, 322) má řízené proměnné otáčky a volitelný smysl otáček, přičemž výstupní potrubí (126, 226, 326) čerpadla (122, 222, 322) je vyvedeno stěnou přístrojového bloku (12, 22, 32) mimo přístrojový blok (12,

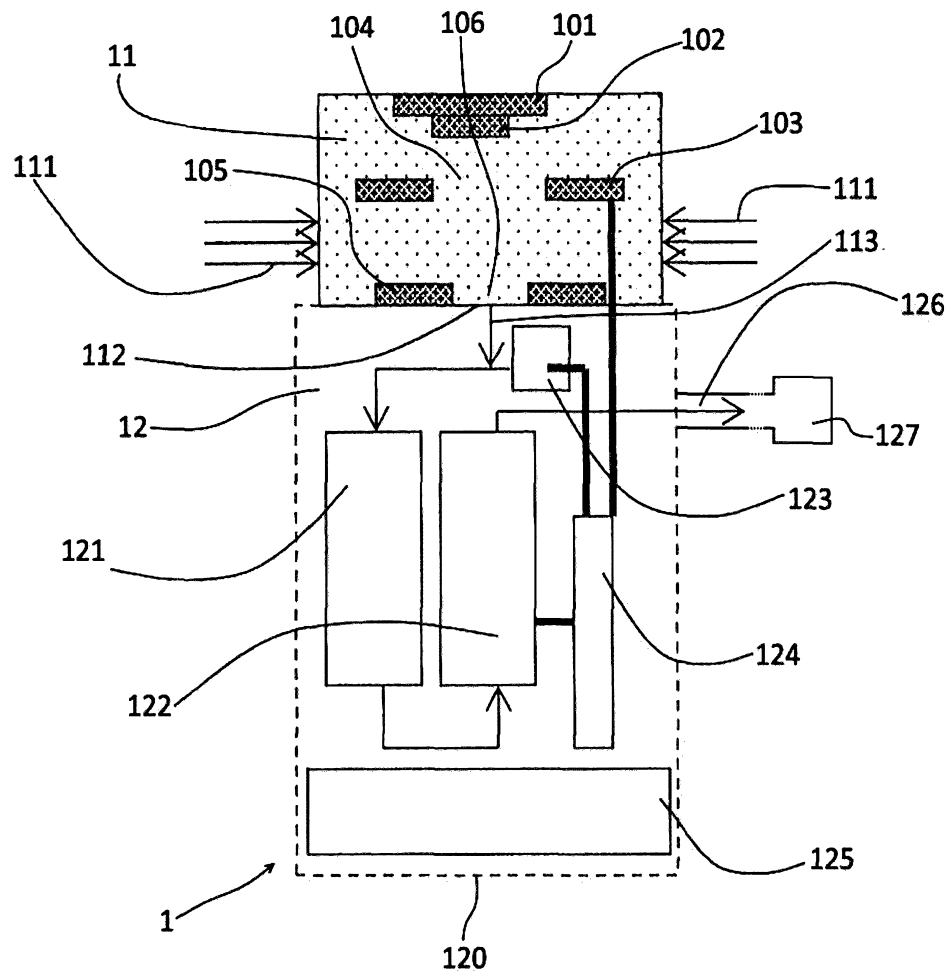
- 22, 32), přičemž přístrojový blok (12, 22, 32) dále obsahuje blok (123, 223, 323) snímačů tlaku a/nebo teploty a/nebo relativní vlhkosti vzorku, a řídicí elektroniku (124, 224, 324) spřaženou s elektrickým akumulátorem (125, 225, 325).
- 5 6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že ionizační komora (11) je vstupními otvory (111) spojena s okolním prostředím, přičemž výstupní potrubí (126) čerpadla (122) je vyvedeno do okolního prostředí.
- 10 7. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že alespoň na jedné vnitřní obvodové stěně zapouzdřené ionizační komory (31) je uložen oxidační katalyzátor (314).
8. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že stěny zapouzdřené ionizační komory (31) obsahují plošnou tepelnou izolaci s vytápěním (315).
- 15 9. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 5 až 7, **vyznačující se tím**, že k výstupnímu potrubí (126, 226, 326) z čerpadla (122, 222, 322) je připojen zásobník (127, 227, 327).
10. Zařízení podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že je opatřeno prostředkem k obrácení smyslu chodu čerpadla (122, 222, 322).
- 20 11. Zařízení podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že prostředkem k obrácení smyslu chodu čerpadla (122, 222, 322) je přepínač polaroty jeho přívodních vodičů.

3 výkresy

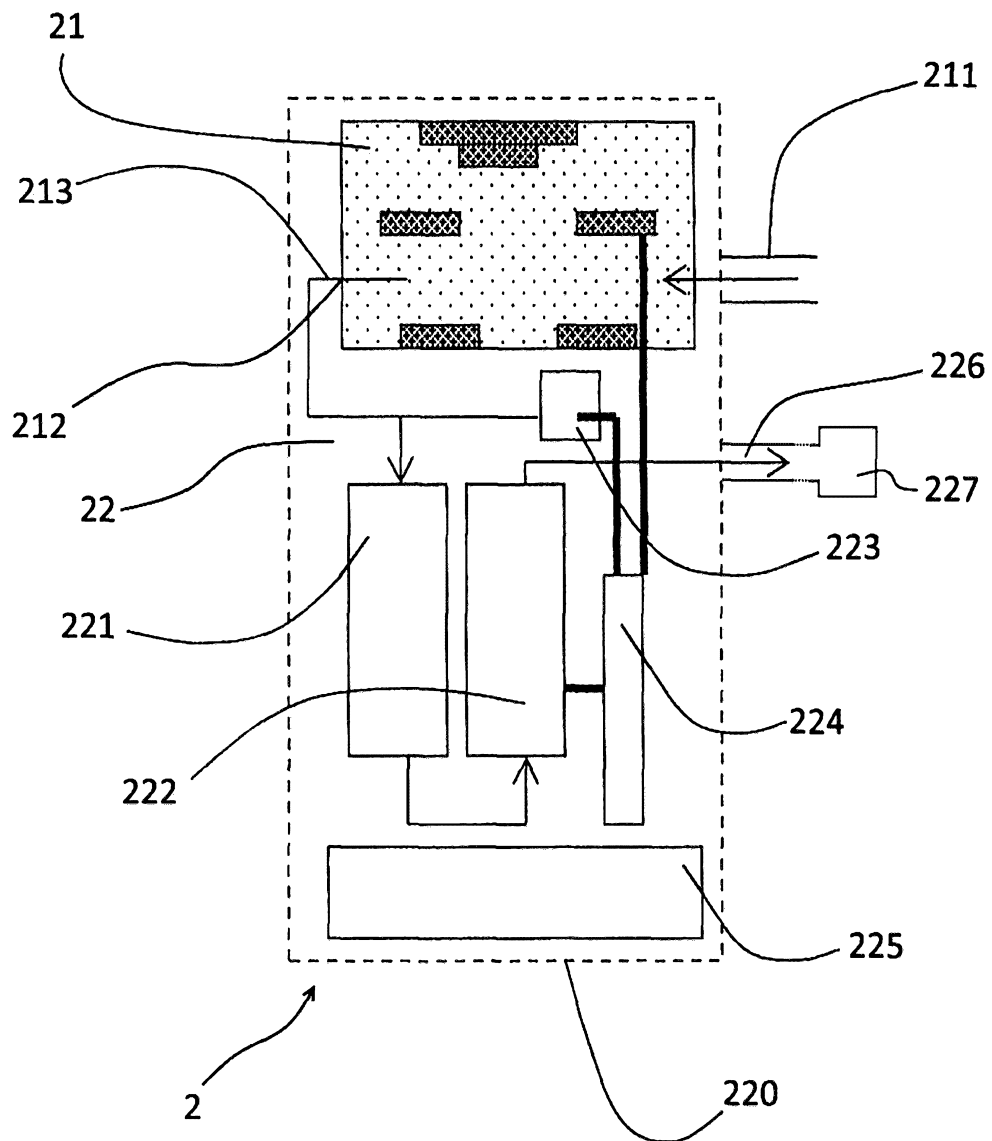
Seznam vztahových značek

1	zařízení k detekci koncentrace nanočástic (základní provedení-1. varianta)
101	horní elektroda
102	radioaktivní zdroj
103	střední elektroda
104	otvor ve střední elektrodě
105	dolní elektroda
106	otvor v dolní elektrodě
11	ionizační komora
111	vstupní otvor do ionizační komory
112	propojovací otvor mezi ionizační komorou a přístrojovým blokem
113	výstupní potrubí z ionizační komory
12	přístrojový blok
120	skříň přístrojového bloku
121	filtr
122	čerpadlo
123	blok snímačů
124	řídicí elektronika
125	elektrický akumulátor
126	výstupní potrubí z čerpadla
127	zásobník (pro provádění nulování)
2	zařízení k detekci koncentrace nanočástic (2. varianta)
21	ionizační komora
211	vstupní potrubí do ionizační komory
212	propojovací otvor mezi ionizační komorou a přístrojovým blokem
213	výstupní potrubí z ionizační komory
22	přístrojový blok

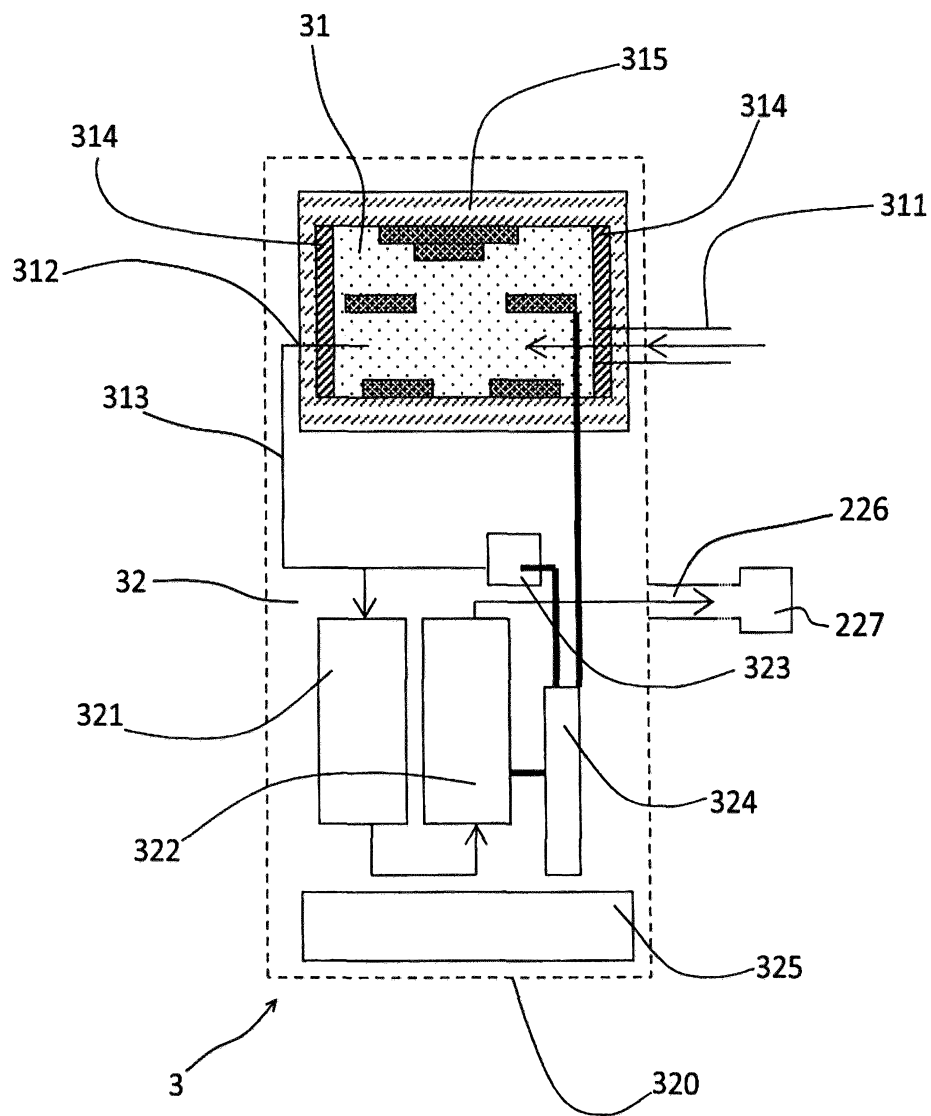
220	skříň přístrojového bloku
221	filtr
222	čerpadlo
223	blok snímačů
224	řídící elektronika
225	elektrický akumulátor
226	výstupní potrubí z čerpadla
227	zásobník (pro provádění nulování)
3	zařízení k detekci koncentrace nanočástic (3. varianta)
31	ionizační komora
311	vstupní potrubí do ionizační komory
312	propojovací otvor mezi ionizační komorou a přístrojovým blokem
313	výstupní potrubí z ionizační komory
314	oxidační katalyzátor
315	vytápění (ionizační komory)
32	přístrojový blok
320	skříň přístrojového bloku
321	filtr
322	čerpadlo
323	blok snímačů
324	řídící elektronika
325	elektrický akumulátor
326	výstupní potrubí z čerpadla
327	zásobník (pro provádění nulování)



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3