



národní
úložiště
šedé
literatury

Program prevence onemocnění silikózou v průmyslu : ověření vhodnosti používaných osobních ochranných prostředků a měření efektivity

Vojta, Zdeněk
2003

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-170393>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 19.03.2018

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .



Výzkumný ústav bezpečnosti práce

Jeruzalémská 9, 116 52 Praha 1

Příloha č. 4

k projektu č. HS67/01: „PROGRAM PREVENCE ONEMOCNĚNÍ SILIKÓZOU V PRŮMYSLU“
Ověření vhodnosti používaných osobních ochranných prostředků (1033)

Metoda stanovení průniku poletavého prachu do podmaskového prostoru polomasky či čtvrtmasky- Laboratorní zkouška

Praha 2003

Obsah:

1	Metoda ověření vhodnosti polomasky	3
1.1	Průnik polomaskou částí dovnitř	3
1.1.1	Zkušební vzorky	3
1.1.2	Pokusné osoby	3
1.2	Zkušební zařízení	3
1.2.1	Zkušební ovzduší	3
1.2.2	Dopravní pás	3
1.3	Postup zkoušky	4
1.3.1	Výpočet průniku	4
1.4	Metoda používající chlorid sodný (NaCl)	5
1.4.1	Princip	5
1.4.2	Zkušební zařízení	5
1.4.3	Zkušební médium	5
1.4.4	Plamenový fotometr	5
1.4.5	Zařízení k odběru vzorku	6
1.4.6	Sonda pro odběr vzorku	8
1.4.7	Čerpadlo pro odběr vzorku	8
1.4.8	Odběr vzorku z komory	8
1.4.9	Sonda pro měření tlaku	8
1.4.10	Výpočet průniku	8
2	Postup měření obsahu poletavého prachu při pracovní činnosti	11
2.1	Princip měření s laserovým spektrofotometrem částic Grimm typ 1.108	11
2.1.1	Měřicí rozsahy	12
2.1.2	Měření	12
3	Literatura	14

1 Metoda ověření vhodnosti polomasky

1.1 Průnik polomaskou částí dovnitř

Postup používající chlorid sodný jako zkušební médium je popsána v ČSN EN 149 [1]. Shodná metoda pro obecné použití je popsána v ČSN EN 13274-1 [2].

1.1.1 Zkušební vzorky

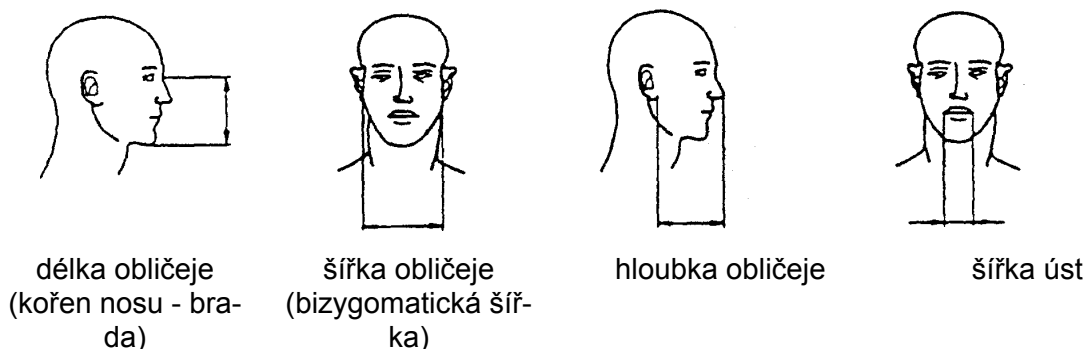
Před zkouškou se zjistí, je-li polomaska nebo čtvrtmaska v dobrém stavu a zda může být použita bez rizika.

1.1.2 Pokusné osoby

Ke zkoušce se vybírají osoby, které jsou dobře seznámeny s užitím daného či podobného prostředku.

Pro zkoušky podle ČSN EN 149 musí být vybrány osoby (hladce oholených, bez bradky či kotlet). Odchytky od tohoto požadavku se zaznamenávají.

Ve zkušební zprávě se musí popsat obličej pokusných osob (jen informativně) čtyřmi rozměry obličeje (v mm) znázorněnými na obrázku 1.



Obrázek 1- Rozměry obličeje

Pokud je lícnicová část vyráběna ve více velikostech, pak pokusné osoby musí být vybaveny pro tuto zkoušku správnou velikostí.

1.2 Zkušební zařízení

1.2.1 Zkušební ovzduší

Zkušební ovzduší se přivádí rozptylovačem do horní části komory a proudí směrem dolů přes hlavu pokusné osoby rychlostí 0,1 m/s až 0,2 m/s. Koncentrace zkušební látky v efektivním zkušebním prostoru musí být kontrolována, zda je stálá. Rychlost proudění musí být měřena blízko hlavy pokusné osoby.

Konstrukce komory musí být taková, aby pokusná osoba, která má nasazenou zkoušenou polomasku mohla být zásobována dýchatelným vzduchem (bez zkušebního ovzduší).

1.2.2 Dopravní pás

Vodorovný dopravní pás, který je schopný dosáhnout rychlosti 6 km/h.

1.3 Postup zkoušky

Nejprve jsou pokusné osoby požádány, aby se seznámily s návodem k použití vypracovaným výrobcem a pokud je to nutné, vedoucí zkoušky předvede správné nasazení polomasky v souladu s návodem.

Po nasazení polomasky je každá pokusná osoba dotázána zda „lícnicová část sedí?“. Pokud odpoví „ano“, pokračuje se ve zkoušce. Když je odpověď „ne“, je pokusná osoba ze skupiny vyřazena, tato skutečnost se zaznamená a vyřazená pokusná osoba je nahrazena jinou.

Pokusné osoby musí být před zkouškou informovány, že si mohou upravit polomasku i během probíhající zkoušky. V tomto případě se však musí tato část zkoušky opakovat, poté co je systém opět uveden do původního stavu.

Pokusné osoby v průběhu zkoušky se neinformují o výsledcích zkoušky.

Při zkoušce se dodržuje následující pořadí činností:

- a) je vypnut přívod zkušebního ovzduší;
- b) pokusná osoba vstoupí do komory;
- c) je připevněna vzorkovací sonda k lícnici
- d) pokusná osoba kráčí 2 minuty rychlostí 6 km/h
- e) je změřena koncentrace zkušebního média uvnitř lícnicové části pro stanovení pozadí
- f) musí být dosaženo konstantní hodnoty této koncentrace
- g) je zapnut přívod zkušebního ovzduší
- h) pokusná osoba pokračuje v chůzi další 2 minuty, dokud není zkušební ovzduší stabilizováno
- i) za pokračující chůze provádí pokusná osoba následující cvičení:
 - 2 minuty jde bez pohybů hlavou a mluvení
 - 2 minuty otáčí hlavou z jedné strany na druhou (15krát), jako kdyby kontrolovala stěny tunelu
 - 2 minuty pohybuje hlavou nahoru a dolů (15krát), jako kdyby kontrolovala strop a podlahu
 - 2 minuty hlasitě, jako kdyby se bavila s kolegou, přeřikává abecedu nebo domluvený text
 - 2 minuty nehýbe hlavou a nemluví
- j) záznam
 - koncentrace zkušebního média v komoře
 - průnik během každého cvičení
- k) přívod zkušebního ovzduší do komory je vypnut a po jejím vyvětrání pokusná osoba komoru opustí

Po každé zkoušce se lícnicová část vyčistí, dezinfikuje a vysuší, dříve než se použije pro další zkoušku s jinou pokusnou osobou.

1.3.1 Výpočet průniku

Průnik P se vypočítává z doby posledních 100 vteřin každého cvičení, aby se zabránilo přenášení výsledků z jednoho cvičení na druhé.

$$P = \frac{C_2}{C_1} \cdot 100 \text{ v procentech,}$$

kde

C_1 je koncentrace média ve zkušebním ovzduší

C_2 je naměřená střední koncentrace
Pro měření C_2 vhodné použít integrální zapisovač.

1.4 Metoda používající chlorid sodný (NaCl)

1.4.1 Princip

Pokusná osoba s nasazenou zkoušenou lícnicovou částí kráčí po dopravním pásu, nad kterým je zavěšena komora. Touto komorou proudí zkušební ovzduší s konstantní koncentrací aerosolu NaCl.

Vzorek vzduchu pro určení koncentrace NaCl ve vnitřním prostoru filtrační polomasky je odebírán a analyzován během inhalační fáze dýchacího cyklu. Vzorek je odebírán sondou, která je upevněna v otvoru vytvořeném v lícnici pro tento účel. Změna tlaku ve filtrační polomasce je využívána k ovládnutí přepínacího ventilu, aby byl odebírán pouze vdechovaný vzduch. Za tímto účelem je uvnitř zabudována druhá sonda.

1.4.2 Zkušební zařízení

Ke zkouškám byl použit přístroj britské firmy Moore's [Wallisdown] Ltd., Design and Manufacturing Engineers, Wallisdown Road, Bournemouth BH1 18QN [3].

1.4.2.1 Generátor aerosolu

Aerosol NaCl se připravuje z 2 % roztoku NaCl p.a. (pro analýzu) v destilované vodě. Užívá se jednoduchý velký Collinsonův rozprašovač (viz obrázek 7). Rozprašovač vyžaduje průtok vzduchu 100 l/min při přetlaku 700 Pa. Rozprašovač a jeho plášť je vestavěn do potrubí, kterým prochází vzduch o stálém průtoku. Aby bylo dosaženo úplného vysušení aerosolových částic, je nutné podle potřeby vzduch ohřívat nebo vysoušet.

1.4.3 Zkušební médium

Střední koncentrace NaCl v komoře musí být $(8 \pm 4) \text{ mg/m}^3$ a odchylky v části komory v okolí zkoušeného přístroje se nesmí lišit o více než 10 %. Velikostní spektrum částic musí mít ekvivalentní aerodynamický průměr od $0,02 \mu\text{m}$ do $2 \mu\text{m}$ při hmotnostním středním průměru $0,6 \mu\text{m}$.

1.4.4 Plamenový fotometr

Pro měření koncentrace NaCl uvnitř lícnicové části je užit plamenový fotometr. Základní technická charakteristika vhodného fotometru je následující:

Ke stanovení koncentrace NaCl v lícnicové části se používá plamenový fotometr. Základní údaje vhodného přístroje jsou:

- plamenový fotometr musí být speciálně určený pro přímé stanovení NaCl;
- musí být schopen stanovit obsah NaCl v aerosolu v rozmezí 15 mg/m^3 až $0,5 \text{ ng/m}^3$;
- celkový průtok vzorku aerosolu, který vyžaduje fotometr nesmí být větší než 15 l/min;
- doba odezvy fotometru, s výjimkou systému pro odběr vzorku, nesmí přesahovat 500 ms;
- je nutné snížit citlivost pro ostatní prvky, zejména pro uhlík, jehož koncentrace během dýchacího cyklu kolísá. Toho lze dosáhnout volbou spektrální šířky interferenčního filtru, která není větší než 3 nm a použitím všech nezbytných filtrů pro postranní pásma.

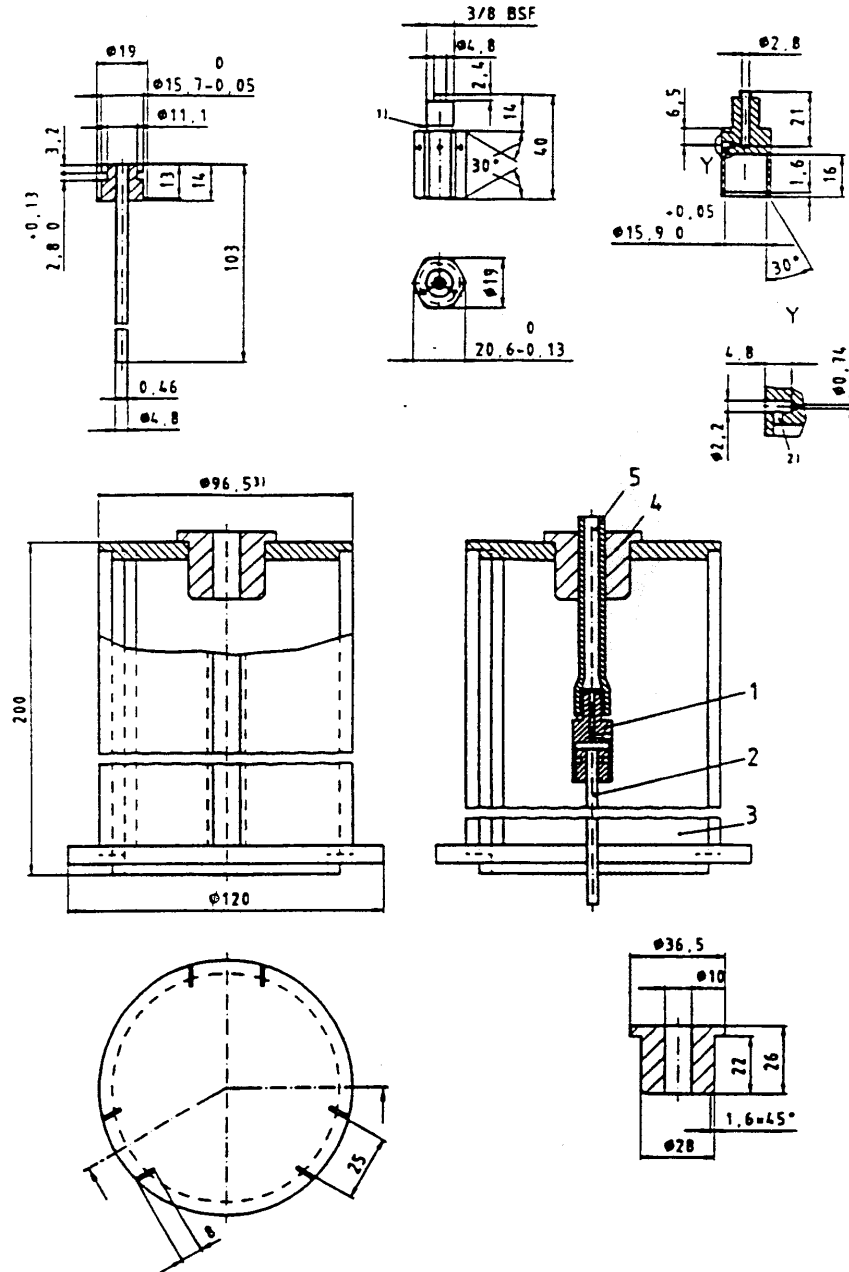
1.4.5 Zařízení k odběru vzorku

Je požadován systém, který zapíná přívod vzorku k fotometru jen při vdechovací fázi dýchacího cyklu. Během výdechové fáze je do fotometru přiváděn čistý vzduch. Důležité prvky tohoto systému jsou:

- elektricky ovládaný ventil s dobou odezvy řádově 100 ms. Ventil má mít co nejmenší škodlivý prostor a nemá ovlivňovat průtok při plném otevření;
- tlakové čidlo, které je schopno registrovat minimální změnu tlaku 5 Pa, které může být spojeno se sondou zavedenou do vnitřního prostoru lícnicové části. Čidlo musí mít nastavitelnou mez citlivosti a musí být schopno signalizovat, je-li tato hodnota v kterémkoliv směru překročena. Čidlo musí pracovat spolehlivě i tehdy, je-li vystaveno zrychlení v důsledku pohybu hlavy;
- přenosový systém pro ovládání ventilu v závislosti na signálu od tlakového čidla;
- časovací zařízení pro stanovení části dýchacího cyklu, ve které se odebírá vzorek.

Na obrázku 3 je znázorněno schéma systému pro odběr vzorků.

Rozměry v milimetrech



- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|----------------------------------------|
| 1 | tryska | 4 | vodicí pouzdro |
| 2 | přívodní trubka (solného roztoku) | 5 | trubka pro vzduch (vnější průměr 10,0) |
| 3 | pouzdro (zhotovené z PVC) | | |

Obrázek 2 – Rozprašovač

1.4.6 Sonda pro odběr vzorku

Sonda sestává z krátké hadičky (hypodermické) o vnitřním průměru 1 mm, připevněné pevně a vzduchotěsně k lícnicové části, pokud možno co nejbližší k její střední části. Koule z plastu, o průměru přibližně 20 mm s 8 otvory (každý o vnitřním průměru 1,5 mm), které jsou rovnoměrně rozmístěny po jejím povrchu, je propojena s hypodermickou hadičkou. Sonda je umístěna tak, že se dotýká rtů pokusné osoby.

Jiná vhodná vzorkovací sonda s několika otvory je schematicky zobrazena na obrázku 4.

1.4.7 Čerpadlo pro odběr vzorku

Pokud součástí fotometru není čerpadlo, pak lze pro odběr vzorku použít vhodné čerpadlo s nastavitelným průtokem. Toto čerpadlo se nastaví tak, aby odebíralo ze vzorkovací sondy vzduch s konstantním průtokem 1 l/min. V závislosti na typu použitého fotometru může být nezbytné ředit tento odebíraný vzorek čistým vzduchem.

1.4.8 Odběr vzorku z komory

Koncentrace aerosolu v komoře je kontrolována během zkoušek odděleným systémem pro odběr vzorků, aby se zamezilo znečištění odběrného potrubí z lícnicové části. Je výhodné použít pro tento účel oddělený plamenový fotometr.

Není-li druhý fotometr k dispozici, je možné odebírat vzorky koncentrace v komoře použitím odděleného odběrného systému a použít jediný fotometr. V tomto případě trvá vždy určitou dobu, než se údaj na fotometru ustálí na hodnotě čistého vzduchu.

1.4.9 Sonda pro měření tlaku

Tato druhá sonda je umístěna v blízkosti sondy pro odběr vzorku a je propojena s tlakovým čidlem.

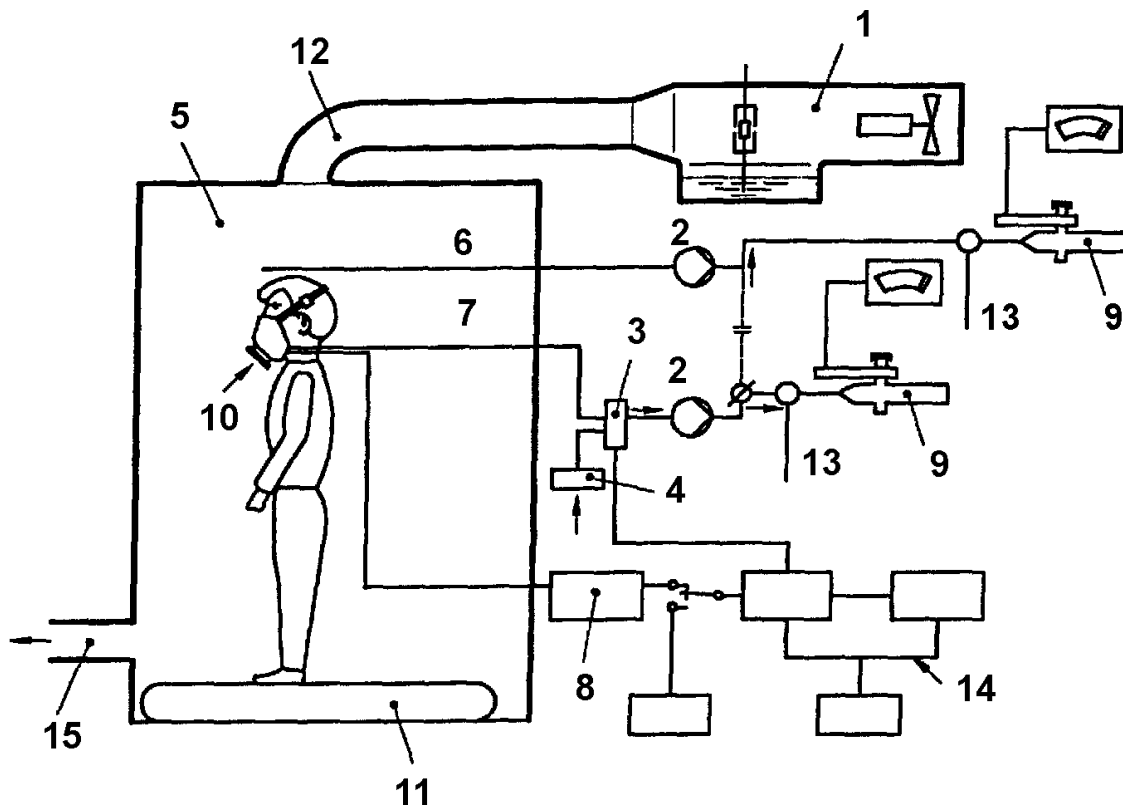
1.4.10 Výpočet průniku

Průnik P se vypočítává z doby posledních 100 vteřin každého cvičení, aby se zabránilo přenášení výsledků z jednoho cvičení na druhé.

$$P = \frac{C_2}{C_1} \cdot \left(\frac{t_{IN} + t_{EX}}{t_{IN}} \right) \cdot 100 \text{ v procentech,}$$

kde	C_1	značí	zkušební koncentraci,
	C_2		měřenou střední koncentraci,
	t_{IN}		celkovou dobu vdechování,
	t_{EX}		celkovou dobu vydechování.

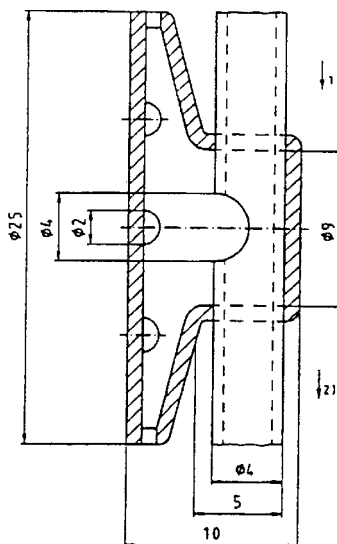
Pro měření C_2 je vhodné použít integrální zapisovač.



- | | | | |
|---|---------------------------------|----|-----------------------------------|
| 1 | rozprašovač | 8 | tlakoměr |
| 2 | čerpadlo | 9 | fotometr |
| 3 | přepínací ventil | 10 | simulátor filtru/čistý vzduch |
| 4 | filtr | 11 | dopravní pás |
| 5 | zkušební komora | 12 | potrubí a usměrňovač proudu |
| 6 | odběr vzorku ze zkušební komory | 13 | přídavný vzduch |
| 7 | odběr vzorku z lícnicové části | 14 | zařízení k pulznímu odběru vzorku |
| | | 15 | odsávání |

Obrázek 3 - Uspořádání zkušebního zařízení pro měření průniku do vnitřního prostoru lícnicové části za použití chloridu sodného

Rozměry v milimetrech



- 1) suchý vzduch
- 2) vzorek plus suchý vzduch

Obrázek 4 - Vhodná sonda pro odběr zkušebního vzorku

2 Postup měření obsahu poletavého prachu při pracovní činnosti

2.1 Princip měření s laserovým spektrofotometrem částic Grimm typ 1.108

Měřicí přístroje série 1.100 výrobek německé firmy Grimm [4] jsou malé, přenosné jednotky, určené pro kontinuální měření prachu a respirabilních aerosolů v ovzduší. Tím jsou speciálně vhodné pro oblast hygieny práce a analýzu prachu v ovzduší. Největší uplatnění nacházejí v oblasti hygienické, medicínské a technické. Naměřené hodnoty jsou uváděny buď ve hmotnostních jednotkách ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nebo v počtu částic (počet/l).

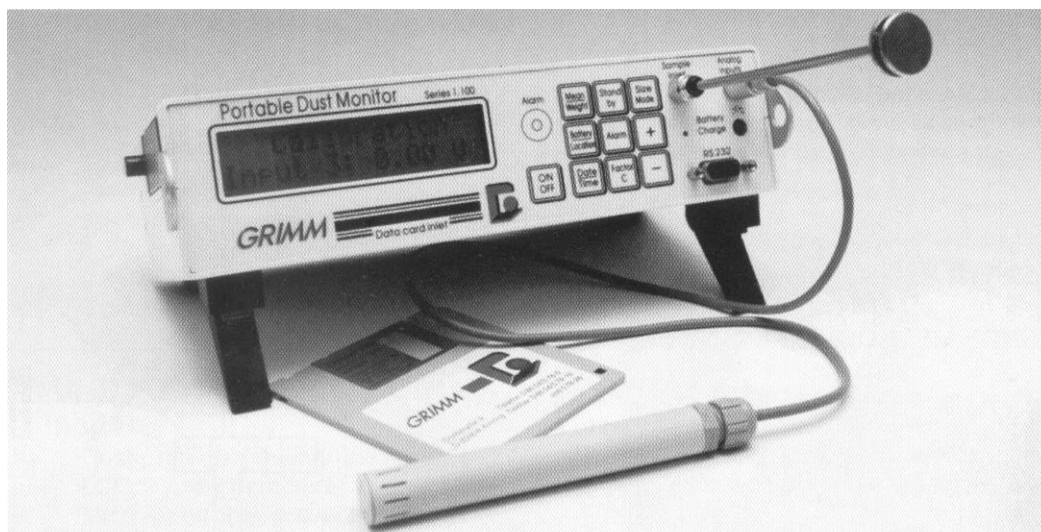
Přístroj pracuje na principu rozptylu světla, přičemž jako zdroj světla slouží laserová dioda. Měřený vzorek s prachem je prosáván měřicí komůrkou tak, aby docházelo k rozptylu světla v úhlu 60° až 120° , který je měřen diodou.

Analyzátor výšky pulzů klasifikuje signál rozptylu světla a rozřazuje ho do patnácti tříd (kanálů).

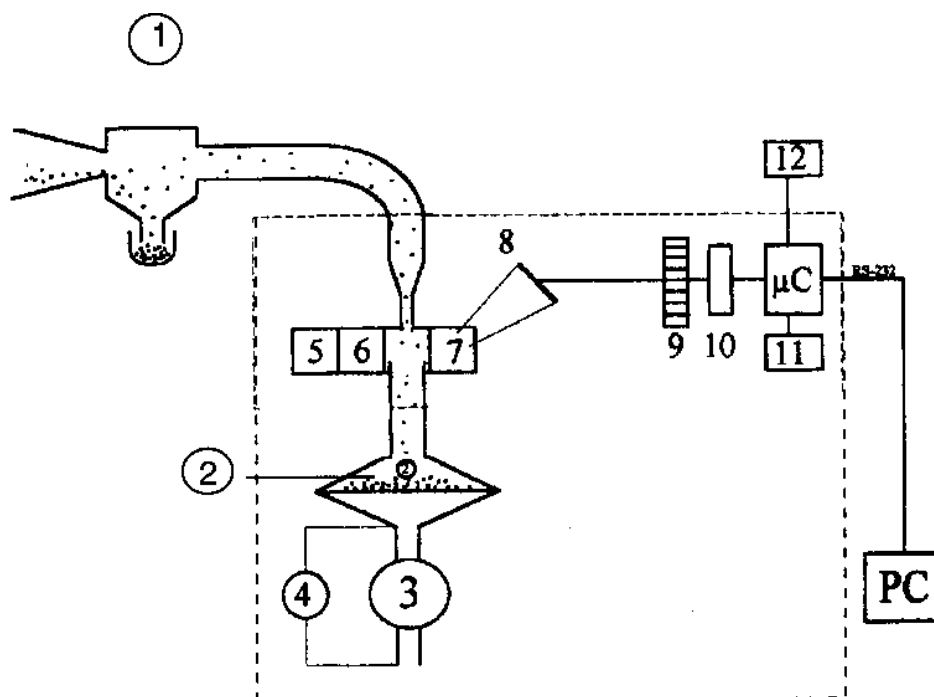
Odebíraný vzorek vzdušiny je prosáván měřicí komůrkou výkonem 1,2 l/min a po filtraci vypouštěn opět do okolí. Měřený prach je sbírán průběžně na koncovém filtru, "takže může být použit, pro zpětnou gravimetrickou kontrolu naměřených dat.

Každá minuta je rozdělena na 10 měřících period, během kterých jsou na displeji ukazovány naměřené hodnoty a 1 čistící a kalibrační periodu v trvání 10 s. Tak je efektivní výkon nasávaného vzorku roven 5/6 výkonu pumpy (tedy 1,0 l/min).

Naměřené údaje jsou v přístroji zpracovávány a v době kalibrační periody ukládány na paměťovou kartu a paralelně posílány k rozhraní RS 232. Odtud mohou být buď průběžně tištěny externí tiskárnou. Paměťová karta slouží jako transportní medium pro následné, na přístroji nezávislé zpracování.



Obrázek 5 - Laserový spektrofotometr částic Grimm typ 1.108



- 1 vzorkovací zařízení
- 2 výstupní teflonový filtr
- 5, 6 laserová dioda s napájením
- 8 9 měřící dioda, analyzátor výšky pulzů rozptýleného světla
- 10 paměť
- 11 displej

Obrázek 6 - Princip měření (schéma)

2.1.1 Měřicí rozsahy.

Model	Rozsah $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Měření od μm .	Rozsah vyhodnocování
1 .108	0,1 až 6 500,0	0,23	0,3; 0,4;0,5; 0,65;0,8 1,0 1,6;2,0; 3,0;4,0; 5,0; 7,5;10;15;20

2.1.2 Měření.

Nejprve běží první měřící cyklus s první kalibrací.

Příští automatická kalibrace následuje po 10 měření, tedy po 50 s. Objektivně lze zkontrolovat podle změny zvuku čerpadla vzorku. Změní-li se nastavení přístroje nebo je přístroj zaprášen či jinak ovlivněna jeho konfigurace, je proces včetně hlášení opakován a na displeji se objeví hlášení:

Protože přístroj pracuje na principu rozptýlu světla, nemůže z údajů o počtu nebo rozdělení částic vypovídat o skutečné hmotnosti částic. K tomu účelu se musí zadávat korekční faktor, na

jehož základě pak teprve přístroj udává hmotnostní jednotky. Tento faktor se stanovuje gravimetrickou metodou z přírůstku hmotnosti koncového filtru.

Neexponovaný teflonový koncový filtr váží cca 50 mg až 100 mg. Pro dosazení minimální chyby při gravimetrickém vyhodnocení (vážení), je potřeba prosát přes filtr dostatečně velké množství vzorku. Toto množství respektive doba odběru konstantním průtokem se musí volit tak, aby na filtru vznikla navážka cca 1 mg až 2 mg. Použité váhy samozřejmě musejí mít rozlišovací schopnost, v oboru 10 µg. Při gravimetrické metodě je třeba mít na paměti zejména:

- při založení nového filtru se j musí zvážit a jeho hmotnost zapsat;
- založení filtru se provede podle tohoto návodu;
- při uvedení přístroje do provozu odpovězte "yes" na dotaz "Filter changed?". Tím bude hmotnost předchozího filtru vymazána z paměti přístroje;
- nyní se provádí odběr (vzorku) prachu dle předpokládané "zaprášeni" prostředí tak, aby byla splněna podmínka minimálně 1 µg až 2 µg navážky prachu na filtru. Je třeba dbát na "to, aby byl odsáván prach stejného druhu jaký pak bude měřen a za stejných stavových podmínek (teplota, vlhkost a pod.);
- Před tím, než bude ukončen odběr, poznamená se teoretická hmotnost navážky, která byla zjištěna na displeji po stisknutí tlačítka [MEAN VALUE] a [+]. Ačkoli je tato hodnota ukládána do paměti, je rozumné si jí poznamenat a předejít tak případné náhodné ztrátě dat.
- opatrně se vyjme filtr z přístroje, nejlépe pinsetou, a přenes se na misku vah vláknitou stranou nahoru. Zaznamená se hmotnost!
- Spočítejte korekční faktor podle tohoto vzorce:

$$\text{faktor C} = \frac{\text{skutečná zvážená hmotnost}}{\text{vypočítaná teoretická hmotnost}}$$

Takto stanovený korekční faktor naprogramujte do přístroje, přepnutého do modu "standby" pomocí tlačítek [Factor C] a [+] nebo [-].

Doporučení: Filtr se váží vícekrát, a pro dosazení se použije střední hodnota navážky.

3 Literatura

- 1 ČSN EN 149 (83 2225) Ochranné prostředky dýchacích orgánů - Filtrační polomasky k ochraně proti částicím - Požadavky, zkoušení a značení
- 2 ČSN EN 13274-1 (83 2205) Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Metody zkoušení: Stanovení průniku a celkového průniku
- 3 Manual for the Moor's Sodium chloride filter test flame photometer (Moore's [Wallisdown] Ltd., Design and Manufacturing Engineers, Wallisdown Road, Bournemouth BH118QN)
- 4 Manual for the Dust Monitor model 1.108 (Grimm Labortechnik GmbH & CoKB, Dorfstraße 9, D-83404 Ainring)