

## SÚČASNÉ METÓDY MERANIA KONCENTRÁCIE PRACHU V OVZDUŠÍ

KATARÍNA LUKÁČOVÁ - PAVOL LIPTAI - MIRIAMA PIŇOSOVÁ

### PRESENT METHODS OF DUST CONCENTRATION MEASUREMENT IN AIR

#### ABSTRAKT

Článok je venovaný problematike jednému z fyzikálnych faktorov pracovného prostredia a tým je prach. V článku sú uvedené jednotlivé metódy merania koncentrácie prachu v ovzduší, ktoré sú rozdelené podľa použitého fyzikálneho princípu. Sú v ňom stručne vysvetlené princípy jednotlivých metód merania.

**Kľúčové slová:** prach, koncentrácia prachu, respirabilná frakcia

#### ABSTRACT

The paper is considering about one of the main physical factors of a working environment especially dust. Paper is analyzing methods of dust concentration measurement in the air. Methods are divided according physical Principle and also describe methods of measurement.

**Key words:** dust, dust concentration, respirable fraction

#### ÚVOD

Jedným z najviac sledovaných fyzikálnych faktorov pracovného prostredia je množstvo prachu v ovzduší resp. koncentrácia tuhých znečisťujúcich látok v ovzduší. Ich zvýšená koncentrácia predstavuje problém nie len pre ľudí, ktorým spôsobuje vážne zdravotné problémy ale aj pre celé ekosystémy.

Do tela človeka sa prach dostáva vdychovaním, pričom väčšie prachové častice sa zachytávajú v horných dýchacích cestách, zatiaľ čo menšie častice sa dostávajú až do dolných dýchacích ciest a častice s rozmerom pod 2,5  $\mu\text{m}$  môžu prestupovať do pľúcnych skliepkov a buď sa usadzovať v pľúcach, alebo prenikať aj do krvného obehu. Z tohto dôvodu sa prachové častice delia na dve frakcie: respirabilná a nerespirabilná.

V tomto článku sú charakterizované jednotlivé metódy merania prašnosti, ktoré rozdeľujeme z hľadiska použitého fyzikálneho princípu na:

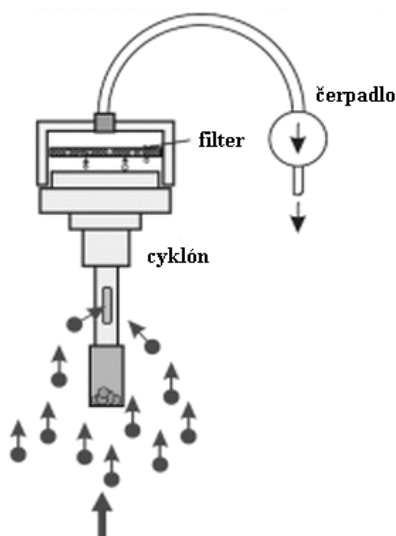
- gravimetrická metóda,
- optické metódy,
- metódy založené na triboelektrickom jave,
- metódy založené na princípe absorpcie  $\beta$  žiarenia.

Ako referenčná metóda pre kalibráciu prístrojov bola v Slovenskej republike legislatívne stanovená gravimetrická metóda merania koncentrácie prachu. O metodike kalibrácie prachomerov pojednáva smernica VDI2066. Podľa tejto smernice kalibrácia predstavuje proces prostredníctvom, ktorého sa

nameranej veličine (napr. intenzita rozptýleného svetla) priradí konkrétna hmotnostná koncentrácia prachu v ovzduší.

### GRAVIMETRICKÁ METÓDA MERANIA KONCENTRÁCIE PRACHU

Princíp gravimetrickej metódy spočíva v tom, že na vhodný typ filtračného materiálu sa zachytí vzorka z ovzdušia a následne sa z rozdielu hmotnosti filtra pred a po odber určí hmotnosť zachyteného prachu. Hmotnosť filtra pred a po odbere sa určí vážením analytickými váhami. Princíp gravimetrickej metódy je znázornený na (obr. 1).



Obr. 1 Princíp gravimetrickej metódy merania koncentrácia prachu

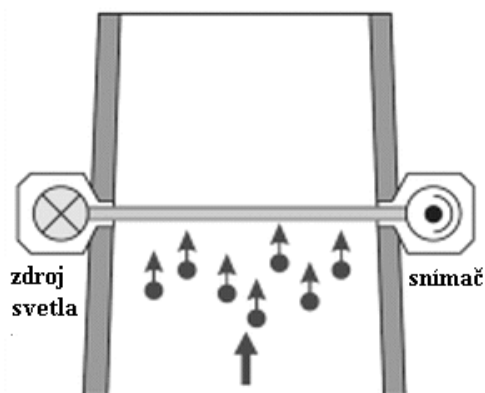
Pre oddelenie respirabilnej zložky prachu sa najčastejšie používajú cyklóny. Cyklón separuje častice polietavého prachu podľa ich veľkosti. Rýchlou rotáciou vzduchu sú oddeľované častice podľa ich aerodynamického priemeru, pričom respirabilná zložka častíc je zachytávaná vo filteri, zatiaľ čo väčšie častice spadnú do zbernej nádoby.

### OPTICKÉ METÓDY MERANIA KONCENTRÁCIE PRACHU

Pri optických metódach merania koncentrácie prachu sa využívajú dva princípy:

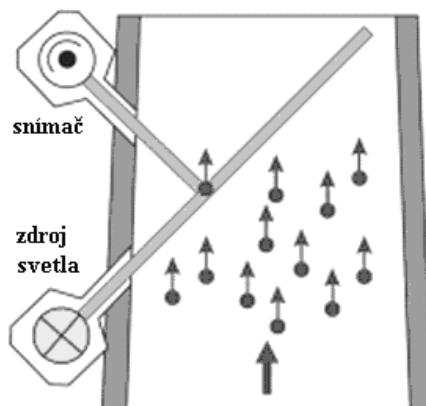
- transmisný princíp merania koncentrácie prachu,
- meranie koncentrácie prachu na základe rozptylu svetla.

Transmisný princíp merania koncentrácie prachu (obr. 2) spočíva v poklese hustoty žiarivého toku prechádzajúceho svetla v závislosti na hmotnostnej koncentrácii prachu v ovzduší. Optický vysielateľ vysiela svetlo cez zmes plynu a prachových častíc. Na druhom konci kanála prijímač meria intenzitu zvyšného svetla, pričom tá sa porovná s intenzitou svetla vychádzajúceho z vysielateľa. Na základe toho je možné určiť optickú priepustnosť a koncentráciu častíc.



*Obr. 2 Princíp optickej metódy merania koncentrácie prachu - transmisný princíp*

Optická metóda merania koncentrácia prachu na základe rozptylu svetla spočíva v tom, že vysielateľ vysielá svetelný lúč, ktorý je časticami prachu v ovzduší spätne odrazený a zachytený vysoko citlivým snímačom. Porovnaním vychádzajúceho svetla a rozptýleného svetla je možné určiť koncentráciu prachu v ovzduší. Ako zdroj svetla môžu byť použité rôzne zdroje so širokým spektrom vlnových dĺžok. Táto metóda umožňuje merať najmenšie koncentrácie prachu v ovzduší. Princíp metódy je na (obr. 3).



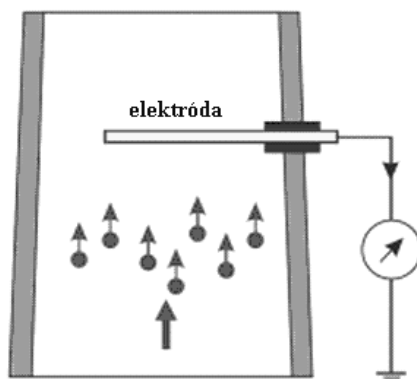
*Obr. 3 Princíp optickej metódy merania koncentrácie prachu - rozptyl svetla*

Na rozptyl svetla má vplyv nie len farba častíc ale aj ich veľkosť, pričom maximum intenzity rozptýleného žiarenia nastáva približne pri priemere častice 0,3 mm.

## **METÓDA MERANIA KONCENTRÁCIA PRACHU ZALOŽENÁ NA TRIBOELEKTRICKOM JAVE**

Princíp tejto metódy spočíva v tom, že sa meria zmena elektrického náboja, spôsobená letiacimi prachovými časticami, na povrchu vodivej kovovej sondy (obr. 4). Množstvo elektrostatického náboja závisí na koncentrácii prachu a rýchlosti prúdenia vzduchu s časticami prachu.

Táto metóda sa používa napr. na kontrolu prachových filtrov, ich diagnostiku a lokalizáciu ich poškodenia. Prístroj je pred meraním potrebné kalibrovať. [3]

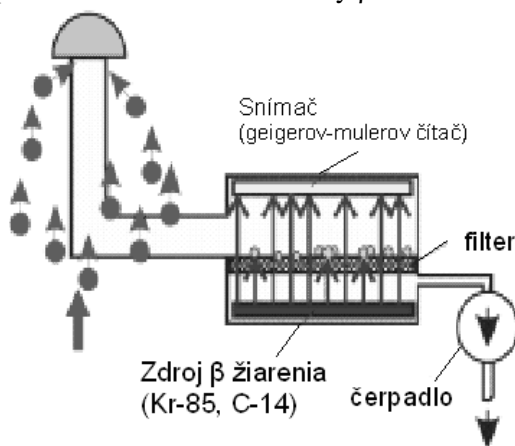


*Obr. 4 Princíp metódy je založený na triboelektrickom jave*

## METÓDA MERANIA KONCENTRÁCIA PRACHU ZALOŽENÁ NA PRINCÍPE ABSORPCIE $\beta$ ŽIARENIA

Princíp tejto metódy spočíva v tom, že množstvo prachu, ktoré sa usadí na filtri, sa určuje podľa zoslabenia rádioaktívneho žiarenia rádioaktívneho prvku, pričom k meraniu sa využíva Geigerov-Müllerov čítač. Táto hodnota sa porovnáva so žiarením rádioaktívneho prvku pred vlastným meraním prašnosti.

Podobne ako pri gravimetrickej metóde je vzduch kontaminovaný prachom čerpaný do vzorkovacieho systému (*obr. 5*), pričom častice prachu sa priebežne usadzujú na použitom filtri. Narastajúca vrstva častíc prachu spôsobuje spomínané zoslabenie intenzity  $\beta$  žiarenia.



*Obr. 5 Princíp metódy merania koncentrácie prachu založenej na absorpcii  $\beta$  žiarenia*

Táto metóda je široko použiteľná, nakoľko určuje množstvo prachu v pomerne veľkom meracom rozsahu bez ohľadu na chemické a fyzikálne vlastnosti častíc prachu a nosného plynu.

## ZÁVER

Každá z uvedených metód má svoje výhody ako aj nevýhody. Výber metódy závisí od viacerých faktorov. Ak je ale potrebné určiť koncentráciu prachu v ovzduší, je nevyhnutné uskutočniť aj merania ďalších veličín, ktoré majú vplyv na meranie koncentrácie prachu v ovzduší napr. rýchlosť prúdenia vzduchu, vlhkosť atď. a je nevyhnutné zohľadniť ich vo výsledku merania.

Tento článok vznikol v rámci projektu VEGA 1/0453/08 a VEGA 1/3232/06.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ESM Andersen Instruments - Solutions for Particulate Measurements. [online]. [cit. 9. 10. 2008]. Dostupné na <http://www.esm-online.de/andersen/product/group6/betaa.htm>
- [2] KELEMEN, M., MAŤAŠOVSKÁ, T.: Meranie hmotnostnej koncentrácie a bilancia úletu tuhých znečisťujúcich látok. In. AT & P journal PLUS2 2006. s. 18-22.
- [3] VDI 2066 part 6: Particulate matter measurement. Measurement of particulate matter in flowing gases. Determination of dust load by continuous measurement of scattered light with the photometer KTN. January 1989.

## ADRESY AUTOROV

**Ing. Katarína LUKÁČOVÁ**, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8-15, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2643, e-mail: >katarina.lukacova@tuke.sk<

**Ing. Pavol LIPTAI**, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8 - laboratórium, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2482, e-mail: >pavol.liptai@tuke.sk<

**Ing. Miriama PIŇOSOVÁ**, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8 - laboratórium, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2482, e-mail: >miriama.pinosova@tuke.sk<

## RECENZENT

**doc. Ing. Ervin LUMNITZER, PhD.**, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2711, e-mail: >erwin.lumnitzer@tuke.sk<