



PRAŠNOSŤ A JEJ VPLYV NA ČLOVEKA V PRACOVNOM PROSTREDÍ

DUSTINESS AND ITS IMPACT ON HUMANS IN WORKING ENVIRONMENT

Peter RUMAN – Tibor DZURO - Marek KRUPA

Abstract

Dust is a term that worries most people, whether in terms of hygiene, "housekeeping", but mainly for health. Mainly caused by respiratory problems or allergies causes. Definition of dust is not uniform, as in industry and occurs naturally in a variety of versions. Since we live in an advanced age, so it is expected that they will still new technologies to prevent dust formation, as well as facilitate the work, who have to work with it.

Key words

dust, pollutants, workplace exposure limit concentration.

Úvod

V minulosti sa prachom označovali zrnité látky, ktoré majú škodlivé účinky a pôsobia nepriaznivo svojou tiažou. Na charakterizovanie zrnitosti sa používali všeobecne označenia ako múka, piesok, púder a pod. Prítomnosť každej takejto látky, alebo práca s ňou sú spojené s vytváraním škodlivého prostredia. Na vymedzenie pojmu prach sa uvádzajú rôzne kritéria, ktoré vychádzajú z veľkosti zŕn a hraníc spádovej rýchlosti.

Prach nachádzajúci sa na Zemi v atmosfére pochádza z rôznych zdrojov. Prachom rozumieme aj drobné čiastočky pevných materiálov rozptýlené v ovzduší alebo usadené na predmetoch. Tieto čiastočky vznikajú aj pri ťažbe, vŕtaní, mletí a opracovávaní rôznych materiálov. V prachom zamorenom ovzduší sa najdlhšie udržiavajú čiastočky prevažne priemeru do 2 mikrometrov. Z hygienického hľadiska sú najnebezpečnejšie, pretože prenikajú hlboko do dýchacích ciest a spôsobujú tak vážne ochorenia (azbestóza, silikóza a iné).

PRACH A JEHO VLASTNOSTI

Prachové častice sú také čiastočky, ktoré po krátkom zrýchlení dosahujú približnú ustálenú spádovú rýchlosť menšiu ako 300 cm.s^{-1} (760 torrov a teplota 20 °C). Rýchlosť spádu prachovej častice závisí od mernej hmotnosti a tvaru (lamelový, vláknitý, korpuskulárny).

Medzi tuhé a kvapalné častice prírodného pôvodu patrí:

- kozmický prach a prach pochádzajúci z meteoritov,
- anorganický prach pochádzajúci zo sopečnej činnosti unášaný vetrom, popoloviny a sadze z lesných požiarov,
- organický prach,
- aerosól vodnej hmly.

Medzi tuhé a kvapalné častice antropogenného pôvodu patrí:

- prach ako vedľajší produkt upravarenských činností,



- prach pochádzajúci z transportu surovín, dopravy a dopravných strojov, opotrebovaných strojných častí (brzdové obloženie, produkty korózie),
- produkty horenia – sadza a popolček,
- aerosóly zo spaľovacích alebo priemyselných procesov, [3]

Tab. 1 Rozmedzie veľkosti prachových častíc podľa pôvodu [2]

<i>Pôvod prachu</i>	<i>Veľkosť prachových častíc (μm)</i>
<i>víry</i>	<i>0,008 – 0,1</i>
<i>tabakový dym</i>	<i>0,008 – 0,1</i>
<i>prach v atmosfére</i>	<i>0,008 - 1</i>
<i>sublimáty, sadze z olejov</i>	<i>0,01 - 1</i>
<i>olejoviny</i>	<i>0,04 - 1</i>
<i>sadze (všeobecne)</i>	<i>0,15 - 2</i>
<i>odpadové plyny z chemických prevozov</i>	<i>0,12 – 3</i>
<i>oceliarenský prach</i>	<i>0,14 – 4</i>
<i>flotačné koncentráty</i>	<i>0,12 – 10</i>
<i>metalurgické prachy</i>	<i>0,04 - 100</i>
<i>náterové hmoty</i>	<i>1 – 8</i>
<i>koncentrácia kyseliny sírovej</i>	<i>1 - 10</i>
<i>baktérie</i>	<i>1 – 15</i>
<i>sušené mlieko</i>	<i>1 - 20</i>
<i>uhoľný prach</i>	<i>1 - 100</i>
<i>píly</i>	<i>20 – 60</i>
<i>zlievarenský alebo sklársky piesok</i>	<i>100 - 1200</i>

PRAŠNOSŤ V PRACOVNOM PROSTREDÍ

Pracovné prostredie- súhrn podmienok, pri ktorých človek vykonáva pracovnú činnosť. Všetky hmotné a sociálne podmienky pracovného procesu vyplývajúce z technického, priestorového a stavebného vybavenia, výrobných parametrov, organizačných a fyzikálnych faktorov pracovísk a pracovného procesu. [3]

Množstvo prachu je jeden zo sledovaných parametrov pracovného prostredia, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvňovať zdravie človeka. Z hygienického hľadiska pod pojmom prach rozumieme drobné častice tuhých materiálov, ktoré sú rozptýlené v ovzduší alebo sú usadené na jednotlivých objektoch. Pracovné alebo obytné vnútorné priestory s dlhodobým alebo



krátkodobým pobytom ľudí musia byť vetrané. Vetranie je možné zabezpečiť prirodzeným alebo núteným vetraním. Vetranie sa určuje podľa miery znečistenia ovzdušia, počtu osôb, vykonávanej činnosti ako aj tepelnej záťaže [1].

Prirodzené znečistenie zemskej atmosféry sa v dôsledku kultúrneho rozvoja v obytných a priemyselných oblastiach prudko zvyšuje tzv. priemyselnými prachmi, ktorých koncentrácia v sídliskách často dosahuje najvyššie prípustné koncentrácie.

Vplyv prašnosti na človeka závisí od viacerých faktorov napr. od tendencie jednotlivca, citlivosti, zdravotného stavu a mimopracovných životných podmienok.

EXPOZIČNÉ LIMITY V PRACOVNOM OVZDUŠÍ

Najvyššie prípustný expozičný limit (NPEL) je definovaný ako najvyššia koncentrácia chemického faktora (plynu, pary alebo hmotnostných častíc) v pracovnom ovzduší. Tá nemá škodlivé účinky na zdravie zamestnancov, ani nespôsobí, napr. nepríjemným zápachom, a to aj pri opakovanej a dlhodobej expozícii denne počas osemhodinovej pracovnej zmeny. NPEL pre chemické faktory sú stanovené priemernou a krátkodobou hodnotou. Najvyššie priemerný prípustný expozičný limit predstavuje časovo vážený priemer hodnôt koncentrácií nameraných v dýchacej zóne zamestnanca za osemhodinovú pracovnú zmenu. Najvyššie prípustný expozičný limit krátkodobý stanovuje povolené krátkodobé prekročenie hodnôt NPEL v dĺžke 15 minút v priebehu zmeny. Povolené krátkodobé prekročenie nad NPEL (piková koncentrácia) je limitované s ohľadom na lokálne dráždivé alebo systémové účinky chemických faktorov a je určené koncentráciou a pri niektorých chemických faktoroch aj kategóriou I a II. Pre všetky tieto chemické faktory musí byť dodržaný priemerný osemhodinový NPEL. Pre chemické faktory s výraznými dráždivými účinkami je stanovený len krátkodobý NPEL. Najvyššie prípustné expozičné limity plynov a pár sú stanovené nezávisle od teploty a tlaku v ml/m^3 alebo závisle od týchto premenných v mg/m^3 pri teplote 20°C a tlaku 101,3 kPa. Najvyššie prípustné expozičné limity pevných aerosólov sú uvedené v mg/m^3 a pre vlákňitý aerosól sú uvedené počtom vlákien na cm^3 (ml/cm^3) alebo v mg/m^3 .

Koloidné a elektrické vlastnosti tkanív, kapilárne poruchy, katalyzačné účinky, alergické príznaky, ako aj citlivosť nervov sú vplyvy, od ktorých závisí životná činnosť jednotlivca. [1]

V tomto prípade vystupuje prach často len ako indikátor a choroba prípadne nevoľnosť sa prejaví iba ako následok indispozície zapríčinennej zaprášeným ovzduším. [3]

Ak sú skúmané iba psychické účinky prachu bez ohľadu na jeho biologické pôsobenie, musíme klásť veľký dôraz na čistotu ovzdušia závodu. Prostredie, ktoré je nevetrané pôsobí depresívne, vyvoláva nervozitu a rozladenosť, k čomu sa navyše pridružuje zníženie vdychu ako reflexívny následok prašnosti. To vyvoláva zhoršenie stavu organizmu a odolnosť voči iným chorobám, ako aj oslabenie imunity. Cieľom sociálnej hygieny je zachovať čo najväčšiu pracovnú schopnosť človeka a jeho chuť do práce. Dobrý vzduch je v tomto prípade najdôležitejším činiteľom na dosiahnutie tohto cieľa a slnečné a čisté prostredie vyvoláva vitalitu a jasnú myseľ. Zo zaprášeného prostredia je potrebné odstrániť osoby, ktoré trpia citlivosťou na prach.

Plúca majú dobré obranné mechanizmy, ktoré ich chráni tým, že odstraňujú prachové častice z dýchacieho systému. Keď človek dýcha, častice vo vzduchu vstupujú do nosa, ale nie všetky z nich sa dostanú do pľúc. Nos je účinný filter. Väčšina veľkých častíc je zastavená v ňom. V tab. 2 sú uvedené faktory, ktoré ovplyvňujú depozíciu častíc v dýchacom ústrojenstve.[1]



Prachy pochádzajúce z rastlín alebo živočíchov sa nazývajú organické. Príkladom takého prachu je prach, ktorý vzniká pri manipulácii obilia. Tento prach obsahuje veľké množstvo látok, ktorý okrem rastlinných alebo živočíšnych komponentov môže obsahovať aj organické prachy huby alebo mikróby a toxické látky. [4]

Na zabránenie respiračných alebo iných problémov spôsobených expozíciou prachu, by nebezpečné látky mali byť nahradené menej bezpečnými. Tam, kde náhrada nie je možná, mali by byť zavedené iné metódy, ktoré budú riadené kontrolnými postupmi. Tu sú uvedené niektoré príklady:

- použitie vlahných procesov,
- odsávanie vzduchu s obsahom prachu prostredníctvom zberného systému pred emisiami do ovzdušia,
- použitie vysávača miesto metiel,
- dobré hospodárenie,
- efektívnu dopravu a skladovanie,
- kontrolovať nakladanie s nebezpečnými odpadmi. [4]

Tab. 2 Faktory ovplyvňujúce depozície častíc v dýchacom ústrojenstve [2]

<i>Veľkosť častice</i>	<i>Miesta, kde budú uložené oblasti dýchacieho ústrojenstva</i>	<i>Spôsob nánosu</i>	<i>Zmena smeru pohybu vzduchu</i>	<i>Rýchlosť prúdenia vzduchu</i>
<i>Väčší ako 10 μm</i>	<i>kraj nosohltana</i>	<i>zaklinenie</i>	<i>veľmi náhla</i>	<i>++++</i>
<i>0,003 – 5 μm</i>	<i>priedušky a priedušnica</i>	<i>sedimentácia</i>	<i>menej náhla</i>	<i>+++</i>
<i>Menej ako 0,5 μm</i>	<i>menšie vetvy pľúc</i>	<i>rozptyl</i>	<i>mierna</i>	<i>rozptyl</i>

Vo všeobecnosti sú všetky druhy prachu škodlivé a môžu spôsobiť vážne zdravotné problémy. Pri rôznych veľkostiach častíc prachu sa uplatňujú rôzne fyzikálne vplyvy (gravitácia, odpor vzduchu, prúdenie vzduchu, elektrická príťažlivosť alebo odpudivosť). Častice väčšie ako 10 μm sa po niekoľkých minútach od svojho vzniku usadzujú v tesnej blízkosti miesta pôvodu. [5]

V ovzduší, ktoré je prachom zamorené preto prevládajú častice menšie ako 10 μm , ktoré sú pre človeka zvlášť nebezpečné, pretože môžu prenikať hlboko do dýchacích ciest a s vdychovaním sa dostávajú až do pľúc. Častice o veľkosti 1 μm sa usadzujú len veľmi pozvoľne a častice menšie ako 0,1 μm sa takmer vôbec neusadzujú. Pre meranie v praxi sa prach rozdeľuje na dve veľkostné frakcie (resp. zložky) – na respirabilnú a ner respirabilnú. Dôvodom tohto triedenia je napodobniť triedenie prachu v organizme pri jeho vdychovaní. Respirabilná frakcia je tá časť prachu, ktorá pri vdychovaní preniká až do pľúc a v nich sa aj zdržuje. Medzinárodnou konvenciou boli stanovené štandardné krivky frakčnej priepustnosti, ktoré vedú k výsledkom merania respirabilnej frakcie u rôznych typov prachomerov, ktoré by



boli navzájom porovnateľné a po technickej stránke čo najviac zodpovedali už uvedeným požiadavkám [2]

Pre kvantifikovanie množstva prachu v prostredí sa najčastejšie používa hmotnostná koncentrácia, definovaná ako hmotnosť prachových častíc v jednotkovom objeme plynu (t.j. v jednotkách mg/m^3 alebo $\mu\text{g}/\text{m}^3$) alebo v niektorých prípadoch početná koncentrácia. Poletavý prach sa do ovzdušia dostáva aj vírením častíc usadených na zemskom povrchu (sekundárna prašnosť). Zdravotná významnosť prachu závisí od veľkosti častíc. Väčšie častice (nad $10\ \mu\text{m}$) môžu pôsobiť iba podráždenie horných dýchacích ciest s kašľom a kýchaním a dráždenie očných spojiviek, a však menšie častice sa dostávajú až do dolných dýchacích ciest a častice s rozmerom pod $2,5\ \mu\text{m}$ môžu prestupovať do pľúcnych kanálikov a usadzujú sa buď v pľúcach, alebo prenikajú do krvného obehu. Ukazovateľ prašnosti sa z tohto východiska delí na:

- celkovú prašnosť,
- častice s veľkosťou pod $10\ \mu\text{m}$,
- častice menšie ako $2,5\ \mu\text{m}$ (PM_{2,5}). [2]

Legislatíva

Nariadenie vlády SR 355/2006 z 10. mája 2006 o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci.

Toto nariadenie vlády ustanovuje požiadavky na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci a na predchádzanie týmto rizikám, vzťahuje sa na všetky aktivity, pri ktorých zamestnanci sú alebo môžu byť pri práci exponovaní chemickým faktorom.

Nebezpečné chemické látky musí zamestnávateľ povinne sledovať, a ak sú prítomné na pracovisku tak musí:

- a) kvalifikovať akékoľvek riziko, ktoré vyplýva z týchto faktorov,
- b) vyžiadať si dodatkové informácie o ochrane zdravia potrebné na posúdenie akéhokoľvek rizika od dodávateľov alebo z iných dostupných zdrojov. Tieto informácie musia obsahovať charakteristické posúdenia týkajúce sa rizika pre užívateľov podľa osobitného predpisu. [6]

Metódy merania prašnosti

Pri rozdielnych rozmeroch častíc prachu sa uplatňujú rôzne fyzikálne vplyvy (gravitácia, odpor vzduchu, prúdenie vzduchu, elektrická príťažlivosť alebo odpudivosť). Častice väčšie ako $10\ \mu\text{m}$ sa po niekoľkých minútach od svojho začiatku usadzujú v tesnej blízkosti miesta zdroja. V ovzduší zamorenom prachom prevládajú častice menšie ako $10\ \mu\text{m}$. Častice o veľkosti $1\ \mu\text{m}$ sa usadzujú len veľmi pozvoľne a častice menšie ako $0,1\ \mu\text{m}$ sa viac-menej vôbec neusadzujú. V súčasnosti sú popredné mnohé metódy merania koncentrácie prachu v ovzduší. [6]

- gravimetrická metóda merania koncentrácie prachu v prostredí,
- optická metóda merania – transmisný princíp merania koncentrácie prachu,
- optická metóda merania – meranie koncentrácie prachu na základe rozptylu svetla,
- metóda založená na triboelektrickom jave.



ZÁVER

V budúcnosti sa bude stále viac vyžadovať, aby boli jednotlivé materiály pri spracúvaní pomleté, aby sa tak urýchlili fyzikálne a chemické procesy a aby sa zabránilo čo najväčšej prašnosti. V oblasti prašnosti vznikli mnohé výskumné pracoviska, ktorých zameraním je získať poznatky z oblasti prašnosti a prašnej techniky, ktorú delíme na dve časti. Jednou je technológia prašnosti, kde patria napríklad procesy drobenia, triedenia atď. Tou druhou je boj proti škodám a úrazom, ktoré prašnosť spôsobuje.

Keďže žijeme vo vyspelej dobe, tak sa predpokladá, že budú stále vynaliezané nové technológie, ktoré zabránia vzniku prachu, ako aj uľahčia prácu pracovníkov, ktorý s tým musia pracovať.

Súhrn

Vplyv prachu na človeka spôsobuje veľa zdravotných problémov. Prach vzniká z rôznych technologických procesov, preto nie je možné, aby boli vynájdené také stroje a prostriedky, ktoré by úplne zabránili vzniku prachu, ale je vhodným riešením, aby sa do budúcnosti vynasli také prostriedky, ktoré by produkciu prachu produkovali v čo najmenšej miere.

Tento príspevok bol vypracovaný v rámci projektu KEGA 032TUKE-4/2012 a "Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách" (ITMS: 26220220028), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Kľúčové slová

Prach, znečisťujúca látka, expozičný limit v pracovnom prostredí.

Použitá literatúra

- [1] KNOCZ, István: Odstraňovanie a odlučovanie prachu. Bratislava: Alfa, 1970. 455 s. ISBN 63-093-75
- [2] SERBOUSEK, A.: Přístrojová technika pro měření čistoty ovzduší. Ostrava: FS VŠB, 1992. ISBN 80-7078-136-X.
- [3] WILHELM Batel: Einführung in die Korngrossenmesstechnik. Neww York: Heidelberg, 1971. 214 s. ISBN 3-540-05050-7
- [4] Kelemen, M., Kelemenová, T.: Meranie hmotnostnej koncentrácie respirabilnej frakcie prachu na princípe rozptylu svetla, Bratislava: AT&P journal, PLUS1, 2007. 175 s. ISBN 9788089047269
- [5] SHC-500 Gravimat mobile dust measurement system. AMKO Systems Inc. [online]. [12.10.2012]
- [6] GMITERKO, A. – DOVICA, M.: Measurement of Respirable Dust Mass Concentrations Based on Radiation Scattering. Bulletins for Applied Mathematics. 1995, 142 s. ISBN 0-388-05050-9 [12.10.2012]

Kontaktná adresa

Ing. Peter RUMAN, Ing. Marek KRUPA, ING.PAED.IGIP, Ing. Tibor DZURO
TU, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky,
Park Komenského 8, 042 00 Košice,
tibor.dzuro@tuke.sk, peter.ruman@tuke.sk, marek.krupa@tuke.sk.