

Výsledky měření nanočástic v zajímavých a rozdílných prostorech II

doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., MBA, Ph.D.^{1,2}

Mgr. Kateřina Bátorlová^{1,2}

Ing. Petra Roupcová, Ph.D.^{1,2}

Ing. Marek Nechvátal²

¹VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

²Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

Jeruzalémská 1283/9, 110 00 Praha 1

karel.klouda@vsb.cz, batrlova@vubp-praha.cz

Príspevek shrnuje výsledky z měření během výroby sklářských produktů při ručním foukání skloviny a automatické linky. Dále se zaměřuje na porovnání získaných výsledků z prostředí práškových lakoven. Měření byla realizována v rámci výzkumného úkolu Výzkumného ústavu bezpečnosti práce, v. v. i., č. VUS4_02_VÚBP Hodnocení nebezpečnosti nanočástic na pracovištích a možnosti prevence (institucionální podpora MPSV, doba řešení 2018-2020).

Sklářská výroba

Základní výchozí surovinou při sklářské výrobě je sklářský písek s vysokým obsahem SiO₂, sody a potaže (sklářský kmen). Kmen se roztaví v pánvích nebo vanách ve sklářských pecích, čímž vznikne hutní sklo, které se dále zpracovává např. foukáním, litím, lisováním nebo tažením. Tavení probíhající v pecích je kombinací chemických a fyzikálních procesů, které lze rozdělit do 3 fází:

1. primární tavení cca 1500 °C,
2. čerění a homogenizace cca 1650 °C,
3. sejítí na pracovní teplotu 900-1300 °C, bubliny reabsorbují.

Sklářská výroba patří mezi stacionární zdroje znečištění ovzduší. Uniká velké množství plynů Rozkladem hydrátů, uhličitánů, dusičnanů a síranů. Jedná se např. o oxidy síry, uhlíku, dusíku, prachové částice.

Ve sklárnách rozeznáváme dva druhy pecí: pánvové a vanové. Z historického pohledu jsou pánvové pece původním typem sklářské pece. Mají uvnitř samostatnou velkou nádobu tzv. pánev a v té probíhá tavení skla. Vanové jsou novějším typem, v nitru pece se nachází vyzdřený bazén ze speciálního materiálu, který těsně přiléhá ke stěnám pece a je ohříván vzduchem pouze povrch skloviny.

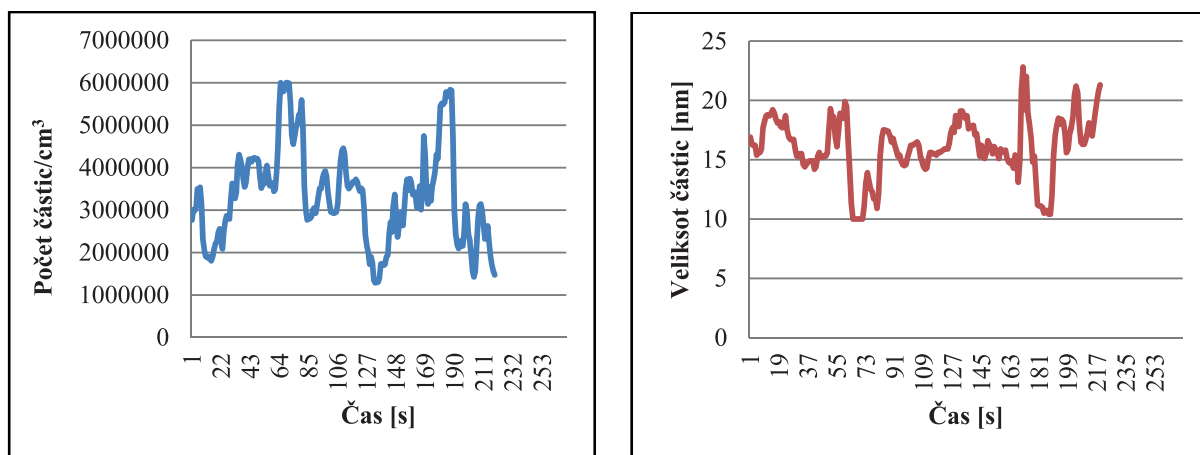
V měřené sklárně se nacházely oba druhy pecí, což nás vedlo k porovnání změřených spekter, které byly získané cca 1,5 m od otvorů do pecí.

V navštívené sklárně probíhá výroba foukaného osvětlovacího skla a objem produkce ji zařazuje na úroveň největších skláren v tomto odvětví. Měření nanočástic probíhalo v hutní hale za provozu 7 z 11 sklářských pecí. Osoba provádějící měření procházela vedle pecí a zároveň mezi skláři s píšťalami s nabranou sklovinou. Samostatné měření se realizovalo u foukání do forem. Měření následně probíhalo bezprostředně u obou typů sklářských pecí a v prostorách chladící pece s linkou na čištění a zábrus sklářských výrobků.

Měření při chůzi v hutní hale a mezi skláři s nabranými píšťalami



Obr. 1 Měření při chůzi v hutní hale mezi pecemi a skláři s nabranými píšťalami



Graf 1 Početní koncentrace částic a střední velikost částic při měření při chůze v hutní hale mezi pecemi

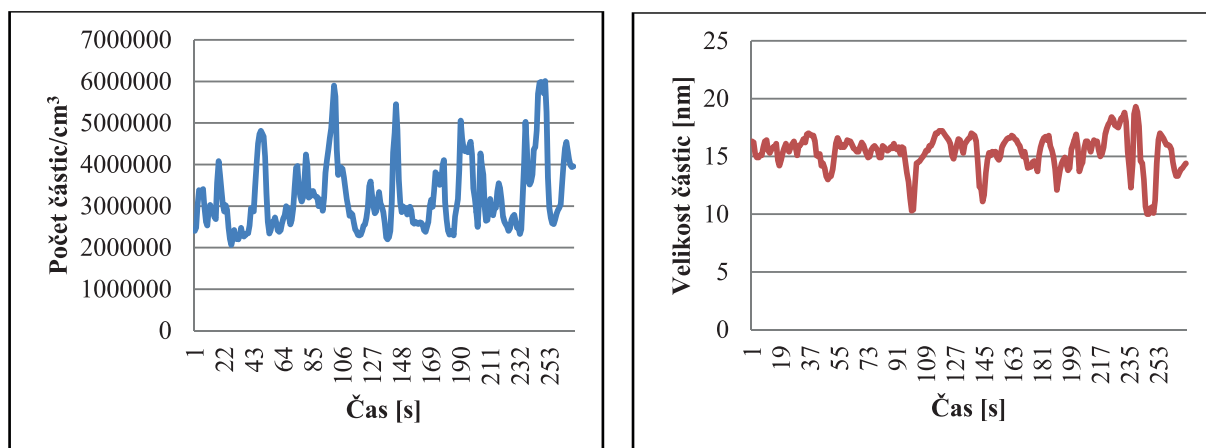
Porovnání spekter u dvou typů sklářských pecí (vanová pec x pánvová pec). Uspořádání sklářských pecí má vliv na koncentrační spektrum nanočástic vycházející otvorem pece (Graf 2 a Graf 3).



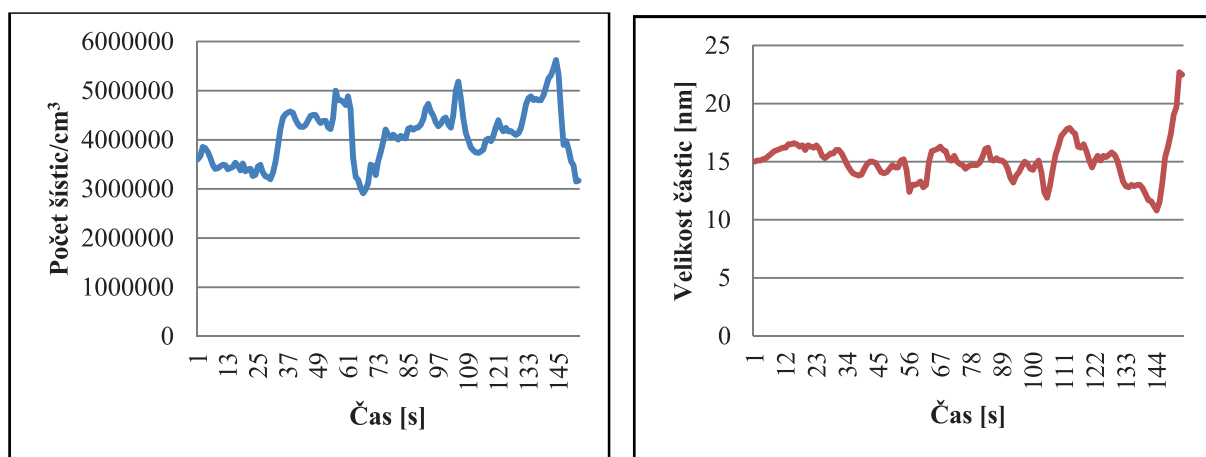
Obr. 2A Měření 1,5 m od otvoru vanové pece



Obr. 2B Měření 1,5 m od otvoru pánvové pece



Graf 2 Početní koncentrace částic a střední velikost částic při měření 1,5 m od otvoru vanové pece



Graf 3 Početní koncentrace částic a střední velikost částic při měření 1,5 m od otvoru pánvové pece

Naměřené hodnoty v hutní hale a u obou pecí jsou na hraně schopnosti změřitelnosti přístroje. Jako porovnání uvádíme výsledky z měření při průmyslové výrobě skleněných skleniček ve sklárně Crystalite Bohemia. Při tomto měření byly hodnoty u linky s elektrickou pecí mezi 30000-40000 #·cm⁻³, střední průměr částic byl 40-50 nm. Při zabrušování skleniček - finální úprava byly naměřeny hodnoty 25000-30000 #·cm⁻³ s mírnou pulzací průměru částic 40 ± 2 nm.

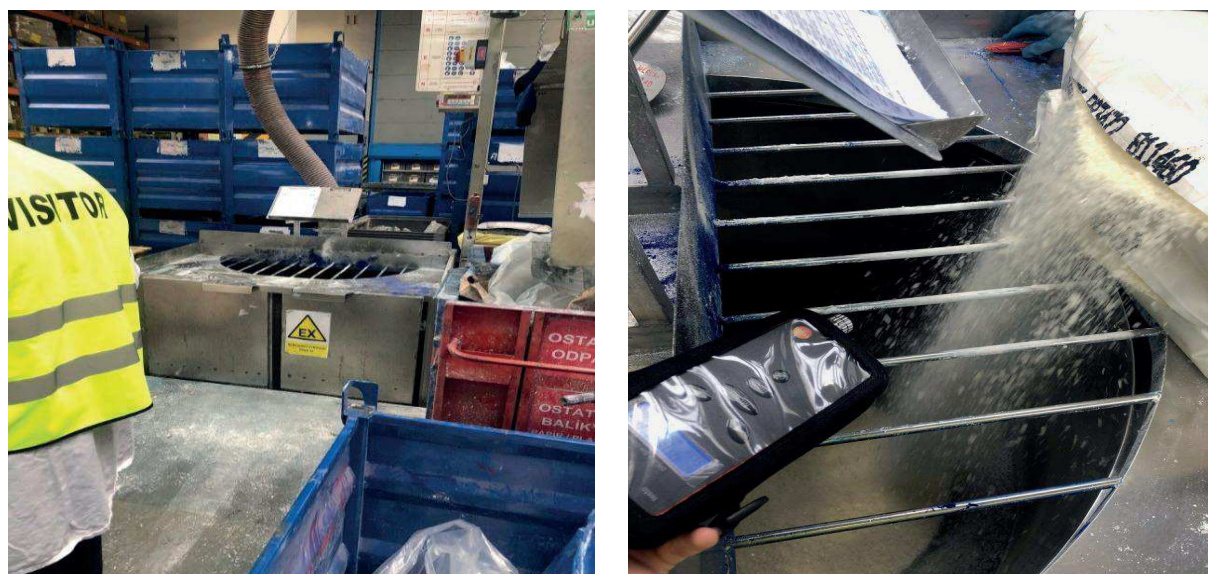
Porovnání těchto sklářských výrob je diametrální rozdíl v početních koncentracích nanočástic (dva řády) a jejich středních průměrů (nízká hodnota při ruční výrobě).

Práškové lakování

Cílem měření bylo zmapovat celý proces od výroby práškových barev až po technologie používané v lakovnách. Práškové barvy se připravují mícháním, mletím, tavením a mletím. V závislosti na polymerním nosiči se dělí na epoxidové, epoxypolyesterové, polyesterové, polyuretanové a akrylové. Ve výrobním závodě AkzoNobel v Opavě jsme naměřili nejvyšší hodnoty nanočástic při přidávání polyesteru do míchače, a to $40000\text{-}50000 \text{ \#}\cdot\text{cm}^{-3}$ se středním průměrem 28-30 nm (Obr. 3).

Nanosení prášku na dílec v lakovnách je založeno na principu elektrostatiky, vytvořením elektrického pole na konci pistole (trysky) a na povrchu uzemněného dílce. Po nanosení laku jsou dílce po zaschnutí vedeny do vytvrzovacích pecí, kde se prášek zahříváním roztaví, spojí a zapeče (chemicky zreaguje) do celistvé tvrdé vrstvy. Teplota ve vytvrzovacích pecích se pohybuje v rozsahu $140\text{-}200 \text{ }^\circ\text{C}$ a závisí na druhu prášku a době vypalování.

Při aplikaci práškové barvy v lakovnách jsme měřili koncentraci nanočástic při lakování v otevřeném boxu (naměřená velikost nanočástic byla v podstatě konstantní 50-60 nm, koncentrace nanočástic byla v rozmezí $10000\text{-}22000 \text{ \#}\cdot\text{cm}^{-3}$), v uzavřeném boxu (hodnoty byly v rozpětí $15000\text{-}45000 \text{ \#}\cdot\text{cm}^{-3}$) a u trysek velkokapacitní automatické linky (koncentrace nanočástic dosahovala hodnot $30000\text{-}50000 \text{ \#}\cdot\text{cm}^{-3}$ o průměru nanočástic 35-40 nm).



Obr. 4 a 5 Navažování barev, před procesem mletí

Jako protiklad vysokým hodnotám koncentrace nanočástic jsme při měření v laboratorních prostorech ve společnosti Valeo, která se zabývá testováním řídicích čidel pro auta a v koželužně při broušení kožesin, naměřili hodnoty v jednotkách tisíc.

Poděkování

Tato práce byla vypracována v rámci výzkumného úkolu Výzkumného ústavu bezpečnosti práce, v. v. i., č VUS4_02_VÚBP Hodnocení nebezpečnosti nanočástic na pracovištích a možnosti prevence institucionální podpora, doba řešení 2018-2020).