

Snižování prašnosti strojních zařízení používaných na hnědouhelných dolech

Ing. Vlastimil Moni, Ph.D., Ing. Jaromír Täuber, Ing. František Holý

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., tř. Budovatelů 2830/3, Most

Přijato: 28. 1. 2013, recenzováno: 22. a 26. 3. 2013

Abstrakt

Zvýšené koncentrace prachu v ovzduší přináší řadu zdravotních rizik. Prach je vnímán i jako významně obtěžující prvek. V pracovním prostředí prach mimo zdravotních rizik přináší v některých případech i bezpečnostně požární rizika. Předkládaný článek podává informace o možném řešení problematiky snižování prašnosti strojních zařízení, používaných na hnědouhelných dolech, a o provedených poloprovozních zkouškách realizovaných in situ, při kterých byl využit a v praxi odzkoušen rotační atomizér.

Dust rate reduction of machine equipment used in lignite mines

Increased dust concentration in air implies a series of health hazards. Dust is also taken as a significantly disturbing element. Dust sometimes creates fire safety hazards in addition to health hazards in working environment as well. The article presents information of possible solution of dust reduction of machine equipment used in lignite mines and of pilot plant tests in situ where a rotation atomiser was used and tested in practice.

Reduzierung der Staubentwicklung an den Maschinenanlagen, die in den Braunkohletagebauen eingesetzt werden

Die erhöhten Staubkonzentrationen in der Luft bringen mit sich eine Reihe von gesundheitlichen Risiken. Der Staub ist auch als ein bedeutend belästigendes Element wahrgenommen. In einer Arbeitsumgebung bringt der Staub neben den gesundheitlichen Risiken in manchen Fällen auch Sicherheits-Brandrisiken. Der vorgelegte Artikel gibt Bescheid über mögliche Lösung der Problematik der Staubreduzierung auf Maschinenanlagen, die in Braunkohletagebauen eingesetzt werden, sowie über in situ durchgeführten Halbindustrieversuchen, wobei ein Rotations-Atomiseur eingesetzt und praktisch überprüft wurde.

Klíčová slova: prach, prašnost, mlžení, rotační atomizér, drtič, pásový dopravník.

Keywords: dust, dust rate, misting, rotation atomiser, crusher, belt conveyor.

1 Úvod

Prach patří k nejrozšířenějším škodlivinám, se kterými se člověk setkává jak v běžném životě, tak při svých pracovních činnostech. Rozsah škodlivých účinků prachu na člověka je velmi široký, při jejich hodnocení záleží na původu, vlastnostech a velikosti prachu, na jeho koncentraci v ovzduší, na délce a podmínkách působení, i na individuální vnímavosti člověka na prach. Tuto problematiku upravuje rozsáhlá legislativa, která zahrnuje předpisy pro pracovní prostředí, venkovní prostředí i vnitřní pobytové prostory.

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ze dne 2. 5. 2012, v příloze č. 2 „Vyjmenované stacionární zdroje“ zařadil do stacionárních zdrojů provozy s činnostmi spojenými s tříděním a jinými studenými úpravami uhlí a také povrchové doly paliv, rud, nerudných surovin a jejich zpracování, především těžbu. Dále ve vyhlášce č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ze dne 21. 11. 2012, jsou stanoveny technické podmínky provozu zaměřené na omezení emisí TZL (tuhé znečišťující látky). Z tohoto důvodu musí těžební společnosti ještě více než doposud věnovat pozornost problematice prašnosti vznikající při těžbě, dopravě a úpravě nerostných surovin.

Při těžebních a dopravních procesech nelze zcela předejít vzniku prachových částic [1,2], a proto je třeba se zaměřit na omezení sekundárního úniku těchto částic do ovzduší. V zásadě

jsou 2 možnosti [3], jak zabránit úniku prachových částic do ovzduší:

- suchá cesta, reprezentovaná především odsáváním prachu a odstraněním prachu z odsáté vzdušniny ve filtračních zařízeních, ať jsou to cyklony nebo filtry různých provedení,
- mokrá cesta.

Mokrou cestu likvidace prašnosti můžeme opět rozdělit do několika skupin:

- prosté zvlhčení dopravovaného materiálu a tím omezení vývinu prašnosti při pádu materiálu z výšky v přesypech,
- mlžení prostor s vývinem prašnosti jako jsou výsypka, kola a přesypy dopravních cest na velkostrojích apod.

Mlžení je vysoce účinná technologie odprašování mokrou cestou. Odstraňování prachu z ovzduší pomocí vodní mlhy je založeno na kombinaci tří souběžných dějů:

- Zvýšení hmotnosti a seskupení částic prachu vlivem navlhčení.
- Vytvoření tzv. clony nad zdrojem prachu, kdy rozmlžená voda zachytí energii potřebnou k odpaření do okolního vzduchu a tím dojde k místnímu ochlazení vzduchu (o 2 – 3 °C). Toto ochlazení vzduchu v místě rozmlžovačů v kombinaci s pohybem odpařujících se kapiček směrem k zemi vytvoří poklop ze studeného vzduchu, který zabrání úniku prachu směrem vzhůru.



Obr. 1, 2: Rotační atomizér.

- Vzhledem ke statické elektřině prachových částic, které se navzájem odpuzují, se zvýšením relativní vlhkosti vzduchu sníží vznik elektrostatického náboje na částech prachu a tím se zlepší usazování prachu.

Pro rozmlžování se používají tyto principy:

- Jednofázové rozprašování (tzv. hydraulické) - rozmlžování vody pomocí tlaku.
- Dvoufázové rozprašování (tzv. vzduchové) - rozmlžování vody pomocí tlakového vzduchu.
- Ultrazvukové rozprašování - rozmlžování vody pomocí chvění piezokeramického prvku.
- Rozprašování rotačními atomizéry - rozmlžování vody pomocí odstředivé síly rotačního zařízení.

S prvními dvěma způsoby se na povrchových lomech a úpravách setkáváme poměrně často. Reprezentují je především

MiniJety se všemi svými výhodami i nedostatky, mezi které patří především požadavek na nižší obsah nerozpuštěných látek v použité vodě, vysoká spotřeba vody a vliv biologie na zarůstání trysek.

Tyto nevýhody zcela eliminuje vytváření vodní mlhy pomocí rotačních atomizérů [4]. Britská firma Probe Industries vyvinula revoluční zařízení v boji proti prachu a zápachu nazvané „Rotary Atomiser“ – Rotační Atomizér – což má zásadní dopad na některá odvětví s problémem znečišťování životního prostředí.

2 Princip rotačního atomizéru

Rotační atomizér využívá úplně jinou techniku než běžné systémy, aplikující obvykle rozmlžování vody pomocí trysek. Místo toho rotační atomizér produkuje mlhu pomocí rotační hlavy, která vyrobí milióny mikroskopických kapiček vody (až 238



Obr. 3: Mlžící zařízení Sentinel.



Obr. 4: Mlžící zařízení Panoramic.



Obr. 5: Mobilní zařízení Mobil atomizér.

miliard z 1 litru vody). Vytvořená mlha s pomocí ventilátorů má dosah až 30 m, při výrobě se spotřebuje podstatně menší množství vody a elektrické energie. Tento systém rozmlžování je tedy nejen daleko účinnější, ale i mnohem levnější než jiné systémy. Mlžící jednotka je provozně vysoce spolehlivá a může být použita v jakékoliv pracovní poloze, uvnitř nebo venku, s minimem provozní údržby a čištění, než je tomu u tradiční rozmlžovací trysky.

Použití rotačních atomizérů je velmi rozsáhlé. Používají se ve většině britských firem zpracovávajících odpady, v čistíčkách odpadních vod a u zpracovatelů potravin. Atomizér používá odstředivou sílu rotační vnitřní hlavy, která vytlačí kapky vody na vnější pevné síto, kde dojde k roztržení kapek vody na mikroskopické částičky. Vyrobené kapičky jsou tenčí než lidský vlas a mají velikost cca 20-30 μm . Rotační atomizér je zachycen na obrázcích č. 1 a 2.

Vlastní rotační atomizér se dodává ve spojení s ventilátorem a tvoří ucelené zařízení pod obchodními názvy Sentinel, Panoramic a Mobil atomizér, jež jsou zachyceny na obrázcích č. 3-5.

Běžné stříkací systémy vytvářejí široké spektrum kapiček o různých velikostech, z nichž některé jsou příliš velké nebo

malé k tomu, aby byla zachována účinnost. Probe Atomizéry produkují úzké spektrum kapiček o jednotné velikosti, což je optimální pro zachování účinnosti celého zařízení.

Největší výhodou mlžících zařízení využívajících rotační atomizér je jejich malá energetická náročnost, nízká spotřeba vody, možnost použití „běžné“ vody. Např. zařízení Panoramic a Sentinel mají instalovaný příkon 1 kW. Co se týče čistoty vody, rotační atomizér nevyžaduje čistou vodu jako zařízení vysokotlaká, ale postačí voda s hrubým filtrem na sání s okatostí 0,5 mm. Rovněž již výše zmíněná max. spotřeba vody 180 $\text{l}\cdot\text{h}^{-1}$ je předurčuje k použití v důlních provozech.

3 Provozní zkoušky

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. (dále VÚHU a.s.) realizoval ve spolupráci s Vršanskou uhelnou a.s. provozní zkoušku zařízení Sentinel ve dnech od 25. 9. 2012 do 8. 10. 2012 na pásové dopravě PD 153 a PD 143 na konci násypky pod drtiči. Místo je charakterizováno, přes nasazení MiniJetů, vysokou prašností [5,6]. Účelem zkoušky bylo zjistit, zda teoretické předpoklady likvidace uhelného prachu budou potvrzeny v praxi. Teoretické předpoklady vycházely z deklarované velikosti kapiček vody velikosti 20-30 μm , kdy by již mělo být potlačeno povrchové napětí vody a mělo by docházet k navázání uhelných prachových zrn na kapičky vody [7,8]. V průběhu zkoušek byla pořizována fotodokumentace a kamerový záznam provozu bez mlžícího zařízení a s mlžícím zařízením. Následně pak byly série snímků porovnávány. Na dvojicích snímků je vždy vlevo situace bez mlžení, vpravo pak situace s mlžením - obrázky č. 6 a 7.

Úpravou nosiče ventilátoru bylo docíleno optimálního postavení mlžícího zařízení nad středem pásového dopravníku. Zařízení bylo provozováno po celou dobu zkušební provozu bez poruch, i když pracovalo ve velmi těžkých podmínkách (ostatní bodové zdroje prachu), o čemž svědčí obrázky č. 8 a 9.

Technické parametry rotačního atomizéru

Rozměry	délka 225 mm, šířka 110 mm, výška 125 mm
Hmotnost	3 kg
Napětí	EM 230 V, 50 Hz
Příkon	EM 200 W
Krytí	EM IP 56
Max. množství vody	180 litrů za hod.
Velikost kapiček	20 - 100 μm (závisí na otáčkách)
Rozsah otáček	2 000 až 12 000 otáček za min., otáčky atomizéru jsou řízeny frekvenčním měničem



Obr. 6: Srovnání I, které jednoznačně dokazuje účinnost zařízení.



Obr. 7: Srovnání II, které jednoznačně dokazuje účinnost zařízení.



Obr. 8: Ilustrace těžkých provozních podmínek a vlivu dalších zdrojů prachu.

4 Závěr

V průběhu zkoušek byla jednoznačně prokázána účinná likvidace uhelného prachu vznikající v násypce pod drtiči jak na lince A, tak na lince B, bez použití smáčedel. Byly získány poznatky jak zařízení provozovat v důlním provozu při minimalizaci jeho údržby. Byl prokázán velký vliv větru na vytvořený proud mlžných částic a tím potřeba technicky řešit omezení vlivu větru. Během testů bylo zkoušeno různé množství vody k mlžení. Jako optimální v daných podmínkách se ukázalo množství cca 125-140 l.h⁻¹. S pracovníky Vršanské uhelné a.s. byla disku-

toována i možnost zimního provozu. Dle názoru dovozce těchto zařízení do ČR i pracovníků VÚHU a.s. lze zařízení provozovat i v zimních podmínkách. Zařízení se musí doplnit o topné kabely a stanovit opatření eliminující zamrznutí vody při zastavení mlžení.

Kvantitativní informace o účinnosti nasazeného mlžícího zařízení nejsou v této fázi řešení problému k dispozici. Pro úplnost uvádíme, že v současné době realizuje VÚHU a.s. dodávku 3 ks mlžícího zařízení Panoramic pro Severočeské doly a.s., konkrétně na zakladat ZPD 8000/98 [9,10,11]. Zařízení zde byla namontována na konci zakládacího výložníku s cílem přiměřeně zvlhčit proud zakládaného materiálu a snížit prašnost při zakládání především v hloubkových etážích. Místa uchycení mlžícího zařízení zachycuje obrázek č. 10. Na jaro 2013 jsou naplánovány první provozní zkoušky za účasti Severočeských dolů a.s. a Laboratorní imisních a emisních měření VÚHU a.s. O výsledcích předemných provozních zkoušek, tzn. základních kvantitativních informací o účinnosti zařízení a výsledcích zkoušek, budou autoři informovat odbornou veřejnost v samostatném článku.

Literatura

- [1] TÄUBER, J., BREJCHA J., VAIDIŠOVÁ L.: *Snížení prašnosti v okolí dolů*. Rešerše TPTK – 057/09, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2009.
- [2] BREJCHA, J.: *Fungisivní emise prachu z povrchových dolů*. Příloha Zpravodaj Hnědé uhlí 4/2009, str. 58-62, ISSN 1213-1660.
- [3] BREJCHA, J.: *Zjišťování původu prachu v rozsahu frakce velikosti částic PM₁₀*. Zpráva AZL - 068/09, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2009.



Obr. 9: Detailní pohled na znečištěný sacího ventilátoru.



Obr. 10: Detailní pohled na znečištění sacího ventilátoru.

- [4] MONI, V.: *Studie možností snížení prašnosti v areálu složišť VEP Severní lom – Elektrárny Prunéřov*. Studie TPD - 041/12, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2012.
- [5] SVOBODA, J., TÄUBER, J., HOLÝ, F.: *Odprášení drtiče a třídiče, linka B*. Zpráva TPD-013/12, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2012.
- [6] KRESL, P., HOLÝ, F.: *Úpravy přesypů nutné ke snížení primární prašnosti zauhlování EMĚ III*, Zpráva TPTK-012/11, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2011.
- [7] BREJCHA, J.: *Měření koncentrace poletavé prašnosti a spadu prachu po řešení minimalizace prašnosti*, Zpráva AZL-183/04, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2004.
- [8] ŘEHOŘ, M.: *Hodnocení vlivu větrné eroze na rekultivované plochy*, Zpráva TPTK-109/08, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2008.
- [9] BREJCHA, J.: *Stanovení pádové prašivosti s využitím vertikální pádové komory*. Zpravodaj Hnědé uhlí 4/2011, str. 30-362, ISSN 1213-1660.
- [10] BREJCHA, J.: *Ověření možností snížení prašnosti při zakládání skryvkových zemin*. Zpráva AZL – 076/2011, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2011.
- [11] BREJCHA, J., SCHMIDT, P.: *Zjišťování rizik prašivosti v provozech Dolu Bilina ve vztahu k investičním záměrům v rámci opatření pro snížení celkové prašnosti*. Zpráva AZL-121/10, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2010.