

HORĽAVÉ PRACHY V POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSE

MIROSLAVA VANDLÍČKOVÁ¹

Abstract

Many previous incidents and industrial accidents are associated with the presence and subsequent explosion of combustible dust. The food industry and agriculture are no exceptions. On the contrary, many combustible dust explosions occurred just in these mentioned types of industry. In order to prevent such incidents, often involving serious injuries or deaths of workers of particular plants, it is necessary to know the physical - chemical properties and fire - technical characteristics of the specific flammable dusts. Their exact values can be measured experimentally for each specific sample obtained from particular laboratory tests. Based on their results, it is then possible in a given technology to predict the behavior of a combustible dust and reliably introduce measures preventing such incidents associated with fire and explosion of combustible dusts.

Keywords - incident, explosion, combustible dusts, protective measures

Abstrakt

Mnoho doterajších mimoriadnych udalostí a priemyselných havárií je spojených s prítomnosťou a následne výbuchom horľavých prachov. Výnimkou nie je ani potravinársky priemysel a poľnohospodárstvo. Práve naopak, mnohé explózie horľavých prachov nastali práve v spomínanej oblasti priemyslu. Aby bolo možné takýmto udalostiam, pri ktorých dochádza často k vážnym zraneniam či úmrtiam pracovníkov danej prevádzky, predchádzať, je nutné poznať fyzikálne – chemické vlastnosti a požiaro – technické charakteristiky konkrétnych horľavých prachov. Ich najpresnejšie hodnoty je možné získať experimentálne pre každú konkrétnu vzorku získanú z danej prevádzky laboratórnymi testami. Na základe ich výsledkov je potom možné v danej technológii predvídať správanie sa horľavého prachu a zaviesť možné protivýbuchové opatrenia, ktoré takýmto mimoriadnym udalostiam spojeným s požiarom a výbuchom horľavých prachov môžu spoľahlivo predchádzať.

Kľúčové slová - mimoriadna udalosť, explózia, horľavý prach, ochranné opatrenia

Úvod

Horľavý priemyselný prach sa už dlhé desiatky rokov spája s explóziami v poľnohospodárstve a potravinárskom priemysle. Najskôr sa jeho prítomnosť spájala najmä s mlynmi a silami, neskôr s nárastom priemyselnej výroby potravín sa začal čoraz častejšie vyskytovať aj v potravinárskom priemysle. Takýto prach má schopnosť oxidačnej reakcie, pri ktorej sa uvoľňuje značné množstvo tepelnej a svetelnej energie. Nebezpečenstvo výbuchu hrozí v oboch jeho stavoch - usadenom i rozvírenom, ale kvôli jeho veľkým množstvám v potravinárskom priemysle je väčšie nebezpečenstvo jeho vznietenia v usadenom stave. Medzi prírodné a syntetické organické materiály, ktoré môžu vytvárať horľavý prach, patria napr. potravinárske suroviny ako škroby, sušené mlieko, cukor, múka, kakao, atď. Horľavé prachy vyskytujúce sa v potravinárskom priemysle majú od horľavých prachov vyskytujúcich sa v ostatných priemyselných oblastiach (napr. hliníkový prach v elektrotechnickom priemysle, drevný prach v drevospracujúcom priemysle, uhoľný prach v banskom priemysle, atď.) niektoré špecifické vlastnosti, ktoré činia tento priemysel pravdepodobnejším na výskyt explózií horľavého prachu. Súvisí to napr. s vyššími nárokmi na čistotu a hygienu daných materiálov, preto sa s veľkými množstvami surovín zväčša pracuje nie vonku, ale skôr vo vnútri technológii a tak sa nebezpečenstvo výbuchu vzťahuje skôr vo väčšine prípadov práve na vnútorný priestor prevádzok. A tento fakt paradoxne spôsobuje, že sa v mnohých prípadoch podceňujú takéto situácie a priestory, ktoré sa na prvý pohľad zdajú čisté a bez prítomnosti prachu, môžu ukrývať na skrytých miestach usadený prach, vytvárajúci za určitých podmienok nebezpečnú výbušnú atmosféru.

¹ Ing.Miroslava Vandlíčková, PhD., ŽU v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, miroslava.vandlickova@fbi.uniza.sk

1. VLASTNOSTI A POŽIARNO – TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY PRACHOV

Prach je tuhá látka v rozdrobenom stave. Prach tvoria častice pevnej látky menšie než 0,5 mm. Môžeme povedať, že látka v pevnom kompaktnom stave je za normálnych podmienok nehorľavá, avšak v rozmlnenom stave vo forme prachu horí a vybuchuje dobre. Vo forme prachu horia takmer všetky látky s výnimkou – dolomitu, vápenca, oxidov, solí kovov [1].

Aby mohol nastať výbuch horľavého prachu, sú potrebné súčasne prítomné nasledujúce prvky: horľavý prach, iniciačný zdroj zapálenia, kyslík (vzduch), rozptýlenie horľavých prachových častíc a ich výskyt v uzavretom priestore (napr. v nádobe, miestnosti, vo výrobnom alebo spracovateľskom zariadení), ktoré ilustruje obrázok 1.



Obr. 1.: Pentagon explózie horľavého prachu [2]

Experimentálnymi skúškami možno získať informácie o mnohých základných požiaro – technických charakteristikách prachov, medzi ktoré zaraďujeme napr. dolnú medzu výbušnosti, maximálny výbuchový tlak, maximálnu rýchlosť nárastu tlaku, výbuchovú konštantu K_{st} , minimálnu iniciačnú energiu, teplotu vzplanutia usadeného prachu, teplotu vznietenia usadeného prachu, teplotu horenia usadeného prachu, teplotu vznietenia rozvireného prachu, limitný obsah kyslíka.

Pre veľké množstvo horľavých prachov možno nájsť tieto požiaro – technické charakteristiky v tabuľkách alebo odbornej literatúre. Je však nutné pamätať na to, že uvedené hodnoty majú charakter intervalov, preto je potrebné ich chápať ako orientačné hodnoty. Bezpečnostné parametre horľavých prachov závisia vždy na konkrétnej technológii a manipulácii s danou látkou (obrábanie kovov, energetika, spracovanie dreva, spracovanie odpadov, atď.) [3].

V nasledujúcich tabuľkách (1-4) možno vidieť napr. tabe-lované požiaro – technické parametre niektorých po-travinárskych prachov (sušeného mlieka, kakaa, práško-vého cukru, pšeničnej múky)

Tab. 1.: Požiaro – technické charakteristiky sušeného mlieka [4,5,6]

Sušené mlieko	
Dolná medza výbušnosti [g/m^3]	60
Minimálna teplota vznietenia usadeného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	330
Minimálna teplota vznietenia rozvireného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	550
Maximálny výbuchový tlak [MPa]	0,86
Výbuchová konštantá K_{st} [bar.m/s]	90
Minimálna iniciačná energia [MJ]	35

Tab. 2.: Požiaro – technické charakteristiky kakaa [4,5,6]

Kakao	
Dolná medza výbušnosti [g/m^3]	65
Minimálna teplota vznietenia usadeného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	200
Minimálna teplota vznietenia rozvireného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	500
Maximálny výbuchový tlak [MPa]	0,47
Minimálna iniciačná energia [MJ]	100

Tab. 3.: Požiaro – technické charakteristiky práškoveho cukru [4,5,6]

Práškový cukor	
Dolná medza výbušnosti [g/m^3]	45
Minimálna teplota vznietenia usadeného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	400
Minimálna teplota vznietenia rozvireného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	370
Maximálny výbuchový tlak [MPa]	0,75
Výbuchová konštantá K_{st} [bar.m/s]	126
Minimálna iniciačná energia [MJ]	30

Tab. 4.: Požiaro – technické charakteristiky pšeničnej múky [4,5,6]

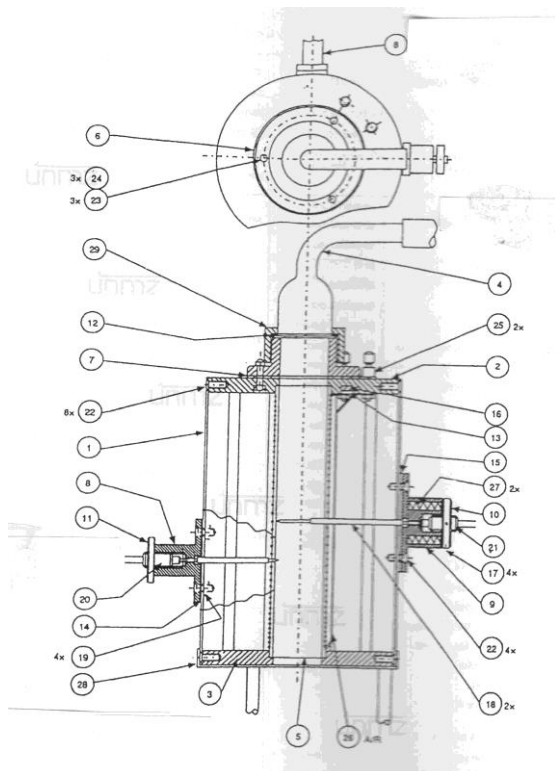
Pšeničná múka	
Dolná medza výbušnosti [g/m^3]	125
Minimálna teplota vznietenia usadeného prachu [$^{\circ}\text{C}$]	360

Pšeničná múka	
Minimálna teplota vznietenia rozvireného prachu [°C]	480
Maximálny výbuchový tlak [MPa]	0,70
Výbuchová konštanta K_{st} [bar.m/s]	63
Minimálna iniciačná energia [MJ]	40

2. EXPERIMENT A VÝSLEDKY

Na stanovovanie jednej z požiaro – technických charakteristík potravinárskych prachov, a to minimálnej teploty vznietenia, sa používajú dve metódy. V prvom prípade na daný účel slúži metóda A podľa STN EN 50281-2-1, v druhom prípade metóda B podľa STN EN 50281-2-1.

Experimenty prezentované v článku boli uskutočňované druhou metódou. Na obr. možno vidieť schému zariadenia.



Obr.2.: Zariadenie na meranie minimálnej teploty vznietenia horľavého prachu v rozvirenom stave. Legend: 1–furnace shell, 2–top cover, 3–lower cover, 4–adapter, 5–tube, 6–sleeve, 7–mat, 8,9–flange for thermocouple, 10, 11–locknut, 12, 13, 14, 15, 24–mat, 16–ring, 17–pin, 18–sleeve, 19–nut, 20, 21–thermocouple, 22–countersunk bolt, 23–convex nut, 25–therminal, 26–Kanthal wire, 27–compression spring, 28–rack ovens, 29–hedgings ring, 30–dust collector [7]

Výsledky meraní a hodnoty minimálnych teplôt vznietenia jednotlivých potravinárskych prachov sú zhrnuté v tabuľke. Ako je uvedené vyššie v článku a ako aj možno vidieť pri porovnaní nameraných hodnôt s hodnotami tabuľkovými, sú v meraniach určité odchýlky a rozdiely minimálnych teplôt vznietenia v rozvirenom stave. Tieto môžu byť spôsobené rozličnou štruktúrou konkrétnych prachov, rozdielnymi veľkosťami ich častíc, vlhkosťou prachu, atď.

Tab. 5.: Namerané požiaro – technické charakteristiky pre jednotlivé potravinárske prachy.

Minimum ignition temperature of whired dusts [°C]		
Dust	Measured Value	Tabled Value
Hladka múka	390	485
Hrubá múka	neg	-
Práškový cukor	380	
Kakao	480	500
Sušené mlieko	510	520

3. OCHRANNÉ OPATRENIA

V oblasti protivýbuchovej ochrany sa prevencia delí na aktívnu a pasívnu. Do prvej skupiny patria opatrenia, ktoré zabráňujú samotnému výbuchu explozívnej zmesi, zatiaľčo pasívna ochrana zahŕňa konštrukčné opatrenia,

ktoré obmedzujú účinky výbuchu horľavého prachu na bezpečnú úroveň. Aktívna ochrana sa môže vykonávať ako:

Primárna ochrana - opatrenia, ktoré zabráňujú tvorbe explozívnej zmesi alebo obmedzujú jej tvorbu na minimum, spočíva vo vylúčení minimálne jedného z faktorov nutne prítomných na výbuch horľavého prachu.

• Sekundárna ochrana - opatrenia, ktoré zabráňujú vznieteniu explozívnej zmesi.

Na elimináciu explozívnej zmesi prachu s kyslíkom možno použiť napr. priemyselné vysávače, aby sa zabránilo usádzaniu prachu alebo čistenie filtračných zariadení od sedimentov, pridávanie inertných látok (napr. dusík, oxid uhličitý, vodná para, vápenec) do priestorov s explozívnou atmosférou s cieľom udržať koncentráciu kyslíka pod limitnou hranicou (napr. v mlynch, sušiarňach, atď.). Ak sa podarí udržať v priestore s nebezpečenstvom výbuchu podtlak pod určitou hodnotou, je vznik výbuchu vylúčený. Všeobecne možno povedať, že pri absolútnom tlaku 10 kPa nemožno očakávať pri výbušných zmesiach prachov so vzduchom explóziu [8].

Pri sekundárnej ochrane ide o elimináciu iniciačných zdrojov, ktorými môžu byť napr. horúce povrchy, plameň, horúce plyny, mechanické iskry, elektrické prevádzkové zariadenia. Príslušný iniciačný zdroj sa eliminuje úplným vylúčením z explozívnej atmosféry, alternatívnym nahradením a výberom vhodnejšieho alebo dodržiavaním prísnych bezpečnostných opatrení pri prevádzke vo výbušnej atmosfére. V prípade nemožnosti použitia aktívnej ochrany musia byť zariadenia konštruované tak, aby sa obmedzili účinky výbuchu na bezpečnostnú úroveň. Medzi takéto opatrenia patrí konštrukcia zariadenia, ktorá je odolná voči výbuchu, odľahčenie výbuchu, potlačenie výbuchu alebo zabránenie prenosu plameňa a výbuchu na ďalšie časti zariadenia do okolia. Takto výbuchom ohrozené časti zariadenia sa musia konštruovať s určitou tlakovou odolnosťou, ktorá zodpovedá očakávanému výbušnému tlaku v príslušnej časti zariadenia [9].

ZÁVER

Požiarno - technické charakteristiky horľavých potravinárskych prachov ako napr. minimálna teplota vznietenia v usadenom stave, minimálna teplota v rozvírenom stave, minimálna iniciačná energia, výbuchová konštanta K_{st} , atď., nie sú fyzikálne konštanty [x], ale naopak, závisia od podmienok testovania, od vlastností prachu, od vlhkosti, atď. Priame použitie tabelovaných hodnôt požiarno technických charakteristík bez experimentálneho overovania pre konkrétny prach z prevádzky nie je ideálna a správna cesta na zabezpečenie bezpečného chodu potravinárskeho priemyslu. Naopak, testovanie prevádzkových prachov s maximálnou presnosťou môže viesť k ochrane mnohých životov, zdravia a majetku.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] BURIAN, S. 1998. Výbušnosť horľavých prachů. [on line]. In: *150 HOŘÍ*, 1998, č.10, s.14. [cit.2016-09-29]. Dostupné na <http://www.mvcr.cz/casopisyapublikace/150hoří>.
- [2] Šimoníková, I.: Způsoby ochrany před výbuchem – část 1: Primární protivýbuchová ochrana. [on line]. 27.3.2014. [cit.2016-09-29]. Dostupné na <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/10972-zpusoby-ochrany-pred-vybuchem-cast-1-primarni-protivybuchova-ochrana>.
- [3] KOŘÍNEK, K.: Požárně technické charakteristiky prachů a jejich význam v technické praxi. Výzkumný ústav bezpečnosti práce. Knihovna BOZP, čítárna [online], 22. decembra 2006, [cit. 2013-09-10]. Dostupné na http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna/bozp/citarna/clanky/pozarni_ochrana/prach_vybuchy_pozary.html.
- [4] Beck, G. and team : Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek 1., 2., 976 p., 1990 Praha, ČSSR.
- [5] Štroch, P.: Procesy hoření a výbuchů, EDIS ŽU, 2010 Žilina, 156 p. ISBN 978-80-554-0187-4.
- [6] Štroch, P.: Riziko výbuchu prašných směsí a možnosti prevence, 80 p., ISBN 978-80-7362-515-3.
- [7] STN EN 50281-2-1 Elektrické zariadenia do priestorov s horľavým prachom, Časť 2-1 : Skúšobné metódy, Metódy na stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava 2002, 32 p.
- [8] Nebezpečí výbuchu hořlavých prachů [online], [cit. 2016-09-10]. Dostupné na <http://www.eshop-tabulky.cz/-ostatnirizika/2491-nebezpeci-vybuchu-horlavych-prachu.html>.
- [9] Vandlíčková, M.: Stále aktuálně nebezpečnost výbuchu priemyselných prachov. In *Advances in Fire & Safety Engineering 2012*. 15. - 16. November 2012. Zvolen. [CD-ROM]. ISBN 978-80-228-2374.