

1. ÚVOD

S nebezpečím výbuchu hořlavých plynů, par, mlhy a prachů se většina lidí setkává zcela běžně ve svém životě, aniž si to vůbec uvědomuje. V omezeném rozsahu vzniká výbušná atmosféra při plnění benzínu do auta, při natírání barvami, při použití ředidel a rozpouštědel, při čištění či odmašťování různých předmětů nebo i v domácnosti při používání plynových spotřebičů.

Tato příručka má za cíl upozornit na možná rizika při používání hořlavých látek, pomoci při hodnocení těchto rizik, ať už při určování prostorů s nebezpečím výbuchu, nebo při výběru vhodného elektrického zařízení pro tyto prostory a při údržbě a revizích těchto zařízení. Cílem zároveň je seznámit čtenáře se základními principy různých typů ochran před výbuchem a uvést základní přehled právních předpisů a norem platných pro uvádění nevýbušných zařízení na trh a do provozu včetně připravovaných změn ve všech těchto oblastech.

Příručka dává vzhledem k široké oblasti pouze základní informace. Další podrobnosti je možno nalézt v literatuře, která je uvedena na konci této příručky nebo přímo ve Fyzikálně technickém zkušebním ústavu v Ostravě – Radvanicích.



Nově máme v nabídce bezpečnostní tabulky



Partner všech elektrotechniků

www.in-el.cz

obchod.in-el.cz

Největší české vydavatelství literatury
a internetový informační servis pro elektrotechniky

Maximální experimentální bezpečná spára (MESG): je největší spára mezi dvěma částmi vnitřní komůrky zkušebního zařízení, která při zapálení plyné směsi, nacházející se uvnitř komůrky za předepsaných zkušebních podmínek, zabrání tomu, aby přes spáru dlouhou 25 mm došlo k zapálení plyné směsi nacházející se vně komůrky, a to pro všechny hodnoty koncentrace ověřovaného plynu nebo par se vzduchem. Maximální experimentální bezpečná spára je jednou z vlastností příslušné směsi plynu se vzduchem.

Tlak nasycené páry: je tlak páry látky, který je v rovnováze s její kapalnou (nebo i pevnou) fází. Sám o sobě závisí na teplotě a je vyjádřen křivkou tlaku nasycených par konkrétní látky v závislosti na teplotě – parciální tlak.

Mezní koncentrace kyslíku (LOC): je maximální koncentrace kyslíku ve směsi hořlavé látky se vzduchem a inertním plynem (zjištěné za předepsaných zkušebních podmínek), při které ještě nedojde ke vzniku výbuchu. Hodnota LOC závisí rovněž na použitém intertním plynu.

Bod tání: je nejnižší teplota, při které se z prachu vyvíjejí produkty v plyné fázi nebo ve fázi par (karbonizační plyn) v takovém množství, že je lze již pomocí malého plamínku zapálit.

Samovznícení prachu: je zapálení prachu ve vrstvě vyvolané tím, že množství tepla vznikajícího oxidační nebo rozkladnou reakcí uvnitř prachu je větší než teplo, které je schopno odebrat okolí.

Rychlost vypařování: je poměr rychlosti vypařování ověřované kapaliny za předepsaných zkušebních podmínek k rychlosti vypařování dietyleru jako referenční kapaliny nebo častěji k rychlosti vypařování n-butylního acetátu.

Vlastnosti hořlavých látek, které jsou relevantní pro stanovení opatření proti výbuchu a které je možno nalézt v různých tabulkách nebo databázích, jsou shrnuty v tabulce 1.

Tab. 1 Potřebné charakteristiky pro jednotlivé látky

Vlastnost	Plyn	Aerosol	Páry kapalin	Prach rozvířený	Prach usazený
Spodní mez výbušnosti [% V/V] nebo [g/m ³]	X		X	X	
Horní mez výbušnosti [% V/V]	X		X		
Spodní bod výbušnosti [°C]			X		
Horní bod výbušnosti [°C]			X		
Bod vzplanutí [°C]			X		
Min. teplota vznícení [°C]	X	X	X	X	X
Skupina výbušnosti (IIA, IIB, IIC)	X	X	X		
Skupina prachů (IIIA, IIIB, IIIC)					X
Max.výbuchový tlak [MPa; bar]	X	X	X	X	
Max. nárůst výb. tlaku [MPa/s; bar/s]	X		X	X	

Velmi užitečným pramenem o fyzikálních vlastnostech hořlavých látek je český překlad tabulek Steinleitner a kol. *Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek*, vydaný Svazem požární ochrany ČSSR v roce 1990.

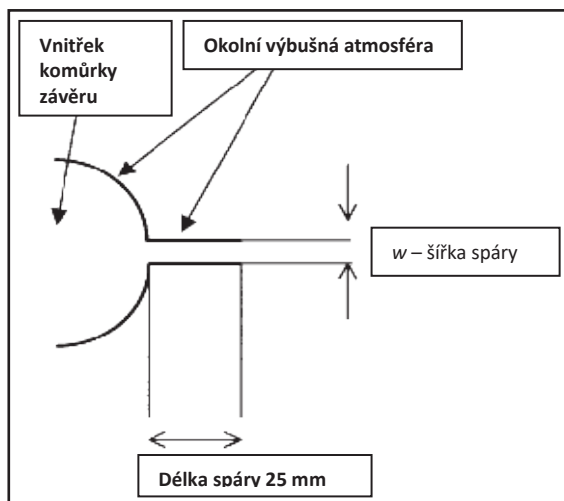
Je nutno rovněž zdůraznit, že chování výbušné směsi závisí i na její homogenitě a stupni disperze hořlavých látek. Dostatečný stupeň disperze vykazují přirozeně směsi plynů se vzduchem nebo i par hořlavých kapalin se vzduchem. U aerosolů nebo prachů se pro vytvoření výbušné atmosféry považují za dostatečné částice o velikosti menší než 0,5 mm. Proto u aerosolů hořlavých kapalin platí, že mohou vytvářet výbušnou atmosféru i v případech, kdy se jejich teplota nachází pod dolním bodem výbušnosti a namísto par je atmosféra tvořena malými částicemi kapalin – aerosolem.

Meze výbušnosti nehrají v praxi příliš velkou roli u prachovzdušných směsí, které jsou velmi nehomogenní a vždy je nutno počítat s tím, že se nacházejí v určitém prostoru a čase v takových koncentracích, že jsou schopné výbušnou atmosféru vytvořit. Toto je nutno brát v úvahu i tam, kde se hořlavý prach nachází za normálních podmínek v usazeném stavu a kde nelze vyloučit jeho rozvíření.

2.2 Klasifikace výbušné atmosféry

Protože existuje velké množství hořlavých látek, ať už ve formě směsí plynů, par nebo prachů se vzduchem, je nezbytné je rozřadit podle určitých charakteristických vlastností. První rozdělení pro plyny a páry je do skupin výbušnosti. Ty jsou charakterizovány maximální experimentální bezpečnou spárou (MESG) nebo minimálním zápalným proudem (MIC).

Maximální experimentální spára je chápána jako referenční hodnota. Zjišťuje se experimentálně na zkušebním zařízení podle ČSN EN 60079-20-1 a je definována jako maximální šířka rovinné spáry o délce 25 mm, která zamezí přenesení výbuchu pro jakoukoliv koncentraci dané směsi hořlavého plynu nebo páry se vzduchem. Jak uvnitř zkušební koule (objem 20 cm³), tak v okolí, se nachází výbušná směs o stejné koncentraci.



Obr. 13 Stanovení maximální bezpečné experimentální spáry (MESG)

jen pro vrstvy prachu do 5 mm. Při silnějších vrstvách usazeného prachu vzniká efekt zvýšené tepelné izolace, která vede ke zvýšení povrchové teploty samotného zařízení. Pro vrstvy prachu nad 5 mm do 50 mm se akceptovatelné hodnoty maximální teploty vznícení usazené vrstvy prachu musí příslušně snížit na základě experimentálních zkoušek. U elektrických zařízení, která jsou určena do zóny 20, se nově musí zkoušky oteplení provádět při zcela zasypaném zařízení s vrstvou prachu alespoň 200 mm všemi směry a teplota se musí měřit i na vnitřních součástech (počítá se s poruchou krytí).

V zóně 21 musí být teploty všech částí povrchu, které mohou přijít do styku s oblakem prachu, na dostatečně nízké úrovni. To je splněno, pokud nejsou překročeny 2/3 minimální teploty vznícení příslušného oblaku prachu ani za normálního provozu v případě běžných provozních poruch. U zařízení je podmínka poruch automaticky splněna v rámci klasifikace povrchových teplot zařízení. Kromě toho musí být teplota povrchů, na kterých se může usazovat prach (s bezpečnostním odstupem) nižší, než je minimální teplota vznícení vrstvy usazeného prachu, která se může na povrchu vytvořit. To musí být zajištěno jak pro normální provozní stav, tak i při provozních poruchách. Bezpečnostní odstup je 75 K. Tato zásada platí pro vrstvy prachu do 5 mm. Při silnějších vrstvách usazeného prachu vzniká efekt zvýšené tepelné izolace, která vede ke zvýšení povrchové teploty zařízení. Pro vrstvy prachu nad 5 mm do 50 mm se akceptovatelné hodnoty maximální teploty vznícení usazené vrstvy prachu musí snížit na základě experimentálních zkoušek.

V zóně 22 musí být teploty všech částí povrchu za normálních provozních podmínek, které mohou přijít do styku s oblakem prachu, na dostatečně nízké úrovni. To je splněno, pokud nejsou překročeny 2/3 minimální teploty vznícení příslušného oblaku prachu. U zařízení je tato podmínka automaticky splněna v rámci klasifikace povrchové teploty zařízení. Kromě toho musí být teplota povrchů, na kterých se může usazovat prach, nižší (navíc s bezpečnostním odstupem) než je minimální teplota vznícení vrstvy usazeného prachu. Pokud není vrstva usazení známa, musí se vycházet z předpokladu největší zjištěné vrstvy. Obecně se považuje dostatečný bezpečnostní odstup mezi teplotou povrchu a minimální teplotou vznícení usazené vrstvy prachu 75 K. Tato zásada však platí jen pro vrstvy prachu do 5 mm. Při silnějších vrstvách usazeného prachu vzniká efekt zvýšené tepelné izolace, která vede ke zvýšení povrchové teploty zařízení. Kromě toho musí být teplota povrchů, na kterých se může usazovat prach (s bezpečnostním odstupem) nižší, než je minimální teplota vznícení vrstvy usazeného prachu, která se může z dotčeného prachu vytvářet. Při silnějších vrstvách usazeného prachu vzniká efekt zvýšené tepelné izolace, která vede ke zvýšení povrchové teploty zařízení. Pro vrstvy prachu nad 5 mm do 50 mm se akceptovatelné hodnoty maximální teploty vznícení usazené vrstvy prachu musí snížit na základě experimentálních zkoušek.

2.3.3 Plameny a horké plyny

Plameny jsou výsledkem exotermních chemických reakcí, které velmi rychle probíhají při teplotách okolo 1 000 °C a vyšších. Jak samotné plameny, tak i horké reakční zplodiny mohou zapálit výbušnou atmosféru.

Pokud se nachází výbušná atmosféra jak uvnitř, tak vně nějakého zařízení nebo v jeho bezprostřední blízkosti, pak se může plamen při jejím zapálení v jednom prostoru přenést

2.3.12 Ionizující záření

Ionizující záření jako potenciální zdroj iniciace jsou například:

- krátkovlnné UV zářiče,
- rentgeny,
- krátkovlnné lasery,
- radioaktivní látky,
- urychlovače, nebo
- jaderné reaktory

produkující záření, které může z důvodu absorpce pevnými látkami zapálit výbušnou atmosféru (včetně výbušné atmosféry tvořené částicemi prachu).

Kromě toho se může radioaktivní zdroj sám o sobě z důvodu vlastní absorpce vyzařované energie zahřát tak, že může být překročena teplota vznícení výbušné atmosféry nacházející se v jeho okolí. Vlivem ionizujícího záření může docházet k radiolýze látek, chemickému rozkladu nebo chemické přeměně doprovázené vznikem velmi reaktivních radikálů schopných vytvářet další výbušné látky a směsi, a tím nebezpečí výbuchu dále zvyšovat. Pokud je radiační aktivita jinak uzavřeného zdroje radiace menší než 4×10^{10} Bq, není třeba činit žádná opatření. Při záruce dostatečného odvodu tepla ze samotného zdroje záření může být tato mez i překročena. Např. při nedestruktivních zkouškách materiálů se zdroji pro vícenásobné použití s Iridiem 192 a Selenem 75 může být jejich aktivita řádově až do 10^{12} Bq bez toho, že by se musela bezpodmínečně věnovat zvláštní pozornost podmínkám odvodu tepla. U ozařovaných zařízení (absorbujících vyzařovanou energii) nesmí překračovat absorbovaná dávka hodnotu asi 400 Gy/h. Pro vyšší absorbované dávky je nutno stanovit meze individuálně na základě experimentálních zkoušek.

Omezení hodnot záření, resp. radiace, se v zóně 2 a 22 musejí zajistit při normálním provozu, v zóně 1 a 21 i při běžných poruchách a v zóně 0 a 20 i při zřídka vznikajících situacích při výjimečných poruchách.

2.3.13 Ultrazvuk

Při použití ultrazvuku je velká část vyzařované energie akustického měniče absorbovaná pevnými látkami nebo kapalinami. U exponované látky vlivem rezonance (vnitřního tření) dochází k ohřívání, které může v extrémních případech vést k teplotám nad teplotou vznícení dané látky. Míra ohřevu závisí jak na výkonu, tak i na frekvenci ultrazvukových vln. Ultrazvukové vlny s frekvencí nad 10 MHz jsou ve všech zónách zakázány, a když, tak pouze pro takové případy, kdy je prokázáno, že u konkrétní látky v daném případě nevzniká nebezpečí zapálení, protože nedochází k absorpci z důvodu molekulární rezonance. Ultrazvukové zdroje s frekvencí pod 10 MHz jsou povoleny tehdy, pokud měrný výkon zdroje není větší než 1 mW/mm^2 . Pro vyšší výkony musí být jeho bezpečnost prokázána. Poslední výzkumy však prokázaly, že s běžnými ultrazvukovými průmyslovými zařízeními (která se používají např. pro zvýšení účinnosti čištění) není možno zapálit žádné výbušné směsi a bezpečná hodnota vyzařované energie byla $100\times$ zvýšena.