



EXPLOZNÍ OCHRANA TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ V PRAXI

EXPLOSIVE PROTECTION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN PRACTICE

Ing. Miloš PEŠÁK, Ph.D.

RSBP spol. s r. o.

Pikartská 1337/7, 716 07 Ostrava - Radvanice

tel., gsm: 596 252 194, 731 505 717

email: pesak@rsbp.cz

doc. Ing. Petr ŠTROCH, Ph.D.

RSBP spol. s r. o.

Pikartská 1337/7, 716 07 Ostrava - Radvanice

tel.: 596 252 170

email: stroch@rsbp.cz

Klíčová slova

výbuch, technická opatření, protivýbuchová ochrana, uvolnění výbuchu, potlačení výbuchu, oddělení výbuchu, tlaková odolnost

Key words

explosion, technical measures, anti-explosion protection, explosion relief, explosion suppression, explosion isolation, pressure resistance

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na řešení pasivní protivýbuchové ochrany technologií pro zpracování hořlavých prachů. Začátkem je zpracován přehled norem vztahujících se k zajištění pasivní protivýbuchové ochrany. Pro provedení konstrukční ochrany, uvolnění výbuchu a jeho potlačení jsou vždy diskutovány požadavky příslušné normy, především je zdůrazněna a vysvětlena jejich nesprávná aplikace v praxi.





Abstract

The report deals with passive anti-explosion protection technologies for flammable dust processing. It provides the outline of standards dealing with passive anti-explosion protection. For providing structural protection, explosion relief and its suppression, it discusses the requirements of the respective standards; most importantly, it underlines and explains the incorrect application of the norms in everyday practice.





1. Úvod

Informace o haváriích s přítomností hořlavých a výbušných látek, o technologii, o provozních podmínkách, o stávajících bezpečnostních opatřeních technického a organizačního charakteru představují jen část důležitých informací, které je potřebné zohlednit při zpracování analýzy rizik ve vztahu k nebezpečí výbuchu dle NV č. 406/2004 Sb.

Provozovatel na základě provedené analýzy musí přijmout, je-li to nutné, opatření, která povedou k eliminaci či maximálnímu snížení nebezpečí výbuchu. Kromě opatření organizačních se v mnoha případech jedná i o opatření technická. Tato opatření z velké části vycházejí z legislativních požadavků, především z normativních požadavků (harmonizované normy ČSN EN). V tabulce č. 1 jsou uvedeny nejdůležitější harmonizované normy definující jednotlivé druhy zabezpečení vůči výbuchu. Vzhledem k velkému rozsahu této problematiky, je dále řešena pasivní protivýbuchová ochrana prachů.

Tabulka č. 1 Základní harmonizované normy protivýbuchové ochrany technologií zpracovávající hořlavé prachy

ČSN EN 1127-1	Výbušná prostředí – Zamezení a ochrana proti výbuchu – Část 1: Základní pojmy a metodologie
ČSN EN 13 237	Prostředí s nebezpečím výbuchu – termíny a definice pro zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu
ČSN EN 14 460	Konstrukce odolné výbuchovému tlaku
ČSN EN 14 373	Systémy na potlačení výbuchu
ČSN EN 14 491	Ochranné systémy pro odlehčení výbuchu prachu
ČSN EN 15 089	Ochranné systémy pro oddělení výbuchu
ČSN EN 16 009	Bezplamenná zařízení pro odlehčení výbuchu
ČSN EN 16 020	Protiexplozní komíny
ČSN EN 16 447	Zpětné protiexplozní klapky
ČSN EN 13 463-1 až 8	Neelektrická zařízení pro prostředí s nebezpečím výbuchu

Poznámka: První dvě normy jsou v tabulce uvedeny záměrně za účelem přiblížení jejich názvů veřejnosti, neboť představují základní metodologii komplexního posouzení nebezpečí výbuchu jednotlivých posuzovaných zařízení.

Právě výše uvedené základní normativní požadavky nejsou mnohdy v praxi správně technicky aplikovány.



2. Způsoby protivýbuchové ochrany

Filozofie protivýbuchové ochrany vychází v zásadě ze znalosti vzniku a průběhu výbuchu a lze ji zajistit:

- preventivní ochranou pomocí níž se zabraňuje vzniku výbuchu - aktivní prevence
- konstrukčními preventivními opatřeními, která nezabraňují vzniku výbuchu, ale omezují nebo snižují jeho nebezpečné účinky - pasivní prevence.

Aktivní prevenci lze realizovat v zásadě dvěma způsoby:

- a) opatření, které zabraňuje nebo omezuje tvorbu nebezpečné, výbušné atmosféry - explozní směsi - primární ochrana,
- b) opatření, které zabraňuje vznícení výbušné atmosféry - explozní směsi.

Zpravidla mají opatření dle bodu a) přednost a jsou brána v úvahu při jakékoliv činnosti, která je v průmyslu vykonávána – tzn. exaktní stanovení prostředí, stanovením zón.

Nevede-li po exaktní a znalecké rozvaze toto opatření k jednoznačnému a jistému cíli, pak je nezbytné po znaleckém a odborném posouzení aplikovat opatření dle bodu b), popřípadě aplikovat pasivní prevenci, eventuálně volit jejich kombinace.

Mezi **pasivní prevenci** patří následující způsoby ochrany:

- konstrukční ochrana,
- uvolnění výbuchu v kombinaci se zabráněním přenosu výbuchu,
- potlačení výbuchu v kombinaci se zabráněním přenosu výbuchu.

Jednotlivé druhy pasivní prevence, přesné definice nejen zařízení, ale i ochranných systémů, podrobně definuje NV č. 116/2016 Sb., vyplývající ze směrnice EU č. 2014/34/EU.

Mezi ochranné systémy patří:

- protiplamenné pojistky,
- systémy pro odlehčení výbuchu (používající např. průtržné membrány, odlehčovací panely, explozní klapky),
- protiplamenné bariéry,
- systémy na potlačení exploze,
- zařízení a systémy bránící přenosu exploze, apod.

3. Konstrukční ochrana

Norma ČSN EN 14460 stanovuje požadavky na konstrukce odolné výbuchovému tlaku a konstrukce odolné tlakovému rázu při výbuchu. Je použitelná pro technologické nádoby a systémy, platí pro konstrukci a jejich kombinace, ve kterých může vznikat deflagrace a není použitelná pro konstrukce a jejich kombinace, ve kterých může vzniknout detonace. Neplatí pro jednotlivé části zařízení, např. motory nebo převodovky, které mohou být navrženy tak, aby vydržely vnitřní výbuch (EN 13 463-3).



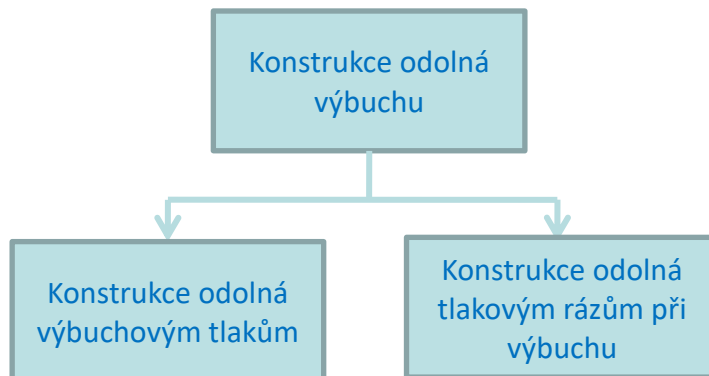
Je důležité, aby byla používána **pouze** pro konstrukce vyrobené z kovových materiálů. Principy integrované protivýbuchové ochrany zahrnují dále uvedená opatření, která musí být přijata výrobcem:

- zabránění vzniku výbušné atmosféry,
- zabránění vznícení výbušné atmosféry,
- pokud přesto může dojít k výbuchu, zastavit výbuch v počátečním stádiu a/nebo omezit rozsah plamenů a tlaku při výbuchu na dostatečnou úroveň bezpečnosti.

Z uvedeného vyplývá, že jsou stanoveny požadavky na konstrukce, které musí být odolné proti výbuchu. Odolnost proti výbuchu je termín používaný pro konstrukci nádoby tak, aby mohla vydržet předpokládaný výbuchový tlak bez roztržení. Zajištění této vlastnosti zařízení omezí rozsah výbuchových plamenů a tlaku při výbuchu na dostatečnou úroveň bezpečnosti.

Vlastnost konstrukce „odolnost proti výbuchu“ může být použita pro zařízení, ochranné systémy a součásti.

Obrázek č. 1: Rozdělení konstrukční ochrany





Nesprávná aplikace normy v praxi

Provozovateli jsou v praxi používána technologická zařízení, jež jsou tlakově odolná. Jedná se především o mlýny, odlučovací zařízení, skladovací zařízení.

Při konzultacích s praxí se však ukazuje, že když provozovatel těmito zařízeními disponuje, nedokáže prokazatelně dokladovat potřebné dokumentace ve vztahu k NV č. 406/2004 Sb., a to především prohlášení o shodě dle ATEXu, neboť se jedná o zařízení starší, dovezená ze zahraničí z jiných provozů.

Další častou negativní zkušeností je neověření, zda výbuchové parametry používaných hořlavých látek jsou v kontextu s provedením daného zařízení. Tzn., že provozovatel disponuje technologickým zařízením, dimenzovaným na tlakovou odolnost cca 1 MPa, avšak výbuchové parametry zpracovávaných látek, především maximální výbuchový tlak, je mnohdy větší než daná konstrukční odolnost posuzovaného a provozovaného zařízení.

Pokud provozovatelé těmito zařízeními disponují, mnohdy si neuvědomují a technicky neřeší možnost přenesení případného výbuchu z takovéhoho zařízení do navazujícího zařízení – není zabráněno přenosu výbuchu (dle ČSN EN 15 089).

4. Uvolnění výbuchu

Uvolnění (odlehčení) výbuchu prachů je podrobně věnována harmonizovaná norma ČSN EN 14 491 (v součinnosti s ČSN EN 14 994). Je jednou ze série norem, mezi které patří ČSN EN 14797 – Zařízení pro odlehčení výbuchu a ČSN EN 14460 – Konstrukce odolné proti výbuchu. Tyto tři normy spolu vytváří koncepci pro odlehčování výbuchu prachů.

ČSN EN 14 491 zahrnuje:

- navrhování velikosti odlehčovacích zařízení pro ochranu plášťů (nádob) proti účinkům tlaku uvnitř nádoby při výbuchu prachů,
- účinky plamenů a tlaku vně nádoby,
- zpětných sil,
- vliv výfukového potrubí,
- bezpečnostní zóny apod.

Neposkytuje pravidla pro navrhování a použití odlehčení účinků v případě detonace nebo prudkých exotermických reakcí. Nepokrývá rizika požáru, vznikající od zpracovávaných, použitých nebo uvolňovaných materiálů v zařízení nebo materiálů použitých na výrobu zařízení a budov. Neplatí pro navrhování, konstrukci, zkoušení a certifikaci zařízení pro odlehčení výbuchu, které jsou použity pro odlehčení výbuchu v nádobách. Pro tato zařízení platí ČSN EN 14797.



Nesprávná aplikace normy v praxi

Aplikace uvedených ochranných systémů u provozovatelů patří mezi nepoužívanější, a to jak aplikace ze strany provozovatele, tak v rámci dodávek technických zařízení, na kterých jsou již tyto ochranné systémy předinstalovány.

Mezi nejčastější chyby při aplikaci těchto systémů patří:

- Nevhodný návrh těchto aplikací – provozovatelé nesprávně aplikují výpočet únikové plochy na jednotlivých zařízeních (skladovací zařízení, odlučovací zařízení) díky neznalosti reálných výbuchových parametrů hořlavých látek (tyto parametry jsou často získány z neověřených zdrojů).
- Při aplikaci jsou použita ochranná zařízení, vyrobená svépomocně, tzn. bez patřičných vědomostí, konstrukčního provedení a především bez certifikace dle NV č. 116/2016 Sb. (2014/34/EU).

Obrázek č. 2: Membrána bez výrobního štítku a označení

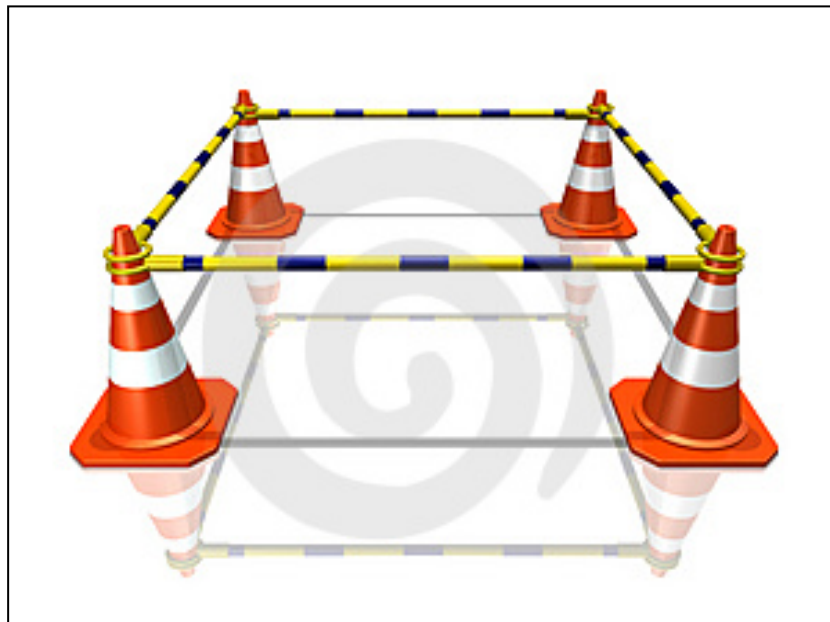


- Nesprávné umístění ochranných zařízení, tzn., že zařízení v případě otevření uvolňují plamen o teplotě min. 800° a tlakové účinky do prostoru s výskytem zaměstnanců, externích osob a jiných pracovníků (např. proti zdem budov, proti



konstrukcím zařízení, do prostoru kanceláří, do prostoru s manipulací s dalšími zařízeními), včetně špatného či žádného definování **bezpečnostní zóny**. V případě aplikace deflektoru pro odvod plamene mimo budovu jsou mnohdy porušeny podmínky umístění a konstrukce těchto zařízení, což může v případě exploze vést k jeho nesprávnému uvolnění výbuchu, popř. i k roztržení chráněného zařízení.

Obrázek č. 3: Bezpečnostní zóna



- Provozovatelé mnohdy neřeší možnost přenesení případného výbuchu ze zařízení do navazujících zařízení – není zabráněno přenosu výbuchu (dle ČSN EN 15 089).



Obrázek č. 4: Příklady špatné aplikace zařízení na uvolnění výbuchu



5. Potlačení výbuchu

Problematika potlačení výbuchu ve vnitřním prostoru zařízení řeší podrobně ČSN EN 14 373. Stanovuje základní požadavky pro navrhování a použití systémů pro potlačení výbuchu. Rovněž stanovuje metody pro hodnocení účinnosti a rozšíření konfigurace systémů pro potlačení výbuchu pro definované výbuchové podmínky. Uvádí kritéria pro alternativní zkušební zařízení používaná pro zkoušky stanovení účinnosti potlačení výbuchu a kritéria určená pro definování bezpečných provozních režimů systému pro potlačení výbuchu.

Nesprávná aplikace normy v praxi

Aplikace těchto speciálních ochranných systémů se používá u zařízení, která se nachází ve vnitřních prostorech budov a hal, kde nelze aplikovat uvolnění exploze. Provozovatelé se často dopouští následujících chyb:

- Nedostatečná informovanost o těchto ochranných systémech - provozovatelé často nevědí, že takovéto systémy existují.
- Provozovatelé aplikují tyto systémy na zařízení, jež jsou umístěna ve venkovním prostoru. U těchto zařízení je vhodnější aplikovat uvolnění výbuchu namísto potlačení výbuchu.
- V případě aplikace jsou systémy nesprávně naprojektovány – množství akčních členů mnohdy nesouhlasí s velikostí chráněného zařízení, což v případě výbuchu povede k nefunkčnosti systému – nedojde k potlačení výbuchu. Často je ochranný systém projektován na základě neznalosti či



nesprávné volby (nereálné hodnoty) výbuchových parametrů hořlavých prachů.

- Akční členy (detekční prvky) systémů jsou mnohdy nevhodně umístěny – nesprávné umístění vede k nefunkčnosti systému – nedojde k potlačení výbuchu.
- Aplikace systémů není v souladu s požadavky a podmínkami, definovanými notifikačními orgány v rámci certifikace dle NV č. 116/2016 Sb. (2014/34/EU).
- V rámci aplikace této ochrany provozovatelé mnohdy neřeší možnost přenesení případného výbuchu z takového zařízení navazujícího zařízení – není zabráněno přenosu výbuchu (dle ČSN EN 15 089).

6. Zabránění přenosu výbuchu

Přenos výbuchu, resp. zabránění přenosu výbuchu či oddělení výbuchu mezi jednotlivými zařízeními řeší v současné době připravovaná harmonizace evropské normy ČSN EN 15 089.

Konkrétně precizuje podstatu, provedení a jednotlivé technické způsoby oddělení výbuchu mezi jednotlivými zařízeními.

Mezi nejznámější ochranné systémy na oddělení výbuchu patří:

- rotační podavače,
- explozní komíny,
- rychlouzavírací ventily,
- protiplamenné bariery,
- dvojice rychlouzavíracích šoupat aj.

Veškerá zařízení, jež tuto funkci oddělení výbuchu musí garantovat, musí projít certifikací u notifikačního orgánu dle 2014/34/EU a dle ČSN EN 15 089, na základě které je vydán certifikát, jež je podkladem pro vydávání prohlášení o shodě na tato zařízení.

Nesprávná aplikace normy v praxi

- Provozovatelé v praxi uvedenou ochranu ve stávajících zařízení neřeší. Tato problematika je v provozech řešena především u nově dodávaných zařízení, kdy dodavatelé či výrobci již povědomí o nové normě mají a jejich zařízení podmínku oddělení výbuchu splňuje. Je nutno rovněž upozornit i na skutečnost, že provozovatelé se mnohdy domnívají, že jejich stávající aplikovaná zařízení, jako jsou např. rotační podavače, splňují tyto požadavky, avšak při prohlídce na místě samém je zjištěno, že výrobní štítek prokazuje „normální“ provedení. V rámci engineeringu s jednotlivými podniky a společnostmi bývá zjištěno, že dodavatelé nových zařízení (např. rotačních podavačů), často prezentují, že podavač je v daném provedení jako prvek pro oddělení výbuchu. Při prohlídce výrobního štítku je však zjištěno, že podavač podmínku normy nesplňuje (viz obrázek č. 5.)



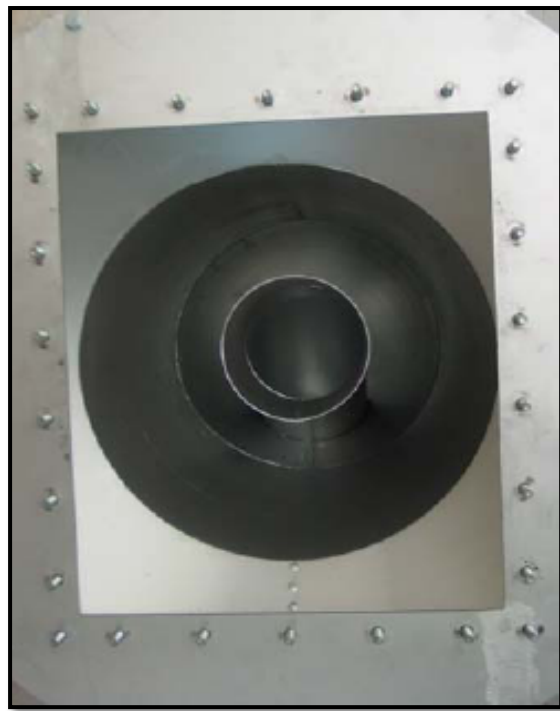
Obrázek č. 5: Příklad aplikace rotačního podavače s výrobním štítkem, jenž je zavádějící pro provozovatele



- Jednotlivé prvky na izolaci (oddělení) výbuchu musí být konstrukčně odolné proti výbuchovým tlakům, jimž jsou vystaveni jako bezpečnostní prvky. V praxi je možno vidět i zařízení, která jsou projekčně navržena správně, avšak konstrukce je v provedení, že výbuch toto zařízení roztrhá, neboť nejsou splněny pevnostní podmínky vůči instalované komplexní protivýbuchové ochraně. Na obrázku č. 6 je možné vidět explozní komín, jenž disponuje přívodním a odvodním potrubím v provedení spiro. Tím je zajištěna minimální tlaková odolnost, Instalace tohoto výrobku pak vede k tomu, že v případě výbuchu dojde k roztržení ochranného zařízení ještě v místě, kde má mít dostatečnou pevnost – potrubí, což vede k přímému ohrožení okolní technologie a především osob, jsou-li zde přítomny.



Obrázek č. 6: Nesprávné konstrukční provedení explozního komínu



7. Závěr

Problematika zajištění bezpečnosti proti výbuchu, resp. aplikace pasivní protivýbuchové ochrany se neustále vyvíjí. Provozovatelé by měli tuto oblast konzultovat minimálně prostřednictvím bezpečnostních techniků nebo pracovníků HS&E s odborníky či společnostmi, majícími v této oblasti dlouholeté zkušenosti a dokážou odpovědět, a především poradit a nasměrovat na řešení možných technických aplikací tak, aby byly prvky pasivní protivýbuchové ochrany (případně úpravy na zařízeních) bezpečné nejen pro osoby a pracovníky v provozu, ale i pro zařízení.



8. Literatura

- ✓ Nařízení vlády č. 406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu
- ✓ Nařízení vlády č. 116/2016 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy, určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu
- ✓ ČSN EN 14460 – Konstrukce odolné výbuchovému tlaku
- ✓ ČSN EN 14 373 – Systémy na potlačení výbuchu
- ✓ ČSN EN 14 491 – Ochranné systémy pro odlehčení výbuchu prachu
- ✓ ČSN EN 14 797 – Zařízení pro odlehčení výbuchu
- ✓ ČSN EN 15 089 – Systémy pro oddělení výbuchu
- ✓ ČSN EN 16 009 – Bezplamenné zařízení pro odlehčení výbuchu
- ✓ ČSN EN 16 020 – Protiexplozní komíny
- ✓ ČSN EN 16 447 – Zpětné protiexplozní klapky
- ✓ ČSN EN 1127-1 – Výbušná prostředí – Zamezení a ochrana proti výbuchu – Část 1: Základní pojmy a metodologie
- ✓ ČSN EN 13 237 – Prostředí s nebezpečím výbuchu – termíny a definice pro zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.