

Elektrická zařízení v prostředí s nebezpečím výbuchu

V mnoha provozech chemického, petrochemického a potravinářského průmyslu nebo plynárenství je v provozním prostředí přítomna výbušná směs hořlavých plynů a par se vzduchem (s obsahem kyslíku) nebo s jiným oxidizovadlem o takové koncentraci, že může být zažehnuta řetězová reakce hoření zvaná výbuch. Výroba v takovýchto provozech musí být uskutečňována za přísných bezpečnostních opatření, aby se předešlo zničení technologie nebo ztrátám na životě nebo zdraví obsluhy. Samozřejmě je v tomto prostředí nutné zabezpečit všechna použitá elektrická zařízení. Vždyť právě jiskřící elektrický obvod byl nejednou příčinou obrovských tragédií a lidských i materiálních ztrát, ať již šlo o důlní neštěstí nebo o chemický či petrochemický průmysl.

Z pohledu historického vývoje byly právě takovéto tragédie milníky jak ve vývoji metod ochrany proti výbuchu, tak při samotné klasifikaci nebezpečných prostředí.

1. Klasifikace prostředí

Z historických důvodů vznikly v podstatě dva hlavní systémy klasifikace prostředí, uvedené v *tab. 1*.

Tab. 1. Klasifikace prostředí s nebezpečím výbuchu

Evropské země	USA a Kanada
Zóna 0: Prostor, ve kterém je výbušná směs plynu se vzduchem přítomna stále nebo se vyskytuje v dlouhých periodách (dříve se v ČR označovala jako SNV 3).	Division 1: Nebezpečná koncentrace hořlavých plynů, par nebo výbušné směsi prachu je za běžného provozu přítomna trvale, přerušovaně nebo periodicky.
Zóna 1: Prostor, ve kterém může vzniknout výbušná směs plynu se vzduchem za běžného provozu (dříve se v ČR označovala jako SNV 2).	Division 2: Hořlavé kapaliny nebo plyny jsou přítomny, ale za běžných podmínek jsou uzavřeny v zásobnících nebo systémech, ze kterých mohou uniknout pouze při výjimečných provozních situacích.
Zóna 2: Prostor, ve kterém nemůže výbušná směs plynu se vzduchem za běžného provozu vzniknout nebo může vzniknout pouze na krátké období (dříve se v ČR označovala jako SNV 1).	

Na základě množství experimentů v laboratořích celého světa bylo zjištěno, že existují dva hlavní mechanismy vznícení výbušné atmosféry, a to buď jiskrou nebo horkým povrchem zařízení. Na základě tohoto poznatku byl definován systém přiřazení plynů do skupin podle náročnosti jejich zapálení jiskrou nebo horkým povrchem. Každá skupina se pro zjednodušení označuje obecným reprezentativním plynem. Klasifikace plynů je v *tab. 2*.

Tab. 2. Klasifikace plynů z hlediska jejich nebezpečnosti

Oblast použití	Klasifikace plynů	Reprezentant skupiny	Měřítka nebezpečnosti
chemický průmysl (povrchové aplikace)	II C	vodík, acetylen	nebezpečnější
	II B	etylen	
	II A	propan	méně nebezpečné
důlní aplikace	I	metan	

Všechna certifikovaná elektrická zařízení nesou označení skupiny plynů a oblastí použití, pro kterou získala osvědčení, a platí, že je-li systém bezpečný pro určitou skupinu, je rovněž bezpečný i pro všechny „méně nebezpečné“ skupiny.

Jak již bylo uvedeno dříve, výbušná atmosféra může být zapálena nejen jiskrou, ale i horkým povrchem. Proto byla vytvořena teplotní klasifikace, která třídí zařízení podle jejich maximální povrchové teploty. Uživatel musí zaručit, že teplotní třída použitého zařízení je nižší než zápalná teplota kterékoliv směsi plynu se vzduchem, která se může v provozu vyskytnout.

Zajímavá je skutečnost, že neexistuje vztah mezi zápalností plynu povrchovou teplotou a jiskrou. Oba mechanismy vznícení jsou navzájem nezávislé a odlišné. Například vodík se snadno zapálí jiskrou s nízkou energií, ale má vysokou zápalnou teplotu (560 °C), naopak acetaldehyd vyžaduje jiskru s vysokou energií, ale má nízkou zápalnou teplotu (140 °C).

2. Klasifikace ochrany zařízení v prostředí s nebezpečím výbuchu

V průběhu let byly vyvinuty různé techniky ochrany elektrických zařízení proti zažehnutí výbušné atmosféry. Již od počátku to byl hlavně pevný závěr a další techniky, jejichž možnosti byly v „předpolovodičové éře“ velmi omezené. Funkce ochrany proti výbuchu se zakládá na některém z následujících principů.

2.1 Metody znemožňující přístup výbušné atmosféry k zařízením, která by ji mohla zažehnout

Provedení tohoto typu ochrany v praxi bývá dost složité, problematicky demontovatelné a drahé. Používá se v zóně 1 nebo 2. Do této skupiny patří např. závěr s vnitřním přetlakem nebo olejový závěr.

Tab. 3. Teplotní třídy

Maximální teplota povrchu	Teplotní třída
450 °C	T1
300 °C	T2
200 °C	T3
135 °C	T4
100 °C	T5
85 °C	T6

2.2 Metody znemožňující rozšíření výbuchu

V tomto případě se může dostat výbušná atmosféra k částem, které ji mohou zažehnout, ale je fyzicky znemožněno šíření výbuchu vně ochrany. Reprezentantem této metody je „pevný závěr“, což je speciální pouzdro, do kterého je umístěno elektrické zařízení. Pevný závěr není hermeticky uzavřen, ale má definovanou šířku a délku štěrbin, která může být mezi jeho jednotlivými částmi.

Výbušná atmosféra se může dostat dovnitř závěru a uvnitř závěru může nastat výbuch, avšak rozměry štěrbin zamezí šíření řetězové reakce vně závěru.

2.3 Metody vylučující nahromadění energie dostatečné k zažehnutí výbušné směsi

Jde o zcela nejbezpečnější způsob ochrany. Jak již bylo uvedeno dříve, každá směs plynů má svou zápalnou teplotu a energii jiskry potřebnou k zažehnutí výbuchu. Proto se tato metoda soustředí na omezení maximální teploty povrchu a přenáší se méně elektrické energie, než je třeba ke vzniku jiskry. Tato metoda prochází bouřlivým vývojem (na rozdíl od ostatních metod) a začíná se masově používat hlavně s rozvojem polovodičové techniky a optoelektroniky.

Vzhledem k omezení přenášeného výkonu je tato metoda používána převážně v měřicí a regulační

technice a naopak není použitelná pro silové obvody. Lze ji použít ve všech zónách a jejím hlavním reprezentantem je „jiskrová bezpečnost“.

3. Typy ochran zařízení v prostředí

3.1 Olejový závěr, označení *o*

Typ ochrany, u které je elektrické zařízení ponořeno v oleji takovým způsobem, že výbušná atmosféra nemůže proniknout k částem, jež by ji mohly zažehnout. Používá se např. pro transformátory a různá spínací zařízení, a to v prostředí s klasifikací zóna 1 nebo 2. Má mnoho nevýhod, jako jsou rozměry, možný únik oleje, hořlavost oleje atd., a proto není v praxi příliš rozšířen.

3.2 Závěr s vnitřním přetlakem, označení *p*

Typ ochrany, při níž je elektrické zařízení umístěno ve speciální skříni, uvnitř které je udržován stálý přetlak ochranného plynu vůči okolní výbušné atmosféře. Ta proto nemůže proniknout k částem, které by ji mohly zažehnout.

Tab. 4. Typy ochran

Typ ochrany	Písmenný kód	Povoleno pro použití
olejový závěr	o	zóna 1 nebo 2
závěr s vnitřním přetlakem	p	zóna 1 nebo 2
pískový závěr	q	zóna 1 nebo 2
pevný závěr	d	zóna 1 nebo 2
zajištěné provedení	e	zóna 1 nebo 2
jiskrová bezpečnost	i	zóna 0, 1 nebo 2

Nevýhodou této metody je nutnost trvale přivádět tlakový ochranný plyn a složitost certifikace celého zařízení, proto je rozšíření této metody vcelku malé.

3.3 Zalití zalévací hmotou, označení *m*

Typ ochrany, při které jsou části schopné způsobit vznícení výbušné atmosféry jiskřením nebo teplotou hermeticky uzavřeny zalévací hmotou. Tento typ ochrany je možné použít pouze na nepohyblivé části a používá se v kombinaci s dalšími metodami.

3.4 Pískový závěr, označení *q*

Typ ochrany, u které jsou elektrická zařízení zasypána materiálem s jemným granulometrickým složením tak, že za běžných provozních podmínek se při vzniku oblouku nebo jiskry nemůže uvnitř závěru vznítit vnější výbušná atmosféra.

Nevýhodou je nutnost kontrolovat, zda uvnitř závěru nevznikly vzduchové dutiny, které by mohly vést k selhání této ochrany.

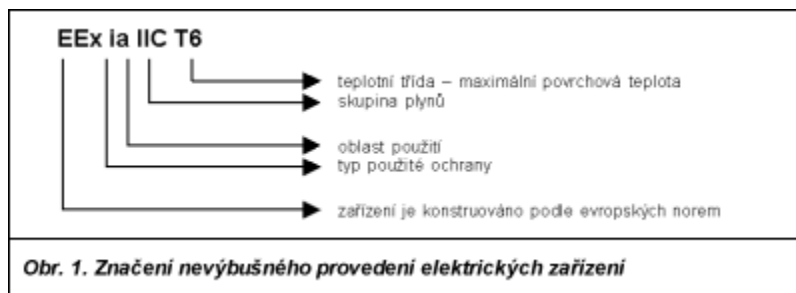
3.5 Pevný závěr, označení *d*

Typ ochrany, u které jsou elektrická zařízení schopná vznítit výbušnou atmosféru umístěna do závěru, jenž při explozi výbušné směsi uvnitř závěru vydrží tlak výbuchu a zabrání přenesení výbuchu do okolní atmosféry. Pevný závěr je charakterizován délkou, šířkou a typem šterbiny, která může být mezi jednotlivými částmi závěru (např. přechod skříň-víko).

Uvnitř pevného závěru lze umístit běžně vyráběné přístroje a zařízení, např. relé, stykače, pojistky atd. Pevný závěr se používá relativně často, ale jeho nevýhodou je těžkopádnost, nesnadné vykonávání oprav a servisu, velké rozměry a v neposlední řadě vysoká cena.

3.6 Zajištěné provedení, označení e

Typ ochrany, u níž je použito takových opatření, která zabrání s vysokým stupněm bezpečnosti nepovolenému zvýšení teploty a vzniku jisker uvnitř a na vnějších částech zařízení. Jde v podstatě o konstrukční opatření. Používá se hlavně u svorkovnic, popř. se kombinuje s některou další ochranou.



3.7 Jiskrová bezpečnost, označení i

Typ ochrany, která konstrukčním opatřením zajišťuje, že se v daném elektrickém zařízení nemůže za žádných podmínek (ani při poruše) nahromadit takové množství energie (elektrické i tepelné), které by mohlo způsobit zažehnutí výbušné atmosféry. Jiskrově bezpečná zařízení se zařazují do skupin ia nebo ib podle bezpečnostních kritérií. Zařízení kategorie ia jsou jedině možná pro aplikace v zóně 0.

Výhody této metody jsou značné: možnost použití ve všech zónách, jednoduchost a kompaktnost, nízká cena a možnost uskutečňovat údržbu a kalibrovat zařízení za provozu. Jedinou nevýhodou je omezení přenášeného výkonu na řádově jednotky wattů. Proto je hlavním oborem použití této metody měřicí a regulační technika.

Ing. Martin Dostálík