

Techniky ochrany elektrických zariadení v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu

Pri nasadení elektrických zariadení v náročných podmienkach, ako sú chemické, farmaceutické, plynárenské a banské prevádzky, okrem presnosti získavania informácií tiež treba zabezpečiť, aby získavanie informácií z týchto extrémnych oblastí nezapríčiniło výbuch výbušnej atmosféry nad týmito zariadeniami počas prevádzky i za možných poruchových stavov. Výbušná atmosféra sa definuje ako priestor, kde je zmes horľavých plynov, pár alebo prachu so vzduchom alebo iným okysličovadlom v takom zložení, že môže byť privedená k výbuchu prostredníctvom zdroja s dostatočnou energiou.

V priebehu rokov sa vytvorili rôzne techniky ochrany meracích a regulačných zariadení. Už od začiatku to bol pevný uzáver a rôzne techniky obmedzujúce iskrenie. Ich možnosti boli v dobe nepolovodičových technológií veľmi obmedzené. Súčasne sa stretávame s rozlišovaním dvoch typov prostredí, v ktorých sa nasadzovali elektrické zariadenia: bezpečné a nebezpečné. Návrh koncepcie zón s rôznymi úrovňami nebezpečnosti sa objavil až v polovici šesťdesiatych rokov, keď bol importovaný do európskych noriem z USA. V rovnakej dobe uzreli svetlo sveta ďalšie ochrany, a to zaistené vyhotovenie a typ N, ktoré sa postupne začleňovali do praxe, kde dominoval pevný uzáver spolu s fluidikovými technikami. Nasledoval vstup tlakového a vetraného uzáveru, ktorý je dodnes označovaný jednotne pod názvom pretlakový uzáver. Pri hľadani ďalších techník ochrany zamedzenia prenosu možného výbuchu mimo uzáveru vznikali ďalšie typy ochrany, ako je pieškový, olejový či hermetický.

Tieto zariadenia však trpeli svojimi nevýhodami, predovšetkým veľkými rozmermi a hmotnosťou, možnosťou ovplyvňovania výsledkov teplotných a tlakových zmien vo vnútri uzáveru a nižšou spoľahlivosťou.

Výnimočnosť iskrovej bezpečnosti spočíva nielen v zamedzení prenosu možného výbuchu, ale aj v tom, že ako jediná ochrana pre elektrické zariadenia v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu sa zameriava na vylúčenie možnosti vzniku nebezpečných iskier a nadmerného oteplenia povrchu, ktoré zapríčini explóziu. Aj keď ako ochrana sa nepoužíva pre všetky elektrické zariadenia (obmedzená množstvom prí-

pustnej energie), má pre svoju flexibilitu, jednoduchosť, vyššiu spoľahlivosť, bezpečnosť a v neposlednom rade i nižšiu cenu dominantné postavenie v meracej a regulačnej technike v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu. Ako jediná možná ochrana sa môže použiť na elektrické zariadenia umiestnené v prostredí s trvalou alebo dlhodobou prítomnosťou výbušnej atmosféry (v zóne 0). Treba zdôrazniť, že aplikácia ochrany elektrického prevodníka je jedinou možnosťou získavania informácií a zároveň regulácie v tomto prostredí prostredníctvom elektrických veličín.

Iskrová bezpečnosť

Iskrová bezpečnosť, skratene IS (Intrinsic Safety), je jednou z niekoľkých techník na vylúčenie explózie v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu. Pracuje na princípe obmedzenia elektrickej energie, ktorá je k dispozícii v obvodoch a zariadeniach na takej nízkej úrovni, že nedokáže vzniknúť zápalnú zmes plynu a vzduchu vyskytujúcu sa v danej oblasti.

Iskrová bezpečnosť je vlastne technika nízkeho príkonu, v praxi obmedzená rádovo niekoľkými wattmi. Táto technika sa nedá použiť pre výkonové zariadenia, ako sú motory či osvetlenie. Hlavné použitie tejto techniky je pri meraní, regulácii a zabezpečení riadiacích obvodov. Do úvahy sa vlastne berú dva mechanizmy vznietenia, buď elektrickou iskrou, alebo horúcim povrchom elektrického zariadenia. Pod pojem plyn môžeme zahrnúť aj iné výbušné látky, ako prach, vlákna a iný poletujúci materiál. Obvody a zariadenia sa navrhujú tak, aby sa zaistila bezpečnosť ako počas bežnej prevádzky, tak i v prípade pravdepodobných porúch a kritických stavov.

Ako všetko začalo

Koncepcia iskrovej bezpečnosti, aj keď nie pod týmto menom, vznikla v Anglicku v rokoch 1914 – 1916.

V roku 1913 pripravila mohutná explózia v šachte o život 439 baníkov. Oficiálna správa označila za príčinu výbuchu banského plynu iskrenie elektrického signaliizačného zariadenia. Ďalšie vyšetrovanie v nasledujúcich rokoch ukázalo, že elektrický oblúk bol spôsobený hlavne energiou uchovávanou v cievke zvonku či v reľé. Táto energia mohla byť redukovaná

na bezpečnú úroveň obmedzením napájacieho prúdu bezindukčným rezistorom a znížením napájacieho napätia na 25 V. Podľa týchto pravidiel boli zariadenia otestované a vybavené osvedčením, opätovne zavedené v doloch ako zariadenia bezpečné.

IS zariadenia

Vynález polovodičov v 50. rokoch a ich použitie v procesoch riadenia viedol k rozsiahlemu rozvoju iskrovo bezpečnej techniky. Kľúčovým momentom rozvoja v Európe bolo použitie Zenerovej bariéry, ktorá sa vkladala medzi riadiacu centrálu a snímacie alebo riadiace zariadenie a ktorou prechádzali meracie a riadiace signály bez veľkého útlmu. Obmedzovali pritom energiu, ktorá mohla spôsobiť explóziu v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu. Princíp spočíval v obmedzení maximálneho výstupného napätia Zenerovou diódou a prúdu sériovým odporom. V prípade poruchy sa prebytočná energia zvierla uzemnením do uzla zdroja, prípadne sa obvod prerušil prepálením starostlivo navrhnutej poistky. Veľkým prínosom použitia bariéry bolo, že odpadla nevyhnutnosť certifikácie záznamových a riadiacich zariadení, displejov a ďalších zariadení v prostredí bez nebezpečenstva výbuchu. Samotné iskrové bezpečné bariéry boli stále menšie, jednoduchšie na inštaláciu a progresívnejšie.

V USA sa IS bariéry neuchytili a väčšina výrobcov zariadení využívala do polovice 70. rokov pevný uzáver. K rozvoju IS techniky na americkom kontinente prispela firma Motorola, keď na trh uviedla riadený regulovaný zdroj 24 V s tromi odpormi v každom regulovanom obvode, ktoré obmedzovali skratové prúdy. Tým sa eliminovala potreba plávajúcích jednotiek riadiacej centrály a objavila sa možnosť zálohovať jednosmerné napájanie. Toto zariadenie, ktoré získalo certifikáciu ako iskrovo bezpečné, prispelo k ropnému rozmachu v Severnom mori (nepotrebnosť krytov, do ktorých sa dostávala morská voda, proti existujúcim zariadeniam s pevným uzáverom).

V súčasnosti sa mnohé systémy riešia ako iskrovo bezpečné alebo sa táto bezpečnosť zaisťuje pomocou Zenerových bariér či oddeľovacích prevodníkov, pričom sa táto technika neustále rozvíja.

Typy ochrán využívaných pre zariadenia v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu

Všeobecný termín pre všetky metódy ochrany používané v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu je v Európe „Explosion proof“ – Ex (nevýbušné vyhotovenie). V praxi sú to techniky pre vyššie elektrické výkony, ako je pevný uzáver a zaistené vyhotovenie a takisto ostatné techniky, vrátane iskrovej bezpečnosti. Voľba metódy ochrany závisí od prostredia a stupňa bezpečnosti, ktorý sa pre ne požaduje. Faktory, ktoré musí brať návrhár do úvahy, sú okrem výbušnosti aj teplota a jej extrémny, vystavenie účinkom vody vrátane kondenzácie, vibrácie a nárazy, korózia, chemická aktivita, vystavenie účinkom žiarenia vrátane ultrafialového a vystavenie účinkom prachu. Technika iskrovej bezpečnosti nie je citlivá na tieto faktory, ale ich extrémne hodnoty by sa mali brať do úvahy, pretože by mohli viesť k problémom pri inštalácii, k nutnosti stálych kontrol bezpečnosti, k nepríjemnostiam pri schvaľovaní, dokonca i k neplatnosti certifikácie zariadenia.

Olejový uzáver

Typ ochrany proti výbuchu, pri ktorom je elektrické zariadenie alebo časť elektrického zariadenia ponorená do oleja takým spôsobom, že výbušná atmosféra, ktorá môže vzniknúť nad olejom alebo mimo uzáveru, nemôže byť vznietená.

Tento typ ochrany je vhodný pre transformátory, spínacie zariadenia, spúšťače motorov, regulátory a iné zariadenia používané v zóne 1 a 2. V praxi sa však príliš nevyužíva. Dôvodom je použitie oleja, ktorý je dosť horľavý a tiež pre malé skúsenosti odborníkov s použitím týchto uzáverov. Je možné, že normy povolia menej horľavé kvapaliny ako je olej (dané prácou vývojových pracovníkov v laboratóriách), potom sa táto technika môže stať viac používanou alternatívou.

Uzáver s vnútorným pretlakom „p“

Typ ochrany proti výbuchu, pri ktorom sa zabráni vniknutiu okolitej atmosféry do uzáveru elektrického zariadenia udržovaním ochranného plynu vo vnútri uzáveru na tlaku vyššom ako je okolitá atmosféra. Pretlak sa udržiava buď trvalým prietokom ochranného plynu, alebo bez trvalého prietoku ochranného plynu.

Tento typ ochrany sa využíva pre rozobrateľné, zložito konštruované zariadenia, v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu, ako aj pre grafické, riadiace a kontrolné zariadenia používajúce vyššie napätie umiestnené vo výbušných priestoroch. Nevýhodou je, že certifikačné úrady, ktoré

umožňujú povolenie pretlakového uzáveru v závodoch, v súčasnosti dávajú bez problémov certifikáty len na tie aplikácie, ktorých časti i celý systém boli navrhnuté a zostavené podľa noriem CENELEC, čím sa značne redukuje možnosť vlastnej špeciálnej konštrukcie a zariadenie stráca časť výhod svojho nasadenia.

Pieskový uzáver „q“

Typ ochrany, pri ktorom je uzáver elektrického zariadenia zaplnený materiálom s jemným granulometrickým zložením tak, že v predpokladaných prevádzkových podmienkach nemôže pri vzniku oblúka vo vnútri uzáveru elektrického zariadenia dôjsť k vznieteniu okolitej atmosféry týmto oblúkom. Príkladom možného uplatnenia je ochrana kapacít v Ex svetelnej inštalácii či elektronike. Pieskový uzáver, rovnako ako olejový, nepoužívajú veľmi anglickí konštruktéri a ako ochrana je vytláčaný, no v Nemecku nachádza časté uplatnenie. Jeho nevýhodou je nutnosť použiť diagnostické nástroje, ktoré treba pre kontrolu vzniku vzduchových dutín a ktoré by pri ich zanedbaní viedli k zlyhaniu tejto ochrany.

Pevný uzáver „d“

Typ ochrany, pri ktorom sú časti schopné vznietiť výbušnú atmosféru umiestnenú vo vnútri uzáveru. Tento uzáver pri explózii výbušnej zmesi vo vnútri uzáveru vydrží tlak výbuchu a zabráni preneseniu výbuchu do okolitého prostredia. Pevný uzáver, rovnako ako ostatné predchádzajúce techniky ochrany, sa spolieha na udržanie fyzického oddelenia výbušnej atmosféry a elektrického zariadenia. Tento spôsob je jediný možný pri vysokovýkonných elektrických zariadeniach, ako sú elektrické osvetlenie, motory či silové káble. Pri meraciach a regulačných obvodoch je však zbytočne ťažkopádny, keďže veľkosť zmeny elektrického meracieho signálu, ktorý je generovaný zmenou fyzikálnej veličiny, je rádovo mV. Ďalej je neskladný, ťažko prístupný pri zriaďovaní, revíziách, servise a kalibráciách, kde takisto nastáva nutnosť zaistovania neprítomnosti výbušnej atmosféry. Neexistuje pri ňom možnosť bezpečného zlyhania a je drahý (nutnosť použiť materiál s vysokou odolnosťou proti korózii a elektrochemickej oxidácii, je náročný na údržbu a montáž, hlavne pre plyny zaradené do triedy II C). K jeho obmedzeniu patrí, že nemôže byť použitý v zóne 0.

Zaistené vyhotovenie „e“

Typ ochrany proti výbuchu s využitým opatrením, ktoré s vysokým stupňom bezpečnosti zabráni nedovolenému zvýšeniu teploty a vzniku iskier alebo oblúka vo vnútri a na vonkajších častiach elek-

trického zariadenia, ktoré za normálnej prevádzky tieto stavy nevytvára. Zaistené vyhotovenie vlastným spôsobom nie je ochrana, ale konštrukčné opatrenia získané z teórie i praxe, ktoré vedú k prispôbeniu zariadenia tak, aby pri normálnom a zhoršenom stave výbušnej atmosféry nevedli k výbuchu. Ich najčastejšie použitie je vo svorkovnici.

Iskrová bezpečnosť „i“

Spôsob ochrany proti výbuchu, kde sa pri predpísaných skúšobných podmienkach daných normou (zahrňujú normálny prevádzkový stav a určené poruchové stavy) nevytvárajú iskry ani tepelné účinky, ktoré by boli schopné spôsobiť vznietenie výbušného plynného prostredia.

Typ N

Taký typ ochrany použitý pre elektrické zariadenia, aby za normálnej prevádzky neboli schopné vznietiť okolitú výbušnú plynnú atmosféru a aby nevznikli poruchy, ktoré by boli schopné spôsobiť vznietenie.

Hermetický uzáver „m“

Typ ochrany proti výbuchu, pri ktorom sa časti schopné spôsobiť vznietenie výbušnej atmosféry iskrením alebo teplotou uzavru v zalievanej hmote, takže nemôže dôjsť k vznieteniu výbušnej atmosféry.

Hermetický uzáver sa vyskytuje spolu so zaisteným vyhotovením ako ochrana prevodu napájacieho napätia zo silového pancierového kábla na bezpečnú úroveň napätia, potrebnú pre napájanie zariadenia v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu.

Špeciálny uzáver „s“

Typ ochrany, ktorý v prevádzkových podmienkach vyhovuje konštrukčným a testovacím skúškam daným certifikačným úradom tak, aby bol bezpečný v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu. S týmto typom ochrany prišlo v roku 1972 Nemecko, aby zariadenia, ktoré nemožno zaradiť do predchádzajúcich techník ochrany z dôvodu konštrukcie, sa mohli použiť. V čase vzniku sa pod špeciálnym uzáverom nachádzal i hermetický uzáver, ktorý sa neskôr stal vlastným typom ochrany. Zariadenia typu „s“ nachádzajú uplatnenie prevažne pri detektoroch plynov.

Kombinácia viacerých techník

Na riešenie komplikovaného spôsobu ochrany pre elektrické zariadenia pracujúce v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu je ťažké vybrať jednu z uvedených metód a použiť ju, pretože každá z nich má svoje výhody i úskalía. Riešením je použiť kombináciu niekoľkých techník. Napríklad riadiace zariadenie pracujúce v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu, ktoré je na-

montované v pevnom uzáveru a má vstupy i výstupy iskrovo bezpečné a je napájané cez nepriamy vstup typu zaistené vyhotovenie. Taký systém sa označuje Ex d e [ia]. V tomto prípade kombinácia ochranných techník predstavuje cenovo najlacnejšiu optimálnu ochranu. Avšak zbytočná, neodôvodnená kombinácia ochrany systému môže viesť k nákladnejšej, zložitejšej a časovo náročnejšej inštalácii, a tým spôsob ochrany zariadenia stratí svoju eleganciu v cene.

Ochrana v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu v závode

Jänecke + Schneemann

Jänecke + Schneemann patrí v Nemecku k jedným z najstarších závodov na výrobu tlačiarenských farieb. Tlačiareň bola založená v roku 1843 a po takmer úplnom zničení v 2. svetovej vojne sa presťahovala na okraj Hannoveru. Výrobný program zahŕňa pastové ofsetové tlačiarenské farby, tekuté flexo- a hĺbkové farby a sieťotlačiarenské farby. Svoje využitie nájdu v rôznych oblastiach, napríklad na igelitových taškách, tlačených artikloch z papiera (kartóny, papierové tašky a vrecká), etiketách a potravinových obaloch.

Na jeseň 2002 bola v jednej časti závodu na rozlohe 7 000 m² vybudovaná prevádzka s účelom výroby tekutých farieb, spĺňajúca súčasne bezpečnostné kritériá a podmienky ochrany životného prostredia. Produkcia prebieha z dôvodu používania rozpúšťadiel v prostredí klasifikovanom ako zóna 1 (výbušná zmes sa môže objaviť za normálnej prevádzky). Z tohto dôvodu sú všetky elektrické zariadenia v tejto časti prevádzky v technickom vyhotovení určenom do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu. Týka sa to celého spektra zariadení, od inštalovaných a ochranných vypínačov, svetidiel, svetelných a zvukových signalizačných jednotiek, riadiacich prvkov, rozvodných skriní až po obslužné terminály. Generálnym dodávateľom týchto zariadení bola nemecká spoločnosť Stahl.

Výrobný proces v závode sa skladá zo štyroch etáp: dodávka a skladovanie surovín, dispergácia rozpúšťadiel a farbív, medzisk-



Obr.1



Obr.2



Obr.3

lad a dávkovanie farieb a napokon plnenie farieb do nádob rôznych veľkostí. Ako už bolo spomenuté, celá výroba sa pridržiava najaktuálnejších bezpečnostných predpisov a podmienok ochrany životného prostredia. Tekuté suroviny sa privádzajú z vonkajších zásobníkov do výrobných hál. Prostredníctvom centrály sa ovláda naplnenie šesťnástich zásobníkov, každého s objemom 30 m³ (obr. 1). Prívody zo zásobníkov sú riadené prostredníctvom obslužného terminálu v spojení s rozvodnou skriňou. Personál je vystráhaný pred nebezpečenstvom inštalovanou signalizačnou sirénou. Vonku, mimo priestorov haly



Obr.4



Obr.5

sa nachádzajú zariadenia, ktoré zabezpečujú hladký priebeh dodávok surovín zo zásobníkov. V činnosti sú hlavný vypínač a bezpečnostný vypínač, ktoré v prípade nebezpečenstva odpoja výrobné zariadenia (obr. 2).

Vo vnútri haly sa v závislosti od zákaziek uskutočňuje ďalšie rozdeľovanie surovín prichádzajúcich zo zásobníkov. Tento proces riadi distribučný panel (obr. 3), ktorý vyberá podľa požiadaviek rôzne typy komponentov. Tie sú ďalej spracovávané v miešacom zásobníku.

Počas celého výrobného procesu sa kontrolujú základné kvalitatívne parametre. Ak sa dosiahne požadovaná jemnosť, dočasne sa uskladňujú medziprodukty (základné farby) v zásobníku s hmotnostnou kapacitou 2,5 tony. Uskladnenie a ďalší rozvod medziproduktov sú v režii rozvodnej skrine a riadiaceho spínača (obr. 4).

Hala je osvetlená špeciálnymi svetidlami, určenými do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu s pevnou konštrukciou odolnou voči agresívnym výparom (obr. 5).

Závod Jänecke + Schneemann nie je postavený len na základe najnovších technicko-bezpečnostných požiadaviek (napríklad smernica ATEX 94/9/EG), ale aj podľa najčerstvejších platných noriem ochrany životného prostredia. Okrem iného využíva termické regeneratívne zariadenie na čistenie vzduchu, ktoré špeciálnym procesom spaľovania zbavuje vzduch častíc rozpúšťadiel. Vzniknutá energia zo spaľovania sa navyše využíva v ďalších fázach výroby.

Zdroje

[1] Jiskrová bezpečnosť včera, dnes a zíttra, odborná publikácia spoločnosti D-Ex Limited, s. r. o.

[2] www.stahl.de

Branislav Bložon