

S. Rumbak*

PROTUEKSPLOZIJSKA ZAŠTITA VAŽAN ČIMBENIK SIGURNOSTI POSTROJENJA

UDK 614.838:331.45
PRIMLJENO: 19.4.2010.
PRIHVAĆENO: 26.7.2010.

SAŽETAK: Globalizacija tržišta i sve oštriji uvjeti konkurencije postavljaju tvrtkama visoke norme poslovanja i ponašanja žele li opstati u okruženju, ali i podići razinu sigurnosti i uspješnosti. Na uspješnost tehnološkog procesa i njegovu sigurnost utječu mnogi čimbenici među kojima se posebice ističu primijenjene mjere protueksplozijske zaštite.

U članku se prikazuju specifičnosti te ističe važnost sigurnosti postrojenja s eksplozivnom atmosferom za uspješno poslovanje u svjetlu novih organizacijskih i tehničkih koncepata protueksplozijske zaštite.

Statistički su prikazani uzroci eksplozija u industrijskim postrojenjima s eksplozivnom atmosferom plinova, para i prašina te u rudnicima, kao i kvarovi na pojedinim strojnim elementima u električnim i mehaničkim uređajima u Republici Hrvatskoj i svijetu.

Opisana je metodologija ocjene i prihvatljivosti uporabe novih i starih uređaja i instalacija u ugroženom prostoru s novim znanstvenim spoznajama, a u cilju ispunjenja zahtjeva zakonskih propisa.

Kako bi se povećala sigurnost današnjih industrijskih postrojenja te smanjila mogućnost pojave eksplozija uz održanje najmanjih zahtjeva zaštite i zdravlja radnika, potrebno je proces metodologije stalno unapređivati.

Ključne riječi: eksplozivna atmosfera, protueksplozijska zaštita, sigurnost, ugroženi prostor, uzročnik paljenja, oprema

UVOD

Jedan od najvažnijih zahtjeva u današnjim tehnološkim sustavima u industriji jest sigurnost ljudi i zaštita opreme. Razvojem tehnologije pojavile su se mnoge opasnosti u ljudskoj okolini, među kojima je svakako i eksplozivna atmosfera. Postrojenja u čijim se radnim procesima javlja eksplozivna atmosfera trebaju ispunjavati posebno visoke sigurnosne zahtjeve koji čine jednu od

temeljnih funkcija takvih vrsta postrojenja. Zbog toga se u organizaciju poslovanja unosi sve više planiranih aktivnosti da bi se povećala sigurnost i spriječio zastoj, odnosno oštećenje i kvar, a koji mogu biti uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere.

STATISTIČKE RAZDIOBE UZROKA EKSPLOZIJA

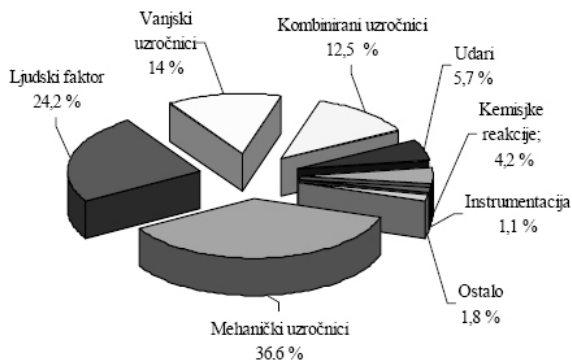
Statističke razdiobe uzročnika paljenja daju jasan i nedvosmislen prikaz na koje se uzročnike paljenja eksplozivne atmosfere i elemente stroje-

*Dr. sc. Slavko Rumbak, dipl. ing. stroj., Agencija za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom, Ex-Agencija, Baštijanova bb, 10001 Zagreb, p.p. 304 (s.rumbak@ex-agencija.hr).

va potrebno posebno fokusirati s uporabom mjera u cilju zaštite od eksplozije. Razdioba učestalosti uzročnika paljenja eksplozivne atmosfere plinova i para pokazuje da su mehanički uzročnici paljenja, i to vruće površine, mehaničke iskre i ležajevi prvi po učestalosti paljenja s više od 36% (Hughes, Hanif, 2000., Thyer, 2002., Rumbak, 2009., Rumbak et. all, 2010.); (slika 1); (Hughes, Hanif, 2000.).

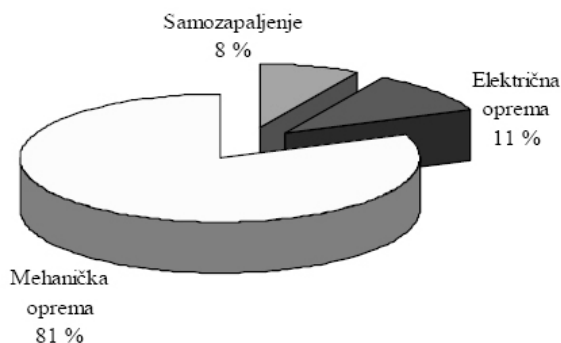
U industrijskim postrojenjima s eksplozivnom atmosferom prašine prvi po učestalosti su također mehanički uzročnici paljenja koji iznose od 33% do 70% (Eckhoff, 2003., Lunn, 2002., Billinge, 1979.). Učestalost uzročnika paljenja nakon identificiranja uzročnika u 91% od 129 eksplozija prašine ukazuje da su mehanički uzročnici uz ležajeve najučestaliji s iznosom od 58% (Schoeff, 1999.). U 426 eksplozije prašine, vruće površine, mehaničke iskre i trenje čine preko 70% svih uzročnika paljenja (Eckhoff, 2003.).

U rudnicima ugljena, također, najznačajniji uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere su mehanički uređaji i oprema s učestalosti od 81% (slika 2); (Thyer, 2002.).



Slika 1. Učestalost uzročnika paljenja u eksplozijama plinova i para

Figure 1. Incidence of ignition source in gas and vapour explosions

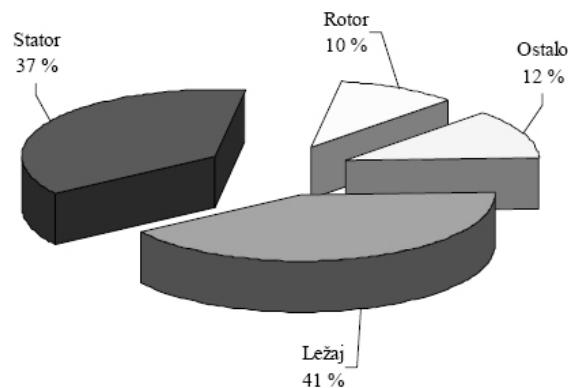


Slika 2. Učestalost uzročnika paljenja u eksplozijama prašine u rudnicima ugljena u razdoblju od 1992. do 2002. godine

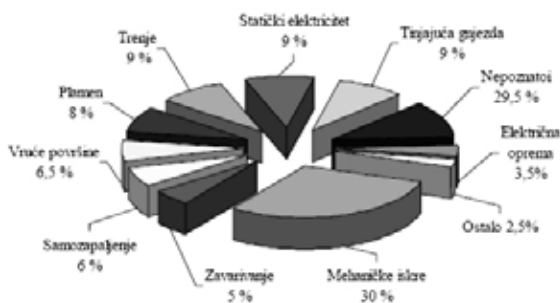
Figure 2. Incidence of ignition source in dust explosions in coalmines for the period 1992-2002

Kvarovi i nepravilan rad opreme vrlo često dovode do pojave uzročnika paljenja eksplozivne atmosfere. Svakako valja napomenuti da svaki kvar nastao u opremi ne znači odmah i pojavu uzročnika paljenja, ali se zato kvarovi moraju razmatrati kao potencijalni uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere.

Kod strojne rotacijske opreme (crpke) prvi po učestalosti kvarova su kvarovi ležaja. Slijede neuravnoteženost i ekscentričnost rotora (Girdhar, Moniz, 2005.).



Slika 3. Učestalost kvarova u elektromotoru
Figure 3. Incidence of electromotor faults



Slika 4. Raspodjela uzročnika paljenja u eksplozijama prašine u industriji

Figure 4. Distribution of ignition source in dust explosions in industrial plants

Studijom (Thornten, Armintor, 2003.) kojom je provedeno ispitivanje na 6000 elektromotora otkriveno je da mehanički kvar u elektromotoru sudjeluje s visokih 53%, a ležaj pojedinačno s 41% (slika 3); (Thornten, Armintor, 2003.). Nadalje, kotrljajni ležaj u rotacijskoj opremi u svim kvarovima sudjeluje najznačajnije, tako da kod elektromotora kvarovi na ležaju sudjeluju prema mnogobrojnim izvorima i s više od 50% (Lanphier et. all, 2007., Thomson, 1999., Orłowski, 2008., Agrawal, 2001., Kiameh, 2004., Rumbak, 2009.). Kod elektromotora male i srednje snage do 150 kW koji su najzastupljeniji u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom uobičajeno se upotrebljavaju kotrljajni ležajevi (Rumbak, 2009.). Slika 4. prikazuje uzročnike paljenja u eksplozijama prašine u industriji (Lunn, 2002.).

Iz dosadašnjih provedenih istraživanja u Republici Hrvatskoj (Rumbak, 2009., Ranilović, 2006.) koja se odnose na industrijska postrojenja s eksplozivnom atmosferom vidljivo je da su mehanički uzročnici (ležajevi i brtvenice) prvi po učestalosti kvarova i prvi po duljini trajanja zastoja, a to zasigurno ukazuje i na najviše financijske troškove.

OSNOVNI POJMOVI U PROTUEKSPLOZIJSKOJ ZAŠTITI

Eksplozivna atmosfera i eksplozivna smjesa

Eksplozivna atmosfera je smjesa zraka i zapaljive tvari u obliku plina, pare, maglice ili pra-

šine pod atmosferskim uvjetima u kojima nakon inicijalnog paljenja nastaje izgaranje do nezapaljivog ostatka. Eksplozivna atmosfera vezana je za atmosferske uvjete, a to znači tlak od 0,8 do 1,1 bar i temperaturu od -25°C do $+40^{\circ}\text{C}$. Pojmom „eksplozivna smjesa“ češće se koriste laboratoriji prilikom namjernog miješanja zapaljivih tvari i zraka u svrhu ispitivanja, dok se pojmom „eksplozivna atmosfera“ koriste industrijska postrojenja.

Ugroženi prostor (od eksplozije)

Prostor u kojemu atmosfera može postati eksplozivna zbog lokalnih i pogonskih (tehnoloških) uvjeta naziva se ugroženi prostor.

Oprema i zaštitni sustav

U industrijska postrojenja ugrađuju se oprema i zaštitni sustavi kako bi se zaštitila od eksplozije. Oprema je detaljno definirana u Pravilniku o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, a općenito se može reći da su to svi uređaji koji imaju vlastiti uzročnik paljenja. Zaštitni sustavi su uređaji čija je namjena trenutačno spriječiti razvoj eksplozije i/ili ograničiti područje djelovanja plamena i tlaka eksplozije. Oni mogu biti ugrađeni u opremu ili odvojeno stavljeni na tržište kao samostalan sustav.

Skupine i kategorije

Temeljna podjela opreme namijenjene uporabi u eksplozivnoj atmosferi obuhvaća dva temeljna područja, odnosno skupine:

- skupina I: jamski plinovi i ugljena prašina u podzemnim rudnicima, od kojih je glavni predstavnik metan (CH_4)
- skupina II: svi plinovi uključujući i metan, pare i prašine u suvremenoj industrijskoj tehnologiji (na svim ostalim mjestima uporabe osim rudnika).

Kategorije opreme dijele se na:

- Kategoriju 1 koju čini oprema sposobna funkcionirati u skladu s radnim parametrima

trima utvrđenim od proizvođača osiguravajući *vrlo visoku razinu zaštite*. Oprema kategorije 1 namijenjena je uporabi u prostorima u kojima je eksplozivna atmosfera trajno prisutna ili je češće prisutna dulje vrijeme.

- Kategoriju 2 koju čini oprema sposobna funkcionirati prema radnim parametrima utvrđenim od proizvođača osiguravajući *visoku razinu zaštite*. Oprema kategorije 2 namijenjena je uporabi u prostorima u kojima je lako moguća pojava eksplozivne atmosfere u normalnom radu.
- Kategoriju 3 koju čini oprema sposobna funkcionirati prema radnim parametrima utvrđenim od proizvođača osiguravajući *normalnu razinu zaštite*. Oprema kategorije 3 namijenjena je uporabi u prostorima u kojima se očekuje pojava eksplozivne atmosfere u slučaju kvara ili se može pojaviti rijetko, a kada se pojavi, kratko traje.

Zone ugroženog prostora

Ugroženi prostor u industrijskim postrojenjima u kojima se pojavljuje eksplozivna atmosfera plinova i para klasificira se u tri zone:

- Zona 0: prostori u kojima je eksplozivna atmosfera prisutna kontinuirano, u duljim razdobljima ili vrlo često.
- Zona 1: prostori u kojima je pojava eksplozivne atmosfere vjerojatna povremeno, u normalnom radu postrojenja.
- Zona 2: prostori u kojima pojava eksplozivne atmosfere nije vjerojatna u normalnom radu, ali ako se i pojavi, trajat će samo kratko.

Ostali prostori u industrijskim postrojenjima u kojima se ne očekuje prisutnost eksplozivne atmosfere u količini koja iziskuje posebne mjere u pogledu konstrukcije, ugradnje i uporabe opreme nazivaju se neugroženi prostori.

Prostori u industrijskim postrojenjima u kojima se pojavljuje eksplozivna atmosfera zapaljive prašine klasificiraju se također u tri zone:

- Zona 20: prostori u kojima je eksplozivna atmosfera u obliku oblaka zapaljive pra-

šine u zraku prisutna trajno, ili u dugim vremenskim intervalima, ili često, u kraćim vremenskim intervalima. Redovito se pojavljuje i taloženje prašine uz vrlo otežano kontroliranje debljine sloja nataložene prašine.

- Zona 21: prostori u kojima se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka zapaljive prašine u zraku može pojaviti povremeno u normalnom radu. Postoji mogućnost kontroliranja taloženja prašine te ograničenog rasprostiranja oblaka prašine oko izvora zaprašivanja.
- Zona 22: prostori u kojima se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka zapaljive prašine u zraku ne pojavljuje u normalnom radu, odnosno ako se pojavi, postoji samo kratkotrajno. Prvenstveno su to prostori manje zaprašivosti, osobito ako je taloženje prašine moguće kontrolirati povremenim čišćenjem.

MJERE PROTUEKSPLOZIJSKE ZAŠTITE

U zakonskim propisima mjere protueksplozijske zaštite navedene su u prilogu I Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom i odnose se na poduzimanje tehničkih i/ili organizacijskih mjera koje su prikladne za vrstu postupka, po redu prioriteta, a u skladu s ovim osnovnim načelima:

- spriječiti stvaranje eksplozivne atmosfere
- spriječiti paljenje eksplozivne atmosfere
- smanjiti štetno djelovanje eksplozije kako bi se osiguralo zdravlje i sigurnost radnika.

Ove mjere ponekad treba nadopuniti ili kombinirati s mjerama protiv širenja eksplozije i mjerama u sklopu redovitog održavanja. Primenjene mjere protueksplozijske zaštite svakako moraju biti podvrgnute tehničkom nadgledanju sukladno prilogu II Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te

tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom.

Mjere za sprečavanje nastanka eksplozivne atmosfere

Da bi se smanjile mogućnosti nastanka eksplozivne atmosfere i ograničio ugroženi prostor, uobičajeno se primjenjuju ove mjere:

- uporaba zatvorenih tehnoloških procesa,
- uporaba zavarenih spojeva umjesto priрубničkih spojeva,
- primjena opće i lokalne ventilacije (prirodna ili kontrolirana prisilna ventilacija),
- inertizacija (posebice kod prisutnosti zapaljivih prašina),
- uporaba otapala na osnovi vode,
- tehnološka disciplina ili povišenje savjesti radnika koji obavljaju poslove,
- preventivno održavanje tehnološke opreme s pravodobnom zamjenom brtvi i raznih dijelova na kojima može doći do ispuštanja zapaljivih medija,
- postavljanje osjetila (detektora) prisutnosti para ili plinova zapaljivih medija (tzv. plinodetekcija).

Ako nije moguće spriječiti stvaranje eksplozivne atmosfere, potrebno je prvo provesti klasifikaciju prostora (odrediti zone ugroženog prostora), a zatim primijeniti sekundarne mjere protueksplozijske zaštite, odnosno ugraditi protueksplozijski zaštićenu opremu (Ex-opremu).

Klasifikacija prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom

Klasifikacija prostora je postupak analize i razvrstavanja okoliša (prostora) u kojem se može pojaviti eksplozivna atmosfera, a čija je svrha lakši izbor prikladnih uređaja za sigurnu uporabu u takvom okolišu, pri čemu se vodi računa o skupini plinova i temperaturnom razredu. Bez provedene klasifikacije prostora, tj. razvrstavanja prostora s eksplozivnom atmosferom postrojenja u zone, nemoguće je utvrditi u kojoj se mjeri eksplozivna atmosfera pojavljuje, pa ni definirati zahtjeve na opremu.

Izvori ispuštanja zapaljivih tvari

Općenito, plinovi i pare nalaze se unutar tehnološke opreme koja može, ali u većini slučajeva ne mora biti potpuno zatvorena (plinotijesna). Svaki dio tehnološke opreme (npr. priрубnice na cjevovodima, spremnici, odušni ventil, sigurnosni ventil itd.) valja promatrati kao mogući izvor ispuštanja zapaljive tvari. Izvori ispuštanja zapaljivog medija mogu se podijeliti prema stupnjevima ispuštanja:

- *Trajni izvori ispuštanja (T):* svi izvori koji kontinuirano ispuštaju zapaljivi plin, paru ili prašinu. U pravilu, trajni izvori ispuštanja stvaraju uvjete za klasifikaciju prostora s plinovima i/ili parama u zonu 0, a s prašinama u zonu 20.
- *Primarni izvori ispuštanja (P):* svi izvori ispuštanja koji su predviđeni tehnološkim procesom, odnosno kod kojih je ispuštanje očekivano u normalnom radu. U pravilu, primarni izvori ispuštanja stvaraju uvjete za klasifikaciju prostora s plinovima i/ili parama u zonu 1, a s prašinama u zonu 21.
- *Sekundarni izvori ispuštanja (S):* svi izvori ispuštanja koji se pojavljuju vrlo rijetko, a ako se pojave, traju kratko. To znači da se ispuštanje normalno ne očekuje ili se očekuje vrlo rijetko, a ako do njega ipak dođe, ono će trajati kratko. Sekundarni izvori ispuštanja obično stvaraju uvjete za klasifikaciju prostora s plinovima i/ili parama u zonu 2, a s prašinama u zonu 22.

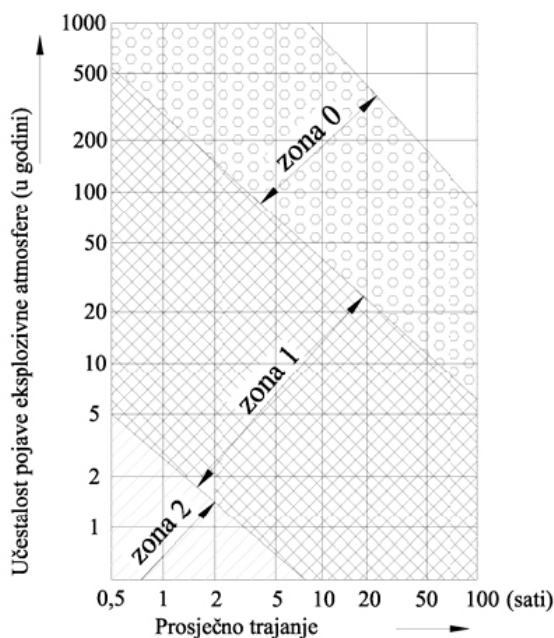
Klasifikacija prostora ugroženih plinovima i/ili parama

Početni korak u klasifikaciji prostora je procjena vremena trajanja izvora ispuštanja u skladu s definicijama zona 0, 1 i 2. Prilikom provedbe klasifikacije prostora za svaki izvor ispuštanja plina ili pare potrebno je definirati ove podatke:

- naziv zapaljive tvari,
- opis izvora ispuštanja zapaljive tvari,
- stupanj ispuštanja (T, P, S),
- stanje zapaljive tvari (plin ili para zapaljive kapljevine koja hlapi),
- tlaka para,
- temperatura i tlak zapaljive tvari,

- donju granicu eksplozivnosti (DGE) u kg/m^3 ,
- kapacitet izvora ispuštanja (dG/dt) u kg/s ,
- najmanji volumenski protok svježeg zraka (dV/dt) u m^3/s ,
- vrijeme trajanja ispuštanja u h,
- broj izmjena zraka C (otvoreni ili zatvoreni prostori) u s^{-1} ,
- faktor ventilacije f,
- temperatura okoliša u K.

Postupak klasifikacije prostora ugroženih zapaljivim parama ili plinovima provodi se prema HRN EN 60079-10-1. Specifične tehnologije (npr. larkirnice, strojevi za nanašanje premaznih sredstava i dr.) imaju neku od „granskih“ normi za pojedinu tehnologiju. Na temelju omjera učestalosti pojave i prosječnog trajanja eksplozivne atmosfere može se približno dati i grafička podjela vjerojatnosti pojave eksplozivne atmosfere u ugroženom prostoru kao što to prikazuje slika 6 (Marinović, 2005.).



Slika 5. Vremenski kriterij za podjelu ugroženog prostora na zone u odnosu na učestalost pojave i trajanja eksplozivne atmosfere i uzročnika paljenja
Figure 5. Time criterion for dividing endangered area into zones in relation to the incidence and duration of explosive atmosphere and ignition source

Postoje specifični postupci klasifikacije prostora, npr. postaja tekućih goriva koji se provodi prema Pravilniku o postajama za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom i dr.

Klasifikacija prostora ugroženih zapaljivim prašinama

Određena industrijska postrojenja (npr. termoelektrane, prehrambena industrija, cementna industrija, silosi žitarica i dr.) mogu biti ugrožena eksplozivnom atmosferom zapaljive prašine na način da se zapaljiva prašina nalazi u obliku:

- uzvitlane prašine, odnosno u obliku oblaka prašine iz bilo kojeg izvora ispuštanja, uključujući sloj ili nakupinu;
- slojeva prašine koji vjerojatno neće stvoriti oblak prašine, ali koji se mogu zapaliti zbog vrućih površina na kojima se prašina taloži. Zapaljenjem sloja prašine može doći do buktanja, a zatim može uslijediti eksplozija tako uzvitlane prašine te lančanog procesa daljnjeg uzvitlavanja prašine i eksplozije.

Uzvitlana prašina, odnosno oblak prašine, čini opasnost od eksplozije ako je koncentracija uzvitlane prašine iznad DGE. Temeljni podatak za utvrđivanje DGE je koncentracija uzvitlane prašine u zraku mjerena u g/m^3 . Primarno ugroženi prostori u kojima se pojavljuju oblaci prašine su presipna mjesta, cikloni, transporteri, silosi i drugo.

Kod nataložene prašine posebno treba uzeti u obzir činjenicu da mali trajni izvor ispuštanja, odnosno trajni izvor ispuštanja s vrlo malim količinama ispuštanja u jedinici vremena može, za dovoljno dugo razdoblje, stvoriti nataložene slojeve prašine.

Opasnosti od eksplozije uzrokovane nataloženom prašinom učestalije su u industrijskim postrojenjima zbog:

- zagrijane površine na kojoj se prašina taloži, a iznad temperature tinjanja može se zapaliti sloj prašine

- uzvitlavanja nataložene prašine koje se može pojaviti iz drugih razloga, npr. ventilacije, procesa ili mehaničkim uzvitlavanjem, a što može tvoriti eksplozivnu atmosferu.

Nataloženi slojevi čine tri vrste opasnosti:

- 1) Primarna eksplozija unutar određenog prostora može raspršiti nataložene slojeve prašine u oblake te izazvati mnogo razornije sekundarne eksplozije.
- 2) Nataloženi slojevi prašine mogu se zapaliti zbog topline s površina rotacijske opreme na kojima su nataloženi.
- 3) Nataložena prašina može se podići u zrak te tako stvoriti oblak koji se može zapaliti u dodiru s vrućom površinom, a zatim izazvati eksploziju. U stvarnosti su temperature paljenja oblaka prašine često mnogo više od temperatura tinjanja sloja prašine. Npr. ugljen ima temperaturu tinjanja sloja 170 °C, dok je temperatura paljenja oblaka 610 °C. Nužno je istaknuti da temperature tinjanja sloja i paljenja oblaka bilo koje zapaljive prašine imaju značajna odstupanja zbog utjecaja granulacije, volatila, vlažnosti i drugog. Za preporučiti je da se provode mjerenja zapaljivih značajki svake pojedine zapaljive prašine dostavljene u postrojenje iz različitih izvora i pošiljki (šarži).

Postupak klasifikacije prostora ugroženih zapaljivim prašinama provodi se prema HRN EN 60079-10-2 ili nekoj od „granskih” normi za pojedinu tehnologiju.

Sprečavanje pojave uzročnika paljenja

Ako se u postrojenju ne može spriječiti nastanak eksplozivne atmosfere, nužno je definirati zone ugroženog prostora. U ugroženom prostoru obvezno je sprečavanje pojave uzročnika paljenja. Sprečavanje pojave uzročnika paljenja treba provoditi na cjelokupnoj opremi (električnoj i neelektričnoj) i instalacijama (električnim i neelektričnim) koje se nalaze u ugroženom prostoru (zonama).

Uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere

Uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere definirani su u normi HRN EN 1127-1 (Tablica 1). Ovdje se uočava današnja metodologija protueksplozijske zaštite da se uz električne uređaje, koji su u normi HRN EN 1127-1 prikazani samo kao jedan od mogućih uzročnika paljenja, navodi i niz drugih koji su vezani za strojnu mehaničku opremu (vruće površine, mehanička iskra, adijabatska kompresija, plamen i vrući plinovi, statički elektricitet i dr.), ali i uzročnici paljenja koji su vezani za prirodne pojave (npr. atmosferska pražnjenja).

Tablica 1. Uzročnici paljenja prema normi HRN EN 1127-1**Table 1. Ignition source according to norm HRN EN 1127-1**

Uzročnici paljenja	Primjeri
Vruće površine	Ležaj, vruće cijevi-parovodi, kočnice, grijači, mehanička brtvenica, osovinska brtva
Plamen, vrući plinovi i vruće čestice	Motori s unutrašnjim izgaranjem, ispušni plinovi, plinski motori, peći
Mehanički generirane iskre	Ventilator, ležaj, zupčanici, lančani prijenos
Električni uređaji	Elektromotor, prekidači, svjetiljke, el. grijači, utičnice, sklopke
Lutajuće struje, katodna zaštita	/
Statički elektricitet	Oprema od polimernog materijala: remeni, trake, cijevi, ventilacijski kanali od polimera, neprikladna odjeća i obuća, neprikladne podloge, neprikladna galvanska povezanost
Atmosferska pražnjenja	Munje
Radio-elektromagnetski valovi frekvencija od 10^4 Hz do 3×10^{12} Hz	Radioodašiljači, antene, mobilni telefoni
Elektromagnetski valovi frekvencija od 3×10^{12} Hz do 3×10^{15} Hz	/
Ionizirajuće zračenje	Laseri
Ultrazvuk	Mjerila razine tekućine u spremnicima
Adijabatska kompresija i udarni valovi	Kompresori zraka ili plina
Egzotermna reakcija, uključujući samozapaljenje prašine	Skladištenje ugljena i ugljene prašine, kemijske reakcije

Smanjivanje učinaka eksplozije pomoću zaštitnih sustava

U slučaju da eksploziju nije moguće pouzdano izbjeći, treba poduzeti mjere kako bi se učinci eksplozije ograničili i smanjili na sigurnu razinu. Učinci eksplozije mogu se smanjiti na nekoliko načina:

- uporabom eksplozijski – otporne izvedbe uređaja. Eksplozijski otporna izvedba opreme dijeli se na dvije manje podskupine eksplozijski – tlačnu izvedbu koja mora izdržati očekivani tlak eksplozije bez trajnih deformacija i eksplozijski – udarnotlačnu otpornu izvedbu koja mora biti tako izrađena da može izdržati očekivani tlak eksplozije, ali može ostati trajno deformirana. Prilikom razvoja eksplozije nastaju trajne deformacije, odnosno dolazimo u područje plastičnosti Hookovog dijagrama;
- rasterećivanjem eksplozije. Ublažavanje eksplozije je načelo zaštite koje se temelji

na ispuštanju izgorene i neizgorene smjese te gorivih plinova zbog snižavanja tlaka eksplozije. Ovo se postiže ugradnjom npr. rasprskavajućih diskova, odušnih umetaka i sl. dovoljnih da spriječe razaranje opreme;

- suzbijanjem eksplozije. Sustavi za suzbijanje eksplozije sprečavaju eksploziju postizanjem najvišeg tlaka, i to brzim injektiranjem zagušujućih agensa u opremu u slučaju eksplozije;
- sprečavanjem plamena, a time i širenja eksplozije. Sprečavanje širenja eksplozije (razdvajanje eksplozije) moguće je uporabom aktivne i pasivne naprave za sprečavanje širenja eksplozija, npr. kroz cijevi (npr. zaustavljači plamena, tekući zapori i dr.).

Smanjivanje učinaka eksplozije provodi se pomoću samostalnih zaštitnih sustava. Zaštitni sustavi definirani su Pravilnikom o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu

u potencijalno eksplozivnim atmosferama kao uređaji koji su namijenjeni trenutačnom zauzavljanju razvoja eksplozije i/ili ograničavanju područja djelovanja eksplozije i koji su odvojeno stavljeni na tržište i/ili raspolaganje kao samostalni sustavi.

METODOLOGIJA OCJENE I PRIHVATLJIVOSTI UPORABE UREĐAJA I INSTALACIJA U UGROŽENOM PROSTORU

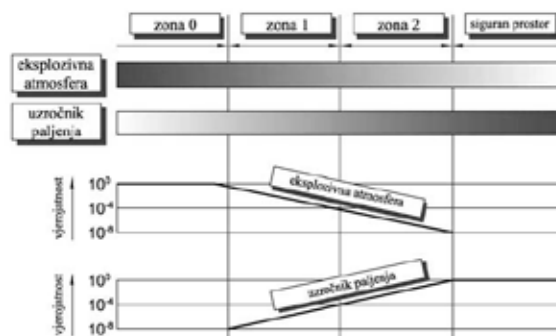
Metodologija ocjene i prihvatljivosti uporabe uređaja i instalacija u ugroženom prostoru svodi se zapravo prema mjestu same ugradnje. Prema tome, ako se uređaj (električni ili neelektrični) nalazi u zoni 2 potrebno je razmatrati samo normalni rad tog uređaja. Jer, razmatraju se uzročnici paljenja (Tablica 1) koji se pojavljuju u normalnom radu tog uređaja. Identično je i s instalacijama, i to električnim ili neelektričnim (npr. parovodi i dr.) koje se nalaze u zoni 2.

Za uređaje i instalacije koji se nalaze u zoni 1 treba uz normalni rad razmatrati i očekivane kvarove, i to na pojedinim strojnim elementima uređaja (npr. kvarovi ležaja, kvarovi brtvenica i brtvi, preopterećenje, kratki spoj i sl.). Također kod instalacija u zoni 1 razmatraju se kvarovi, i to kod električnih instalacija kratki spoj, preopterećenje, zemljospoj i dr., a kod neelektričnih instalacija povišenje temperature, narušavanje izolacije parovoda, nabijanje statičkim elektricitetom polimernih cijevi/kanala, pojava mehaničkih iskri i sl.

U zoni 0 uz normalni rad treba uključiti očekivane kvarove i rijetke kvarove koji mogu nastati u uređaju ili instalaciji.

Navedeno u potpunosti dobiva smisao ako uporabu uređaja i instalacija povežemo sa zonom ugroženog prostora u kojoj su ugrađeni. Tako da u zoni 2 gdje se rijetko očekuje pojava eksplozivne atmosfere, a ako se pojavi traje kratko, treba razmatrati samo normalni rad uređaja. Jer, koincidencija pojave uzročnika paljenja i eksplozivne atmosfere bila bi vrlo malo vjero-

jatna (slika 6). U zoni 1 gdje se očekuje pojava eksplozivne atmosfere treba razmotriti kvarove u uređajima i instalacijama. U zoni 0 gdje je trajna (kontinuirana) pojava eksplozivne atmosfere ne smije se dopustiti pojava uzročnika paljenja niti prilikom rijetkih kvarova. Određeni autori (*Marinović, 2005.*) smatraju da umnožak učestalosti pojave eksplozivne atmosfere i uzročnika paljenja ne smije prijeći vrijednost 10^{-8} (slika 6); (*Rumbak, 2009.*).



Slika 6. Vjerojatnosti postojanja eksplozivne atmosfere i uzročnika paljenja u pojedinim zonama

Figure 6. Likelihood of the presence of explosive atmosphere and ignition source in different zones

PRIMJENA PROTUEKSPLOZIJSKI ZAŠTIĆENE OPREME

Praksa primjene protueksplozijski zaštićene opreme dijeli se na dva temeljna područja, i to:

- proizvodnju Ex-opreme i stavljanje na tržište prema Pravilniku o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama i Direktivi 94/9/EC
- uporabu i primjenu Ex-opreme kod korisnika prema Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom i Direktivi 1992/92/EC.

Područje proizvodnje regulirano je Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti, te Pravilnikom o opremi i za-

štitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama koji je identičan Europskoj direktivi 94/9/EC (tzv. Atex 95). Područje proizvodnje i stavljanja Ex-opreme na tržište u zakonskoj regulativi regulira se postupcima ocjenjivanja sukladnosti opreme. Treba pojasniti da su postupci ocjene sukladnosti svi postupci u sklopu kojih se ocjenjuje Ex-zaštita opreme koja se stavlja na tržište, odnosno koja se proizvodi. Vrlo često se pojam ocjene sukladnosti zamjenjuje pojmom certifikacija, što je samo djelomično točno. Jer, certifikacija je samo jedan od postupaka ocjene sukladnosti koji rezultira izdavanjem certifikata. Postoje niz drugih postupaka ocjene sukladnosti koji mogu rezultirati i nekim drugim oblikom izlaznog dokumenta (npr. potvrdom o deponiranju, proizvođačevom izjavom o sukladnosti i dr.).

Područje primjene Ex-opreme kod korisnika zapravo obuhvaća instaliranje/ugradnju, uporabu, održavanje i popravak. Područje primjene i uporabe kod korisnika, odnosno područje sigurnosti i zaštite zdravlja radnika od opasnosti uzrokovane eksplozivnom atmosferom regulirano je: Zakonom o zaštiti na radu, te Pravilnikom o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom koji je identičan Europskoj direktivi 1999/92/EC (tzv. Atex 137).

Zahtjevi za opremom koja se stavlja na tržište (tzv. „nova oprema“)

Sva novoproduzvana Ex-oprema mora biti konstruirana u skladu s Pravilnikom o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama. U cilju prihvaćanja opreme (električne i neelektrične) s oznakom Ex-zaštite (kategorije) postupak je relativno jasan. Ukratko se može reći da nema značajnijih razlika kod ocjene sukladnosti za električnu i neelektričnu opremu, osim za kategoriju 2. Potrebno je u ovisnosti o kategoriji opreme posjedovati određene dokumente ocjene sukladnosti, odnosno certifikacijsku dokumentaciju.

Vrsta potrebne certifikacijske dokumentacije, a koja ovisi o kategoriji opreme je:

- a) za opremu kategorije 1 i zaštitne sustave:
 - tipski certifikat (eng. *EC Type Examination Certificate*)
 - izjava o sukladnosti (eng. *Declaration of Conformity*)
- b) za opremu kategorije 2:
 - električnu:
 - tipski certifikat (eng. *EC Type Examination Certificate*)
 - izjava o sukladnosti (eng. *Declaration of Conformity*)
 - neelektričnu
 - potvrda o deponiranju tehničke dokumentacije (eng. *Acknowledgement of Deposit File*)
 - izjava o sukladnosti (eng. *Declaration of Conformity*)
- c) za opremu kategorije 3:
 - izjava o sukladnosti (eng. *Declaration of Conformity*).

Za uređaje sve tri kategorije treba imati i upute za uporabu i održavanje izdane od proizvođača.

Način postupanja s opremom koja je već u radu, tzv. „starom opremom“

Oprema koja je ugrađena prije 30. lipnja 2003. godine treba nakon 30. lipnja 2006. u potpunosti biti u skladu sa zahtjevima Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom. Također, nužno je da poslodavci ispune zahtjeve iz toč. 5 Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom koji se odnose na procjenu rizika nastanka eksplozije. Unatoč činjenici da smo već dobro zakoračili u razdoblje nakon dana „D“, još uvijek možemo reći da većina opreme nije zadovoljila

i ispunila zahtjeve spomenutog Pravilnika. Mnoga, posebice manja poduzeća i pojedinci nisu uopće svjesni da se s duljom uporabom opreme svakako smanjuje (degradira) zaštita od eksplozije. Postavlja se važno pitanje: Kako postupiti u slučaju da je vaša tvrtka među njima?

Električna oprema i instalacije

S obzirom da je električna oprema i instalacije dulje vremena pod nadzorom ovlaštenih tijela i inspekcija, ona je i s time pošteđena određenih današnji dubljih analiza sa stajališta protueksplozijske zaštite. Današnji zahtjevi koje treba zadovoljiti električna oprema i instalacije u uporabi su analize prema zahtjevima navedenim u novim izdanjima normativnih dokumenata (posebice pojedinih vrsta Ex-zaštite). Međutim, bolji poznavaoči normi znaju da se, između pojedinih izdanja, vrlo rijetko događaju bitne izmjene normi, a koje su vezane za promjenu u bitnim (temeljnim) zahtjevima. Većina promjena u novim izdanjima normi vezana je za proširenje zahtjeva, odnosno manjeg i formalnog je značaja. Tako se općenito može zaključiti ako su električni uređaji i instalacije pravilno ugrađeni u vrijeme izgradnje postrojenja (ispunjeni posebni uvjeti uporabe, tzv. znak „X”), održavani sukladno preporukama proizvođača, provedeni pregledi (vizualni, kontrolni, detaljni) te izvršeni eventualni popravci od ovlaštenih radionica sa stajališta protueksplozijske zaštite i nadalje su prikladni za rad (uporabu).

Strojna (neelektrična) oprema i instalacije

Sva neelektrična (mehanička, hidraulična i pneumatska) oprema i svi njezini strojni elementi (dijelovi) moraju biti podvrgnuti formalnoj dokumentiranoj analizi i procjeni opasnosti od paljenja sukladno normi HRN EN 13463-1. Ova procjena mora se provesti kako bi se utvrdilo koji mogući uzročnici paljenja nastaju uporabom navedene opreme, te se isključivo i samo odnose na spomenute uzročnike paljenja. Procjena opasnosti od paljenja mora dati listu mjera za primjenu u svrhu prevencije potencijalnih uzročnika paljenja kako oni ne bi postali djelatvorni. Uzimaju se u obzir svi uzročnici paljenja

iskazani normom HRN EN 1127-1. Opća načela i metodologija provedbe analize i procjene opasnosti od paljenja djelovanjem uzročnika paljenja prikazani su normom HRN EN 15198.

Procjena i analiza uzročnika paljenja kod mehaničkih uređaja je složena prvenstveno zbog složenosti i različitosti konstrukcije i izvedbi. Tako je procjena i analiza uzročnika paljenja kod crpke složena zbog različitosti konstrukcije, odnosno mjesta (strojnih elemenata) na kojima se mogu pojaviti uzročnici paljenja. Različite izvedbe crpki (klipne, centrifugalne, membranske, klipne, zupčaste, vijčane, vakuum crpke, za odsis zapaljivih para i dr.) imaju i različita mjesta na kojima se mogu pojaviti (različiti) uzročnici paljenja. Nadalje, složenost se očituje i prema mjestu i načinu ugradnje: horizontalne ili vertikalne, uronjene u medij i dr. Kompleksnost još postaje izraženija ako se počinju i razmatrati pogoni crpki koji ne trebaju uvijek biti pomoću elektromotora nego parom (parnom turbinom) ili pomoću plinskih motora, te ako se između crpke i pogona nalazi reduktor ili multiplikator, spojka i sl. Još veća kompleksnost izraženija je kod složenije mehaničke opreme npr. kompresora, plinskih motora, plinskih turbina, mlinova i dr. Relativno jednostavnija konstrukcija je kod ventilatora koji bi se mogli povezati kod električnih uređaja s elektromotorima. Takvi relativno jednostavniji uređaji imaju mjesta s uzročnicima paljenja koja možemo podijeliti na stator, rotor, vratilo i ležajeve.

Tehnička dokumentacija za neelektričnu opremu koja se nalazi u uporabi, a koja je temelj za prihvaćanje u ugroženom prostoru mora biti prikazana zajedno s izvješćima o procjeni opasnosti od paljenja (HRN EN 13463-1). U tu svrhu, tehnička dokumentacija i njezina pripadna izvješća moraju sadržavati uz ostalo i ove informacije (*Rumbak, 2004.*):

1) Opći dio

- opis tehnološkog procesa i uređaja,
- P&I dijagram,
- prikaz (raspored) pozicija uređaja i položaja („trase”) instalacija u zonama ugroženog prostora,

- konstrukcijske nacрте (crteže) iz kojih su vidljivi glavni strojni elementi (dijelovi) na kojima se može pojaviti uzročnik paljenja,
- materijale i njihove karakteristike (posebice ako se upotrebljavaju polimerni materijali, materijali koji mogu tvoriti iskre i dr.),

2) Procjenu opasnosti od paljenja

- tablični prikaz s identifikacijom opasnosti od paljenja i utvrđivanjem preventivnih ili zaštitnih mjera za sprečavanje uzročnika paljenja (HRN EN 13463-1, HRN EN 15498 i dr.),
- ocjena i iskustveni podaci vezani uz pojavu dosadašnjih kvarova,
- primijenjene (implementirane) mjere u svrhu uklanjanja ili smanjenja identificiranih opasnosti od paljenja (npr. iz normi, eksperimentalnih rezultata, znanstvene i stručne literature ili drugih specifikacija),

3) Provedene izračune i mjerenja

- izračun mogućnosti paljenja mehaničkom iskrom nastalom jediničnim udarom,
- izračun obodne brzine vrtnje (npr. rotacijske opreme, remenica i dr.),
- prikaz rezultata izračuna temperature vanjske stijenke uređaja i instalacija,
- ispitivanje površinske vodljivosti i mogućnosti gomilanja statičkog elektriciteta u materijalu,
- mjerenja temperature površine, vibracija i dr.

4) Ostalo

- preporuke za uporabu i održavanje uređaja,
- kartica održavanja uređaja,
- provedeni postupci centriranja, balansiranja i sl.

5) Zaključne rezultate (primjedbe)

- zaključne napomene za uporabu predmetnog uređaja u konkretnoj lokaciji

ugroženog prostora i potrebna ograničenja vezana za predviđenu uporabu,

- prikazana periodika pregleda i održavanja.

ZAKLJUČNI OSVRT

Interes proizvođača i korisnika mora biti uspostavljanje zajedničke metodologije za povećanje sigurnosti, pouzdanosti i djelotvornosti u funkcioniranju i djelovanju opreme i zaštitnih sustava s uvažavanjem rizika od eksplozije. U postrojenjima s eksplozivnom atmosferom, protueksplozijska zaštita je alat koji osigurava jednu od temeljnih veza između proizvođača i korisnika.

Današnja metodologija protueksplozijske zaštite se temeljno oslanja na to da je opasnost u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom zbog primjene uređaja i instalacija otklonjena pravilnom konstrukcijom, certifikacijom i instalacijom uređaja. Kao alat za ispunjenje zakonskih propisa, odnosno pravilnika primjenjuju se normativni dokumenti. Međutim, unatoč relativno visokoj zakonsko-normativnoj uređenosti, današnja koncepcija protueksplozijske zaštite u praktičnoj primjeni ukazuje na određene slabosti i nedostatke. Te su slabosti osobito vidljive u odnosu između oskudnih zahtjeva u normativnim dokumentima na određene elemente strojeva i raznih statistika koje prikazuju učestalosti pojedinih uzročnika paljenja.

Današnje zahtjeve protueksplozijske zaštite treba nužno nadopuniti, i to prvenstveno kroz zakonske propise i norme, suvremenim znanstvenim spoznajama koje su nastale na uvažavanju statističkih razdioba uzroka eksplozija tijekom nekoliko zadnjih desetljeća.

Sve do nedavno protueksplozijska zaštita se u velikoj mjeri samo odnosila na razmatranje električnih uređaja u ugroženom prostoru, što je svakako bilo nerazborito sa stajališta zaštite opreme i zdravlja ljudi. Također takvo stajalište nema nikakvo uporište niti s fizikalnog stajališta.

Jer, isti uzročnici paljenja (npr. vruća površina, mehanička iskra i dr.) eksplozivne atmosfere plinova, para i prašina mogu nastati na različitim električnim (elektromotor) i neelektričnim (crpka) uređajima, ali na istim elementima (npr. ležajevi i osovinske brtve) koji se pojavljuju i kod električne i kod neelektrične opreme.

Također, ispunjenje zahtjeva iz današnjih normativnih dokumenata je samo statička procjena koja vrijedi samo za trenutak početka rada, a daljnji tijek tehnoloških događaja ovisi o održavanju tog trenutnog stanja tehnološke sigurnosti koja je u trajnoj dinamičkoj promjeni, jer i uz najbolje održavanje poremećaji i kvarovi su neminovni. Kvarovi i poremećaji nisu samo rezultat očekivanih i rijetkih događaja zbog tzv. tehnološke greške ili kvara, već rezultat normalnog tehnološkog procesa i trošenja strojnih elemenata i dijelova, ali koji ne samo da utječu na funkcionalnost već također redovito degradiraju stupanj sigurnosti od kojeg smo krenuli i kojega smo se obvezali održavati.

LITERATURA

- Agrawal, K. C.: *Industrial Power Engineering and Applications Handbook*, Butterworth-Heinemann, 2001.
- Billinge, K.: The frictional ignition hazard in industry - a survey of reported incidents from 1958 to 1978., *Fire Prevention Science and Technology*, 24, 1979., 1, 13-19.
- Directive 94/9/EC of the European parliament and the council*, On the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, 23 March 1994.
- Directive 1999/92/EC of the European parliament and of the council*, On minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres, 16 December 1999.
- Eckhoff, R. K.: *Dust explosions in the process industries; 3th edition*, Gulf Professional publishing, Elsevier Science, Boston, 2003.
- Girdhar, P., Moniz, O.: *Practical Centrifugal Pumps Design, Operation and Maintenance*, Elsevier, Oxford, 2005.
- Hughes, G., Hanif, S.: *A Comparison of Accident Experience With Quantitative Risk Assessment (QAR) Methodology*, Contract Research Report 293/2000, Det Norske Veritas Ltd, Stockport, 2000.
- Kiameh, P.: *Electrical Equipment Handbook*, McGraw-Hill, New York, 2004.
- Lanphier, M., Sen, P.K., Nelson, J.P.: An update protection of medium voltage motors: a comparison of the standards and applications, *PCIC EUROPE, 4th Petroleum and Chemical Industry Conference Europe – Electrical and Instrumentation Applications Paris*, June 13-15, 2007.
- Lunn, G.: *Frictional ignition of powders: a review*, *Health and Safety Laboratory*, Harpur Hill, Buxton, Derbyshire SK17 9JN, UK, 2002.
- Marinović, N.: *Protueksplozijska zaštita za eksplozivnu atmosferu (2. izmijenjeno i prošireno izdanje)*, Etekon, Zagreb, 2005.
- Orlowski, D.: *Extending Motor Bearing Life, Pumps & Systems*, Cahaba Media Group, Birmingham, June 2008.
- Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom*, N.N., br. 39/06.
- Pravilnik o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama*, N.N., br. 34/10.
- Pravilnik o postajama za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom*, N.N., br. 93/98., 116/07. i 141/08.
- Ranilović, M.: *Unapređenje gospodarenja tehničkim sustavima u rafineriji nafte (magistarski rad)*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2006.

Rumbak, S.: Metodologija za procjenu rizika neelektrične opreme namijenjene upotrebi u potencijalno eksplozivnim atmosferama, *Ex-Bilten*, broj 1/2, 2004.

Rumbak, S.: *Istraživanje učinaka oštećenja kotrljajnih ležaja u eksplozivnoj atmosferi (doktorska disertacija)*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, svibanj 2009.

Rumbak, S., Mudronja, V., Šakić, N., Cajner, H., Bogut, M.: Analysis of ignition risk to ball bearings in rotating equipment in explosive atmospheres, *HPCIC Europe 2010 Conference*, Oslo, Norway, 2010.

Schoeff, R.W.: Case Study of Dust Explosion at DeBruce Grain Co. Terminal Elevator, Haysville, Kansas, *3rd Worldwide Seminar on the Explosion Phenomenon and on the Application of Explosion Protection Techniques in Practice*, Ghent – Belgium, 1999.

Thomson, W.T.: A Review Of On-Line Condition Monitoring Techniques For Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors - Past Present And Future, *IEEE Symposium on Diagnostics for Electrical Machines*, Power Electronics and Drives, Gijon, Spain, Sept. 1999.

Thornten, E. J., Armintor, J. K.: *The Fundamentals of AC Electric Induction Motor Design And Application*, Turbomachinery Laboratory, Texas A&M University, College Station, 2003.

Thyer, A.: *Development of a Fire and Explosion Risk Assessment Methodology for Underground Mines*, Health & Safety Laboratory, Buxton, Derbyshire, United Kingdom, 2002.

Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju, N.N., br. 20/10.

Zakon o zaštiti na radu, N.N., br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08. i 75/09.

ANTI-EXPLOSION PROTECTION AS AN IMPORTANT SAFETY FACTOR IN INDUSTRIAL PLANTS

SUMMARY: Market globalisation and ever-increasing competition pose before businesses high norms of business conduct and behaviour if they are to survive in their environments and improve the level and safety and efficiency. The efficiency of technological processes and their safety is the sum total of many factors including the implemented anti-explosion protection measures.

The paper discusses the importance of safety in plants with explosive atmosphere and the specifics of business management in the light of new organisational and technical concepts in the protection against explosion.

Statistical data is supplied showing causes of explosions in industrial plants and mines with explosive atmosphere made up of gases, vapours and dust. Breakdowns on different machine parts in electrical and mechanical equipment in the Republic of Croatia and worldwide are presented as illustration. Methodology for evaluation and acceptability of new and old devices and installations in the risky environment is described, along with new expert knowledge, in order to meet legal requirements.

To improve safety in today's industrial plants, reduce risks of explosion and maintain minimum safety and health requirements, the methodology needs to be permanently improved.

Key words: *explosive atmosphere, explosion protection, safety, endangered area, ignition source, equipment*

*Subject review
Received: 2010-04-19
Accepted: 2010-07-26*