

NEVARNOST ELEKTROSTATIKE V EKSPLOZIJSKO OGROŽENIH PROSTORIH

mag. Ivan Božič, univ. dipl. inž. el.*

IZVLEČEK

Elektrostatična naelektritev se pojavi najpogosteje pri ločevanju dveh različnih materialov, ki sta v tesnem stiku. Nakopičena energija lahko ob hitrih razelektritvah vžge eksplozivne zmesi plinov in prahu. Najučinkovitejša zaščita je preprečevanje ali ustrezno zmanjšanje naelektritev z izbiro primernih materialov pri gradnji prostorov, opreми, tehnoloških procesih in opreми osebja ter z omejevanjem hitrosti gibanja in pretakanja snovi.

Ključne besede: elektrostatika, izolator, prevodnik, naelektritev, razelektritev, triboelektrična vrsta

ABSTRACT

Static electrical charge appears usually when separating two different materials in direct contact. The stored energy can during a quick discharge ignite explosive mixtures of gasses and dust. The most effective protection is to prevent or decrease the static charge by selecting suitable construction materials, and materials used in equipment and technical processes and for personal equipment. Limiting the substance speed and movement can also be effective.

Keywords: static electricity, isolator, conductor, charge buildup, discharge, triboelectric set

UVOD

Elektrostatični pojavi so povezani z izolatorji in električno izoliranimi prevodniki. Izraza »izolator, izoliran« se nanašata na naboj, ki je v izolatorjih težko gibljiv oziroma statičen. V izoliranem prevodniku se še vedno lahko hitro giblje, vendar je v njem ujet. Podobno kot nasploh pri elektriki se tudi pri elektrostatičnih pojavih torej vse vrti okoli naboja. Ne vemo natančno, kaj naboj v resnici je, vemo pa veliko o njegovem vedenju.

Snov je zgrajena iz atomov. Ti so sestavljeni iz negativno nabitih elektronov, ki se gibljejo okrog jedra, v katerem so pozitivno nabiti protoni in nevtroni brez naboja. Med nabitimi delci v atomu deluje zelo močna elektromagnetna sila. Elektroni in protoni imajo enako velik naboj različnega predznaka, ki mu pravimo osnovni naboj (enak je $1,6 \cdot 10^{19}$ As). Atomi imajo ravno toliko elektronov, da uravnesajo naboj protonov v jedru in so navzven električno nevtralni. Tako navzven oziroma na makroskopski ravni ne čutimo izredno močne elektrostatične sile oziroma polja. Le v neposredni okolici atomov in v njihovi notranjosti ravnotežje polj ni popolno, s čimer je moč razložiti večino kemičnih in fizikalnih lastnosti snovi.

Pod določenimi pogoji pa se tudi v makroskopskem svetu pojavijo materiali oziroma predmeti, ki navzven niso nevtralni, ker ni več ravnovesja med obema vrstama naboja. Do tega navadno

pride, ko relativno majhen delež elektronov steče iz enega na drug predmet. Predmet s primanjkljajem negativnega naboja (elektronov) postane pozitivno naelektrjen, nasprotno je predmet z viškom elektronov negativno nabit. Med predmetoma nastane elektrostatično polje. Ob procesu naelektritve se v sistemu nakopiči elektrostatična energija, ki se zaradi neugodnega energijskega stanja ob razelektritvi, ko električni naboj steče nazaj, sprosti. Sproščena energija lahko presega najmanjšo vžigno energijo eksplozivnih zmesi. Če z raznimi ukrepi naelektritve ne moremo povsem preprečiti, moramo vsaj doseči pogoje, v katerih razelektritev ne more vžgati eksplozivnih zmesi. Elektrostatika je tudi na drugih področjih v glavnem moteč in nezaželen, včasih tudi nevaren pojav. Omenimo na primer:

- o šoke oseb ob neprijetnih in nepričakovanih razelektritvah, ki so navadno le posredno lahko tudi nevarni,
- o neželeno nabiranje prahu in nečistoč v nekaterih tehnoloških postopkih,
- o lepljenje tankih plasti (filmov) raznih neprevodnih materialov je moteče zlasti pri postopkih pakiranja,
- o poškodbe in uničenje polprevodniških komponent,
- o nepravilno delovanje mikroprocesorskih sistemov...

V nekaterih primerih pa se pojav tudi koristno uporablja v tehnoloških postopkih - predvsem v zvezi z nanašanjem in transportom delcev na površine: nanašanje barv, fotokopiranje, razvrščanje...

PROCESI NAELEKTRITEV

Elektrostatične naelektritve lahko nastanejo na več načinov: z ločevanjem staknjenih in drgnjenjem predmetov iz različnih materialov, z vplivom zunanjega elektrostatičnega polja ter tudi z neposrednim dovajanjem električnega naboja na predmete - na primer ionov iz zraka.

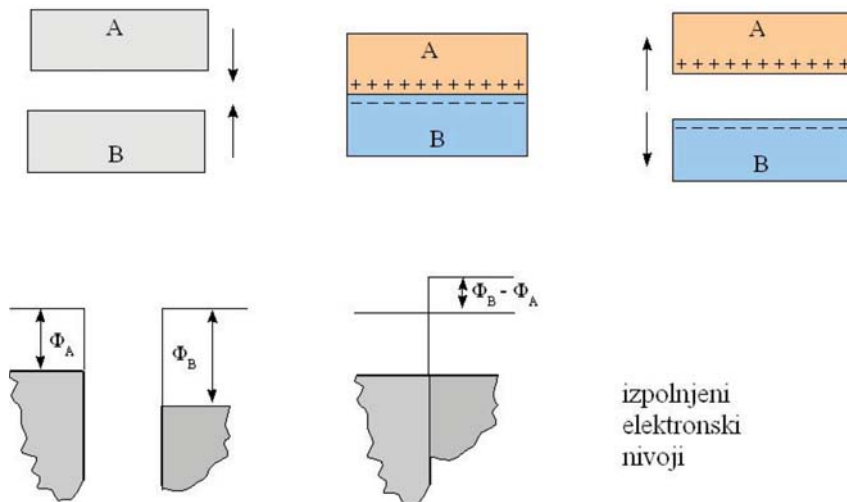
LOČEVANJE MATERIALOV

Kontakt dveh površin predmetov iz različnih snovi oziroma materialov povzroči pretok ustreznega števila elektronov z ene na drugo površino. S pretakanjem se izenačijo različni energijski nivoji atomov, ki mejijo na točke kontakta (slika 1).

Statična naelektritev se pojavi, ko se dve površini, ki sta v kontaktu, ločita in je površinska hitrost premikanja naboja na eni izmed površin majhna - vsaj en material je izolator. Če bi se naboj po obeh površinah lahko premaknil do zadnje točke kontakta v dovolj kratkem času (to se dogaja ob ločevanju dveh prevodnikov), bi se pozitivni in negativni naboj medsebojno nevtraliziral in bi tako ostalo le malo naboja na obeh površinah. Ker pa se naboj po eni od površin premika počasi, ne more steči do kontakta, tako da se naboja ne moreta izničiti in ostaneta vsak na svoji površini. Pri tem predpostavimo, da naboj ne more sam zapustiti druge površine, torej tudi druga površina sama ne prevaja naboja ali pa je izolirana od okolice.

Količina prerazporejenega naboja je odvisna predvsem od razlike »kontak-

* Ivan Božič je na ZVD d.d. vodja Kontrolnega organa ZVD. Sodeluje pri izvajanju kontrol, meritev in usposabljanja na področju dvigal, strojev, električnih inštalacij in neionizirajočih sevanj.



Slika 1. Razmere pred, med in po stikanju izolatorjev

tnega potenciala«. Glede na tendenco kopičenja naboja na površini so posamezni materiali razvrščeni v **triboelektrično vrsto** (slika 2). Bolj pozitivno v tabeli pomeni, da bo ta material nabral več pozitivnega naboja v kontaktu z drugimi materiali in obratno. Bolj negativno v razporednici pomeni, da privlači več elektronov v kontaktu z drugimi materiali. Večja je razlika materialov v

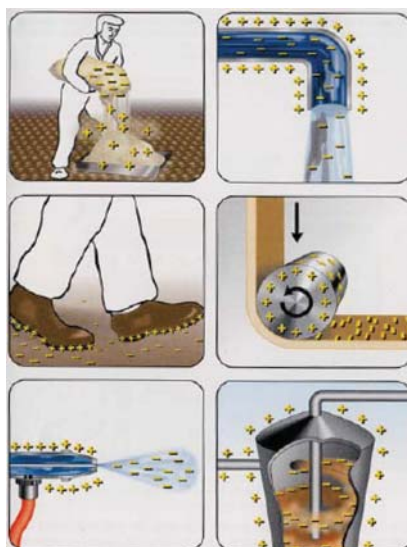
legi na razporednici, več naboja bomo »proizvedli« pri mehanskem trenju teh dveh. Poznavanje teh lastnosti materialov je ključnega pomena pri njihovi izbiri za tehnološke procese, kjer so elektrostatični pojavi lahko nevarni.

Ker gre za površinski pojav, je zelo pomembno stanje površin. Že majhna nečistoča, umazanija, usedlina na površini lahko bistveno spremeni potek pretakanja naboja in posledice tega. Naelektritve so v takšnih primerih lahko bistveno drugačne, kot bi jih pričakovali glede na razvrstitev čistih materialov v triboelektrični vrsti.

Na naelektritev pri razmikanju materialov pa poleg lastnosti udeleženih snovi vpliva tudi hitrost ločevanja in pritisk na kontaktne površine. Če je ločevanje zelo počasno, potem se precejšen delež električnega naboja vrne in naelektritev po procesu ločitve je majhna.

suhe roke	+++
usnje	
steklo	
lasje	
akril	
najlon	
volna	
svinec	
svila	
aluminij	
papir	
bombaž	
jeklo	
les	
trda guma	
nikelj	
srebro	
zlato	
poliester	
stiropor	
akril	
poliuretan	
PVC	
silikon	
teflon	
silikonska guma	---

Slika 2. Razvrstitev snovi v triboelektrično vrsto



Slika 3. Skicirani primeri elektrostatičnih naelektritev v industriji

Nasprotno pa se pri hitrem ločevanju uspe vrniti le majhen del naboja, zato je naelektritev lahko zelo velika. Pri večjem pritisku je večja kontaktna površina in zato tudi večji pretok naboja. Naelektritev bo večja tudi, če stikanje in ločevanje površin ponavljamo ali površini drgnemo drugo ob drugo.

V industrijskih procesih se pogosto srečujemo s stikom in ločevanjem medsebojno različnih snovi, pri čemer lahko nastanejo nevarne elektrostatične naelektritve. Nekaj primerov je skiciranih na sliki 3. Pogosto uporabljajo neprevodne vnetljive tekočine. Mednje sodijo na primer pogonska goriva in razna organska topila. Nevarnosti elektrostatičnih naelektritev nastajajo pri polnjenju rezervoarjev, pretakanju tekočin po ceveh, transportu tekočin v posodah, filtriranju, mešanju, razprševanju. Pri pretakanju čistih neprevodnih tekočin po ceveh nastajajo znatne naelektritve, če je hitrost tekočine večja od približno 1 m/s. Če pretakana neprevodna tekočina ni čista, ampak vsebuje suspenzijo npr. vode ali prahu, se močno poveča površina, na kateri poteka ločevanje naboja in nastanejo lahko znatno večje naelektritve.

V mnogih vejah industrije uporabljajo neprevodne gorljive materiale v obliki prahu, bodisi kot surovino bodisi kot končni izdelek. Pri pretresanju prahu redko nastanejo tako velike naelektritve, ki zmorejo vžgati eksplozivni oblak prahu, zato je treba posvetiti veliko pozornost izbiri posod, vreč in ostali opremi, ki se pri tem uporablja. Pretresanje je nevarno predvsem tam, kjer so prisotni tudi hlapi vnetljivih tekočin, saj jih s povzročenimi elektrostatičnimi razelektritvami zlahka vžgemo. Še večje naelektritve pa so možne pri pnevmatskem transportiranju neprevodnega prahu. Pnevmatški transport naj poteka s čim manjšo možno hitrostjo, saj so pri majhni hitrosti naelektritve manjše, s tem pa je zmanjšana tudi nevarnost zaradi elektrostatičnih razelektritev.

Transportni trak se lahko naelektri pri stiku s pogonskim valjem, če je ločitev dovolj hitra in če je trak ali valj neprevoden. Pri zelo velikih hitrostih transportnega traku so naelektritve lahko primerljive z naelektritvami pri pretakanju suspenzij ali pnevmatskem transportu prahu, zato se v eksplozijsko ogroženih prostorih izogibamo uporabe neprevodnih transportnih trakov. Dodatni ukrep je zmanjšanje hitrosti traku na najmanjšo hitrost, ki jo tehnološki postopek še dovoljuje.

Tudi pri drgnjenju površin, npr. pri čiščenju s krpo, lahko nastanejo nevarne naelektritve. Površine iz neprevodnih umetnih materialov v eksplozijsko ogroženih prostorih vedno čistimo z vlažno krpo in brez organskih topil. Pri čiščenju z vlažno krpo se na površini naredi tanka plast vode, zaradi česar postane površina prevodna in onemogoča znatno ločitev naboja.

Kljub temu pa je najbolje, da v eksplozijsko ogroženih prostorih ne uporabljamo neprevodnih snovi. Tla v eksplozijsko ogroženih prostorih morajo biti prevodna. Človeško telo dobro prevaja elektriko in pri drgnjenju ali ločevanju od neprevodnih tal oziroma pri hoji v neprevodnih čevljih se lahko zelo naelektrimo. Prav tako morajo biti oblačila izdelana iz prevodnih (protistatičnih) materialov. Že uporaba bombažnih oblačil namesto sintetičnih povzroča običajno bistveno manjše naelektritve in manjša tveganja.

INFLUENCA

Influenca je naelektritev prevodnikov zaradi vpliva elektrostatičnega polja brez dotika med predmeti. Če ni zunanjega elektrostatičnega polja, je gibljivi električni naboj enakomerno razporejen po prevodniku. Ko damo prevodnik v elektrostatično polje, elektrostatična sila prerazporedi gibljive naboje, ki se lahko v večji koncentraciji zberejo na enem delu površine. Če ta del ozemljimo, gibljivi naboj odteče in na prevodniku nastane primanjkljaj naboja. Če nato ozemljitev razklenemo, ostane prevodnik naelektrjen.

Pogoji za influenčno naelektritev so izpolnjeni v okolici prevodnih neozemljenih ali pa neprevodnih cevovodov, po katerih se pretakajo neprevodne tekočine ali transportira prah, v okolici prevodnih neozemljenih ali pa neprevodnih silosov in rezervoarjev, v katerih hranimo prah ali neprevodne tekočine, itd. skratka povsod v okolici naprav, v katerih so lahko naelektrjeni materiali, ki niso znotraj ozemljenega prevodnega oklepa. V teh pogojih se lahko influenčno naelektri npr. osebe, kovinsko orodje, viličarji in tudi vsi ostali neza-nesljivo ozemljeni prevodniki.

HITRE RAZELEKTRITVE

Vsak naelektrjen predmet se slej ko prej na nek bolj ali hiter način razelektrira. S stališča protiekspluzijske zaščite so nevarne tiste, ki se izvršijo sunkovito. Takšne so razelektritve z iskro,

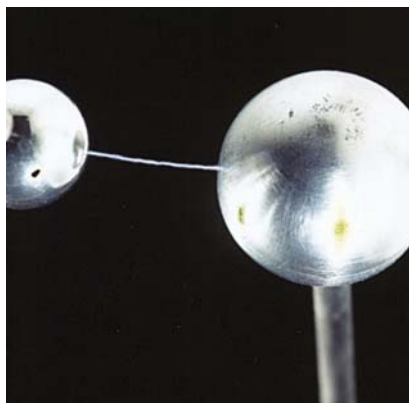
Tabela 1

Vrsta hitre razelektritve	Praviloma se pojavi	Lahko vžge
iskra	med dvema prevodnikoma	pline, prah
razširjajoča grmičasta	pri preboju tankih izolatorjev	pline, prah
grmičasta	pri razelektritvi izolatorjev, redkeje prevodnikov	pline, občutljiv prah
korona	med ostro ozemljeno konico ali robom in izolatorjem	pline skupine IIC

koronasta, grmičasta in razširjajoča grmičasta, kot je razvidno iz tabele 1.

RAZELEKTRITEV Z ISKRO

Če električno polje v zraku pri normalni temperaturi in pritisku preseže okoli 3 MV/m, pride do električnega preboja. Prosti elektron ali ion se v lokalnem električnem polju pospeši in doseže dovolj veliko energijo pred trkom v drugo molekulo v zraku, ki jo nato ionizira. Sproži se verižna ionizacija, ki povzroči spremembo ionizacijskih lastnosti zraka in ustvari dobro prevodno pot - kanal za pretok (tok) nakopičenega naboja. Ob tem procesu se sproščajo toplota, svetloba in zvok - to je razelektritev z iskro, ki nastane pri razelektritvi prevodnikov (slika 4).



Slika 4. Primer razelektritve dveh kovinskih krogel z iskro

Gibljivi naboji na prevodnikih se lahko prosto pretakajo in tok po kanalu teče, dokler se potenciala prevodnikov ne izenačita. Proces se izvrši v delčku sekunde, pri čemer se sprost praktično vsa nakopičena elektrostatična energija, ki zrak v ioniziranem kanalu segreje tudi do več tisoč kelvinov. Tako se npr. razelektrimo pri zapuščanju vozila.

V tabeli 2 so navedene nekatere orientacijske vrednosti elektrostatične energije predmetov, naelektrjenih do napetosti 10 kV, ki jih pogosto najdemo v praksi. Sproščene energije pri razelektritvi so dovolj velike za vžig vseh vrst eksplozivnih zmesi plinov, hlapov,

Tabela 2

Predmet	Energija iskre (mJ)
prirobnica	0.5
sod (50 l)	2.5
oseba	7.5
sod (200 l)	10

megle ali prahu z zrakom, kot je razvidno iz tabele 3, v kateri so podane vrednosti minimalne vžigne energije za različne kategorije eksplozivnih zmesi.

Tabela 3

Eksplozivne zmesi		Minimalna vžigna energija (približne vrednosti v mJ)
plini, hlapi	IIA	0,25
	IIB	0,10
	IIC	0,02
prah		1

KORONASTA RAZELEKTRITEV

Če naelektrjenemu predmetu približamo ostro prevodno konico ozemljene igle in so pogoji za verižno ionizacijo izpolnjeni le v lokalnem območju okoli konice, v preostalem delu razdalje do sosednjega nabitega izolatorja pa je povprečna vrednost polja relativno nizka, pride do koronaste razelektritve. V delu poti s poljem, ki ne presega prebojne trdnosti zraka, se hitrost ionov in ostalih nosilcev naboja na njihovi prihaja do lokaliziranih razelektritve z razmeroma nizkimi tokovi (ranga mA, slika 5). Električna moč je pri koronasti



Slika 5. Primer koronaste razelektritve

razelektritvi tako majhna, da ne more vžgati večine eksplozivnih zmesi, ki jih srečujemo v industriji. Izjema so eksplozivne zmesi skupine plinov IIC (vodik, aceten in ogljikov disulfid). Koronasto razelektritev včasih uporabljamo kot dodaten ukrep za preprečevanje nevarnih naelektritev, vendar nikdar v prostorih, eksplozijsko ogroženih s plini IIC.

GRMIČASTA RAZELEKTRITEV

Če namesto ostre konice uporabimo elektrodo z večjo površino (npr. kroglo s premerom nekaj mm) in je presega prebojne trdnosti zraka dosežena na nekoliko večji, vendar še vedno lokalizirani površini, se pojavi grmičasta razelektritev. Iskra ne more preskočiti, pač pa med predmetoma nastane več šibkejših razvejanih tokovnih sunkov, katerih oblika spominja na grm. Šop razvejanih svetlobnih kanalov običajno ne doseže nasprotne elektrode (slika 6). Z grmičasto razelektritvijo se razelektrijo naelektrjeni izolatorji, v nekaterih primerih pa tudi naelektrjeni prevodniki. V splošnem je električna moč tudi pri grmičasti razelektritvi manjša kot pri razelektritvi z iskro, saj pojav poteka počasneje kot preskok iskre. Pri grmičasti razelektritvi se lahko vžgejo eksplozivne zmesi plinov, hlapov, megal in občutljivega prahu z zrakom.



Slika 6. Primer grmičaste razelektritve

RAZŠIRJAJOČA GRMIČASTA RAZELEKTRITEV

Največja moč in največ sproščene energije nastane pri razširjajočih grmičastih razelektritvah. Nastane lahko pri zelo močni naelektritvi predmetov. V industriji se ustvarijo takšni pogoji predvsem pri pnevmatskem transportu

prahu in pri hitrem pretakanju suspenzij, pa tudi pri zelo hitrih transportnih trakovih. Z razširjajočo grmičasto razelektritvijo se lahko razelektrijo tanka plast izolatorja, ki je na nasprotnih straneh naelektrjena z nasprotnim nabojem. Električno polje v plasti izolatorja lahko presega prebojno trdnost zraka, vendar pa se izolator ne more razelektriti, ker je močno električno polje le znotraj izolatorja. Razelektritev nastane šele takrat, ko se dotaknemo izolatorja z ozemljenim prevodnikom, ali pa takrat, ko jakost električnega polja preseže prebojno trdnost izolatorja. Energija, ki se sprosti skoraj v trenutku, pogosto presega več joulov, poškoduje material in lahko vžge tudi težko vnetljive snovi. Na sliki 7 vidimo razširjajočo grmičasto razelektritev na polikarbonatnem vlaknu debeline 100 µm. Slikana je površina širine 500 mm. Nastanku razširjajočih grmičastih razelektritev se izognemo z omejitvijo hitrosti pretoka tekočin, transporta prahu in transportnih trakov.



Slika 7. Primer pojava razširjene grmičaste razelektritve

ZAŠČITA PRED NEVARNIMI RAZELEKTRITVAMI

Ukrepi za odpravo in omejitev nevarnosti in posledičnih tveganj zaradi elektrostatičnih pojavov na povsem nenevarno stopnjo so teoretično mogoči, vendar velikokrat iz praktičnih in ekonomskih razlogov nesprejemljivi. Če se dopuščajo procesi z elektrostatičnimi naelektritvami, ki so potencialno nevarne, je treba ob tem dosledno izvajati vse potrebne zaščitne ukrepe, ki preprečujejo nevarne razelektritve. Ukrepe lahko razdelimo v naslednje skupine:

- **električni** – predvsem ozemljitev in izenačitev potencialov stabilnih, prenosnih ter mobilnih prevodnih površin in opreme,
- **gradbeni** – izbira ustreznih materialov pri gradnji prostorov,
- **strojno tehnološki** – uporaba ustreznih materialov, opreme, teh-

nologij postopkov (omejevanje hitrosti gibanja, pretakanja...)

- **organizacijski** – izobraževanje, obleka, obutev, ustrezni tehnološki in vzdrževalni postopki...

OZEMLJITEV PREVODNIKOV

Najpogostejši elektrostatični vir vžiga eksplozivnih zmesi so razelektritve neozemljenih prevodnih predmetov, zato je prvi in najpomembnejši ukrep pred nevarnostmi elektrostatičnih razelektritev dosledna in zanesljiva ozemljitev vseh prevodnikov. Pravilo velja za nepremične in nepremične prevodne dele, osebe, prevodne posode, transportno opremo itd.

Pri ozemljitvi predmetov, ki so lahko že naelektrjeni, je potrebna posebna pozornost zaradi možnosti nastanka iskre. S postopkom mora biti zagotovljeno, da iskra, ki lahko nastane v trenutku ozemljitve, ne nastane v eksplozijsko ogroženem prostoru.

IZBIRA USTREZNIH MATERIALOV, OPREME IN TEHNOLOŠKIH POSTOPKOV

Prevodno kovinsko opremo in inštalacije danes na mnogih področjih izpodrivajo razni umetni materiali, ki so zvečine neprevodni, če niso ustrezno obdelani. Ozemljitev izolatorjev je neučinkovit ukrep pri preprečevanju zbiranja velike nevarne količine elektrostatičnega naboja. Omenili smo že, da je včasih mogoče preprečevati nevarne naelektritve s koronastim razelektrivanjem, ki pa je za eksplozijsko ogrožena območja preveč nezanesljivo in včasih celo nevarno. V eksplozijsko ogroženih prostorih se je najbolje izogibati uporabi neprevodnih materialov. Če je le mogoče, je treba uporabljati t.i. elektrostatično prevodne (disipativne) umetne materiale, ki omogočajo sprotno odtekanje elektrostatičnega naboja na ozemljilo. Tla pa morajo biti v ogroženih prostorih prevodna.

V izjemnih primerih se dovoljuje tudi uporaba izolatorjev, vendar mora biti izpostavljena površina majhna, proizvodni proces pa ne sme povzročiti intenzivnih procesov naelektritev niti nevarnih razelektritev.

Na naelektritev vpliva predvsem hitrost ločevanja predmetov, zato jo je treba omejiti. Hitrost pretakanja neprevodnih tekočin naj ne bi presegala 1 m/s. Pri višjih hitrostih postanejo naelektritve prenevarne. Prav tako naj bo pnevmatski transport prahu kar najbolj počasen

in na ustreznih medijih. Bistvo ukrepov za preprečevanje prevelikih naelektritev je torej omejitev hitrosti ločevanja predmetov na najmanjšo hitrost, ki jo tehnološki proces še dovoljuje.

Tudi na tem področju je pomembna tako imenovana vgrajena varnost. Že v fazi načrtovanja in izbire objektov, proizvodnje, procesa, opreme je treba uporabiti ustrezne materiale, postopke in ostale zaščitne ukrepe za zagotavljanje varnosti. Veliko težje je naknadno zmanjševanje prevelikih preostalih tveganj.

OSEBJE

Najpomembnejši ukrep, ozemljitev vseh prevodnikov, je pogosto pogojen tudi z doslednim izvajanjem ustreznih organizacijskih postopkov. Pri tem so

bolj kot pritrjeni prevodniki (rezervoarji, cevovodi, prirobnice ...), ki so stalno ozemljeni, nevarne kovinske posode, vozički, orodje, kratka predmeti, ki jih premikamo in pri tem lahko prekinemo ozemljitev. Iz tega sledi, da je zelo pomemben element pri zagotavljanju doslednega izvajanja zaščitnih ukrepov izobraževanje, ozaveščanje in nadzor osebja, ki v eksplozijsko ogroženih prostorih upravlja s potencialno nevarnimi predmeti. Osebe sme v ogroženih prostorih nositi le protistatična oblačila in obutev.

LITERATURA

1. EC, Non-binding guide of good practice for implementing Directive 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council on mi-

nimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres, Bruselj, 2003

2. Arnšek A. Elektrostatika v protieksplozijski zašiti, ER, 2/2000: 19-23
3. CLC/TR 50404:2003 Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity
4. <http://staha.vtt.fi/staha/sem5-00/chubb.pdf>
5. http://www.school-for-champions.com/science/static_materials.htm
6. <http://www.ce-mag.com>



Center za strokovne
naloge varnosti

ZVD

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.
Institute of Occupational Safety

AKTUALNO!

ZBIRAMO PRIJAVE ZA JESENSKI ROK !

Pripravljalni seminar za strokovni izpit iz varnosti in zdravja pri delu

Pripravljalni seminar za strokovni izpit iz varstva pred požarom

Usposabljanje - osnovna andragoška znanja

Tečaj za svetovalce za kemikalije

KONTAKTNI OSEBI:

Ladi Lebar

T (01) 585 51 69

M 031 333 610

E ladi.lebar@zvd.si

Barbara Vogrič

T (01) 585 51 26

F (01) 585 51 01

E barbara.vogric@zvd.si

Vabimo vas, da obiščete spletno stran www.zvd.si ali nas obiščete na Chengdujski cesti 25 v Ljubljani.