

OPASNOSTI OD STATIČKOG ELEKTRICITETA KOD UPOTREBE PLASTIČNIH REZERVOARA ZA ZAPALJIVE TEKUĆINE (RIBC)

Damir Malkočević, Jelen Marković

Sažetak:

Zapaljive tekućine su se tradicionalno skladištile u metalnim posudama, ali posljednjih godina, iz komercijalnih razloga, za njihovo skladištenje i transport sve više su u upotrebi plastične posude raznih oblika, veličina, vrsta i materijala. Međutim, većina plastičnih materijala su električni izolatori i imaju tendenciju zadržavanja elektrostatičkog naboja, koji može dovesti do čestkastog pražnjenja ili varničenja sa dovoljno oslobođene energije za paljenje eksplozivne atmosfere. U skladu sa laboratorijskim istraživanjima i evropskim standardima potrebno je definisati zahtjeve koje moraju zadovoljiti RIBC¹ rezervoari. Pri tome, veliki broj neovisnih proizvođača koristi različite materijale i modele za izradu rezervoara, te se javlja potreba za preispitivanje usaglašenosti sa važećim standardima za njihovu sigurnu upotrebu u zonama visokog rizika od požara i eksplozija. U praksi se često zanemare osnovne preventivne mjere sigurnosti koje su navedene u deklaraciji proizvoda, te se time povećava rizik od stvaranja statičkog elektriciteta. U radu su opisani rezultati laboratorijskog ispitivanja RIBC rezervoara na opasnost od statičkog elektriciteta, kao i primjer incidenta na RIBC rezervoaru izazvanog statičkim elektricitetom na naftnom polju Badra.

Ključne riječi: požar, zapaljive tečnosti, statički elektricitet, parafinski inhibitor, plastični rezervoari.

ELECTROSTATIC HAZARDS – „RIBC“ PLASTIC CONTAINERS WITH FLAMMABLE LIQUIDS

Damir Malkočević, Jelena Marković

Summary:

Flammable liquids have traditionally been stored in metal containers, however in recent years, due to a variety of commercial reasons, plastic containers of a wide variety of shape, size, type, and materials, have seen widespread adoption for the storage and transport of liquids and other free flowing materials. Unfortunately, most plastics are highly electrically insulating and tend to become electrostatically charged and may result in either electrostatic brush or spark discharges which are capable of igniting explosive atmospheres. A European standard is presently developed detailing performance and design requirements for rigid intermediate bulk containers (RIBC), but the RIBC are as yet proving more difficult to define as the designs are in a constant state of development by a number of independent manufacturers. It is at least under questions declarations of some manufacturers that some of RIBC can be used in hazard zones. This paper describes a results of laboratory testing on RIBC and fire incident caused by static electricity at oil field Badra.

Keywords: fire, flammable liquids, static electricity, paraffin inhibitors, RIBC.

1. Uvod

¹RIBC (eng. Rigid Intermediate Bulk Containers) – čvrsti plastični rezervoari srednje veličine

Statički elektricitet predstavlja problem u mnogim granama industrije, a naročito u proizvodnim procesima gdje postoji mogućnost prisustva eksplozivnih atmosfera. Osnovna manifestacija statičkog elektriciteta je elektrostatičko pražnjenje nagomilanog naelektrisanja koje može dovesti do pojave požara ili eksplozije. Primarni cilj procjene rizika paljenja eksplozivnih atmosfera statičkim elektricitetom je vjerovatnoća podudarnosti u vremenu i prostoru eksplozivne atmosfere i visokog nivoa nagomilanog naelektrisanja. Vjerovatnoća podudarnosti ove vrste je najveća prilikom rukovanja proizvodima koji daju velike količine naelektrisanja i stvaraju zapaljivu atmosferu. Pri tome, sa povećanjem čistoće proizvoda raste i opasnost od nastanka požara i eksplozija uzrokovanih statičkim elektricitetom.

Da bi došlo do paljenja statičkim elektricitetom potrebno je da su ispunjeni slijedeći uslovi:

1. Osjetljiva eksplozivna atmosfera
2. Mehanizam stvaranja elektrostatičkog naboja
3. Akumuliranje elektrostatičkog naboja
4. Elektrostatičko pražnjenje/izboj (ESD²)
5. Dostatna energija pražnjenja (MIE³ – minimalna energija paljenja)

Ako su prisutni svi navedeni uslovi, prisutan je i hazard paljenja eksplozivne atmosfere. Da bi izbjegli hazard, dovoljno je eliminisati bar jedan od navedenih uslova. U procesu požarnog inženjeringa teži se uklanjanju više od jednog uslova, mada uslovi primjene sigurnosnih mjera u praksi često moraju uključiti i druge elemente, kao što su troškovi i praktičnost primjene.

2. Statički elektricitet i prisutnost zapaljivih atmosfera

Sa ciljem prevencije požara i eksplozija uzrokovanih statičkim elektricitetom, analizu hazarda je potrebno usmjeriti na uslove stvaranja zapaljive atmosfere i uslove stvaranja elektrostatičkog naboja.

U procesnoj industriji stvaranje elektrostatičkog naboja je najčešće u slučajevima:

- Razdvajanje i ponovni kontakt pokretnih traka preko valjaka;
- Kretanje zaposlenika;
- Protok fluida;
- Proizvodnja para ili aerosola;
- Protok ili kretanje praha;
- Promjene usljed indukcije u električnom polju;

Parametri uticaja na nivo elektrostatičkog naboja su:

- Brzina protoka fluida;
- Brzina masenog protoka (kg/m³);
- Veličina čestica;
- Sastav zida cijevovoda;
- Turbulencije zbog uglova, skupljanja, itd.;
- Vrsta materije koju sadrži čestica;
- Temperatura i vlažnost;

Statički elektricitet pri proticanju zapaljive tečnosti u cijevima nastaje usljed kontakta i razdvajanja tečnosti. Joni (električno nabijene čestice) jednog polariteta mogu biti pripijeni uz površinu i privlačiti jone suprotnog polariteta te na taj način stvarati difuzni sloj naelektrisanja u tečnosti blizu površine (u neposrednoj blizini stijenke cijevi). Ako se tečnost tada kreće u odnosu na površinu, ona odnosi dio difuznog sloja dovodeći tako do razdvajanja suprotnih naelektrisanja. Tipičan primjer je proticanje tečnosti pored čvrstog zida (npr. cijevi, pumpe, filteri), miješanje i raspršivanje. Ako tečnost sadrži drugu fazu koja se ne miješa u obliku finih plutajućih čvrstih tijela ili fino raspršenih tečnosti, naelektrisanje je znatno izraženije zbog povećanja razdvojne površine. Kada govorimo o naftnoj industriji nečistoće (npr. voda, oksidi metala, hemikalije) intenziviraju nastajanje naelektrisanja.

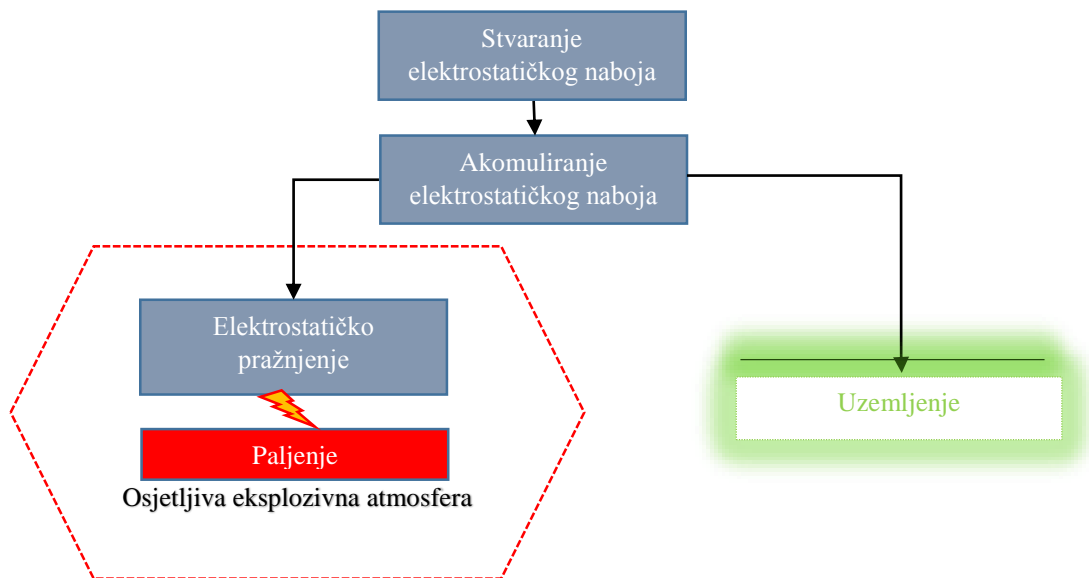
²ESD – (eng. Electrostatic Discharge – prev. Elektrostatičko Pražnjenje)

³MIE – (eng. Minimum Ignition Energy – prev. Minimalna Energija Upale)

U sistemima za držanje nafte i naftnih proizvoda razlikuju se dva karakteristična slučaja u kojima dolazi do nastanka naelektrisanja:

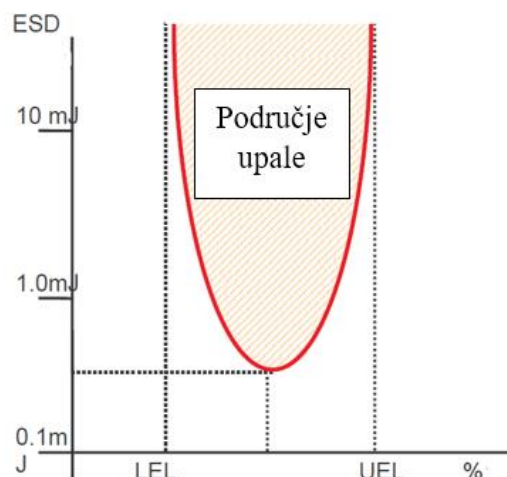
- Metalni sistemi za držanje goriva;
- Nemetalni sistemi za držanje goriva (npr. RIBC);

Kako se statička naelektrisanja akumuliraju, električno polje i napon se povećavaju. Kada električno polje u blizini naelektrisanog objekta preraste izolacione osobine sredine, dolazi do pojave elektrostatičkog pražnjenja. U takvom pražnjenju može biti oslobođena ukupna energija ili samo dio energije akumuliranog naelektrisanja, i eventualno izazvati paljenje date zapaljive atmosfere (slika 1). Energija oslobođena u pražnjenju i osjetljivost date zapaljive atmosfere izražena preko njene MIE, određuju da li će do elektrostatičkog paljenja doći ili ne.



Slika 1: Šematski prikaz elektrostatičkog pražnjenja

Mnogi plinoviti ugljikovodici koji se koriste u industriji su zapaljivi pri normalnim atmosferskim uslovima u području od 1 do 12 % V/V. Područje između LEL⁴ i UEL⁵ predstavlja interval eksplozivnosti i energija elektrostatičkog pražnjenja koja je potrebna da bi došlo do paljenja značajno varira u tom području. Lewis B. i von Elbe G su ustanovili tu zavisnost, parabolična kriva, slika 2 [1].



Slika 1. Zavisnost ESD od koncentracije zapaljivih plinova u vazduhu, Lewis B. & von Elbe G.

⁴LEL – (eng. Low Explosive Level – prev. Donja Granica Eksplozivnosti)

⁵UEL – (eng. Uper Explosive Level – prev. Gornja Granica Eksplozivnosti)

Najmanja potrebna energija paljenja (MIE) je kod tzv. najzapaljivije smjese u blizini, ali ispod koncentracije stehiometrijske smjese. Potrebna energija paljenja se povećava lijevo (prema UEL), ili desno (prema LEL) od minimuma parabolične krive. Međutim, povoljna okolnost je da će koncentracije prisutne eksplozivne atmosfere rijetko kada biti na nivo MIE.

Prema tome, ako je osigurano (s određenim stupnjem pouzdanosti) da će energija elektrostatičkog pražnjenja biti niža od MIE (princip najnepovoljnijeg slučaja), onda se svakako bitno snižava vrijednost paljenja. Tabela 1 prikazuje vrijednosti MIE za određena isparenja i plinove) [2].

Tabela 1: MIE za određena isparenja i plinove.

MATERIJA	MIE (mJ)
Hidrogen	0.03
Butan	0.26
Hexan	0.29
Etan	0.42
Propan	0.50
Metan	0.71
Pentan	0.82

Prisustvo eksplozivne atmosfere (što uključuje učestalost njezine pojave, trajanje i rasprostiranje) utvrđuje se klasifikacijom prostora u skladu sa normom EN 600710-10-1 za zapaljive plinove, pare i maglice (zona 0, zona 1 i zona 2) [3]. Ova norma daje poveznicu između količine zapaljivih para koje se mogu stvoriti, ventilacije u prostoru, te klasifikacije zona. Klasifikacija zona pomaže pri poduzimanju preventivnih mjera u skladu sa opštim sigurnosnim standardima, korištenju električne opreme i drugih vidova izvora paljenja koji moraju da budu certificirani kako bi se mogli koristiti u određenim zonama. Na primjer, u zonama 0 i 1 je zabranjeno koristiti visoko izolirane površine kao što je plastika [4].

2.1 Elektrostatičko pražnjenje

Procjena mogućnosti pojavljivanja elektrostatičkih pražnjenja i zapaljivosti u različitim situacijama predstavlja najvažniji, ali i najteži korak u analizi elektrostatičkih opasnosti. U oblasti elektrostatičke uobičajeno je da se kategoriju različita elektrostatička pražnjenja. Klasifikacija pomaže u razumjevanju proboja zapaljive atmosfere i u određivanju da li određena situacija predstavlja potencijalnu elektrostatičku opasnost. Energija pražnjenja je funkcija provodnosti i geometrije naelektrisane površine, kao i električnih osobina i geometrije okoline.

Od primarnog značaja u naftnoj industriji izdvajaju se varnice i četkasta pražnjenja. Pored njih postoje još razgranata četkasta pražnjenja i korona.

- *Varnica* – je pražnjenje između dva provodnika, čvrsta ili tečna. Ona se odlikuje tačno određenim svjetlećim kanalom pražnjenja sa velikom gustinom struje. Jonizacija plina u kanalu je potpuna čitavom njegovom dužinom. Pražnjenje je veoma brzo i izaziva oštar prasak. Varnica nastaje usljed iznenadnog električnog proboja dielektrične čvrstoće izolatora (kao što je zrak) koji razdvaja dvije elektrode (objekta) na različitim potencijalima. Obično, jedan od objekata nije dovoljno dobro uzemljen. Da bi statički elektricitet izazvao pražnjenje u obliku varnice, napon preko procjepa (prostor između elektroda) varnice mora biti iznad određene vrijednosti.
- *Četkasta pražnjenja* – Ova pražnjenja mogu nastati kada se zaobljeni (za razliku od oštih) uzemljeni provodnici kreću prema naelektrisanim izolovanim objektima. To su kratkotrajne pojave, koje se pod određenim okolnostima mogu vidjeti i čuti. Za razliku od varnica, ova pražnjenja uključuju samo mali dio naelektrisanja unutar sistema i pražnjenje ne povezuje dva objekta. Teoretski maksimum energije koju može predati četkasti izboj je 4 mJ pa se stoga smatra opasnim za paljenje većine zapaljivih plinova i para.

Nažalost, većina plastičnih materijala vrlo su dobri električni izolatori i imaju tendenciju da postanu elektrostatički nabijeni, što može izazvati četkasta pražnjenja ili varnice. Potencijalno, elektrostatička pražnjenja mogu se pojaviti s površine plastičnog rezervoara ili iz površine izolacione tekućine u rezervoaru. Opasnosti paljenja koje treba razmotriti u pogledu plastičnih posuda su: unutrašnje paljenje zapaljivih sadržaja i vanjsko paljenje eksplozivne atmosfere koja okružuje rezervoar. U slučaju drugog primjera, sadržaj u plastičnoj posudi može da bude i nezapaljiva tekućina. Da bi statički elektricitet izazvao pražnjenje u obliku varnice, napon preko

procjepa varnice mora biti iznad određene vrijednosti. U zraku, pri normalnim uslovima, minimalan potencijal varnice je oko 350 V za najmanje mjerljivo rastojanje.

Veća rastojanja zahtjevaju proporcionalno više napone. Stvarni napon zavisi od dielektrične čvrstoće materijala (ili plina) koji ispunjava procjep, kao i od oblika procjepa. Za suh zrak i veliki procjep, dielektrična čvrstoća iznosi otprilike 3MV/m [5].

3. Ispitivanje statičkog elektriciteta pri radu sa RIBC rezervoarima

Kako bi se prevazišao problem elektrostatičkog pražnjenja, u industriji se primjenjuju modeli rezervoara za koje proizvođači potvrđuju da su prikladni za rad u zonama opasnosti 1 i 2 [6]. Najčešće su to rezervoari od HDPE⁶, pri čemu tijelo rezervoara ima provodljivu konstrukciju (npr. aluminijum ili metalna mreža).

U drugim izvedbama radi se o poluprovodnom HDPE tijelu rezervoara, fluoriranom HDPE tijelu rezervoara, višeslojnom tijelu rezervoara itd. Bez obzira na tvrdnje proizvođača, važno je ne zaboraviti potencijalni ESD iz plastičnih posuda za koje su definisane sigurnosne procedure u ATEX Radnoj direktivi „Standard EN 1127, ref. 5/6, 1998“. Budući da je većina RIBC rezervoara izrađena od plastičnih materijala, oni se nesmiju koristiti u zapaljivim atmosferama na osnovu IEC 60079-10, osim ako nisu poduzete posebne mjere sigurnosti protiv elektrostatičkog hazarda [7].

U radu su prikazani rezultati testiranja na rezervoaru modela „Shultz“ kapaciteta 1000 l (slika 3).



Slika 3. RIBC „Shultz“ rezervoar za opštu primjenu

Ovaj model rezervoara je certificiran prema CENELEC TR 50404: 2003 za korištenje u zoni 1 i 2, za isparenja grupe IIA⁷ i IIB⁸ s minimalnom energijom upale od 0,2 mJ i više [8]. U svom sadašnjem obliku TR 50404 u praksi predstavlja kodeks za izbjegavanje potencijalnih opasnosti od statičkog elektriciteta. Određivanje elektrostatičkog pražnjenja je vršeno prema metodi koja je preporučena normom EN 13463, dodatak C i savjetu za korištenje rezervoara uključujući IBC paragraf 5.4.6.1.[9].

Testovi prijenosa naboja na modelima RIBC rezervoara su pokazali različite rezultate⁹. Standardni tip sa otvorenim okvirom rezervoara prikazan slikom 3, nije uspio proizvesti četkasta pražnjenja metodom

⁶HDPE – (eng. High Density Polyethylen – polietilen visoke gustoće)

⁷IIA – (prim. propan, metan, butan, aceton, itd.)

⁸IIB – (prim. etilen, etilen oksid, ciklopropan, itd.)

⁹* Napomena: Ispitivanja provedena u izvještaju su vršena tokom 2010 godine. Novi RIBC model namijenjen za upotrebu u zapaljivoj atmosferi u proizvodnji „Schutz doo“ različit je od testiranog modela. No vrlo je vjerovatno da su RIBC rezervoari na koje se odnosi izvještaj ispitivanjaoš u upotrebi, tako da rezultati i komentari vrijede za njih.

naelektrisanja dodirrom na većini plastičnih površina, mada su u određenim testovima zabilježeni rezultati od 60 nC i više, što predstavlja potencijalnu opasnost za plinove iz grupe IIA (tabela 2).

Tabela 2. Vrijednosti prijenosa naboja rezervoara „Schultz“ za opštu primjenu sa otvorenom mrežom

MODEL	MATERIJAL	POVRŠINA	MAKSIMALNI PRIJENOS NABOJA (nC)	SREDNJA VRIJEDNOST PRIJENOSA NABOJA (nC)	METOD
Rezervoar za opštu namjenu sa otvorenom mrežom	HDPE	Gornji otvor (crveno obojen na slici 2)	63	37.8	Pamučna tkanina
Rezervoar za opštu namjenu sa otvorenom mrežom	HDPE	Donji otvor (česma)	145	113	Pamučna tkanina
Rezervoar za opštu namjenu sa otvorenom mrežom	HDPE	Plastika ojačana na donjoj strani	60	32.3	Pamučna tkanina
Rezervoar za opštu namjenu sa otvorenom mrežom	HDPE	Veliki otvoreni dio na gornjoj površini	Nije zabilježeno	0	Pamučna tkanina

Metodama trenja nije postignuta značajna količina naelektrisanja rezervoara. Međutim, metodom prskanja naelektrisanja korišten je visokonaponski električni izvor od 30 kV, za 1 minutu se proizvede velika iskra od 5590 nC. Uz poznavanje kapacitivnosti rezervoara, i pretpostavku da je u tom trenutku RIBC bio u potpunosti nabijen, može se izračunati energija iskre pomoću izraza:

$$C = Q/U = 186 \text{ pF}$$

$$E = \frac{1}{2} CU^2 = Q^2 / 2C = 83 \text{ mJ}$$

gdje je:

E - energija iskre (J),

C - kapacitivnost rezervoara (F),

U – elektrostaticki potencijal (V),

Q – električni naboj (C).

Iskra ove energije bi bila više nego dovoljna da izazove paljenje zapaljivih atmosfera od plinova i isparenja ugljikovodika, a i nekih vrsta zapaljivih prašina. Zbog toga je važno da se RIBC rezervoari tokom korištenja u zoni povišenog rizika ili kada sadrže zapaljive tekućine uzemlje tokom radnji gdje može doći do elektrostatickog pražnjenja. Pri testiranju pretakanja tekućina iz jednog u drugi rezervoar, nije došlo do značajnih promjena rezultata koji bi pokazali elektrostaticna pražnjenja (tabela 3) [10].

Tabela 3. Rezultati mjerenja tokom pretakanja tekućina

Tekućina	Brojponavljanja	Količina (l)	Prečnik (mm)	Protok (l/s)	Linearna brzina (m/s)	Uslovi	Intenzitet električnog polja (kV/m)	Napon na ploči (V)	Elektricitet (nC)
Kerozin	217	920	50	4.24	2.16	Iz "Schutz RIBC" u "Schutz RIBC" uzemljena mreža	+1200	Nije zabilježeno	Nije zabilježeno
Kerozin	340	880	25	2.59	5.29	Iz "Schutz RIBC" u "Schutz RIBC" uzemljena mreža (vraćanje nazad)	-1000	Nije zabilježeno	Nije zabilježeno
Voda	121	1000	50	8.26	4.2	Iz "Schutz RIBC" u "Mauser" uzemljena mreža	0	Nije zabilježeno	Nije zabilježeno

Potrebno je naglasiti da tokom ispitivanja nisu korišteni ugljikovodici sa nižom tačkom paljenja, koji imaju manje ugljika u molekularnom lancu i osobinu stvaranja većeg naboja tokom punjenja/praznjenja [11].

4. Opis incidenta pri radu sa RIBC rezervoarom

Odstupanje od standardnih operativnih procedura u radu, uz nepoznavanje fizičko-hemijskih karakteristika zapaljive materije sa kojim se manipulira često rezultira požarim incidentima. Uzroci incidentata se nikada ne nalaze u pojedinačnom propustu, već imaju svoju istoriju u kontinuiranom zanemarivanju sigurnosnih procedura.

Dana 23.04.2016.god. u 16:55 sati tokom rada na injektiranju parafinskog inhibitora¹⁰ u sistem cjevovoda na naftnom polju Badra, došlo je do požarnog incidenta. Lokacija incidenta se nalazila u zoni potisnih pumpi toka sirove nafte prema sistemu pročišćavanja, koja je klasificirana kao zona opasnosti 2 (slika 4). Vlažnost vazduha je bila 15%.

Sigurnosni list parafinskog inhibitora (MSDS¹¹ –a) definiše fizičko – hemijske karakteristike prikazane tabelama 4 i 5 [12].

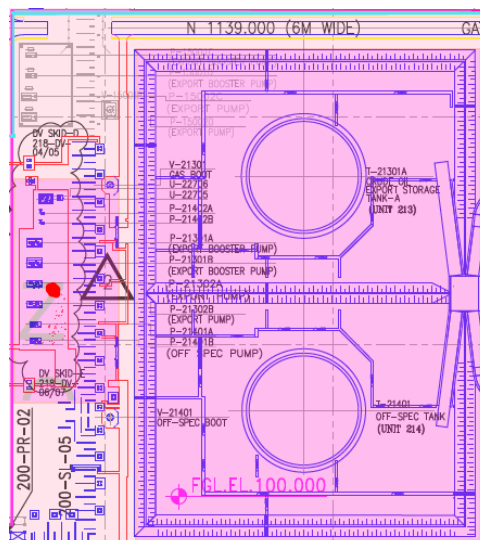
Tabela 4. Podaci o nivou hazarda za parafinski inhibitor

HAZARD	NFPA 704	NIVO HAZARDA
ZDRAVLJE	1	0 – Minimalna
ZAPALJIVOST	3	1 – Mala
REAKTIVNOST	0	2 – Srednja
SPECIFIČNI HAZARD	ZAPALJIVA TEČNOST	3 – Opasno 4 – Veoma opasno

Tabela 5. Granice eksplozivnosti i temperature paljenja za parafinski inhibitor

LEL	UEL	FP (eng. Flash point ¹²)	AIT (eng. Auto Ignition temperature ¹³)
1	7	< 26.667 °C	> 315.556 °C

Relativna gustoća parafinskog inhibitora je 0.74 i ne miješa se sa vodom. Ako se nalazi u posudama može da izazove eksploziju u slučaju izloženosti visokoj temperaturi.



Slika 4. Lokacija incidenta (crvena tačka), zone visokog rizika (0, 1 i 2) obojeno roza, naftno polje Badra 2017.

¹⁰Parafinski inhibitor – prim. Aditiv za smanjenje parafinskih naslaga

¹¹MSDS – (eng. Material Safety Data Sheet – prev. Sigurnosni List)

¹²FP – (eng. Flash Point – prev. Tačka bljeska)

¹³AIT – (eng. Auto Ignition Temperature – prev. Tačka Paljenja)

Tokom injektiranja parafinskog inhibitora u sistem, RIBC rezervoar je bio uzemljen i proces je prošao bez problema. Nakon završenih radova zaposlenici su na istoj lokaciji izvršili čišćenje rezervoara korištenjem vodene pare. U unutrašnjosti rezervoara je ostalo oko 50 do 60 l parafinskog inhibitora. Nakon čišćenja su odlučili da tekućinu iz RIBC rezervoara ispuste u odvod, sa pretpostavkom da je količina vode upotrijebljena tokom čišćenja dovoljno razrijedila parafinski inhibitor i da ne postoji opasnost od paljenja iste. Odvojili su uzemljenje zbog udaljenosti od odvoda, pomjerali RIBC i počeli ispuštati sadržaj na slavini rezervoara. Prilikom isticanja u odvod koji je prekriven metalnom mrežom došlo je do elektrostatičkog pražnjenja i paljenja same tečnosti. Požar je zahvatio vanjski dio RIBC rezervoara i toplotnom fluksu izložio potisne pumpe, cjevovode sirove nafte i cjevovode zapaljivih plinova. Pored toga, uz požarom zahvaćeni rezervoar nalazio se RIBC rezervoar sa 1000 l parafinskog inhibitora, slika 5. Brzom intervencijom profesionalne vatrogasne jedinice požar je ugašen i spriječena katastrofa većih razmjera.



Slika 5. Gašenje požara rezervoara: a) RIBC i otvor sistema odvoda, b) Žarište požara na česmi rezervoara, c) Blizina drugog RIBC rezervoara i prepoznatljivi V-oblik izvora požara, d) Blizina sistema cjevovoda

Analizom incidenta ustanovljeno je višestruko zanemarivanje sigurnosnih procedura od strane zaposlenih koje se odnose na:

- Čišćenje rezervoara u zoni opasnosti [13];
- Čišćenje vodom ili vodenom parom uzrokuje povećanje statičkog elektriciteta [14];
- Odvajanje uzemljenja;
- Ispuštanje tekućine u odvod sa metalnom mrežom na odvodu [15].

Odgovor zaposlenika uključenih u incident koji posebno ukazuje na skrivenu opasnost od statičkog elektriciteta a veoma često je zanemaren glasi:

„Na osnovu deklaracije proizvođača RIBC rezervoari su namijenjeni za rad u zonama opasnosti 1 i 2.“

Često se stvara lažna sigurnost ovom tvrdnjom pri čemu se zanemaruju ostale preventivne mjere koje su obavezne u cilju stvaranja protupožarne i protueksplozivne sigurnosti.

5. Zaključak

RIBC rezervoari su sve više prisutni u industriji nudeći niz prednosti: široku primjenu, otpornost na koroziju, čistoću proizvoda, smanjene težine i niže troškove transporta. Međutim, uz sve navedeno mora se naglasiti i negativna strana, stvaranje elektrostatičkog pražnjenja. Da bi se iskoristile njihove prednosti moraju se striktno poštovati usvojeni standardi i procedure korištenja. Procjena rizika od požara i eksplozije u industriji zahtijeva sistematsku analizu vrste materije sa kojom se radi, njenih elektrostatičkih osobina, poznavanje procesa, postrojenja, opreme koja se koristi, uslova koji mogu da vode stvaranju zapaljivih atmosfera i elektrostatičkog pražnjenja.

Sistem odgovornosti, sistem upravljanja sigurnošću i operativne procedure se uspostavljaju i usavršavaju sa ciljem ograničavanja ponašanja i razmišljanja zaposlenika u skladu sa pravilima i normama. Statički elektricitet je realan i važan uzrok požara i eksplozija koji prati procese rada sa naftom i plinom. Zbog toga se elektrostatički hazard mora ozbiljno razmotriti i izvršiti pravilna zaštita od njegove pojave. Time bi se, implementiranjem programa upravljanja sigurnošću i primjenu efikasnih procedura rada, izbjegli mnogi elektrostatički incidenti.

Informacije predstavljene u ovom radu mogu biti korisne za procjenu elektrostatičkog hazarda u procesnoj industriji. Operatori postrojenja moraju biti svjesni načina na koji elektrostatički hazard može ugroziti konkretno postrojenje i osposobljeni za prepoznavanje operativnih procedura, održavanja i pregleda koji će obezbijediti prevenciju/umanjenje hazarda.

Reference

- [1] Lewis B. & von Elbe G., „Combustion, Flames and Explosions of Gases“, ISBN 0 12 446751 2, 1987
- [2] Babrauskas V., „Ignition Handbook“, Fire Science Publisher/Society of Fire Protection Engineers, Issaquah, WA, 2003
- [3] IEC, Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres, 2015
- [4] National Fire Protection Association „NFPA 497: Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas“, 2012
- [5] Dragović N. „Opasnosti izazvane statičkim električitetom u naftnoj industriji“, Diplomski rad, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka, 2011
- [6] Directive 94/9/EC of the European Parliament and the Council of 23 March 1994, on the approximation of the laws of the member states concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, O.J. L100 of 19/04/1994, 1994
- [7] IEC 60079-10:1995 „Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Classification of hazardous areas, 1995
- [8] CENELEC, Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity, PD CLC/TR 50404:2003, 2003
- [9] EN 13463-1:2001, „Non – electrical equipment for potentially explosive atmospheres. Basic method and requirements“ ISBN 058039414 X, 2002
- [10] Bennett D., „Plastic containers for flammable liquids/hazardous areas“, HSE book, Health and safety laboratory, 2010
- [11] Ackroyd G. P. & Caine P. “Electrostatic Testing of a Rigid Intermediate Bulk Container (RIBC) Intended for use in Explosive Atmospheres”, J. Electrostatics 63, 2007
- [12] MSDS “Paraffin Inhibitor – PI 4153”, DOT Classification “UN – 1993, PG III Guide # 128”, www.pstchemical.com, 2017
- [13] Holbrow P., „Control of explosion hazards in intermediate bulk containers – a literature review“, HSL Report No EC/01/69 by P. Holbrow, 2002
- [14] API Publication 2015, „Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks“, fourth edition, API, Washington, D.C. 1991
- [15] National Fire Protection Association, NFPA 77, “Recommended Practice on Static Electricity,” 2007