

III čas Izvori paljenja

Emina Mihajlović

U teoriji požara i eksplozija,
odnosno u teoriji procesa
sagorevanja razlikuju se:

uzroci požara i
izvori paljenja .

Uzrok požara može da bude:

1. Čovek:

- nesavesna manipulacija pri rukovanju zapaljivim i eksplozivnim materijama,
- ne pridržavanje propisanih zakona, pravilnika, procedura, uputstava i propisa pri radu gde su prisutne zapaljive i eksplozivne materije,
- nehat i nemar,
- neznanje,
- čovek pod dejstvom alkohola, lekova koji utiču na psihofizička stanja, droga...,
- dečija igra i
- sabotaze;

Uzrok požara može da bude:

2. Mehanički kvarovi:

- na opremi i
- na merno – regulacionoj tehnici

3. Spoljašnji faktor – „Viša sila“:

- olujni vetrovi, grom, zemljotres, klizišta, odroni,
- udar letećeg objekta (meteor)
- udar sredstva za vazdušni saobraćaj i

4. Ratna dejstva, terorizam i diverzije.

Sagorevanje i izvori paljenja

Opšti izvori koji dovode do iniciranja paljenja, pa i požara i eksplozija su:

- 1. samozagrevanje i samopaljenje,**
- 2. zagrejane površine,**
- 3. hemijske reakcije,**
- 4. električna struja,**
- 5. statički elektricitet,**
- 6. iskre mehaničkog porekla,**
- 7. toplota trenja**
- 8. prirodne pojave i**
- 9. otvoreni plamen.**

1. Samopaljenje

Paljenje materije bez prisustva spoljnog izvora paljenja usled samozagrevanja nastalog od hemijskih, fizičkih ili bioloških procesa naziva se samopaljenje.

Temperatura samopaljenja je ona temperatura do koje je potrebno da se zagreje materija (ili njen deo) da bi otpočeo proces sagorevanja.

Do samozagrevanja i samopaljenja dolazi usled:

- spontanog raspada molekula,
- dejstva katalizatora,
- oksidacije kiseonikom iz vazduha i
- bioloških procesa.

1. Samopaljenje

Samozagrevanje je vremenski proces koji se odvija na standardnoj temperaturi ili na nešto povišenoj temperaturi, a završava se paljenjem. Pri ovom vremenskom procesu temperatura tela se postepeno povećava, proces se sve više ubrzava, da bi na kraju došlo do pojave plamena. Samozagrevanje može da traje satima, ali i mesecima i završava se samopaljenjem.

Period od početka zagrevanja do paljenja gasova i tečnosti po pravilu je kratak, dok je kod čvrstih tela dugotrajniji. Ako se čvrsta tela nalaze u obliku prašine, onda je ovo vreme znatno kraće.

1. Samopaljenje

Na temperaturu samopaljenja utiču:

- procenat vlažnosti,
- oblik zapaljive materije i
- sadržaj primesa.

Zbog ovih faktora temperatura samopaljivosti se ne može odrediti kao tačno određena temperaturna tačka.

Temperatura samopaljenja zavisi i od pritiska, povećanjem pritiska smanjuje se temperatura samopaljenja, gde se smanjuje rastojanje između molekula unutar smeše, a time povećava broj sudara, što ubrzava reakciju i snižava temperaturu samopaljenja.

Materije sklone procesu samozagrevanja i samopaljenja su: lignit (ugalj), drvene strugotine, tečna goriva, masti i razne vrste ulja, fini prah pojedinih metala (Al, Fe, Mg), pluta, pamuk natopljen uljem ili mastima, seno ...

1.2. Samozagrevanje usled spontanog raspada molekula

Na samozapaljivost neke materije može uticati njena **unutrašnja struktura**. Materije koje u svojoj strukturi imaju **molekule koje se raspadaju** sklone su samopaljenju. **Ove materije su bogate energijom i pri njihovom raspadanju energija se oslobađa**. Primer može se navesti **acetilen**, on je bogat energijom, jer njegovi molekuli sadrže trostruku vezu. Na povišenom pritisku acetilen se raspada uz oslobađanje velike količine energije.



1.2. Samozagrevanje usled dejstva katalizatora

Neke materije koje su stabilne u odsustvu katalizatora, mogu da se zapale pod dejstvom **katalizatora**, čak i na običnim temperaturama. Kao primer katalitičkog načina samopaljenja može da se navede **CS₂** (ugljen-disulfid). Na običnoj temperaturi ugljen-disulfid je stabilan. Međutim, ako se nalazi u prisustvu **gvožđa** može da se zapali, jer gvožđe deluje kao katalizator. Pri ovoj pojavi, na običnoj temperaturi, nastaje sulfid gvožđa. Sulfid gvožđa deluje kao katalizator na oksidaciju ugljen-disulfida. Zbog ove pojave nije preporučljivo ugljen-disulfid čuvati u posudama od gvožđa.

1.3. Oksidacija kiseonikom iz vazduha

Do spontane oksidacije kiseonikom iz vazduha dolazi kod onih organskih materija koje u sebi sadrže **velike molekule sa duplom vezom**. Ovakvom načinu samozagrevanja predhodi **tiha oksidacija**. Nezasićene mase kiseline se izrazito samozagrevaju oksidacijom sa vazдушnim kiseonikom.

Pri ovim procesima dolazi do izdvajanja toplote, odnosno ove reakcije su egzotermne.

Od broja duplih veza u molekuli zavisi i količina kiseonika koja može da se veže.

Sa povećanjem broja duplih veza, povećava se količina vezanog kiseonika.

1.3. Oksidacija kiseonikom iz vazduha (ulja i masti)

Biljna ulja, kao i tehnički proizvodi na bazi biljnih ulja skloni su samozagrevanju. **Oni sadrže velike količine nezasićenih kiselina, te otuda potiče sklonost prema samopaljenju.** Manju sposobnost oksidacije i polimerizacije imaju masti i ulja životinjskog porekla i mineralna ulja. Samo neke vrste životinjskih masti koje sadrže nezasićene gliceride, imaju sklonost prema samozagrevanju.

1.3. Oksidacija kiseonikom iz vazduha (ulja i masti)

Ulja i masti se neće samozagrevati i zapaliti u svim uslovima. Bitan uticaj na samozagrevanje ima površina na kojoj se odvija oksidacija i polimerizacija. Ako je površina dodira sa vazduhom, tj. kiseonikom mala, ulja i masti se neće zapaliti. Povećanjem površine dodira sa vazduhom mogućnost samozagrevanja se povećava. Ukoliko se tkanine, npr. materijal za brisanje (sundერი, krpe itd.) natopljeni uljima biljnog porekla, imaju veliku reakcionu površinu što dovodi do oksidacije i polimerizacije. Pri ovim procesima dolazi do izdvajanja toplote. Temperatura se naglo povećava i dolazi do samopaljenja. Slično se ponašaju i metali u obliku praha, ako se natope mašču ili uljem.

Ocena sklonosti nekih materijala prema samopaljenju

Materijal	Sklonost samopaljenju
Uljane boje	Velika
Ulje soja i kukuruz	Srednja
Seme pamuka	Niska
Pamučno ulje	Srednja
Žitarice sa klicom	Srednja
Riblje brašno	Visoka
Koža	Mala
Juta	Mala
Laneno ulje	Visoka
Laneno vlakno	Srednja
Al-prah	Srednja
Monomeri za polimerizaciju	Visoka do srednje
Voštano platno	Srednja
Maslinovo ulje	Srednja
Brašno	Visoka
Kakao u prahu	Srednja

Samozagrevanje uglja

Samozagrevanju i samopaljenju sklone su i razne vrste ugljeva. Ugalj ima osobinu da apsorbuje gasove iz svoje okoline, pa tako **usled hemijske reakcije uglja sa vazдушnim kiseonikom, dolazi do oslobađanja toplote.** Usled postepenog oslobađanja toplote, temperatura u unutrašnjosti uglja raste i dolazi do samozagrevanja. Brzina samozagrevanja zavisi od sastava i starosti uglja.

Postoje dva osnovna uzroka samozagrevanja uglja:

- **oksidacija sumpornih jedinjenja gvožđa koji se nalazi u uglju i**
- **oksidacija ugljene mase.**

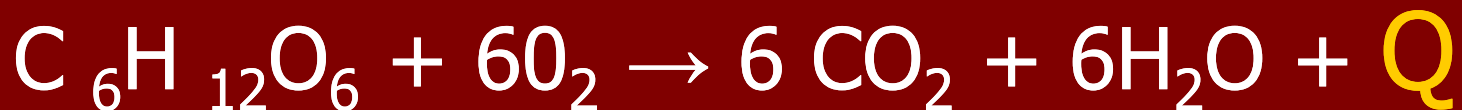
Samozagrevanje uglja

Samozagrevanje uglja praćeno je vidljivim promenama, kao što su: **promena boje, raspadanje komada uglja i gubitak sjaja**. Usled isparavanja isparljivih komponenata, prilikom sušenja uglja dolazi do promena u njegovom sastavu tj. smanjuje se sadržaj ugljenika i vodonika u uglju, a povećava se sadržaj kiseonika i pepela. Kada se temperatura povisi na 400 - 500°C tada dolazi do procesa gorenja.

1.4. Biološko samozagrevanje

Neki biljni materijali mogu da se zagreju, pod dejstvom mikroorganizama, do relativno visokih temperatura.

Ovo je naročito izraženo, kod onih biljnih materijala koji sadrže **ugljene hidrate** i dovoljnu količinu vlage. Povišene temperature nastaju usled metaboličkih procesa raspadanja ugljenih hidrata, koji mogu da se prikažu sledećom jednačinom:

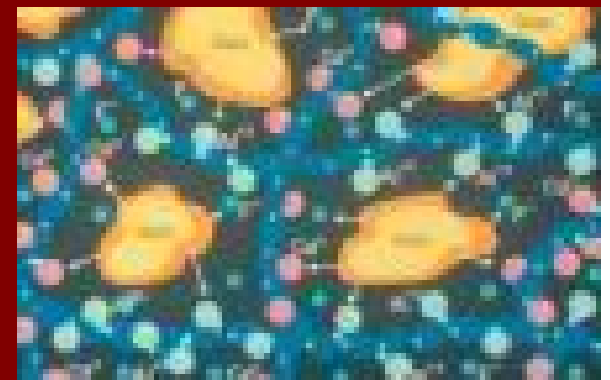


1.4. Biološko samozagrevanje

Većina mikroorganizama ne podnosi temperature više od 50°C , a samo izuzetno 60°C . Zahvaljujući uzajamnoj povezanosti dva procesa, biljni materijali se zagrevaju do temperature samopaljenja.

- U prvoj fazi zagrevanja, **toplota nastaje kao posledica rada mikroorganizama,**
- **dok u drugoj fazi zagrevanje se nastavlja zbog hemijskih reakcija,** koje su otpočele usled povišene temperature.

U ovom slučaju najčešće se radi o oksidaciji kiseonikom iz vazduha.



1.4. Biološko samozagrevanje

Samozagrevanjem na ovoj način mogu da se zapale mnogi biljni materijali: **seno, konoplja, lan, juta itd.**

Semena raznih biljaka, uglavnom žitarica samozagrevanju se na specifičan način. Kod povoljne temperature i povećane vlažnosti semena, dolazi do **klijanja zrna.**

Prilikom klijanja oslobađa se toplota.

Ukoliko se ta toplota ne odvodi, može doći do zagrevanja, pa čak i do paljenja cele mase.

2. Zagrejane površine kao uzroci paljenja

U procesu proizvodnje često se susreću zagrejane površine koje mogu postati izvor paljenja, ako do ovakvih površina dospeju zapaljive materije. Kao primer se mogu navesti rotirajući delovi, koji se nedovoljno podmazuju, i čije zagrevanje može izazvati požar. Takođe kod gasnog ili elektrozavarivanja može doći do požara, usled zagrevanja površine čak i sa suprotne strane od mesta zavarivanja.

2. Zagrejane površine kao uzroci paljenja

Zagrejane površine koje se mogu javiti najčešće su:

- Električne sijalice opšte namene,
- Zagrejani gasovi usled komprimovanja,
- Zagrejane kapi metala kod kratkog spoja,
- Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala,
- Žar cigarete i
- Ostalo.

2.1. Električne sijalice opšte namene kao izvor paljenja

Mogućnost da se izazove požar električnom lampom-sijalicom, može prosteći i iz kontakta zapaljive smeše sa (najčešće sferičnim) staklenom površinom sijaličnog tela, koje ima veću temperaturu od temperature paljenja smeše. Temperatura zagrevanja sferičnog tela sijalice zavisi od njene snage, dimenzije i načina postavljanja u prostoru.

2.2. Zagrejani gasovi usled komprimovanja

Komprimovani gas ili luk predstavlja zagrejanu masu koja može biti izvor paljenja.

2.3. Zagrejane kapi metala kod kratkog spoja, kao izvor paljenja

Kapi metala se obrazuju:

- pri kratkom spoju elektroprovodnika,
- ali i kod elektrozavarivanja i topljenju niti u električnim sijalicama namenjenih za opštu, svakodnevnu upotrebu.

Prečnik kapi metala nastale usled kratkog spoja i topljenja niti električne sijalice dostiže 3 mm.

2.3. Zagrejane kapi metala kod kratkog spoja, kao izvor paljenja

Temperature kapi metala kod kratkog spoja elektroprovodnika prevazilaze temperaturu topljenja metala, n. pr. Za Al dostiže vrednosti od 2500°C .

Količina toplote, koji kapljica metala može da preda zapaljivoj sredini, je tolika da može da se dostigne temperature njenog i paljenja.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Veoma čest izvor paljenja je užareni-rastopljeni materijal, nastao pri zavarivanju i rezanju. **Prosečno 2,5% požara i 4,9% eksplozija izazivano je pri zavarivanju.**

Zavarivanjem nastaju užarene čestice i odsečeni komadi metala, zagrejani do visokih temperatura. Požar se usled delovanja ovih faktora može pojaviti i na udaljenosti od nekoliko metara od mesta zavarivanja i rezanja, posebno ako se radi na visini.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Ukoliko metalne kapljice dospeju u pore i pukotine obližnjih predmeta te dođe u kontakt sa zapaljivom materijom, dolazi do tinjanja koje može preći u požar čak nakon nekoliko sati.

Za gasno zavarivanje koristi se toplota nastala na gorioniku. Toplota nastaje sagorevanjem gasa, najčešće acetilena, ali i vodonika, metana i sa kiseonikom. Pod uticajem temperature, koja može biti od 2600 do 3000°C dolazi do topljenja metala na mestu zavarivanja. Do požara može doći usled raspršavanja užarenog materijala.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Aparatom za gasno zavarivanje može se vršiti i sečenje metala. U tom slučaju razlikuje se tip gorionika. Metal se pod delovanjem visoke temperature topi. Sečenje materijala zahteva smešu bogatiju kiseonikom, usled čega užareni materijal oksiduje.

Prilikom zavarivanja predmeta broj i količina rastopljenih čestica, koje se rasipaju u okolinu kao i njihov domet u velikoj meri zavisi od **položaja predmeta**. Pri radu na predmetima koji su vertikalno postavljeni u odnosu na pod nastaje najviše užarenih čestica.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Visoka temperatura nastala u električnom luku je osnova **električnog zavarivanja**. Prilikom ovog zavarivanja koristi se električna struja napona (15 - 50 V) i jačine (60 - 300 A). **Dakle koristi se struja niskog napona a velike jačine.** Za električno zavarivanje koriste se elektrode. One se tope, usled visoke temperature nastale u voltinom luku i popunjavaju praznine na mestu zavarivanja. Požar prilikom ovog zavarivanja može izazvati užareni materijal koji se odvaja i pada. Ako elektrode, odnosno delovi elektroda padne na zapaljive materije mogu izazvati požar.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Za termitno zavarivanje koristi se specijalna smeša „termit“. Na mesto koje se želi zavariti, postavlja se smeša „termit“ a zatim se zapali. Smeša sagoreva uz temperaturu 2500-3000 °C. Kao posledica sagorevanja metal se topi, prodire u međuprostore i dovodi do zavarivanja.

Izvori paljenja pri zavarivanju

Dakle, kao izvori paljenja pri zavarivanju mogu se pojaviti:

- električni luk,
- zagrejane površine vara,
- plamen gorionika za gasno zavarivanje i
- kapi rastopljenog metala koje se raspršavaju od mesta vara.

Rastopljene kapi metala najčešće se javljaju kao uzročnici požara.

2.4. Užareni materijal nastao pri zavarivanju i rezanju metala kao izvor paljenja

Da bi se sprečio nastanak požara prilikom zavarivanja potrebno je primeniti sledeće mere:

- **zabraniti upotrebu neispravnog alata,**
- **zabraniti rad licima koja nemaju odgovarajuće kvalifikacije,**
- **zabraniti zavarivanje instalacija i sklopova pod pritiskom,**
- **zabraniti zavarivanje cisterni i rezervoara bez pedhodnog detaljnog čišćenja kao i**
- **zavarivanje na mestima gde se čuvaju lako zapaljivi materijali.**



2.5. Žar cigarete kao izvor paljenja

Upaljena cigareta ili nedovoljno ugašena cigareta, ako dođe u kontakt sa zapaljivom materijom može izazvati požar pa čak i eksplozija.

Temperatura žara i vreme utiču na to, da li će doći do paljenja.

Opušak cigarete može imati temperaturu između 350°C i 650°C zavisno od vrste, kvaliteta, mekoće cigarete kao i brzine strujanja vazduha.

2.5. Žar cigarete kao izvor paljenja

Žar cigarete može zadržati relativno konstantnu temperaturu u trajanju od 1 minuta, pri brzini 5 m/s. Brzina sagorevanja opada pri smanjenju temperature strujanja vazduha. Međutim, ipak može doći do razbuktavanja. Veću temperaturu žara imaju cigarete lošijeg kvaliteta.

Opušak je čest uzrok požara. **Njegovo vremensko trajanje je dovoljno da zapali npr. papir, meko drvo, tekstil itd.** Na vremensko trajanje požara izazvanog opuškom utiču sledeći faktori: vrsta zapaljivog materijala, stanje materijala (rastresit, suv, zbijen, vlažan), brzina strujanja vazduha, količina vazduha, vrsta opuška itd.

2.5. Žar cigarete kao izvor paljenja

Pošto su požari izazvani opuškom česti, potrebno je primeniti određene mere zaštite od požara. **Najvažnija mera je zabrana pušenja u svim eksplozivnim i požarno ugroženim objektima.** Pušenje je u halama dozvoljeno samo u određenim mestima, odnosno u prostorijama koje imaju neophodna sredstva za sprečavanje vatre i njenu likvidaciju.

Ostale zagrejjane površine kao izvor paljenja

- povećano zagrevanje električnih vodova (najčešće izazvano preopterećenjem),
- šljaka i pepeo iz ložišta,
- rasprskavanje tečnog metala pri topljenju i livenju i
- površine zagrejjane sunčevim zračenjem.

3. Hemijske reakcije

Neke hemijske reakcije mogu biti uzrok nastojanja požara. To su pre svega egzoterme reakcije tj. reakcije pri kojima se oslobađa toplota. Oslobođena toplota može biti dovoljna da se neka goriva materija zagareje do temperature samopaljenja.

3. Hemijske reakcije

Pri egzotermnoj reakciji razlikujemo dva slučaja paljenja materije:

- kada dolazi do paljenja jedne od komponenti koje učestvuju u hemijskom procesu i
- kada se zapali neka zapaljiva materija, koja nije neposredno vezana za hemijske procese, nego se nalazi blizini mesta odigravanja reakcije.

3. Hemijske reakcije

Primer mogućnosti izbijanja požara, kao posledice hemijske reakcije je paljenje slame pod uticajem azotne kiseline. Kada se boca s azotnom kiselinom drži u korpi koja je s unutrašnje strane obložena slamom, može doći do požara. Do požara kao posledice hemijske reakcije može doći na cevovodima i drugim instalacijama, na bocama s kiseonikom, ako se za podmazivanje ovih instalacija upotrebljava mazivo koje ne odgovara ovim potrebama ili ako se dozvoli da kiseonik dođe u dodir sa raznim masnim materijama.

3. Hemijske reakcije

Kao primer paljenja materije koja ne učestvuje direktno u hemijskoj reakciji može se navesti paljenje zapaljive materije pri gašenju kreča tj. delovanju vode sa kalcijum oksidom. Pod uticajem oslobođene toplote, može doći do paljenja vreća u kojima se nalazi negašeni kreč.

Za sprečavanje požara koji nastaje kao posledica hemiskih reakcija posebno treba voditi računa o skladištima i prostorijama gde se drže različite vrste hemiskih proizvoda.

4. Električna struja

Korišćenje električne struje vrlo često dovodi do požara. Izvor paljenja može biti naizmjenična i istosmerna struja. **Požari na električnim uređajima i instalacijama su u većini slučajeva posledica naše nemarnosti.**

Kretanje elektriciteta, odnosno elektrona, kroz provodnik naziva se električnom strujom. Što je veći broj elektrona koji prolaze kroz provodnik i što je njihovo kretanje brže, struja će biti veće jačine.

4. Električna struja

Provođenje električne struje zavisi od prirode provodnika. Električnu struju bolje provode materijali koji imaju više slobodnih elektrona. To su sledeći metali: srebro, baker, zlato i dr.

Prilikom proticanja struje usled oslobađanja toplote, provodnik se zagreva. Ova toplota može zapaliti zapaljivi material. Ukoliko se vodovi nepravilno dimenzionišu ili se električni uređaji preoptereće, može doći do paljenja. Osim toga i varnice se mogu pojaviti kao izvori paljenja, bilo da se pojavljuju u normalnim uslovima, bilo kao posledica oštećenja elektroinstalacija i uređaja.

4. Električna struja

Pri korišćenju električne struje mogu se javiti sledeći izvori paljenja:

- grejanje električnog provodnika, namotaja i drugih uređaja kroz koje električna struja protiče,
- električni luk i varnica,
- kratki spoj,
- veliki prelazni otpor i
- električni aparati i uređaji.

Kratki spoj

Kratki spoj je često uzrok izbijanja požara i eksplozija. Može se javiti usled oštećenja izolacije. U električnoj mreži do kratkog spoja dolazi usled direktnog dodira između provodnika različitih faza ili između faznog i nultog provodnika. Tada kroz kratkospojene provodnike protiče znatno jača struja nego kada se radi o normalnom pogonu, pošto se otpor naglo smanjuje. Prelazni otpor, koji se pojavljuje na mestu kratkog spoja, sastoji se od otpora električnog luka i otpora ostalih delova strujnog kruga kratkog spoja.

Kratki spoj

Kratki spoj može nastati pre izbivanja požara i prilikom samog požara. Zato razlikujemo dve vrste kratkog spoja:

- primarni kratki spoj i
- sekundarni kratki spoj.

Prelazni otpori

- Na mestima spajanja provodnika ili kablova, kao i na mestima njihovog spajanja sa tablama, aparatima i uređajima, formira se prelazni otpor. Kada su spojevi dobro izvedeni, prelazni otpor je mali. Prelazni otpori se javljaju kod labavih, slabih spojeva kao i onda kad su se spojevi oksidirali.
- Kod velikih prelaznih otpora delovi se jako zagrevaju i može se zapaliti izolacija.

Električni luk i električna iskra

- Čest uzrok požara je električni luk i električna iskra. Električni luk može neposrednim dodirrom ili zračenjem zapaliti svaki gorivi material. Njegova temperature je od 1500 do 4000°C.

Varnice električnog porekla

- Postoje dve vrste varnica električnog porekla i to:
- **normalne varnice izazvane:** uključivanjem i isključivanjem električnog kola, varnice prouzrokovane samoindukcijom, varnice nastale pri normalnom radu aparata, ako što su varnice između četkice i kolektora na motorima sa istosmernom strujom, pri radu prekidača, kod zavarivanja pomoću električne struje i sličnih poslova i
- **varnice izazvane kvarovima** na električnim aparatima kod prekida kablova, usled kratkog spoja izazvanog gorenjem izolacije ili radi oštećenja kojeg može izazvati predmet, čovek ili životinja.

Električna struja je vrlo čest uzročnik paljenja, odnosno požara. Električna energija, prilikom prolaza kroz provodnik ili prilikom korišćenja u mašinama ili uređajima transformiše se delimično u toplinsku energiju, koja tada raste i naraste do granične temperature paljenje materije koja se nalazi u neposrednoj blizini (materijal izolacija, konstruktivni element i druge zapaljive i eksplozivne materije), pa električna energija postaje uzrok požara.

5. Statički elektricitet

Statički elektricitet ima veliki značaj u području zaštite od požara. Statičko naelektrisanje se sve češće pominje kao jedan od potencijalnih izazivača požara, pa čak i eksplozija.

Kod statičkog elektriciteta radi se o malim količinama elektriciteta, ali vrlo visokog napona.

5. Statički elektricitet

Svaki atom sadrži pozitivne čestice, protone i negativne čestice, elektrone. Telo je električki neutralno, kada broj protona u njemu, odnosno u njegovim atomima odgovara broju elektrona. Elektroni mogu napustiti atomski sistem i preći na druge atome i molekule. Atomi i molekuli u kojima je smanjen broj elektrona nazivaju se pozitivnim jonima, a oni na koje su elektroni prešli nazivaju se i negativnim jonima. Postoje dve vrste elektriciteta: pozitivan elektricitet koji sačinjavaju pozitivni joni i negativan elektricitet koji sačinjavaju negativni joni i slobodni elektroni.

5. Statički elektricitet

Statički elektricitet je električni naboj u mirovanju, koji je smešten na odgovarajućim telima.

Električni naboji različitog predznaka se među sobom privlače, a električni naboji istog predznaka se među sobom odbijaju.

Naboji statičkog elektriciteta nastaju pri jednom od sledećih procesa:

- trenjem dva tela koja su izolovana od zemlje,
- kidanjem kontakata između dva tela, od kojih je jedno provodnik, a drugo izolator ili su oba izolatori i
- influencijom (ako se jedno naelektrisano telo približi drugim neutralnim telu, prvo izaziva na drugom punjenje suprotnog znaka).

5. Statički elektricitet

Statički elektricitet nastaje pri preradi, transportu i skladištenju zapaljivih tečnosti, rastresitih materijala, pri pretakanju elektroneprovodljivih tečnosti i gasova, kod pneumatskog transporta praškastih materijala.

5.1. Statičko naelektrisanje čoveka

Velika količina statičkog elektriciteta može se nakupiti i na ljudima, naročito kod cipela sa nesprovodljivim đonom, odeće i rublja od vune, svile i sintetičkih vlakana, pri kretanju po neprovodljivom podu i pri obavljanju raznih poslova sa izolacionim materijalima.

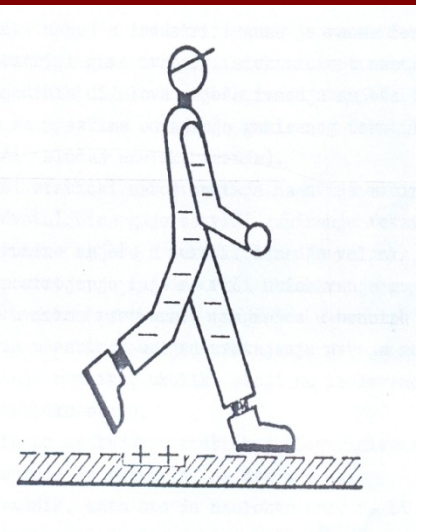
Čovek ima sposobnost nagomilavanja električnog naboja u organizmu. Tako da, usled pražnjenja statičkog elektriciteta, može doći do paljenja smeša. Razlika potencijala između metalnih predmeta i čoveka može dostići i do desetinu hiljada volti.

5.1. Statičko naelektrisanje čoveka

Fizičko delovanje statičkog elektriciteta manifestuje se u obliku slabog, umerenog i jakog udara, a zavisi od energije koja je oslobođena prilikom pražnjenja. Struja pražnjenja statičkog elektriciteta je male jačine, pa nije direktno opasno po život čoveka. Međutim, usled čovečijeg refleksa može doći do ozleda, pada sa visine i sl.

Statički elektricitet, usled dugotrajnog delovanja može izazvati oboljenje nervnog sistema.

Ukoliko se lako provodljivom delu neke konstrukcije približi naelektrisana osoba, može doći do varnica koja predstavlja izvor paljenja.



5.1. Statičko naelektrisanje čoveka

Za zaštitu od nagomilanog statičkog elektriciteta kod ljudi, na ulazu u eksplozivne i požarno veoma ugrožene pogone i prostorije, postavljaju se specijalne elektroprovodne zone uzemljenja, kroz koje čovek prolazi. Te zone su napravljene od elektroprovodljivih materijala. Radnici treba da upotrebljavaju lako provodljivu obuću. To je obuća sa đonom od kože i gume koja provodi ili na đonu ima bakarne pločice. **Odeća treba da je od prirodnih materijala, kao što su pamuk i lan dok sintetički materijali i svila nisu pogodni. Skidanjem odeće u ugroženim prostorijama, opasnost od nastajanja statičkog elektriciteta se povećava.**

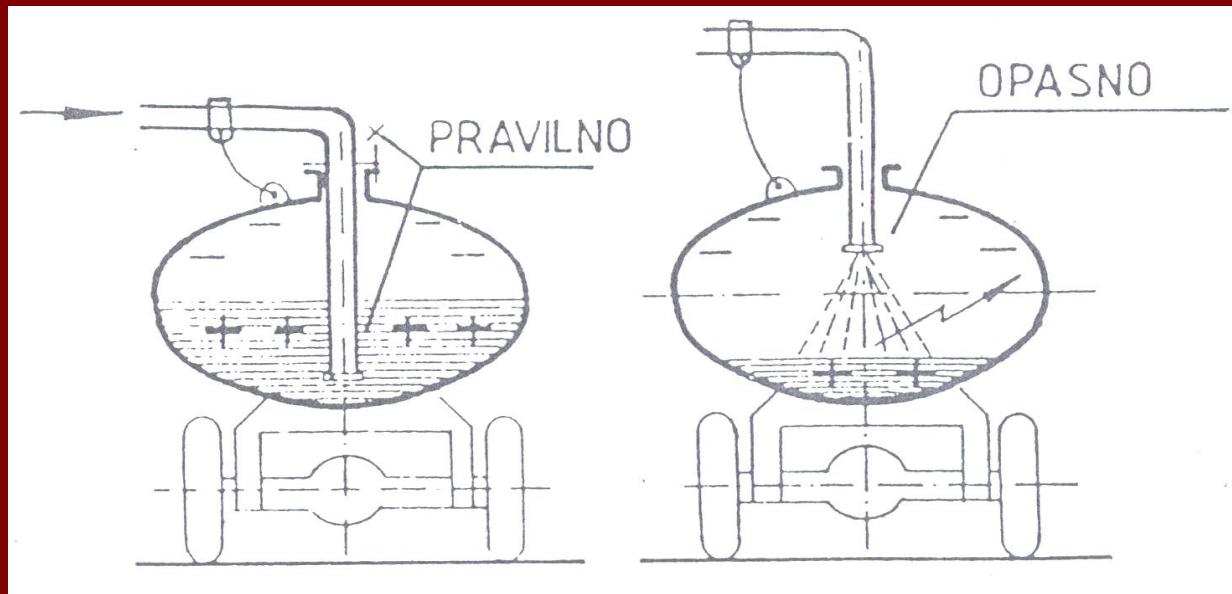
5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

Pri preradi, transportu i skladištenju zapaljivih tečnosti, rastresitih materijala, pri pretakanju elektroneprovodljivih tečnosti i gasova dolazi do pojave statičkog elektriciteta.

Statički elektricitet može nastati kod cisterni, usled kotrljanja gumenih točkova po putu ako je vreme suvo. Kod vožnje, usled trenja i odvajanje gume od puta vozilo se elektrostatički nabija. Kada vozilo stane naboj nestaje.

5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

Nekada se provodljiva traka koja se vuče po putu, smatrala potrebnom. Nova saznanja su utvrdila da ona nije potrebna, jer po kišnom vremenu nema statičkog elektriciteta, a po suvom vremenu traka nije efikasna. Zato je potrebno posebnu pažnju obratiti, još prilikom punjenja cisterni.



5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

Prilikom punjenja potrebno je:

- cisternu pri punjenju uzemljiti,
- cisterna se nesme puniti većom brzinom od 1 m/s, dok cev nije ispod nivoa tečnosti,
- cev za punjenje se mora spustiti na dno cisterne,
- cisterna pre početka punjenja mora biti čista,
- proveriti šta je u cisterni ranije bilo da nebi došlo do neželjene reakcije,
- ukoliko je cisterna bila radnije punjena nekom drugom tečnošću, potrebno je pranje i čišćenje dna cisterne,
- cev treba fiksirati za otvor cisterne pre početka punjenja, da prilikom isticanja tečnosti iz cevi ne podigne cev iz cisterne i
- cev za punjenje sme da se izvuče tek nakon jednog minuta, po završetku punjenja da nebi došlo do varnice zbog statičkog elektriciteta.

5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

U rezervoarima u kojima se nalaze ugljevodonici kao što su: kerozin, benzin, petrolej i sl. postoji velika opasnost od statičkog elektriciteta. Ove tečnosti se naelektrišu prilikom dotoka u rezervoar, tako da može doći do pražnjenja i pojave varnice a tako i do paljenja mešavine vazduha i zapaljivih para tečnosti. Opasnost je veća ukoliko je rezervoar izolovan jer može doći do pražnjenja i spolja i unutra rezorvoara. Kada je rezervoar uzemljen postoji opasnost od varnice, sa unutrašnje strane rezervoara. Tečnost je izolator i naboji sa površine tečnosti se ne odvede u zemlji i pored toga što je rezervoar uzemljen.

5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

Statički elektricitet nastaje pri velikom broju operacija i postupaka, tako da je čest uzročnik požara i eksplozija.

Opšte mere za otklanjanje opasnosti od skupljanja statičkog elektriciteta su:

- uzemljenje,
- regulisanje vlažnosti, odnosno povećanje relativne vlažnosti,
- jonizacija atmosfere i
- primena antistatika.

5.2. Opasnost od statičkog elektriciteta pri transportu i manipulaciji zapaljivim materijalom

Utvrđeno je da se većina požara, usled pražnjenja statičkog elektriciteta desila u zimskom periodu, kada je niska relativna vlažnost. Provodnost materijala se povećava pri povećanoj vlažnosti.

6. Iskre mehaničkog porekla

Iskre mehaničkog porekla često mogu biti uzročnik požara i eksplozija. Iskrom, varnicom naziva se leteće zagrejano telo malih dimenzija. Najčešće pojave nastanka iskri mehaničkog porekla su:

- vatrena točila koja daju snopove varnica,
- čelični alati, ručni i pneumatski čekići i
- trenje obuće sa metalnim delovima i predmetom o neku čeličnu površinu itd.

6. Iskre mehaničkog porekla

Varnica može izazvati aktiviranje (paljenje) smeša gasova i para sa vazduhom. Svaka varnica neće aktivirati smešu gasa sa vazduhom, već **samo ona koja ima minimalnu energiju paljenja**. Paljenju varnicom takođe su izloženi vlaknasti materijali u rastresitom stanju kao i materijali u praškastom stanju. Radi malog sadržaja toplote varnica uglavnom ne može upaliti ostale čvrste materije.

7. Toplota trenja

Trenjem čvrstih tela oslobađa se toplota. Oslobodena toplota može zagrejati neku zapaljivu materiju do temperature paljenja.

Pri trenju pokretnih delova raznih mašina može doći do pregrevanja. Količina oslobodene toplote biće veća, ukoliko se radi o trenju grubljih površina i kada između dodirnih površina vladaju veći pritisci.

7. Toplota trenja

Pod uticajem toplote oslobođene trenjem može doći do:

- paljenja maziva kod pojedinih mašina i
- paljenjem drugih zapaljivih materijala.

Drugi slučaj paljenja u praksi je dosta redak.

7. Toplota trenja

Češći je slučaj da se pod uticajem toplote oslobođene trenjem, zapali mazivo. Efikasna zaštita od ovakvih paljenja ostvaruje se pravilnim izborom maziva i redovnim podmazivanjem uređaja i mašina. Danas se proizvode maziva sa visokim temperaturama paljenja, odnosno sa velikom otpornošću prema delovanju toplote oslobođene trenjem.

7. Toplota trenja

Značajna zaštita se ostvaruje redovnim kontrolisanjem temperature na mestima gde su eventualna pregrejavanja moguća. Danas postoje uređaji za kontrolisanje temperature, kao i uređaji za automatsko isključivanje iz rada pojedinih mašina, kada dođe do pregrejavanja.

8. Prirodne pojave kao izvori paljenja

Prirodne pojave koje dovode do požara su: munja, grom, sunčeva toplota, aktivnost vulkana, vetrovi i zemljotresi.

Neke od ovih pojava **direktno** izazivaju požar, a druge ga izazivaju na **posredan** način.

U prirodne pojave koje direktno izazivaju požar ubrajaju se grom i vulkanska lava.

Primer indirektnog izazivanja požara je zemljotres. Zemljotres može izazvati rušenje uređaja i instalacija u kojima se odigravaju procesi gorenja, usled čega dolazi do paljenja okolnog lako zapaljivog materijala.

8. Prirodne pojave kao izvori paljenja

Munja i grom su najčešće prirodne pojave koje dovode do požara. Ovi požari nanose znatne materijalne štete i ljudske žrtve.

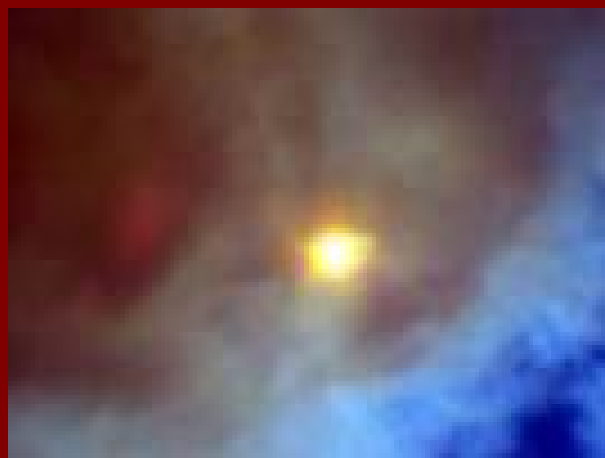
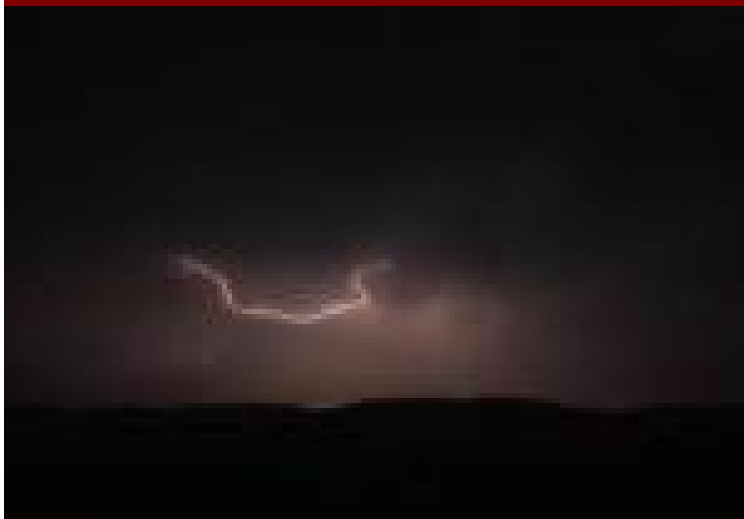
Grom je naglo električno pražnjenje između oblaka i zemlje. Najčešće se javlja u slučaju kada je olujni oblak na visini ispod 1 500 metara, iznad zemlje. Napon koji se javlja pri udaru groma može biti dosta promenljiv. On može iznositi od nekoliko desetina do preko million volti, a jačina može iznositi do 20 000 ampera. Vremenski, pražnjenje traje deseti deo sekunde.

8. Prirodne pojave kao izvori paljenja

Opštiji naziv za električno pražnjenje u atmosferi je munja. Razlikuje se više vrsta munja:

- munje koje nastaju unutar olujnog oblaka. Ova vrsta munje praćena je svetlosnim bljeskom koji osvetljava veću ili manju površinu oblaka,
- linijske munje, koje nastaju ili između dva oblaka ili između oblaka i tla (u ovom slučaju se radi o gromu). Ove munje imaju oblik razgranate, svetleće pruge i
- munje u obliku kugle, različitih boja, koje su retke pojave.

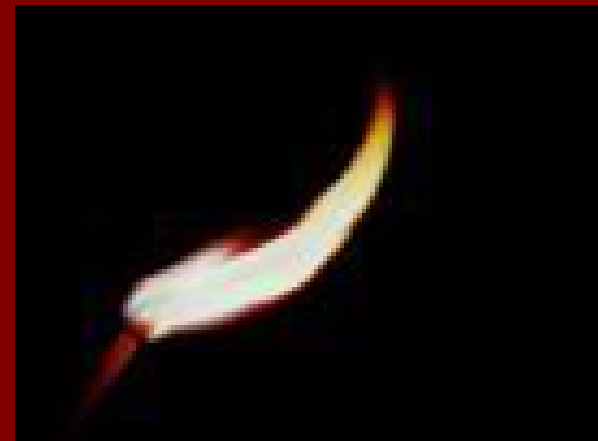
8. Prirodne pojave kao izvori paljenja



9. Otvoreni plamen kao uzrok požara

Mogućnost izazivanja požara plamenom uslovljen je temperaturom plamena i vremenom njegovog delovanja na zapaljivi materijal.

Pored opasnosti od otvorenog plamena, koji može biti izvor paljenja u direktnom kontaktu sa gorivim materijalom, on može biti izvor paljenja i usled zračenja.



Parametri otvorenog plamena

Izvori paljenja	Temperatura plamena (°C)	Vreme sagorevanja (tinjanja) (min)
Lakozapaljive gorive tečnosti	880	-
Drvena prašina i drvo	1000	-
Prirodni gorivi gasovi	1200	-
Gasno zavarivanje metala	3150	-
Gasno rezanje metala	1350	-
Tinjajući papir	320-410	2-2,5
Tinjajuća cigareta	420-460	26-30
Plamen šibice	620-640	0.33

Zaključak

S obzirom da su izvori paljenja veoma rasprostranjeni, tj. praktično svuda postoje, nikada se ne može isključiti pojava požara i eksplozija.

Smanjenje opasnosti u velikoj meri se postiže poznavanjem tih izvora, kao i strogim pridržavanjem mera zaštite.

Ovaj kratki pregled, u domenu izvora paljenja i opšte mere zaštite od požara i eksplozija ukazuje na širinu, kompleksnost i značaj ove problematike.