

---

# Deo I – Uzroci nastanka požara

- Zavarivanje
- Hemijske reakcije
- Samopaljenje

# Zavarivanje i rezanje metala

---

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.

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 rasejavanja užarenog materijala.

# Zavarivanje i rezanje metala

---

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.

Visoka temperatura nastala u električnom luku je osnova **električnog zavarivanja**. Prilikom ovog zavarivanja koristi se električna struja niskog napona napona 15 - 50 V i velike jačine 60 - 300 A. Za električno zavarivanje koriste se elektrode koje se tope usled visoke temperature nastale u električnom 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.

# Zavarivanje i rezanje metala

---

Osnovna karakteristika svih izvora paljenja, usled zavarivanja, je da su to tela koja sadrže toplotnu energiju. U kontaktu sa zapaljivim materijalom, ona predaju tu toplotnu energiju i dolazi do postepenog opadanja temperature užarenog materijala.

Prilikom zavarivanja može čak doći do požara u susednoj prostoriji jer užareni materijal prolazi kroz cevi, otvore na podu, zidove i sl.

Delovi rastopljenih elektroda, koji padaju na niže delove konstrukcije, mogu da izazovu paljenje zapaljivih materijala. Površine na kojima bi moglo doći do propadanja rastopljenih kapi metala, prekrivaju se štitnicima od lima. Prilikom zavarivanja na platformi, mesto zavarivanja treba izolovati metalnim pokretnim štitovima. Na taj način se štiti od paljenja oprema i zapaljivi materijali. Ostaci užarenih elektroda stavljaju se u metalne sanduke.

# Zavarivanje i rezanje metala

---

Aparati za zavarivanje koji koriste elektrode sa povećanom debljinom, brže se pregrevaju. To se pregrevanje mora na vreme sprečiti. Potrebno je neprestano kontrolisati: režim zavarivanja, struju zavarivanja, proveravati opremu, odnosno njeno zagrevanje, proveravati prečnik elektroda itd.

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 prethodnog detaljnog čišćenja kao i varenje na mestima gde se čuvaju lako zapaljivi materijali.**

# Hemijske reakcije

---

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

Pri egzotermnoj reakciji postoje 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 u blizini mesta odigravanja reakcije.

# 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.

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 hemijskih reakcija posebno treba voditi računa o **skladištima i prostorijama** gde se drže različite vrste hemijskih proizvoda.

# 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.

**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.

# Samopaljenje

---

Na temperaturu samopaljenja utiču: *procenat vlažnosti, oblik zapaljive materije i sadržaj primesa*. Zbog ovih faktora temperatura samopaljenja 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, žitarice ...

# Samopaljenje

---

## Samozagrevanje usled spontanog raspada molekula

Na samozapaljivost 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. **Acetilen** je primer ovog tipa samopaljenja, jer njegovi molekuli sadrže trostruku vezu. Na povišenom pritisku acetilen se raspada uz oslobađanje velike količine energije.

## 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  $\text{CS}_2$  (**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.

# Samopaljenje

---

## 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 prethodi tiha oksidacija. **Nezasićene mase kiseline** se izrazito samozagrevaju oksidacijom sa vazdušnim 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.** Jodni broj je merilo afiniteta prema kiseoniku. Što je on veći, veća je sklonost materijala prema samozagrevanju.

# Samopaljenje

---

## Oksidacija kiseonikom iz vazduha

**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.

**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 su tkanine, npr. *materijal za brisanje (sundjeri, 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. Metali u vidu praha se slično ponašaju ako se natope mašću ili uljem.

# Samopaljenje

---

**Ulja i masti** koja imaju najveću sklonost ka samopaljenju:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1. Laneno ulje       | 10. Guščija mast   |
| 2. Konopljino ulje   | 11. Koštana mast   |
| 3. Orahovo ulje      | 12. Svinjska mast  |
| 4. Makovo ulje       | 13. Goveđi loj     |
| 5. Olein             | 14. Palmينو ulje   |
| 6. Suncokretovo ulje | 15. Pčelinji vosak |
| 7. Sojino ulje       | 16. Maslo          |
| 8. Ulje od repice    | 17. Ovčiji loj     |
| 9. Maslinovo ulje    |                    |

Najlakše se pale vlaknaste materije (*putzwał*) natopljene lanenim uljem (*firnajz*) i to u odnosu 1:2. Sposobnost samopaljenja se uvećava dodavanjem katalizatora (tzv. *sikativĩ*) – soli i oksidi raznih metala (mangan, olovo, kobalt). Na ovom principu se prave zapaljiva sredstva za podmetanje požara, najčešće pamučni materijal potopljen u laneno ulje sa dodatkom olovnih sikativa!!!

# Samopaljenje

---

## Oksidacija kiseonikom iz vazduha

U rezervoarima i aparaturama, gde se čuvaju i prerađuju sirovine i proizvodi na bazi sumpora i sumpornih jedinjenja dolazi do stvaranja  $\text{FeS}$  i  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ . Do stvaranja ovih jedinjenja dolazi usled dejstva sumpora na materijal rezervoara ili aparature. Reakcija pri kojoj se obrazuje sulfidi, odvija se u dve faze. U prvoj fazi dolazi do reakcije sumpor vodonika i kiseonika uz izdvajanje sumpora.

Uz prisustvo kiseonika dobijeni sulfidi mogu da brzo oksidišu. Ukoliko je malo odvođenje toplote, sulfidi se mogu brzo ugrijati do usijanja.

U industrijama nafte i rudnicima često dolazi do samopaljenja i samozagrevanja sulfida gvožđa.

# Samopaljenje

---

## Biološko samozagrevanje

Neki biljni materijali mogu da se zagreju, pod dejstvom mikroorganizama, do relativno visokih temperatura. Ovo je naročito izraženo kod biljnih materijala koji sadrže ugljene hidrate i dovoljnu količinu vlage. Povišene temperature uglavnom nastaju usled procesa raspadanja ugljenih hidrata.

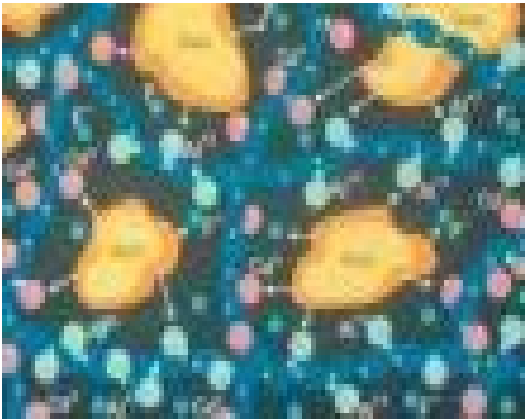
Većina mikroorganizama ne podnosi temperature više od 50°C, a samo izuzetno 60°C. Zahvaljujući uzajamnoj povezanosti dva procesa, biljni materijali se zagrevaju do temperature samopaljenja. **U prvoj fazi zagrevanja, toplota nastaje kao posledica rada mikroorganizama (tzv. termofilne bakterije), dok 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.

Proces samopaljenja materija biljnog porekla može da traje od nekoliko dana (seno oko 10 dana), do 3 ili 4 meseca.

# Samopaljenje

---

## Biološko samozagrevanje



Samozagrevanjem na ovoj način mogu da se zapale mnogi biljni materijali: seno, detelina, pamuk, 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.

U poslednjoj fazi samopaljenja iz delova biljaka se formira piroforni ugalj koji ima veliku moć oksidacije, pa se u kontaktu sa vazduhom pretvara u žar.

Glavni uzrok samopaljenja je voda - visok procenat vlažnosti materijala, količina materijala i način skladištenja (sabijen materijal, pokriven drugim materijalom ili u zatvorenom prostoru).

**Ako seno pre skladištenja nije osušeno ili ako je za vreme kosidbe padala kiša, seno može da povuče vlagu iz zemlje na kojoj je smešteno. Temperatura paljenja je 220 – 240°C.**

# Samopaljenje

---

## Samopaljenje sena

Proces ima više faza. U početku, seno se zagreva usled rada mikroorganizama. Kada temperatura dostigne 110 °C, ne postoje više uslovi za život i rad ni jedne vrste mikroorganizama, tj. završeno je samozagrevanje usled bioloških promena. Dalje samozagrevanje je posledica fizičkih i hemijskih promena, a odvija se usled toga što se pri pomenutim promenama izdvaja ugljenik, zatim metan i ugljenmonoksid.

Sprečavanje samozapaljenja je jednostavno. Neophodna je povremena kontrola temperature u unutrašnjosti sena. Ako su temperature oko 60 °C, računa se da je stanje normalno, a ako su oko 80 °C onda je to indikacija da je samozapaljenje blizu. Tada treba pristupiti „rasturanju” uskladištenog sena. Veštačkim putem se može povećati otpornost sena prema samozagrevanju i samopaljenju, i to tako što mu se dodaju male količine rastvora kuhinjske soli ili se vrši ubrizgavanje ugljendioksida.

Kod ovog procesa dolazi do karakterističnog mirisa, kao i do ulegnuća gde se proces odvija, stoka neće da jede seno itd., što omogućava da se proces samozapaljenja blagovremeno otkrije.

# Samopaljenje

---

## Materijali skloni samopaljenju

| Materijal            | Sklonost ka samopaljenju |
|----------------------|--------------------------|
| Uljane boje          | Velika                   |
| Ulje soje i kukuruza | Srednja                  |
| Seme pamuka          | Niska                    |
| Žitarice sa klicom   | Srednja                  |
| Riblje brašno        | Visoka                   |
| Laneno ulje          | Visoka                   |
| Maslinovo ulje       | Srednja                  |
| Brašno               | Visoka                   |

# Samopaljenje uglja

---

Samozagrevanju i samopaljenju sklone su i razne vrste uglja. 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.

Skлонost ka samopaljenju uglja zavisi od:

- vrste uglja
- prisustva pirita i vlage
- hemijskog sastava
- stepena usitnjenosti

# Samopaljenje uglja

| Vrsta uglja         | Ugljenik (%) | Vodonik (%) | Kiseonik (%) |
|---------------------|--------------|-------------|--------------|
| Mladi treset        | 5.4          | 6.0         | 40.0         |
| Stari treset        | 6.0          | 6.0         | 34.0         |
| Lignit i mrki ugalj | 65.0 – 77.0  | 5.0 – 7.0   | 12.0 – 25.0  |
| Kameni ugalj        | 80.0 – 90.0  | 4.0 – 5.5   | 4.0 – 15.0   |
| Antracit            | 95.0         | 2.0 – 3.0   | 2.0 – 3.0    |

**Usitnjavanje uglja ubrzava proces samozagrevanja – što je ugalj sitniji time je veća njegova površina, a samim tim i razmena kiseonika.**

Samozagrevanje uglja praćeno je vidljivim promenama, kao što su: promena boje, raspadanje komada uglja i gubitak sjaja. Usled isparavanja isparljivih komponenata, usled 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.

---

**Adresa za kontakt:**

**Dr Milan Blagojević, red. prof.  
Fakultet zaštite na radu u Nišu  
18106 Niš, Čarnojevića 10a**

**E-mail:**

**[milan.blagojevic@znr fak.ni.ac.rs](mailto:milan.blagojevic@znr fak.ni.ac.rs)**