

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Senzorji, ki delujejo v ppm območju delujejo vedno pri višji temperaturi. S tem na senzorju reagirajo tudi halogenirane organske spojine in druge spojine, ki drugače težko oksidirajo.
- Na trgu veliko različnih izvedb senzorjev, ki so prilagojeni specifični uporabi (velikost, sestava katalizatorja).
- Pri vrednotenju rezultatov je pomembno poznavanje koncentracije kisika v atmosferi, med meritvijo. Za primernost rezultatov mora biti koncentracija kisika vsaj 8 – 10 %.
- Večina senzorjev ima kisikove senzorje dodatno vgrajene.
- Katalitski senzorji zaznajo širok spekter vnetljivih spojin. Sproščena toplota pri gorenju je specifična za vsak plin. Zaradi različnih interakcij plinov s senzorsko elektrodo je množina toplote sproščene pri gorenju inverzna toploti gorenja plina.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Med zelo pomembne procese za pravilnost rezultatov sodi tudi kalibracija teh senzorjev. Običajno kalibriramo dvotočkovno  $\Rightarrow$  čista atmosfera je vrednost 0, druga točka je izbrana koncentracija.
- Relativno umerjanje pomeni umerjanje v atmosferi v kateri merimo.
- Izguba občutljivosti pri merjenju metana:
  - a) Na interference posebej občutljiv senzor za merjenje metana
  - b) Instrumenti, ki so umirjeni na butan ali propan kažejo popolnoma napačne vrednosti za metan.
- Tri različne metode za preverjanje občutljivosti na metan:
  - a) Instrument umerimo na bolj občutljiv (pentan) in potem izmerimo odziv senzorja na znano koncentracijo metana (enaka atmosfera) .
  - b) Idealna rešitev: umerjanje na metan
  - c) Instrument umerimo na tako koncentracijo metana, ki da enak odziv kot na bolj občutljiv

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- *Povzetek:*
- Senzorji za nizke koncentracije vnetljivih plinov: 0 -1 ppm, 0 – 10 ppm, 0 – 100 ppm imajo večje kapljice in delujejo pri višji temperaturi. Običajno imajo v ohišju vgrajeno črpalko.
- Senzorji za visoke koncentracije delujejo dobro v atmosferi z 8 – 10 vol. % kiska. Vgrajeno sondo za merjenje kisika.
- Osnovni princip delovanja je sprememba prevodnosti s temperaturo.
- Poznamo tudi senzorje, ki na osnovi padca koncentracije kisika zaradi izpodrivanja kisika z vnetljivimi plini.
- Uporabljajo se tudi kovinsko oksidni polprevodni ( $\text{SnO}_2$ ) MOS detektorji in to v kombinaciji za strupene in vnetljive.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- **Strupene pare in plini**
- Pri mnogih procesih se v zaprtih prostorih sproščajo strupene snovi, ki vplivajo na našo aktivnost.
- Izpostavljenost takim snovem je običajno trenutna in nepričakovana.
- Toksične substance delimo v odvisnosti od njihovih psihofizičnih učinkov.
- Simptomi so lahko akutni ali kronični. Primer akutnega je H<sub>2</sub>S: 1 ppm hitro paralizira dihalni sistem, srčni zastoj in smrt v nekaj minutah. Podobno deluje tudi CO vendar ne tako hitro.
- Druga nujnost merjenja je v nižjih koncentracijah in izpostavljenost tem koncentracijam (se nalagajo). Iz rezultatov lahko uredimo pogoje v zaprtih prostorih.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Pomembno vprašanje je določitev limita za izpostavljenost. Večina standardov in protokolov za izpostavljenost sloni na rezultatih monitoringa:
  - 8 urno časovno uteženo povprečje
  - Kratkotrajno dovoljeni limit izpostavljenosti računani na 15 minutno časovno uteženo povprečje,
  - Zgornja meja, ki ne sme biti presežena (CEILING).
  - Maksimalno izpostavljenost za pare in pline podajamo v ppm ali mg/m<sup>3</sup>
- Metode ki uporabljajo rezultate merjenj senzorjev so v večini slučajev konfuzne. Ne upoštevajo kaj merijo in kdaj merijo (merijo trenutno koncentracijo)

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Merjenje koncentracij strupenih plinov in par
- Za vsa področja ocenjevanja atmosferskih nevarnosti so dostopna številne merilne tehnologije. Navkljub mnogim tehnologijam je atmosfera v zaprtih prostorih kompliciran sistem, posebej ko v prostoru potekajo dejavnosti.
- Nobena metoda in tehnologija ne upošteva vseh možnosti, zato moramo iskati kompromise pri izbiri:
  - *Badge tip – dozimetri*
  - So pasivni dozimetri, preprosti. Zapne se jih na delovno obleko.
  - Sestavljeni so iz ene ali več plasti absorbenta, ki lahko absorbira eno ali več komponent.
  - So skonstruirani za merjenje specifične toksične komponente z vgraditvijo posebnih filtrov ali absorpcijskega sredstva za moteče spojine.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Kot absorbent običajno aktivno oglje v enem ali več slojih (za organske spojine). Absorpcija poteka pasivno, brez črpalke.
- Po predpisanih časovnih intervalih analiza ,vsaj dveh slojev, v laboratoriju.
- Razširjena uporaba, predvsem tam kjer je malo prostora, omejene možnosti za druge načine.
- Rezultate izpostavljenosti ne dobimo v real time.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- *Uporaba in vzorčevanje v absorpcijskih cevkah*
- Imajo podobne lastnosti kot dozimetri
- Lahko sestavimo stavek cevk, priključenih na črpalke z različnimi pretoki in v cevkah različni absorbenti.
- Slabost: rezultati niso v real time. Laboratorijski proptokoli so samo za izbrane skupine spojin.
- Nerodni so za osebno uporabo, postavimo na primerno mesto v prostoru.
- *Kolorimetrične tehnike merjenja* slonijo na spremembi barve reagenta, nanešenega na nosilec ali samega, ko pride do kontakta s specifičnim kontaminantom. Rezultati so v real time.
- *Kolorimetrične detektorske cevke*
- V kratkih steklenih cevkah, je na nosilec (silikagel ali amorfni aluminijevi oksidi) nanešen reagent.

## ATMOSFERSKE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Vzorec skozi cevko vlečemo z ročno ali električno črpalko.
- Avtomatski kolorimetrični sistem ima poleg cevk še fotoanalizni sistem.
- Kolorimetrične pripombe in dozimetrijske cevke so pasivni sistemi, kjer vzorec difundira.
- Koncentracije izmerimo z etaloni, v katerih so cevke pobarvane s standardnimi koncentracijami. Uporabljamo jih predvsem pri praznih prostorih, pred uporabo.
- Elektrokemijski detektorji
- Z njimi lahko merimo različne kontaminante predvsem pred vstopom v zaprte prostore.
- Specifični detektorji so na razpolago za ≈ 20 različnih spojin.
- So kompaktni, pri obratovanju zahtevajo malo električne sile, signal je od koncentracije linearno odvisen v širokem koncentracijskem območju.

## ATMOSFERSE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Rezultati senzorjev so ponovljivi. Cena vzdrževanja je relativno nizka.
- Različni proizvajalci ponujajo multisenzorje, ki običajno vsebujejo senzor za kisik, za vnetljive snovi in enega do treh dodatnih elektrokemijskih detektorjev.
- Specifični elektrokemijski senzor je sestavljen:
  - a) Difuzijsko oviro, ki je propustna za pline ne pa tekočine,
  - b) Rezervoar s kislino (največkrat fosforna in žveplova),
  - c) Senzorske elektrode,
  - d) Proti elektrode,
- e) Nekateri senzorji dodatne filtre, ki preprečujejo dostopinterferenčnih spojin na senzorsko elektrodo.

---

---

---

---

---

---

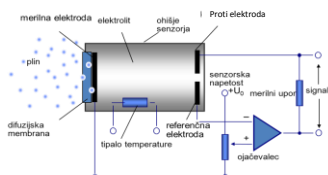
---

---

---

---

## Elektrokemijski senzor




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ATMOSFERSE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Zanimiv senzor je za CO, ponazarja tudi delovanje ostalih. Na senzorski elektrodi proizvede tok  $0,007 \pm 0,0015 \mu\text{A/ppm}$  v območju 0 – 500ppm. Detekcija sloni na oksidaciji CO
  - $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
  - $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \Rightarrow \text{H}_2\text{O} \Rightarrow$  na protielektrodi
- Zelo podobno delujejo senzorji za klor, etilen oksid, vodik,  $\text{H}_2\text{S}$ , ozon, fosfin in žveplov dioksid.
- Nekateri senzorji ne deelujejo, če ni prisoten kisik, zato vgrajen tudi senzor za kisik (npr. senzor za žveplovodik).
- Čas merjenja, delovanja, je za nekatere senzorje omejen s časom merjenja v kontaminirani atmosferi (nasičenje raztopin ali elektrode) npr. senzor za  $\text{NH}_3$  deluje eno leto v atmosferi z 2 ppm amonijaka, 6 mesecev v atmosferi s 4 ppm amonijaka.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ATMOSFERSE NEVARNOSTI V ZAPRTIH PROSTORIH

- Slabost elektrokemijskih senzorjev je v specifičnosti, vgrjujejo posebne filtre za odstranjevanje interferentnih spojin.
- Med te senzore spadajo tudi senzori s polprevodnimi kovinskimi oksidi, okrajšano MOS detektorji.
- *Ionizacijski detektorji*
- Z njimi določamo celokupno kontaminacijsko koncentracijo.
- Najbolj uporabni so pri VOC – organskih hlapnih kontaminantih.
- Merimo tok, ki nastane pri ionizaciji spojin. Tok je posledica toplotnega razpada  $\Rightarrow$  nabiti fragmenti organskih spojin in elektroni.
- Izvor vzbujanja je največkrat *fotoionizacijski (PID)* z UV svetlobo in *plamensko ionizacijski (FID)*.
- Široka je tudi uporaba *IR in NIR detektorjev* v IR spektrofotometrih

## IR senzor

