

Kolmonoxid bildas från sot och koldioxid i heta gaslagret

Sot i det heta gaslagret ökar produktionen av kolmonoxid (CO) vid rumsbränder. Sot reagerar med koldioxid (CO₂) vid temperaturer högre än 950 °C och bildar CO. Produktionen av CO ökar med ökad temperatur och minskad syretillgång.

Detta kan hända vid rumsbränder med explosionsartad brandutveckling och hög brandbelastning som avger mycket sot. Den snabba brandutvecklingen gör att branden snabbt blir underventilerad.

I ett BRANDFORSK-projekt som genomförts vid SP har bildning av kolmonoxid (CO) från sot i närvaro av CO₂ studerats i det heta gaslagret som bildas i en rumsbrand. Undersökningen är teoretisk, dvs. enbart beräkningsmodeller har använts för att studera problemet.

I studien har Sandias CHEMKIN-program använts. Lösningen bygger på en perfekt blandad reaktor, s.k. PSR koncept (eng. Perfectly Stirred Reactor). En sådan reaktor karakteriseras av ett inlopp och utlopp. I detta speciella fall motsvarar inloppet brandgaserna som strömmar i heta gaslagret via brandplymen. Gassammansättningen i utloppet består av brandgaser som har fått reagera under en viss uppehållstid. Beräkningarna är fokuserade på bildning av sot och reaktion av bildad sot med CO₂ som resulterar i bildning av CO.

Modellen bygger på senaste utvecklingen av gasfas- och sotkinetik

Modellen bygger på kemisk kinetik, vilken omfattar drygt 500 kemiska reaktioner som beskriver gasfaskemin (som inkluderar aromatiska kemin) och submodeller för sotpartikelkoagulation, sotpartikelaggregation och yttillväxt. Sotpartikeltillväxten beräknas med en rutin som är länkad till CHEMKIN-programmet. Modellen baseras på en ny s.k. HACA-metod (eng. hydrogen abstraction and carbon addition), som antar att vätet från sotpartikels yta extraheras och kol adderas genom speciell typ av ytreaktioner som liknar reaktioner i gasfas.

Reaktion mellan sot och CO₂ sker vid temperaturer högre än 950 °C

Resultaten visar att reaktionen mellan sot och CO₂, vilken ger CO, sker vid relativt höga temperaturer: 950 °C och över. Ju högre temperatur desto högre halter CO bildas från sot. Också med ökad ekvivalenskvot¹ ökar CO-produktionen, tillsammans med sotproduktionen. Under ekvivalenskvot 1.0 bildas en försumbar mängd sot och således ingen CO på detta sätt.

Extra CO₂ ger drastiskt ökad CO-produktion

Genom att addera extra CO₂ till det som naturligt bildas i förbränningen verifierades reaktionen mellan sot och CO₂. Ökning av CO-produktionen sker linjärt med ökningen av CO₂ i gaslagret. Ökningstakten är större ju högre temperaturen och ekvivalenskvoten är.

Detta visar att kraftiga bränder med mycket sotande bränslen är stora källor för CO, som sedan kan spridas till andra lokaler som inte är involverade av brand.

Studien gjordes för att utarbeta en enkel kemisk kinetisk modell som på ett realistisk sätt beaktar kemiska reaktioner med sot i heta gaslagret och visa om sot-CO₂-blandningen kan avge CO. Resultaten kan användas för att bättre kunna förutsäga CO-produktionen i underventilerade bränder. Modellen kan i framtiden användas som submodell i CFD-program.

Rapport

Arbetet har redovisats i rapporten "CO Formation from Soot and CO₂ in the Hot Gas Layer", SP-Report 2002:08, BRANDFORSK-projekt 621-001.

Kontaktperson

Ytterligare information kan erhållas från enheten för Brandteknik vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Heimo Tuovinen tfn 033-16 55 67, e-post: heimo.tuovinen@sp.se

¹ ekvivalenskvot =1 betyder att allt tillgängligt bränsle går åt för att förbruka allt tillgängligt syre