Orgaaniliste ühendite põlemine

Kui reaktsiooni lähteainete energia on kõrgem kui produktide energia, siis on reaktsioon eksotermiline ja reaktsioonil vabanev energia ülejääk eraldub soojusenergia ja valgusenergia kujul. Soojuse ja valguse eraldumine iseloomustab ka orgaaniliste ühendite reaktsiooni hapnikuga, kus süsiniku ja vesiniku aatomite ning süsiniku aatomite omavahelised sidemed asenduvad süsiniku ja hapniku aatomite ning vesiniku ja hapniku aatomite vaheliste sidemetega. Sellised reaktsioonid toimuvad orgaaniliste materjalide põlemisel ning lõkketuli oli kindlasti kõige esimene keemiline protsess, mille inimkond tahtlikult kasutusele võttis. Ka tänapäeval toodetakse suur osa inimestele vajalikust energiast süsinikuühendite põletamisel kas selle sõna otseses mõttes, või siis vahendatult, kasutades mitmesuguseid tehnoloogilisi seadmeid.

Orgaaniliste ühendite põlemisel toimub nende oksüdeerumine ja suureneb süsiniku aatomite oksüdatsiooniaste. Samas reaktsioonis osaleb hapnik, mille oksüdatsiooniaste väheneb, st. hapnik redutseerub orgaanilise ühendi toimel. Süsiniku aatomi oksüdatsiooniastme arvutamisel lähtume reeglist, et iga side vesiniku aatomiga annab panuseks -1, iga side teise süsiniku aatomiga annab panuseks 0 ja iga side süsinikust enam elektronegatiivse elemendi aatomiga (O, N, Hal) annab panuse +1. Neid reegleid kasutades saame struktuurivalemist lähtudes lihtsalt arvutada oksüdatsiooniastme iga süsiniku aatomi jaoks molekulis. Süsiniku oksüdatsiooniastme piirväärtusteks on ?IV metaanis ja +IV süsinikdioksiidis. Tegelikult on need kaks väärtust pigem näited äärmuslikest oksüdatsiooniastmetest, sest enamikus orgaanilistes ühendites jääb süsiniku oksüdatsiooniaste vahemikku ?III (etaan, CH_3-CH_3) ja +III (karboksüülrühma süsiniku aatom etaanhappes etaanhape, CH_3-COOH).

Orgaaniliste ainete täielikul põlemisel tekib süsihappegaas ja vesi ning eraldub energia. Täielikuks põlemiseks peab aga olema piisavas koguses hapnikku. Nii kulub ühe mooli propaani (gaas) põlemiseks 5 mooli hapnikku. Kuna hapniku sisaldus õhus on 21%, siis 1 liitri propaani põletamiseks kulub ca 24 liitrit õhku. Pikema süsinikahelaga alkaanide korral on õhu kulu veelgi suurem. Samas vabaneb aga suuremate molekulide põlemisel rohkem soojust. Nii annab 1 liitri etaani ja propaani (gaasid!) põletamine 1.75 ja 2.5 korda rohkem energiat kui ühe liitri gaasilise metaani põletamine.

Kui hapnikku ei jätku, siis toimub **orgaanilise aine mittetäielik põlemine**, mille produktideks on peale süsihappegaasi veel vingugaas CO ja muud madalama süsiniku oksüdatsiooniastmega produktid, sealhulgas ka tahmana tekkiv süsinik. Mittetäielikku põlemist saame jälgida siis, kui piirame õhu juurdepääsu põleti õhudüüsi sulgemisega. Samuti suureneb mittetäieliku põlemise tõenäosus, kui põlevad süsinikurikkad ühendid, näiteks pika süsinikahelaga alkaanid või küllastumata süsivesinikud.

Suure hapnikutarviduse tõttu toimub orgaaniliste ainete täielik põlemine gaasifaasis, kus põlev aine on kättesaadav õhus leiduvale hapnikule. Vedelate ja tahkete ainete põlemiseks on aga vajalik nende eelnev aurustumine. See toimub põlemisel eralduva soojuse arvel. Küünla põlemisel selle valmistamiseks kasutatavad tahked süsivesinikud ehk parafiinid sulavad ja aurustuvad ning alles seejärel põlevad küünla leegis. Materjalid, mille aurustumine ei ole võimalik (näiteks puidus olev tselluloos), põlevad aga tingimusel, et põlemisele eelneb materjali **pürolüüs ehk kõrgtemperatuuriline lagunemine.** Seejuures tekivad lenduvad orgaanilised ühendid, mis siis gaasifaasis põlevad. Pürolüüsi alustamiseks on vajalik tahkete kütuste süütamine kergesti süttiva materjali abil.

Kui pürolüüsil tekkivaid ühendeid on vaja koguda, tuleb materjali kuumutada ilma hapnikuta, sest vastasel juhul pürolüüsi saadused põlevad ära. Pürolüüsi kasutatakse näiteks nafta töötlemisel eesmärgiga lõhkuda selles leiduvaid suuri molekule ning suurendada tarbijate poolt enam nõutud naftasaaduste hulka. Seda nafta töötlemise viisi nimetatakse **krakkimiseks** ning selle protsessi täpsem kirjeldus on toodud nafta töötlemisele pühendatud osas.

Orgaanilisi ained oksüdeerivad lisaks hapnikule ka teised oksüdeerijad. Hapnikust tugevamad oksüdeerijad on näiteks fluor (F_2) ja osoon (O_3), samuti ka mõned hapnikurikkad anorgaanilised ained, mille segamisel orgaanilise ainega võib toimuda plahvatus. Nõrgemate oksüdeerijate osavõtul toimuvaid reaktsioone saab reaktsioonitingimusi valides suunata ning neid kasutatakse süsinikuühendite oksüdatsiooniastme järk-järguliseks muutmiseks. Selliselt on võimalik saada alkohole (R-OH), aldehüüde (R-COH) ja karboksüülhappeid (R-COOH). Nende reaktsioonide kulgemine ei toimu aga sarnaselt põlemise reaktsiooniga.

Orgaaniliste ühendite oksüdatsioonile vastupidine reaktsioon on redutseerimine ning selle toimumiseks on vajalik redutseerija olemasolu. Redutseerimisel süsiniku oksüdatsiooniaste väheneb ning nende reaktsioonide kaudu on võimalik valmistada karboksüülhapetest (R-COOH) aldehüüde (R-COH) ning neist omakorda alkohole (R-OH). Redutseerumine on seega oksüdeerumisega vastupidises suunas toimuv protsess.

Õppematerjalid on valminud Eesti Teadusagentuuri programm TeaMe raames ning rahastatud Euroopa Sotsiaalfondist. TeaMe on teadust ja tehnoloogiat populariseeriv programm, mille üheks eesmärgiks on uute loodus-, täppis- ja tehnikateaduste valdkonna õppematerjalide väljatöötamine üldhariduskoolile. Lisainfo: www.etag.ee/teame

Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council
TeaMe
Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond
Eesti tuleviku heaks
CC BY SA