

POLIMEROEN ERREOLOGIA

Plastikoen industriak duen inportantzia nahiko ezaguna da eta bere hedadura ekonomikoa aztertzeak artikulua bat baino gehiago mereziko luke. Baina gure lan honetan ez dugu aspektu hori aipatuko. Izan ere, plastikoak (plastiko guztiak polimero dira, baina ez polimero guztiak plastiko) erabilkorrak, utilak izan daitezzen landu egin behar dira; hots, forma bereziak eman behar zaizkie eta honetarako funditu eta tentsio mekanikoetara mendera arazi. Plastikoetan mugatze mekaniko batzua agertzen dira, eta plastikoaren erantzuna ezberdina izan daiteke barne-egituraren arauera.

Honetaz ari garenean, erreologiaz ari gara mintzaten.

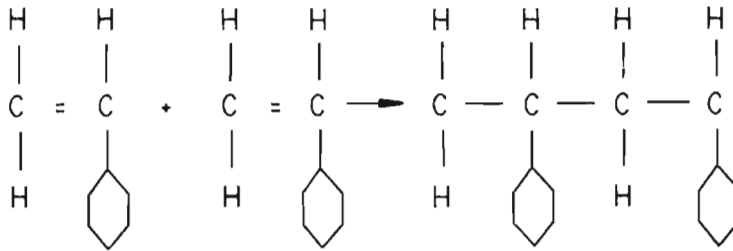
Berez, erreologia fluxuaren ikasketa da (*reologia* griegoz isuri da) baina azken urte hauetan bere eremua asko zabaldu da eta honela deformazio-ikasketak ere erreologiaren baitan sar daitezke. Honela, definiziorik egokiena gaurregun hau litzateke: materialek kanpoko indarrei ematen dieten erantzunen ikasketa.

Gure kasu honetan materialak polimeroak dira eta, gainetik bada ere, erreologiaren definizio bat eman dugun bezala, polimeroen (eta beraz, plastikoen) barne-egituraz ere derrigorrezkoa da zerbait esatea.

Polimeroak

Polimero hitza normalki molekula handi (makromolekula) bat deskribitzeko erabiltzen da. Makromolekula bat molekula txikiez dago osaturik; hauek errepikatuz doazela eta kimikoki loturik. Unitate txiki hauek monomeroak dira, eta erreakzio kimikoen bidez konbinatzen dira. Polimerizazioa esan ohi zaio erreakzio-klase honi.

Adibide bezala, kontsidera dezagun estirenoa:



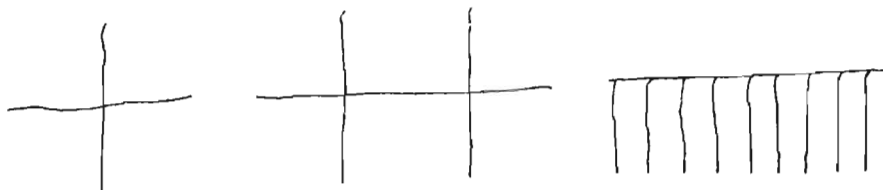
1. IRUDIA

haserazle lotura bikoitza hautsi egiten du eta honela erreakzioa sortzen da.

Osatu den dimeroa beste monomero batekin batu daiteke, eta honela hirumeroa, laumeroa etabar sortu katea gero eta luzeago eraikiz. Katearen luzera ikusteko polimerizazio-maila definitzen dugu; hots, zenbat monomero dagoen katea bakoitzean jakitea.

Zenbait kasutan polimerizazio-mailak 10.000 balio dezake eta honela pisu molekularra oso handia (milioiak) izan daiteke. Normalki, polimerokantitate batetan luzera desberdineko kateak izango ditugu eta, beraz, pisu desberdineko makromolekulak.

Polimerazazio-erreakzioaren berezitasunek katean dagoen hidrogeno atomo bat mugi arazi dezateke eta honela katen-adarrak ("branching" inglesez) sortu. Hauek handitu egiten dira, eta luzera nabarmena lortzera iristen. Adibidez Polibutadienoetan (PB) edo Polietilenoetan (PE). Alderantziz, Poliestirenoek (PS) ez dute adarrak. Tawn-ek bere "Architecture of Polymers" liburuan zenbait adartze-forma desberdin adierazten du:



gurutz forma

gurutz doblea

orrazi regularra

2. IRUDIA

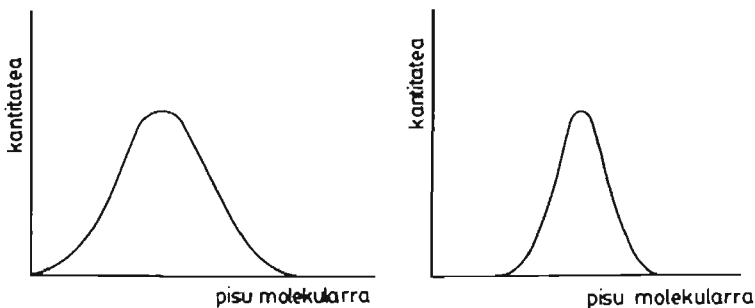
Katea baten edo katea batzuen adarrak batzen baldin badira, polimeroa sareztatu egiten da ("crosslinking" ingelesez); hots, sare baten forma hartzen du eta propietateak asko aldatzen dira. Ezin da funditu (urtu) eta isur-arazi, ez eta disolbatu "swelling" (puztu egiten da disolbatzailea sarean sartzen delarik) efektua sortzen delako.

Polimerizazio-maila ez da erraz kontrolatzen, eta horregatik polimero komeertzialak pisu desberdineko kateen nahastea dira. Polimero hauetan, beraz, pisu molekular desberdineko kateak daude.

Azken hau kontsideratuz, polimero baten pisu molekularraz ari garenean beti ere batezbesteko pisu molekularraz mintzatuko gara.

Bestalde, kateen luzeraren banaketa desberdina izan daiteke, eta honela polimero batetan luzera berdintsuko kateak izan ditzakegu eta beste batetan luzera oso desberdinetako kateak. Hau dela eta, pisu molekularren banaketa desberdina da polimeroaren arabera: banaketa estua kateak berdintsuak direnean, banaketa zabala kateak oso diferenteak (luzeran) direnean, (ikus irudiak).

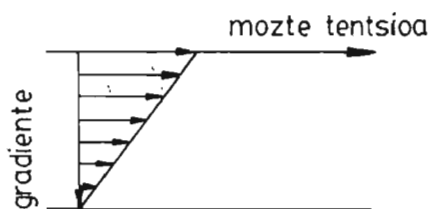
Adartze-maila, pisu molekularra eta pisu molekularren banaketak zerikusi handia dute propietate mekanikoekin eta, honetaz, erreologiarekin.



3. IRUDIA

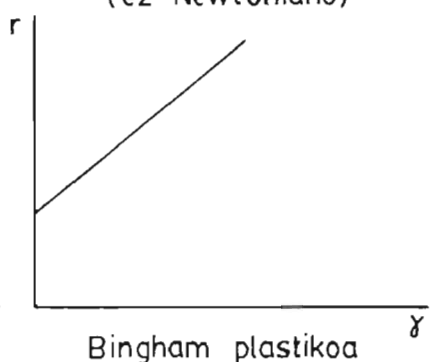
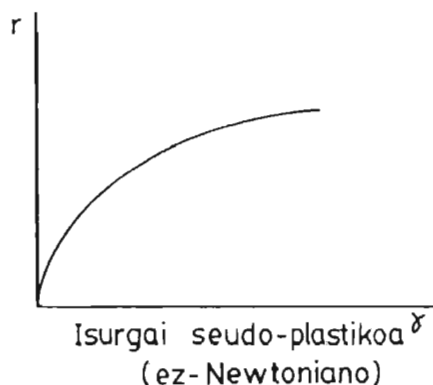
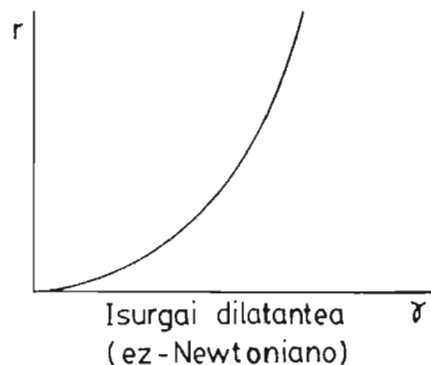
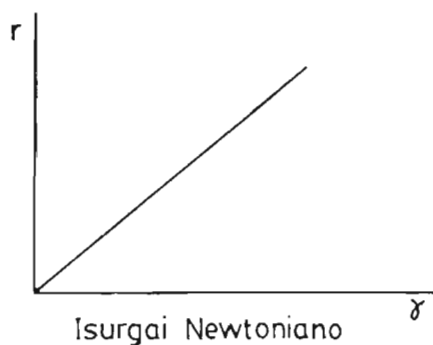
Liskatasuna eta biskoelastikotasuna

Demagun isurgai bat bi ormaren artean. Orma bat mugitzen dela eta bestea geldirik dagoela kontsidera dezagun (edo batak bestearekiko abiadura erlatiboa duela). Hau gertatzeko ebakidura-tentsio bat ("shear stress") aplikatu behar da, eta honen kausaz isurgaiaren zona desberdinek beren abiadura propioa izango dute; honela mugitzen den ormaren ondoan dagoen zonak abiadura handiagoa izango du urruti dagoenak baino, eta geldirik dagoen ormaren ondoko isurgaiak zero abiadura. Ebakidura-tentsioak, beraz, abiadura-gradiente bat sortarazi du, (ikus irudia).



4. IRUDIA

Liskatasuna ez da ebakidura-tentsio eta abiadura-gradiente arteko erlazioa baizik. Azken hau nola den jakitea oso gauza inportantea da. Zenbait materialetan erlazioa konstantea da (hots, liskatasuna berdina da edozein ebakidura-tentsioa aplikatuz); bestetan, aldiz, liskatasuna desberdinak ematen zaizkie: honela newtondarra, zabaltzailea, plastikoa eta abar. Grafikoki:



5. IRUDIA

Orain arte ikusi ahal izan dugunez, liskatasuna isurgaietan agertzen da eta ezin gertatu da solidoetan. Polimeroen liskatasuna estudiatzeko, materialak funditua edo disolbatua egon behar du. Polimero fundituen propietate liskatsuak oso inportanteak dira industri mailan, extrusio-prozesuetan; disolbatuen liskatasun-neurketak beharrezkoak dira polimeroaren barne-egitura (pisu molekularra bereziki) ezagutzeko.

Polimero gehienak, fluxuari dagokionez, ez-newtondarrak dira eta jokiera hau hemen azaldu duguna baino konplikatuagoa da. Izan ere, liskatasuna ez-newtondarra denean ebakidura-tentsioaz gainera beste tentsioak ere agertzen dira: tentsio normalak.

Tentsio normalek biskoelastikotasuna ager arazten dute. Ez dugu orain honen definiziorik emango, baina bai berak sortutako zenbait efektu aipatu-ko. Adibidez, "Barus efektua" edo "die swell" izenekoak; alegia, hodi batetik material ez-newtondar bat pasa araziz gero ateratzen den txurruaren diametroa hodiarena bera baino handiagoa dela. Nylon polimeroaz hariak eta oiha-lak egiteko, efektu hau kontuan eduki behar da. Beste efektua "rod dimbing" delakoa da; isurgai newtondar batek (urak, adibidez) errotatze-higidura bat jasotzen baldin badu, zentru aldea pareta ondoa baino beherago gelditzen da (isurgaiak parabola forma hartzen du); alderantziz, kasu batzuetan ez-newtondarra denean gorago dago alboak baino. Liskatasuna eta biskoelastikotasuna (edo isurgien elastikotasuna esan ohi zaion bezala) erreologiaren atalik inportanteenetakoak dira, eta polimeroen zientzia eraikitzeko premiazko oinarriak.

ANTXON SANTAMARIA