

24. Epoxi gyanták

1., Alap tudnivalók, tulajdonságok, felhasználás:

Az epoxi gyanták csoportja a polimer vegyületek családján belül, a hőre keményedő műgyanták közé sorolható be. Emellett poliaddíciós műanyagoknak is nevezik. Ezt a csoportot poliéter vegyületek alkotják, nevét pedig a láncvégi epoxi csoportról kapta. Emellett ez a csoport a duromerek közé tartozik, ami sűrűn térhálós szerkezetű polimert jelent.

Rengeteg területen felhasználható vegyületek az epoxi gyanták, többek között a környezeti hatásoknak való ellenálló képességük, jó tapadási tulajdonságaik, kis viszkozitásuk és hővel szembeni ellenálló képességük miatt. Színük általában borostyánéhoz hasonlít, mely néha kissé barnás árnyalatú is lehet. 5-150 °C fok között jól kezelhetők, elektromosan szigetelők.

Ezen tulajdonságaik miatt előszeretettel alkalmazzák őket repülőgépgyártásnál, szerszámparban (kitöltő anyagként is), építőiparban, sporteszközök készítésénél (pl.: csónakok, hajók), nagy szilárdságú ragasztóanyagként. Ezen túl erős kompozitok készíthetők belőlük (üveg/karbonszállal), valamint elektromos szigetelő- és festékek hordozó-anyagként is hasznosíthatóak.

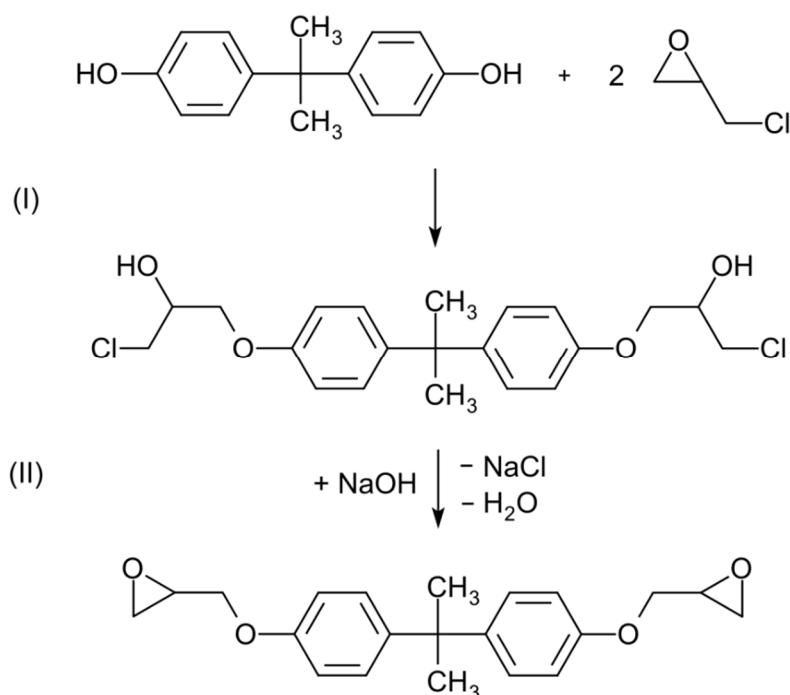
2., Előállításuk, reakcióegyenletek:

A legtöbb epoxigyantát fenolokból úgy állítják elő, hogy a savas hidroxil-csoport reakcióba lép egy epoxi vegyülettel, például epiklórhidrinnel (ECH).

A leggyakrabban használt fenol a bifenol-A, amely az 1. lépésben reagál az ECH-val (I).

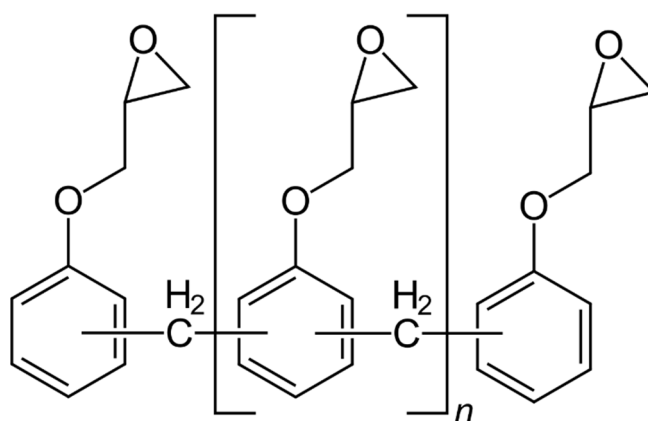
Ezt követően jön a dehidrogénezési lépés, amit nátrium-hidroxid hozzáadásával végeznek (II). Az így előállított gyantákat glicidil alapú gyantáknak nevezik, ebben az esetben bifenol-A-diglicidil-éter lesz a polimer monomer egysége (röviden BADGE vagy DGEBA).

A fenol lehet egy, vagy több hidroxil-csoportot tartalmazó vegyület, azaz mono- di- vagy poliol. Ezt az előállítási módot az 1. ábra mutatja be.



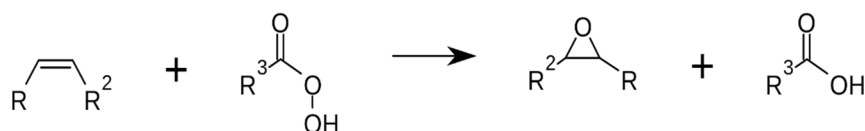
1. ábra

Egy másik reakcióban, ahol fenolt és aldehidet reagáltatunk termékként novolakot kapunk, amit tovább reagáltatva ECH-val, majd NaOH-val megkapjuk az úgy nevezett epoxi-fenol-novolakot (EPN-t), illetve epoxi-krezol-novolakot (ECN-t). Az így kapott epoxi gyanták általában 2-6 epoxi csoportot tartalmaznak ($n=0-4$). Ezt a vegyület csoportot a 2. ábra mutatja be.



2. ábra

Egy harmadik előállítási mód lehet, ha alifás vagy cikloalifás alkéneket használunk, és ezeket reagáltatjuk különböző persavakkal. Ebben az esetben savas hidrogén atom helyett alifás kettős kötésre van szükségünk a reakció lejárásához. A cikloalifás alkén előállítási módját a 3. ábra mutatja be.



3. ábra

3., Térhálósodással járó jelenségek:

I.: Keményedés vagy gélesedés:

A gélesedés folyamatát különböző aminok, imidazol származékok, anhidridek vagy különböző fényérzékeny vegyületek hozzáadásával indíthatjuk el. Ilyenkor az anyag egyre kevésbé lesz oldható, míg nem elérjük a gélesedési pontot, ahonnan számítva egyáltalán nem oldható vegyületet kapunk. A gélesedés mértékét viszkozitás mérésével szokták detektálni. A gélesedési görbét a viszkozitás-idő grafikon megszerkesztésével kapjuk. Ez a folyamat erősen exoterm is lehet, így ha nem szabályozzuk a hőmérsékletet a reakció alatt, a még alacsony hőálló képességű vegyület hőbomlásához is vezethet.

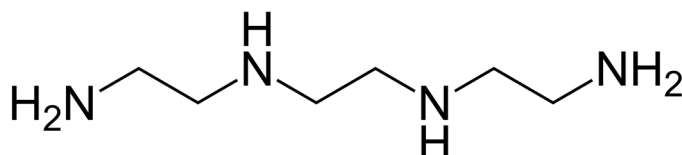
II. Üvegesedés vagy vitrifikáció:

Üvegesedési hőmérsékletnek nevezzük azt a hőfokot, amikor az adott műanyag megkeményedik. Ha ez viszonylag alacsony, akkor lágy, könnyen megmunkálható szobahőmérsékleten, ha magas, akkor szilárd, masszív műanyagról beszélünk. Ha a térhálósodás előtt eléri a műanyag ezt a hőmérsékletet, akkor nem a várt jó ellenállóképességű, tűzálló, jó tapadású anyagot kapjuk eredményül, hanem egy alacsonyabb minőségűt. Ez abból következik, hogy a térhálósodás előrehaladtával a molekulatömeg növekedésének velejárója lesz az üvegesedési hőmérséklet növekedése is. Mivel a túl hamar bekövetkező megszilárdulást el akarjuk kerülni, többlet hőt kell közölnünk a rendszerrel, hogy a jó minőségű műanyagot kapjuk. Ezt a jelenséget az idő-hőmérséklet-transzformáció görbén ábrázolhatjuk.

4. Térhálósító anyagok:

I. Aminok:

Térhálósításra alkalmazhatóak primer, szekunder és tercier, valamint ciklusos, mono- és poliaminok, valamint többfunkciós aminok egyaránt. A legalkalmasabbnak a többfunkciós, primer amint mondják, ami kétszer olyan effektív, mint a szekunder amin. Általános reaktivitási potenciáljuk szerint a következőképpen állíthatóak sorba: alifás aminok > cikloalifás aminok > aromás aminok. Ezen vegyületek addíciós reakcióban reagálnak az epoxid-csoportokkal hidroxil-csoportot kialakítva. Közkedvelt térhálósító szer az úgynevezett DETA (dietilén-triamin) és TETA (trietilén-tetramin). Utóbbi a 4. ábrán látható. Az 5. ábra-n primer, majd szekunder amin, végül egy hidroxil-csoportot tartalmazó vegyület reakciója látható epoxival.

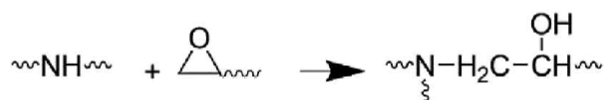


4. ábra

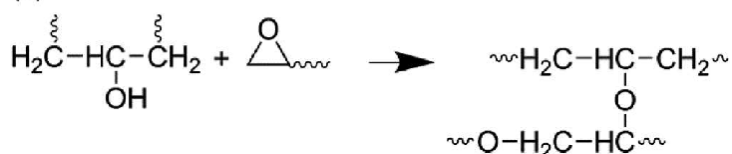
(a)



(b)



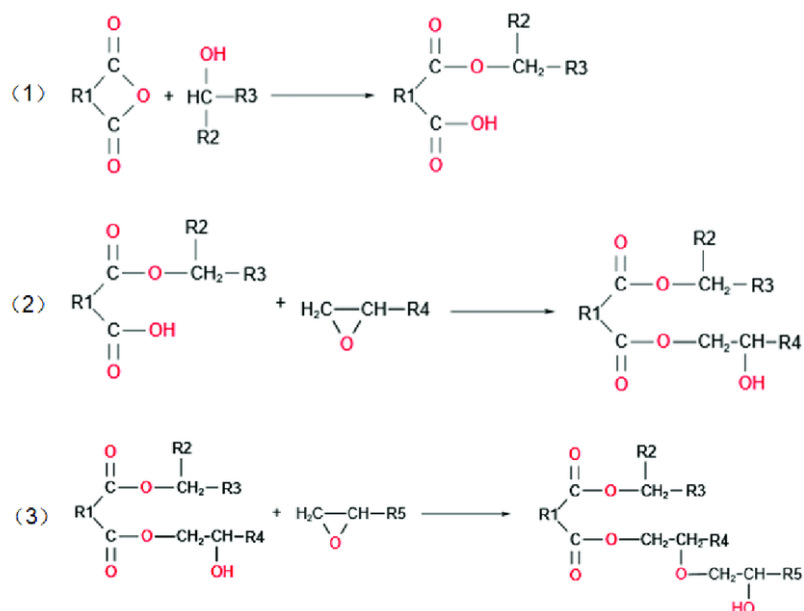
(c)



5. ábra

II. Anhidridek:

Nagy előnye az anhidridek használatának a nagy késleltetési idő, ami a nagyfeszültségű szigetelők előállításához szükséges. A késleltetési idő akkor játszik fontos szerepet, amikor adalékanyagként ásványi töltőanyagot kell használni előállításnál. Használunk monoanhidrideket, dianhidrideket és ezek keverékét is az iparban. Általában ezen vegyületeket nem sztöchiometrikus arányban alkalmazzák, hanem feleslegben adagolják. A lejátszódó reakcióban általában egy hidroxil-csoport felnyitja a gyűrűt, karbonsavrészt és monoésztert eredményezve. Ezután a karbonsav rész reagál az epoxiddal, amely új hidroxilrészt eredményez, ami reagál egy másik anhidriddel újabb karbonsavrészt termelve és a folyamat így ismétlődik tovább, amíg van az összes reagensből. Ezt a reakciót a 6. ábra mutatja be.



6. ábra

5., Irodalomjegyzék:

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Epoxigyanta>

https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/00/59/38/dd/1/Muanyagok_animaciok_nelkul.pdf

http://www.pt.bme.hu/futotargyak/94_BMEGEMTBEA1_2023oszi/A5_E5_M5_T5_kompozitok_2023.pdf

https://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Epoxi_.htm

<https://en.wikipedia.org/wiki/Epoxy>

https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/3176/2010-0012_muanyag_kompozitok_2.pdf?sequence=1

https://www.researchgate.net/figure/Curing-reaction-mechanism-of-epoxy-resin-1-the-anhydrides-are-ring-opened-and-react_fig1_364298918

https://www.researchgate.net/figure/Chemical-reactions-between-epoxy-and-amine-monomers-to-create-a-cured-epoxy-resin-a_fig2_325219579