

## Újfajta PVC lágyítók

A sok alkalmazási területen ma is nélkülözhetetlen lágy PVC-hez az egészségügyi szempontból sokat támadott ftalát lágyítók helyettesítésére alkil-pirrolidon lágyítókat fejlesztettek ki. Az új vegyületcsalád fiziológiai alkalmassága nem kérdőjelezhető meg, és emellett mind a PVC feldolgozásában, mind a késztermékek tulajdonságaiban számos előnyt kínál a hagyományos ftalátokhoz képest.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; PVC; lágyítók; fejlesztés; mechanikai tulajdonságok; egészségügyi alkalmasság.*

Az építőipar, a kábelipar és a gyógyászat nagy mennyiségben igényel lágy PVC termékeket (pl. padlóburkolatok, tetőfedő lemezek, kábel és vezetékburkolatok, vértároló tasakok). A lágy PVC termékek elterjedését műszaki alkalmasságuk mellett olcsóságuk is elősegítette, amiben a ftaláttípusú lágyítóknak is nagy szerepe volt. A PVC-hez használt lágyítók mennyiségének 85%-át ma is a ftalátok (di-2-etilhexil-ftalát: DEHP; di-izononil-ftalát: DINP; di-izodecil-ftalát: DIDP) teszik ki, annak ellenére, hogy a szigorodó környezetvédelmi, munkaegészségügyi, étel- és ital-higiéniás szabályok miatt aggályok merültek fel a használatukkal kapcsolatban. A lágy PVC termékek egy kisebb része speciális tulajdonságokat (pl. hőállóság, csökkentett éghejtőség, olajállóság, csökkentett migráció) igényel, amihez trimellitsavészterek, foszfor-savészterek és polimerlágyítók állnak rendelkezésre. Ezek a lágyítók alkotják a felhasznált mennyiség 15%-át.

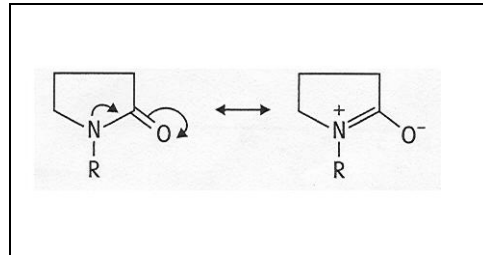
A ftaláttípusú lágyítók helyettesítésére több cég végzett és végez ma is fejlesztéseket. A legismertebb példa a **BASF Hexamoll DINCH** jelű lágyítója (1,2-ciklohexándikarbonsav-diizonilészter), amelyet a toxikológiai szempontból érzékeny alkalmazási területekre ajánl. Az eddig kifejlesztett új típusokról általában elmondható, hogy habár nem toxikusak, azonban sem a feldolgozást, sem a késztermékek tulajdonságprofilját nem javították.

Az **ISP Global Technologies Deutschland GmbH** (Köln) az **Institut für Werkstoffanwendung der Fachhochschule Köln** intézettel együttműködve fejlesztette ki a *lineáris alkil-pirrolidon lágyítócsaládot Flexidone* márkánévvvel. A lineáris alkil-pirrolidon vegyületek a jelenleg hatályos előírások szerint nem toxikusak: a rövidebb alkilcsoportot tartalmazó *Flexidone 100* „LD<sub>50</sub> értéke” 2,05 g/kg, míg a hosszabbakkal rendelkező *Flexidone 500* „LD<sub>50</sub> értéke” >12g/kg.

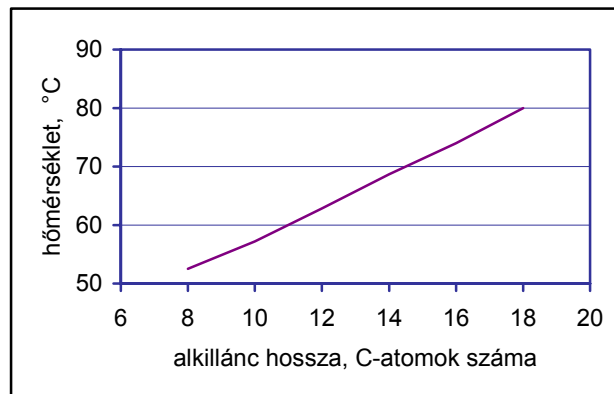
### A pirrolidon lágyítók szerkezete és tulajdonságai

A pirrolidonon lévő oxigén nagyfokú elektronegativitása megkönnyíti az elektron leválását, és ezzel egy erős dipólus jön létre, amely összekapcsolódhat egy hajlé-

kony apoláris alkilánccal. Ilyenkor az új vegyület kompakt hidrophil csúcsa révén poláris és apoláris oldószerekben egyaránt oldódó alkil-pirrolidonok jönnek létre (1. ábra). Ezek közül PVC lágyítóként leginkább a  $C_8$  és a  $C_{18}$  lánc hosszúságú alkilcsoportot tartalmazó alkil-pirrolidonokat javasolják. Az alkil-pirrolidon lágyítók oldási hőmérséklete (amelyen a lágyító teljes mértékben feloldódik a PVC-ben) az alkilánc hosszától függően  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  között van (2. ábra), szemben a hagyományos lágyítókra jellemző, jóval magasabb  $87\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $151\text{ }^{\circ}\text{C}$  közé eső értékekkel.



1. ábra Dipólusokkal rendelkező alkil-pirrolidon kialakulása



2. ábra Különböző alkil- pirrolidonok DIN 53 408 szerint meghatározott oldási hőmérséklete az alkilcsoport lánc hosszúságának függvényében

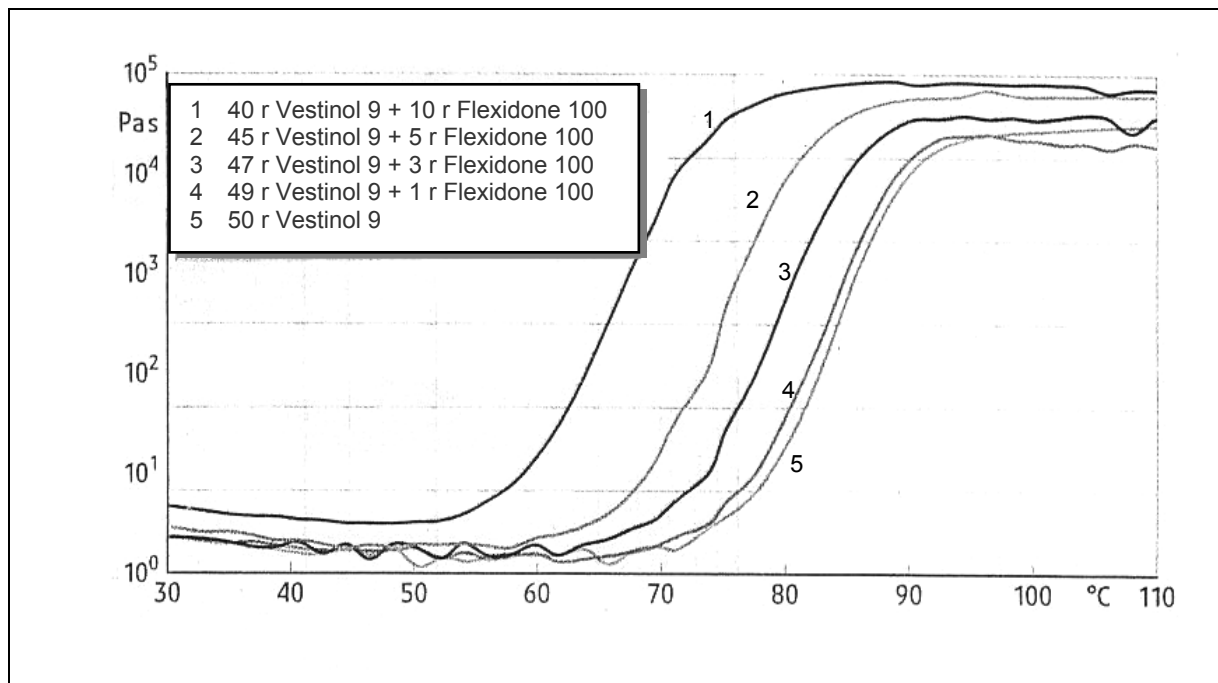
A jó összeférhetőségük következtében számos előnyt nyújtanak: jelentősen csökkentik a zselizálási hőmérsékletet és a zselizálási időt, továbbá alacsony hőmérsékleten is kedvező rugalmasságot, jó mechanikai tulajdonságot biztosítanak a felhasználással készült lágy PVC-nek, és alkalmazásuk gazdaságos feldolgozhatóságot tesz lehetővé.

### Feldolgozástechnikai tulajdonságok javítása

A dry blendek (szárazkeverékek) készítésénél a lágyító alacsony oldási hőmérséklete előnyös, hiszen ekkor a keveréket alacsonyabb hőfokra kell melegíteni és rövi-

debb lesz a keverési idő. A *Flexidone* lágyítók bekeverése nem is igényel melegítést, és a dry blend állapot eléréséhez mintegy 20%-kal rövidebb idő szükséges, mint a ftalát lágyítókkal. Az alacsony oldási hőmérséklet a további feldolgozás során is előnyös, a pirrolidon lágyítókkal készült lágy PVC keverékek 20–40 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleteken dolgozhatók fel, mint a hagyományos lágyítókat tartalmazók. Emiatt hőérzékeny színezékek, illatanyagok is bekeverhetők a bomlás veszélye nélkül.

A PVC paszták előállításánál is fontos szerepe van a lágyító oldódási hőmérsékletének és nedvesítő képességének. Egy receptúrában 100 rész PVC-hez 50 rész *Vestinol 9* (di-izononil-ftalát – DINP) lágyítót adtak, és ebből 1–10 részt *Flexidone 100* márkajelű oktil-pirrolidon lágyítóval helyettesítettek, és mérték a PVC paszta zselizálási hőmérsékletét a komplex viszkozitás változása alapján. A 3. ábrán a zselizálási görbékből látható, hogy a *Flexidone* hatása már 3 résznél jelentkezik. 10 rész *Flexidone 100* a zselizálási hőmérsékletet 20 °C-kal csökkentette a csak DINP lágyítót tartalmazó alapreceptúrához képest.



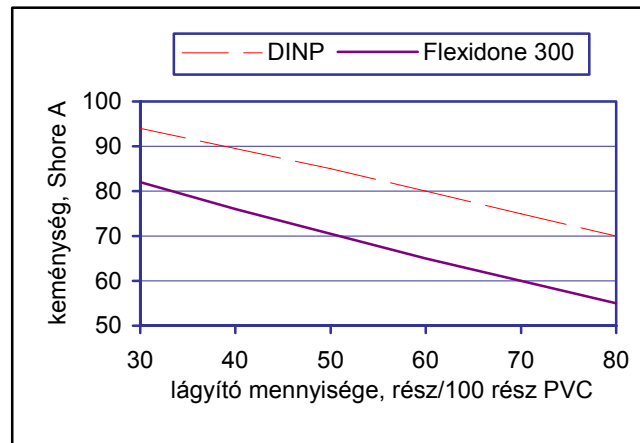
3. ábra 50 rész lágyítóval készült PVC paszták zselizálási görbéi

### Lágy PVC termékek tulajdonságai

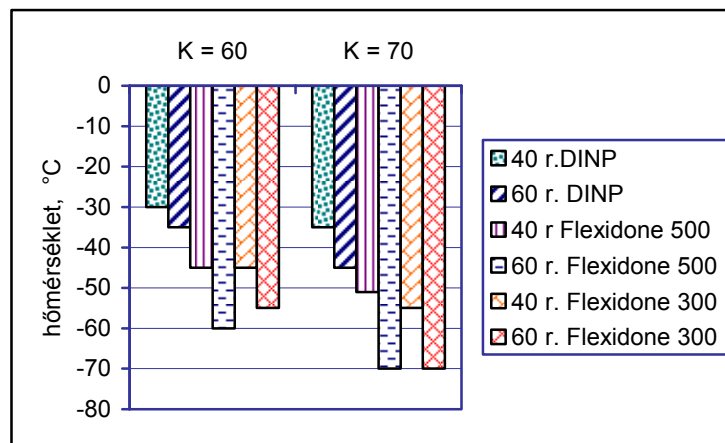
A pirrolidon lágyító szobahőmérsékleten kifejtett hatásosságát mutatja be a 4. ábra: egy adott keménység eléréséhez a *Flexidone 300*-ból mintegy fele mennyiség szükséges, mint a DINP-ből.

Vizsgálták továbbá a *Flexidone* lágyítókkal és DINP-vel készült fóliák szakítószilárdságát és szakadási nyúlását. Megállapították, hogy a *Flexidone 500* jelű alkil-

pirrolidon lágyítóval készült lágy PVC fóliák szakadáskor mért értékei a magasabb K-értékű PVC keverékeknél hasonló az azonos mennyiségű DINP lágyítót tartalmazó mintákéhoz. Ez az eredmény már azért is figyelemre méltó, mert a *Flexidone 500* lágyító alkalmazásával a hagyományos DINP lágyítóval készült termékhez képest sokkal puhább, rugalmasabb és alacsony hőmérsékleten is hajlékonyabb PVC állítható elő.



4. ábra Lágy PVC minták keménysége szobahőmérsékleten a lágyító fajtája és mennyisége függvényében



5. ábra Lágy PVC (100 rész PVC+x rész lágyító) minták hidegtörési hőmérséklete DIN EN 495-5 szerint

A lágy PVC termékek fontos tulajdonsága a hidegállóságuk, azaz, hogy a negatív hőmérsékleti tartományokban is megőrizzék rugalmasságukat. A hidegállóságot a lágyító fajtája (üvegesedési hőmérséklete) és azon belül a koncentrációja határozza meg.

A különböző lágyítókkal készített fóliák hidegállóságát a DIN EN 495-5 szerinti hajtogatási vizsgálattal állapították meg. Az eredmények – 60 és 70 K-értékű PVC ese-

tében – az 5. ábrán láthatók: 60 rész *Flexidone 300* vagy *500* adagolásával a lágy PVC hidegállósága  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra tolható el, míg 60 rész DINP-vel „csak”  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  érhető el.

Az alkil-pirrolidonnal lágyított lágy PVC minták hidegben is megmaradó flexibilitását a csökkenő hőmérséklet függvényében meghatározott keménységmérések is igazolták: 60 rész lágyítóval pl.  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a DINP tartalmú lágy PVC keménysége 95 Shore A, a DOA tartalmúé 87, a *Flexidone 500*-é 85, a *Flexidone 300*-é 78 Shore A volt.

### **Az alkil-pirrolidon lágyító alkalmazásának előnyei**

- A szárazkeverék előállításához nem szükséges külső fűtés csatlakoztatása,
- a szárazkeverék 20%-kal rövidebb keverési időt igényel a ftalát lágyítók beadolgozásához képest,
- a feldolgozási hőmérséklet  $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal csökkenthető a hagyományos lágyítókhöz viszonyítva,
- az alacsonyabb feldolgozási hőmérséklet lehetővé teszi hőérzékeny adalékok bekeverését,
- a hagyományos DINP lágyítóval azonos rugalmasságú lágy PVC már 30–50%-kal kevesebb alkil-pirrolidon lágyítóval is készíthető,
- az alkil-pirrolidon lágyítóval készített lágy PVC  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is kitűnő hidegállósággal rendelkezik.

### **Ftalátmentes lágyítóval készült lágy PVC keverék az USA-ból**

A **Sylvin Technologies Inc.** (USA) ftalátmentes lágyítóval készült lágy PVC-ket dobott a piacra, amelyek Shore A keménysége 55–95 között van. A keverékek kizárólag olyan komponenseket tartalmaznak, amelyek megfelelnek az FDA előírásainak, tehát játékok, élelmiszerrel érintkező műanyag termékek, háztartási cikkek készíthetők belőlük. A lágyító kémiai összetételét nem közölték.

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Bonnet, M.; Kaytan, H.: Flexibel, auch bei großer Kälte. = *Kunststoffe*, 98. k. 12. sz. 2008. p.92–95.

PVC compounder launches phthalate-free range. = *Plastic Additives & Compounding*, 10 k. szeptember/október, 2008. p. 21.