

A Miskolci Egyetem FIEK Projekt keretein belül létesített Poliuretán Kísérleti Üzem és Laboratóriumok

A Miskolci Egyetemen a FIEK (Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ) Poliuretán Kísérleti Laboratórium azzal a céllal jött létre, hogy az ipari partnerek számára kutatási, gyártási, és vizsgálati helyszínt biztosítson különböző poliuretánok alapanyagokhoz. A két újonnan beüzemelt gyártóberendezés (kisnyomású Elastoline és nagynyomású Topline) segítségével szinte bármilyen formagyártott anyag előállítása lehetséges. A laboratórium jelenleg főként az autópárta igények kiszolgálására rendezkedett be, de bármilyen más ipari célra alkalmas poliuretán habok és elasztomerek gyártására és tesztelésére is kiválóan alkalmas.

A gyártás követően a kész poliuretánok vizsgálatához szinte teljes anyag-, és szerkezetvizsgálati spektrum a rendelkezésünkre áll. A gyártást és a laboratóriumi vizsgálatok egységes informatikai rendszerbe integrálva egyedülálló vizsgáló- és fejlesztő központ alakult ki a Miskolci Egyetemen. Az egyedi vizsgálatok jellegének megfelelő komplex laboratóriumok jöttek létre. A Mechanikai Vizsgáló Laboratórium nyomó-, szakító-, valamint különböző fárasztó vizsgálatokra, egy Környezetvizsgáló Laboratórium főként különböző öregítési vizsgálatokra, valamint egy VOC Laboratórium emissziós tesztekre.

1. Poliuretán Kísérleti Üzem

1.1 Topline nagynyomású poliuretángyártó berendezés

A Hennecke GmbH által forgalmazott Topline típusú reakciós öntőgép nagynyomású eljárással működik. A berendezés elsősorban poliuretán lágyhab elemek gyártására alkalmas, de más típusú poliuretán rendszerek előállítása is lehetséges a megadott alapanyag arányok és kezelési paramétereken belül. A katalizátort és egyéb adalékanyagokat ebben az esetben a poliolba előadagolva juttatjuk be a rendszerbe, külön adalékanyag kört nem tartalmaz a berendezés. A komponensek összekeverése a keverőfejben megy végbe ellenáramú injektálási eljárással. A technológiai rendszerben 6 komponens keverésére alkalmas (3 poliol kör, 3 izocianát kör) nagynyomású keverőfejjel ellátott ABB robotkar [1. ábra] végzi az alapanyagból képzett reakcióelegy belövését a formahordozókba helyezett köpenyteres termosztált alumínium-formákba [1].

A belövés után a formahordozó zárja a formaüreget a habosodási reakció lezajlásának idejére. A megfelelő formakitöltést a formahordozók excentrikus mozgása teszi lehetővé. A habosodás végeztével a légpárnák elengednek, amely a reakció során keletkezett szén-dioxid gáz kiáramlását teszi lehetővé, ez szükség esetén a reakció ideje alatt is elvégezhető. A gyártás folyamán bármilyen más formahordozó mozgás is beállítható a FRIMO Hungary



1. ábra A Topline technológiát kiegészítő ABB robot és Frimo formahordozók a jelenleg használt formákkal

Kft. által biztosított HMI-ken (Human-Machine Interface – kezelői felület). A folyamat végén a formahordozó kinyílik és az elkészült minta eltávolítható. A formákat időközönként (kb. naponta egy alkalommal) formaleválasztóval szükséges kezelni a minta könnyebb eltávolítása érdekében a gyártások megkezdése előtt.

A Topline nagynyomású öntőberendezés a következő fő részekből áll [2. ábra]:

- Munkatartály temperáló egységgel (1)
- Adagolószivattyú-aggregát (2)
- Hidraulikus aggregát (3)
- Kapcsolószekrény kezelőablával (4)
- Utántöltés-vezérlés (5)



2. ábra Topline nagynyomású poliuretán gyártóberendezés elvi felépítése [1]

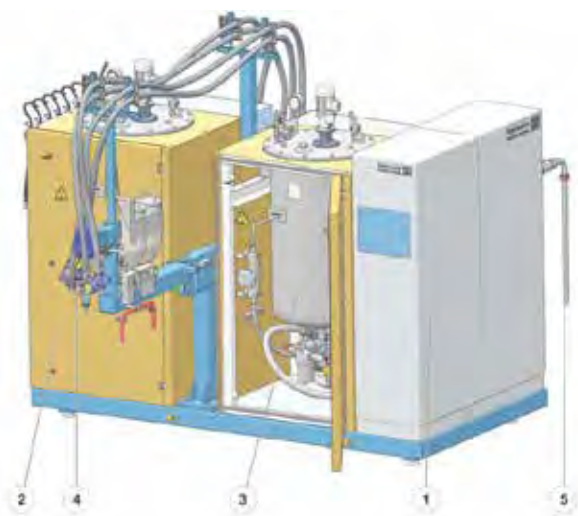
1.2 Elastoline kisnyomású poliuretángyártó berendezés

A Poliuretán Kísérleti Laboratóriumban található Hennecke

GmbH által forgalmazott Elastoline kisnyomású poliuretán (elsősorban elasztomer- és integrálhab) gyártóberendezés működési mechanizmusa alacsony nyomású üregtöltést tesz lehetővé. A rendszerben az alapanyag ellátást 2 poliol kör, 2 izocianát kör és 2 adalékanyag kör (pl.: katalizátorok, szilikonok, pigmentek) végzik, amelyek egy 6 komponens keverésére alkalmas keverőfejhez csatlakoznak. A belövés ebben az esetben manuálisan történik a gépkezelő által. Az alapanyagok állandó minőségének biztosítását a keverő pálcával ellátott, termosztálható 60 literes napitartályok teszik lehetővé, amelyekben 4 bar nyomáson nitrogén atmoszférában tárolják a poliol ill. izocianát monomereket [2].

Az Elastoline kisnyomású berendezés a következő fő részekből áll [3. ábra]:

- Vezérlés (1)
- B komponens (Izocianát) – Temperáló, munkatartály, fogaskerék adagolószivattyú, fűthető keringtető vezeték (2)
- A komponens (Poliol) – Temperáló, munkatartály, fogaskerék adagolószivattyú, fűthető keringtető vezeték (3)
- Keverőfej (4)
- Tartályutántöltés (5)



3. ábra Elastoline kisnyomású poliuretán gyártóberendezés és elvi felépítése [2]

2. A technológiát kiegészítő Vizsgálati Laboratóriumok

A Poliuretán Kísérleti Laboratórium technológiájához illeszkedve, szintén a GINOP-2.3.4-15-2016-00004 - „Korszerű anyagok és intelligens technológiák FIEK létrehozása a Miskolci Egyetemen” című projekt keretében különböző új infrastruktúrájú vizsgálati laboratóriumok is létrejöttek. Az alábbi alfejezetben ezek rövid bemutatása következik.

2.1 Mechanikai Vizsgáló Laboratórium

A technológia kiegészítésére és az egyéb projekt-releváns vizsgálatok elvégzésére egy Mechanikai Vizsgáló Laboratórium is létesítésre került a FIEK projekt keretében. A laboratóriumban három új berendezés került beszerzésre, amelyek több különböző mechanikai anyagvizsgálatok

elvégzésére alkalmasak. Ezek rövid leírását az alábbiakban ismertetem.

Zwick Roell Z010 - Statikus mechanikai anyagvizsgáló berendezések

A Zwick Roell Z010 típusú statikus mechanikai anyagvizsgáló berendezések [4.a és 4.b ábra] 10 kN terhelhetőséggel rendelkező nyomó-, húzó- és hajlító- igénybevételre, valamint lefejtő vizsgálatokra alkalmas berendezések. A termékek, vagy a belőlük kivágott meghatározott méretű próbatestek vizsgálatával megállapíthatók az adott anyag mechanikai jellemzői, amelyek fontos tényezők a felhasználhatóság szempontjából. A mérések során a terhelőerő okozta, feszültség által létrejött maradó alakváltozásokból egy feszültség-nyúlás vagy terhelés-elmozdulás görbe vehető fel, amelyből a minta mechanikai jellemzőire tudunk következtetni. A berendezésekhez biztosított szabványkönyvtár több mint 600 szabványos vizsgálat (DIN, EN, ISO) közvetlen elérését teszi lehetővé, ezek mellett alkalmas fárasztó (1000 órán keresztül erőn tartás), illetve rövidebb ciklikus (1000 szabadon szerkeszthető ciklus) igénybevételre is [3].

Zwick Roell EZ010 - Dinamikus fárasztó berendezés

A Zwick Roell EZ010 típusú dinamikus fárasztó berendezés [4.c ábra] kialakításának köszönhetően nagyszámú, ismétlődő igénybevételre alkalmas berendezés, amely segítségével, a tartós deformáció elérése, valamint akár a minta tönkremenetelének várható időpontja is meghatározható. Az alkalmazott berendezés kalibrált erőmérő cellával rendelkezik, amelynek a felső méréshatára 10 kN, felbontása pedig 0,1 N. A biztosított szabványkönyvtár vizsgálati természetesen ennél a berendezésnél is elérhetőek [4].



4. ábra Zwick Roell Z010 Mechanikai anyagvizsgáló berendezések.

2.2 Környezetvizsgáló Laboratórium

Szintén a kutatói infrastruktúra fejlesztése céljából és a megfelelő vizsgálati környezet biztosítására a legyártott poliuretán minták öregítési vizsgálataihoz egy Környezetvizsgáló Laboratóriumot is létrehozta a projekt keretében. A Laboratórium az alábbi berendezésekkel lett ellátva:

Biobase Gőz Sterilizáló Autoklávok

A berendezés egy függőleges elrendezésű autokláv, amely forró, nedves gőz segítségével alkalmas bizonyos termékek sterilizálására. A működési elve szerint nagy hőmérsékleten és túlnyomáson, valamint magas páratartalommal telített forró

nedves gőzt juttat a termékbe. A bejuttatott gőz adott hőfokon és hatóidő alatt elpusztítja a mikroorganizmusokat, ezáltal sterilizálja a terméket. Ezen kívül kialakításának és beállítási paramétereinek köszönhetően különböző szabványos öregítési vizsgálatokra is alkalmas a berendezés, amely a műanyagtermékek egyik fontos vizsgálata [5].

Biobase Páratartalom Tesztkamrák/Klímaszekrények

A berendezés hosszú távon stabil hőmérsékletű és nedvesgőztartamú környezetet biztosít a termékek élettartamának értékeléséhez, úgynevezett nedves öregítés vizsgálatokon keresztül. Alkalmas ezen kívül különböző biológiai vizsgálatokra, valamint magas páratartalomra történő tesztekre alacsony és magas hőmérsékleten egyaránt [6].

POL-EKO Aquaterra Légkeverős Laboratóriumi Szárítószekrények

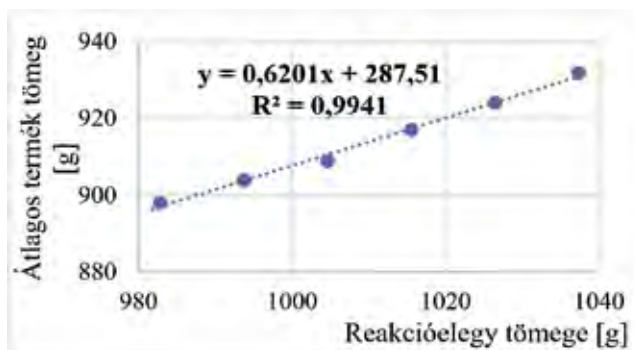
Az alábbi berendezések laboratóriumi és ipari körülmények között is használható szárítószekrények. A gépek a minták állandó hőmérsékleten történő öregedési vizsgálatára lettek kifejlesztve. A berendezést elektromos fűtőszálak melegítik fel, az egyenletes hő elosztást pedig egy beépített légkeverő rendszer segítségével képes megvalósítani. Belső részei saválló rozsdamentes acélból készültek, aminek köszönhetően a számos típusú anyagminta elhelyezhető benne. A kamrában lévő hőmérsékletet egy az LCD kijelzőhöz csatlakoztatott multifunkciós mikro-processzor vezérli [7].



5. ábra a) Biobase Gőz Sterilizáló Autokláv; b) Biobase Páratartalom Tesztkamra/Klímaszekrény; c) POL-EKO Aquaterra SLW240 Légkeverős Laboratóriumi Szárítószekrény.



6. ábra GP-VOC-010D típusú VOC kamra



7. ábra Összefüggés a reakcióelegy tömege és a termék tömege között az 50-es forma próbagyártás optimalizálásánál, 0,9-es NCO-index esetében



8. ábra A benyomódás (IFD) vizsgálatok eredményeinek átlaga az azonos tömegű mintákon az átlagos terméksűrűségek függvényében

2.3 VOC és analitikai laboratórium

A kész polimer termékek fontos jellemzője a VOC (volatile organic compounds - illékony szervesanyag) tartalom és FOG (kis illékonyságú szerves komponensek) tartalom. Ezen paraméterek elsősorban a mintából könnyen vagy közepesen könnyen elpárolgó szerves vegyületeket foglalják magukban. Ezekre nézve szigorú feltételeket szabnak különösen a gépjárművek belsejében felhasználásra kerülő különböző műanyag termékek esetében, mivel ezek jelentős egészségügyi kockázatot jelenthetnek, nem kívánt szagot, illetve az átlátszó felületek "ködösödését" okozhatják.

Nagyméretű minták esetében a fent említett paraméterek meghatározását szabványos módszerekkel (VDA 276, VDA 278, ISO 12219, BMW/GS97014 stb.) lehet elvégezni az 1 m³-es VOC kamrában [6. ábra], amennyiben a megrendelő (ipari partner) ezt megkívánja. Ez a módszer a gépjárművek belsejében felhasználásra kerülő nemfémes anyagok emissziójának meghatározására alkalmazható, mint pl. poliuretán lágyhab elemek, különböző textilek, szövetek, ragasztók, tömítések, műbőr és műanyag részek, festékek stb. A mérés során a mintákat a meghatározni kívánt paramétertől függően felfűtjük majd a melegítés hatására felszabaduló komponensek egy "Tenax" töltetű adszorbens csövön felfogásra kerülnek. A komponensek elválasztását és meghatározását ellátott gázkromatográfiás mérőrendszerrel (GC-MS) végezzük. Kisméretű minták (pl. granulátumok) esetében a VOC kamrás meghatározás nem alkalmazható a kis kibocsátási értékeik miatt, ezért ebben az esetben a VOC és FOG paraméterek meghatározását gőztér analízissel végezzük VDA 277 szabvány alapján [8].

3. Lágyhab tömegoptimalizálás és szabványos mérések

3.1 Lágyhab tömegoptimalizálás

Az iparban autóülés haboknál általában 0,8-1,1 izocianát indexet alkalmaznak, így az optimalizálás során az alkalmazott NCO-index minden esetben 0,9 volt. A későbbiekben természetesen az említett intervallumon belüli más összetételeket optimalizálása is tervben van. Egy sarzson belül 4 (vagy néhány esetben, ha más vizsgálatot is végeztünk 5) mintát gyártottunk le, így látszott a reprodukálhatóság és a későbbiekben különböző anyagvizsgálatoknak tudtuk alávetni az egy sarzson belüli mintákat.

Az alkalmazott áramlási sebességek 0,9-es izocianát index esetében:

- Ongronat TR 4040 (izocianát): 92,8 g/s
- Ongropur FFP 303 (poliol): 180,2 g/s

Fontos még megjegyezni, hogy ennél a formánál a robot egy ponton (középpont) történő adagolást végez. A forma kis mérete miatt (~400*400*100 mm) ezt nem érdemes módosítani, így ebben az esetben a robotprogram (az adagolás közbeni mozgások) nem befolyásolja a gyártást, így azt nem szükséges optimalizálni.

Az próbagyártások eredménye alapján a 982,8 g össztömegű reakcióelegy bizonyult a minimális adagolási tömegnek (azaz 3,6 s lövési idő) 0,9-es izocianát index mellett az adott alapanyagoknál, amely esetében még egyáltalán nem lép fel anyaghiány a mintákon. A reakcióelegy tömegének ismeretében az átlagos termék tömege a következő egyenlettel közelíthető meg: $y = 0,6201x + 287,51$; $R^2 = 0,9941$.

A gyártási tömeg csökkentésével a keletkező hab tömege is csökken, ahogy a 7. ábrán is látható közel lineárisan. A termék tömegének és a habtérfogat hányadosaként kiszámoltam a sűrűségeket. A habtérfogatot a pontos mintadimenziók alapján számoltam ki (oldalhosszúság [a] * oldalhosszúság [b] * magasság [h] – a lekerekítés miatti térfogat [V_L]). Természetesen így a mintatömeggel együtt a terméksűrűség is csökkent.

Nagy ellenállású poliéter habok esetében a sűrűség értékek 20-100 kg/m³ közöttiek, még az irodalmakban található autóülés habok esetében általában 30-60 kg/m³ között alakulnak az értékek. Ezek alapján az összes gyártott hab közel megfelel mindkét kategóriának, mivel az átlagos terméksűrűségek 61,08-58,94 kg/m³ közöttiek, sőt a tömeg csökkentésével egyre inkább az autóülés haboknál megszokott értékek mutatkoznak. Emiatt a sűrűség mérés alapján az optimális gyártási paramétereknek a legkisebb gyártási tömegű, s egyben legkisebb sűrűségű hab bizonyul. Ez az ipari trendeknek is megfelel, hiszen az autóalkatrészek tömegének csökkentése az elvárás.

3.2 Benyomódás vizsgálat

A benyomódás vizsgálatok során az alkalmazott vizsgálati szabvány az ASTM D3574 Teszt B1 [9][10] volt. A méréseket a Zwick Roell Z010 típusú anyagvizsgáló berendezés segítségével végeztük el. A szabványnak megfelelően a vizsgálatokat 200 mm átmérőjű nyomólappal végeztük, 600x600 mm perforált alaplapon. A minták mérete 395x395x100 mm (lekerekítéssel a felső részen, bőrfelület a mintán hagyva).

Vizsgálat adatai:

- Preflex (elő-rugalmasítás): a mintamagasság 75%-áig, 250±25 mm/min sebességgel, egymás után 2 előnyomás, majd 6 perc pihentetés.
- IFD 25%: 50 mm/min sebességgel a mintát a magasságának 25%-áig terheljük, majd 60 s időtartamig ott tartjuk, a szükséges nyomóerőt feljegyezzük;
- IFD 65%: folytatva a tesztet ismét 50 mm/min sebességgel a mintát a magasságának 65%-áig tovább terheljük, majd 60 s időtartamig ott tartjuk, a szükséges nyomóerőt feljegyezzük.

Az átlagos terméksűrűségekre vonatkozó benyomódási erők eredményeinek átlagát a 8. ábra tartalmazza.

Az eredményekből jól látható, hogy a sűrűség csökkenésével (azonos receptúra alkalmazásakor) a benyomódási erők is csökkennek. Az erőértékek csökkenése, mint ahogy az várható is volt 25%-os benyomódásnál kevésbé jelentős, mint 65%-os benyomódásnál. A 25%-os erőcsökkenések változásait vizsgálva látható, hogy a legkisebb és a legnagyobb sűrűségű hab közötti változás 11,23% volt. Ezzel szemben ugyan ezen paramétereket elemezve a 65%-os benyomódás esetében a változás 13,01% volt. Az eltérések közötti különbség százalékosan kifejezve kicsi. Mindazonáltal a legkisebb sűrűségnél tapasztalható erőértékek is a célfelhasználásnak (autóülés hab) megfelelőek az ipari adatok alapján.

Összefoglalás

A Miskolci Egyetemen létrejött egy modern ipari poliuretán gyártóberendezésekkel egy kísérleti üzem. Az üzemhez közvetlenül kapcsolódó laboratóriumokkal a poliuretán fejlesztés bármely fázisában elengedhetetlen laboratóriumi vizsgálatokat is el tudjuk végezni. Bízunk benne, hogy az iparág fejlődését, a modern kor kihívásainak történő jobb megfelelést partnerként tudjuk majd előmozdítani.

Referenciák

- [1] "TopLine HK - Használati útmutató." Hennecke Gmbh.
- [2] "Elastoline F - Használati útmutató." Hennecke Gmbh.
- [3] "Zwick Roell Z010 Multifunkcionális Anyagvizsgáló Berendezés - Gépkönyv." Zwick.
- [4] "Zwick Roell EZ010 nagyszámú ciklikus igénybevételre berendezett Multifunkcionális Anyagvizsgáló Berendezés - Gépkönyv." Zwick.
- [5] "Biobase Gőz Sterilizáló Autoklávok - Műszaki Leírás."
- [6] "Biobase Páratartalom Tesztkamrák/Klímaszekrények - Műszaki leírás."
- [7] "POL-EKO Aquaterra SLW240 Légkeverős Laboratóriumi Szárítószekrények - Műszaki leírás."
- [8] "VOC és analitikai laboratórium – FIEK." <https://fiek.uni-miskolc.hu/laboratoriumok/voc-es-analitikai-laboratorium/> (accessed Jan. 20, 2021).
- [9] "Indentation Force Deflection (IFD) Testing per ASTM D3574." <https://www.testresources.net/applications/test-types/indentation-ifd-test/indentation-force-deflection-ifd-testing-per-astm-d3574/> (accessed Aug. 06, 2020).
- [10] "ASTM D3574: Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials — Slab, Bonded, and Molded Urethane Foams." ASTM Standard Test Methods, pp. 1–29, 2013, doi: 10.1520/D3574-11.2.

Mester Enikő, Pecsmány Dániel, Varga Miklós, Ibrahim Al-omari, Román Krisztina, Viskolcz Béla
Miskolci Egyetem FIEK, Poliuretán Laboratórium
3515 Miskolc Egyetemváros 1.
<https://fieki.uni-miskolc.hu/>

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



Bemutakozás

Az üzem székhelye Zsámbék, az M1 autópálya mellett, Budapesttől 26 km-re.

A Qualchem Trade Kft. műanyag alapanyag és vegyi áru termékeivel ismert a hazai piacon. Vegyi anyag, műanyag alapanyag kereskedelmén túl jelentős műanyag alapanyag gyártó, valamint műanyag hulladék feldolgozó kapacitással is rendelkezik. Kínálatunkban a regranulátumok, darálékok, kompaundok nagyobb mennyiségben és széles választékban állnak partnereink rendelkezésére.

Az elmúlt évtizedekben felhalmozott komoly műszaki tudást kamatoztatva folyamatosan fejlesztjük termékeinket. Termékeink fejlesztésénél legfontosabb szempont partnereink igénye, elvárása és megelégedettsége.

Kereskedelem

- Műanyag alapanyag, segédanyag, mesterkeverékek: Granulátumok, kompaundok, regranulátumok, darálékok. Speciális kompaundok: égésgátló, erősített, töltött, ütésálló, színezett, Danamid és Qualinyl márkanév alatt PA kompaundok, valamint Qualiprop (PP), Qualistyr (PS) termékek. Qualisorb és Agrosorb saját gyártású UV stabilizátor, Maxithene és Unimax színes mesterkeverékek. NoSmall és ProFresh szagtalanító, frissesség megőrző mesterkeverékek.

• Műanyag hulladék átvétel, felvásárlás

A másodlagos anyagok piacán jelentős szerepet vállalunk a műanyag hulladékok újrahasznosításával.

- Vegyianyag, festékipari, építőipari, gumiipari anyagok, töltőanyagok

Szolgáltatásaink

- Kompaundálás: különféle módosító anyagok bekeverése, töltő- és erősítőanyagok (pl.: üvegszál, talkum, kréta, wollastonit, bárium-szulfát stb), - adalékanyagok (UV/hő stabilizátor, égésgátló), Színezés (mesterkeverék)
- Regranulálás: tömegműanyagok (PE, PP, PS), műszaki műanyagok (PA, PC, PC/ABS, ABS, PBT, POM, teflon, stb)
- Darálás: tömbök, enguszok, technológiai hulladékok, selejtek.

A kezelés minden esetben szelektíven történik.



Cím: 2072 Zsámbék, Új Gyártelep 0170/4

Tel: +36 (23) 342 238

E-mail: sales@qualchem.hu, www.qualchem.hu