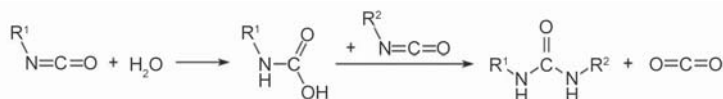


A feldolgozás helyszínén formálható korszerű poliuretán tömítőanyag rendszerek

A poliuretánokból készülő habok speciális osztályát képezik a tömítések, ezen belül is a helyben előállított (*in situ*) tömítések, amelyek nemcsak helyben jönnek létre, de rá is tapadnak a tömítendő felületekre (főleg fémekre, de más anyagokra is). A cikkben ebbe a körbe tartozó termékeket, feldolgozó berendezéseket és megoldásokat mutatunk be.

Tárgyszavak: poliuretánok, tömítések, zárt cellás hab, vízállóság, keverő és adagoló rendszerek

1937-ben Bayer és munkatársai a diizocianátok és különböző hidroxil tartalmú vegyületekkel (poliolok) reakciójával szintetizálták a poliuretán (PUR) elasztomereket. A poliuretánok heteroláncú polimerek, amelyek különféle di-, illetve poli-izocianátokból és poliolo kból állíthatók elő hőfejlődéssel járó poliaddíciós reakciókkal. A reagáló közegekben csak nyomokban is jelenlévő víz vagy karbonsav az izocianátból CO₂-t szabadít fel, amely habosodást idéz elő:



A poliuretán (PUR) elnevezés a polimerek sokféle kémiai összetételű csoportját jelöli. Ezek egyetlen közös vonása az, hogy a rendszer két fő alkotóeleme a két- vagy többfunkciós izocianát vegyület, valamint a hosszabb-rövidebb szénláncú, reakcióképes hidrogénatomokat tartalmazó többértékű alkohol. A poliolo kb általában poliészter- vagy poliéteroligomerek (molekulatömegük legtöbbször 200–2000) és/vagy kismolekulájú vegyületek, mint pl. glikolok, glicerinek, bután-diol stb. Az izocianátok közül az MDI (metilén-difenil-diizocianát) és a TDI (toluilén-diizocianát) tekinthetők esszenciális alapanyagoknak. Ezek az alapanyagok sokféle PUR változat előállítására alkalmasak, különösen, ha a különböző adalékok (pl. katalizátorok, habosítószer, lánczáró- vagy hosszabbító adalékok, térhálósító- és gyorsítószer, töltőanyagok, stabilizátorok stb.) szerkeázó hatását is figyelembe vesszük. A poliuretánok eleinte főleg elasztomerként, szál- és hártaképzőként, lakkok és ragasztók területén, valamint lágy és keményhabként váltak ismertté.

A poliuretán elasztomerek kidolgozásával a korabeli munkák célja a természetes gumi, acél és parafa új stratégiai anyaggal való helyettesítése volt. Az emberiség évszázadokon keresztül sikeresen megoldotta a különféle hézagok időtálló tömítését, például fadeszkákkal, méhviasszal, fagyantával, kátránnyal. A korszerű tömítőanyagok történelme a szintetikus műanyagok és tömítőanyagok kifejlesztésével az 1930-as években kezdődött. A modern idők rohamosan fejlődő ipari termelése azonban új igényt támasztott a szakszerűen kézben tartható technológiával feldolgozható zárt cellaszerkezetű poliuretán habokkal szemben. A tömítőrendszerek alapvető feladata a nedvesség, a por, a vegyi ártalmak és a különböző környezeti behatások elleni védelem. A korszerű dugaszoló és szigetelőanyagként funkcionáló, szobahőmérsékleten végbemenő poliaddíciós reakcióban képződő felhabosodott poliuretán massa egyenletes tömítést képez. A mai kor igényeit kielégítő tömítés helyszíni kivitelezését erre a célra kifejlesztett célgépekkel valósították meg. A poliuretángyártó és igényes poliuretán tömítések létrehozására specializálódott cégek műszaki- és gazdasági vetélkedése kitűnő minőségű zárt cellaszerkezetű poliuretán tömítések és feldolgozó technológiák létrehozását eredményezte.

A korszerű tömítések alapvető feladata, hogy megakadályozzák a folyadékok vagy gázok szivárgását azáltal, hogy teljesen kitöltik (lezárják) a két felület közötti teret. Annak érdekében, hogy a tömítés séretlen és szivárgásmentes maradjon, a tömítésnek ellenállónak kell lennie a tömített folyadékkal vagy gázzal szemben; ellen kell állnia a hézag alkalmazási hőmérsékletének, nyomásának és bármilyen mikrokozmosznak is.

Poliuretán bázisú kétkomponensű tömítőhabok és feldolgozási technológiák

1. Sonderhoff

2020. január 1. óta a **Henkel AG & Co** multinacionális vegyipari és fogyasztási cikkek gyártó mamut cég leányvállalata. Az általa alkalmazott *FIPFG (Formed-in-Place Foam Gasket)* testreszabott, *automatizált tömítési megoldásokkal* a megfelelő méretre a feldolgozás helyszínén kivitelezett technológiával kiegészült a **Henkel** termékportfóliója. A **Sonderhoff** cég 60 éves következetes fejlesztő tevékenységével, innovatív erejével kínálja a legújabb tömítőhabjait a legkorszerűbb feldolgozási technikával. A világ több mint 50 országában évente 300 millió tömítés készül a cég termékeiből. A korábbi **Sonderhoff** társaságok Németországban, Ausztriában, Olaszországban, az Egyesült Államokban és Kínában továbbra is új **Henkel**-telephelyként működnek.

1.1. A folyékony, a feldolgozás helyszínén kialakított FIPFG tömítőanyagok sokkal jobb alternatívát kínálnak a tervezőknek és a gyártóknak a hagyományos tömör tömítésekkel szemben. A „helyben kialakított habtömítések” – *FIPFG* azt a technológiai folyamatot jelöli, amelynek során a tömítendő felületre felvitt folyékony PUR a reakció folyamán a habosodással kitágul, kitűnően tapad a tömítendő alkatrészhez, és ily módon létrejön a kívánt tömítés. A megoldást fejlett technológiai precizitás és nagy ismétlési pontosság jellemzi. Az alkatrész erős tömítést kap, amely még nagyon összetett méretek esetén is maradéktalanul megtartja az alakját. A módszer lehetővé teszi a tömítések gyártásának automatizálását, így azok minden kézi kezelés nélkül tapadnak az alkatrészhez. A *FIPFG* technológiai feldolgozás kiemelkedő előnyös tulajdonságai:

- Különböző habtípusok alkalmazása,
- Az IEC 60529 = EN 60529 szabvány szerinti magas IP védelmi szint (Ingression Protection) – a műszaki berendezések áramkörét a környezeti behatások ellen védő tokozás érhető el vele,
- Megfelel a lángállóság az UL 94* szerinti előírásnak (*igény esetén),
- Kielégíti az ISO 846 (VDI 6022) műanyagok alkalmazhatóságát megkövetelő antimikrobiális szabványt,
- Időjárásálló,
- Gyors kötés,
- Ismételhetség <0,15 mm (ISO 9083),
- Egyedi összeszerelést tesz lehetővé,
- Jó tapadás sokféle anyagfelületen, bizonyos szubsztrátumokon előzetes kezelés után,
- Teljesen automatikus, nagyon gazdaságos és hatékony alkalmazási folyamat, különösen közepes és nagy gyártási sorozatokhoz,
- A **Sonderhoff** adagolórendszerek nagy folyamat-stabilitása gyors, pontos és tiszta anyagbevitelt tesz lehetővé a burkolat hornyába.

1.2. A Fermapor CC zárt cellaszerkezetű PUR bázisú habtömítést a Sonderhoff cég kifejezetten nagy vízzáró követelményeket támasztó alkalmazásokhoz fejlesztette ki. A *FIP-CC (Formed – in – Place – Closed - Cell)* technológiával feldolgozható hab kimagasló tulajdonsága, hogy zárt cellaszerkezete okán egyesíti a szilikon világ kitűnő vízállóságát és a poliuretán rendszer alacsony anyagköltségeit. A *CC* habtömítések összetett követelményrendszer kielégítését teszik lehetővé:

- Kisebb összenyomás szükséges más zártcellás habtípusokkal megvalósuló tömítési teljesítmény érdekében,

- Robusztus, biztos felülete ellenáll az alkatrész szerelés során létrejövő esetleges mechanikai terhelésnek,
- A felület sérülése, például beszakadás után is csak kismértékű vízfelvétel jön létre,
- Kiváló időjárásállósági tulajdonság, tartósan ellenáll 1 °C-os jeges víznek,
- Megfelel a REACH/EG 1097/2006 és RoHS előírásainak,
- –40 és +80 °C közötti hosszan tartó hőterhelést, de a rövid ideig tartó 160 °C-os hőterhelést is elviseli.

1.3. A *Fermapor K 31* kétkomponensű PUR rugalmas habtömítés létrehozásához alkalmas, amelyet a **Sonderhoff** keverő és adagolórendszerrel, valamint a *FIPFG* technológiával szobahőmérsékleten közvetlenül a tömítendő alkatrészeire habosítanak. Az alkatrészen megjelenő habzás után néhány perc elteltével a habtömítés tapadámentessé és felszerelhetővé válik. A tapasztalatok alapján a tökéletes tömítési funkció a teljesen megkötött tömítés kb. 30–60%-os összenyomásával volt elérhető.

A *Fermapor K 31* rugalmas habtömítés rendszerek fizikai és kémiai tulajdonságai az ügyfelek igényei szerint beállíthatók és szállíthatók. Általános jellemzőik:

- Szín: nehézfekete vagy szürke,
- Shore A keménység: 0–40,
- Kompressziós keménység (25%-os kompressziónál) 5–200 kPa,
- Sűrűség: 0,1–0,6 g/cm³,
- Szakítószilárdság: 2 MPa,
- Szakadási nyúlás: 400%,
- Vízelnyelés: 3,5%-tól hidrofób kezelés lehetséges,
- Lángállóság: UL 94 szerint V2 fokozat,
- IP védelmi szint: 68.

1.4. A *Fermapor K 31 FOOD KONTAKT* (Food and Drug Administration) típusú tömítés megfelel az USA által szigorúan megkövetelt közvetlen élelmiszerrel való érintkezés feltételeinek, amelynek az élelmiszerrel hordó fedelének hornyába *FIPFG* eljárással való felvitele a 2016. január 1-től hatályos 10/2011-es EU rendelet értelmében, korábban 1935/2004 EK-szövegezés helyett, az európai kontinensen is engedélyezetté vált.

A poliuretán alapú *Fermapor K 31 FOOD KONTAKT* habtömítő rendszerek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek:

- ◆ Alkalmasak vizes, savas, alkoholos és száraz áruk tárolásához,
- ◆ A tároló/csomagoló palack kupakjának lezárására is alkalmazható (hidegen, vagy melegen töltött, vagy pasztörözött tej/tejterméket tartalmazó edényekre is),
- ◆ A csomagolt élelmiszer illata íze, valamint megjelenése és állaga nem változik,
- ◆ Jól tömít nedvesség, por, káros közegek és hőmérsékleti hatások ellen,
- ◆ Megbízhatóan véd a külső szivárgás és szennyeződés ellen,
- ◆ Alacsony vízfelvétel és optimális tapadás sokféle felülethez,
- ◆ A tömítő hatás kiemelkedően hosszú távú kedvező viselkedése,
- ◆ A tömítőanyag összetevő komponenseinek nagyon jó migrációs viselkedése.

1.5. Az 1. ábrán látható **Sonderhoff DM 402 CC** adagolórendszerrel a *Fermapor CC* habtömítések adagolásához fejlesztették ki. A főleg finomcellás lágyhabok adagolására ajánlott adagoló a *FIP-CC* technológiával enyhén fényes felületű, színvonalas benyomást keltő tömítések létrehozását teszi lehetővé. Újdonság, hogy a fizikai habosítás révén a *CC hab* szinte a teljes tömítési méretben kerül az alkatrészeire az adagolás során. A méretpontos adagolásnak köszönhetően a *Fermapor CC* különösen megfelelő 3D alkalmazásokhoz és technológiai folyamatokhoz kapcsolódó minőségellenőrzésekhez. A tömítő hab sűrűsége és keménysége a feldolgozás folyamatában a gép paramétereinek segítségével szabályozható. A

rövidebb beállítási idővel működő adagoló rendszer hatékonyan üzemel, továbbá a CC habosítási folyamathoz nincs szükség tárolókonténereken keresztül hagyományos légbetöltésre, ezért a folyamatátállítások gyorsabban történnek.

A folyékony, a feldolgozás helyszínén formálható (FIP) újfajta tömítőanyagok a hagyományosan használt, préselt tömítésekhez képest sokféle kedvező tulajdonsággal rendelkeznek:

- Sokkal jobb alternatívát kínálnak a tervezőknek és a gyártóknak a hagyományos autóiipari rendszerek szilárd tömítéseihez képest,
- Kiküszöbölik a hagyományos tömítések által igényelt szélsőséges nyomóterhelést,
- Tömítik a felületi hibákat
- Növelik a szerkezeti szilárdságot,
- Jelentősen csökkenti a gyártási költségeket,
- Nagyon gyors és egyszerűen kivitelezhető javításokat, valamint a tömítés formájának megváltoztatását is lehetővé teszi.

Ezeket a vegyületeket jelenleg számos területen alkalmazzák különféle iparágakban. Néhány gyakori alkalmazás:

- Autóalkatrészek,
- Elektronikus eszközök
- Hangszóró szerelvények,
- Elektromos zárok,
- Tesztfelszerelés,
- Repülélelektronika,
- Üzemanyagcellák,
- Készülékházak.

1.6. A Sonderhoff Chemicals Fermaskin néven FIPFG eljárással előállított kétkomponensű rugalmas védőréteggel bevont habtömítést fejlesztett ki. A különleges, két rétegű habtömítés FIPFG technológiával való előállításához a cég két keverőfejjel felszerelt berendezést hozott létre. A hagyományos, kétkomponensű PUR tömítőhabokhoz hasonlóan az anyagkomponenseket költséghatékony, alacsony nyomású keverő- és adagolórendszerben dolgozzák fel, és közvetlenül a tömítendő alkatrészre hordják fel. A különleges feladat megoldásához a **Sonderhoff Engineering** testvérvállalat fejlesztette ki a négy PUR komponens egyidejű feldolgozására képes 4 K keverő és adagoló *DM 404* típusú rendszert.

A tömítőhab fejlesztését a vízfelvétel minimalizálása és a mechanikai tulajdonságok javítása motíválta. Mivel a habmag és a külső héj külön-külön variálható, ez a tömítőhab forradalmasította a FIPFG eljárással létrehozható termékek tulajdonságait. Első alkalommal sikerült elérni nagy szakítószilárdság



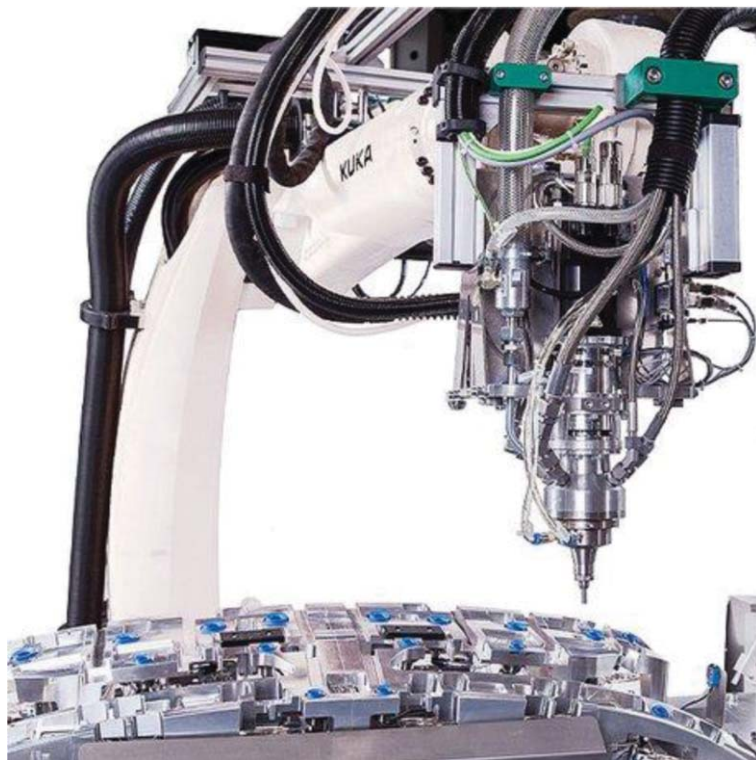
1. ábra. A Fermapor CC adagolásához kifejlesztett DM 402 CC adagolórendszer.

(meghaladja a 800 kPa értéket), különlegesen jó rugalmasság és nagyon alacsony vízfelvétel tulajdonság kombinációt, amely a sokkal költségesebb szilikon tömítés kisebb mértékű felhasználását segíti elő.

A különböző sűrűségű tömítőhabok kombinálása alapanyag- és egyúttal költséghatékony megoldást is jelent, amely fokozott piaci vonzerőt generál a cégnek. A **Sonderhoff** a *Fermaskin* villamosan vezethetőképes tömítés létrehozására törekszik, hogy a jövőben a tömítés megfeleljen az EMC (elektromágneses kompatibilitási) tesztnek.

2. Rampf Holding GmbH & Co. KG, Grafenberg/Németország – reaktív öntőgyantarendszerek fejlesztője és gyártója

A cég termékportfóliója folyékony és tixotróp tömítőrendszereket, nagy hővezetőképességű villamos célra alkalmas öntőgyantákat, nagy teljesítményű elasztomereket és ragasztórendszereket tartalmaz. A Zimmer ob Rottweilben található **RAMPF Production Systems** kiváló reakciógyantái tömítésére, öntésre és ragasztásra különösen jól alkalmazhatók, amelyekhez keverési és adagolási technológiát szállít. A kompakt adagolócellák és adagolórobotok, amelyek a **Siemens** vagy a **Beckhoff** nagy teljesítményű vezérlőivel vannak felszerelve, megfelelnek a dinamika, interakció és adatkezelés minden követelményének. A 2. ábrán bemutatott **RAMPF Production Systems** automatizált adagolórendszert igényes tömítési műveletek, beültetések, ragasztások kivitelezésére kiváló megoldásként ajánlják.



2. ábra. RAMPF PUR Production Systems automatizált adagolórendszer.

A cég a keverési és adagolási technológiában szerzett szakértelmét a termékspecifikus automatizálási koncepciókkal kombinálva a következő felhasználási területeken maximális előnyt biztosít az ügyfelek számára:

- Alkatrészszállítás (áruszállítók, hevederek és forgó indexelő asztalok),
- Kezelés és robotika (**KUKA, ABB, FANUC, DENSO**),
- Folyamatparaméterek beszerzése MES csatlakozással,
- Szerszám és rögzítés építése,
- Hőkezelés (infravörös, keringtető levegő, HF eljárás, mikrohullámú technológia),
- Képfeldolgozó és szenzortechnika, valamint érintésmentes mérés technika.

A **Rampf Polymer Solutions** cég újdonsága a nagy hatékonyságú *HEPA* (high-efficiency particulate arrestance) szűrőkhöz ajánlott, valamint a csomagolóipar területén alkalmazott, szennyeződések és a szivárgás kiküszöbölésére hatékony védelmet nyújtó **RAKU-PUR® 31-3190 Basic** kétkomponensű poliuretán habtömítést kifejezetten egyszerű keverési és adagolási technológiájú gépekhez fejlesztettek ki. A poliuretánrendszerek jól folynak, szilikonmentesek, azonban antibakteriálissá tehetők. A műanyagokhoz – különösen az ABS-hez és a PS-hez – való kiváló tapadásuknak köszönhetően összekötő rudak teherhordó elemeként használhatók, amellyel növelhető a szűrőelemek stabilitása. A **RAKU-PUR® 31-3190 Basic**

tömítőhabot speciálisan a *FIPFG* keverési és adagolási technológiához fejlesztették ki, de az anyag lehetővé teszi a végfelhasználók számára, hogy jelentősen csökkentsék a gyártógépek beruházási költségeit, mivel ez a kétkomponensű PUR tömítés alapgépeken is feldolgozható légtérheléses technológia nélkül. A felhordott tömítés széleskörű előnyös tulajdonsággal rendelkezik:

- Magas hőmérsékleti ellenállás,
- Kiváló vegyszerállóság,
- Nagyon jó kompressziós készlet
- Nagyon kopásálló felület,
- Alacsony összeszerelési erők,
- Széles színválaszték elérhet.

A **Rampf Polymer Solutions** a folyékonytól az erősen tixotróp hatású kétkomponensű PUR elasztomer tömítőhabok specialistája. A tömítőhabok feldolgozását *FIPFG* (Formed-in-Place Foam Gasket) testreszabott, automatizált tömítési megoldásokkal az alkalmazás helyszínén megfelelő méretre kivitelezhető technológiával végzik. A módszer előnye, hogy a tömítendő felületre behelyezendő habtömítésekkel ellentétben a habtömítéseket méretpontosan közvetlenül az alkatrészeire hordják fel, amely a helyszínen rövid időn belül a felhabosodással egyidejűen a felületen megtapad (ráköt), amely rövid ciklusidőt és hatékony feldolgozhatóságot garantál.

A poliuretán habtömítés különféle áruk biztonságos szállítását és tárolását teszi lehetővé. Az alkalmazások közé tartoznak a műanyagból és acélból készült dobozok, vödrök és IBC fedelek méretpontos lezárása. A *RAKU-PUR® 31-3190 a Basic* ejtésvizsgálati tanúsítvánnyal rendelkező dobozokhoz is ajánlott.

A cég új termékek fejlesztésével és a meglévők optimalizálásával biztosítja, hogy azok mindig megfeleljenek a legmagasabb műszaki követelményeknek a tömítési minőség, a tömítési geometria, valamint a mechanikai, termikus és kémiai rugalmasság tekintetében. A feldolgozási tulajdonságok, mint például a reakcióképesség, a viszkozitás és a szín az ügyfelek igényeihez igazíthatók.

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Damit „zu“ auch dicht heißt = Kunststoffe, 2003, 4, p. 32–33.

Geschlossenzellige Schaumdichtung auf PU-Basis =

<https://epp.industrie.de/technik/produktneuheiten>,

Dichtungsschaum mit Schutzhaut = Kunststoffe, 2010, 4, p. 58–59.

Rampf: Reaktive Polymersysteme und Produktionsanlagen = K-Aktuell. de. Neue Maschinen, Werkstoffe und Verfahren 2023.02.08.