

Új utakon a hőformázás: mikrohőformázás és optimalizálás

A mikrotechnológiákban a hőformázásnak eddig nem jutott szerep, azonban most német kutatók elsősorban orvosbiológiai célokra mikrohőformázással csipeket állítottak elő kapilláris elektroforézishez. A hagyományos hőformázásban a szoftveres ellenőrzés módszerei fejlődnek.

Tárgyszavak: hőformázás; mikrotechnológia; orvosbiológia; polisztirol; polikarbonát; minőség-ellenőrzés; szoftver.

Hőformázás a mikrotechnológiában

A mikrotechnológia az utóbbi 20 évben fejlődött látványosan, ma már sokféle terméket állítanak elő mikroeljárásokkal, kezdve az egyszerű mikroalkatrészekről az érintkezőkön át a komplex rendszerekig a $0,1-1000 \mu\text{m}$ közötti mérettartományban. Ilyen kis méretű termékek előállítására az általánosan alkalmazott gyártási technológia a fröccsöntés, a hőformázással eddig nem próbálkoztak. A **Forschungszentrum Karlsruhe** kutatói kifejlesztettek egy ígéretes, új technológiát, amelyet mikrohőformázásnak neveztek el. Első bemutatódarabjuk egy csip, amely *kapilláris elektroforézishez (CE)* alkalmazható. *Ebben a mikrotermékben szintéziseket, biokémiai ágensek elemzését lehet elvégezni.*

Az eljárás

Maga az eljárás egy speciális lemezalakítás mikroszkópikus adaptációja. Egy vékony hőre lágyuló fóliát a prészszámban felmelegítenek és a számban kialakított és vákumozott mikroüregekben formázzák nyomás alatti gáz segítségével, a következő ciklusban pedig egy másik polimerfóliára hegesztik. Ilyen módon folyadék mikrostruktúrákat, mikrocsatornákat, mikrotároló tereket hozhatnak létre, amelyek hegesztéssel tömörre tehetőek folyadékkal szemben.

A számban három egységből áll: a mikroüregekkel ellátott számlapból, az elszívó és gázbevezető nyílásokkal rendelkező ellenlapból és a köztük lévő tömítésből. A számban összezárása után a fóliát vagy lemezt lágyulási hőmérsékletig felmelegítik és gáznyomással a számbanüregbe nyomják. Ezután hűtik a számban. Kb. 20°C -kal a lágyuláspont alatt a nyomás csökken és a számban kinyitható. A számlap-

kat mechanikus úton mikromegmunkálással vagy litográfiai eljárással, nedves vagy száraz plátirozással, lézerrel állítják elő, anyaguk lehet fém, szilikon, üveg vagy kerámia. A kapilláris elektroforézis (CE) csip alapanyagául 25 μm vastag ütésálló, biaxiálisan orientált PS fóliát alkalmaznak, míg a sejt kultúrák számára előállított csipek 50 μm -es PC vagy COP öntött fóliából készülnek.

Az így előállított mikrofluid termékeknek értékes morfológiai tulajdonságai vannak, amelyeket más módszerekkel nem lehet előállítani. A hőformázott üreges membránok mikroszerkezete öntartó, falvastagságuk kicsi, mindössze pár mikrométer. Termékjellemzőik: kis térfogat, kis tömeg, nagy rugalmasság, kis hőkapacitás, alacsony fényelnyelő képesség, kis fényszórás és háttérfluoreszcencia.

Felhasználás

A kémiában és a bioanalitikában a kapilláris elektroforézis (CE), mint molekulaszétválasztó technika egyre fontosabb szerepet játszik. A miniatürizált CE rendszerek kevés mintaanyagot igényelnek; nagyobb felbontóképességükkel, rövidebb reakcióidejükkel előnyvel veszik fel a versenyt a hagyományos rendszerekkel. A hőformázott CE csipek 10x10mm-es rácsban helyezkednek el, és minden szerkezet két 150x75 μm méretű egymást keresztező mikrocsatornát tartalmaz tárolórészsel. Az egyik csatorna a minta szétválasztására, a másik a minta bevitelére szolgál.

Kis merevségük és nagy flexibilitásuk miatt alkalmasak speciális textíliába integrálódva különös képességeket bevinni az anyagba. Humán szövetek esetében bőrfelületre vagy bőr alatti implantátumok anyagaként is felhasználhatók, de egyéb, új alkalmazási területeket is meghódíthatnak. Alkalmazástechnikai oldalról további előnyt jelent a fóliaalapú szerkezet, mely mind a gyártástechnológiában, mind pedig a felhasználásnál lehetővé teszi a nagy sebességű és teljesítményű tekercsről-tekercsre technika alkalmazását. Ilyen terület lehet pl. az aktív vagy toxikus anyagok szűrése.

Orvosbiológiai alkalmazás

A természetes szövetekből nyert sejtek mesterséges környezetben jól tenyészthetők, ha elegendő tápanyaghoz és oxigénhez jutnak. A sejtenyészetek egyre fontosabb szerepet kapnak a biokémiai, a gyógyszerészeti és az orvosi kutatások területén. A legutóbbi években a kutatók előnyben részesítik a 3-D szerkezeteket ilyen célra, mivel azok képesek hosszú időn át megőrizni a sejt funkciókat. A **Forschungszentrum Karlsruhe** egyik csoportja ilyen célra fejlesztett ki *polimer mikroszerkezetekből álló bioreaktorokat*. Ezek nagyon jól beváltak, mert a speciális tenyésztési feltételeknek és szabályozásoknak megfelelően jól alakíthatók. Nem csak nagy teljesítményű gyógyszeripari szűrési technológiákhoz, hanem a regeneráló gyógyszerek területén szervtámogatóként is hasznosak. Például egy páciens károsult májának támogatására a teljes máj tömegének 10–30%-át hosszú időn át életképes és működő sejtekkel kell mesterségesen támogatni (biológiai mesterséges máj). Egy mikrocsipben több millió sejt is tenyészthető ugyan, egyetlen páciens számára így is 10 000 csip szükséges. A

mikrohőformázás most valóban lehetővé teszi az alacsony költségű, egyszer használatos csipekben a sejt kultúrák tömeggyártását ilyen alkalmazási területekre. A hőformázással előállított sejt kultúrák csipek 400x400 µm-es rácsozatban elrendezett 25x25db egységből állnak. A henger alakú mikrokonténerek átmérője és mélysége 300 µm körül van. Előállításuknál a nyomás 60 bar-ig változhat, fenékvastagságuk pedig a helyi igénybevételnek megfelelően egészen 5 µm-ig csökkenthető. A hőformázott termék további felület- és tömegmódosítások segítségével még inkább az adott körülményekre igazítható.

Hőformázás optimalizálása

Az osztrák **Mould & Matic Solutions** cég új szolgáltatással (TPO – Thermoforming Process Optimizer, hőformázás optimalizálása) jelentkezett, amelyet a hőformázott merev csomagolóeszköz-gyártóknak ajánl. A hőformázási folyamat elemzésével optimalizálják a technológiai folyamatot, az anyagfelhasználást és a munkaerő-szükségletet, amivel jelentős profitnövekedést tudnak elérni. Gyártási tapasztalatokkal rendelkező konzultánsaik a vevővel együttműködve végzik el az adott folyamat részletes és többoldalú elemzését, kiértékelését.

Első lépésként az adatgyűjtési fázisban a megrendelővel együtt kitűzik a gyártási célokat: kihozatal, ciklusidő, maximális teljesítmény, terméktömeg stb. vonatkozásában. Ezt követi a részletes adatfelvétel a berendezésről és a gyártási-logisztikai folyamatokról. Elemzik a hibanaplót, az esetleges minőségi reklamációkat, és interjúkat készítenek a dolgozókkal is. Ezt követi a diagnosztikai periódus, amelyben a tanácsadó szervezet szakemberei specialisták bevonásával vizsgálják a főbb elemeket; szerszámot, terméket, infrastruktúrát, gépkopást stb.

A következő találkozón bemutatják az ügyfélnek a feltárt hiányosságokat, és egyúttal javaslatot adnak a berendezés műszaki és üzemeltetési feljavítására.

Referenciaként említhető az a brit hőformázó vállalkozás, ahol egy 3 éves, 15 fészkes szerszámmal 97 mm átmérőjű joghurtos poharakat gyártottak 87%-os gépkihasználtsággal. A TPO vizsgálatát és az általuk elvégzett átalakításokat követően a gyártási sebesség 27%-kal nőtt, a gépkihasználtság 91%-os lett, a terméknél pedig 9%-os tömegcsökkenést sikerült elérni. Végeredményben a gyártó így 30 millió pohárral többet tud évente előállítani 17%-os költségmegtakarítással. Így a TPO szolgáltatás három hónap alatt megtérül.

A **Mould & Matic** másik optimalizációs terméke egy szerszámellenőrző rendszer. A szerszámba érzékelőket építenek be, amelyek a gyártási folyamatról folyamatosan adatokat szolgáltatnak, és azokat egy megfelelő szoftverrel feldolgozzák. Segítségükkel adatot lehet nyerni az előnyújttással segített hőformázás sebességéről és helyzetéről, a vágóél közelében a nyomásról és a levegő hőmérsékletéről stb. Ezen túlmenően a mért adatokhoz határértékeket lehet beállítani, ami a gyártmány minőségének biztosítékát adja. Jelzéssel lehet kontrollálni, ha a levegőnyomás leesik, sőt mérni és szabályozni lehet az alsó és felső szerszám közötti hőmérséklet-különbséget. A szabá-

lyozórendszer az új szerszámokba már be van építve, de régebbi szerszámokba – és nem csak Mould & Matic gyártmányokba – is beépíthető utólag.

Összeállította: Hadházi Lászlóné

Thermoforming goes micro. = Plastics Engineering EUROPE, 2006. Spring, p. 14–19.

Thermoforming tune-up. = Plastics Engineering EUROPE, 2006. Spring, p. 20–23.

Röviden...

Irán a Közel-Keleten a második helyre pályázik

A túl nagy műanyag-kapacitásoktól való félelem ellenére az iráni Nemzeti Petrokémiai Társaság (National Petrochemical Company, NPC, Teherán) folytatja nagyarányú beruházásait, amelyek révén Irak a hőre lágyuló műanyagok előállításában Szaúd-Arábia mellett a Közel-Keleten a második helyet akarja megszerezni. 2006 közepén Iránban 770 ezer tonna új kapacitás lépett üzembe, ebben PE-HD, PE-LD, PE-LLD, PP, PVC, PS, ABS, melamingyanta és epoxigyanta gyártása is van. Ha a 2008-ra tervezett beruházások határidőre megvalósulnak, a hőre lágyuló műanyagok gyártókapacitása az országban eléri a 7 millió tonna/év-et. Irán egyik legdinamikusabb ipari körzetében (Bushehr tartomány) a Perzsa-öböl földgázkincsére támaszkodnak. A NPC és a dél-afrikai Sasol cég 50/50%-os közös vállalatában 2008 végétől évente 300 ezer tonna PE-MD-t és PE-HD-t, ezenkívül 300 ezer tonna PE-LD-t fognak gyártani. A NPC további partnereket keres a nagy ívű tervek megvalósításához.

Kérdés, hogy hol fogják ezt a töménytelen műanyagot értékesíteni. Az NPC vezetői abban bíznak, hogy Ázsia műanyagéhsége nem csillapodik, és miután Iránban bőségesen és olcsón állnak rendelkezésre a természetes nyersanyagforrások, olcsóbban tudnak műanyagot előállítani, mint ázsiai vagy európai versenytársaik. Emellett az NPC azt állítja, hogy nincs szándékában a műanyagok piacát „megfűzni”, azaz nem akarja az árakat letörni. Ázsia mellett Afrikában és Európában is forgalmazzák majd termékeiket. *Az USA-ban megtiltották az NPC termékeinek bevitelét.*

Modern Plastics Worldwide, 83. k. 2. sz. 2006. p. 10.

P. K-né