

Szigetelő és vezető műanyagok a villamosenergia-ellátásban és az elektronikai iparban

Tárgyszavak: poliuretán; szilikongyanta; öntőgyanta; függőszigetelő; kábelköpenyezés; készülékház; vékonyréteg-szigetelés; vezető műanyag.

Műanyagok a villamos iparban

A műanyagokat sokféle területen alkalmazzák, ezért sok egymástól eltérő követelményt kell kielégíteniük. Igaz ez egy szűkebb területen is, pl. a villamos ipar és az elektronika területén, ahol nem csak műanyag házakat vagy áramköri alaplapokat készítenek belőlük. Gépkocsikban pl. lágy, alacsony hőmérsékleten is rugalmas öntőmasszákat alkalmaznak az elektronikai részek védelmére agresszív folyadékokkal vagy szélsőséges hőmérsékleti behatásokkal szemben. Emellett az anyag saját hőtágulása sem okozhat kárt az elektronikában. A közepes és nagyfeszültségű villamos iparban viszont inkább a merevebb öntőmasszákat kedvelik, amelyek a villamos berendezés működése során keletkező hő elvezetésében is segíthetnek. Ezeknél az alkalmazásoknál az is fontos követelmény, hogy nagyméretű termékeket is légmentesen lehessen belőlük előállítani, és az öregedés során ne képződjenek bennük olyan repedések, amelyek megváltoztathatják a villamos teret, vagy amelyek részleges kisülésekhez vezetnek.

A poliuretán mint sokoldalú szigetelőanyag

Az epoxigyanták és a szilikonkaucsukok mellett poliuretánokat is alkalmaznak öntőgyantaként vagy szigetelésként a villamos iparban és az elektronikában. A poliuretánok ezen a területen nemcsak kiváló anyagi jellemzőikkel tűnnek ki, hanem feldolgozástechnikai tulajdonságaikkal is, amelyek megkönnyítik az alkalmazást és csökkentik a gyártási költségeket. Az anyagok sokoldalúságát támasztja alá csak egyetlen paraméter is: a Bayer cég Baygal márkanévű polioljaiból és Baymidur márkanévű izocianátjaiból előállítható poliuretánok üvegesedési hőmérsékletének skálája $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig terjed. A keménységi értékek 20 ShA-tól 90 ShD-ig terjednek, de a hővezető képesség

pl. nem függ a keménységtől. Ez a keménységtartomány egyedülálló a villamos és elektronikai iparban alkalmazott anyagok között, ezért egyetlen anyagtypussal különféle szigeteléstechnikai problémák oldhatók meg. A poliuretánok további előnye a mérsékelt exoterm reakció, ami kíméli az érzékeny elektronikát, és a kismértékű zsugorodás, ami megelőzi a nagy belső feszültségek kialakulását, és ezzel az elektronika mechanikus károsodását. A poliuretánok időjárás- és vegyszerállósága nagyon jó, rövid ciklusidővel önthetők és viszonylag hamar ki is hűlnek – ez a gyártás gazdaságosságát segíti elő. Az utóbbi idők fejlesztéseinek köszönhetően ma már kaphatók viszonylag nagy hővezető képességű, sok töltőanyagot és kevés hordozóanyagot tartalmazó PUR kompaundok, amelyek a hagyományos RIM (reaktív fröccsöntés) technológiával is feldolgozhatók.

A poliuretán öntőgyantákba általában 20–50% töltőanyagot kevernek, de szükség esetén ez a mennyiség 65%-ra is növelhető. A töltőanyagot általában a polioliol vagy az izocianát komponenshez adják hozzá. Az erősen töltött poliuretánok ütésállósága és repedezésállósága kitűnő. Fontos az anyagok kifogástalan homogenitása, hogy mind a villamos iparban gyakran alkalmazott nyomás alatti gélesítéssel, mind vákuumeljárással feldolgozhatók legyenek. A poliuretánokat sikerrel vezették be a közepes és nagyfeszültségű villamos iparba is, pl. 70 kV-s mérőváltók készítéséhez. Itt előnyös volt a PUR rendszereknek az a tulajdonsága, hogy a kiindulási anyagok és a katalizátorok megfelelő megválasztása esetén még az erősen töltött típusok is kitöltik a szerzőszám legtávolabbi sarkait, pl. tekercsek gyártásakor a legkisebb térközöket is. A poliuretánok mellett, hogy nagy a villamos szilárdságuk, kitűnő dinamikus mechanikai jellemzőkkel is rendelkeznek, jó hőállóságuk miatt magas működési hőmérsékleten is megtartják előnyös tulajdonságaikat. További előnyük, hogy összeférnek más, megszokott szigetelőanyagokkal, mint a kaucsukok vagy a kén-hexafluorid.

Az egyik utolsó terület, ahová a poliuretánok betörték, az energiatermelés és -elosztás, ahol pl. a függőszigetelőket nagyrészt még mindig porcelánból és üvegből készítik. Évtizedek óta próbálkoznak ezeknek a súlyos, rideg, szervesetlen anyagoknak a műanyagokkal történő helyettesítésével, mert a jobb feldolgozhatóság miatt jelentős árelőnyök várhatók. Természetesen a műanyagoktól hasonló élettartamot, villamos szilárdságot, időjárás-állóságot stb. várnak el, aminek megfelelni nem könnyű feladat. Ezért a lehetséges polimerjelölteket (fluorpolimereket, polisziloxánokat, epoxigyantákat és a poliuretánokat) igen intenzív kültéri terhelési vizsgálatoknak vetették alá. Egyik esetben pl. különböző műanyagból készült 20 kV-os szigetelőket vizsgáltak egy tengeri sziget partján, ahol állandóan nedves, sós klímának és intenzív UI-sugárzásnak voltak kitéve. A poliuretánok itt is jól vizsgáltak. A cikloalifás poliuretánok egy 14 éves periódust szolgáltak végig anélkül, hogy bármilyen meghibásodás vagy áramkiesés lépett volna fel a szigetelők hibájából. A sűrű térhálót alkotó, epoxiddal módosított izocianátok magas üvegesedési hőmérsékletük

miatt 20 és 200 °C között más anyagokhoz képest magas hőmérsékleten is jó villamos és egyéb tulajdonságokat mutattak. A poliuretánok kitűnő fizikai jellemzői és jó feldolgozhatósága lehetővé teszi, hogy más polimerek mellett jelen legyenek az energetikai iparban.

A poliuretánok mellett más műanyagokból is készítenek nagyfeszültségű függőszigetelőket. A MCP Equipment cég vákuumöntéssel folyékony szilikonkaucsukból szilikongumi szerszámban készít ilyeneket VarioVac elnevezésű technológiájával. Az eljárással prototípusok vagy kis sorozatok is gyárthatók. (Magyarországon az 1970-es években hasonló eljárással készítettek 120 és 400 kV-os függőszigetelőket kísérleti jelleggel, amelyek igen jól vizsgáztak a szabadtéri gyakorlati próbák során. A szerkesztő megjegyzése.)

Új csökkentett éghetőségű kábelköpenyező anyagok

Az AEI Compounds cég új égésgátolt kompaundot fejlesztett ki, amely ipari környezetben is jó védelmet biztosít a kábeleknek. Egy szilánnal ojtott, térhálósítható anyagról van szó, amelynek a hőre lágyuló elasztomerekhez hasonló tulajdonságai vannak, de jóval olcsóbb. A kompozíció jellemzői a hidegállóság (alacsony hőmérsékleten is rugalmas marad), a jó hőállóság (a térhálóság miatt), a kopásállóság és a gátolt éghetőség. Az új kompozíció ugyanolyan körülmények között dolgozható fel, mint a hőre lágyuló elasztomerek, ezért könnyen extrudálható a megszokott feltételek mellett. Az anyagot nem csak kábelköpenyezésre lehet használni, hanem egyéb alkalmazásokban is, pl. fröccsöntéssel is feldolgozható.

Készülékházak műanyagból

A nyomtatott áramköri lemezek méretének szabványosítása megkönnyíti a nagy sorozatban gyártott készülékházak tervezését és előállítását. Eddig sokszor jelentett problémát az, hogy a gyártószerszám túl drágának bizonyult a tervezett sorozatnagysághoz. A német Odenwälder Kunststoffwerke cég ezért szabványosított méretű műszerdobozokat fejlesztett ki, amelyet sok célra lehet használni az elektronikai iparban. A termékeket nemrég egy orvosi műszerkiállításon mutatták be nagy sikerrel. A sorozat egyik darabja a 100×160 mm-s euro-áramköri lemezek befogadására készült. Anyaga csökkentett éghetőségű ABS (UL 94 HB minősítésű), a szilárdságot belső bordázat biztosítja. A doboz magassága 50 mm-s lépésekben növelhető. A standard színváltozat szürke, de lehetőség van fehér és kék színváltozat megrendelésére is. Szükség esetén szellőztető réseket is készítenek a doboz oldalára. Az Ergo-case sorozat formatervezett, esztétikus termékcsalád, amelyet kézi, ill. falra

szerelt berendezésekhez kínálnak. Különálló fedele van az elemeket tartalmazó résznek, a hátlemezt bepattintható, és két csavarral rögzíthető.

A TTK Kunststoff Technologie K-box rendszere ezzel szemben kis sorozatban gyártható, egyedi megoldást kínál a kis darabszámban készített elektronikus eszközök gyártóinak anélkül, hogy szerszámot kellene cserélni. A gyártáshoz polisztirol vagy poli(metil-metakrilát) lemezeket használnak, amelyben bizonyos elemeket forgácsolással alakítanak ki, a dobozt magát pedig hajlítással és hegesztéssel alakítják ki. A technológia alkalmas nem csak prototípusok, de néhány ezres sorozatok készítésére is. A gyártó szerint ezt a megoldást választották egyes monitorgyártók, de kézi műszerekhez is sikerrel alkalmazták.

A Technische Kunststoff-Teile (TKT) cég más megoldást kínál ugyanerre a problémára: vákuumformázással alakítják ki a dobozt, és a gyártás néhány héten belül elkezdődhet. A vállalat olyan csoporthoz tartozik, amely már 25 éve foglalkozik vákuumformázással. Az általuk alkalmazott negatív felületi formázási technológia a fröccsöntéshez hasonló felületi minőség elérését teszi lehetővé anélkül, hogy beszívódások alakulnának ki. Ez a technológia is kis és közepes sorozatoknál gazdaságos. A TKT olyan esetekben, ahol nem túlságosan fontos a felület kifogástalan minősége, pozitív vákuumformázási technológiát is alkalmaz. A termékek között vannak V0 éghetőségi fokozatú ABS-ből készült műszer- és számítógép-alkatrészek, ahol a sarokpántelemezeket fröccsöntéssel állítják elő. Egy másik esetben a vákuumformázott monitorházra rögtön felviszik a szellőzőnyílásokat is. Itt a formázási hossz 190 mm. A felületkialakításnak ezt a technológiáját használják prototípusok előállítására is, mielőtt megkezdénék a drágább fröccsszerszám véglegesítését.

Vékonyréteg-szigetelések az elektronikai iparban

Az amerikai Molex cég legújabb, 20 pólusú, nagyfrekvenciás csatlakozójában az Eastman cég Titan márkanévű folyadékkristályos polimerjét (LCP) használja az egymástól 0,8 mm-re elhelyezkedő csatlakozók egymástól való elszigetelésére. A feladat abban áll, hogy egy igen vékony falú (névlegesen 0,584 mm falvastagságú) terméket kell elkészíteni, hogy 3,125 Gbyte/s adatátviteli sebesség mellett se csorbuljon az adatátvitel megbízhatósága. A jó folyóképesség miatt nem volt szükség a szerszám áttervezésére.

Korommal töltött, vezető műanyagkeverékek

A Cabot cég antisztatikus (ESD) műanyagkeverékekhez használható két új koromtípust fejlesztett ki. A Vulcan XC605 és XC305 fejlesztésekor azt tartották szem előtt, hogy az ESD alkalmazás mind az öt követelményét (vezető

képesség, felületi simaság, merevség, diszpergálhatóság és ütésállóság) ki-elégítsék. Mindkét termék igen jól diszpergálható, és egyenletes vezető hálózat kialakítását teszi lehetővé a polimerben. A két korom közül az XC605 a legmagasabb szinten elégíti ki mind az öt követelményt, míg az XC305 egy ennél valamivel költségtakarékosabb megoldást kínál olyan alkalmazásokban, ahol nem ilyen magas a követelményszint.

(Bánhegyiné Dr. Tóth Ágnes)

Fähling, F.: Unter Hochspannung. = Plastverarbeiter, 53. k. 5. sz. 2002. p. 60–62.

Flexible prototypes with thin walls. = European Plastics News, 29. k. 9. sz. 2002. p. 14.

High cable protection. = European Plastics News, 53. k. 5. sz. 2002. p. 23.

Vink, D.: In the house. = European Plastics News, 29. k. 5. sz. 2002. p. 22.

Dünnste Schichten isolieren. = Plastverarbeiter, 53. k. 5. sz. p. 67.

Conductive compounds. = European Plastics News, 53. k. 5. sz. 2002. p. 23.