

Új lehetőségek a villamosiparban a műszaki műanyagok és az additív technológiák számára

A világ villamos és elektronikai iparában egyre nő az igény a kockázatok elkerülésére, magasabb üzemi hőmérsékletek használatára és természetesen a költségek csökkentésére is. Ezen általános trend megvalósulásához adott jelentős lökést az USA törvényhozásának változása a kisfeszültségű elektromos berendezésekre vonatkozó szabályozás terén, amivel az közelebb került az európai és számos ázsiai országban használt előírásokhoz. A fröccsöntött és az additív technológiákkal kialakított alkatrészekon 3D áramköröket hordozó termékek számos új fejlesztési lehetőséget kínálnak az elektronikai termékek számára.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; additív technológiák; PA; PBT; PC; PPS; lézerszinterezés; MID termékek; villamosipar; autógyártás.

A világ villamos és elektronikai iparában egyre nő az igény a kockázatok elkerülésére, a miniatürizálás miatt a magasabb üzemi hőmérsékletek használatára és természetesen a költségek csökkentésére is. Ezen általános trend megvalósulásához adott jelentős lökést az USA törvényhozásának változása a kisfeszültségű elektromos berendezésekre vonatkozó szabályozás terén, amivel az közelebb került az európai és számos ázsiai országban használt előírásokhoz. Az USA villamosiparának mértékadó szervezete, az Underwriters Laboratory (UL) módosította a kisfeszültségű kapcsolóberendezésekre vonatkozó *UL 1077* szabványát, melynek követelményeit korábban gyakorlatilag csak a térhálós műanyagok tudták kielégíteni.

Hőre lágyuló műanyagok új lehetőségei az USA-ban

A szabályozások megváltoztatásával megnyílt az út a hatékonyabban feldolgozható, hőre lágyuló műszaki műanyagok alkalmazása előtt. Az *UL 1077* közelebb került az *IEC/EN 60947* előíráshoz, amely több tényező mellett a miniatűr kismegszakítók (MCB) éghetőségi tulajdonságait és a túlfeszültség elleni védelmet szabályozza. A korábbi előírásnál az UL éghetőségi fokozat, az izzóhuzalos vizsgálat és a nagy áramerősségű ívállóság megfelelő szintjét írták elő a legkisebb alkalmazott falvastagságnál mérve. A változtatások után az izzóhuzalos vizsgálatnál elegendő a próbatesteken mért 750 °C-os szint teljesítése (az *IEC/EN 60695-2-12* szerint), és nincs szükség az izzóhuzalos termékvizsgálatra, elegendő az ún. sárga kártyás (*UL yellow card GWFI*) adatok prezentálása.

A hőre lágyuló műszaki műanyagok gyártói számos új piaci lehetőséget látnak az innovációra készen álló amerikai műanyag-feldolgozók számára. Így például a DSM az MCB termékekhez speciális nagy hőállóságú poliamidját (*Stanyl PA 4,6* és *Akulon* típusait) ajánlja, amivel a korábban használt fröccsönthető üvegszál-aszterthez (BMC) képest 40% ciklusidő-megtakarítást lehet elérni. A fröccsöntött házú áramkör-megszakítók (MCB-k) esetében a DSM anyagok kielégítik az *Icu/Ics szintet*: 100kA/75kA 400V feszültséggel, miközben 10–15%-kal olcsóbban gyárthatók.

A DuPont is ajánlja *Zytel FR950G25V0NH*, azaz halogénmentes égésgátolt, üvegszál-erősítésű PA66 típusát MCB-k gyártásához. Vizsgálati adataik szerint ez a típus 1000 órás 200 °C-os öregítést követően is megtartja húzószilárdságának 80%-át, szemben a más gyártók hasonló anyagaira jellemző 50%-os szinttel. A 25% üvegszál-tartalmú típus *UL 94* szerinti V-0 éghetőségi fokozatú 0,4 mm-es falvastagságig, kúszóáram-szilárdsága (CTI) eléri a 600 V fokozatot, emellett pedig használatakor a szerszámban lerakódó anyagmaradék a szokásoshoz képest nagyon kis mértékű. A cég ezt az anyagot számos más villamosipari alkalmazáshoz, mint pl. konnektorok, transzformátorok és motorok alkatrészeihez is ajánlja.

A BASF hidrolízisálló PBT anyagát, az *Ultradur HR* családot ajánlja a villamosipari felhasználó figyelmébe a magas nedvességtartalmú környezetben. Különösen konnektoroknál és járművillamossági alkalmazásoknál lehet előnyös. Az *Ultradur B4330 G3 HR 15%*, az *Ultradur B4330 G6 HR 30%* üvegszál-erősítést tartalmaz. Mindkettő kielégíti az *USCAR Class 5* klimatikus ciklusteszt követelményeit. Az *Ultradur B4550 G5 HR* égésgátolt, az *Ultradur B4300 G6 LT* pedig lézerhegesztés szempontjából transzparens fekete változat.

A környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülése miatt egyre fontosabb szerepet játszanak a halogénmentes égésgátlót tartalmazó, illetve kisebb szén-dioxid-emissziót biztosító típusok. Így pl. a DSM *Stanyl For Tii T11*, amelynek alapanyaga a PA 4T polimer elviseli a felületen szerelt berendezések magas hőmérsékleti igénybevételeit (furaton át visszafolyásos forrasztás, azaz SMT THR), jó mechanikai jellemzői mellett eléri az *UL 94 V-0* éghetőségi fokozatot, 0,4 mm-es falvastagságig kielégíti a *DIN EN 60335-1* izzóhuzalos vizsgálat háztartási eszközökre vonatkozó előírásait.

A Lehman & Voss szénszál-erősítésű polikarbonát alapanyagát digitális nyomtatók festékpátront tartó szerkezetének fröccsöntéséhez használják, kiváltva a korábbi, 10 különálló fém alkatrészből összeszerelt változatot. A *Luvocom 50-7856/FR/BK* típus kitűnő merevsége mellett teljesíti az *UL 94-V0* éghetőségi besorolást, folyóképessége elegendően nagy a vékony falú részek kitöltéséhez. Kitűnő mérettartása lehetővé teszi a 0,05 mm-es toleranciák tartását, 105 Ohm felületi ellenállása pedig meggátolja a sztatikus feltöltődést. A szerelési költségek megtakarításával mintegy 15% költségcsökkentést lehetett elérni. Polikarbonátot (pl. a Teijin cég üvegszál-erősítésű *Multilon* típusait) más villamos berendezések, mint pl. kézben tartott eszközök tokozatainak gyártására széles körben is alkalmaznak.

Háromdimenziós elektromos egységek (3D-MID) fejlesztése

Németországban konferenciát tartottak a háromdimenziós, egymással összeköttetésben álló elektromos egységeket tartalmazó, nagyrészt additív technológiákkal előállított elektronikai és villamosipari termékek (3D-MID) fejlesztéséről. A 3D-MID az angol 3D „Moulded Interconnect Devices”, illetve a „Mechatronic Interconnect Devices” kifejezés rövidítése. Az előadásokból kiderült, hogy jelenleg a fejlesztéseknél a készülékházak előállítására esetenként fröccsöntést, de gyakran különböző additív technológiákat, mint a 3D nyomtatást, az olvasztott depozíciós modellezést (FDM) és a szelektív lézerszinterezést (SLS) használják.

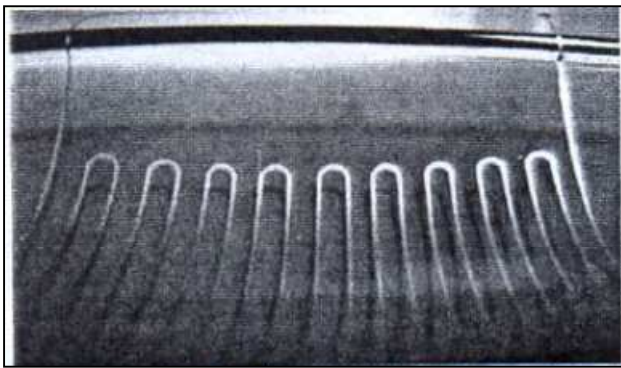
A 3D-MID termékek között a legnagyobb piacot az antennák képviselik. A Stratasys cég bemutatta, hogy FDM technológiával felszerszámozás nélkül óránként tudnak 1-1 antennát gyártani, funkcionális áramkörök kialakításával, szerves fémadallékkal módosított PC/ABS keverék és PC alapú LDS anyagokból, mintegy 2 EUR/db költséggel. (Az LDS az angol laser direct structuring kifejezés rövidítése; olyan speciális műanyagok alkalmasak az eljárásra, amelyek lézerrel helyileg aktiválhatók, majd utána metallizálhatók). A cég 40 különböző alkatrésztípust nyomtatott, lézerrel szinterezett, majd alakított ki rajtuk fémbevonattal áramköröket. A felület minősége korlátozza e technológia alkalmazását, mivel a „z” tengely irányában 0,01 mm a határ, azonban esetenként bizonyos simító eljárások is alkalmazhatók. A fém villamos áramkörök kialakításához a kémiai kicsapás mellett használták az aeroszolos vezetőképes anyag sugárszórását (aerosol jet) is. Ezt egy drónon demonstrálták, amelyenél a szenzorokat, az antennát és az áramköröket így alakították ki az FDM technológiával készített szárnyakon és géptörzsön.

A cég mérései szerint a kémiai kicsapással készített „huzalozás” tapadása jobb, hajlékonyabb és gyorsabb, mint az aerosol jet technikával készültké, emellett többféle alapanyagon alkalmazható és nincs szükség az aeroszolosan felvitt bevonat szinterező hőkezelésére. Ugyanakkor az aeroszolos módszer olcsóbb, és képes 0,025 mm széles vezető sávok kialakítására, nincs szükség a darabok vegyszeres fürdőbe merítésére és a rádiófrekvenciás tulajdonságok is jobbak.

A német Neotech AMT cég szerint *Optomec* aerosol jet nyomtatással a fúvóka és a hordozófelület között 5 mm-es távolság esetén 10 µm-től 3–10 mm-ig terjedően széles áramkörsávok alakíthatók ki 20 µm vastagságban. A Fraunhofer IKTS és IFAM intézet aerosol jet, tintaágyús és szitanyomtatással visz fel vezetőképes „huzalozást” különböző termékfelületekre. Erősített poliamidból fröccsöntött antennák esetében a hagyományos, kemencében hőkezelt ezüsfestékes megoldást alacsony hőmérsékletet igénylő és olcsóbb aerosol jet technológiát igénylő polikarbonáttal váltották ki. Vizsgálataik szerint kis antennáknál az aeroszolos és a kémiai kicsapás költségei nagyjából megegyeznek, de nagy antennáknál az aeroszolos módszer olcsóbb.

Az *Optomec* cég beszámolója szerint két nap alatt 360 antennát készítettek aerosol jet technikával poliamidon, 1 órás, 180 °C-os szinterezéssel. Áramköröket a készülékház belsejében és külsején, illetve függőleges részekén és furatokon át egyaránt kialakították.

A MID termékekre az autóiiparban is igény mutatkozik funkcionalitás, termékintegrációs és egyéb előnyeik miatt. Így például a Neotech cég egy üzemanyag-tartályban működő szintjelzőt mutatott be, amely két kapacitív érzékelővel és LED áramkörrel rendelkezik. A „huzalozást” aeroszolos és tintaágyús ezüst festékekkel vitték fel PA66-ból fröccsöntött tartályra. Bemutattak továbbá polikarbonát autóablakokat (1. ábra), amelyekre aeroszolos technikával vitték fel fűtőszálakat. Ezeket 120 °C-on kellett szinterezni, mely hőmérsékletnek a polikarbonát még ellenáll. A módszert jelenleg már 2x2 m felületméretig lehet alkalmazni.



1. ábra Polikarbonát gépkocsiablakok 120 °C-on szinterezett, aeroszolos technológiával felhordott fűtőszálakkal



2. ábra A Bosch cég DS8 jelű EPS szenzora

A Bosch cég zászlóshajója e téren az ESP (elektronikus stabilitás program) DS8 érzékelője (2. ábra), amely 3D-MID kialakítása révén 50%-kal kisebb térfogatú, mint hagyományos tervezésű elődje. Átmérője ezáltal 16,2 mm-ről 10 mm-re csökkent. E termékből 2014-ig már 20 millió darabot gyártottak.

Összeállította: Dr. Füzes László

Regulation and cost underpin innovation in electronics = Injection World, okt. 2013. p. 11–14.

Vink D.: 3D-MIDs benefit everything from antennas to car lights = Plastics News Europe, 42. k. 4. sz. 2015. p. 16–19.