

Újdonságok a lézeres műanyag megmunkálásban

A műanyagok lézerek segítségével történő feldolgozása már több évtizedes múltra tekinthet vissza, segítségével komplex és finom alakzatok is gyorsan kialakíthatók. Az ultragyors impulzusokkal dolgozó lézerek jóval finomabb megmunkálásra képesek. Fontos új terület a fém/műanyag hibrid kötések létrehozása.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; lézer; hegesztés; forgácsolás; PI; PMMA.

A műanyagok lézerek segítségével történő megmunkálása már több évtizedes múltra tekinthet vissza. Ennek számos módoszata ismert, melyek közül a feliratok és grafikák kialakítása, a felület strukturálása, a vágás és lyukasztás, illetve a hegesztés a legelterjedtebbek. Az erősen fókuszálható lézersugár segítségével komplex és finom alakzatok is gyorsan kialakíthatók.

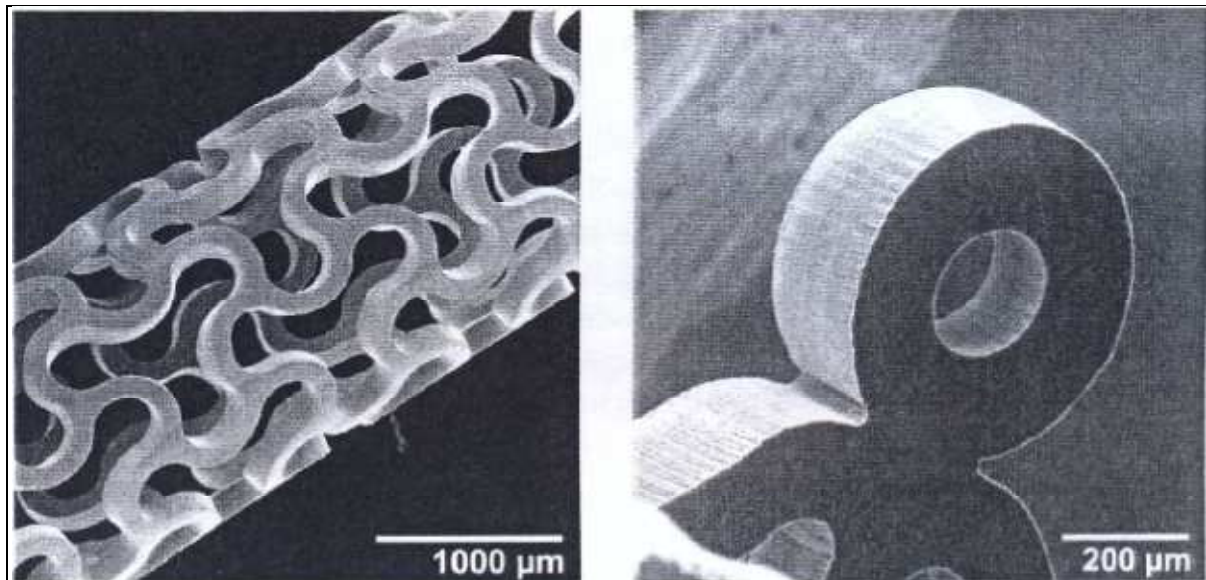
Ultragyors impulzusú lézerek

A műanyagiparban a hagyományos lézerek közül elsősorban a szén-dioxid (CO₂) és a Neodimium-Ittrium-Alumínium-Gránát (Nd:YAG) lézereket használják. Az ezekkel elérhető elméleti vágási felbontóképesség a hullámhossztól függ, vagyis CO₂ lézereknél ez 10 µm, Nd:YAG lézereknél 1 µm. Azonban a gyakorlatban ennél 1–2 nagyságrenddel gyengébb eredmény érhető el. Ennek az az oka, hogy ezek a lézerek úgy működnek, hogy a besugárzott és a műanyag (vagy más anyag) által elnyelt energia először megolvasztja a műanyag céltárgyat, majd az olvadt anyag tovább melegedve elpárolog/elég. E folyamat hője hatással van a környező részekre is, ezért a műanyag céltárgy a besugárzás közelében pl. belső feszültségek, repedések, hólyagképződés, megolvadások stb. miatt mechanikusan sérül, és/vagy megváltoztatja méretét/alakját. E mellékhatások azonban az ultragyors impulzusokkal működő lézerek (UKP) segítségével elkerülhetők.

A hagyományos lézerek impulzusainak időtartama a nanoszekundum (10⁻⁹ s) tartományba, de az UKP lézerek a pikoszekundum (10⁻¹² s), sőt a femto-szekundumos (10⁻¹⁵ s) tartományba esnek. Ennek az a következménye, hogy az erősen fókuszált lézersugár nagyon rövid idő alatt nagyon nagy energiasűrűséget közvetít a céltárgy egy adott pontjára. Ennek hatására az anyag nem megolvad és azután alakul gáz/gőz halmazállapotúvá, hanem azonnal elpárolog „szublimál”, vagyis a lézersugár mikrorobbanások formájában távolítja el az anyagot. Így az elnyelt hőenergiának nincs ideje hővezetéssel felmelegíteni a környező részeket, és ezért a fenti káros termikus

folyamatok elmaradnak. Ennek következtében az UKP lézerekkel mintegy százszor finomabb felbontással lehet struktúrákat kialakítani (1. ábra) vagy forgácsolási műveleteket végrehajtani.

A hagyományos lézerek egy másik hátránya, hogy csak olyan anyagokhoz használhatók, amelyek nagymértékben képesek elnyelni a hullámhosszuknak megfelelő sugárzási energiát. A nagyon nagy energiasűrűségű, nagyon rövid impulzusokkal dolgozó UKP lézerekre ez a megkötés nem érvényesül, még az adott hullámhosszon átlátszó anyagoknál is használhatók.

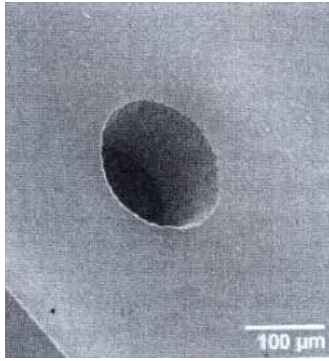


1. ábra Femtoszekundumos impulzushosszú lézerekkel kialakított szerkezetű érfalerősítő sztent a testben idővel felszívódó polimerből (balra).
Egy kinagyított részlet a röntgenjelölés elkészítésénél (jobbra)

Az UKP lézerek nagy feloldóképességük következtében jól használhatók a szoros toleranciákat igénylő forgácsolási műveleteknél, pl. nagy precizitású kis furatok elkészítését (2. ábra), nagyon pontos, apró alkatrészek kivágását végrehajtani vagy finom felületi struktúrákat kialakítani. Lehetséges nagyon kis anyagrészeket eltávolítani a termékek felületéről, és ezáltal jelentősen megváltoztatni azok tribológiai tulajdonságait. A felület megfelelő strukturálásával a felület hidrofóbbá vagy pedig hidrofillé is alakítható (Lótusz-effektus). A felület érdesítésével lényegesen javítható a ragasztott/hegesztett kötések szilárdsága.

A lézeres megmunkálás általános trendjei

A felület megmunkálásában a háromdimenziós megmunkálás és a biztonsági jelek felvitele a személyazonosító kártyákra és alkatrészekre, számít viszonylag új eljárásnak. Ez utóbbihoz gyakran olyan adalékanyagokra van szükség, amelyek csak egy



2. ábra Egy kontaktlencse peremén UPK lézerrel kialakított furatok segítik az oxigén áthaladását a lencsén a szaruhártyához

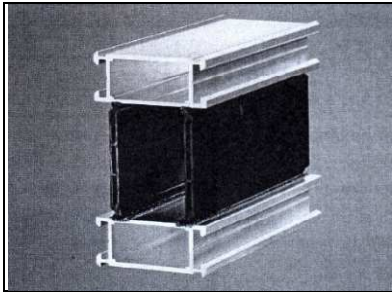
speciális hullámhosszú besugárzásra reagálnak. *Lézeres kezeléssel a tömegtermékek individualizálhatók, minőségbiztosítási QR és adatmátrix kódok hozhatók létre az alkatrészek előállításánál a későbbi visszakereshetőség érdekében.* Általános trend a növekvő automatizálhatóságra és a vevőspecifikus kialakításra törekvés. Ide tartozik pl. a lézersugár automatikus fókuszálása és a jelölések automatikus leolvasása, a képfeldolgozás különböző megoldásainak alkalmazása. Lézeres felületkezelést alkalmaznak műanyag termékek polírozására és tisztítására is.

A lézeres hegesztésnél általános trend a hőmérséklet-érzékelők alkalmazása. Az érzékelők tulajdonképpen az automatizálás úttörői, a jobb minőség biztosításának előfeltételei. Így például, ha egy, a lézersugár fókuszálására szolgáló optikai objektíven keresztül egy hőmérsékletet mérő készülék is a hegesztési pontra irányul, egyenletesebb lehet az anyag felhevítése. Ugyanis ahol a hegesztési kontúr kanyarokat, sarkokat tartalmaz, a pásztázás az egyenes szakaszokhoz képest lelassul. Egy pirométer segítségével viszont a lézer teljesítményét a felületi hőmérséklethez lehet igazítani, elkerülve a helyi beégéseket ott, ahol a lézer lassabban halad. Túlhevülés ott is előfordulhat, ahol a hegesztendő anyagok nem teljesen érintkeznek. Az ilyen érzékelők különösen fontosak a hőérzékeny műanyagok esetében, amelyek csak szűk hőmérséklet-tartományban hegeszthetők eredményesen.

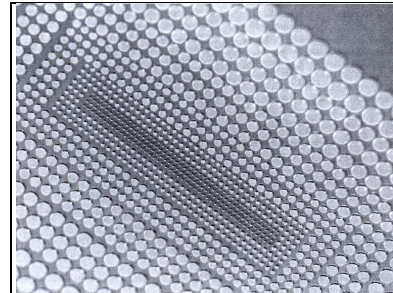
Fémfelületeken kialakított mikroszkopikus alámetszésekbe a megolvasztott műanyag lehűlését követően szilárdan lehorgonyozódik, így a fém/műanyag kombinációra alapozott könnyűszerkezetes megoldások (pl. autóalkatrészek, ablakkeretek) viszonylag nagy kötőerővel hozhatók létre (3. ábra). A fémek és műanyagok összehegedése laboratóriumi szinten már kitűnő eredményeket ad (20 N/mm^2 feletti szakítószilárdságot is sikerült elérni), de ipari elterjedése még várat magára. Egyelőre még nincs elegendő tapasztalat a sorozatgyártásban. Például egy 2 kW teljesítményű, nanoszekundumos impulzushosszú lézerrel 300 µm mély hornyokat lehet létrehozni a fémfelületen. A fém-műanyag kötés létrehozását vagy úgy érik el, hogy a fém alkatrészt a fröccsöntő szerszámba helyezik el, és a ráfröccsöntött műanyag lehűlés után megszilárdul, vagy pedig a műanyag és a fém alkatrészeket egy tartószerkezettel összeszorítják és indukciós, vagy lézeres eljárással felmelegítve az érintkező felületen megolvasztják a műanyagot, ami az alámetszéseket kitöltve a lehűlést követően lehorgonyozódik. Ez utóbbi módszernél a másodpercenkénti 2 cm^2 hegedési sebesség rutinszerűen elérhető.

A műanyagok vágása terén sok tapasztalat gyűlt már össze. Így például a plexi lemezek kis teljesítményű szén-dioxid lézerrel történő vágása elterjedt eljárásnak számít. Újabban a kijelzők terén jelentkezett nagy piaci érdeklődés a lézeres kivágások iránt, elsősorban a flexibilis és a hajlított képernyőknél, amelyeket műanyag fóliákból állítanak elő. Erre a célra hajlékony, nem vezetőképes műanyag fóliákat, gyakran

poliimid fóliát alkalmaznak (4. ábra). Az ezeken szükséges kivágásokat gyakran UPK, azaz femtoszekundumos impulzusidejű zöld, vagy UV lézerekkel „hidegen” alakítják ki, ezáltal elkerülve a CO₂ és a szilárdtestlézerek okozta szenedést/beégést.



3. ábra Műanyag- és fém profilok közötti hibrid egy kötéspéldája



4. ábra Lézertechnikával létrehozott furatok egy poliimid fólián

A műanyagok megmunkálásához használható lézertípusok kifejlesztése gyakorlatilag megtörtént, inkább a szoftverek területén várható komolyabb változás, elsősorban az „okos” kezelhetőségnél, illetve az érzékelőknél és a képfeldolgozásban. A cél a minél nagyobb folyamatbiztonság elérése. Fejlődés várható az állapot monitorozása és a megelőző karbantartás terén is. Érdekes új fejlesztési irány a különböző szűrők és membránok fóliáin kialakítandó nagyszámú, apró lyuk létrehozása, amit a lézersugár optikai sokszorozásával kívánnak elérni. Megfelelő optikával ugyanis a lézersugár 10-100 arányosan kisebb teljesítményű sugárra bontható, és ezáltal egyszerre nagyszámú apró furatot képes létrehozni.

Összeállította: Dr. Füzes László

Klotz K.: Schneller als die Wärme fließt = Kunststoffe, 2018. 1. sz. p. 30–31.

Klotz K., Faißt B.: Fertigung mit smarten Lasern = Kunststoffe, 2018. 1. sz. p. 27–29.



Olcsó fémbetét-besajtoló eljárás

Az amerikai csavarmentes fémbetéteket gyártó Yardley Products cég piacra dobta *Thermal Inserting Press 2.0* elnevezésű, digitális, javított működésű, termikus betétsajtoló berendezését. Ez a prés lehetővé teszi, hogy a gyártók elhagyják a tipikusan drága és komplex ultrahangos berendezéseket, amelyek arra szolgálnak, hogy csavarmentes fémbetéteket ágyazzanak be termoplasztokba.

A Yardley hőprés új verziója egy digitális kijelzőt és hőmérséklet-szabályozót is tartalmaz, ami lehetővé teszi a hőmérséklet pontos beállítását, ezáltal elkerülve a műanyag károsodását, miközben bepréseli az elforgatással és kihúzással szemben nagy ellenállást tanúsító, állandó fémbetéteket.

A fémbetéteket és a behelyezésüket lehetővé tevő berendezéseket egyaránt gyártó Yardley cég igyekszik olyan termékeket kínálni, amelyek jelentős hatást gyakorol-

nak a felhasználók termelésének gazdaságosságára. Így például a 3D nyomtatással prototípusokat előállító, vagy kis szériás termelést végző cégeknek olcsó betétezést tesz lehetővé a kis helyigényű, 2450 USD-be kerülő gép.

F. L.

Goldsberry C.: Press provides inexpensive method for installing threaded metal inserts into thermoplastics = www.plasticstoday.com, Sept. 10. 2018.