

Műanyagok ragasztásának szempontjai

A műanyagok többsége jól ragasztható, különösen akkor, ha ismerik és betartják a tartós kötés létrehozásához szükséges feltételeket. A cikkben elsősorban a sokoldalúan felhasználható akrilátlemezek ragasztásához adnak jó tanácsokat. Elemzik továbbá a „ragasztás vagy hegesztés” dilemma néhány szempontját.

Tárgyszavak: ragasztás; ragasztó kiválasztása; hegesztés; akrilátlemezek; műanyag-alkalmazás; orvosi eszközök.

Akrilátok ragasztása újfajta ragasztókkal

A több mint 75 éve a piacra bevezetett *akrilátlemezek* nagyon népszerűek, sokféle területen szívesen alkalmazzák őket. Ennek egyik oka az, hogy *könnyen ragaszthatóak*. Erre a célra oldószeres és reaktív (többkomponensű) ragasztókat dolgoztak ki. Noha az alapvető típusok régóta ismertek, a fejlődés itt is folyamatos. Az egyik legnépszerűbb módszer az *oldószeres ragasztás*, ahol egy illékony oldószerkeveréket használnak arra, hogy meglágyítsák, majd összeragasszák az akriláttáblákat. A gyors párolgás miatt a tapadás néhány másodperc alatt bekövetkezhet. A ma forgalomban levő legtöbb oldószeres akrilátragasztó tartalmaz metilén-kloridot (CH_2Cl_2), mert az jól és gyorsan oldja az akrilátokat, gyorsan párolog és nem gyúlékony. Az utóbbi időben azonban a szerves oldószeres, különösen a halogéntartalmúak „vörös posztóvá” váltak a környezetvédők szemében – tekintettel arra is, hogy a metilén-kloridot több amerikai szövetségi államban potenciális rákkeltő hatású anyagnak tekintik. Válaszul 2008-ban az USA-ban új, metilén-kloridot nem tartalmazó oldószeres ragasztót hoztak forgalomba, amely azonban gyúlékony.

Ragasztók helyes megválasztása

Ragasztókat sokféleképpen alkalmazhatnak a műanyagtermékek gyártásában. Egyazon probléma megoldására létezhet számos különböző, nagyjából azonos eredményt szolgáltató módszer. A végtermék tervezéséhez hozzátartozik a kiindulási anyagok és – ha szükséges – a ragasztó helyes megválasztása. Tekintettel a széles választékra (pl. reaktív ragasztók vagy oldószeres ragasztás) ez nem egyszerű feladat. Ahhoz, hogy jól döntsenek, a következő megfontolásokat kell tenni. Akrilátok ragasztásánál, ha „láthatatlan” kötést szeretnének létrehozni (pl. múzeumi vitrinek gyártásakor), akkor a kétkomponensű, reaktív ragasztók ajánlhatók. Ezek lényegében akrilátok,

amelyeket helyben polimerizálnak. Jobb optikai tulajdonságokat és szilárdságot biztosítanak, de valamivel több munkát igényel előállításuk.

A ragasztandó anyagok

Mindig célszerű ellenőrizni a ragasztandó elemeket. Vannak olyan anyagok, pl. a poliolefinnek (PE, PP), amelyek nem vagy alig ragadnak össze, függetlenül attól, hogy milyen ragasztót használnak. Akrilátokból vannak olyan típusok, amelyek ellenállnak az oldószeres ragasztóknak, ezeknél a kétkomponensű, reaktív ragasztók jobban működnek. Vannak olyan műanyagok, amelyek egyszerű oldószeres ragasztással könnyen összeragaszthatók. Ha azonban két különböző műanyag összeragasztása a feladat, jobban meg kell vizsgálni mindkettő fizikai jellemzőit. A legtöbb műanyagnak pl. eltérő a hőtágulási együtthatója, ezért ha a ragasztott kötést változó hőmérséklet hatásának teszi ki, a ragasztórétegben jelentős feszültség lép fel, és olyan ragasztót kell választani, amely ezt kibírja. Mindig célszerű megkérdezni a ragasztógyártót, hogy ő mit ajánl, és ajánlatát milyen adatokkal tudja alátámasztani. A legtöbb gyártónak vannak olyan táblázatai, amelyek segítenek az adott alkalmazáshoz legjobban illő ragasztótípus kiválasztásában.

Szerelési körülmények

Nagyon fontos a ragasztás során a környezet hőmérséklete és relatív páratartalma, valamint a ragasztandó alkatrészek hőmérséklete. Akrilátlemezek ragasztásakor pl. az ideális hőmérséklet 21–23 °C, és az alacsony páratartalom többnyire kedvezőbb. Nagy páratartalom esetén az átlátszó műanyagok hajlamosak zavarossá válni. Az oldószeres ragasztást általában kerülni kell 15 °C alatti, vagy 37 °C fölötti környezeti hőmérsékleteken. Túl alacsony hőmérsékleten a műanyag felülete rideggé válik, ami csökkenti az oldószer hatását és/vagy a felület meglágyításához szükséges áztatási időt. Ilyen körülmények között mikrorepedezés alakulhat ki. Túl magas hőmérsékleten az oldószer gyorsan párolog, ezért kevésbé hatékony a ragasztóhatás. Fontos, hogy jól szellőztetett helyiségben dolgozzanak, mert a ragasztókhöz használt oldószerek gőze többnyire nehezebb a levegőnél, illékonyságuk miatt elpárolognak és az alacsonyabb rétegekben gyűlnek össze. Ez részben a tűzveszélyesség, részben a gőzök mérgező volta miatt veszélyes. A fokozott oldószertartalom a levegőben szédülést, fáradtságot, hányingert okozhat.

Felhasználási körülmények

A megfelelő ragasztó kiválasztásánál, mindig tekintettel kell lenni azokra a körülményekre, amelyek között a ragasztott tárgyat használni fogják: kültéren, esetleg egy gép belsejében vagy egy bemutatóteremben. Milyen lesz a hőmérséklet és milyenek a klimatikus viszonyok? Vajon a hőmérséklet szélsőséges változásokat mutat-e? A

jó ragasztónak ellen kell állnia a klimatikus viszonyoknak és ugyanakkor általában hosszú időn át biztosítania kell a jó adhéziót.

A megfelelő viszkozitás és kötési idő megválasztása

Minél gyorsabban kötnek meg az alkatrészek, annál több terméket lehet időegység alatt előállítani. Ez igaz, de a túl gyors kötés kockáztatja a termék minőségét – kérdés, hogy megéri-e? Ha nagy felületet ragasztanak, nem lehet cél, hogy a ragasztandó felület egyik részén már megkössön a ragasztó, míg a másikat még kenik. Ez ugyanis foltszerű tapadást okozna a folytonos helyett. Ha a ragasztandó felületen kitöltendő rések vannak, nem lehet igen kis viszkozitású, gyorsan kötő oldószeres ragasztókat használni, mert az könnyen buborékképződést eredményezhet. Ilyenkor célszerűbb viszkózusabb, kétkomponensű, reaktív ragasztókat választani.

Reaktív ragasztók

A reaktív ragasztókat általában két komponensben csomagolják: az egyikben van a gyanta, a másikban a térhálósító és/vagy a katalizátor. Felhasználáskor gondosan követni kell a gyártó által javasolt keverési arányt és az egyéb tanácsokat. A helytelen, vagy pontatlan keverési arány rontja a ragasztó tulajdonságait. Készítsék elő a ragasztandó műanyag alkatrészeket, ellenőrizték a szoros illeszkedést és a rögzítéseket. Akriláragasztóknál a repedezés valószínűsége csökkenthető, ha a ragasztó felhordása előtt előzőleg a ragasztandó felületeket temperálják. A keverés és felhordás során végig figyelembe a gyártó által megadott „nyitott időt” vagy „fazékidőt”, ami az alkalmazott alapanyagtól és a katalizátortól függően néhány perc, vagy több óra is lehet. Ez alatt az idő alatt a ragasztó biztonságosan feldolgozható. A keverés után hordják fel a ragasztót a felületre és finoman nyomják össze a buborékok eltávolítására. Annyira azonban nem szabad összenyomni, hogy a ragasztót is kinyomják a ragasztandó felületek közül. Ezután a gyártó tanácsainak megfelelően hagyják megkötni a ragasztót. Vannak olyan ragasztók, amelyekhez adagolópisztolyok állnak rendelkezésre a különböző komponensekhez használható cserélhető hüvelyekkel és sztatikus keverővel. Ezzel a keverési művelet automatizálható, és nincs lehetőség a keverési arány eltévesztésére. A legtöbb, ma elérhető polimerizálható akriláragasztó nem tartalmaz külön UV-stabilizátort, ezért idővel hajlamos megsárgulni. Az oldószeres ragasztókkal szemben az illékony szerves anyag kibocsátás minimális, és adott esetben UV-sugárzással igen gyorsan megköthetők. Igaz, ez utóbbi bonyolítja is valamelyest a feldolgozást. Ma már olyan változatok is elérhetők, amelyek a *kültéri természetes fény hatására is 1-2 órán belül megkötnek*. Ezek egyesítik a kis oldószer-kibocsátás előnyeit azzal, hogy nem szükséges hozzájuk UV-lámpát használni.

Manapság egyre nagyobb igény van *texturált és szaténfényű akrilátlemezek* iránt, amelyek optikáját a hagyományos ragasztók lerontják. Különösen látható a minőségromlás, ha hátulról megvilágított lemezekről van szó. Ezen olyan új reaktív ragasztók-

kal próbálnak segíteni, amelyek diszpergált fényszóró részecskéket tartalmaznak, és így segítenek megőrizni a szaténfényt.

Oldószeres ragasztók

Az oldószeres ragasztásnak két alapvető módja van: az egyik a kapillárishatásra épül, a másik a nedvesítésre vagy bemártásra. Az első módszer az egyszerűbb és gyakrabban alkalmazzák. Ilyenkor a ragasztásra váró felületeket szorosan össze kell illeszteni, és a ragasztót injekciós tűvel vagy tűvel ellátott adagolóedénnyel kell felhordani – a tű nyílását a ragasztó viszkozitásától függően kell megválasztani. A ragasztót a kapillárishatás húzza be a felületek közé. A kötés folyamata hamar megindul, és a hőmérséklettől, a használt oldószertől és nedvességtartalomtól függően 2–5 percen belül teljessé válik. Ennek ellenére a továbbfeldolgozással 3–4 órát célszerű várni, a teljes kötésszilárdság pedig 24–48 órán belül alakul ki, és még utána is lassan nő. A bemártásos módszer esetében csak a ragasztandó élt kell megnedvesíteni az oldószeres ragasztóval – ha túl nagy felületet mártanak be, az gyenge, lassan kötő rendszert eredményez. A vékonyabb darabokat kb. 20 másodpercig, a vastagabbakat kb. 30 másodpercig érintkeztessék a ragasztóval – a pontos idő az alkalmazott ragasztótól és oldószertől is függ. Kiemeléskor a darab egyik végét enyhén emeljék meg, hogy a felesleg lecsepegjen. A bemártott élt és a ragasztandó felületet pontosan illesszék össze és nyomás alkalmazása nélkül tartsák együtt kb. 30 másodpercig. Ezalatt az oldószeres ragasztó kifejti hatását a be nem mártott felületen is. A 30 másodperc után enyhe nyomással távolítsák el a buborékokat, de vigyázzanak arra, hogy ne préseljék ki a ragasztót a felületek közül. A ragasztott felületeket 10–30 percig tartsák együtt mozgás nélkül, de az előző módszerhez hasonlóan 3–4 órát célszerű várni a további feldolgozással. A kisebb viszkozitású oldószeres ragasztók adagolásához szemcseppentőket, a nagyobb viszkozitásúakhoz adott esetben ecsetet vagy hengereket is használhatnak.

Akrilátok ragasztásakor felléphet a hajszálrepedezés problémája, amely elsősorban a felület közelében jelentkezik. Az öntött akrilátlemezekben feszültségek alakulhatnak ki a gyártás vagy a későbbi megmunkálás (pl. forgácsolás, polírozás) során, ami hosszú távon repedezést okozhat. Különösen könnyen előfordul ez a hiba oldószeres ragasztás esetén. Minimálisra kell tehát csökkenteni az akrilátlemezekre ható feszültséget a ragasztás során. Ehhez több feltételnek is teljesülnie kell. A ragasztandó darabokat pontosan kell megmunkálni, hogy erőltetés nélkül összeilleszthetők legyenek. A részeket ragasztás előtt célszerű temperálni. Az érintkező éleket simára kell munkálni, de nem kell őket polírozni, mert az hajlamos az élek lekerekítésére. A lángolással végzett vagy a csiszolókorongos polírozást is kerülni kell, mert az növeli a hajszálrepedezés veszélyét. Ha nem tartják be a fentebb leírt elővigyázatossági rendszabályokat, előfordulhat, hogy az oldószeres ragasztás gyenge kötést eredményez.

Az 1. táblázat az oldószeres ragasztásnál fellépő hibák okát és orvoslásuk módját összegzi.

Akrilátok oldószeres ragasztásánál fellépő hibák oka és kiküszöbölésük módja

Hiba	Ok	Megoldás
Buborékok a kötésben	Egyenetlen felület	Gondoskodjanak róla, hogy az élek simák legyenek, és ne legyenek rajta megmunkálási nyomok. Ellenőrizték, hogy a kötések elkészítésekor a derékszögek megvannak-e. Használjanak viszkózus ragasztót és távtartókat az egyenletes rés biztosítására.
Hajszálrepedezés	Feszültség az anyagban	Gondoskodjanak róla, hogy az éleken ne legyen sorja vagy olvadási nyom. Temperálják a vonalhajlatok melletti részeket. A lánggal történő polírozás előtt hagyják a ragasztót legalább 24 óráig kötni. Használjanak vizet, ha csiszolják az éleket. Alkalmazzanak jó szellőzést a ragasztás során, hogy elkerüljék az oldószergőzök felhalmozódását.
Felhős, fehér ragasztott kötés	Víz van a ragasztóban Túl gyorsan párolog el a ragasztó	Cseréljék ki a ragasztót. Csökkentsék a párolgás sebességét 1–3% jégecet hozzáadásával.
Gyenge kötés	Egyenetlen felület Problémás ragasztó	Ellenőrizték, hogy a kötések elkészítésekor a derékszögek megvannak-e. Használjanak viszkózus ragasztót. Ellenőrizték a ragasztó tárolási módszerét. Az oldószer elpárolgása megváltoztathatja a ragasztó tulajdonságait.
A kötések idővel kifehérednek	Mechanikai feszültség van a kötött alkatrészekben, ezért erőltetni kell őket illesztéskor	Gondoskodjanak róla, hogy az élek derékszögűek legyenek, és hogy a darabok közti rés egyenletes legyen (ha szükséges, használjanak távtartókat és súlyokat). Ne erőltessék a darabok illeszkedését.

Ragasztás vagy hegesztés?

Ragasztás során a két ragasztandó felület közé viszik be a kötést kialakító ragasztót. Lézeres hegesztésnél az eljárás kicsit bonyolultabb: lézerrel átvilágítanak egy átlátszó műanyagréteget, a sugárzás egy másik, elnyelő darabban abszorbeálódik, azt felmelegíti és az így megolvadt anyag indirekt módon melegíti át a másik hegesztendő darabot. Mind a ragasztásnak, mind a hegesztésnek megvannak a maga előnyei és hátrányai. A következőkben ezeket tekintjük át a következő szempontok figyelembevételével:

- mechanikai szilárdság és tartósság,
- az anyagkombinációk lehetőségei,
- a feldolgozási eljárás megválasztásának rugalmassága, automatizálhatósága,

- a kötés minősége, a folyamat ellenőrizhetősége,
- az eljárás gazdaságossága.

A lézeres hegesztés során nagyon kis és pontos hegesztési varratok alakíthatók ki. Egy átlátszó műanyagokból készülő DNS/RNS analizátor egy mobiltelefonnak megfelelő méretű felületén 2 m hosszúságú, nagy pontosságú hegesztési felület van a mikrocsonnak számára: a két határoló felületet és a mikrocsonnakat lézeres hegesztéssel rögzítik egymáshoz. Ebben az eljárásban az energia csak oda jut, ahová kell, és a hegesztés során nem szabadulnak fel részecskék, így az eljárás jól alkalmazható orvosi eszközök hegesztésénél is. A szilárdság és a tartósság kedvezően alakul, mert a hegesztés nem változtatja meg a műanyagok kémiai és fizikai jellemzőit.

A ragasztás során nagyon kis vagy semmilyen hőhatás nem éri a ragasztandó alkatrészeket. A ragasztott tárgyak és a ragasztóréteg tulajdonágai változnak a hőmérséklettel, és ha hőtágulásbeli különbségek vannak, akkor nyírófeszültségek léphetnek fel a ragasztórétegben. A hosszú távú mechanikai hatás a ragasztóréteg kúszását eredményezheti.

Lehetséges anyagkombinációk

Ragasztással rendkívül különböző anyagok köthetők össze, ráadásul nagy felületen. Hátránya viszont, hogy új anyag lép be a ragasztott felületek közé. A lézeres hegesztésnél az utóbbi időben az anyagválaszték javult és a kezelhető méret is nőtt – ma már akár autókarosszéria-elemek is hegeszthetők ezzel a módszerrel. Ez utóbbi esetben az infravörös sugárzást és a lézert kombináltan alkalmazzák. *A lézeres hegesztésnek egy komoly korlátja van: a hegesztendő felületek olvadáspontja (vagy általánosságban: lágyuláspontja) nem térhet el túlságosan.*

Automatizálhatóság, folyamatszabályozás

Az automatizálhatóság szempontjából a lézeres hegesztésnek előnyei vannak a ragasztással szemben, hiszen itt nem kell új, harmadik komponenst bevezetni. A lézeres hegesztésnél gyorsabb az átfutási idő, mert kevesebb a műveleti lépés, mint a ragasztásnál. Nincs szükség sem körülményes tisztításra a művelet előtt, sem a ragasztó keményítésére. Nagy a különbség a helyigényben is: a ragasztás kiegészítő műveleteihez szükséges berendezések gyártófelületet vesznek igénybe. A lézeres hegesztés nagyobb követelményeket állít a hegesztendő alkatrészekkel szemben, és az optimális hegesztéshez az alkatrészeket pontosan kell elhelyezni. A ragasztásnál mindig figyelembe kell venni a ragasztó kötési idejét, valamint a felület mechanikai vagy vegyi tisztításával és előkezelésével járó előzetes lépések idejét. Lézeres hegesztésnél általában nincs szükség előkezelésre.

Minőség-ellenőrzés

A ragasztás minőségét csak a folyamat teljes lezárulása után lehet ellenőrizni, egy külön lépésben. A lézeres hegesztés minőségét már a folyamat során bizonyos

módszerekkel ellenőrizni lehet. Pirométerrel pl. mérni lehet a hegesztés során felszabaduló hő nagyságát, amely jó indikátora a hibátlan hegesztésnek. A lézeres hegesztésnél gyakran alkalmazzák azt a megoldást, hogy a megolvasztandó terület kiemelkedik a síkból, és arra szorítják rá meghatározott erővel a másik darabot a megolvasztás során. Ezalatt mérhető és szabályozható az elmozdulás. Az ellenőrzés dokumentálása legfőképpen az autóiparban és az egészségiparban fontos követelmény.

Költségelőnyök a darabszámtól függően

A gazdaságosság számításában a gépek és szerszámok ára mellett az anyagköltségeket és egyéb kiegészítő költségeket is figyelembe kell venni. A lézeres hegesztésnél mindenképpen nagyobb beruházási költségekkel kell számolni. *Minél nagyobb a darabszám, annál kisebb a beruházási költség jelentősége.* A nagyobb darabszám és a nagyobb méret a lézeres hegesztésnek kedvez – itt ugyanis nincs szükség külön ragasztóra. A nagy darabszám ugyancsak a lézeres hegesztést hozza előnyösebb helyzetbe a rövidebb ciklusidő és kisebb műveleti lépésszám miatt.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Adhesive usage in plastics fabrication = the iapd magazine, 2009. február/március, p. 26–27.
LaFontaine, G.: The next generation of specialty bonding agents = the iapd magazine, 2009. február/március, p. 30–31.
Brunnecker, F.: Kleben oder schweissen? = Plastverarbeiter, 61. k. 10. sz. 2010. p. 126–128.