

Textilanyagok hegesztése

A hegesztés különálló alkatrészek oldhatatlan kötással történő összeerősítésére szolgál. A hegesztett kötés az alkatrészek atomjait, molekuláit összetartó erők révén (ún. kohéziós kötésekkel) jön létre, amit úgy hoznak létre, hogy a hegesztés helyén az alkatrészek anyagát vékony rétegben meglágyítják, nagy erővel összenyomják, és így lehetővé teszik az anyagrészeknek, hogy kölcsönösen egymásba hatoljanak. Egyes eljárásoknál az alapanyagokhoz hasonló kémiai összetételű töltőanyag beolvasztásával erősítik össze az alkatrészeket. Ez az eset áll fenn például akkor, amikor műanyag bevonatos textíliákat hegesztenek össze.

A korábban csak fémekre alkalmazott hegesztési eljárás a hőre lágyuló műanyagok esetében is felhasználható, így ezek megjelenésekor, az 1940-es évektől, amikor PVC-fóliákból készített esőkabátokon alkalmazták, kézenfekvő volt a gondolat, hogy az ilyen alkatrészek összeerősítésére is ezt a módszert használják. Textíliák esetében ez a poliamidok (poliamid 6.6 ill. poliamid 6) széleskörű elterjedésével párhuzamosan, az 1960-as években került napirendre. Ilyen irányú kísérletek a tüvel-cénnával való varrás helyettesítésére már akkor folytak, egyebek között Magyarországon is a Habselyem Kötöttárugyárban, az 1960–70-es években nagyon népszerű és sok millió számra gyártott (poliamid 6 alapanyagú) nejloningek gyártásánál. Az így készített hegesztett varratok azonban kemények voltak és az e célra az akkori Textilipari Kutató Intézettel közösen kifejlesztett gép sem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, így ez a technológia nem terjedt el, de nemcsak nálunk, hanem más, külföldi inggyárakban sem.

A műszaki fejlődés azonban nem állt meg. Vannak olyan területek a ruhagyártásban és a műszaki felhasználású textíliák gyártásában, ahol ez a technológia ma már nélkülözhetetlen. Emellett ma már a poliamidokon kívül is számos olyan szintetikus szálanyag-fajta áll rendelkezésre, amely hőre olvadó és ezért hegeszthető, másrészt tökéletesedtek az erre szolgáló gépek is.

A hagyományos varrásnál a tű átszúrja a textíliát, következőképp abban a varrat mentén apró lyukak keletkeznek, amelyeket azonban a varrocérna nem tud lég- és vízmentesen tömíteni. Egyes felhasználási területeken, például vízhatlan vagy vegyszerálló, légmentesen záródó védőruhák esetében ezért gondoskodni kell arról, hogy ilyen lyukacsok ne keletkezessenek, vagy legalábbis úgy le kell fedni az ilyen varratokat, hogy tökéletesen szigetelve legyenek. Az előbbi esetben az összevarrandó alkatrészeket hegesztéssel lehet egymáshoz rögzíteni, az utóbbi esetben pedig a varratot egy fölé hegesztett műanyag-fólia szalaggal lehet borítani. A felhasználási terület dönti el, hogy melyik eljárás alkalmazása célszerűbb az adott esetben.

Hegesztési eljárások

A hegesztés végrehajtásához hő és nyomás kell. A textilanyagot olyan hőmérsékletre kell felmelegíteni, hogy meglágyuljon (ez például a

poliamid 6 esetében 170–180 °C, a poliamid 6.6. esetében 220–230 °C, a poliészter esetében 220–240 °C). Ezen a hőmérsékleten a textilanyag molekulái olyan erőteljes mozgást végeznek, hogy közöttük az eredetitől eltérő kötések jöhetnek létre. Ha ilyen állapotban két textíliát nagy erővel összenyomnak, akkor ezek molekulái között kialakulnak a rétegeket összeerősítő kohéziós kötések. Az összenyomással egyidejűleg előidézett hirtelen lehűtés rögzíti ezt a kötést. Magától értetődik, hogy ezután az így összehesztett alkatrészeket nem szabad ismét a hőre lágyulás hőmérséklettartományába hevíteni, mert akkor a hegesztett kötés felbomlik.

Ha két különböző hőmérsékletű anyagot egymással kapcsolatba hoznak, közöttük hőkiegyenlítődés megy végbe: a melegebb test hőenergiát ad le, a hidegebb pedig hőenergiát vesz fel. Ezt a folyamatot hőterjedésnek nevezik, aminek három fajtája ismeretes: a hővezetés, a hőáramlás (konvekció) és a hősugárzás.

Hővezetésnél a hőenergia részecskéiről részecskére terjed anélkül, hogy a molekulák helyüket elhagynák. A különböző anyagok különbözőképpen vezetik a hőt, amit a hővezetési együtthatóik fejeznek ki. Poliamid esetében ez 0,25 W/(K·m), poliészter esetében – a típustól függően – 0,15–0,4 W/(K·m). (Összehasonlításul: a közismerten jó hőszigetelő képességű gyapjúé 0,035 W/(K·m), bár ez az anyag nem hegeszthető.) Minél jobb a textília anyagának hővezető képessége, annál alacsonyabb hőmérséklet mellett hegeszthetők.

Hőáramlás esetén folyadékban vagy gázban (pl. levegőben) úgy terjed, hogy a hőenergiát a molekulák viszik magukkal. A forró

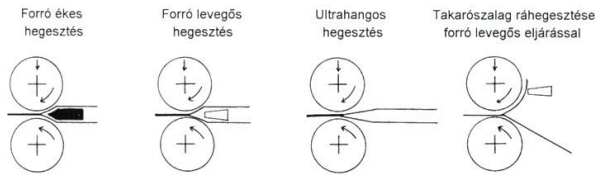
levegős hegesztés ezen az elven működik.

A hősugárzás úgy megy végbe, hogy a közbenső réteg nem melegszik fel. Ez voltaképpen az elektromágneses sugárzások egy fajtája. Az ún. infravörös sugárzás tartományában a sugárzás rezgésszáma 300–380 GHz. Ez a rezgés hozza létre a textilanyag felületének kis mélységig történő felmelegedését.

A textilanyag felmelegítése mechanikus rezgéssel, a 20–50 kHz rezgésszám-tartományba eső ultrahanggal is történhet, amely az anyagrészekék mozgásának erős felgyorsításával hozza létre az anyag felmelegedését.

Az összehesztendő textilanyagok felmelegítésére többféle módszert is kidolgoztak. A leggyakrabban használt ezek közül a közvetlen hővezetéssel (fűtött ékkel), a forró levegővel, valamint az ultrahanggal történő felmelegítés (1. ábra). Főleg PVC anyagú termékeken (ezek többnyire nem textíliák, hanem a ruházati iparban is elterjedten használt fóliák) használatban van a mikrohullámú (ún. nagyfrekvenciás) hevítés is.

Elvileg kétféle hegesztési eljárást használnak: a szakaszos és a folyamatos hegesztést. Az előbbi két kisebb alkatrész egy lépésben történő összeerősítésére alkalmazzák és kivitelezése hasonlít a préseléshez. A folyamatos eljárás a varrás műveletéhez hasonlít: elkezdik az alkatrész egyik végén és befejezik a másikon. Ruhaalkatrészek, kisebb termékek folyamatos hegesztésénél a hegesztőgép áll és a munkás – a varrógéphez kezeléséhez hasonlóan – az összehesztendő rétegeket összefogva vezeti a hegesztő fejhez. Nagyobb termékek (sátrak, ponyvák, textilépület-elemek stb.) esetében az



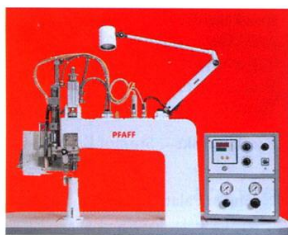
1. ábra. A különböző hegesztési módok elvi megoldása

alkatrészek rögzített helyzetben vannak és egy mozgatható hegesztőgépet vezetnek végig a készítendő varrat mentén.

A folyamatos hegesztésnél az összehegesztendő kelmerétegeket egy hengerpár továbbítja (1. ábra), miközben a hengereket erős, de a hegesztendő anyagokhoz igazított nyomással összeszorítják. A hengerpárt elhagyva az összehegesztett rétegeket lehűtik, aminek hatására a hegesztett varrat megszilárdul.

Forró ékes hegesztés

A forró ékes hegesztésnél – mint a neve is mutatja – egy leélezett szélű, elektromosan fűtött alkatrészt illesztenek a hengerpár bemenő oldalán a kelmerétegek közé, ez melegíti fel hővezetéssel a kelmerétegeket a lágyulási tartományba. A textilanyagok általában rossz hővezetők, emiatt a forró ékkel érintkező felületükön ún. hőtorlódás következik be és így ott gyorsan meglágyulnak, rövid kontaktidőre van tehát szükség, ami a munkálás sebességére előnyös hatással van. Az éket akár 800 °C-ra is fel lehet fűteni, de a gyakorlatban 200–300 °C-os hőmérsékletet állítanak be.



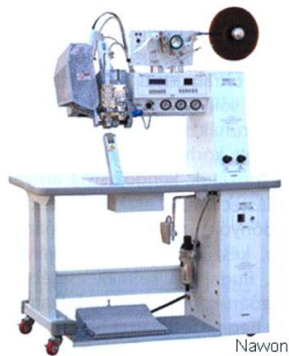
2. ábra. Forró ékes hegesztőgép (Pfaff)

Ha a forró ékes hegesztés során a hegesztendő anyag továbbítását megállítják, a forró éket azonnal el kell távolítani, mert túlmelegedhet, és amikor folytatják a hegesztést, ez a túlmelegedett fémfelület megégetheti a kelmét. A forró ékre rátapadhatnak szennyezőanyagok, megolvadt műanyag részecskék is, ami

gátolhatja a hegesztett varrat tökéletes kialakulását. Ha a hegesztett varrat egy keresztvarratot – azaz megvastagodott anyagszakaszt – ér el, akkor az éknek ki kell tudni mozdulnia.

Forró levegős hegesztés

A forró levegős hegesztésnél az anyagoktól függő hőmérsékletű levegőt fújnak a kelmerétegek közé, és hasonlóképpen ezzel a módszerrel melegítik fel a műanyagfólia-szalagot is, ha ilyenl kell lefedni egy túvelcérnával készült varratot.



3. ábra. Forró levegős hegesztőgép (COSS)

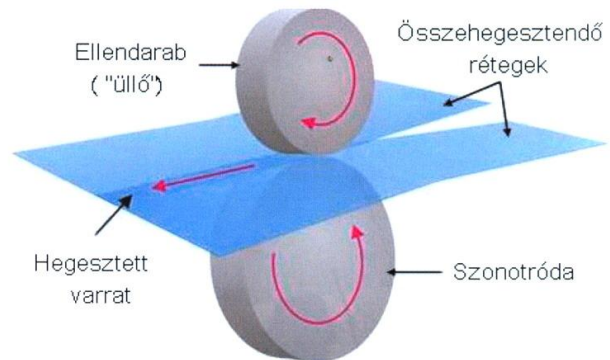
Ennek a megoldásnak előnye, hogy a forró levegőt közvetlenül a varrat helyére lehet irányítani és az összeerősítendő rétegekkel más alkatrész nem érintkezik, tehát a rétegek nem csúszhatnak el és nem is szennyeződhetnek. A hegesztendő kelmfelületek egyenetlenségei (pl. keresztvarratok) nem zavarják a hegesztés folyamatát. A forró levegős hegesztés hátránya a többi rendszerhez képest az, hogy a folyamatos légáramlat miatt meglehetősen zajos.

Ultrahangos hegesztés

Ultrahangos hegesztésnél elektromos úton 16–70, de leggyakrabban 20–40 kHz frekvenciájú mechanikus rezgéseket hoznak létre a hegesztőfejen, az

ún. szonotródán, ami a ruhaipari folyamatos hegesztőgépeken egyúttal a 4. ábra szerint az alsó (más megoldásoknál a felső) továbbító kerék is. A szonotróda és az ellendarab közé szorított hegesztendő anyagrétegek a rezgési energia elnyelése és az ellendarabról való visszaverődése, valamint a nagyon gyorsan mozgó anyagmolekulák között fellépő súrlódás folytán felmelegsznek, megolvadnak és igen rövid idő alatt létrejön közöttük a kötés. A rezgésszám és a rezgés amplitúdója határozza meg a hőmérsékletet. Ezzel a módszerrel nem lehet túl vastag anyagokat hegesztetni, mert előfordulhat, hogy ez esetben a kelmék felülete megég, mielőtt a belsejük meglágyulna.

Ezzel az eljárással korábban 10, a mai fejlettségi szinten már 20 mm szélességű hegesztett varratot lehet létrehozni.



4. ábra. Az ultrahangos hegesztés elve

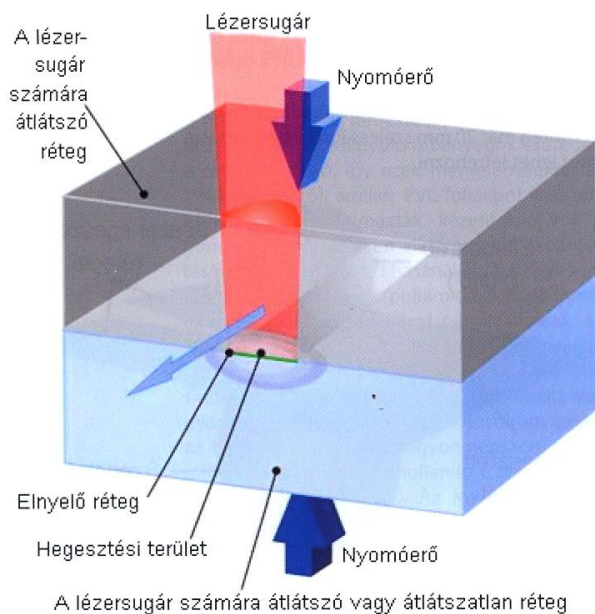
Nagyfrekvenciás hegesztés

A nagyfrekvenciás hegesztésnél nem külső fűtést alkalmaznak. A hegesztendő anyagrétegeket két elektróda közé vezetik, amelyek között váltakozó elektromos mezőt hoznak létre, ennek hatására a műanyag molekulái erős mozgásba jönnek, súrlódnak egymáson, ami az anyag felmelegedését okozza, annak teljes keresztmetszetében. Ilyen módon csak olyan műanyagok hegeszthetők, amelyek molekulái polarizáltak, azaz elektromosan nem semlegesek. Ennek a kritériumnak – a gyakorlatban előforduló anyagok között – legjobban a PVC felel meg, ezért ezt az eljárást többnyire PVC fóliák és PVC bevonattal ellátott textíliák hegesztésére használják. Arra kell ügyelni, hogy itt – az ultrahangos hegesztéssel ellentétben, amely teljesen veszélytelen az emberi szervezetre – olyan frekvenciát (leggyakrabban 27,12 MHz) alkalmaznak, amely az emberi szervezetre bizonyos körülmények között ártalmas lehet, ezért állapotos nők és szívproblémákkal küszködő vagy szívritmus-szabályozót használó emberek ezt a munkát ne végezzék.

Lézersugaras hegesztés

A lézersugaras hegesztést egy, a lézersugár számára átlátszó és egy, a lézersugarat elnyelni (abszorbeálni) képes anyag összeerősítésére használják (5. ábra). Az infravörös közeli tarto-

mányban, 800–1100 nm hullámhosszon a legtöbb műanyag átlátszó. A lézersugár áthatol a számára átlátszó műanyagrétegen és az elnyelő rétegben hővé alakulva az adott helyen megolvasztja mindkét réteg felületét. Miután a két réteget nagy nyomással összepréselik, kialakul közöttük a hegesztett kötés, amit az ezt követő hűtés megszilárdít. A nem abszorbeáló elem tehát közvetett módon melegszik fel.



5. ábra. A lézersugaras hegesztés elve

A lézersugaras hegesztés előnye a nagyon precíz és szabályozható energiakonzentráció, amivel a hegesztési helyet pontosan ki lehet jelölni, valamint az, hogy a kialakuló hegesztett varrat igen nagy szilárdságú. Mivel a lézersugár jól fókuszálható, a többi terület nincs erős hőhatásnak kitéve, és a jó eredmény érdekében a hegesztendő darabok optikai tulajdonságai is megfelelően módosíthatók.

A lézersugaras hegesztés elsősorban az autógyártásban terjedt el, egyebek között a légszákok gyártásában is. Emellett használják egyéb műszaki textíliák, pl. ponyvák, árnyékoló textilanyagok, csomagolóanyagok konfekcionálásában és a textilépítészetben is, a ruházati iparban pedig varratok műanyag-szalaggal való lefedésére vízhatlanítás céljából.

A textilhegesztés alkalmazási területei

A ruházati iparban a hegesztést legtöbbször a varrat légmentes lezárására használják, olyan ruhadarabok gyártásánál, ahol meg kell akadályozni, hogy víz vagy bármilyen más folyadék, vagy a környezetből bármilyen gőz vagy gáz behatolhasson a ruházat belsejébe. Ilyen termékek lehetnek egyszerű esővédő, vagy a szél behatolását akadályozó ruhadarabok, vagy a legkülönbözőbb célokra készült védőruhák. A víz- és légzárást ezeken a textilanyagokból készült ru-

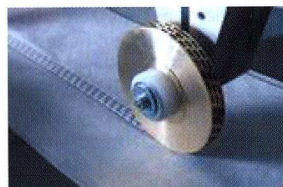
hákon (azaz a nem teljesen műanyag fóliából előállított öltözekeken, mint például egy egyszerű PVC esőköpeny) úgy érik el, hogy a túvel-cérnával készült varratot műanyag fóliával borítják, ezt hegesztik a varrat fölé (és esetleg alá is). Erre a célra a legalkalmasabb hegesztési eljárás a forró levegős hegesztés.

A forró levegős hegesztés egy másik fontos területe a nem szőtt textíliákból készült szűrők gyártása. Itt ugyanis fontos, hogy elkerüljék a varrótú által okozott perforációt, ami zavarhatná a szűrő hatást.

Hegesztett varratokat alkalmaznak a ruhadarabokon kívül sátrak, ponyvák, textilépületek készítésénél is. Ezekre a területeken legelterjedtebb a forró ékes hegesztés, amely nagy sebességgel végezhető és igen erős hegesztett varratot eredményez, ugyanakkor a légszennyezés szempontjából is kedvezőbb, nem keletkezik füst, mint például PVC forró levegős hegesztésénél.

Az ultrahangos hegesztés nagyon sok területen használatos: védőruhák, csomagolóanyagok, szűrők, kórházfelszerelési textíliák (huzatok, kendők stb.), árnyékolástechnikai eszközök (textilredőnyök), melltartók, fűzőáruk stb. készülnek ezzel az eljárással. Rugalmas kelmék esetében (fűzőáruk, melltartók) a folyamatos hegesztett varrat helyett szakaszos, hegesztett pontok sorozatából álló varratot készítenek, ami nem akadályozza a kelme nyúlását.

Annak érdekében, hogy a hegesztett varrat hajlékonyabb legyen, a gépeken gyakran nem sima kerekeket használnak, hanem olyanokat, amelyek felülete különböző mintázatok szerint rovátkolt (6. ábra).



6. ábra. Rovátkolt hegesztő tárcsa

Lázár Károly

Felhasznált irodalom

Németh E., Tárnoky F.: *Ruhaipari kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979

Radnóti Imre: *Szálanyagok és fonalak kézikönyve*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1967

Szalay Béla: *Fizika*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964

<http://de.wikipedia.org/wiki/Polyamide>

http://hu.wikipedia.org/wiki/Elektrom%C3%A1gneses_hull%C3%A1m

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/latj.200890038/pdf>

<http://www.goodfellow.com/G/Polyethylenerephthalat.html>

<http://www.jentschmann.ch/>

http://www.lmba.de/temp/explorer/files/forschung/Airbag_welding_Prague_May_2008.pdf

<http://www.muanyagipariszemle.hu/2003/05/muanyagok-hegesztese-es-perforalasa-lezersugarral-04.pdf>

http://fulop.hu/pdf/welding_general.pdf