

Műanyag-feldolgozás korszerű temperálással

Igényes formadarabokat műanyagból csak akkor lehet előállítani, ha a feldolgozógép, de főképpen az alakadó szerszám hőmérséklete optimális. A pontos hőszabályozásra a hagyományos termosztátok nem alkalmasak. A hűtési és fűtési technológiával foglalkozó cégek különböző elveket alkalmaznak a műanyag-feldolgozáshoz kifejlesztett korszerű temperáló berendezéseikben. A következőkben ezek közül mutatunk be néhányat.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; temperálás; energiaköltség; ciklusidő; gyártásbiztonság; földgázfűtés; fészekközeli hűtőcsatornák; egyedi hőmérséklet-szabályozás.

A műanyag késztermékek gyártási költségeinek átlagosan 5%-át, kivételes esetekben akár 50%-át az energiaköltségek teszik ki. A feldolgozók a rendkívül erős piaci versenyben csak akkor tudják megállni a helyüket, ha minimális energiafelhasználással és rövid ciklusidővel képesek előállítani kifogástalan minőségű termékeiket. Ezt a célt szolgálják a temperálás új, korszerű módszerei.

Temperálás közvetlen földgázfűtéssel

A műanyag-feldolgozásban használt gépeket, szerszámokat, kisegítő berendezéseket – közöttük a temperáló berendezéseket is – általában villamos energiával fűtik. A **E.ON Ruhrgas AG** egyik leányvállalata, a **Kompetenz-Center Gastechnik/Anwendungstechnik** azonban azt vizsgálja, *hogyan lehetne a közvetlen gázfűtést bevezetni a műanyag-feldolgozás technológiájába.* Munkájuk eredményeképpen már piaci bevezetés előtt áll a földgázzal fűtött műanyaghegesztő gép és egy granulátum-szárítóhoz csatlakoztatható berendezés. Mindkét berendezés kiemelkedően energiatakarékos. Kísérleteik révén az is bebizonyosodott, hogy a temperáló berendezések is jól működtethetők gázfűtéssel. Ezek nem csak kevesebb energiát igényelnek, hanem jobb minőségű termék gyártását teszik lehetővé a korábnál nagyobb termelékenységgel.

Temperáló berendezéseket ott alkalmaznak, ahol konstans hőmérsékletet kell tartani, de a közvetlen fűtés nem lehetséges. Ilyenek a profilokat előállító extrudáló gépsorok és a formadarabokat gyártó fröccszerszámok. A hőmérsékletre különösen érzékenyek az utóbbiak, mert a szerszámhőmérséklettől függ a termék méretállandósága, felületi minősége. Minél pontosabban és rövidebb idő alatt állítható be az optimális hőmérséklet, annál nagyobb lesz a gyártás termelékenysége.

A hagyományos temperáló berendezések a keringő közeg kívánt hőmérsékletét a kifelé és befelé áramló folyadék hőmérsékletétől függően hűtéssel vagy fűtéssel állít-

ják be. Az **E.ON Ruhrgas** berendezéseiben a fűtést egy erre a célra kifejlesztett, fokozatmentesen szabályozható gázégő végzi rendkívüli pontossággal, nagyon rövid idő alatt. A berendezések kifejlesztésében a **WIT Kühl- und Wärmetechnik GmbH** is részt vett, amelynek a hűtés- és fűtéstechikában nagy tapasztalatai vannak. A gázzal fűtő temperáló berendezések több más előnye mellett az sem elhanyagolható szempont, hogy míg a villamos fűtésű eszközökben 10 000 óra – 2–3 évi – használat után fűtőelemet kell cserélni, a gázégő élettartama kb. 100 000 üzemóra.

A WIT cég révén az új berendezésekbe számos olyan elemet építettek be, amelyet a cég más hűtő- és fűtőberendezéseiben is alkalmaz, és ugyancsak felhasználtak gázégővel működő más készülékekbe tervezett alkatrészeket is. A temperálót a továbbfejlesztett égőfejből, az égésgázok hőjét hasznosító hőcserélőből, egy piaci forgalomban kapható szabályozóból, merülőszivattyúból, továbbá mágnes-, biztonsági és hűtőszelepekből állítják össze.

A temperáló közeget közvetlenül a moduláló gázégő melegíti fel. A hőt a víztartályba süllyesztett hőcserélő közvetíti a keringő víznek, a megfelelő hőmérsékletű vizet a merülőszivattyú szállítja a szerszámba. A temperáló nagyon egyszerűen működtethető; nincs szükség másra, mint egy gázcsapra és egy villamos konnektorra a szivattyú áramellátásához.

A vízzel működő berendezések márkaneve *WTG6*, ill. *WTG10*; ezek nyitott rendszerben 95 °C-ig, zárt rendszerben 130 °C-ig használhatók. Olajjal működő temperáló berendezéseket is készítettek, ezek megnevezése *OTG 6*, ill. *ORG 10*, és 160 °C-ig működtethetők. A berendezések modulszerűen összekapcsolhatók, és így nagyobb teljesítményre is képesek. Laboratóriumi kísérletek során 24 és 36 kW-os teljesítménnyel dolgoztak, és termoolajjal 300 °C-ot tudtak elérni.

A földgázzal fűtött temperáló berendezés első prototípusát a 2003-as *Fakuma kiállítás*on mutatták be. Egy fröccsöntő üzemben végzett első bemutató keretében a szerszámba hőmérséklet-érzékelőt építettek, amelyet összekapcsoltak a temperáló berendezés szabályozásával. Ezzel a közvetlen szabályozással ± 1 °C pontossággal tudták a szerszám előírt hőmérsékletét tartani. Már ez az első gyakorlati próba is bizonyította, hogy a gázfűtésű temperáló berendezéssel sokkal rövidebb idő alatt és kevesebb energiával lehet a szerszámot az üzemi hőmérsékletre felmelegíteni, mint az elektromos fűtésű temperálóval, és sokkal kisebb ingadozással lehet a kívánt hőmérsékletet fenn tartani (*1. táblázat*). A gázzal fűtött temperáló berendezés nagy pontossága annak köszönhető, hogy míg a villamos fűtésű készülék a tartályból kilépő és belépő folyadék hőmérséklet-különbségétől függően ki és bekapcsolással tartja az előírt hőmérséklet közelében a keringő vizet vagy olajat, a gázégő folyamatosan működik, de lángjának nagysága fokozatmentesen változik a mindenkori szükségletnek megfelelően, és idővesztés nélkül képes „visszamelegíteni” a folyadékot, ha a szabályozótól erre kap parancsot.

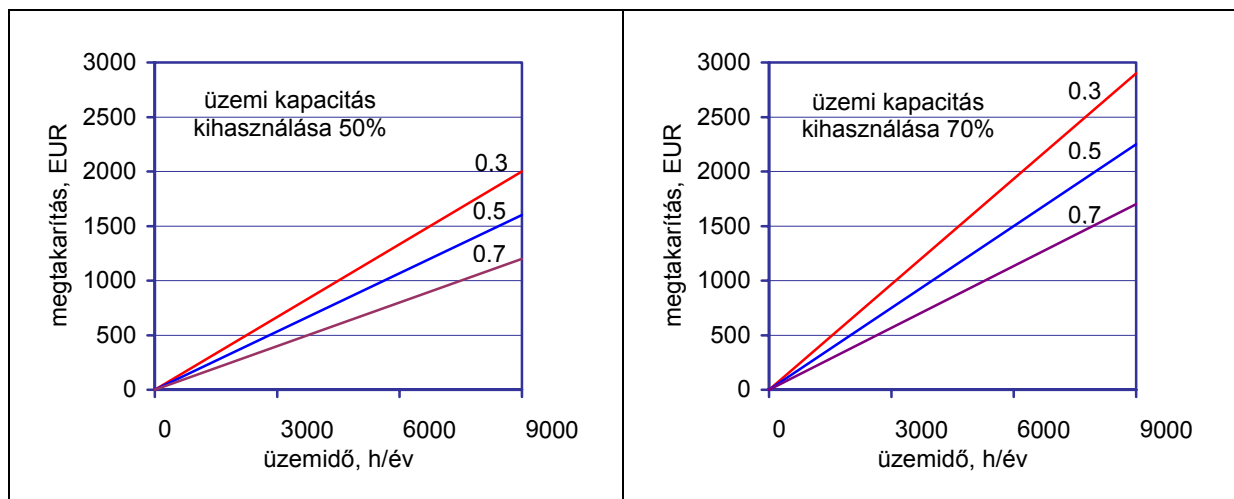
Egy másik gyakorlati próbát egy hollandiai gumigyárban végezték, ahol gumiból és elasztomerekből különféle profilokat extrudálnak és formadarabokat fröccsöntenek a járműipar, az építőipar és más iparágak számára. A gumigyár az üzemeiben mintegy 500 temperáló berendezést használ. Egy gumiprofilokat gyártó extrudersoron 2005

februárjától kezdve egy évig havonta váltogatták a villamos és a gázfűtésű temperáló berendezést, majd értékelték az eredményeket (1. ábra). A gázfűtéssel átlagosan 20%, esetenként akár 30% energiát, és egy gázégős temperáló berendezéssel átlagosan 1440 EUR-t takarítottak meg.

1. táblázat

Villamos- és gázfűtésű temperáló berendezésekkel mért jellemzők egy gyakorlati körülmények között végzett fröccsöntési próba során

Mért jellemző	Villamos fűtéssel	Gázfűtéssel	Megtakarítás gázfűtéssel
Felfűtéshez szükséges idő	17 perc	11 perc	35%
Szükséges teljesítmény (80 °C eléréséhez)	8 kW	6 kW	25%
Szabályozás módja	ki/bekapcsolás	moduláció	–
Hőmérséklet pontossága	$\pm 1,0$ °C	$\pm 0,5$ °C	50%



1. ábra Gázzal fűtött temperáló berendezés használatával egy év alatt megtakarítható energiaköltségek a villamos fűtésű temperáló berendezéshez viszonyítva egy egyéves gumigyári próba alapján, az üzemi kapacitás különböző mértékű kihasználtsága és különböző hosszúságú üzemidő mellett.

(Névleges teljesítmény: 6 kW, energiamegtakarítás földgázzal: 20%,
 áramár: 0,10 EUR/kWh. A görbékre írt számok a földgáz és a villamos áram költségeinek hányadosát jelzik.)

Ugyanebben a gumigyárban két teljesen azonos extrudersoron ugyanazt a terméket (egy gumiprofil, amelyet a gyártósor végén pelyhes bevonattal láttak el) gyártottak egy műszak alatt, de az egyik gép zónáit villamos fűtésű, a másikat gázfűtésű készü-

lékkel temperálták. Mindkét gépet pontosan öt óra hosszat üzemeltették. A gázfűtésű temperáló 24%-kal kevesebb energiát igényelt (bár ebben nem vették figyelembe a nagyobb teljesítményű keringető szivattyú nagyobb hőbevitelét). *A gyakorlati próbák bebizonyították a gázfűtésű készülékek költségtakarékosságát.* Kiszámították, hogy ha a gumigyár mind az 500 villamos fűtésű temperáló berendezését gázfűtésűre cserélné, évente kb. 100 000 EUR-t tudna megtakarítani. A csere belátható időn belül végrehajtható lenne, és a beruházás rövid időn belül megtérülne.

A gázégős temperáló berendezések gazdaságossága és műszaki alkalmassága ugyan vitathatatlan, elterjedésük azonban attól függ, hogy a műanyag-feldolgozó ipar elfogadja-e őket. A feldolgozók egyelőre fenntartással viseltetnek irántuk, elsősorban biztonsági aggályaik vannak. *A készülékgyártó szerint a földgáz használata semmivel sem kockázatosabb, mint az áramé, a gázforráshoz rugalmas gumitömlővel lehet csatlakozni, és az égésgázok elvezetéséhez nincs szükség kéményre, mert a készülék használatakor a munkahelyi légtérben kimutatható komponensek koncentrációja az előírt határértékek (korábban MAK-értéknek nevezett koncentráció) alatt maradnak.* (Ez alighanem attól függ, hogy a légtérben hány ilyen készülék dolgozik. A tömörítő megjegyzése.)

Temperálás fészekközeli hűtőcsatornákkal

Műszakilag igényes, bonyolult formadarabok gyártószerszámának tervezésekor már a munka kezdetén érdemes egy temperálásban járatos céget felkérni a közreműködésre. Ilyen cég a **gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH** (Kierspe), amelynek egyik képviselője bemutatja, hogy hogyan jártak el egy feldolgozó cég megbízásakor.

A **gwk** szakmérnökei legelőször pontosan felmérték, hogy mi a feladatuk, mit vár el tőlük a megbízó. Második lépésként infravörös vizsgálatnak vetették alá az első kísérleti szerszámban elkészített kísérleti darabot. Megállapították, hogy kidobóoldali és fűvókaoldali szerszámbe tétek és a tolatyú közelében nem kielégítő a hűtés, egyenetlen a hőmérséklet-eloszlás. Termikus számítások alapján úgy vélték, hogy ezek a hibák fészekközeli hűtőcsatornákkal kijavíthatók. A szerszámbe tétekbe ilyen hűtőcsatornákat építettek be, és az ezekkel végzett ismételt fröccsöntési próbák igazolták őket. A fröccsöntött daraboknak nem csak a méretstabilitása javult, hanem lényegesen csökkent a ciklusidő is. A pozitív eredmények alapján a megbízó úgy döntött, hogy a 16-fészekes gyártószerszámot teljes egészében fészekközeli hűtőcsatornákkal készítteti el.

A gyártószerszám első változatához a **gwk** elkészítette *integrat direct* nevű szabályozórendszerének mintapéldányát, amely egyetlen keringető rendszerbe foglalja valamennyi fészekközeli hűtőcsatornát. Célul tűzték ki, hogy a kísérleti szerszám és a kísérleti szabályozórendszer próbája alapján olyan végső szerszámot fejlesztenek ki, amelyben a kidobó- és fűvókaoldali szerszámbe tétek minden egyes fészekközeli hűtőcsatornájában külön tudják szabályozni az átáramló folyadék mennyiségét.

A megbízó további igénye az volt, hogy a temperáló készüléket a lehető legközelebb helyezték el a gyártószerszámhoz, hogy minél kisebb legyen a nyomásveszteség. Ezt az igényt is ki tudták elégíteni oly módon, hogy *a temperáló berendezést a két szerszámfelfogó lapba építették be*. A hűtőkörök központi szabályozóegységét közvetlenül a fröccsöntő gép kijelző ernyője mellé tették.

A munka eredménye:

- a nagyon rövid ciklusidő,
- az optimális minőség a gyártás teljes folyamatában,
- a magas gyártási biztonság a folyamat teljes ellenőrzése és szabályozása révén.

A **gwk** időközben kifejlesztette a fészekközeli hűtőcsatornákon átáramló hűtőfolyadék mennyiségének szabályozására szolgáló *integrat direct* rendszer egész családját, amellyel már több fröccsöntő üzem számára tette lehetővé magas műszaki színvonalú formadarabok gyártását.

Temperálás műszaki műanyagok feldolgozásakor

A 40–95 °C közötti hőmérsékleten temperálandó műszaki műanyagok feldolgozásához alkalmatlanok a hagyományos temperáló berendezések. Ezek egy termosztáttal próbálják tartani az előírt hőmérsékletet, de ehhez nagyon sok energiára van szükségük, hosszú ciklusidőt igényelnek, és a darabok minőségét is folyamatosan ellenőrizni kell.

A magas hőmérsékleten feldolgozott műszaki műanyagokkal ugyanis nagyon sok hőenergia kerül a fészekbe, amit a temperáló folyadéknak el kell vonnia, ezért a termosztátnak a folyadékot erőteljesen hűtenie kell. Az ömledék hőenergiája veszendőbe megy, sőt, külső energiaráfordítás révén hűl le. Ellensúlyozni kell a szivattyúk által termelt hőenergiát is, ami különösen a forró nyári napokon igényel jelentős mennyiségű pótlólagos villamos energiát. A következő ciklus megindítása előtt a szerszámot ismét fel kell fűteni, ami újabb energiát igényel. A termosztát hőmérsékletét ugyan egy szabályozórendszer hivatott a beállított hőmérsékleten tartani, a berendezés minőségétől függően azonban kisebb-nagyobb hőmérséklet-ingadozások lépnek fel, amelyek befolyásolják a darabok minőségét.

Az **ONI-Wärmetrafo GmbH** (Lindar) cég *Rhytemper System* elvén alapuló temperáló berendezések minden egyes hűtőcsatornából pontosan annyi hőenergiát vonnak el, amennyi a meleg ömledékből abba bejut. Külső energia bevitelével létrehozott túlfutások nincsenek, ennek következtében az energiaköltségek minimálisra csökkennek. A rendszert kizárólag a szerszám hőmérsékletének pontos beállítására és betartására tervezték, a szabályozás minden egyes hűtőcsatorna-szakaszra kiterjed. A hűtőcsatornában mindig az aktuális hőmérséklet-különbségnek megfelelő vízmennyiség áramlik át. Ennek következtében a ciklusidő a lehető legrövidebb és a termékminőség optimális. Mintegy 1000 darab *Rhytemper* berendezés megfigyelése alapján *a ciklusidő átlagos csökkenését 16%-ra becsülik.*

Egy termék gyártásához optimális hőegyensúlyok adják a gyártás „termikus ujjlenyomatá”-t, amelyet az adattárolóban őriznek, és amely egy gombnyomással előhívható. Ha a folyamatban zavar keletkezik, pl. egy hűtőcsatornában elpiszkolódás miatt kevesebb víz folyik át, a rendszer automatikusan helyreállítja az eredeti egyensúlyi állapotot. Ennek következtében selejt alig képződik. Ha a rendszerben olyan hiba keletkezik, amelyet a szabályozó nem tud ellensúlyozni, a berendezés vészjelet ad, és a gyártást le lehet állítani.

Összeállította: Pál Károlyné

Hürland, K.: Einsatz vom Primärenergie steigert die Energieeffizienz. = Kunststoffe, 97. k. 3. sz. 2007. p. 45–49.

Gut geplant ist halb gewonnen! Temperiertechnik. = KunstStoff Trends, 7. k. 1. sz. 2007. p. 26–27.

Kostenfalle Temperierung. = KunstStoff Trends, 7. k. 1. sz. 2007. p. 28–29.