

# MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

## Új megoldások a műanyag-feldolgozó szerszámok temperálásában

A fröccsszerszám temperálása jelentősen befolyásolja a darabok minőségét és a ciklusidőt. A Variotherm eljárás a fröccsöntés közben változtatja a szerszámhőmérsékletet, ezáltal optimalizálva a minőséget és a gazdaságosságot. Fontos a különböző szivattyúk, amelyek a temperáló folyadékot mozgatják, gazdaságossága és energiafelvétele, ami egyúttal a környezetvédelemmel is kapcsolatba hozható. A közvetlen fűtőpatronos fűtés hatékonyabb, mint a köpenyen lévő csőkígyós megoldás.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; szerszámtemperálás; keringtető szivattyúk; termosztát melegítés.*

### Variotherm szerszámtemperálás

A fröccsöntött termékek minősége és gyártásuk gazdaságossága irányába egyre nőnek az elvárások. A szerszámok temperálása a gyártástechnológia egyik fontos tényezője. Ugyanis, ha a szerszám hőmérséklete alacsony, a termék felülete nem lesz elég jó minőségű, sőt problémák adódhatnak a szerszámkitöltéssel is. Ha viszont a szerszám hőmérséklete magas, akkor a ciklusidő túl hosszú lesz, ami a gyártás gazdaságosságát rontja.

A hagyományos, állandó hőmérsékletű szerszámtemperálással szemben, a dinamikus temperálás, azaz a Variotherm technika erre az ellentmondásra nyújt megoldást, itt ugyanis a fröccsöntés során változtatják a szerszám hőmérsékletét: a beömlésnél magas hőmérséklet biztosítja a teljes kitöltést és a szép felületet, ezt követően viszont lehűtik a szerszámot, ami az anyag gyors megdermedése révén csökkenti a ciklusidőt.

A Variotherm eljárásnál a szerszám hőmérsékletének időszakos megemelését többféle technikával lehet elérni:

- folyadék,
- indukciós fűtés,
- ellenállásfűtés,
- infravörös sugárzás,
- gőz,
- fűtőréteg,
- mikrohullámú sugárzás,
- hőelemek,
- lézer.

A *Variotherm* eljárást már néhány évtizede használják, azonban a különböző technikái nem egyformán elterjedtek. Egy technológia fejlődésének időbeli változását különböző szakaszokra szokták osztani:

- domináns technológia,
- másodlagos technológia
- recesszív, hanyatló technológia.

Ezen kívül ismert még a lézersugaras és a gázlángos eljárás is, de ezek jelentősége (egyelőre) csekély. Azt, hogy egy adott technológia mely kategóriába esik, többféle módszerrel lehet vizsgálni.

## Szabadalmak számának elemzése

A *Variotherm* eljárások esetében német kutatók a szabadalmak számának alakulását vizsgálták az idő függvényében. Ennél a vizsgálatnál 20 évet (1999-2018) vizsgáltak, mert ennyi a szabadalmak érvényességének időtartama. A kérdéses időszakban megvizsgálták, hogy Németországban évente hány szabadalmat adtak meg a fent felsorolt *Variotherm* technikákra (1. táblázat).

A szabadalmak száma és emelkedésük vagy csökkenésük dinamikája jelzi az adott eljárás fontosságát, hiszen az olyan eljárás esetében, amelyet sok alkalmazásnál használnak, további szabadalmak kifejlesztésére ösztönöz. A táblázatból látható, hogy a legtöbb szabadalmat a 2009–2013 időszakban adták ki. Az ezt megelőző időszakban egy monoton emelkedő trend mutatkozott, utána viszont a szabadalmak száma a 2004-es szintre esett vissza.

Az egyes eljárások közül a mikrohullámú sugárzásos, a hőelemes, a gőz és a fűtőréteges a recesszív kategóriába tartozik. A mikrohullámú sugárzásos módszernél ugyanis szükség van egy speciális dielektromos réteg felhordására a szerszám felületére, ami megdrágítja a szerszámot. A hőelemek dinamikusan képesek fűteni és hűteni, azonban nyomásállóságuk gyenge. A gőz használata viszonylag kis hőkapacitást eredményez, ezért komplex előkészületeket és készenlétben állást igényel, továbbá korrozív hatású. A fűtőrétegek előnye ugyan, hogy a szerszámüreget közvetlenül melegítik, azonban komplex rétegfelépítést igényelnek szigetelőrétegekből és elektromosan vezető rétegekből és csatlakozásokból.

A szekunder technológiai csoportba tartoznak az indukciós, az ellenállásfűtéses és az infravörös sugárzással működő eljárások. Az infravörös és az indukciós eljárásoknál a nem-sík felületek következtében a hőeloszlás nem lesz egyenletes. Azonban az indukciós módszerrel lehet elérni a leggyorsabb felmelegítést. Az ellenállásfűtéses módszer előnye az egyszerű kialakítás és a jó szabályozhatóság, ezért alkalmazása eléggé elterjedt, azonban a kerámia felületek a ciklikus használat következtében érdessé válnak, és emiatt rontják a minőséget.

*A domináns technológiák csoportjába mindössze a folyadéktemperálás sorolható.* Előnye abban áll, hogy ugyanazzal a közeggel lehet fűteni és hűteni a szerszámot. A többi módszerben (a hőelemes eljárás kivételével) külön fűtő és hűtő egységekre van szükség. Az állandó hőmérsékletű temperálásnál is általában folyadékkal dolgoznak, ezért az itt használt berendezések és módszerek ismertek az operátorok számára. A folyadékos módszer hátránya a viszonylag hosszú átállási idő a fűtő és hűtő üzemmód között.

A különböző Variotherm technológiák szabadalmainak száma 1999–2018 között

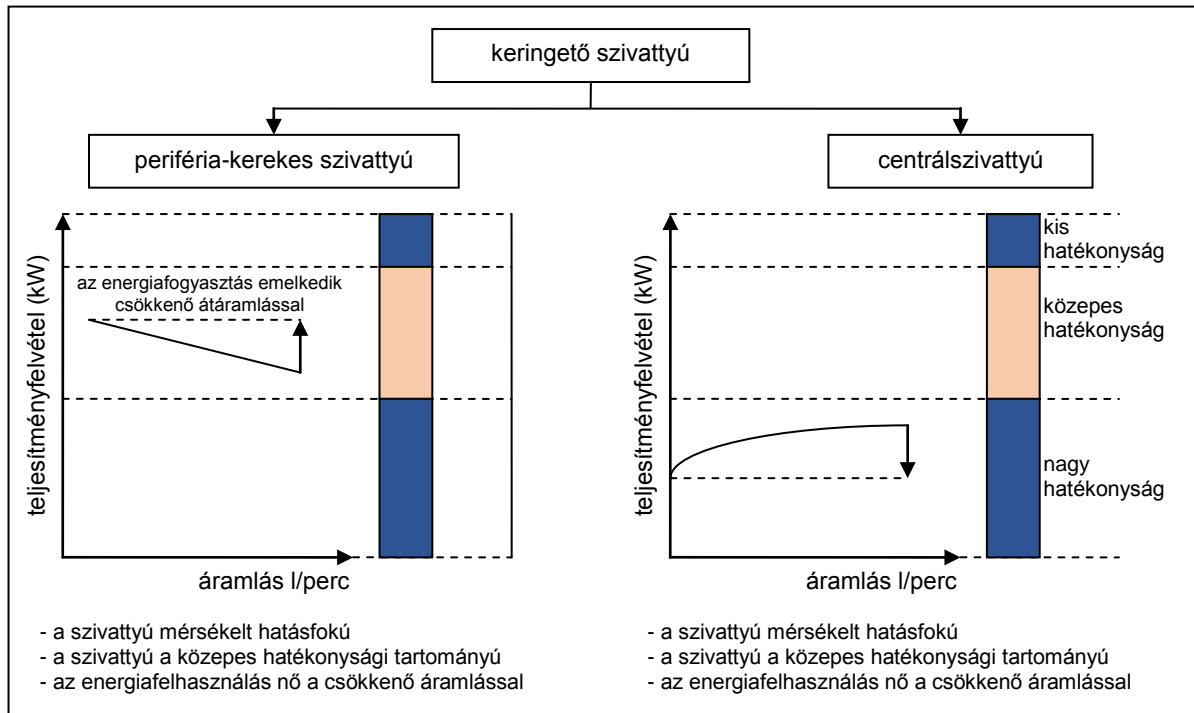
Év	Folyadék	Indukció	Ellenállás	Infra-vörös	Gőz	Fűtőréteg	Mikro.	Hőelem	Összes
1999	1	–	–	–	–	–	–	–	1
2000	2	–	2	–	–	–	–	–	4
2001	1	2	1	–	–	–	1	–	5
2002	1	–	–	–	–	–	–	–	1
2003	2	2	2	–	–	–	1	–	7
2004	2	–	3	–	–	1	–	–	6
2005	4	–	3	–	1	–	–	–	8
2006	6	2	–	–	–	–	–	–	8
2007	2	2	2	1	–	–	–	–	7
2008	4	1	1	1	1	–	–	1	9
2009	7	5	1	2	2	–	1	1	19
2010	3	3	2	–	1	1	–	1	11
2011	5	3	5	3	1	–	–	1	18
2012	2	6	1	1	–	1	–	1	12
2013	3	5	1	2	–	2	–	–	13
2014	6	–	2	–	–	–	–	–	8
2015	4	1	2	–	1	–	–	1	9
2016	2	2	–	–	–	2	–	–	6
2017	2	2	2	1	–	–	–	–	7
2018	4	2	1	–	–	–	–	–	7
Összes	63	38	31	11	7	7	3	5	165

## A temperáló folyadék keringtetése

A műanyag-feldolgozó szerszámok temperáló folyadékait általában kétféle szivattyú típussal szokták keringtetni. Az egyik a periféria-kerekes szivattyú, a másik, jelenleg kisebb számban használt típus a centrifugál-szivattyú. Mivel a műanyag-feldolgozásnál is fontos a környezetvédelem, és ezen belül az energiafelhasználás csökkentése, amely a szén-dioxid kibocsátást is csökkenti, a szivattyúk teljesítménye nem csak a gazdaságossági, de a környezetvédelmi szempontokból is fontosak.

A német Warme Kältetechnik GmbH szerszámtemperáló berendezéseket gyárt és ennek során nagy figyelmet fordít a környezetvédelemre. A szerszámtemperáló berendezéseikhez a centrifugál szivattyúkat használják, mivel meggyőződésük szerint ennek mind energiafo-

gyasztási, mind gazdasági előnyei vannak. A centrifugál- és a periféria-kerekes szivattyúk energia-fogyasztásának összehasonlítását az 1. ábra mutatja be.



1. ábra Eltérő jellegű teljesítményfelvétel/áramlási mennyiség a periféria-kerekes és a centrifugál szivattyúknál

A centrifugál-szivattyúk a feldolgozásnál szükséges nyomásveszteségnél nagyobb folyadékáramot képesek keringtetni, miközben a munkaponton meghajtásukhoz jóval kevesebb energiát igényelnek, mint a periféria-kerekes szivattyúk. *Minél nagyobb a szivattyúteljesítmény, annál nagyobb a centrifugál-szivattyúk energetikai előnye.*

Egy további különbség a teljesítményfelvételben van: mialatt egy centrifugál-szivattyú a teljesítményfelvételt csökkenő áramlási mennyiségnél csökkenti, a periféria-kerekes szivattyú növeli.

Ha összehasonlítjuk két kis keringető szivattyú folyadékáramoltatási teljesítményét a max. 40 l/min tartományban, az derül ki, hogy a centrifugál-szivattyú 3,5-ször nagyobb átáramoltatási mennyiségre képes egy adott nyomásnál, mint a periféria-kerekes szivattyú ugyanakkora teljesítményfelvétel esetén (2. táblázat). Vagyis ugyan ahhoz az áramlási teljesítményhez, amihez 1 centrifugál-szivattyú kell, legalább 3 periféria-kerekes szivattyúra van szükség.

A beruházási- és energiaköltségek összehasonlítása egy kis szivattyúval (max. 40 l/min) ellátott temperáló egységnél

<b>Kis szivattyúk (jó minőségű, rozsdamentes, szuper elektromos megoldások)</b>	<b>Periféria-kerek szivattyú</b>	<b>Centrifugál- szivattyú</b>	<b>Költség- megtakarítás</b>
Beruházás	3x3485 = 10 455 EUR	5 430 EUR	5025 EUR
Szivattyú energia- felhasználása	8 640 kWh/év (3x0,48 kWh x 6 000 h)	2880 kWh/év (0,48 kWh x 6 000 h)	
CO <sub>2</sub> egyenérték	4,6 t CO <sub>2</sub> /év	1,5 t CO <sub>2</sub> /év	
Szivattyú energia-költsége (0,16 EUR/kWh-nál)	1 382,4 EUR/év	460,8 EUR/év	921,6 EUR/év
Életciklus költség 10 év alatt	24 279 EUR	100 038 EUR	

A hatékonyabb temperáló egységek beszerzéséhez a vállalatok minisztériumi támogatást kapnak max. 1104 EUR értékben.

Két közepméretű (max. 120 l/min) periféria-kerekes- és centrifugál-szivattyú összehasonlításánál még nagyobb energiamegtakarítás érhető el, mivel itt ugyanakkora áramlási sebességnél a centrifugál-szivattyú 62%-kal kevesebb elektromos energiát igényel. Ez egyúttal kisebb beruházási költségekkel jár és a szén-dioxid kibocsátást is csökkenti. Az amortizációs idő így 2,53 évre csökken, ami az állami támogatás felvétele esetén 0,2 évre tovább csökken.

A cég a termosztátjai (márkanévük: *protemp eco*) fűtését (95–145 °C-ig) fűtőpatronokkal oldja meg, ami sokkal energiahatékonyabb, mint a konkurensok által használt, a külső felület köré tekert fűtő csőigényes megoldás, mivel itt a hőátadás közvetlenül, veszteségek nélkül történik.

Összeállította: Dr. Füzes László

Berlin W., et.al.: Variothermie im Wandel der Zeit = Kunststoffe, 2019. 8. sz. p. 20–23.

Völker L., Radka R: Vorsprung durch nachhaltige Temperiertechnik = Kunststoffe, 2020. 8. sz. p. 30–33.