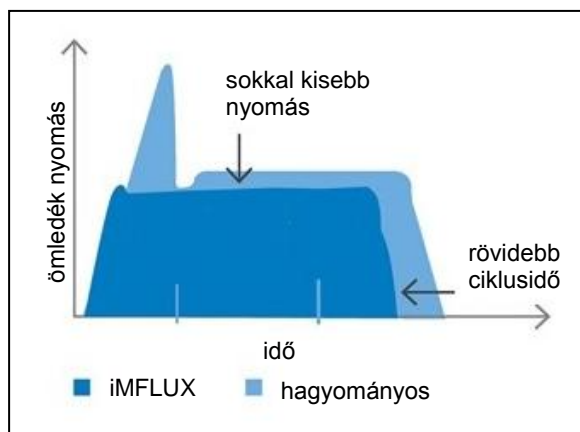


Az iMFLUX alacsony nyomású fröccsöntési eljárás környezetvédelmi és gazdasági előnyei

A nagyobb sebesség és jobb minőség mellett az alacsony nyomású iMFLUX eljárás javítja a fenntarthatóságot, megkönnyítve a reciklált és a bioalapú anyagok használatát, csökkentve az energiafelhasználást, a hulladékot és lehetővé teszi a súlycsökkentést is.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; reciklálás; PP; biopolimerek.



1. ábra Az iMFLUX (sötétkék) és a hagyományos (világoskék) fröccsöntés idő nyomásgörbéjének összehasonlítása

mint amilyen a kisebb záróerő, a rövidebb ciklusidő, a jobb méretstabilitás és az esztétikusabb termék.

Az eljárás alkalmazásához szükség van egy, a fúvókában elhelyezett ömladéknyomás-érzékelőre, a megfelelő szoftverre, egy levédett szabályozó rendszerre és egy felhasználói interfészre, amelyet a gép vezérlésébe lehet integrálni. Ma már több vezető gépgyártó lehetővé teszi az iMFLUX vezérlés képernyők befogadását a gép felhasználói interfészébe. Az iMFLUX rendszert be lehet építeni új és használt fröccsgépekbe, akár hidraulikus, akár elektromos, akár hibrid meghajtású gépekbe. Használhatjuk a meglévő szerszámokat, de a speciálisan az iMFLUX vezérléshez tervezett szerszámokkal még jobb eredményeket érhetünk el.

A fentekben említett előnyei következtében, 2017-es piacra dobását követően, egyre több üzem kezdi használni az iMFLUX eljárást. Emellett csökken a fröccsöntés energiaigé-

nye, több reciklált és bioalapú műanyagot lehet sikeresen feldolgozni. Csökkenthető a termékek súlya és alacsonyabb lesz a selejt/hulladék arány is.

Reciklált és biológiai-alapú alapanyagok feldolgozása

Az iMFLUX eljárás lehetővé teszi a nehezen feldolgozható és erősen ingadozó viszkozitású anyagok eredményes feldolgozását is, mint amilyenek a lakosságtól begyűjtött és reciklált műanyag hulladékok, anélkül, hogy a gépkezelőnek állandóan változtatnia kellene a feldolgozási paramétereket, vagy pedig gyenge minőségű termékeket állítanánk elő. Az alacsony nyomáson, kisebb sebességgel befröccsöntött ömledék használata nagyon előnyös nyírásra, és/vagy hőre érzékeny anyagoknál, mint amilyenek a biológiai anyagokból előállított polimerek és töltőanyagok.

- *Reciklált anyagok:* a reciklált alapanyagok, különösen a lakosságtól visszagyűjtött és reciklált alapanyagok viszkozitása és más tulajdonságai, általában erősen ingadoznak. Az iMFLUX rendszer, a fűvókába telepített nyomásérzékelő segítségével, észleli ezeket a viszkozitás ingadozásokat és úgy szabályozza valós időben a feldolgozási folyamatokat, hogy az eltéréseket kompenzálva, egyenletes nyomáson történjen a szerszámkitöltés. A nyomásjel mellett más információkat is figyelembe vesz, mint pl. a csiga mozgása, hogy folyamatos és valós-idejű visszajelzést kapjon az áramlási front pozíciójáról és a szerszámüregben fellépő nyomásról. Ezáltal a rendszer képes detektálni a viszkozitásváltozásokat és igazodni is ezekhez, ami nagyon nehéz, sőt sokszor lehetetlen feladat a hagyományos fröccsöntési folyamatoknál. Egy mesterséges intelligenciaegység alkalmazásával az iMFLUX képes akár 50 MFI mértékű viszkozitásváltozások kompenzálására.

Ennek demonstrálására az iMFLUX és a Wittmann Battenfeld az amerikai Plastec West rendezvényen bemutatta az iMFLUX felszereltségű *SmartPower 110* gépen egy négyfészkés pohár szerszámmal (iMFLUX szerszám) és egy Wittman robottal azt, hogy ha felváltva táplálnak be 6 és 55 MFI értékű polipropilént, a rendszer a kezelő beavatkozása nélkül képes kompenzálni a viszkozitás drasztikus változását. Mindkét anyagnál a terméksúly változatlan maradt és a termék minősége is megfelelő volt. A Wittmann Battenfeld képviselője kijelentette, hogy az iMFLUX alkalmazását cégüknél többféle anyagra és termékre kipróbálták már és minden esetben hasonlóan jó eredményeket kaptak. Az iMFLUX valós időben felismeri a változásokat és képes azok hatását azonnal kompenzálni.

Egy amerikai autóiipari beszállító, az AGS Technology Inc. is nagyon elégedett az iMFLUX viszkozitásváltozásokat kompenzáló képességével. Tevékenységük során reciklált műanyagot tápláltak be precíziós autóiipari termékeket gyártó fröccs- gépekbe. A reciklálás során a ledarált hulladéokra saját fejlesztésű tisztítási eljárást alkalmaztak, és bevizsgálták a reciklált anyagok minőségét, mielőtt betáplálták azt az iMFLUX felszereltségű gépekbe (gyártó: JSW). Így nem volt szükség a ledarált anyag extrúziós granulálására, ami újabb hőterhelést és potenciális degradációt jelentene, viszont homogenizálná az eltérő viszkozitású sarzsokból származó anyagokat. Az iMFLUX eljárás alkalmazásával jelentősen csökkent a reciklált anyagok feldolgozása során kapott selejtarány, csökkent a ciklusidő és kisebb záróerejű gépet lehetett alkalmazni, de talán a legfontosabb előny az volt, hogy a gépkezelőnek szinte sohasem kellett beavatkoznia, változtatva a gyártási paramétereket (*1. táblázat*). Az iMFLUX eljárás alkalmazása kevesebb állásidőt és nagyobb kihozatalt, továbbá jobb

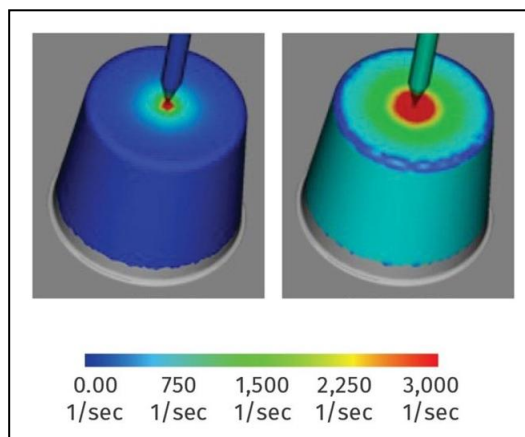
minőséget eredményezett. Ezen túlmenően a gépkezelőket mentesítette az állandó beavatkozások terhétől és így azok a nagyobb hozzáadott értékű feladatokra koncentrárlhattak.

- *Nyírás- és hőérzékeny bioanyagok:* sok biopolimer és a bioanyagokkal erősített kompozitok ömledéke érzékeny az erős nyíró igénybevételekre és a magas hőmérsékletre. Az iMFLUX eljárásnál használt alacsony, állandó nyomású szerszámkitöltés viszonylag alacsony nyírást eredményez mindenütt, még a gátnál is, továbbá a szerszám nagy áramlási ellenállású helyein, mint a bordák, sarkok, alámetszések és a film-zsanérok. Egy számítógépes szimuláció (2. ábra) adatai szerint a nyírás teljes mértéke erősen lecsökken a beömlés (gát) környezetében és a darab egészében is. Ezen túlmenően, a feldolgozási hőmérsékletet jelentősen csökkenteni lehet, és noha ebben az esetben a viszkozitás növekedés miatt a töltőnyomás némileg megemelkedik, még mindig jóval alatta marad a hagyományos eljárásnál használténak. Ezért az iMFLUX eljárás ideális a nyírás- és hőérzékeny anyagok feldolgozásához.

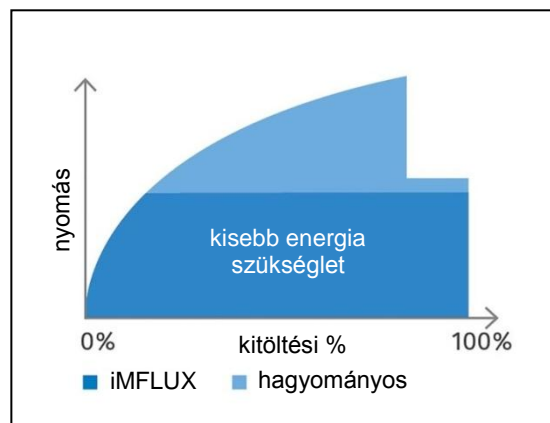
1. táblázat

Az iMFLUX eljárás alkalmazásának hatása egy kesztyűtartó reciklált anyagból történő gyártásának gazdaságosságára

Jellemző	Korábbi módszerrel	iMFLUX eljárással
Gépkezelő beavatkozás	gyakran	néha/sosem
Selejtarány	20%	3% (↓85%)
Szükséges záróerő	720 t	500 t (↓30%)
Ciklusidő	55 s	51 s (↓7%)



2. ábra Egy pohárszerszámban fellépő nyírasi értékek szimulációja az iMFLUX eljárással és a hagyományos fröccsöntéssel

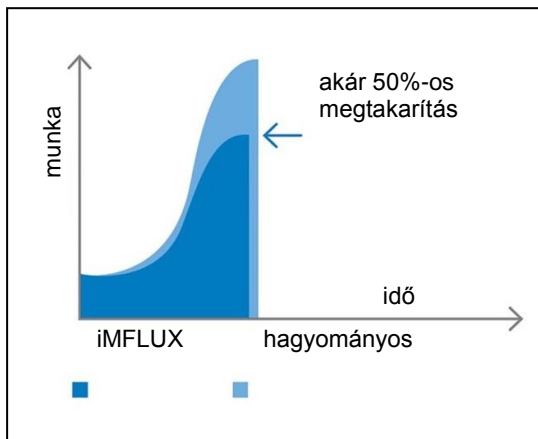


3. ábra Az iMFLUX eljárás szerszámkitöltési energiaigényének összehasonlítása a hagyományos technológiájával

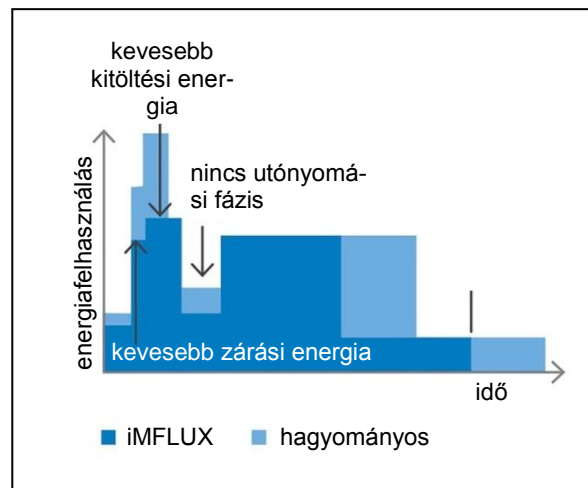
Alacsonyabb energiaigény

Az iMFLUX eljárás erősen különbözik a hagyományos, nagy energiájú, nagy nyírású és magas nyomású fröccsöntéstől, és ezáltal lehetővé teszi a kihozatal növelését, és ezzel egyidejűleg az energiafelhasználás csökkentését. Az itt alkalmazott kisebb nyomás és az alacsonyabb hőmérséklet kevesebb energiafelhasználást eredményez a termék fröccsöntésénél. Alkalmazásával az energiafelhasználás mintegy 20%-kal, sőt többel is csökkenthető, bármilyen meghajtást (hidraulikus, elektromos, vagy hibrid) használunk. Felmerül a kérdés, miből származik az energiamegtakarítás:

- *a szerszám kitöltési energia* akár 50%-kal is csökkenthető, mivel az iMFLUX alacsonyabb kitöltési nyomást használ és alkalmaz nagy nyírási energiákat a szerszám kitöltésénél (3. ábra).
- *a zárási energia* is akár 50%-kal csökkenthető (4. ábra), mivel az alacsonyabb szerzámkitöltési nyomás kisebb záróerőt igényel.
- *a rövidebb ciklusidő* tovább csökkenti az egy termékre jutó energiaveszteséget, ami akár 20% energiamegtakarítást eredményezhet termékenként (5. ábra).



4. ábra A fröccsgép záróegységének energiafelhasználása a hagyományos és az iMFLUX eljárásnál

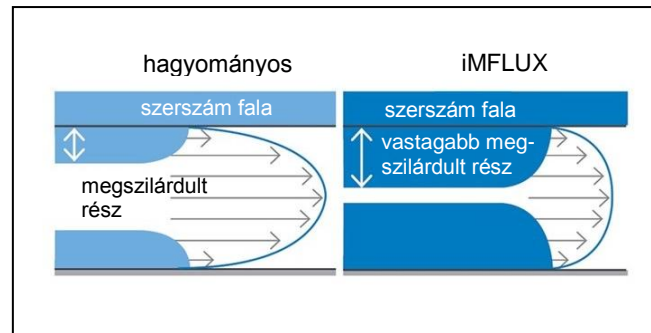


5. ábra Az iMFLUX rövidebb ciklusai szintén csökkentik az egy termékre jutó energiát

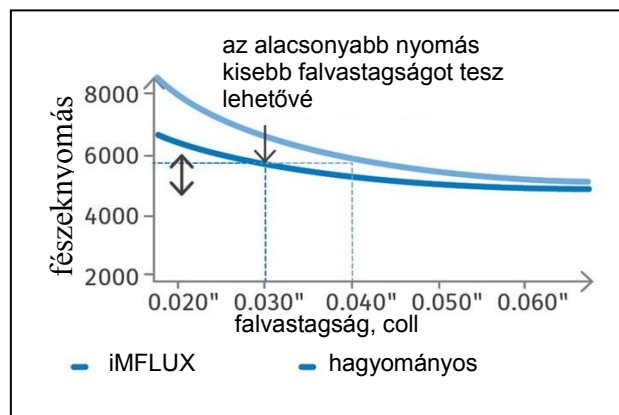
A termék súlyának csökkentése

Ha egy már meglévő szerzámnál alkalmazzuk az iMFLUX eljárást, akkor általában 1-3%-kal csökkenthető a termékek súlya anélkül, hogy változtatnánk valamit a szerzámmon. Ha egy új szerzámot kimondottan az iMFLUX használatára tervezzük, a legtöbb esetben 25 %-os, vagy még nagyobb súlycsökkentés érhető el. Ennek két fő oka van: azáltal, hogy az iMFLUX eljárással lassabban és alacsony, állandó nyomáson töltjük ki a szerzámot a polimer sűrűsödik, amikor kitölti azt. A termék túlnyomó részén a műanyag megdermed, mielőtt az áramlási front eléri a szerzám végét, így amikor a szerzám kitöltődött, már nem lehet további anyagot betáplálni, azaz nincs utónyomási szakasz, mint a hagyományos eljárásnál.

Ennek az lesz az eredménye, hogy 1–3%-kal kevesebb műanyagot juttatunk be a szerszám-üregbe (6. ábra). A kisebb fröccsnyomás lehetővé teszi vékonyabb falú termékek gyártását. Mivel az iMFLUX akár 50%-kal is csökkentheti a fröccsöntési nyomás maximumát, ez jelentős potenciált jelent a falvastagság csökkentése irányába. A vékonyfalú termékeknél alapvető, hogy a szerszám kitöltése folyamatosan, megtorpanás nélkül történjen, különben az anyag gyorsan megdermed és a darab hiányosan kitöltött lesz. Az iMFLUX egy kitöltési fázisú, mivel nincs sebesség-nyomás transzfer, ezért az ömledék áramlása mentes a megtorpanástól. Az alacsonyabb fröccsnyomás és a folyamatos, megtorpanás-mentes kitöltés potenciálisan $\geq 25\%$ -os falvastagság, és ezáltal súlycsökkentést tesz lehetővé (7. ábra).



6. ábra A feltöltés közbeni megszilárdulás feleslegessé teszi az utónyomást és lecsökkenti a ciklusidőt



7. ábra Az iMFLUX eljárásnál fellépő kisebb fészeknyomás kisebb falvastagságot és súlycsökkenést tesz lehetővé

Összeállította: Dr. Füzes László

Altonen G.: Low-Pressure Injection Process Facilitates 'Green Molding' = Plastics Technology, 2020. aug. 21. <https://www.ptonline.com/blog/post/low-pressure-injection-process-facilitates-green-molding>