

Energiahatékony fröccsgépek Európában

Az európai műanyag-feldolgozók gyakran nem használják ki az energiaköltségek csökkentésének lehetőségeit. Néha nem a célnak legjobban megfelelő gépen végzik a termelést, máskor a fröccsöntő gép megrendelésekor feledkeznek meg arról, hogy nem csak gyors amortizációval lehet költséget megtakarítani. Európában kevés az energiatakarékos villamos hajtású fröccsgép. Az EU 2009-ben szabályozta a hidraulikus fröccsöntő gépeken alkalmazható hajtórendszerek energiahatékonyságát, a rendeletet több fokozatban, 2020-ig kell végrehajtani. 2025-ig valószínűleg teljesen megújul az európai géppark, amire a gépgyártók is felkészülnek.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; energiahatékonyság; európai fröccsgépek; EU-szabályozás; gépgyártók.

A különböző elvek alapján felépített fröccsöntő gépek előnyeiről és hátrányairól hosszú idő óta zajlik a vita. A teljesen villamos hajtású gépek a fordulatszámmal szabályozott szervomotorok és a célirányosabb teljesítményfelvétel miatt jobban hasznosítják az energiát, emellett gyorsabbak, pontosabbak, mint a hidraulikus hajtású gépek. A hidraulikus hajtású záróegységekkel ezzel szemben nagyobb záróerőt lehet kifejteni, ami fontos szempont lehet bonyolultabb alakú vagy nagyméretű formadarabok gyártásakor. A különböző hajtórendszerrel működő fröccsöntő gépek energiafelvétele és ennek következtében üzemeltetési költségei nagyon eltérőek lehetnek, és ezt a 2020-ig megvalósítandó költséghatékony feldolgozóüzemek tervezésekor már figyelembe kell venni.

Az elektromotorok teljes élettartamuk alatt szinte csak energiaköltséget igényelnek. Növekvő éves üzemelési idő mellett élettartamuk összes költsége között egyre nagyobb hányadot tesz ki az energiaköltség. Kísérleti adatok szerint egy 15 év élettartamú, 11 kW-os motor üzemeltetési költségeiből 2000, 4000, ill. 6000 h évi üzemóra mellett 95,2, 97,1, ill. 97,7% volt az energiára fordított költség, mindhárom esetben 1% a karbantartás költsége és 3,8, 1,9, ill. 1,3% a beruházás költsége. A hajtás korszerűsítésének tehát nagy tartalékai vannak.

Egy teljes gyártósorban további lehetőségek adódnak az energia megtakarítására. A fűtő-, temperáló- és hűtőberendezések, de maga az épület műszaki berendezései is megérdemelnék egy alapos felülvizsgálatot. Kiderülhet, hogy a teljes energiamegtakarítás vállalati szinten meglepő eredményeket hoz.

Új szabályok vonatkoznak a hidraulikus fröccsöntő gépekre

A jelentősebb gépgyártók mai fröccsöntő gépei szinte kivétel nélkül egy alapgépből állnak, amelyet a megrendelő kívánságainak megfelelő kiegészítő elemekkel

látnak el, hogy a gép a lehető legalkalmasabb legyen a rajta megvalósítandó gyártási eljárásához. A gyártóberendezés legtöbbször modulrendszerű, ezért szükség esetén könnyen átalakítható más feladatra.

A szokásos hidraulikus fröccsgépek valamennyi tengelyét a központi hidraulikus hajtómű mozgatja. A gépen méretétől és feladatától függően egy vagy több motor-szivattyú kombinációt alkalmaznak. A géphez tartozhat egy hidraulikatartály, amely lehetővé teszi a párhuzamos mozgásokat, a pontosabb fröccsutakat és ezáltal a ciklus-idő rövidítését.

Az Európában gyártott gépeken legtöbbször nyomással és térfogatárammal szabályozható hidraulikus szivattyúk szállítják a mozgást végző egyes tengelyekhez a szükséges olajnyomást. Részleges terheléskor vagy üresjáratban – pl. hosszabb hűtési idő alatt – a névleges fordulatszámmal folyamatosan járatott szivattyúk miatt ennek a rendszernek rosszabb a hatásfoka, mint más meghajtásoké. A legtöbb gépgyártó standard hidraulikáit hálózatról üzemeltetett aszinkronmotorokkal látja el. *Ezeket 2011 júniusa óta nemzetközi hatékonysági osztályba (IE-Mindesteffizienzklassen, IE = International Efficiency) kell sorolni. Az erre vonatkozó 640/2009 számú EU rendelet szerint 2011 után már csak legalább IE 2, 2017 után pedig csak legalább IE 3 osztályba sorolt motorokat szabad hidraulikus fröccsgépekbe beépíteni. Az 1. táblázat az új IE kódok és a hatékonyság korábbi jelöléseit hasonlítja össze.*

1. táblázat

Az új IE és a korábbi CEMEP hatékonysági osztályok és kódok

Új IE rendszer		Korábbi CEMEP* rendszer	
Hatásfok	Kód	Hatásfok	Kód
Szuper prémium	IE 4	–	–
Prémium	IE 3 (95%)	–	–
Magas	IE 2 (94%)	magas	EFF 1
Standard	IE 1 (92,7%)	javított	EFF 2
Nem szabványos	nincs kódja	normális	EFF 3

* European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics.

Alternatív megoldásként a hidraulikus körökhöz fordulatszámmal szabályozható szivattyúkat ajánlanak, amelyek teljesítményét közvetlenül, fokozatmentesen a motor fordulatszáma határozza meg. Ilyen szivattyúkkal a fröccsöntés valamennyi fázisában, részleges terhelés alatt és üresjáratban is magasabb hatásfokot lehet elérni. Az energiamegtakarítás a folyamat paramétereitől függően 10–50% lehet. További előnye a kisebb zajszint és a csekélyebb felmelegedés.

Európában kevés a villamos hajtású fröccsgép

A teljesen villamos hajtású fröccsgépeken minden mozgást irányító tengelyt külön, egymástól független, frekvencia által szabályozott szervo-elektromotor hajt. Mivel

www.quattroplast.hu

ezáltal a hidraulikus hajtással szemben ilyen rendszerekben legalább egy energiaátalakító kiesik, szakszerű üzemeltetéskor javul a hajtás hatékonysága.

A hajtáshoz motorból és áttételből álló kombinációt, néha pedig nyomatékmotort (torque-motort) alkalmaznak. Az ilyen súrlódásmentes motor megfelelő fordulatszám-tartományban tovább növeli az energiahatékonyságot. Frekvenciaátalakító alkalmazásával visszavezethető és újra felhasználható az elektromotorok fékezésekor felhasznált energia. Ha a megrendelő a legtöbb gépgyártó által felkínált zárt hűtővízrendszert választja, villamos fröccsgépe nagyon halkán fog dolgozni, és megtakarítható a hidraulikaolaj energiaintenzív hűtése. A gyártók a villamos fröccsgépek energiamegtakarítását a hasonló hidraulikus gépekhez viszonyítva 30–75%-ra becsülik.

Európában a villamos hajtású gépek eddig nem váltak nagyon népszerűvé. A 2008-ban vásárolt összes új fröccsgép mindössze 14%-a volt villamos hajtású, az USA-ban 50%, Japánban 70%. A növekedő energiaárak miatt azonban számuk várhatóan gyorsan emelkedik majd.

Talán a hibrid az igazi

A hibrid fröccsöntő gépek egyesítik a hidraulikus és a villamos hajtás előnyeit. A villamos hajtás hatékonysága, gyorsasága, precizitása társul a hidraulikus hajtás nagy erősűrűségével. Hibrid hajtáskor különösen nagy jelentősége van a modulszerű felépítésnek. A gép működtetője gyakran egyedileg választhatja meg az egyes mozgatótengelek hajtástechnikáját. Ezt a lehetőséget a legtöbb európai gépgyártó fel tudja ajánlani megrendelőinek. A hibrid hajtású fröccsgépek energiamegtakarítása a hasonló teljesen hidraulikus gépekével összehasonlítva 20–50%.

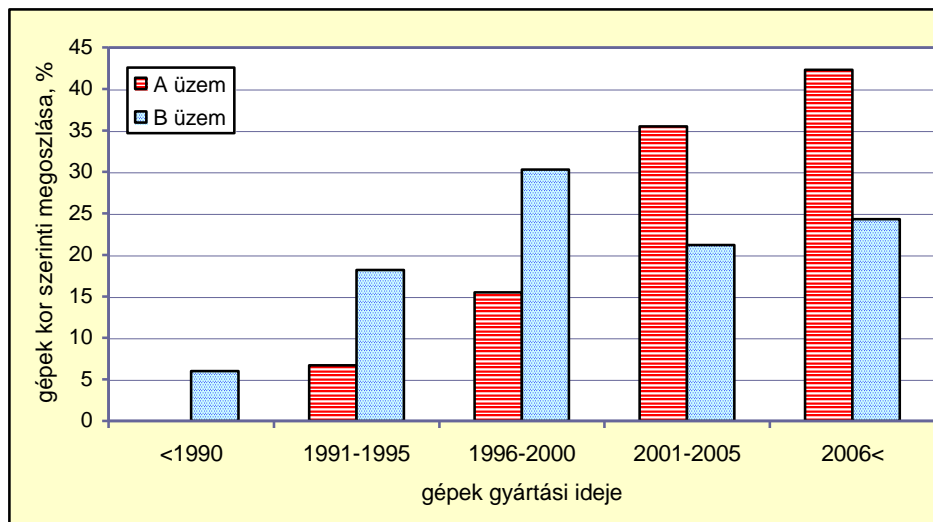
Milyen fröccsgépekkel dolgoznak a német műanyag-feldolgozók?

A duisburg-esseni egyetem termékgyártással foglalkozó intézete [Institut für Produkt Engineering (IPE) der Universität Duisburg-Essen] nem reprezentatív felmérést végzett az észak-rajna-vesztfáliai műanyag-feldolgozók fröccsgépállományáról. Összesen 200 gép korát és típusát vizsgálták meg, amelyek záróereje 1000–5000 kN között van. 1990 előtt vásárolták a gépek 4,5%-át, 1991–1995 között 14,5%-át, 1996–2000 között 24,5%-át, 2001–2005 között 25,5%-át, 2006 után 31,8%-át. *A 200 gép között 17 volt hibrid hajtású és csak 3 villamos hajtású.*

Látható, hogy bár a gépek kb. 25%-a legfeljebb 5 éves, vásárlásukkor nem az energiahatékonyság volt a döntő szempont. A vizsgált üzemek vezetői elismerték, hogy elsősorban a megtérülés időtartama érdekelte őket, az energiamegtakarítás hozamát nem vizsgálták.

A felmérés során kiderült, hogy ott, ahol több az új gép, további intézkedések nélkül is csökken az energiafelhasználás. Két fröccsüzemben (A és B) hasonló számú és hasonló záróerejű gépek dolgoznak, a gyártmányok és a felhasznált anyagok között sincs lényeges különbség. Az A üzemben azonban sok az új gép, és a fajlagos energiafelhasználás itt 2,17 kWh/kg, a régebbi gépekkel dolgozó B üzemben viszont 2,67

kWh/kg (1. ábra). A üzemben a kisebb kihozatal mellett érték el a jobb energiahatékonyságot.



1. ábra A és B üzem fröccsgépeinek kor szerinti megoszlása

A két üzem átlagos fajlagos energiafelhasználása és kihozatala:

A üzem fajlagos energiafelhasználása 2,17 kWh/kg, 5,26 kg/h/gép kihozatal mellett
B üzem fajlagos energiafelhasználása 2,67 kWh/kg, 6,09 kg/h/gép kihozatal mellett

A felmérést végzők eredményei szerint a feldolgozók kb. 10 évig használják gépeiket. Ezért várható, hogy 2025-ig kicserélődnek a jelenleg használt gépek, és jelentősen nő majd a feldolgozás energiamegtakarítása akkor is, ha a megrendelők továbbra is főképpen a gyors amortizációra törekszenek.

Ha a gép megvan, jöhet a periféria

Ha a beruházó eldöntötte, hogy új gépének milyen legyen a hajtása és egyéb jellemzői (energiafelvétel, terhelhetőség, elérhető minőség, reprodukálhatóság), körül kell nézni, hogy a meglévő kiegészítő berendezések (a periféria) hogyan illeszthetők az új géphez, vagy milyen változtatásokra van szükség. *Nagyon fontos a berendezés hűtése.* Erre általános szabályt nem lehet megfogalmazni, de a feldolgozó és a gépgyártó tapasztalatai alapján becsléseket lehet végezni. A modulszerű felépítés itt is hasznos lehet.

Jó tudni, hogy egy fröccsöntő üzem teljes energiafogyasztásának a feldolgozógépek csak 30-50%-át használják fel. A teljes energiamennyiség csökkenthető a feldolgozógépek hőenergiájának hasznosításával. Ideális esetben ilyen hővel megoldható a munkahely fűtése. Gondosan kiválasztott géptechnikával a hűtésre fordított energia is csökkenthető, téli időszakban a hűtés egy része akár a szabadban végezhető. Nagy

energiahatékonyságú és gazdaságosan működő teljes gyártórendszert csak a géppark és a periféria gondos összehangolásával lehet felépíteni.

Beruházáskor nem csak a gyors amortizációt kell figyelembe venni

A beruházásról döntést hozók még ma is elsősorban a megtérülés idejét számítják ki. Jobban tennék, ha a tőkeértékmódszert (Kapitalwertmethode) vagy a belső kamatlábmódszert (interne Zinsfußmethode) alkalmaznák. Az utóbbiakkal könnyebben megbecsülhető, hogy milyen monetáris előnyei származnak az új gépeknek és kiegészítő berendezéseknek az általuk elérhető energiamegtakarítás révén alkalmazási idejük teljes tartama alatt. Lehet, hogy egy más variációban az amortizáció időtartama valamivel hosszabb, a további használat során azonban az üzemeltetési költségek csökkenése ezt bőven ellensúlyozza.

Az ilyen becslések elvégzésére az eszközök és ismeretek (specialisták, kutatóintézetek) rendelkezésre állnak, de ezeket alig veszik igénybe.

A gépgyártók összefogtak a jobb energiahatékonyság érdekében

2013 márciusában az innovatív hajtó- és vezérlőrendszereket gyártó AMK cég (Kirchheim/Tek) elnyerte az *Arburg energiahatékonysági díjat*. A díjat az *Allrounder* márkanévű hidraulikus, villamos és hibrid fröccsgépeket gyártó Arburg GmbH (Loßburg) 2008-ban alapította. Olyan cégek nyerhetik el, amelyek újszerű, átfogó és globális jelentőségű intézkedéseket tettek az energia jobb kihasználása érdekében. A korábbi évek kitüntetettjei között van pl. a Lego-csoport is.

Az AMK régi partnere az Arburgnak, 20 év óta szállít hajtórendszereket az *Allrounder* fröccsgépekhez, saját fröccsüzemében pedig maga is az Arburg cég fröccsgépein állítja elő szervomotoraihoz a műanyag alkatrészeket. A motorok az új fröccsgépekbe beépítve azok jobb energiahasznosítását segítik elő. A két cég szorosan együttműködik a hajtórendszerek folyamatos fejlesztésében.

A díj átadásakor az Arburg cég kereskedelmi osztályának műszaki vezetője, Herbert Kraibühler mondta a laudációt. Ebből az alkalomból a *Plastverarbeiter* című műanyagipari szaklap riporterei beszélgetést kezdeményeztek az előadóval, aki kifejtette az Arburg cég nézeteit a fröccsgépek várható fejlődéséről és a cég szolgáltatásairól.

Az Arburg cég 40 éves tapasztalatait adja át a feldolgozóknak

H. Kraibühler személy szerint is kitüntették már, mert sokat tett a kutatás és fejlesztés eredményeinek ipari hasznosításáért, és folyamatosan koordinálja a tudomány és a gazdaság közötti együttműködést. Elmondta, hogy a cégnél 40 év óta fontos a források gazdaságos felhasználása, 1974-ben épített csarnokukban az ablakkeretek tartóelemeit üreges profilokból alakították ki. Ezekben vezetik el a gépek hűtővizét, ami

télen egyúttal a fűtést is szolgálja. A cég 2012-ben kapta meg a tanúsítást *ISO 50001* szabványnak megfelelő energiagazdálkodási irányítási rendszeréről.

A cég fröccsgépeinek minden egyes elemét – beleértve a csigát is – maga tervezi és maga gyártja. Első lépés a tervezés, második a gyártástechnika, harmadik az épület technikája. Gyártmányaikat teljes mélységben ismerik, természetesen ezek energiahatékonyságát is. Nemcsak gépeket adnak el, hanem tanácsokat is adnak a vásárlóknak azok telepítésére, beüzemelésére, hogy alkalmazásuk minél gazdaságosabb legyen. Lehetőséget adnak ügyfeleiknek arra, hogy saját szerszámaikkal többféle technikát próbáljanak ki és méréseket végezzenek a gyártás szempontjából optimális megoldás érdekében.

Fröccsgépeket kizárólag megrendelésre készítenek, a gépek 80%-a egyedi konstrukció, a vásárló igényeinek megfelelően. Messzemenően modulokat használnak, ezért nem kell minden egyes gépet újra megtervezni, hanem a különböző modulokból nagyon rugalmasan lehet a legtöbb kívánságot kielégíteni. Jó példa erre egy hibrid fröccsöntő gép. Ebbe villamos hajtású szerszámzáró egységet építenek, mert ez nagyon dinamikus és rendkívüli pontossággal dolgozik. A fröccsegységben a csigát villamos szervomotor hajtja. A befroccsentést azonban olajtárolóból üzemeltetett hidraulika végzi, mert ezzel nagyobb befroccsentési sebességet lehet elérni. A kombináció jól bevált vékony falú termékek rövid ciklusidővel és nagy termelékenységgel végzett fröccsöntéséhez. *Igaz, hogy a kétféle technika kombinálása csökkentheti az energiahatékonyságot.* A végeredményt azonban a teljes gyártófolyamat adja meg. A gyors befroccsentés következtében kisebb a falvastagság, kisebb az anyagfelhasználás, rövidebb a hűtési és a ciklusidő, végső soron kevesebb energia kell a darab előállításához.

Fontos a gyártószerszám, de egyoldalú szemlélet volna csak arra koncentrálni. Az energiahatékonyság a tervezésnél kezdődik, ebből következik a szerszámfelépítés, és a gépen is ki kell használni minden lehetőséget.

Hogy lehet-e könnyűszerkezetekkel tovább mérsékelni az energiafelhasználást? Igen, próbálnak könnyebb elektromotorokat gyártani, hogy tehetetlenségi nyomatékokat csökkentsék. De a gépek tömegét, pl. a mozgó szerszámlapét aligha lehet nagyobb mértékben megváltoztatni. A gépek szerkezetének átalakítása sem kínál különösebb tömegmegtakarítást.

Energiát lehetne megtakarítani, ha a szükséges szerelések idejét csökkentenék. A folyamatok videofelvétele és a felvételek kiértékelése adhat ehhez ötleteket. Fontos, hogy a szerelőbrigád előre megbeszélje, hogy kinek mi a dolga, és hogy a folyamatnak melyek az egymás után következő lépései.

Az Arburg cég egyik erőssége a régi gépek felújítása modern funkcionális eszközökkel. Ez a fő funkciókkal kezdődik, de gyakran végeznek változtatást a vezérlésben is.

Nem könnyű arra a kérdésre felelni, hogy mikor javasolnak felújítás helyett teljes gépcserét. A cég igyekszik reális tanácsot adni. Alkalmazástechnikusai a megbízóval együtt alaposan végignézik a gyártási folyamatot, az eredményeket értékelik, és mérlegelik, hogy előnyösebb-e a meglévő gépet átalakítás után tovább használni, vagy hosszú távon egy új, korszerűbb gép hoz-e több hasznot az üzemnek.

A cég javítást és hibaelhárítást is végez. A kopásnak legjobban kitett elem a plasztikáló egység, ebben a csiga, a henger és a fúvóka. A szervizt azonban leggyakrabban gépleállás miatt mozgósítják. Egy kopott csiga nem igényel azonnali beavatkozást, egy leálló gép viszont bevételkiesést okoz. Első lépésként telefonon konzultálnak az üzemmel, ha nem sikerül elhárítani a hibát, elindulnak a helyszínre a szerelők. Ha az üzem technikailag felkészül rá, a cég online javítást is tud végezni. A legtöbb üzem azonban ódzkodik attól, hogy adataihoz idegenek hozzáférjenek. Van olyan megoldás, hogy a javítás időtartamára hozzáférhetővé tessék a szükséges adatokat, a hiba elhárítása után azonban ismét leengedik a sorompót.

Összeállította: Pál Károlyné

Heinzler, F.A.; Weiss, P.; Wortberg, J.: Wenn Effizienzpotenziale aus Unwissenheit liegen bleiben = Kunststoffe, 102. k. 6. sz. 2012. p. 74–78.

Arburg verleiht Energieeffizienz-Award an AMK = K-Zeitung online, 2013. márc. 15., www.k-zeitung.de

Kraibühler, H.: Erfahrung weitergeben = Plastverarbeiter online, 2013. nov. 20., www.plastverarbeiter.de