

A termelési önköltségek csökkentési lehetőségei

energia- és a rezsiköltség csökkentésével a fröccsöntési technológiában

A mai gazdasági viszonyok mellett kiemelt figyelmet kell szentelnie a cégvezetőknek termelési önköltségek csökkentésének, a konkurencia legyőzésének kérdéseire. A visszaesett megrendelési állományok miatt jelentős termelési kapacitások állnak kihasználatlanul, s ez felerősítette az árversenyt. Egyre fontosabbá vált és válik a gépek rezsiköltségeinek csökkentése és az elektromos energiával való takarékoság.

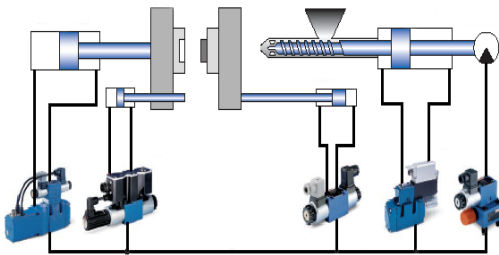
Angol fordítás

Német fordítás

A fröccsöntők sok esetben a fröccsgép rezsiköltségeit az „olcsó” távol-keleti gépek vásárlásával, az energia költségeket pedig, mint csodafegyverrel, az energiatakarékosnak mondott fröccsgépek alkalmazásával próbálják elérni.

Ezt a vélekedésüket támasztják alá az egyes gépgyártók meggyőzően hangzó kijelentései, szlogenjei is:

Hidraulikus gépeknél



- Ez a legolcsóbb, így kevesebb az amortizációs költsége.
- Könyökemelővel végezzük a szerszám mozgását, így kevesebb olaj felhasználásával gyorsabb szerszámmozgatásokat, s rövidebb ciklusidőt lehet elérni.
- Egy központi kenésű, egyszerű karbantartású, ötpontos könyökemelő alkalmazására építve a mozgó felfogó lapot precíziós gördülőcsapágyas megvezetésekkel láttuk el, amelyeket 80 %-kal alacsonyabb súrlódás jellemez a sikló megvezetésekhez képest.
- 2 lapos gép alkalmazásával kisebb önsúlyú gépeket kevesebb olajsükséglettel lehet üzemeltetni, kevesebb olajat kell használni és szállítani a mozgások megvalósításához.
- Változtatható teljesítményű szivattyút építettünk be és frekvenciaváltós szervó motort használunk, így a gép energia felhasználása jóval hatékonyabb.

- Holt időkből leállítjuk a szivattyút, így 70%-al is kevesebb energia elegendő mint a hagyományos építésű gépeknél.

Elektromechanikus gépeknél:



- Minden mozgást külön villanymotor biztosít és csak a szükséges ideig van bekapcsolva, ezért az energia-kihasználás hatékonysága a legkedvezőbb.
- Görgős-menetes orsót használunk a súrlódások okozta veszteségek csökkentése érdekében.
- Forgattyús mechanizmussal történik a könyökemelő mozgatása, így nem szükséges a gyorsan kopó, sok kenést igénylő menetes-orsó alkalmazása.
- Szíjhajtás helyett direkt meghajtást alkalmazunk, így az energiahatékonyság is jobb és a tisztaság követelményeink is jobban megfelel a gépünk.
- Az elektromos hajtáslánc jobb hatásfokkal rendelkezik, mint a hidraulikus elemek, ezért csak azt alkalmazunk.
- A visszatáplálásra alkalmas vízhűtéses frekvenciaváltók visszanyerik a fékezési energiát (energia-visszatermelés), és a szervomotorokat jó hatásfokkal szabályozzák.

Hibrid gépeknél:

- A hidraulikus és elektromos meghajtások közül mindig azt használjuk, amely előnyösebb. Ahol a hidraulikának van előnye (rövid egyenes vonalú elmozdulások) csak ott használjuk hidraulikát, ahol az elektromos meghajtásnak (forgó mozgások) ott azt.
- Egyes gyártók csak az adagolást, a legenergia-igényesebb műveletet, oldják csak meg elektromotorral, ezzel is jelentősen nő a reprodukáló képesség (csigafordulatszám torlónyomás). (Energiaigény: a csiga adagoló mozgása 66%, fröccsöntés 21%, szerszámzárás 7%, munkadarab eltávolítás 5%.)

Különböző konstrukciókat vizsgálva az alábbi táblázatban foglalhatók össze az előnyök. (Az alábbi állításokkal az egyes gépgyártók nem értenek egyet, vannak akik szakmai alapon, vannak akik érzelmi alapon másként vélekednek.)

Előnyök és hátrányok az üzemek részére

Vizsgált tulajdonság	Tisztán elektromos	Hagyományos hidraulikus	Hibrid
Ismétlési pontosság	Kiváló	Normál	Kiváló
Energia takarékoság	Kiváló	Normál	Kiváló
Zajszint	Kiváló	Nem jó	Kiváló
Hűtés igény	Kiváló	Nem jó	Kiváló
Kezdeti költségek	Nem jó	Kiváló	Normál

Ha csak a hibridgépeket vizsgáljuk, melyeket ma a legtöbb gyártó favorizál, akkor is nagy különbségeket látunk a technikai megoldásokban.

Hibrid fröccsgepek konstrukciói			
Meghajtás	Általános célú inverter	Szervo meghajtó	DAIKIN SUT* rendszer
	Indukciós vill. motor	Szervo motor	IPM** motor vezérlő
Hidraulika	Fix térfogatú szivattyú	Fix térfogatú szivattyú	IPM motor
	Proporcionális szelep	Proporcionális szelep	Fix térfogatú szivattyú
Ismétlési pontosság	Nem jó	Kiváló	Kiváló
Energia takarékoság	Normál	Kiváló	Kiváló
Zajsztint	Kiváló	Kiváló	Kiváló
Garanciális szerviz	Nem jó	Kiváló	Kiváló
Kezdeti költségek	Kiváló	Nem jó	Normál

* SUT = Super Unit (Dalkin cég szabadalma) csak a szükséges olajnyomást állítja elő, s nem a maximális nyomást szabályozza le.

** IPM = Internal Permanent Magnet Synchronous Motor (Belső állandó mágnesű szinkron motor)

Leszűkítve az energiafelhasználást csak a fröccsgepekre, vagyis ugyanazzal a szerszámmal, ugyanabból az anyagból való termékgyártás esetére, jelentősnek tűnő energia megtakarítás elérését hangsúlyozzák az egyes gépgyártók a legújabb konstrukciójú gépeiknél.

Az energiatakarékos gépek elsősorban a mozgási energia hatékonyabb előállításával és felhasználásával érik el a kedvezőbb energiafelhasználást. A gépgyártók közti konkurencia harc miatt egyik sem engedheti meg magának, hogy csak egyfajta gépet gyártson. Mindegyiknek van bizonyos esetekben vagy termékeknél előnye, egy másik esetben pedig hátránya. Ezért ma már a fröccsgepgyártók egyaránt kínálnak hidraulikus, elektromos és a kettő kombinációját: hibrid fröccsgepet is.

Fröccsöntéssel foglalkozó cégeknek azonban nem szabadna csak az egy ciklusban felhasznált energiára leszűkíteni a megtakarítások elemzését.

Az is pontosításra szorul, hogy ki és mit nevez energia megtakarításnak. Sokan -tévesen- csak az egy fröccsöntési ciklus alatti áramfelvétel csökkentési lehetőségét. Természetesen az is nagyon fontos, de ami igazán számít az, hogy a műanyagtermékek sorozatgyártása során egy termék árában mennyi az energiaköltség. Tehát az induláskor és a menet közbeni selejt fröccsöntésekor felhasznált energiát is számításba kell venni a költségek elemzésénél.

Az energia szükséglet a felhasznált termikus energiák úgymint:

- az alapanyag szárításához felhasznált energia,
 - palást fűtőbetétekkel bevitt energia,
 - temperálásoknál bevitt és elvont energiák,
 - forrócsatornák által felvett energiák,
 - a szerszámhűtésnél felhasznált energiák,
 - illetve a tömegmozgatáshoz felhasznált energiák úgy mint:
 - a szerszám és a felfogólap mozgatás,
 - fröccsegység mozgatás,
 - csigamozgatás (fröccsöntés és utónyomás alatt),
 - adagolás, plasztikálás,
 - kidobólap mozgatások,
 - s ha szükséges, magkihúzás
- összege határozza meg.

A fröccsöntési technológia nagyon energiaigényes, mind a szerszámmozgatásokhoz, mind az olajszállításokhoz jelentős tömegmozgatásokat kell végezni, de nem feledkezhetünk meg

arról sem, hogy a granulátumok szárításához, a hirtelen megömlésztéséhez és hőelvonással (lehűtéssel) történő alak- és méretrögzítéshez is jelentős kalória-bevitelt és -elvonást kell alkalmazni, és ezeket is elektromos energiával kell biztosítanunk.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy a műanyagtermékek fröccsöntési technológiával való gyártásakor a felhasznált energia mennyiségét az alábbi tényezők határozzák meg:

- Termék- és szerszámterv
 - termék súlya (hány gr-ot kell felmelegíteni és lehűteni),
 - szerszám súlya (300 vagy 500 kg-ot kell ciklusonként mozgatnunk)
- Az alkalmazott fröccsöntőgép
 - „öreg” hidraulikus,
 - modern elektromos,
 - vagy hibrid gép (részben elektromos, részben hidraulikus)
- Alkalmazott technológia
 - a beállított paraméterek megfelelése,
 - a gép reprodukáló képessége (a beállított paraméterek stabilitása, ingadozása),
 - indulási és menet közbeni selejt %.

Egy közepes nagyságú fröccsöntőgép pl. Engel VC 1500-1050, vagyis egy 150 tonnás gép beépített fűtés teljesítménye közép átmérőjű (Ø55 mm) csiga esetén 16,3 kW, a szivattyú teljesítménye 30 kW. Az irodalmi adatok alapján az olaj temperálásához (a szivattyú teljesítmény 30-35%) 10-12 kW-nak megfelelő hőenergia elvonást is biztosítani kell. Vagyis 56-60 kW teljesítményt is felvehet az adott fröccsöntőgép. Természetesen az egyidejűségek figyelembevételével jelentősen eltérhet a felhasznált energia mennyisége.

A hagyományos hidraulikus fröccsgepeknél, függetlenül az aktuálisan szükséges szállítandó olajmennyiségektől, az állandó fordulatszámú villanymotorral meghajtott olajszivattyú a teljes fröccsöntési ciklus alatt energiát vesz fel, így például egy vastag falú termék hosszú hűtési ideje alatt is, amikor semmilyen mozgási energia előállítására sincs szükség. Ez jelentősen lecsökkenti az adott gép energia felhasználási hatékonyságát.

Nem mindegy hogy PP vödört vagy egyszer használatos eszközöket gyártunk PS-ből. PP vödör esetén a szerszám tömege, a szerszámmozgatási utak (nyitás, zárás) többszöröse mint az eldobó villa, kés gyártószerszámának, de nagy különbség jelentkezik a műanyag entalpiájának eltérése miatt is. Az entalpia 1 kg műanyag hőmérsékletének 1 °C-al való emeléséhez szükséges energia, amely PP esetén kétszer nagyobb, mint PS esetén.

Ha egy adott termék gyártására koncentrálna vizsgáljuk az energia felhasználást, akkor az alkalmazott technológiai paramétereknek van a legnagyobb befolyásuk a lehetséges megtakarításokra.

Ennek az alapvető tényezői

- az alkalmazott technika színvonala, a beállított technológiai stabilitása,
- a kezelőszemélyzet technológiai ismeretei.

A magasabb alkalmazott technikai színvonal esetén viszont a japán illetve európai elektromos gépek előnyösebbek, és mivel a műszaki tartalmat meg kell fizetni, ez esetben fajlagosan drágább gépet kell használni, melynek amortizációs költségei a termékek előállítási önköltségét megnövelik. Az elektromos gépek esetén viszont a technológia reprodukálhatósága sokkal jobb, ezáltal az indulási és a gyártás közbeni selejt %-a jelentősen csökkenthető.

Fröccsöntési paraméterek alakulása

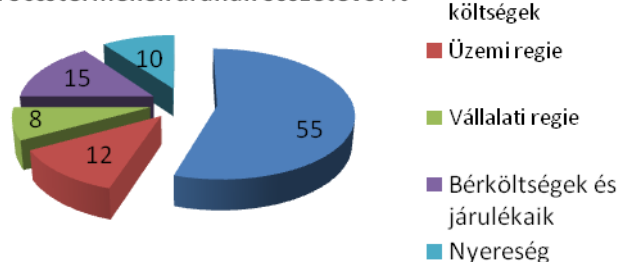
	Egység	Hidraulikus fröccsgép		Elektromos fröccsgép	
		Érték	Eltérés %	Érték	Eltérés %
Anyagpárna	mm	8,948	+/- 0,25	7,789	+/- 0,15
Nyomás max.	bar	1083	+/- 15	887	+/- 15
Adagolás	mm	83,83	+/- 0,14	88,03	+/- 0,005
Ciklusidő	s	28,78	+/- 0,09	28,38	+/- 0,04

A fenti táblázatból jól látható, hogy az elektromos gépek sokkal pontosabb szabályozhatóak, további előnyük, hogy

- 30-70% energia megtakarítás érhető el a hagyományos gépekhez képest,
- nem kell bele olaj, és így természetesen olajhűtés sem, valamint nincsenek olajgőzök a levegőben,
- mivel nem kell nagy mennyiségű olajat felmelegíteni, hamarabb indítható a gép,
- alacsonyabb üzemeltetési és karbantartási költségek,
- könnyebb a tisztaterű fröccsöntés körülményeinek biztosítása,
- ~ 65 dbA alatti zajszint (15-20 dbA-val kevesebb, mint a hagyományos hidraulikus gépeké),
- nagyobb fröccsöntési precizitás, nagyobb méret pontosság érhető el,
- kisebb csigaelmozdulásoknál is -amikor a csigalökete nem éri el az 1D-t,- nagyon jó a szabályozhatóságuk,
- jobb reprodukáló képesség, kevesebb selejt érhető el,
- nagyobb termelékenységgel (egyidejű mozgási lehetőségekkel ciklusidő rövidíthető) mehet a gyártás,
- a mozgó egységek gyorsabb reagálása (0,2 ms), nagyobb sebességek elérését (szerszámzárás, nyitás, fröccssebesség akár 800 mm/s). teszi lehetővé.

A termékek önköltségének összetevőit vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy az ár ~ 55%-át az alapanyag költsége teszi ki, ~45%-az előállításához felhasznált idő függvényében változik.

A fröccstermékek árának összetevői %



Az elektromos energia ára ~ 4-5%-a a termék árának.

A kezelő személyzet szakmai felkészültségének legalább akkora, ha nem nagyobb hatása van, mint az alkalmazott technikának, tőlük függ a beállított technológia, amely alapvetően határozza meg a selejt nagyságát. A selejtet is ki kell fizetni, és a jó termékeknél elért nyereség a fedezete. Hiába csökkentjük az energia költségeket (elektromos fröccsgéppel), vagy a rezsiköltségeinket (olcsó fröccsgéppel), ha a selejt mennyiségét a hozzáértés hiányában nem tudjuk érdemben csökkenteni.

Hiába a legmodernebb berendezés, ha az alapanyag már az fröccsöntés megkezdése előtt károsodik, degradálódik, ha:

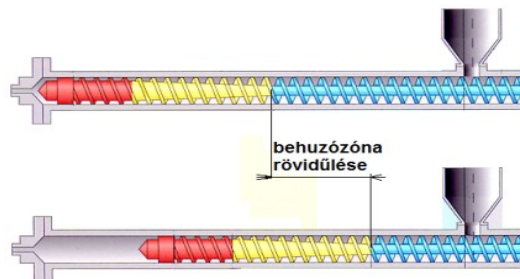
- rossz az anyag fröccsöntésre előkészítése (hibás szárítási

hőmérsékletek, szárítási idő, bekeverés, stb.),

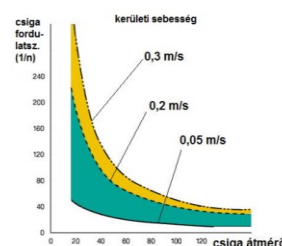
- tartózkodási időt túllépi (a löketkapacitás kihasználása és ciklusidő figyelmen kívül hagyásával).

$$t = \frac{\text{max. löket}}{\text{aktuális löket}} * 2 * \frac{\text{ciklus idő}}{60}$$

- nem megfelelő hőmérséklet program (hőfokok, emelkedő vagy süllyedő értékek) van beállítva, nem veszik figyelembe a csigarövidülést,



- túl nagy csiganyírás alkalmaznak (csigafordulat, csigaátmérő értékeinek összehangolása, torlónyomások anyagtulajdonságokhoz való igazításával),



ha az ömledék szerszámba való juttatása során nem a megfelelő paramétereket használják:

- nem megfelelően tagolt a fröccssebesség profil,
- nem a megfelelő körülmények közt történik fröccsnyomásról utónyomásra való átváltás,
- utónyomás nagyságának és idejének beállítása téves,

ha a termék méreteinek és alakjának kialakítása, rögzítése, mely az ömledék szerszámban történt lehűtése során következik be, vagy a szerszámból való eltávolítása során nem megfelelő technológiai paramétereket alkalmaznak:

- nem megfelelő hűtési (temperálási) hőmérsékletek használatával nem egyenletes a hőelvonás, ez miatt nagy zsugorodás különbségek léphetnek fel, melyek a méret problémákon kívül jelentős feszültséget is jelentenek a késztermékben,
- rosszul megválasztott hűtési időt állítanak be, s vagy túl hidegen (ciklusidő növelő), vagy túl melegen (utólagos vetemedések léphetnek fel),
- nem megfelelő sebességű vagy erejű kidobás.

Összefoglalva:

A termékek árában megközelítőleg 4-5%-ot képvisel az elektromos energia ára, az energiatakarékosabb gépekkel is csak ~2% körüli önköltségcsökkentést tudunk elérni.

A legjelentősebb energia megtakarítást az indulási és menet közbeni selejt csökkentésével lehet elérni. Ha ennek függvényében vizsgáljuk a kérdést, akkor a technológiai tudásnak illetve az alkalmazott gép reprodukálási

pontosságának nagyobb a szerepe, mint az egy ciklusban felhasznált elektromos energia mennyiségének.

A termékek előállítási (önköltségi) árának csökkentése érdekében nagyobb eredményt lehet elérni egy modern elektromos gép használatával, mint egy olcsó beszerzésű s ezért kevés amortizációs költségeket jelentő hidraulikus géppel.

Jakab József
műanyag-feldolgozási szakértő
Műanyagipari Mérnökiroda Kft.
www.muanyagipar.hu

Hatékony energiafelhasználás a fröccsöntésben
Műanyag és Gumi 2008. 45 évf. 9. sz.

Elektromos működésű műanyag-feldolgozógépek
Műanyagipari Szemle 2004/1

Hidraulikus? Elektromos? – Hibrid!
Asian Platic Machinery Co., Ltd. publikáció 2008

Elektromos, hidraulikus és hibrid fröccsgépek összehasonlítása
= Műanyagipari Szemle 2008/1