

Energiatakarékos és termelékeny villamos fröccsgépek

A teljesen villamos hajtású vagy hibrid fröccsöntő gépeket megjelenésük óta elsősorban energiatakarékos üzemmódjuk és precizitásuk miatt alkalmazták a feldolgozók. Ma már azt is elvárják a korszerű gépektől, hogy termelékenyek legyenek. A hajtórendszeren kívül nagy gondot fordítanak a gépelemek gyors mozgására, a termékek precizitására és reprodukálhatóságára.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; villamos fröccsgépek; energiamegtakarítás; termelékenység; hajtórendszer; költségelemzés.

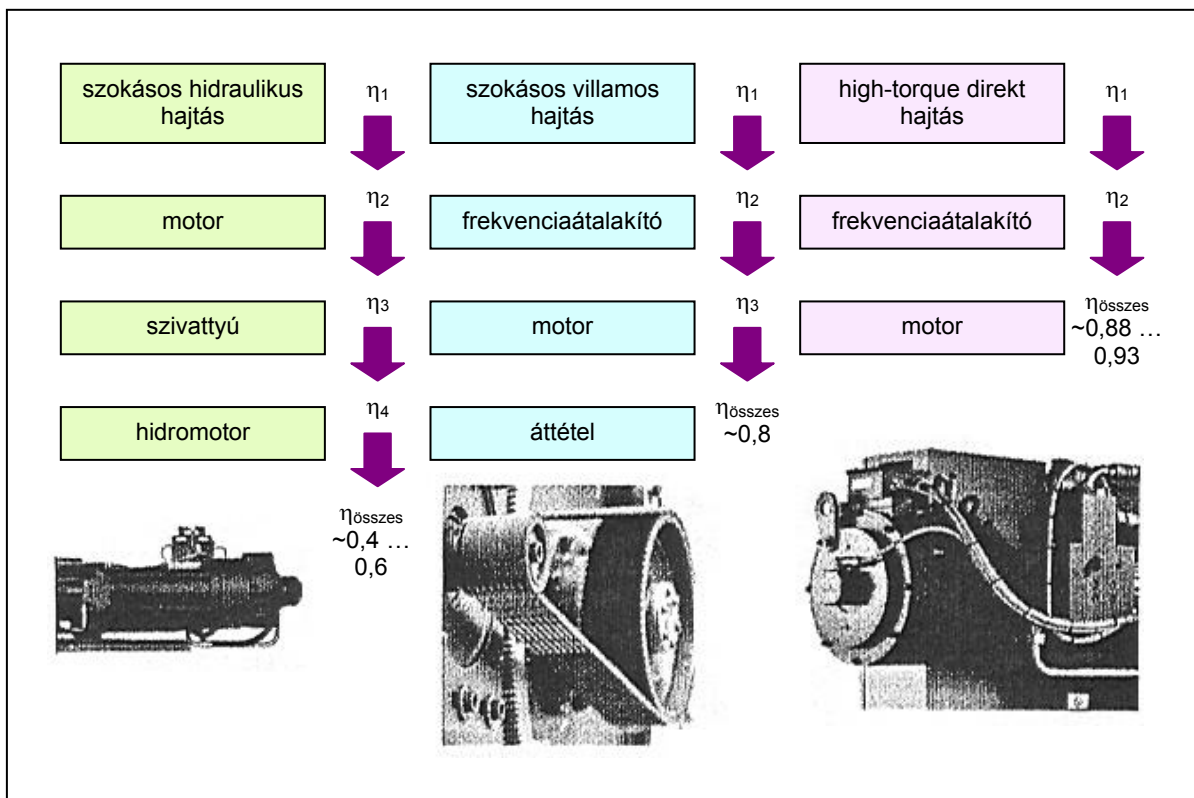
A fröccsöntő gépnek minden eleme fontos

Egy korszerű fröccsöntő gépnek ma nagy hatásfokkal kell dolgoznia. Ennek csak egy része az energia hatékony felhasználása, további részei a gépelemek gyors és pontos mozgása, a nagyon rövid állási idők, amelyek meghatározzák a ciklusidőt, de része a selejt mennyisége is. Egy olyan fröccsgép ugyanis, amely sok selejtet termel, semmivel sem termelékenyebb, mint az a gép, amely sokat áll a szükséges karbantartás vagy szerszámsérülés miatt.

A hajtás

A teljesen elektromos vagy a hibrid fröccsöntő gépek decentrális villamos hajtását általában szervomotorokkal végzik. A csoporton belül azonban jelentős eltérések vannak, amelyek befolyásolják a fröccsgép energiafelvételét és termelékenységét. A nagy forgatónyomatékkal dolgozó direkt hajtások (High-Torque-Direktantriebe) a szokásos szervomotorokkal ellentétben már kis fordulatszámokon is nagy forgatónyomatékot érnek el. Alkalmazásuk révén elmarad a hatásfokot csökkentő áttétel, amely negatív hatást fejt ki az energiaszükségletre, a dinamikára, a precizitásra és a reprodukálhatóságra. A minimális tehetetlenség a közvetlen erőátvitellel együtt erőteljes dinamikát, holtjáték-mentességet és nagy rendszermervevséget eredményez. Az áttételek elmaradása következtében a hajtásvonal (Antriebsstrang) alig igényel karbantartást és könnyen hozzáférhető. (A hajtásvonal azoknak az elemeknek az összessége, amelyek a motor forgatónyomatékát a célelemig – pl. gépkocsi esetében az út felszínéig – továbbítják.) Az adagoló hajtásának példáján jól érzékelhető a nagy forgatónyomatékkal dolgozó direkt hajtás energiahatékonysága. *A fröccsgép legnagyobb energiafogyasztó-*

ja ugyanis legtöbbször az adagoló hajtórendszere, és ha ennek hatásfokát növelik, az kihat az egész gépre. Ha itt nagy forgatónyomatékkal dolgozó direkt hajtást alkalmaznak, nincs szükség szíjjal hajtott vagy bolygóáttételre, ezért az ezeknél fellépő veszteség elmarad. A fröccsgép legnagyobb fogyasztójának hatásfoka ezáltal eléri a 90%-ot. Még látványosabb az optimalizált hajtásvonal a hidraulikusan hajtott adagoló meghajtásához képest. A hidraulikusan hajtott adagolótengelyek általában számos elemből épülnek fel. Egy motor hajtja a szivattyút, amely az olajat egy tömlőn keresztül szállítja. Az olaj egy szelepen keresztül jut a hidromotorba, amely létrehozza a szükséges forgómozgást. Ezeknek az elemeknek a hatásfokai összeadódnak, de a végső hatásfok ritkán haladja meg az 50%-ot (1. ábra).

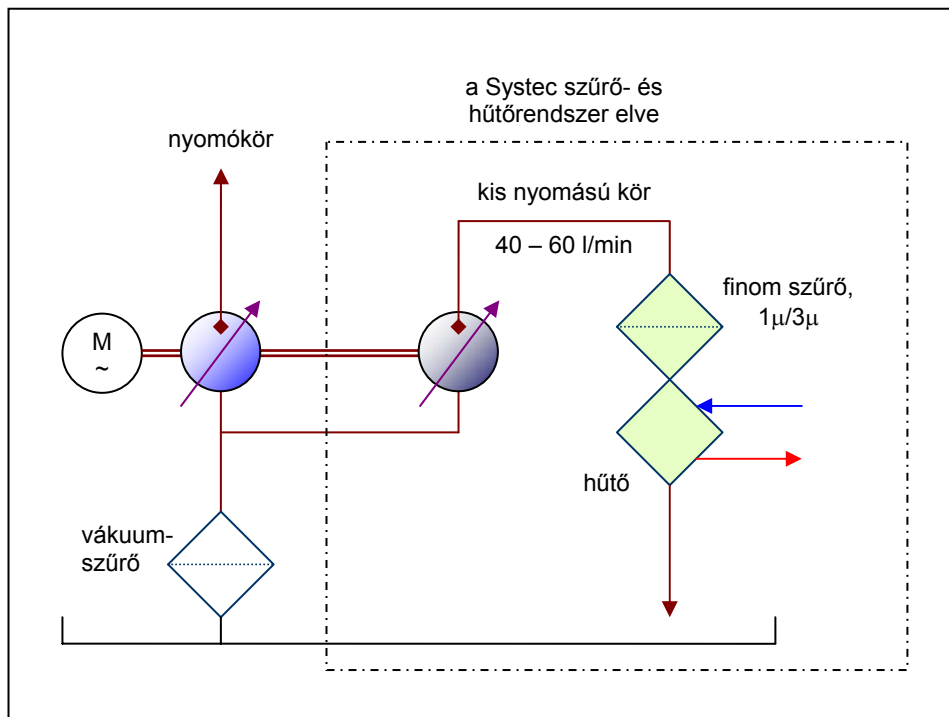


1. ábra A high-torque direkt hajtásnál nincs szükség hatásfokot (η) csökkentő áttételre

A többi tengely (a befröccsentést, a szerszámmozgatást, a kidobást, a lineáris mozgásokat végző tengelyek) működtetésében ugyancsak előnyös a nagy forgatónyomatékkal dolgozó direkt hajtás alkalmazása. Ez esetben nincs szükség a fordulatszám vagy a forgatónyomaték átalakítására, a szükséges értékeket maga a hajtás szolgáltatja. Semmilyen áttételre nincs szükség, ami jótékony hatással van a teljes hajtásvonal tehetetlenségére. A rendszer dinamikája, merevsége, a tengelyek mozgásának reprodukálása javul, ami csökkenti a ciklusidőt és növeli a fröccsgép hatásfokát.

A szerszám mozgatása

A könyökemelő jó példa az olyan technológiára, amellyel egyszerre csökkenthető az energiaigény és növelhető a termelékenység. Az optimális erő- és sebességkarakterisztika gyors mozgásokat tesz lehetővé. A dinamikus reteszelés és annak gyors feloldása csökkenti a fröccsgép szárazonfutásának időtartamát. A mechanikus reteszelés konstans záróerőt biztosít további energiaközlés nélkül. Mivel a reteszelés teljes egészében mechanikus, az erő kifejtésben az olajnak nincs szerepe, a könyökemelő egység nagyon merev rendszert alkot. A könyökemelő rendszert a teljesen villamos fröccsöntő gépeken is gyakran alkalmazzák, de a hidraulikus gépek hatásfoka is növelhető általa. Az utóbbiaknál további előnye, hogy könnyen hozzáférhető és alacsonyak a karbantartási költségei.



2. ábra A Sumitomo (SHI) Demag cég *Systec* típusú fröccsgépeiben alkalmazott *Active Cool + Clean* hűtő- és szűrőrendszer elve

Mivel az energiafelhasználás csökkentése mellett a másik cél a gép termelékenységének növelése, az új termékek tervezésekor a gép állásidőinek rövidítésére és a selejt csökkentésére törekсенek. Ennek érdekében a **Sumitomo (SHI) Demag Machinery GmbH**-nál (Schwaig, Németország) a fröccsgépek hidraulikaolajának hűtésére és szűrésére új elvet fejlesztettek ki. A *Systec* típusú fröccsgépekben alkalmazott *Active Cool + Clean* rendszer (2. ábra) a nyomókör mellett egy második hidraulikakört is tartalmaz, amelyet kis nyomású energiahatékony szárnylapátos szivattyú mű-

ködtet, és amely kizárólag az olajsűrít és -hűtést szolgálja. Ez a kiegészítő hidraulikai kör független az olajáramlás főnyomókörétől, ezért lehetővé teszi egy nagyon finom szűrő alkalmazását. A ciklus alatti állásidők alatt is pulzálás nélküli lamináris olajáramlásnak köszönhető, hogy az olaj akár 40 000 óra hosszat használható, de a nagyon tiszta olaj megnöveli a szivattyúk, a szelepek és a tömítések élettartamát is. Emiatt a karbantartás okozta állásidők is csökkennek.

A jobb hozzáférés és a szerszám kíméletes kezelése érdekében a mozgó szerszámfelfogó lapot célszerű hengeres görgőkön lineárisan vezetni. A teljes gép szilárd felépítése révén a két szerszámfél párhuzamossága meghaladja az európai követelményeket. Ezáltal a szerszám kopása is kisebb a szokásosnál, a vezetéskor fellépő mérsékelt súrlódás pedig ugyancsak javítja a gép energiahatékonyosságát.

A szerszám védelmét erősíti az *ActiveQ* rendszer, amely egy mestergörbének megfelelően vezérli a szerszámzáraskor az erő lefutását. Ha a szerszám mozgása közben ettől eltérést érzékel, leállítja a zárási folyamatot. Mivel ez a rendszer a szokásos rendszerektől eltérően a legnagyobb sebesség esetén is kifogástalanul működik, nagyon rövid szerszámzárási időkkel lehet dolgozni. Ezáltal a *Q-rendszer* nemcsak a szerszám épségét őrzi, hanem a ciklusidő rövidítéséhez, ezáltal a gép termelékenységének növeléséhez is hozzájárul.

Kevesebb selejt, jobb hatásfok

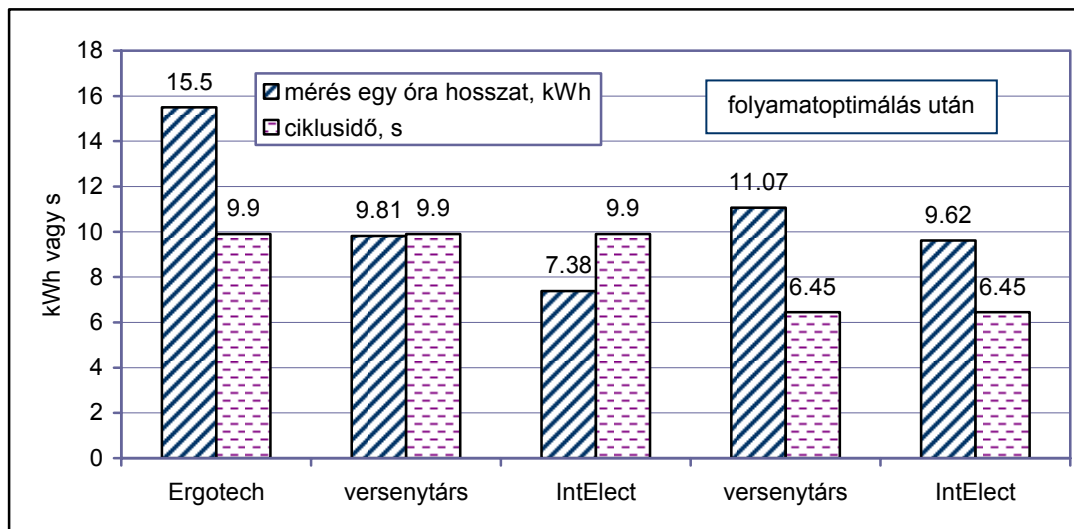
A teljesen elektromos fröccsöntő gépek precizitása és reprodukciós képessége az elmúlt években sokat javult. A nagyon precíz termékek gyártásának gyenge pontja azonban az anyag visszaáramlását gátló szerkezet. A szokásos gyűrűs vagy golyós záróelemeket ugyanis az ömledéknyomás nyomja hátrafelé, de amíg a lezárás bekövetkezik, több-kevesebb ömledék átjut a szerkezeten, ami rontja a termék minőségét. *Egy új, aktív záróelemmel, amely az adagolási folyamat befejeződéskor lép működésbe, megakadályozható a visszaáramlás.* Ez az adagolócsiga visszahúzásakor azonnal lezár, emiatt mérséklődik az anyaggárna ingadozása, csökkenthető a befröccsentett ömledék mennyisége és ezáltal a selejt is. Ezzel a technológiával a teljesen elektromos fröccsgépeken is előállíthatók a legmagasabb igényeket is kielégítő precíz darabok, emellett a selejt elmaradása miatt nő a gép termelékenysége.

Villamos fröccsgépek kontra hidraulikus fröccsgép

A villamos fröccsgépek előnyei közé sorolható a szűk feldolgozási ablakkal és szoros mérettűréssel előállítandó termékek gyártására való alkalmassága mellett a tisztaterekben szükséges olaj- és poremisszió-mentesség és az egyre gyakrabban igényelt halk üzem mód.

A **Sumitomo (SHI) Demag Plastics Machinery GmbH** összehasonlító vizsgálatokkal több megrendelőjének segített kiválasztani az igényeinek legjobban megfelelő fröccsöntő gépet. Az egyik ilyen vizsgálat sorozatban a cég egy saját gyártmányú hidraulikus gépet (*Ergotech 1500 kN*), egy saját gyártmányú teljesen villamos gépet

(IntElect 1600 kN) és egy versenytársának villamos fröccsöntő gépét (versenytárs, 1600 kN) hasonlította össze (3. ábra). Az összehasonlítással az **A. Raymond GmbH & Co. KG** (Lörrach) választását akarta megkönnyíteni. Kísérleti termékként a Raymond cég egy 25% üvegszálat tartalmazó poliamid 66-ból 36-fézes szerszámban fröccsöntött csapágybetétet választott ki, amelyből a cég havonta 250 000 darabot szállít az autóipar számára. A formadarab tömege valamivel több, mint 1 g. A tömeggyártás paramétereivel gyártott perselyek energiafelvétele a hidraulikus gépen 15,5 kWh volt, ami 1 kg műanyagra vonatkoztatva 0,84 kWh fajlagos energiaigénynek felel meg. Azonos ciklusidő mellett az IntElect gépnek csak 7,38 kWh (0,40 kWh/kg), a versenytárs villamos gépnek 32%-kal több, azaz 9,81kWh (0,53 kWh/kg) energiára volt szüksége. A két villamos fröccsöntő gép paramétereinek optimalása után az IntElect gépen a ciklusidő 35%-kal, 6,45 s-ra csökkent, az energiafelvétel 9,62 kWh-ra nőtt, de mivel a rövidebb ciklusidő miatt megnőtt a termelékenység, a fajlagos energiafelvétel 0,34 kWh/kg-ra mérséklődött. A versenytárs gép az optimalás után 15%-kal több energiát vett fel. Az IntElect gép tehát direkt hajtásának köszönhetően az eredeti és az optimalt paraméterekkel is jobb hatásfokkal dolgozott.



3. ábra A hidraulikus *Ergotech*, a villamos *IntElect* és egy versenytárs fröccsöntő gép energiafelvétele és ciklusideje

A villamos fröccsgépek a drágább hajtórendszer miatt többbe kerülnek, mint a hidraulikus gépek. A Sumitomo (SHI) Demag cégnél részletes költség/haszonelemzést végeztek, hogy megállapítsák, hol van a precíziós termékek gyártásában az IntElect gépek alkalmazásából eredő legnagyobb haszon, és hogy mekkora megtakarítások érhetők el a kezdeti nagyobb beruházás nyomán.

A kísérletek tanúsága szerint a villamos hajtású gépeken elérhető legnagyobb eredmény a ciklusidő erőteljes csökkenése, ezáltal a termelékenység növekedése.

Emellett a selejt 3%-kal lett kevesebb. További nyereség a könnyebb hozzáférhetőség, a ritkább karbantartás, a kisebb energiaigény, a hidraulikus gépekhez viszonyított harmadnyi hűtés. A fröccsgép méreteitől és záróerejétől függően az IntElect gépek amortizációs ideje két-három év.

Összeállította: Pál Károlyné

Brettnich, Th.: Elektrisch ist nicht gleich elektrisch = Plastverarbeiter, 61. k. 9. sz. 2010. p. 70–72.

Brettnich, Th.; Rauch, A.: Präzise Maschinen mit Doppelnutzen = Kunststoffe, 101. k. 6. sz. 2011. p. 36–38.