

MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

Energiamenedzsment az energia csökkentése érdekében

Az egyre dráguló energia és a környezetvédelmi megfontolások következtében egyre több vállalat kezdett el foglalkozni az egységnyi termék előállításához szükséges energia mennyiségének csökkentésével. Egyrészt a gépgyártók is erre törekednek új fejlesztéseiknél, másrészt a műanyag-feldolgozó üzemek is sokat tehetnek egy megfelelő energiamenedzsment bevezetésével.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; kompaundálás; energia menedzsment.

Húsz-harminc évvel ezelőtt az energia olcsó volt és a környezetvédelmi szempontok fontossága sem tudatosult a legtöbb vállalatnál. Az energiaköltség a műanyag-feldolgozó vállalatok költségeinek csupán kis hányadát tették ki, ezért gazdasági szempontok sem indokolták az energia megtakarítási törekvéseket. Azóta a helyzet sokat változott és mind a gazdaságossági, mind pedig a fenntartható gazdaság szempontjai is az energiamegtakarítások felé ösztönzik a műanyag-feldolgozó cégeket. A műanyag-feldolgozó gépeket fejlesztő cégek révén az új gépek egyre energiatakarékosabbak, de a régi gépek használatakor is számos lehetőség kínálkozik arra, hogy gyorsan megtérülő kisebb beruházások és egyszerű intézkedések, vagyis tudatos energia menedzsment segítségével csökkentsék az egységnyi termék előállításához szükséges energia mennyiségét.

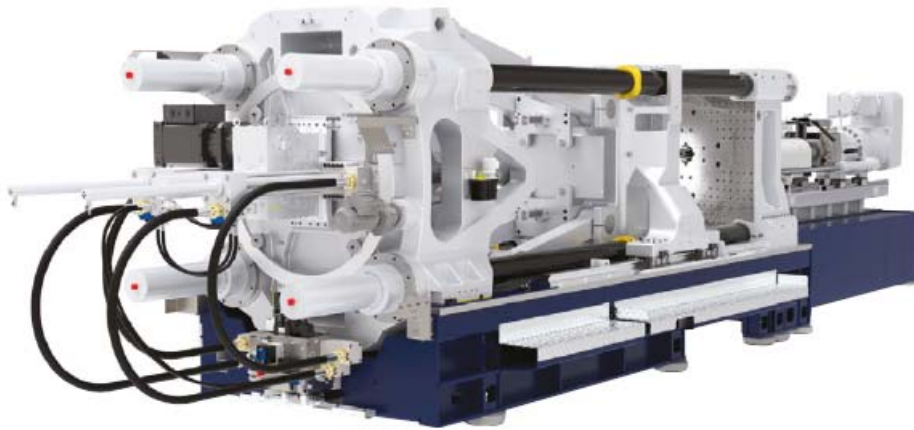
Fröccsöntés

Számos gépgyártó hajtott végre olyan fejlesztéseket, amelyek elősegítik az egy termék legyártásához szükséges energia mennyiségét.

A KraussMaffei csoporthoz tartozó Netstal cégnél egyre nagyobb igényeket tapasztalnak a teljes mértékben elektromos meghajtású fröccsöntő gépek iránt, még a nagyobb záróerejű gépeknél is. Ennek elsősorban az ilyen gépek kisebb energiafogyasztása az oka. Azonban az energiatakarékosság mellett más tényezők is szerepet játszanak, mint a kisebb emissziók, a precízebb működés, és az ebből származó jobb reprodukálhatóság és minőségjavulás. A cég képviselője szerint a forgó mozgások terén az elektromos meghajtásnak nincs versenytársa, de a transzlációs mozgatsnál, különösen a nagy erőkifejtéssel járó és kismértékű elmozdulásoknál a hidromechanikus megoldásokat még elterjedten használják.

Egy érdekes új terület az elektromos szervomotorok alkalmazására a fröccsöntő szerzők kiegészítő berendezései, mint pl. a magkihúzó és a forró-csatornák lezárása. It a szervomotoros megoldások a hidraulikus hengereket válthatják ki. Fontos feladat az olyan standardok kidolgozása, amelyek világos és funkcionális kapcsolatot biztosítanak a fröccsöntő gép vezérlése és az OPC UA alapú külső segéd berendezések vezérlése között.

A Netstal két legújabb, energiatakarékos terméke kombinálja az elektromos és a hidraulikus meghajtást a nagyobb záróerejű gépeknél. Először a düsseldorfi K 2016 kiállításon mutatták be az *Elios* hibrid gépek modelljeit, amelyek záróereje 450-750 t. Ezek nagyon gyors mozgató gépek, pl. az *Elios 7500* típus száraz ciklusideje 1,9 másodperc. Az egyre növekvő igények a nagyobb termelékenységű sokfészkés szerszámok iránt nagyobb záróerejű gépeket igényelt, így nemrég piacra dobták a 880 és 1000 t záróerejű *Elios* típusokat is (1. ábra). Az *Elios 8800* és *10000* típusok kiválóan alkalmasak nagyszámú, vékonyfalú termékek gyártására. A gyors, és hatékony működés kulcsa a záróegység könyökemelő meghajtásában rejlik. A könyökemelőt egy szervomotoros fogaskerék-fogasléc meghajtás és két szinkronizált hidraulikus henger kombinációja működteti. A záróegység „utazását” az elektromos szervomotor végzi, míg a záróerő felépítését a két hidraulikus henger. E megoldás előnye, hogy a szerszámnyitás során felszabaduló energiát nagyrészt visszanyerik és a szervomotor meghajtására használják. A két hidraulikus henger karcsúbb, mint ha csak egyet használnának, ezért jobb dinamikát és nagyobb gyorsulást biztosít. Az Euromap specifikációi szerint mérve a száraz ciklusidő csupán 2,2 másodperc.



1. ábra A Netstal *Elios 10000* fröccsöntőgépe

A Netstal gépek moduláris felépítése révén a nagyteljesítményű fröccsegységek is használhatók az új *Elios* modelleken. A 80 és a 100 mm átmérőjű csigadugattyús egységek standard megoldásokat jelentenek, de kívánságra eltérő fröccsegységek is beszerelhetők. A Netstal ikerszelepes megoldása jó fröccsteljesítményt biztosít mind a dinamika, mind pedig a fröccsebesség terén. Akár 2400 bar nyomás és néhány tized másodperces fröccsöntési idő is elérhető. A nagy energiataralék lehetővé teszi vékonyfalú termékek és reciklált anyagok hatékony feldolgozását.

A Sumimoto (SHI) Demag cég nagy nyomatékú, közvetlen meghajtásokat használ fröccsöntő gépjeinél, amelyek alacsony energiafogyasztásúak és jobb teljesítményt nyújtanak, mint a hagyományos szíjártételes elektromos meghajtású tengelyek. A nagyon dinamikus, közvetlen meghajtás több erőt és nagyobb precizitást biztosít. Az így elért nagyobb fröccsöntési megbízhatóság és reprodukálhatóság egyúttal csökkenti az elektromos energiafelhasználást és a karbantartási igényeket is. Az adott alkalmazás igényeihez pontosan illeszkedő elekt-

romos motorokat a cég saját maga gyártja a meghajtásokkal foglalkozó saját K+F részlegének eredményeit felhasználva.

A közvetlen meghajtás csak akkor fesz fel energiát, amikor arra szükség van, így kevesebb energiát igényel, mint a szíjátételes, vagy a hidraulikus motorral történő meghajtások. Sok esetben az energiamegtakarítás meghaladhatja a 70%-ot, emellett pedig a ciklusidő is csökken. Emellett a kinetikus energiát részben vissza lehet nyerni, pl. amikor a záróegység megnyílik, ennek energiavisszanyerésével működtethető a plasztikálás.

A vállalat adatai szerint vásárlóiuk egyre inkább igénylik az energiahatékony megoldásokat. Azonban egészen a közelmúltig az volt jellemző, hogy a különböző rendszerek hatékonyságának összehasonlítása szinte lehetetlen volt a beruházás nagysága, az energiahatékonyság, a karbantartási költségek viszonylatában. E probléma megoldására a cég egy új szolgáltatásként bevezette az ilyen összehasonlítások elvégzését (*Fluke* energiamonиторozó berendezés). Eddig több mint 300 ilyen vizsgálatot végeztek el. Azonban a szolgáltatás fokozódó népszerűsége következtében ma már három *Fluke* rendszert is szolgálatba állítottak. A mérést a megrendelő telephelyén, üzemi körülmények között hajtják végre, régebbi és más gyártók által készített fröccsgépekkel, ugyanazt a szerszámot és ciklusidőt alkalmazva. Az eredményt 1 kg feldolgozott alapanyagra vetített kWh-ban adják meg és bemutatják, hogyan alakulnának ezek az értékek, ha az üzem megvásárolna egy új Sumimoto (SHI) Demag fröccsgépet.

A mérés hatékonyságát két brit esettanulmánnyal szemléltették. A McLaren Plastics cég két régebbi fröccsgépénél hasonlították össze az energia megtakarításokat azzal, amelyet két új Sumimoto (SHI) Demag géppel értek el ugyan ezeknek a terméknek a gyártásához. Az egyik ilyen termék egy csomagolási zárókupak volt. Itt az új gépekkel az energiaköltség 60 %-át sikerült megtakarítani, ami éves szinten >7000 £ (US\$ 9900/ € 8100) megtakarítást eredményezett.

Az Essentra Componens cégcsoport 14 telephellyel és 419 fröccsöntő géppel rendelkezik világszerte. A *Fluke* mérés kimutatta, hogy a Sumimoto (SHI) Demag géppel javult a termelés reprodukálhatósága, csökkent a selejtarány és javult a gépkezelők egészség- és munkavédelme. Az itt alkalmazott *IntElect 50* tonnás záróerejű gép volt az első teljesen elektromos meghajtású fröccsgép a cégcsoportnál. Segítségével több, mint 50 különböző szerszámmal állítottak elő termékeket, összehasonlítva a már meglévő, hasonló záróerejű gépek teljesítményével. Átlagosan 24%-os ciklusidő megtakarítás volt elérhető, ami a vállalatcsoport számára azt jelentette, hogy kb. 100 fröccsgépükre nincs is szükség ahhoz, hogy ugyanannyi terméket állítsanak elő. Például egy olyan termékénél, amelyből évente 1,6 milliót gyártanak, 248 órát lehetett megtakarítani évente. Egy korábbi gépnél átlagosan 6,31 kWh fogyasztást mértek, aminek az ára £ 078 (US\$ 1,1/ € 0,9) volt óránként, míg az *IntElect* esetében az energiafelhasználás 4,3 kWh-ra esett vissza. Ezáltal azonnal 32% energiamegtakarítást lehetett elérni anélkül, hogy a feldolgozási paramétereken bármit is változtattak volna. A folyamat optimalizálásával 1,1 s ciklusidő csökkenést lehetett elérni anélkül, hogy a termék minősége romlott volna.

Az osztrák Engel cég kifejlesztette *Ecodrive* elnevezésű szervohidraulikus hibrid meghajtás családját. Ezt a rendszert alkalmazzák *Victory* és *Duo* márkanevű hidraulikus gépjeiknél. A fröccsöntő gép típusától és az adott alkalmazástól függően ez az energia-megtakarító opció a hidraulikus rendszer energiafogyasztását akár 70%-kal is csökkentheti. Amikor a fröccsgép nem mozog (pl. a hűtési időszakban) a meghajtások is leállnak, és így nem fogyaszt

tanak energiát. Az energiaveszteség, különösen a kisebb gépeknél, olyan mértékig lecsökken, hogy a hidraulika folyadék alig melegszik fel. A hidraulika folyadék melege­dése általánosan alkalmas az energiahatékonyság mérésére.

Ennél a megoldásnál csak a teljes mértékben elektromos meghajtásokat alkalmazó fröccsgépek energiahatékonysága jobb. Az Engel cég 2002-ben dobta piacra első, *E-mac 130* elnevezésű, 130 t záróerejű, elektromos szervomotoros meghajtású fröccsgépét (2. ábra). Így például az *E-mac 465/130* segítségével gyártja a német Harting cég egy 16 fészkes szerszám-mal *Han-Quick Lock* konnektorrendszerének működtető alkatrészét (3. ábra). Ennél az alkatrész­nél olyan nagy méretpontosságra és reprodukálhatóságra van szükség, amit csak a teljesen elektromos szervomotoros meghajtású fröccsöntő gép tud biztosítani.



2. ábra Az Engel *E-mac 130*, teljesen szervomotoros fröccsgépe

A nagyfokú precizitás mellett a szervomotoros Engel fröccsgép gazdaságosan is működik, a hatékony termeléshez kompakt gépkialakítás is járul: az *E-mac 130* hossza mindössze 4,4 m. A négy vezető oszlop közötti tiszta méret 530x530 mm, amely lehetővé teszi nagyméretű, sokfészkes szerszámok beemelését is. A gép karbantartása nagyon felhasználóbarát, míg a csatlakozások és a fröccshenger kialakításánál az ergonómiai szempontok voltak a fókuszban. A szervomotoros meghajtás mellett más tényezők is javítják a gép energiahatékonyságát. Így például a fröccshengert hőszigeteléssel látták el.

A Boy cég szintén energiahatékonyságra törekszik új fröccsöntő gépeinél. A szervomotoros hidraulikus szivattyú meghajtás 50%-kal csökkenti az energiafelhasználást más meghajtási módokhoz képest. A működés hatékonyságának következtében a hidraulikus folyadék alig melegszik.



3. ábra A Harting cég *Han-Quick Lock* konnektor rendszerének működtető alkatrésze

A cég *Boy 35 E* fröccsgépe 35 t záróerejű, és 14–32 mm csigadugattyú-átmérővel rendelhető. Az apró gép alapterülete mindössze 1,96 m², a maximális adagsúly 69,5 g (PS). A hidraulikus meghajtású fröccsgép kétlapos záróegységgel rendelkezik, a fröccsegység kiforgatható. Opcionálisan rendelhető hozzá az *EconPlast* plasztikáló egység, amely az energiafelhasználást szignifikánsan csökkenti. Hatékonysági besorolása 7+ az Euromap 60.1 szerint, az energiafogyasztása 0,49 kWó/kg.

A horizontális elrendezésű záróegység és a függőleges fröccsegység lehetővé teszi, hogy a szerszám osztósíkjába történjen a műanyag befröccsöntése. Ez azt jelenti, hogy elkerülhető, hogy a beömlési pontok az esztétikailag fontos felületekre essenek. Továbbá azt, hogy nincs szükség drága és bonyolult forrócsatornás megoldásokra és a beömlő csomagtű kialakítása is elkerülhető. A *Boy 35 E* négy különböző típusban rendelhető, ahol a záróegység és a fröccsegység mind horizontálisan, mind függőlegesen egyaránt elrendezhető.

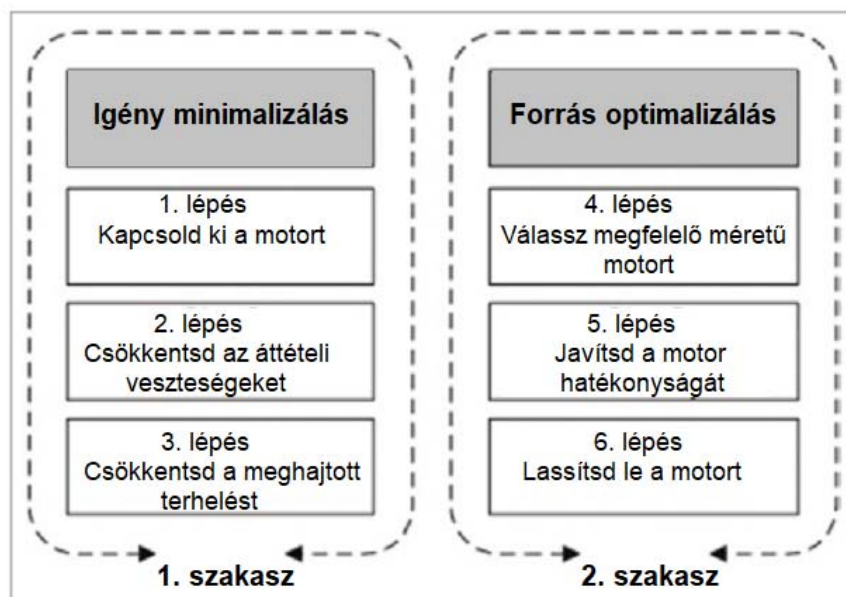
A Wittmann Battenfeld cégcsoport szintén jelentős energiamegtakarításokat ért el nagyméretű, 400–2000 t záróerejű *MacroPower* gépcsaládjával. Ezeknél a fröccsöntő gépeknél a szervomotoros meghajtást állandó kiszorítású hidraulikus szivattyúkkal kombinálták. Ez nem csupán 15% energiamegtakarítást eredményez a hagyományos meghajtásokhoz képest, de 7%-kal csökkenti a zajszintet is. Emellett a hidraulikafolyadék is kevésbé melegszik fel, ezért a hűtésre használt energia terén is jelentkezik megtakarítás.

A cég olyan megoldások kidolgozására is törekszik, amivel növelni lehet az eredeti anyaghoz bekeverhető reciklált anyagok részarányát. Míg ezt korábban inkább a gazdaságossági szempontok vezérelték, újabban a hangsúly egyre inkább eltolódik a környezetvédelmi megfontolások irányába. A nagyobb reciklált anyag arány azonban rontja a termékek reprodukálhatóságát, ezért a fejlesztések ennek megakadályozására irányulnak. Egy másik fejlesztési irány a műanyagömlédek fizikai habosítása, ami szintén anyag- és energiamegtakarítást eredményez.

Egy másik kihívást jelent az anyagok viszkozitásának változása, amelyet a sarzsonként eltérés és a reciklált anyag nagyobb mennyisége és minőségének ingadozása okoz. A viszkozitás ingadozásokat a cég *HiQ Flow* és *HiQ Melt* alkalmazásai nem csupán valós időben érzékelik, de egyúttal a fröccsparaméterek változtatásával kompenzálják is azt.

Kompaundálás

Egy kompaundáló üzemben számos olyan intézkedést lehet hozni, amelyek csökkentik az egységnyi termékre jutó energiafelhasználást. A legnagyobb hatást általában az extruder motor optimalizálásával lehet elérni. Ennek megvalósítására *érdemes egy energiamenedzsment rendszert bevezetni (4. ábra)*, amely nem csupán a motor, hanem az azt körülvevő rendszer energiaköltségét csökkenti.



4. ábra A motormenedzsment-programmal csökkenthetjük nem csupán a motor, de az egész motorrendszer energiaköltségét

Az energiamenedzsment első szakaszában az igényekre koncentrálnunk. Ez nem azt jelenti, hogy megszüntetünk olyan szolgáltatásokat, amelyek szükségesek a működtetéshez, hanem azt, hogy a megfelelő szolgáltatásokat ott és akkor biztosítjuk, ahol, és amikor azokra ténylegesen szükség van:

- az első lépést az jelenti, hogy állítsuk le a motort, amikor az extruder nem gyárt terméket,
- a második lépés a meghajtó áttétel energiavesztésének csökkentése, ami gyakran olyan jelentős érték, hogy meghaladhatja a motor energiavesztését is,
- a harmadik lépés a meghajtott terhelés csökkentése, amelyet pl. jobb vezérléssel, karbantartással, illetve a terhelések alapos felmérésén alapuló intézkedésekkel lehet megvalósítani.

A második szakaszban az energiaforrás optimalizálása a cél:

- Ennek első lépése a megfelelő méretű motor használata. Az üzemi gyakorlatban sokszor a szükségesnél nagyobb teljesítményű motort használnak egy adott alkalmazáshoz. Ez viszont feleslegesen megnöveli az energiaköltséget, mivel ha egy nagy motor képességeinél kisebb terheléssel működik, az energiaveszteséggel jár.
- A következő lépés a motor hatékonyságának növelése. A motor hatékonysága függ a motor típusától, a terheléstől és az igényprofiltól, de a korszerű, energiahatékony motorok, amelyeket az EU és az USA előírásai is megkövetelnek, gyorsan megtérülő beruházási lehetőséget kínálnak. A régi, általában IE1 hatékonysági besorolású motorokat érdemes lecserélni IE3 motorokra, mely beruházás egy éven belül megtérül.
- Az utolsó lépés a motor lelassítása. A kompaundáló extruderek többségében váltóáramú (AC) indukciós motorokat használnak. Ezek olcsók és megbízhatóak, de csak egy adott fordulatszámokon működnek. A változtatható sebességű meghajtók (VSD) ehetővé teszik az AC motorok változtatható sebességű működését, ami jobban igazodik az adott feldolgozási feladat igényeihez.

Az extruder motorja az energia több mint 65%-át teszi fel. Ezért fontos, hogy kiválasztásánál energiatudatos döntést hozzunk. Régebben főleg egyenáramú motorokat használtak, hogy biztosítsák a változtatható fordulatszámot. Ez ma már elavultnak számít, a legtöbb helyen már lecserélték az egyenáramú motorokat VSD meghajtású váltóáramú motorokra. Ezekkel általában 7–10% energiamegtakarítást lehet elérni, de előfordul 5–30%-os megtakarítási érték is.

A váltóáramú motor és VSD használat mellett a karbantartási költségek is csökkennek, így a csere általában 1–2 éven belül megtérül. *A legkorszerűbb megoldást az állandó mágneseket használó szinkronmotorok jelentik*, amelyekkel közvetlenül (áttétel nélkül) hajtják meg az extrudercsigákat. Ez a megoldás a VSD + váltóáramú motorokhoz képest további 12–15% energiaköltség-megtakarítást hoz, emellett csendesebb működésűek, kisebbek és kevésbé komplex felépítésűek is. Egy másik, kis befektetést igénylő lehetőség az ékszíjas meghajtás lecserélése fogasszíj meghajtásra, ami általában 5% energiamegtakarítást jelent.

A megfelelő motor és meghajtás kiválasztása mellett fontos a jó karbantartási program bevezetése is. A váltóáramú motorok a modern ipar ígáslovai, amelyek éveken át folyamatosan képesek üzemelni, de szükségük van alapvető karbantartásra:

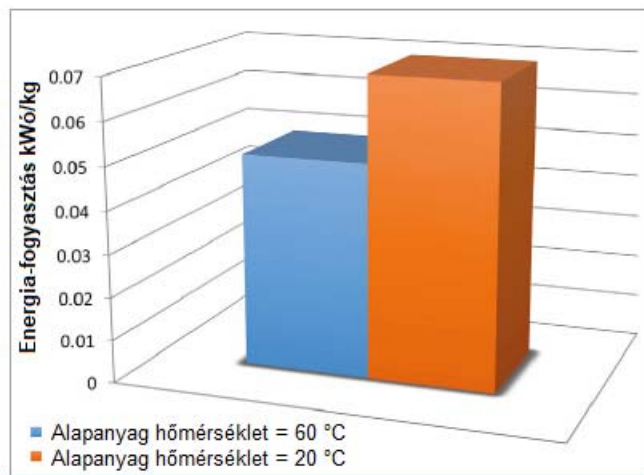
- Időnként ellenőrizzük a megfelelő szellőztetést, hogy az átáramló levegő képes legyen hűteni a motort. A ventilátor bemenete gyakran eltömődhet, ami a motor túlmelegedését okozza. A túlmelegedett motor több energiát fogyaszt és ez további felmelegedést okoz.
- A csapágyak állapotát vibrációméréssel lehet ellenőrizni.
- A kábelek és a motor szigetelésintegritását is ellenőrizni kell.
- Ellenőrizzük, nem lazultak-e ki az elektromos csatlakozások.
- Biztosítsuk a burkolat, a ventilátor, az elosztó szekrény és a kapcsolatos elektronika (pl. a lágy indító és a VSD) általános tisztaságát.
- Ellenőrizzük a motor és a meghajtás helyes pozícióját a csigához képest.

A motormenedzsment program részét képezi a motor regiszter. Ez a következő elemeket tartalmazza:

- a motor alkalmazása,
- a motor jellemzői,

- a tartókeret méretei,
- a működési órák száma,
- javítási napló,
- pótalkatrészek listája,
- intézkedési terv meghibásodás esetére (javítás, vagy csere).

Az extruder motor által felvett elektromos energia a kompaundálási folyamat során kinetikus energiává alakul, ami a műanyagot a nyíróerők révén bekevert adalékokkal együtt felhevíti, megolvasztja, mozgatja és összenyomja. Egy 1 t/h kapacitású poliolefin kompaundáló extruder motorja kb. 355 kW teljesítményű, ami nagyságrendileg nagyobb, mint a hengerfűtés teljesítménye. A megfelelő csigakiképzéssel elkerülhetők a szükségtelen nyíróerő csúcsok és a pangó szakaszok, ami javítja az energiahatékonyságot.



5. ábra Kemény PVC porkeverék feldolgozásának specifikus energiaigénye a porkeverék belépő hőmérsékletének függvényében

Az extruderből kilépő műanyag-ömladék hőenergiája lehűtése során többnyire elvész, noha megfelelő intézkedésekkel ezt a hővesztést hasznos célokra is felhasználhatjuk. Az egyik ilyen lehetőség, hogy a hulladék hővel felmelegítjük a betáplálendő műanyagot. Ennek példáját PVC porkeverékre az 5. ábra mutatja be.

A Buss cég által gyártott új kompaundáló extruderek a megfelelő csigakiképzéshez két-, három- és négy-szárnyú csiga elemeket kombinálnak az elsődleges olvasztó és keverő zónákban, ami növeli az energiahatékonyságot és ezáltal csökkenti a veszteségeket.

Emellett nagy energiasűrűségű fűtőpalástokat és vízgőz elpárolgató hűtést alkalmaznak, ami különösen a magas feldolgozási hőmérsékleteket igénylő műszaki műanyagok kompaundálásánál csökkenti szignifikánsan a hővesztéseket az olajtemperálású megoldásokhoz képest.

A cég képviselője szerint az energiahatékonyság egyre fontosabb szerepet játszik a kompaundáló üzemek döntéshozóinál. Ahogyan az energia ára emelkedik, az energiafelhasználás optimalizálása gazdasági motivációt jelent mind a gépek és kiegészítők, mind pedig az egész üzem kialakítása terén.

A Farrel Pomini cég képviselője szerint is a kompaundáló üzemek fő energiafogyasztója maga a kompaundálás. Egy ilyen üzem jó energiamenedzsment stratégiája az optimális kompaundáló extruder kiválasztásával kezdődik. A cég által gyártott *Compact Processor* a korábbi típusokhoz képest 10–15% energiamegtakarítást eredményez az elsődleges keverési folyamatban. A megfelelő berendezés kiválasztása mellett az üzem elrendezése is fontos, mivel ez helyet takaríthat meg, csökkenti az anyagmozgatási távolságokat.

Az energiamegtakarításra számos lehetőséget kell figyelembe venni, melyek közül a legfontosabbak a következők:

- Válasszuk ki a legmegfelelőbb berendezést és gondoskodjunk annak karbantartásáról és hatékony működtetéséről.
- Keressük a fejlesztési lehetőségeket. Egy energiahatékonyabb motor, például, gyors megtérülést eredményezhet és szignifikáns hatású lehet az energiafogyasztásra.
- A személyzet megfelelő oktatása fontos ahhoz, hogy helyesen, hatékonyan működtessék a berendezéseket, elkerülhető veszteségek és szükségtelen áramfogyasztás nélkül.
- Konzultáljunk a berendezések specialistáival, hogy biztosítsuk az optimális feldolgozási paraméterek beállítását és az energiatakarékos üzemmódot.

A cég egyik legújabb fejlesztésének eredménye a *Farrel Pomini Synergy* vezérlőrendszer, amely a felhasználók számára nagyon hatékony üzemeltetést tesz lehetővé. Ez egy felhasználóbarát, vizuálisan vezérelhető platform, amely integráltan szabályozza a kompaundálást, az anyagbetáplálást, továbbá az előkészítő és követő berendezéseket is. Fontos fejlesztés az a speciális bevonat is, amellyel a kopásnak leginkább kitett felületeket látják el.

A cég folyamatos kompaundáló berendezéseit széleskörűen használják olyan érzékeny alkalmazásoknál, mint az originális- és reciklált PVC, a biodegradálható és égésgátlóval adalékolt polimerek feldolgozása, továbbá az erősen töltött és fehér mesterkeverékek gyártása.

A CPM Extrusion Group képviselője szerint is várható az energia árak további növekedése, ami energiatakarékos működésre ösztönözi a vállalatokat. Erre az új, energiatakarékos termelő berendezések vásárlása mellett több egyszerű intézkedés is módot ad. Így például az extruder hengerének hőszigetelése nagyon gyorsan megtérül, mégis a legtöbb extrudert szigetelés nélkül szállítják, és ha van szigetelés, azt az egyszerűbb hozzáférés érdekében az első karbantartásnál gyakran eltávolítják. Az ilyen szemléletet meg kell változtatni. Minimalizálni kell a veszteségeket és csökkenteni az energiafogyasztást mindenütt, ahol csak lehetséges.

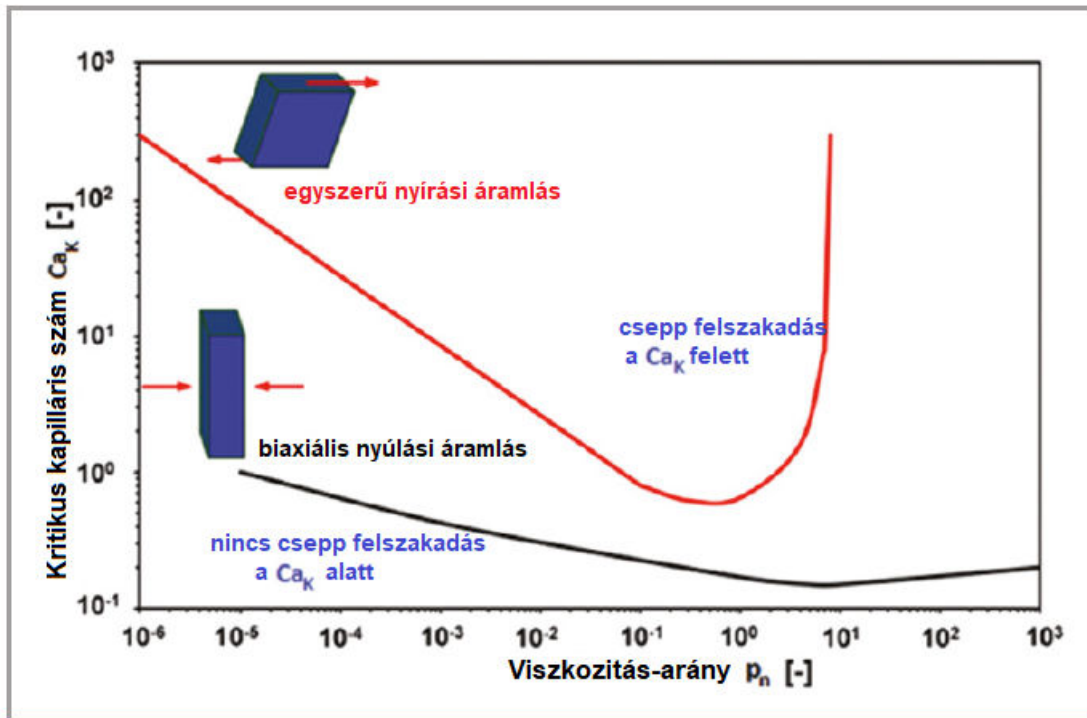
Az üzem maximális energiafogyasztását egyszerű intézkedésekkel is mérsékelhetjük. Így például ha több extruder sor van az üzemben, a hétfői indulásnál, amikor az extruderek palástfűtése szükséges az anyag felmelegítéséhez, ha nem egyszerre, hanem fokozatosan, egymás után kapcsoljuk be a sorokat, a csúcspont értéke erősen csökkenthető. Egy másik lehetőség a takarékosagra, az, hogy sok üzemben akkor sem kapcsolják le az extruder fűtését, ha a gép valamiért leáll, így néha akár napokig is feleslegesen fogyasztják az áramot.



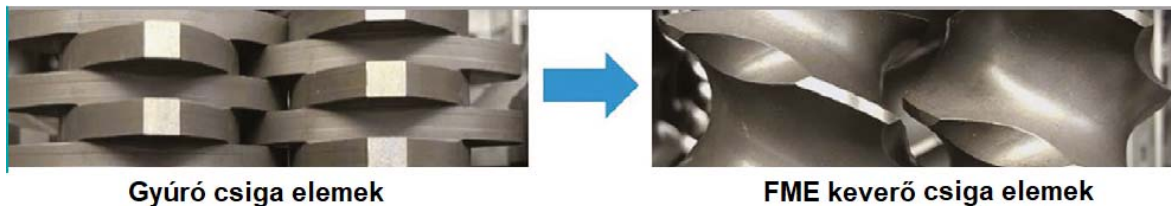
6. ábra A CPM cég *RE Ring* gyűrűs elrendezésű extruderének nyújtási keverése által szignifikánsan csökkenthető a fajlagos energiaszükséglet

Meg kell változtatni azt a szemléletet, hogy egy új extrudersor beszerzésének a legfontosabb szempontja a vételár. Egy 5 t/h teljesítményű kompaundáló sornál már egy kis fajlagos energiamegtakarítás is komoly gazdasági hatással jár, és ez a jövőben csak fokozódni fog.

A CPM 2017-ben felvásárolta a német Extricom céget, amely sokcsigás gyűrűs elrendezésű extrudert fejlesztett ki (6. ábra). Ez a megoldás szignifikánsan csökkenti a fajlagos energiaigényt, mivel itt nyúlási keverés jön létre, ami a hagyományos kétcsigás extruderek nyírési keveréséhez képest jóval kisebb energiát igényel (7. ábra).



7. ábra A Grace görbe összehasonlítás mutatja be a nyúlási áramlás kisebb diszperziós energiaigényét (az RE Ring extruderében) a közönséges nyírási áramláshoz képest (egy ikercsigás extruderben)



8. ábra A hagyományos, gyúrással dolgozó keverő elemek (balra) és a Feddem cég FME keverő csiga elemei

A német Feddem cég képviselője szerint a csiga kialakítása és a henger hőmérséklete szignifikáns hatást gyakorol a kompaundálás hatékonyságára az energiafelvétel szempontjából. Ezért ikercsigáikhoz gyúró szakaszok nélküli megolvasztó és keverő zónákat használnak (8. ábra), ami a hagyományos kialakításhoz képest mintegy 10% energiamegtakarítást eredményez. Szintén hangsúlyozta a henger hőszigetelésének fontosságát, mind munkavédelmi, mind pedig energiatakarékosági szempontok szerint. Fontos szempont a gyártásprogramozás optimalizálása is.

Összeállította: Dr. Füzes László

Holmes M.: Energy drive: making savings makes sense = www.injectipnworld.com, 2021. június, p.15–22.

Holmes M.: Make more from less = www.compoundingworld.com, február, 2021. p.29–38.