

## Magas színvonalú automatizálás nélkül nincs versenyképesség

Az európai műanyag-feldolgozók csak nagyon magas műszaki színvonalú és energiatakarékos, automatizált gépeken gyártott termékekkel lehetnek versenyképesek a világpiacon. Az energiával azonban világszerte takarékoskodni kell, ezért a feltörekvő országokban is korszerűsíteni kell a gépparkot.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; energiatakarékosság; automatizálás; gépgyártás; Európa; Kína.*

Az európai műanyag-feldolgozók tisztában vannak azzal, hogy a tömegtermelésben nehezen veszik fel a versenyt a feltörekvő ázsiai országok olcsó munkabéren alapuló termelésével. Csak akkor maradhatnak talpon, ha magas műszaki színvonalú termékeket gyártanak kitűnő minőségben. Ez kizárólag a ma elérhető automatizálás csúcsteljesítményeivel valósítható meg. A fejlődés azonban a távol-keleti országokban is megfigyelhető. Kínában 10 évvel ezelőtt még „lekoppintott” nyugati feldolgozógépek jobb vagy rosszabb másolatait gyártották saját üzemeik vagy a szomszédos országok számára. Mára sokat javult gépeik színvonala, némelyekbe nyugati országokból rendelt elemeket építenek be, és terveik szerint egyes termékeiket Európában is forgalmazzák majd.

### Éjszaka emberi felügyelet nélkül dolgozó fröccsüzem

A **Hans Fleig GmbH** (Lahr) a németországi Fekete-erdőben két évvel ezelőtt még 12 szorosan egymás mellé helyezett fröccsöntő géppel dolgozott. Ma 750 m<sup>2</sup>-en szellősen felállítva 16 gép gyártja a termékeket *napi 24 órában a hétvégét is beleértve*, éjszakánként emberi felügyelet nélkül. A 120–800 kN közötti záróerejű gépeken az elektrotechnika, az autó- és repülőgépgyártás számára készítenek magas műszaki színvonalú alkatrészeket – házakat, kapcsolóelemeket, dugaszokat, tekercstesteket, diódatartókat, légszák- és biztonságiöv-rögzítő szerelvényeket. Közvetlen terveik között szerepel az inzerntechnika és az automatizált szerelés technika további fejlesztése. A cég járatos a mikrofröccsöntésben, amelyhez szerszámokat is tervez és épít. Legkisebb termékük tömege 0,01 g. A sorozatgyártás darabszámai 10–250 000 között vannak. Minél nagyobb a darabszám, annál magasabb színvonalú a gyártás automatizáltsága. A nagy darabszám miatt nem lehetséges a fröccsöntött darabok egyenkénti vizsgálata, ezért teljes egészében a korszerű vezérléstechnikára alapozott precíz gyártástechnológiára kell hagyatkozniuk. Az üzem megrendelése folyamatosan nőnek.

Az új fröccsöntő üzembe a feldolgozóberendezést a **Boy** cég (Neustadt-Fernthal) szállította, amelytől korábbi gépeiket is vásárolták. A Boy cég a düsseldorfi K'2007-es műanyagvásáron állította ki először *Procan Alpha* elnevezésű új vezérlőrendszerét, és mint régi ügyfelét, 9 más céggel együtt a Hans Fleig GmbH-t is felkérte ennek tesztelésére. A cég öt hónap alatt alaposan megismerte és „kiveszte” ezt a rendszert, amely nem volt teljesen ismeretlen a számára. A *Procan* vezérlőrendszer első változata ugyanis 1994-ben került a piacra, és az *Alpha* ennek továbbfejlesztett változata, amelynek egyszerűbb a kezelése, nagyobb a reakciósebessége és folyamatbiztonsága.

A Boy cég a kipróbáláshoz egy *Procan Alpha* vezérlőrendszerrel ellátott és mikrofröccsöntéshez kialakított fröccsöntő gépet adott a Hans Fleig cégnek, amelyen természetesen a legproblematikusabb terméket, egy autóelektronikába szánt diódatartót kezdtek gyártani. Ennek a *0,08 g tömegű formadarabnak nagyon vékony a fala, és optikailag hibátlannak kell lennie.* Anyaga poliamid 12, és a cég évente 0,8–1 millió darabot gyárt belőle. Az új vezérlés nemcsak a precízításra és a megbízhatóságra vonatkozó igényeket elégítette ki, hanem még a fröccsöntési folyamat további optimalizálását is lehetővé tette, így a 7 másodperces ciklusidőt 6 másodpercre lehetett csökkenteni a termék minőségének megtartása mellett, szerszámcseré után pedig legfeljebb 10 perc kellett a stabil gyártási folyamat beállításához.

Mindez az új vezérlési és szabályozási technikának köszönhető. A vezérlőrendszer alapja egy *UTX-PC*, valós idővel üzemelő rendszerrel és új hardvermodullal, amely extrém gyors reakciókat tesz lehetővé. A hardvermodul a PC-től függetlenül a paraméterek minden változását közvetlenül dolgozza fel. A ciklustól függő PC-vezérlésnek mindig van idővesztése, bármilyen nagy teljesítményű is a számítógép. *Az új vezérlés reakcióideje 75 µs, és ezzel az elérhető leggyorsabb rendszerek közé tartozik.*

A siker másik „titka” az *ILC* (*iterative learning controller*). A szabályozás a lehető leggyorsabban, a legkevesebb lövettel igyekszik elérni a gép végső és folyamatos állapotát, ezért a szerszám mozgásának csúszáskor jelentkező kis különbségeit kiegyenlíti. Általában ciklusról-ciklusra észleli az eltéréseket, és azonnal jelzi azokat a vezérlésnek. Ez rendkívüli előny a hagyományos szabályozáshoz képest, amely mindig a már bekövetkezett „eseményre” reagál.

A Fleig cég egy évben kb. 500-féle terméket gyárt, ezért gyakran kell a gépeket átállítani. A rövid felfutási idő náluk a gazdaságosság fontos tényezője. Az öthónapos próbaüzem után ezért már nem is akartak megválni a kapott géptől, és megvették azt. A gép azóta 7000 üzemórát dolgozott, hétvégéken és éjszaka is, és eddig egyetleneszer sem hibásodott meg.

Az üzemi dolgozóknak nem jelentett nagy feladatot az átállítás az új vezérlésre. A gépbeállítók rövid idő alatt teljesen megismerték és programozni is tudták a tesztgépet. Ez részben abból eredt, hogy az előző gépek (valamennyi a Boy cég gyártmánya) vezérlése hasonló elveken alapult. Másrészt a Boy cég az első változattól kezdve arra törekedett, hogy a gépek beállítása nagyon egyszerű legyen. Az az elvük, hogy „nem a kezelőnek kell megértenie a gépet, hanem a gépnek kell megértenie a kezelőt”. Az érintőernyős kijelzőn nagyon kevés a szöveg, ezt piktogramok, szimbólumok helyettesítik, a táblázatokat pedig grafikonok.

A fejlesztők számára a legnagyobb kihívást az jelentette, hogy a kezelés egyszerűsítése ne járjon a funkciók körének szűkítésével. A gépkezelőnek a napi munka során nem kell sokat törődni a vezérléssel, de annak képesnek kell lennie különleges és szokatlan fröccsöntési programok futtatására is. Ennek a két ellentétes követelménynek a kielégítésére a kezelőfelületet egyedi beállításra is alkalmassá tették. Ha egy egyszerű szerszámmal dolgoznak, elegendő egyetlen profilpontot kiválasztani. Ha nagyon bonyolult a szerszám, több, maximálisan 10 profilpontot lehet kijelölni. Tetszőlegesen választhatók ki a kijelzendő beállított (soll) és mért (ist) értékek. Speciális programok futtatásakor bármelyik adatsor vezérelhető. Ez különösen új termék fejlesztésekor fontos. Ki is próbálták az üzemben a tesztelés időtartama alatt a gépet egy 0,25 mm vastag falú, 50 mm folyási úttal feldolgozandó memóriakártya fröccsöntésére. A feladat az volt, hogy ennek a műszaki műanyagból készített darabnak az automatikus, folyamatbiztos és sorozatgyártásra alkalmas technológiáját kidolgozzák. A fejlesztőmunka 18 hónapot vett igénybe.

A mobiltelefonok gyártóinak fő célkitűzése az, hogy termékeik kicsik, könnyűek és olcsók legyenek. A Hans Fleig cég ilyenekhez fejlesztett ki egy ún. akkubox-ot. Ezt ún. *vékonyfal-technikával* fogják gyártani. Sok-sok órát vitatkoztak a szerszám kialakításáról. Ez a termék ugyanis olyan igényes, hogy aligha fogják belátható időn belül egy „olcsó” országban gyártani, és általa a mobiltelefon-gyártás egy része talán ismét visszakerül Európába. A közelmúltban ugyanis Kínából kaptak megrendelést mobiltelefonok precíziós alkatrészeinek gyártására. Ez jó alkalom volt a kísérleti gép nyelvtudásának ellenőrzésére. Kiderült, hogy a gép nemcsak angol, török és számos más európai nyelvet ismer, hanem kínaiul is tud.

A Boy cég képviselői szerint az új vezérlőrendszerbe beépítették azt a lehetőséget is, hogy a gépeket egy üzemen belüli közös hálózatba kössék be. Az egyes gépek csatlakoztatása lehetővé teszi egy fölérendelt IT-rendszer, pl. *gyártástervezési rendszer (Produktionsplanungssystem, PPS)*, *üzemi adatokat feldolgozó rendszer (Betriebsdatenerfassungssystem, BDE)* vagy *gyártásvégrehajtó rendszer (Manufacturing execution system, MES)* kialakítását. Ilyeneket régóta terveznek, a nagyobb vállalatoknál részben már meg is valósítottak, a kisebb cégeknél azonban ez lassan megy. A Boy fröccsgépek egy OPC csatlakozóponton keresztül egyszerűen beköthetők egy ilyen rendszerbe. Egy számítógép és a feldolgozógép közötti kommunikáció ezután olyan egyszerűvé válik, mintha két irodai számítógép „beszélgetne” egymással.

## **Kínában is fontos az energiatakarékosság**

A kínai műanyag-feldolgozók is erős versenyhelyzetben dolgoznak, és őket is sújtja az árakra nehezedő nyomás. A **Kali Blade Manufacture** (Ningbo) használati eszközöket gyárt fröccsöntő üzemében, ahol a kínai **Haitan Plastics Machinery** cég 30 gépével, közöttük 8 *Mars* típusú géppel termelnek.

Kínában évek óta meredeken nő az áramfelhasználás, az országos statisztikai hivatal szerint 1991-ben 487 330 millió kW volt, 2007-ben már 2 484 700 millió kW. Ennek eredményeképpen jelenleg átlagosan 6,8 eurocentbe kerül egy kW áram, ami a

hazai feldolgozók számára „horribilis” összeg. Ehhez hozzátartozik az a tény, hogy a feldolgozók csak egy előre meghatározott számú kWh áramot kapnak ezért az árért, ha túllépik a keretet, tartományonként különböző, de rendkívül magas felárat kell fizetniük. Egyes ipari körzetekben ilyen plusz áramhoz nem is lehet hozzájutni.

Versenyképességük megőrzésére a közepes nagyságú vállalatoknak energiatakarékos gépeket kell beszerezniük. A külföldi gyártók nagy precizitású, villamos hajtású gépei a kínai feldolgozók számára elérhetetlenek, a hazai gyártmányú hidraulikus gépek viszont általában nagyon sok energiát fogyasztanak.

A gépgyártók közül a **Haitan** felismerte az „idők szavát”, és megkezdte az energiatakarékos gépek gyártását, amelyeket jelenleg a 600–40 000 kN záróerő-tartományban kínál. Ezek leglényegesebb része a *zajcsökkentett, zárt hidraulikus szabályozórendszer, amely sokkal kevesebb hűtővizet igényel.* Újszerű szervóhajtása van, 0–2000/min között változtatható fordulatszámmal. A motor sebességét egy jeladó az invertervezérléshez továbbítja, ahova egyidejűleg a hidraulikából egy szenzor a szinkronizáláshoz szükséges nyomásértéket juttatja el. Az adatok birtokában a szabályozás az optimális energiát veszi fel. Ezzel a technikával a fogaskerék-szivattyúk hiszterézis nélküli lineáris folyadékáramlást biztosítanak kis és nagy sebességek mellett is. Az eredmény egy homogén hajtórendszer, amelynek teljesítménykarakterisztikája az aszinkron motoréhoz hasonló, de nagyobb gyorsítással képes dolgozni. Ennek a szervórendszernek a reakcióideje 0–2000/min fordulat között 0,05 s, egyharmada egy szokásos szivattyúval dolgozó hagyományos gépének. A **Kali** cég ilyen géppel egyszer használatos borotvákat gyárt polipropilénből és polisztirolból. A termék pontossága jobb lett és a gyártáshoz szükséges energia 45%-kal csökkent.

A géptípus kifejlesztésével a kínai gépgyártó nemcsak a kínai műanyag-feldolgozók igényeit tudja kielégíteni, hanem egy új elvet is megvalósított, amelyet más országokban is értékelnek. Az ausztráliai **Philmac Pty** cég pl. hat *MA 3200/1700*, ill. *MA 2500/1000* típusú gépet rendelt, amelyen PVC fittingeket gyárt. Az ausztráliai cég meg van elégedve a gépek áram- és víztakarékos működésével, és véleménye szerint a gépek használati értéke megközelíti a villamos hajtásúakét. A sikeren felbuzdulva a kínai gépgyártó újabb gépsorokat tervez. Egy kétlapos gépet lát el pl. az új hajtástechnikával, amelyet Európában is forgalmazni akar.

Nemcsak a külföldi piacok meghódítása, de a hazai feldolgozók megnövekedett igényei is arra ösztönzik a kínai gépgyártókat, hogy az elmúlt tíz évben gyártottaknál jobb gépeket állítsanak elő. Ezért egyre gyakoribb, hogy *a hajtórendszer, a hidraulika és az elektronika egyes elemeit Európából szerzik be.* Miután a műanyag-feldolgozók ma már világszerte keresik az energiatakarékos gépeket, az ilyen kombinált gépek a Kínán kívüli feldolgozók érdeklődését is felkelthetik.

Összeállította: Pál Károlyné

Zinckgraf, S.: Den Bediener verstehen. = *Plastverarbeiter*, 59. k. 10. sz. 2008. p. 82–86.

Franz. H.: Sparsam im Verbrauch. = *Plastverarbeiter*, 59. k. 10. sz. 2008. p. 120–121.