

## Könyökkaros és hibrid robotok a fröccsöntő üzemben

A műanyag-feldolgozó üzemekben eddig jórészt lineáris robotokon alapuló automatizálás helyett egyre jobban terjednek a mozgékonyabb, kevesebb helyet foglaló hattengelyű könyökkaros robotokat alkalmazó technológiák. Ezt jól lehetett érzékelni a 2006-ban rendezett Fakuma kiállításon. Néhány robotgyártó hibrid gépeket is gyárt, amelyekben a lineáris technikát a hattengelyűvel ötvözi, és több műanyag-feldolgozó cég máris ilyen alkalmazása mellett döntött.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; automatizálás; lineáris robotok; hattengelyű könyökkaros robotok; hibrid robotok; miniatűr alkatrészek; autóalkatrészek.*

### Kicsi könyökkaros robotok kényes termékek gyártásához

Az **RKT Rodinger Kunststoff-Technik** műanyag-feldolgozó csarnokában 70 db 200–2500 kN közötti záróerejű fröccsöntő gép dolgozik szorosan egymás mellett. A csarnok egy leválasztott részében 16 gépen kényes orvostechikai és miniatürizált műanyag alkatrészeket gyártanak tisztaüzemi körülmények között, pormentes légtérben. Az automatizált gépek és szerelősorok a hét minden napján 24 óra hosszat termelnek. *Az üzem mintegy 500 különböző terméket állít elő megrendelésre, általában évi 100 ezer és 1 millió közötti darabszámban. Minden évben kb. 100 fajta termék cserélődik ki vagy változik meg kisebb-nagyobb mértékben.*

Míg általában az egyszerűbb fröccsöntött formadarabokat kidobók lökik ki a szerszámból, és azok csúszkán siklanak le a gyűjtőedénybe, a RKT-nél precíziós fröccsöntéssel előállított, funkciós elemeket is tartalmazó apró formadarabok kivétele és lerakása nagyobb gondosságot igényel. Nem szabad ugyanis megkockáztatni, hogy a drága darabok eltörjenek és a selejtet növeljék. A filigrán termékek kezelését ezért robotokra bízta.

A cégnél korábban lineáris robotokat alkalmaztak. A széles termékválaszték, a nagy darabszám és a gyakran változó feladatok miatt azonban ezek a robotok már lassúnak és rugalmatlannak bizonyultak. *Egy lineáris robot általában egy adott fröccsöntő gépet képes kiszolgálni, gyakran rá is szerelik a gépre, gyors kicserélése ezért nem lehetséges. További hátránya, hogy mozgási távolsága munka közben 1,5–2 m, és ugyanannyi alapterületet foglal el, mint maga a fröccsöntő gép. A RKT ezért fokozatosan áttér a hattengelyű karcsú könyökkaros robotok használatára. Jelenleg a **Mishubishi Electric** cég 15 RV-65 típusú kis robotja szolgálja ki a fröccsöntő gépek egy részét.*

*A könyökkaros robotok nagyon mozgékonyak, és alkalmasak mind a betétek behelyezésére, mind pedig a kész darabok kivételére a szerszámból. Maximálisan 6 kg terhet tudnak emelni, 696 mm távolságot hidalnak át, és 9500 mm/s sebesség mellett 0,02 mm pontossággal dolgoznak.*

A robotokat a gépekre szerelik. Szerszámnyitáskor a robot felülről azonnal benyúl a szerszámtérbe, kivieszi a 80 °C-os formadarabot, és további hűtésre a szállítószalagra helyezi vagy a gép melletti gyűjtőtartályba teszi. Vannak olyan termékek, amelyek szerszámüregébe fröccsöntés előtt fémbetéteket kell tenni. A robot több (maximálisan 48) fészket képes egyszerre kiüríteni. Az ezekről leváló beömlőcsonkokat zsákba dobja vagy azonnal az őrlőberendezésbe viszi, ahonnan a hulladék visszakerül a gyártási folyamatba.

A tervezést, a szállítást, a hattengelyű robotok beillesztését a gyártási folyamatba és a szervízmunkát a Mitsubishi cég rendszerpartnere, az 1994-ben alapított **Robtec** cég végzi.

*A korszerű robotok alkalmazásának legfőbb előnye a kész darabok gyors eltávolítása, mert a fröccsöntő gép nagyon rövid idő alatt szabaddá válik az újabb darab előállítására. A kivételhez a RKT-n belül vákuumos megfogófejet fejlesztettek ki. A robot vezérlése – amelyet szabványos Euromap 12 típusú csatlakozás köt össze a fröccsöntő gép vezérlésével – a beépített vákuummérő berendezés segítségével ellenőrzi, hogy valamennyi cellában elég erős-e a vákuum, nehogy egyetlen fészekben is benne maradjon a kész darab, és záráskor megrongálja a drága szerszámot. A kiemelés utáni műveletek alatt a robot sebessége kisebb, mert két fröccsöntés között – az anyagtól és a darab falvastagságától függően – 10–40 s telhet el.*

A hattengelyű robotok a termékváltást is gyorsabbá és rugalmasabbá teszik. Egy robotot egy órán belül át lehet helyezni egy másik fröccsgépre. A gépeken egy talpazat biztosítja azt, hogy mozgás közben a robot megfelelő helyzetben legyen rögzítve. A felerősítés után a gépkezelőnek csak ki kell választania a megfelelő programot, és a robot máris kész a munkára. Hetente általában egyszer kell egy ilyen átállítást egy-egy gépen elvégezni.

A programokat a fröccsöntő üzem műszaki személyzete készíti el. Ehhez a könnyen megtanulható *Melfa Basic programnyelv* és a Robtec cégnél kifejlesztett programozószerszám segíti őket. A kézzel kezelhető berendezéssel és az ún. oktatóboxszal (teaching box) csupán a robot várakozási és kivételi helyzetét kell beállítani. A többi paramétert használatkor a vezérlőrendszer generálja.

*A robotok révén nagyon lecsökkentek a ciklusidők, ami növeli a magas munkabérekkel dolgozó németországi termelés versenyképességét. Egy műanyag csatlakozó gyártásának ciklusideje pl. 16 fészek egyidejű ürítésével 6,2 s. Ezt lineáris robottal nem lehetne elérni.*

A hattengelyű robotok nagyon üzembiztosak. Korábban gyakran kellett leállni a lineáris robotok meghibásodása miatt. *A hat év óta üzemelő hattengelyű könyökemelő robotok miatt üzemszünet még nem volt.* Az utóbbiak szükséges karbantartása is gyorsan elvégezhető, mert valamennyi fontos alkatrészhez könnyen oda lehet férni. A robot

azt is jelzi, ha – a terhelés mértékétől függően – az előre kijelölt idő előtt karbantartásra szorul.

## **Robotok a Fakuma kiállításon**

A **Krauss-Maffei Automation AG** először 2006-os nyári fórumán mutatta be azt a gyártócelláját, amelyben egy *KM 80 CX típusú fröccsöntő* gép védőburkolatán belül helyezett el egy *IR 3 F típusú könyökkaros ipari robotot*. A védőburkolatot a szükséges helyen kicsit kibővítették. A cég a berendezést a Fakuma kiállításon is bemutatta. A robot feladata, hogy a kész darabot kivegye a szerszámból és azt ugyancsak a védőburkon belüli szállítószalagra helyezze. A szalag a burkolat alatt viszi ki a terméket a gép teréből. Ennek a megoldásnak a célja az volt, hogy a gyártócella átvétele és leszállítása után a megrendelő szinte azonnal használatba tudja venni. Ezt az elvet a 3000 kN záróerejű gépekig bezárólag tudják megvalósítani. A kezelőfelület nagyon egyszerű programozást tesz lehetővé.

A cég változatlanul kínálja *lineáris robotjait* is. A *LR*-sorozatú robotokat a gyártósorba lehet építeni. Az *LR-S* sorozatúak mechanikailag azonosak az *LS*-típusúakkal, de önálló vezérlésük van, és régebbi *KM* és nem *KM* típusú fröccsöntő gépekkel együtt is használhatók. A cég ezeket a berendezéseket megrendelői kívánságára fejlesztette ki, akik ilyen módon régebbi gépeiket jó minőségű robotokkal egészíthetik ki. Különleges alkalmazásra, pl. *PET* feldolgozásához ajánlják a *nagy sebességű kiemelőrobotokat (high-speed-Entnahmesysteme)*. Az *IR* sorozatjelzésű ipari robotok a lineáris robotokhoz hasonlóan igazodnak a feldolgozógépek méreteihez, ennek megfelelően teherbírásuk 3–220 kg között lehet. Felszerelésük módja szerint vannak *padlóra telepített berendezések* (ilyenkor magát a robotot a kiszolgáló oldallal szemben állítják fel, a kivétel a kiszolgáló oldalon történik); *konzolrobotok* (amelyeket állványra szerelnek, és a fröccsdarabot felülről emelik ki); *falra szerelt robotok* (a robot a levegőben lóg, oldalról veszik ki a darabot, a robot alatti teret szereléshez vagy tároláshoz használják).

A **Demag Plastics Group** is kiállított egy *tisztatérű gyártásra szánt gyártóegységet*, amely magába foglalja a formaadást, az automatikus darabkezelést és a minőségellenőrzést. A helytakarékos összeépítést egy kisméretű hattengelyű könyökkaros robot tette lehetővé, amely a gép mellett egy állványon lóg. Ezáltal nagyon megrövidült az út a szerszámfészek és a szállítószalag között. A költséges tisztatér méretét alapvetően meghatározza a robot által elfoglalt hely. Kis – néhány kg teherbíró képességű – robotokkal jelent meg a kiállításon a **Stäubli** cég.

Robotok nélkül szinte elképzelhetetlen a *fröccsöntést követő azonnali további feldolgozás*. A **Reis Robotics** cég arra törekszik, hogy *robotjai segítségével a fröccsöntött terméken azonnal el lehessen végezni a szükséges marást, vágást, ragasztást, habosítást*. A Fakuma kiállításon egy automatikus vágó- és egy maróberendezést mutattak be. Az **ABB** robotgyártó cég egyik robotja a kiemelt terméket azonnal nyomtatta, egy másik osztályozta és a minőségét ellenőrizte. A gyártást követő azonnali minőségvizsgálat különösen kiemelt feladata lehet a robotoknak.

Több ún. *hibrid robotot* is lehetett látni a Fakumán. Ilyen volt a **Kuka-Roboter GmbH Kuka-Jet** elnevezésű terméke, amely a hattengelyű mozgást lineáris mozgással kombinálta. Robotjain a vízszintesen kinyúló karra (felette vagy oldalt) egy könyökka-ros robotot szerelnek, amelynek az első, függőleges tengelye hiányzik. Ez a konstrukció különösen jól használható formadarabok hosszirányú kivételére a fröccsgépből. *A hibrid gépek gyorsak, kevés helyet foglalnak és nagyon sokoldalúak.* Mozgékonyságuk következtében szűk nyílásokba is képesek betéteket elhelyezni és pontosan pozicionálni. A gépelrendezés a nagy térfogatú darabok kivételéhez használt bonyolult eljárások esetén is helytakarékos lehet a gyártócsarnokban. A Kuka-Jet típusú robotokat négyféle méretben, különböző hatótávolsággal és munkafelülettel kínálják. *Teherbírásuk 30–60 kg.* A kiállításon látható robottal fröccsöntő gépből való termék kivételt szimuláltak. A robotot összekapcsolták egy padlóra telepített robottal, amelyen magas műszaki színvonalú optikai ellenőrzőrendszer (*Vision-System*) volt. Az utóbbi valamennyi kiemelt darab méreteit mérte. A *Vision-System* nem darabfüggő. A bonyolult feladatok egyszerű kezelését a „*Kuka Smart G.U.I. Plastic*” kezelőfelület könnyíti meg. Hibrid robotot állított ki a **Fanuc Robotics** cég is.

## **Robotok a műanyag autóalkatrészek gyártásában**

A **Rainer csoport** gyáraiban fémből és műanyagból gyártanak autóalkatrészeket. A cégnél több év óta törekszenek a gyártási folyamatok automatizálására. Gyártósoraikhoz a németországi **Reis Robotics** cég szállítja a robotokat.

Első megvalósított közös munkájuk az *Audi-A3 gépkocsimodell kerékspoilereinek* automatizált gyártása volt. (A kerékspoiler – lökhárítótoldal – a gépkocsi első és/vagy hátsó lökhárítóján kialakított légtérrelő, amely a kerekek térségében csökkenti a légellenállást.) A gyártóciklus első lépéseként a robotnak korábban felületkezelt és a fröccsöntés előtt előmelegített fémbetéteket kell a szerszámba tennie. A betéteket csak akkor veszi fel, ha hőmérsékletük megfelelő. Ilyenkor egy 120 tonnás **Demag** gyártmányú fröccsöntő gép kétfélszkes szerszámába helyezi őket, majd 2. lépésként EPDM+PP-vel (az **A. Raymond** cég terméke) körülfröccsöntik. 3. lépésként szerzőmnyításkor a robot kiveszi a darabokat, és külső épségük ellenőrzése után a lemezanyák felszerelési helyére szállítja azokat. 4. lépésként egy forgatóállomásra kerülnek, ahol ellenőrzik helyzetüket, majd megfelelően pozicionálva gyűjtőtárolóba kerülnek. Az utóbbi lépésre azért van szükség, mert a lökhárítótoldal bonyolult 3D-s forma, és a kész darabokat a lehető legjobb helykihasználással kell egymásra rakni.

Az első program sikere nyomán megvalósították a jóval nagyobb szabású másodikat is, amelynek célkitűzése a *Golf V típusú gépkocsik kerékspoilereinek* automatikus gyártása volt. Ehhez két teljesen azonos RVL16 típusú robotot állítottak fel egymás tükörképeként a 250 tonnás **Arburg** fröccsgépek mellett. A kihívás nagy volt, nem csak a gyártandó darabbal szembeni magas minőségi követelmények és a megrendelő utolsó pillanatban jelentkező változtatási igényei miatt, hanem a szűkös hely okozta korlátok miatt is.

Ma már *háromféle kerékspoilert* is gyártanak egyetlen fröccsöntő gépen EPDM+PP-ből. A beömlőcsontot még a szerszámon belül leválasztják. A robot kiemeli a fröccsöntött darabokat, helyzetüket lineáris tengelyéhez igazítja, amely az ellenőrző állomásra viszi őket. Itt kontúrszenzor vizsgálja meg a darabok épségét és optikai kamera a felület minőségét. A következő művelet a lemezanyák felszerelése, majd a levétel helye felé haladván, útközben, a lemezanyák helyzetének ellenőrzése. A sor végén minden darabot a saját optimális helyzetébe fordítanak, és így kerülnek a gyűjtőtartályba, amelyben karton távtartók és köztes rétegek óvják a kész spoilereket a sérüléstől. Ezek a csomagolóelemek is automatikusan, a gyártással összehangolva, másodperc pontossággal érkeznek a helyszínre. Mindezzel időt takarítanak meg, és növelik a gyártás termelékenységét.

Két gyártósoron az *Opel Astra aktuális modelljének nyitható-zárható tetőszellőzőjét* állítják elő és szerelik össze. Az alsó és felső részből álló szellőző szerelését pontosan összehangolták a fröccsöntéssel. A fröccsöntés befejezése után egy RVL16 robot kiveszi az első fröccsgép szerszámából a poli(oxi-metilén)-ből (POM) gyártott filigrán alsó részt, és tálcára helyezve szállítja a további feldolgozáshoz. A másik fröccsöntő gépben egy speciális polikarbonát (PC) keverékből készítik az alsó részt. A két rész összeszerelését egy második robot végzi el. Ennek a darabnak a minőségi követelményei nagyon magasak: színének és fényének pontosan egyeznie kell a kész gépkocsi tetőlemezéével, és egyetlen karc sem lehet rajta. Mindkét robot hattengelyű hibridmórt tartalmaz, ahol az első tengely lineáris mozgást végez. A szellőző alsó részét nyolcfészkes, a felső részt négyfészkes szerszámban fröccsöntik.

A cégnél fémből és műanyagból *klipszeket és más kötőelemeket is* gyártanak. Automatizálással a végtelenített klipszek és kábelszerelések fröccsöntését akarták megoldani. Az **A. Raymond** cég fejlesztette ki a *végtelenített fröccsöntés technológiáját és a automatizálható szerelőfejek elvét*. A **Reis** cég ehhez kidolgozta az automatizálási eljárást és a robottechnológiát. A gyártás során ilyen módon az utak megtételéhez szükséges idő 70%-át lehet megtakarítani.

Összeállította Pál Károlyné

Poßberg, N.; Vorteile für sechs Achsen. = *Plastverarbeiter*, 57. k. 9. sz. 2006. p. 24–26.

Krauss-Maffei Automation mit neuer Produktionszelle. Kompakter Knickarm. = *Kunststoff Berater*, 51. k. 9. sz. 2006. p. 24–25.

Kraus, J.: Bewegungsfreiheit. = *Das IndustrieMagazin*, 40. k. 2006. okt. p. 26–27.

Knickarmroboter auf schneller Linearachse. = *Kunststoff Berater*, 51. k. 9. sz. 2006. p. 22.

Knaf, M.: Automatisch Zeit gespart = *Plastverarbeiter*, 57. k. 9. sz. 2006. p. 130–131.

#### *Egyéb irodalom*

New robots are handier than ever. (Az új robotok könnyebben kezelhetők mint korábban – beszámoló az NPE 2006 kiállításról.) = *Plastics Technology*, 52. k. 9. sz. 2006. p. 50-53, 55, 57, 74–75.