

## Robotok a fröccsöntő üzemekben (1. rész)

A fröccsöntő üzemekben egyre jobban terjed a robotok alkalmazása. A publikáció 1. részében a robotok gyártói jelenlegi újdonságaikra hívják fel a figyelmet, és több olyan lehetőségre mutatnak rá, amelyekben a feldolgozó üzemek tovább hasznosíthatják a többtengelyes vagy a lineáris (kateziánus) robotok előnyeit. A következő számban megjelenő 2. részben a robotok további fejlesztéseiről számolnak be, amelyek révén a fröccsöntés magas szintű automatizálása megvalósíthatja az Ipar 4.0 elvei szerinti műanyag-feldolgozást, többek között az emberrel együttműködő robotok, az ún. kobotok alkalmazásával.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; automatizálás; robotok; robotgyártók; csuklós robotok; lineáris robotok.*

### Korszerű robotok a fröccsöntők számára

A robotok és az automatizálás ma már az élet minden területén, pl. a háztartásokban is megjelennek, de igazi sikerárgazatuk az ipari gyártás, elsősorban az autógyártás, emellett a műanyag-fröccsöntés is. Alkalmazásuk rohamosan terjed. Európai statisztikai adatok szerint a 2010-ben vásárolt új fröccsöntő gépeknek csak 18%-ához rendeltek robotot is, 2019-ben viszont már minden harmadik gépet hozzá tartozó robottal szállítanak a feldolgozóhoz. Emellett már nagyon sok feldolgozó adaptálta az OPC/UA rendszert (Open Platform Communications United Architecture), amely lehetővé teszi a gépek egymás közötti, vagy a számítógép és a gépek közötti ipari kommunikációt, azaz az adatszerét. Ezzel lehet távolról irányítani – esetleg emberi jelenlét nélkül – a termelést (vagy beindítani a munkahelyről a lakás fűtését...).

A fröccsöntő üzemekben korábban túlnyomóan lineáris (más nevén karteziánus vagy delta) robotokat alkalmaztak, amelyek három irányba (x, y, z irányba, azaz fel-le, előre-hátra, jobbra-balra) tudnak mozogni. Számos üzemben ma inkább a soktengelyes csuklós robotokat vélik hasznosabbnak. Mások viszont ragaszkodnak az egyre több feladatot elvégezni képes lineáris robotokhoz.

#### *Többcsuklós robotok*

A fröccsöntő gépeket gyártó *Sumitomo (SHI) Demag* cég egyesült királyságbeli (UK) részlegében megfigyelték, hogy a feldolgozók többsége ma inkább hattengelyes robotokat választ. Ennek egyik oka, hogy a lineáris és a többtengelyű robotok közötti árkülönbség erősen csökkent, és hogy az utóbbiak könnyebben programozhatóvá és egyszerűbben integrálhatóvá váltak. Döntéseikben az is szerepet játszik, hogy a korábbiaknál jobban igyekeznek al-

kalmazottaik munkáját megkönnyíteni, jólétét, egészségét megőrizni. Ehhez az automatizálás jelentősen hozzájárulhat.

A *TE Robotics (Europe) Ltd (UK)* a korábbi *Toshiba Machine*, 2020. április 1. óta a *Shibaura Machine* robotjait forgalmazza. A disztribútor arra panaszkodott, hogy a robotok forgalmazóinak meg kell küzdeniük azzal a hiedelemmel, amely szerint az automatizálás megfosztja az embereket a munkahelyüktől. Ez az aggodalom elfedi az automatizálás előnyeit. Az aggodalom azonban indokolatlan. Ha pl. korábban egy klasszikus lineáris robot emelte ki a terméket a szerszámból, a további munkaműveleteket a gépkezelőnek kellett elvégeznie. Ha a gépre egy hattengelyes robotot szerelnek fel, a kiegészítő munkát is elvégzi a gép. A gépkezelő e helyett ellenőrizheti, összerakhatja, esetleg becsomagolhatja a terméket. A robotgyártás tulajdonosváltása révén a *TE Robotics* kínálata a korábbiaknál nagyobb teherbírású és nagyobb távolságot áthidaló hattengelyű robotokkal bővült.

A *Kuka Robotics* (Augsburg, Németország) *KR Agilus* márkanévű sokoldalú hattengelyes kisrobot-családját 100%-ban a Kuka cégnél fejlesztették ki, és ennek vállalatai, pl. a németországi *Kuka AG* (Augsburg) gyártják. Ezek a kis méretű robotok rendkívül precízen, minimális ciklusidővel dolgoznak. Egy automatizálással foglalkozó német cég, a *Robomotion GmbH* (Leinfelden-Echteringen), ilyen robotokkal szerelt fel egy műanyag evőeszközöket előállító gyártócellát. Az evőeszközöket a Reutlingei Egyetem diákjai tervezték, és az egyszeri használat után eldobandó műanyag evőeszközök helyettesítésére ajánlják. A *Flexobot* robotcella kiszolgálja a fröccsöntő gépet, emellett több utóműveletet is elvégez, pl. eltávolítja a beömlőcsonkot, kiemeli az evőeszközöket, az optikai rendszerrel ellenőrzi a minőséget, összerakja a fröccsöntött darabokat. Mivel ezek nagyon melegek, rövid időre félrerakja őket, ha lehűltek, ismét felveszi őket és kivágja az evőeszközöket a darabból (1. ábra). A robot 3D nyomtatással gyártott megfogó szerkezete ehhez alkalmas eszközzel van ellátva.



1. ábra A Kuka *KR Agilus* kisrobotja elrendezi a fröccsöntött evőeszközöket



2. ábra Az URS egyik kerekeken mozgatható mobil robotja

A *Fanuc America Corporation*, (Rochester Hills, MI, USA) a világ egyik vezető ipari és gyárautomatizálással foglalkozó vállalata, és az egyetlen, amely az automatizáláshoz szükséges valamennyi eszközt saját forrásaiból szállítja. „*One Fanuc*” elnevezésű komplett automatizált rendszerei – amelyekhez hozzátartoznak a CNC vezérlések, a gépek, az ipari robotok, a szervomotorok és a „dolgok internetjének” (IoT, Internet of Tools) megoldásai is – egyre népszerűbbek. A cég a világ robotpiacának 20–30%-át uralja, az USA-ban 50%-át, amit főképpen az autógyártás automatizálásának köszönhet. A cég úgy látja, hogy a robottechnikában és a fröccsöntésben is korszerűsödnek a technológiák. Megfigyelései szerint Ázsiában és Amerikában korábban inkább az egyszerűbb, könnyebben kezelhető gépeket keresték, Európában viszont inkább a nagyobb teljesítményű, többtengelyű robotokat részesítik előnyben. A Fanuc cég Európának most testre szabott rendszereket kínál, amelyek nagyon népszerűek. Ezekkel orvosi eszközöket, többkomponensű fröccsöntött termékeket gyártanak vagy folyékony szilikont dolgoznak fel.

A nagyobb termelékenység elérésére és a termelés bővítésére az egyik leghatásosabb eljárás az automatizálás, amely a *Milacron* cég (Cincinnati, Ohio, USA) *Mosaic+control* technológiájával könnyen bevezethető az olyan feldolgozó üzemekben, ahol korszerű fröccsgépekkel és kiegészítő eszközökkel dolgoznak. Ezek közé egyszerűen beilleszthető egy olyan gyártócella, amely robotokat, ömledékcsatorna-szabályozókat, szárítókat, szállítószalagokat, szerszámhőmérséklet-szabályozókat és más, fejlesztés alatt álló eszközöket tartalmaznak. A cég arra törekszik, hogy „okos” automatikával felhasználja a meglévő gépek vezérlésének kapacitásait. Ha egy új szerszámot szerelnek fel a fröccsgépre, a hozzá tartozó szabályozó automatikusan beállítja a gyártócella valamennyi paraméterét. Ezzel elkerülnek az olyan hibákat, amelyek gyakran előfordulnak, ha a gépkezelőnek egyenként kell kézi vezérléssel a paramétereket beállítani, emellett sok időt is meg tudnak takarítani.

A dániai központú, de globális *Universal Robots* (URS, Odense S) az emberrel együttműködő (kollaboratív) robotok (kobotok) specialistája. A cég úgy véli, hogy ezekkel erősen meg fogja változtatni a jelenlegi fröccsöntő üzemek jellegét. A kobotok a hattengelyű robotok valamennyi előnyeivel rendelkeznek, de nem kell köréjük nehéz és sok helyet elfoglaló védőrácstól építeni, és a gépkezelő sem csak egy ajtón keresztül közelítheti meg a gépet. Különlegességük a kerekes vázra szerelt robot, amelyet szükség szerint tudnak bármelyik gyártóegység mellé állítani (2. ábra). De vannak mágnesesen rögzíthető hordozható robotok, és olyanok, amelyek talpát egy gépre szerelt tokba kell becsúsztatni. Ez gallérként veszi körül és rögzíti a talpat.

A URS sokféle robotkارت kínál, amelyekkel számos feladatot lehet automatikusan ellátni. Ezek megfogják és megfelelő helyre szállítják a soron következő darabot (pl. a szerszámba helyezendő betétet vagy a szerszámból kiemelendő fröccsöntött darabot vagy darabokat), ellenőrzik azok minőségét, elvégzik az utóműveleteket, összerakják és becsomagolják a kész terméket, majd kiszállításához rakodólapra gyűjtik őket.

Ilyen mobil robotokat alkalmaz egy minnesotai fröccsöntő vállalat, a *Dynamic Group*, és ezekkel igyekszik pótolni a nehezen kapható munkaerőt. A robotok háromféle feladatot látnak el. Az UK10-es első robot feladatai az egész ciklust átfogják. Ez emeli ki a fröccsöntött darabot a szerszámfészekből, elviszi a sorjátlanító eszközhöz, majd a további lépések felé irányítja, végül megnyomja a gombot a következő ciklus indítására. Ezzel az UK10-es robottal elérték azt, hogy a három műszakban dolgozó gépen műszakonként három ember helyett ma már csak egyet kell alkalmazni, a hulladékba kerülő selejt pedig szinte nullára csökkent.

A második robot egy szokásos lineáris robot, amely tandem rendszerben dolgozik együtt egy UR5 kobottal. A lineáris robot egy nyíláson keresztül ejti le a fröccsöntött darabot, ahol egy erre szolgáló érzékelő aktivizálja az UK kobotot; ez megfogja és a beömlőnyílásnál megdermedt csonkot az erre szolgáló eszközben levágja, majd a darabokat egy vizsgálóasztalra helyezi, hogy a gépkezelő ellenőrizze azok minőségét. Korábban a fröccsöntött darabok egy szállítószalagra hullottak, és eközben egyes darabok megsérültek.

A harmadik robot rendezetten összerakja a kész termékeket. Előtte az UK10-es robot nedves steril rongyokkal áttörli a szállítószalagot. A cég korábban 6-7 embert alkalmazott erre a nagyon gyorsan végzendő és megterhelő munkára. *Az automatizálásra fordított beruházás két hónap alatt megtérült.*

### *Lineáris robotok*

Bármennyi előnye is van a hattengelyű robotoknak, a lineáris robotok bizonyos részfeladatok elvégzésére alkalmasabbak és az idők folyamán jobban beváltak. A hattengelyes robotok gyártói ugyan azt állítják, hogy termékeik már népszerűbbek, a valóság az, hogy a korszerű lineáris robotok ma sok mindent meg tudnak tenni, amiről korábban azt gondolták, hogy csak a hattengelyű robotok képesek rá.

Az Engel cég (Schwertberg, Ausztria) szélesítette *Viper* márkanévű lineáris robotjainak választékát. Egy *Viper* robot hagyományosan egy fröccsgépet szolgál ki, de a cég ma már kínál olyan hordozható tartószerkezetekre épített robotokat is, amelyek nem közvetlenül a gépet segítik, hanem a kiegészítő műveletekben kapnak szerepet, amivel erőteljesen növelhetik a gyártási folyamat termelékenységét.

A korábban kerti medencékkel és felfújható vízi játékokkal kezdő, ma már uszodai eszközöket gyártó *Steinbach* vállalat kínálatában ott vannak az uszodákban használt tisztítószerek, fertőtlenítők, algamentesítők és más vegyi anyagok is, amelyek csomagolóeszközeit a megbízhatóság és a minőség szavatolása érdekében ugyancsak maga gyártja (3. ábra). Ezek polietilénből fúvóformázással készített hengeres palackok, amelyeket csavarmentes kupakkal zárnak le, vagy szögletes tartályok, amelyekre a polipropilénből készített fedelet rápatintással rögzítik. A cég az Engel céghez közel új gyártóegységet indított be a csomagolóeszközök gyártására.

A Steinbach az építkezéskor ügyelt a logisztikára, arra, hogy a telepen az anyagok és a termékek gyártás és felhasználás közben a lehető legrövidebb úton jussanak el rendeltetési helyükre. A műanyag-feldolgozó üzem egy új épület földszintjén kapott helyett; távolsága az igazgatási épülettől mindössze 300 m-re van, és közvetlen összeköttetése van a raktárral. Fellette, az emeleten van a töltőüzem. Az alapanyagok és általában az anyagok mozgását teljesen automatizálták.

A fröccsöntő üzembe eredetileg hattengelyes robotokat akartak vásárolni. De meggyőzték őket arról, hogy a lineáris robotok olcsóbbak, kevesebb helyet igényelnek, egyszerűbben kezelhetők és gyakran gyorsabbak a termék összerakásakor. Végül is sikerült nekik az Engel cég közreműködésével egy nagyon egyszerű, nagyon olcsó és jó költséghatékonyságú rendszert felépíteniük. A kiválasztott lineáris robotokkal sok olyan feladatot is meg tudnak oldani, amit a feldolgozók el sem tudnának képzelni.

Az Engel cég a fröccsöntő üzembe két teljesen azonos elektromos hajtású fröccsgép felett vízszintes pályát épített ki, amelyre a leghosszabb Z-tengelyt tartalmazó Viper 40 típusú lineáris robotot telepítette. Ez váltakozva mindkét gépet kiszolgálja. Ennek szoftverjét kicsit bonyolultabb programozni, mint a mechanikus rendszerekét, de az Engel ezt is megoldotta, és megteremtette a raktár menedzsmentjével is a közvetlen kapcsolatot. A gépkezelő egy 25 cm széles tapintóképernyőn ellenőrizheti a gyártási folyamatot. A két fröccsgépet, mögöttük a mennyezet alatt dolgozó robottal a 4. ábra, a fröccsöntött kupakok kiemelését a szerszámból a 5. ábra, a kupakok dobozba helyezését papírral elválasztott rétegekbe a 6. ábra mutatja. A szögletes bepattanó fedeleket 1+1 fészkes szerszámban gyártják; a fogantyút a fröccsöntés után azonnal beleprésselik a fedélbe. A robotok kialakításakor ügyeltek arra, hogy a fröccsöntött darab szerszámból kivételéhez és dobozba helyezéséhez ugyanazt a kar végére szerelt megfogó szerkezetet lehessen alkalmazni.



3. ábra A Steinbach cég uszodai tisztító- és fertőtlenítőszerének csomagolóeszközei



4. ábra A Steinbach cégnél felállított két Engels e-fröccsgép, amelyeket a gépek mögött, a mennyezet alatti vízszintes állványon mozgó Viper 40 típusú robot szolgál ki



5. ábra A Viper 40 robot kiemeli a kupakokat a szerszámból ...



6. ábra ...majd berakja őket az elszállításra váró dobozba

A robot tíz másodpercenként rakja a dobozokba az éppen elkészült termékeket, jelzi, ha megtelt és doboz, és kéri az újat. A rendszerrel naponta 50 000 kupakot lehet gyártani. A gépek napi 24 órát dolgoznak, hétvégén emberi felügyelet nélkül.

2019-ben a düsseldorfi vásáron (K2019) az Engel bejelentette, hogy lineáris robotjait az eddigi 12-féle méret helyett 60-féle méretben fogja kínálni, anélkül, hogy azok teherhordó kapacitása vagy maximális sebessége változna. *Viper 20* jelzésű robotja pl. az eddigi 900 mm helyett 1100 mm-ig tud majd rakodni, ami azzal jár, hogy az Euro-paletták teljes felületét el fogja érni, és teljesen fel tudja tölteni, amire eddig csak egy *Viper 40* típusú robot volt képes.

A *Sepro csoport* a (Roche-sur-Yon, Franciaország) bejelentette, hogy 2011 óta forgalmazott „*Success Range*” típusú, általános használatra ajánlott lineáris robotjait újra tervezi, ami kihat majd a robotok mechanikai teljesítményére és stílusára is. A 3-tengelyű, szervohajtású robotoknak négy változata lesz, ezeket kisebb és közepes, 7000 kN-os gépek kiszolgálására ajánlják. Az 5-tengelyű robotok (ezek márkanéve *Success Line X*) alapja a 3-tengelyű robot lesz, amelyet két szervohajtású csuklóval egészítenek ki a Yaskawa Motoman cég együttműködésével. A *Success* robotok új generációjának áramvonalas, fényesre polírozott felülete lesz, és a nagyobb fröccsgépeket is ki tudja majd szolgálni.

A *Sepro* valamennyi új *Success* robotjának vízszintes mozgását vezetőpályával (cam following bearing) könnyíti meg. A cég ezt a technológiát több évvel ezelőtt fejlesztette ki és szabadalmaztatta, hogy meg tudja oldani a nehéz hasznos terhek nagy távolságra szállítását. Általa eloszlik a terhelés a robot karján és kiegyenlítettebbé válik a mozgása. A *Success Line X* bevezetésével a lineáris robotok egy újabb, a korábbiaknál rugalmasabb és magasabb szintű változata jelenik meg a robotikában. Egy ilyen robot látható a 7. ábrán.

A *Star Automation Europe Sps* (Santa Maria di Sala, Olaszország) legújabb robotját, a *ZPX 1000*-t a tavalyi K2019-en mutatta be. Ez még gyorsabb, mint a 2018-as milánói vásáron bemutatott *ZXW-VI* sorozat robotjai. Független tengelye szénszálas polimerből készült. A cég újdonsága a *STEC-620A vezérlőrendszer*, amely könnyen csatlakoztatható egy fröccsöntő gép vezérlőrendszeréhez. 2020-ban két automatikus raklapcserélő automatát szándékoznak bemutatni a fröccsöntő üzemek számára.

Az *Arburg GmbH + Co KG* (Loßburg, Németország) a K2019-en mutatta be *Multilift V30* márkanévű robotját, amely a vásáron egy 2500 kN-os kétkomponensű *Allround* fröccsöntő gépet szolgált ki. Ezen habosított PP reciklátumból fröccsöntött alapformára második komponensként hőre lágyuló elasztomert, TPE-t fröccsöntettek. A 30 kg hasznos terhet hordozni képes robotot kifejezetten a nagy méretű *Allround* fröccsgépek számára tervezték. A sűrített levegő hatásfokának növelésére a robotba egy „okos” vákuumegységet építettek be.

Ugyancsak a K2019-en lehetett először látni a *Wittmann csoport* (Bécs, Ausztria) két évvel korábban bevezetett *Primus* robotsorozata utáni legújabb robotokat, amelyeket a cég *Sonic* márkanévvel forgalmaz. A *Primus* típusú robotok elsősorban ún. „pick and place” (fogd meg és tedd, ahova kell) feladatokra voltak alkalmasak, a *Sonic* sorozat robotjai többféle feladatot tudnak elvégezni. Valamennyibe beépítik a cég 20 éve alkalmazott UHS (ultra high speed, ultra nagy sebesség) egységét, azaz ezek a robotok nagy sebességgel dolgoznak. Egyelőre három típust forgalmaznak, *Sonic 131*, *Sonic 142* és *Sonic 143* márkanévvel (8. ábra). Ezek 3-7 kg terhet tudnak kezelni, és 1500–5000 kN záróerejű gépeket tudnak kiszolgálni. A robot teljes ciklusában a darabok kivétele 8 s-nál kevesebb időt igényel, de ez bizonyos esetekben akár 4 s-ig csökkenthető. A robot ciklusában vannak hosszabb időt igénylő feladatok

is, de a gép nagy sebessége miatt ezek is rövidülnek. A robot megfogáshoz szükséges, 1 s-nál rövidebb ideje is hozzájárul az egész gyártási folyamat nagyobb termelékenységéhez. A gyártás biztonságát szolgálja az a funkció, amely nem engedi meg a szerszámzást, amíg valamilyeni darab nem jut be a megfogó eszköz belsejébe. Ez minimális idővel növeli a ciklusidőt. A robotok mozgásakor a gyorsulás eléri a  $65 \text{ m/s}^2$ -et, ami korábban elképzelhetetlen volt.



7. ábra A Sepro 5-tengelyes Success robotja



8. ábra A Wittmann Sonic 143 jelzésű robotja

A Müller Technology Colorado (korábban CBW Automation) vékony falú csomagoló-eszközök gyártásához kínál robotokat. M-Line elnevezésű robotjait svájci testvérvállalatával, a Muller Technolgy Conthey (korábban H. Müller – Fabrique de Moule) közösen fejlesztette ki. Eredetileg mindkét vállalat a Müller Mold & Robotics céghez tartozott. Az M-Line robotokat mindkét vállalatnál gyártják majd, ezért globális terméknek tekinthetők. A robotok tervezéskor az volt a cél, hogy olyan többféle feladatra használható, a fröccsgépbe oldalról beavatkozó robotot a hozzanak létre, amelyen legfeljebb a kar végén lévő szerszámot kell kicserélni, ha robotot új feladat megoldására akarják átállítani. Az M-Line robotok alkalmazhatók egyfészkes és többfészkes (max. 48 fészkes), külső és belső beömlőket tartalmazó, egyedi vagy többszörös szerszámokhoz (stack molds). Dolgozhatnak egykarú robotként is, ha az a funkciójuk, hogy megnyomjanak egy gombot.

A karok végére szerelendő szerszámok cseréje egyszerű és gyorsan elvégezhető. Ezek a szerszámok ridegek, mégis könnyűek, és egyetlen ember is elboldogul velük. A robotokat acél tartószerkezetre építik, amelyek a feladatuknak megfelelően előszerelt állapotban, kereken guríthatók a helyükre. Ezek bármilyen fröccsöntő géppel együtt tudnak működni, amelynek ciklusideje nem kisebb 3,5 s-nál. Az M-Line robotokat – gépnagyságnak megfelelően – jelenleg három változatban gyártják.

Összeállította: Pál Károlyné

Mapleston, P.: Robot advances give processors more choice than ever = Injection World, 2020. április, p. 39–40, 44–46., [www.injectionworld.com](http://www.injectionworld.com)

Automation focus: The rise of the cobots = Industry Europe, 2018. dec. 15.

<https://industryeurope.com/au/>

Fare more than pick and place = Engel\_injection-April-2020., p. 28–31.

<https://www.yumpu.com/en/document/read/63257912/injection-april-2020-en/28>