

A keverési folyamatok automatizálása

A Düsseldorfban megrendezett K 2016 kiállításon a műanyagok keverésével kapcsolatos legújabb fejlesztéseket is bemutatták. A sláger a folyamat automatizálása volt.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; keverés; automatizálás; színezékek keverése; porok keverése.

Automatizált keverés



1. ábra A *C tec PRO*: teljesen automatizált tartályos keverő az MTI Mischtechnik cégtől

A keverési technológiával foglalkozó MTI Mischtechnik cég új, teljesen automatikus *C tec PRO* tartályos keverőjét állította ki (1. ábra). A Kuka hattengelyes robotja (amelynek fekete festése az Alien filmsorozat képeit idézte fel) köré épülő *C tec PRO* keverőtartálya elválik a gépalaptól, ezzel megszüntetik az üresjáratit időt és javítják a működés hatékonyságát.

Ez a leválasztási stratégia lehetővé teszi, hogy különböző magasságú és átmérőjű tartályokat lehessen használni (térfogat: 100–600 l) egy rendszerben, és kiküszöböli a receptúra változtatásánál a tartálytisztításhoz kapcsolódó költséges leállásokat. Ehelyett a robot egyszerűen leteszi a fedővel és integrált keverőeszközzel ellátott tartályt, és továbblép a következőhöz. Az eredeti tartály elvihető, kiüríthető, tisztítható, ha szükséges, újratölthető és elhelyezhető a központi felvevő állomáson, míg a *C tec PRO* a következő adaggal dolgozik. A robotba építettek egy kamerás képfeldolgozó rendszert, hogy megtalálja a

keverőtartályokat és azonosítja azokat, valamint egy lézeres szintezőt, hogy kompenzálja a lehelyezés következet-lenségeit.

Az új robottervezéssel együtt egy új üzleti modellt is kialakítottak. Ugyanis, az MTI nem tervezi, hogy árusítja a *C tec PRO*-t, hanem az autókhoz hasonlóan lízingeli. Így az ügyfél havidíjat fizet három éven keresztül, amely után lehetősége lesz lecserélni a robotrendszert egy (valószínűleg jobb) újra. A szerződés magában foglalja a fő

robotot és két másik kisebb egységet a fedél kezelésére és a tisztításra, a képzést, az elhasználandó alkatrészek cseréjét, az éves ellenőrzést, valamint a MTI és a Kuka által működtetett online távszervízt.

A C tec PRO az első teljesen automatizált tartályos keverő a világon, és az elmúlt évtized első igazi innovációja ebben a szektorban. Lehetővé teszi, hogy egy-egy adagot is a leggazdaságosabban lehessen előállítani. A rendszert használók javítani tudják a termelékenységet, a gép- és a közvetlen munkaerőköltségeket 15–18%-kal is csökkenteni lehet.

A K 2016 vásáron bemutatott egység 2017 elején a Clariant-hoz került – amely az elmúlt három évben a MTI-vel együttműködött a *C tec PRO* fejlesztésében – ahol mesterkeverékek gyártására fogják használni. Más partnerekkel 2017 második negyedévében tervezik a lízingelést elindítani.

Az MTI több hagyományos *fűtő/hűtő rendszert* is bemutatott *farosttal erősített kompaundok keveréséhez*. Az ilyen rendszerekkel feldolgozott szokásos PVC keverékekkel szemben a kis sűrűségű szálak nagyobb kihívást jelentenek a fűtés számára, és a polimer megömlése után sokkal nagyobb nyomaték szükséges a keveréshez. Ezért kb. kétszer nagyobb beépített teljesítményre van szükség, mint a PVC esetében. Ezenkívül sokkal nagyobb mértékű elszívás szükséges a nedvesség eltávolításához. Az új egység képes a nedvességtartalmat 0,1% alá csökkenteni, de lehetőség van 0,05% elérésére is.

A fűtő/hűtő egység tartalmazza a legújabb MTI *Vent tec* elszívót, amely a saját teljesítményét függetlenül vezérli az aktuális folyamatparaméterek függvényében. A rendszer folyamatosan, valós időben monitorozza az összes működési jellemzőt olyan kulcsparamétereken keresztül, mint pl. a beszívott és rendszer levegő hőmérséklete, a légnyomás, a nedvességtartalom és az elszívó légáramlási sebessége. Az elektronikus vezérlő analizálja ezeket a változókat, és úgy állítja be az elszívót a szűrő állapotának megfelelően, hogy a szellőztetés légáramlása állandó szinten maradjon. A *Vent tec 2.0* eszközök különböző méretben állnak rendelkezésre az összes keverési térfogathoz, és illeszthetők közel az összes ATEX környezethez és keverő kialakításhoz. Csatlakoztathatók az MTI rendszerekhez és más gyártók berendezéseikhez is.

Színezékek keverése

A Henschel-Mixer keverők gyártója, a Zeppelin Systems is hangsúlyozza, hogy szükség van a keverési művelet hasznos működési idejének a növelésére. A vállalat jelenleg saját CMS keverőtartályait fejleszti a színezékek keveréséhez, ahol kritikus fontosságú, hogy a keverő tisztítása minél gyorsabb legyen, ugyanis a tisztítási fázis gyakran sokkal hosszabb ideig tart, mint maga a keverés.

Ezért a Zeppelin 2017-től egy új tervezésű keverőfejet és keverőlapátot vezet be, könnyebbé téve a tisztítást és a karbantartást. Például, a keverőlapátra ráakódó anyag majdnem teljesen eltávolítható lesz. Ezen kívül, a keverőfejet sokkal könnyebb lesz tisztítani, mint a jelenlegi modelleknél. Nagyon sok anyag érzékeny a magas hőmérsékletekre, ezért javították a hőmérséklet-szabályozáson is. A *Henschel-Mixer* család

MB keverője olyan érzékeny anyagoknál használható, ahol különösen fontos a pontos hőmérséklet-szabályozás, amelyet a hűtőkörök számának növelésével értek el, így a hőmérséklet a különböző hűtési zónákon keresztül változtatható: magában a keverőedényben, a tengelyben és a keverőlapátban. A keverőedény fűthető és hűthető is. Javították az energiaadatok gyűjtésén is. Az intelligens folyamatvezérlés – többek között – lehetővé teszi hogy a belső hőmérsékleteket a polimer üvegesedési hőmérsékletének (T_g) közelében lehessen tartani.

A vállalat nagy intenzitású *FM* keverőjének is számos jellemzőjét fejlesztették. Ezek közé tartozik a *Henschel Transformer Cleaning* csomag, amely egy hidraulikus emelőegységekkel ellátott, háromrészes keverőedényből áll (2. ábra). A hengeres edényrész elforgatható a könnyebb hozzáférés és tisztítás érdekében. Hasonló okok miatt a fedél is leemelhető és hidraulikusan elfordítható. A csomag tartalmaz még egy leeresztőt is egy elfordítható hengerrel és csuklós fedéllel, hogy a leeresztő részéhez jobban hozzá lehessen férni.

Optimalizált teljesítmény

Az olasz Caccia Engineering az energiamegtakarítást helyezte előtérbe legújabb berendezéseinél. Az új, érzékelő nélküli vektor motor inverterekkel felszerelt *turbókeverőkkel akár 30% energia is megtakarítható*, amit egy speciális szoftver és más fejlesztések is segítenek. A turbókeverő kialakításában a fő innováció egy speciális, hő- és tűzálló anyag használata a tartálynál. Ezt a *ThermoShield* elnevezésű anyagot ehhez a berendezéshez fejlesztették ki, hogy jobb legyen a hőfejlesztés és – visszatartás a homogenizálás során.



2. ábra Hidraulikus emelőegységekkel ellátott keverőedény a Zeppelin Systems cégtől

A Plasmec cég új, optimalizált hűtőkeverőivel „egyszerű feladat” óránként több mint nyolc adag U-PVC-t lehűteni 120 °C-ról 40 °C-ra. Az újratervezett vízárkör növeli a hűtés hatékonyságát, ezzel jelentős mértékben a hűtő és a keverőüzem teljesítményét. Az üzemi nyomás akár 2,5 bar is lehet, amely jellemző érték a zárthurkú hűtőknél.

A Plasmec felújította a vizsgálólaboratóriumát is, ahol a partnerek különböző keverési kísérleteket végezhetnek. Található itt egy *HC Combimix 300/1000* egység, amely egy *TRM* fűtőkeverőt és egy *HEC* vízszintes hűtőt kombinál, egy *RV 50-100* berendezés, amely egy *TRM-et* kombinál egy *RFV* függőleges hűtővel, egy *TRL 13* laboratóriumi keverő és egy *TRR 15* tartálykeverő.

Az olasz Promixon újdonsága szintén egy kísérleti laboratórium egy *Xblend-MC/400/1200* fűtő/hűtő keverővel, amely egy *XM* turbómixert és egy *XC* vízszintes hűtőt tartalmaz és egy *FX-300* nagy sebességű tartályt keverővel.

Fókuszban a mesterkeverékek

A Battaggion cég kétkaros, szigma-késes gyúrókeverői (kneader) közepes és nagy viszkozitású anyagok, mint pl. mesterkeverékek, keverésére alkalmasak. Tangenciális és átfedéssel is rendelkezésre állnak 5000 literes tartálytérfogatig. A dönthető kamrás fő modellek mellett, a Battaggion kínál IPC szigma gyúrókeverőket egy vagy két kihordócsigával is. A legújabb fejlesztések egyike a korszerűsített *IPCAPG* modell színező mesterkeverékek gyártására és granulálására, amely kihozatala 150–600 kg/h PE-LD mesterkeverék.

A HF Mixing Group szakaszos keverői az anyagok széles skáláját dolgozzák fel, köztük mesterkeverékeket és padlógyártásra alkalmas kompaundokat. A K 2016 kiállításon bemutatták a cég univerzális *Umix* vízszintes keverőinek sokoldalúságát, kis viszkozitásútól a nagy viszkozitású termékek keverésére és gyúrókeverésére. Kezelik a nagyon nagy nyíróerőket, ugyanakkor rugalmas a használatuk, bármikor megállíthatók. Maga a folyamat áttekinthetőbb, állítható a sebesség, a töltési tényező, a hőmérséklet, a torlónyomás, az anyagok adagolási sorrendje.

Számos fejlesztőmunka folyik abban az irányban, hogy a keverők használatát kiterjesszék a természetes szálak kompaundálására és a reciklálásra. Berendezéseik nagyon jók a gyenge minőségű üvegszálak és a max. 10% nedvességtartalmú faanyag kompozitok (WPC) feldolgozásában. A folyamatosan működő egységekben a tartózkodási idő csak néhány másodperc, míg a szakaszos keverőkben pár perc is lehet, így ez utóbbiak sokkal alkalmasabbak a szárításra. Reciklálásnál a nagyobb berendezések még a félbevágott autó lökhárítókat is kezelni tudják. A *HF* egységek meghajtó teljesítménye 500 kW-tól 2,5 MW-ig terjed.

A Farrel Pomini cég bemutatta új *CPeX* laboratóriumi méretű folyamatos keverőjét. A megcélzott felhasználók elsősorban a vállalat azon meglévő ügyfelei, akik laboratóriumi munkájukhoz kétszörös keverő extrudereket használnak. Az új berendezés ideálisan használható 10–30 kg/h kihozatal esetén, hőmérséklet-érzékeny mesterkeverékekhez és kompaundokhoz, nagy koptatóhatású anyagokhoz, valamint nagy mérték-

ben töltött vagy nagy mértékben színezett anyagokhoz, ha intenzív keverésre van szükség alacsony feldolgozási hőmérsékleteken.

Tudományos keverés

Az Ajax Equipment cég *Continous Twin Screw Mixer* keverési technológiája az első, amelyet a „Project Chariot fejlett gyártói ellátási lánc projekt” keretében használnak *finom porok feldolgozására*. A projekt a Positron Emission Particle Tracking (pozitron emissziós részecske nyomkövetés – PEPT) technikát alkalmazza, amellyel betekintést lehet nyerni a folyamatos keverés folyamatába.

Az Ajax keverő egymásba kapcsolódó csigákat használ egy profilozott házban belül, de a csigaelrendezés – a kompaundáló extruderben megtalálható szárnyak vagy gyúróelemek helyett – keverőlapátok sorozatából áll, hasonlóan egy nem folytonos kettős csigavonalhoz. A keverő műveleti paraméterei és a csigakialakítás nagyon rugalmasan változtatható, utóbbi szalagokat és különböző, egyedi profilú lapátokat tartalmazhat. A módosítások befolyásolják a lapátok súrlódási jellemzőit és szögeit.

A PEPT hasonló méretű és sűrűségű radioaktív nyomkövetőket használ a rendszeren áthaladó porrészecskék követésére. Ezek sugármérőkkel valós időben detektálhatók. A kísérletek során száraz port használtak, míg két változót (adagolási sebesség és csigaforgási sebesség) magas vagy alacsony szintre állítottak be. A rendszeren áthaladó radioaktív részecskéket többször újra felhasználták, hogy kísérletenként 80–100 közötti áthaladást érjenek el a lehetséges részecskeútvonalak megfigyelésére.

A több száz útvonal analízise azt mutatta, hogy a részecskék főleg tengelyirányú mintázat szerint haladnak, visszaáramlást nem figyeltek meg. A részecskék lazán kötődve követik az adott tengelyen a lapátok mozgását, általában simán haladnak az anyagárammal együtt. A lapátok ütése által a részecskék a tengely középpontja mentén függőlegesen mozoghatnak, amelyre a tengely lapátjainak egyéb mozgásai is hatással lehetnek. A tengelytől tengelyig való mozgás mutatja azt a kiterjedt sugárirányú hatást, amely megkülönbözteti a kétcsigás keverést az egycsigástól. Azokban a folyamatokban, ahol a granulátumok és folyadékok kombinációjára van szükség, a kétcsigás keverés préselő és nyíró hatása segíti a komponensek megfelelő kötődését és eloszlását.

A vizsgálatok azt is bizonyították, hogy a keverő fala mentén sokkal lassabb a részecskék mozgása a súrlódási erők miatt. A részecskék által megtett úthosszak ideje egy minimum és egy maximum érték között szóródnak (nincs pontosan azonos, két részecske által megtett úthossz). A részecskék átlagos tartózkodási ideje csökkenhet a por adagolási sebességének, vagy a csiga sebességének, vagy mindkettőnek növelésével, amely azt jelzi, hogy a tengelyirányú áramlás sokkal hatékonyabb, ha több szilárd anyag tud a keverőlapátoknak nyomódni.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Mapleston, P.: Automating the mixing process = Compounding World, 2016. november, p. 55–62.