

Gyors és pontos inline, online vagy atline minőség-ellenőrzés a műanyag-feldolgozásban

A minőségbiztosítás megköveteli, hogy a gyártási folyamatokat a folyamaton belül vagy ahhoz közel, nagyon rövid (valós) idő alatt eredményt szolgáltató vizsgálati módszerekkel ellenőrizzék. Erre különleges mérési módszereket kell kifejleszteni. A következőkben a töltőanyag-tartalom és a termék színének ellenőrzésére szolgáló gyors eljárásokat mutatunk be.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; minőség-ellenőrzés; töltőanyag-tartalom; színmérés; inline; vizsgálat; módszer.

A mai gyártási folyamatokra jellemző a folyamatosság, a magas termelékenység, az automatizálás és a rögzített termékminőség. A DIN ISO 9000 szabvány értelmében – amelynek követelményeit ma a legtöbb németországi feldolgozóüzemben betartják – a futó gyártásban viszonylag rövid időközönként a gyártmányból mintát kell venni, és azt minőségellenőrzésnek kell alávetni, hogy eltérés esetén idejekorán be tudjanak avatkozni a folyamatba. Ehhez olyan vizsgálati eljárások szükségesek, amelyeket el lehet végezni az üzemben a gyártási folyamat részeként (inline vagy online vizsgálatok), ill. közvetlenül a gyártósor mellett (atline vizsgálatok). Az eljárásnak rövid időn belül kell eredményt szolgáltatni, amelynek pontossága és megbízhatósága nem lehet kisebb, mint a hagyományos laboratóriumi (offline) eljárásoké. A gyártmány egyenletes minősége és a selejt erőteljes mérséklése mellett az ilyen vizsgálatok előnye a költségmegtakarítás (elmarad a próbatestgyártás) és a várakozási idők csökkenése. Az üzemi minőség-ellenőrzésre szánt vizsgálóberendezések robusztusak, kezelésük egyszerű. A készülékgyártók nagy erőfeszítéseket tesznek ezek fejlesztésére. Ennek eredményeként ma már kereskedelmi forgalomban kapható néhány ilyen eszköz. A következőkben a műanyagok töltőanyag-tartalmának, ill. színének ellenőrzésére alkalmazható berendezések fejlesztését mutatjuk be.

A töltőanyag-tartalom gyors meghatározása mikrohullámok segítségével

A műanyagok igen nagy hányada tartalmaz töltő- vagy erősítőanyagot a mechanikai és más tulajdonságok (szilárdság, merevség, keménység, hőalaktartóság, kopásállóság, méretállandóság, nedvességfelvétel) javítására. A töltő- és erősítőanyagot legtöbbször kompaundálással viszik be a műanyagömlékbe, és az ebből gyártott granulátumot dolgozzák fel tovább az extrudáló vagy fröccsüzemben. Erősítőanyagként

gyakran használnak rövid üvegszálat (ennek hossza a granulátumban kb. 300 μm) vagy hosszú üvegszálat (hossza az előbbi háromszorosa). A kompaundálás alatt többször vett mintában az üvegszáltartalmat kell mérni. A töltőanyag-tartalom fontos jellemző az újrafeldolgozáskor is.

A töltőanyag-tartalom meghatározásának hagyományos módja a hamutartalom mérése, hagyományos eszköze a tokos izzítókemence. A vizsgálandó mintát előzőleg kiizzított és lehülés után üresen lemért, többnyire porcellántégelybe teszik, össztömegének mérése után a villamosan fűtött izzítókemencébe helyezik, amelyet fokozatosan kb. 1200 $^{\circ}\text{C}$ -ig lehet felfűteni. A hevítést tömegállandóságig folytatják (ez akár több óra is lehet), majd exszikkátorban lehűtik a tégelyt, és ismételt tömegmérés után kiszámítják a visszamaradt hamu (az éghetetlen töltőanyag) részarányát. A több órás vizsgálat folyamat közbeni minőség-ellenőrzésre nem alkalmas.

A **CEM GmbH** (Kamp-Lintfort) ezért kifejlesztette *Phöenix* márkanévű izzítókemencéit, amelyekben a szokásos tokos kemencébe mikrohullámú kemencét épített be (kemence-a-kemencében) (1. ábra). Ezekben a minta 5–20 perc alatt elhamvasztható, a hamvasztáshoz használt kvarctégelyek 1–2 perc alatt lehűlnek, exszikkátorra nincs szükség, a minta tömege szinte azonnal lemérhető. Mivel az ISO 3451 szabvány 1–5 lapjában a száraz elhamvasztás mellett bizonyos esetekben (pl. elasztomerek koromtartalmának mérésekor) kénsav hozzáadása mellett a szulfátos hamvasztást is előírja (amely hagyományos laboratóriumi technikával kellemetlen és időt rabló feladat), a cég erre a célra a mikrohullámú izzítókemence *Phöenix SAS* változatát ajánlja, amelyben a munka hasonlóan gyorsan és kulturáltan végezhető el. A szabályozható hőmérsékletű kemencék 600 + 25 $^{\circ}\text{C}$, 750 + 50 $^{\circ}\text{C}$, 850 + 50 $^{\circ}\text{C}$ és 950 + 50 $^{\circ}\text{C}$ maximális felfűthetőségig rendelhetők. Az 1000 $^{\circ}\text{C}$ -ig felfűthető kemencébe egyszerre 15 db 25 ml-es tégelyt lehet betenni (2. ábra).



1. ábra A Phöenix mikrohullámú kemence nyitott ajtóval (bal oldali kép) és a tégelyek behelyezése közben (jobb oldali kép)

Alapesetben a hamvasztást levegő befűvése mellett végzik, a levegő a belső kemence pórusos falán keresztül jut be a mikrohullámú égetőtérbe. Ha a hamvasztást

levegő kizárása mellett kell elvégezni (pl. korom meghatározásokor), a cégnél kifejlesztett fedeles önzáró tégelyeket célszerű használni. A képződő gázokat a kemencetérből közvetlenül vezetik el, így azok nem szennyezik az üzemi levegőt és a készülék fölé nem kell elszívót építeni.



2. ábra Az 1000 °C-ig felfűthető kemencében egyszerre 25 tégely fér el

Az ISO 3451 szabvány mellett a DIN 53562 2. lapja és az ISO 247. szabvány is tartalmazza a gumik, elasztomerek és bizonyos műanyagok szulfátos hamumeghatározását, pl. PVC formadarabok krétatartalmának mérését. Ez a hagyományos eljárás kb. 12 óra hosszát tartó procedúrája helyett (amelyben nyílt lánggal kénsav jelenlétében előhamvasztják a mintát, ezután 600 °C-os, majd 950 °C-os kemencében izzítják, miközben kellemetlen és egészségre káros gázok kerülnek a levegőbe) mindössze néhány perc. Az eszközök tisztítása sem tartozik a laboránsok kedvelt munkái közé.

A Phönix SAS berendezésben az előhamvasztás és a hamvasztás is a zárt kemencében megy végbe, a kellemetlen és részben toxikus gázokat a gázmosókban választják le és semlegesítik, ill. aktív szűrőben nyeletik el. A mikrohullámú kemencében 15 minta egyszerre hamvasztható el 60 min alatt.

A Phönix mikrohullámú kemencét a cég rendszerként kínálja, precíziós mérleg, az eredményeket értékelés után adatlapként kiadó nyomtató is tartozik hozzá, a Phönix SAS-hoz gázmosó, semlegesítő eszközök és aktív szén szűrő is jár (3. ábra).



3. ábra A Phönix SAS típusú mikrohullámú kemence a kiegészítő gázkezelő eszközökkel

Az 1. táblázat a hagyományos módon és a mikrohullámú izzítókemencével végzett kísérletek eredményeit és időigényét hasonlítja össze. A táblázat egyúttal azt is érzékelteti, hogy milyen sokféle műanyag vizsgálatára alkalmas. Ezeket ablakkeretek, csövek, gépkocsi- és repülőgépelemek, készülékalkatrészek stb. készítésére alkalmazzák. Az abroncsgyártásban fontos jellemző a koromtartalom, a szénszálas műanyagokban a szénszáltartalom. A Phönix berendezésekkel ezek is gyorsan, pontosan mérhetőek. A tapasztalatok szerint minden olyan anyag vizsgálható benne, mint a hagyományos kemencében [pl. alumínium-oxid, korom, citromsav, ásványolaj-termékek, rágógumi, tejpor, gyanták, polikarbonát, poli(éter-imid), polietilén (TiO₂-vel töltött és töltetlen), cukor, talkum, teflon, PVC stb.]

1. táblázat

Különböző műanyagok töltőanyagtartalom-meghatározásának időtartama hagyományos kemencében és Phönix berendezéssel

Műanyag	Minta tömege, g	Töltőanyag típusa	Töltőanyag aránya, %	Elhamvasztás időtartama, min	
				hagyományos	Phönix
Etilén-vinil-acetát	4,0	bárium-szulfát	75	30	5
Poliamid 6	3,0	töltetlen	0,3	60	5
Poliamid 66	2,5	üvegszál	30–35	60	6
Polikarbonát	1,0	üvegszál	10–20	30	10
Poli(éter-imid)	1,0	üvegszál	30	120	20
Polietilén	1,0	talkum	12–40	60	10
Polisztirol	4,0	pigment	40	60	10
Poliszulfon	3,0	üvegszál	5–70	440	10
Neoprén	1,3	korom	4	840	40

Az óriási verseny és a nyomott árak miatt a gyártók a gyártási folyamatok költségeit is csökkenteni kénytelenek. A rövid idő alatt elvégezhető elemzés hozzájárulhat ehhez. A töltőanyag-tartalom gyors meghatározása az újrahasznosító üzemekben is egyre fontosabbá válik. Az üzemekben dolgozók biztonsága és kényelme is előtérbe került. Mindezekhez hozzájárulhat a mikrohullámú hamumeghatározás.

Színmeghatározás a folyamatban vagy a folyamat mellett

A műanyagok számos kitűnő jellemzője mellett nagyon vonzó tulajdonságuk, hogy legtöbbjük bármilyen színárnyalatban előállítható. A szín jelezheti a márkát, segítheti a felismerhetőséget, érzelmi reakciót válthat ki a vásárlóból. A színárnyalat pontos beállítása különösen fontos az összetett, többféle elemből álló termékek összeépítésekor. Ha ezek az elemek nem ugyanabból a műanyagból készülnek, a színazonosság elérése egyáltalán nem könnyű.

www.quattroplast.hu

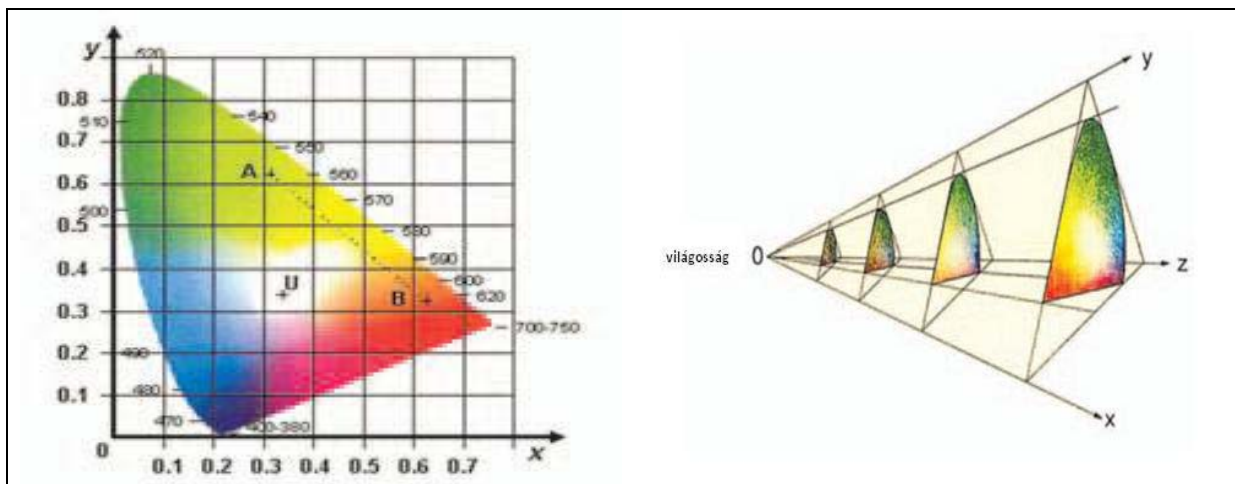
A megfelelő termelékenység elérése és a minőség dokumentálása érdekében célszerű a feldolgozás valamennyi lépésében a folyamaton belül vagy annak közelében ellenőrizni a szint. Mára már többféle olyan eljárást fejlesztettek ki, amellyel jóval a termékgyártás végső fázisa előtt meg tudják mérni, hogy a végtermék a kívánt arányban kerül-e ki majd a szerszámból.

A színmérés alapelvei

A DIN 5033 szabvány meghatározása szerint „az elektromágneses hullámok látható részét a szem érzékeli és az emberi agyba közvetíti, amely azt színeként értelmezi”. Szigorúan véve a tárgyaknak nincs is színnek nevezhető tulajdonsága, mert az többé-kevésbé jól definiálható egyéb tulajdonságoktól, a sugárzás elnyelésétől, kibocsátásától, visszaverésétől és szórásától, továbbá magától az elektromágneses sugárzás jellemzőitől függ. Ezek végül is fizikai értékek, amelyeket megfelelő módszerekkel mérni lehet.

Az iparban ma alapvetően kétféle eljárást alkalmaznak a színazonosság meghatározására. Az egyik a termék színének vizuális összehasonlítása egy rögzített színmin-tával. Ezt gyakorlott munkatársak végzik, de ezeknél sem zárható ki teljesen a szubjektív-tás és az emiatt előforduló tökéletlen reprodukálás. A másik a műszeres mérés, amikor a műanyagból mintát vesznek, és azt műszeres vizsgálatnak vetik alá. Ez a módszer jobban reprodukálható és objektívebb eredményt szavatol. A műszeres szín-meghatározás a felsorolt fizikai jellemzők mérésén alapul. A mért értékekből matema-tikai egyenletekkel számítanak ki olyan mérőszámokat, amelyekkel a vizuális színér-zékelés lehetőség szerint jól visszaadható.

Az emberi látás matematikai modelljén alapuló színterek alapjait a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE, Commission internationale de l'éclairage) 1931-ben fektette le, és ekkor vezette be a CIE szabványszíneket. A színtérleírás az emberi szem azon képességét veszi alapul, hogy az azonos színeket képes felismerni, másrészt olyan matematikai rendszer, amely a primer színekhez való viszonyuk alapján határozza meg a színeket. Ezzel már a 19. század második felében próbálkoztak, amikor Maxwell, J. úgy vélte, hogy bármilyen szín előállítható a vörös, a zöld és a kék szín (RGB, red-green-blue rendszer) összekeverésével, amelyeket egy egyenlő oldalú há-romszög csúcaiban helyezett el. A háromszög oldalai mentén elhelyezkedő pontok színe az adott oldal két végpontjában elhelyezkedő színekből keverhető ki, a keverési arányt a megfelelő színű csúcsponttól mért távolsággal fordított arányban megválaszt-va. A háromszöggel azonban nem sikerült az emberi színérzékelés teljes tartományát lefedni. A CIE a színháromszögnél nagyobb patkó alakú színdiagramot készített, amely lefedi az átlagos emberi színérzékelés teljes tartományát. A CIE színdiagram x, y és z koordinátát használt. Mivel a három összetevő ábrázolása három dimenziót igényelne, ezért szétválasztották a színességet és a világosságot. Ebből z a definíció sze-rint a világosság, a színesség két számmal (x és y) kifejezhető, x a vízszintes, y a füg-gőleges tengely; z tengely mutatja a világosságot (4. ábra).



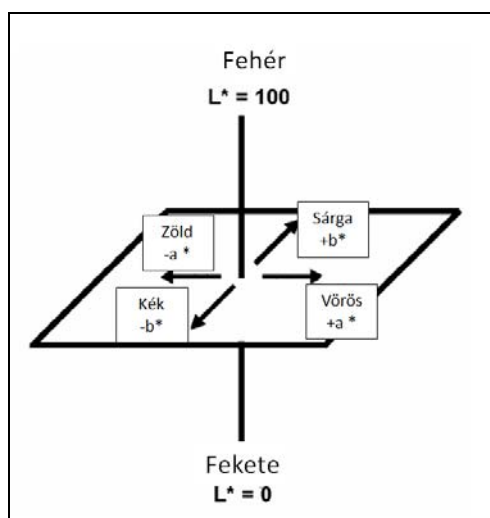
4. ábra A CIE 1931-es színdiagramja: A spektrum színei az abszolút fehér akromatikus pont körül patkó alakban helyezkednek el.

A diagram széle felé haladva nő az intenzitás (telítettség).

A patkón belül minden pont egy színt reprezentál.

A és B színek között húzott vonalon lévő valamennyi szín kikeverhető A és B additív színkeverésével. A CIE rendszerének színdiagramjai a csökkenő világosság függvényében mutatják, milyenek az egyes színek ha kevesebb a fény

A CIE 1931-es színdiagram hibája volt, hogy színkülönbségek megadására nem alkalmas ezért további transzformációt hajtottak végre annak érdekében, hogy az egymástól azonos módon eltérő színingerek kb. azonos távolságra kerüljenek. 1976-ban megalkották az új rendszert a CIE $L^*a^*b^*$ -t. A háromdimenziós CIE $L^*a^*b^*$ színtér vektormennyiségeket használ: L – a tárgy világosságának mértéke, a – a vörösség ($a > 0$) vagy a zöldeesség ($a < 0$) mértéke. b – a sárgaság ($b > 0$) vagy a kékség ($b < 0$) mértéke (5. ábra). (Részletesebben lásd Borbély, J. doktori disszertációjában.)



5. ábra A CIE háromdimenziós $L^*a^*b^*$ színtere

A hagyományos és a folyamatközeli műszeres színmérési eljárások összehasonlítása

Hagyományos színmérés alkalmazásakor a gyártási folyamat (pl. a kompaundálás) valamelyik pontján véletlenszerűen mintát vesznek, amelyből próbatestet készítenek, majd ezt a folyamaton kívül, laboratóriumban (offline) vetik alá a vizsgálatnak, legtöbbször diffúz fényvel megvilágítva, spektrálfotométerben. Kifejlesztettek azonban több olyan eljárást, amellyel a folyamatban (inline. online) vagy közvetlen közelében (atline) mérik a színt. Ezek némelyikével az ömledék, másokkal az extruderból kijövő zsinór vagy profil, a granulátum, az extrudált vagy fröccsöntött késztermék színét határozzák meg. Az utóbbiak sokkal rövidebb idő alatt adnak használható eredményt, mint a hagyományos eljárások (2. táblázat), emellett alkalmasak a szín folyamatos mérésére és dokumentálására.

2. táblázat

Különböző folyamatközeli színmeghatározási eljárások jellemzőinek összehasonlítása a hagyományos eljárásával

Az eljárás jellemzője	Az ömledék vizsgálata	Zsinór/extrudátum	Granulátum	Fröccsdarab	Hagyományos próbatest
Mérési elv	inline	inline	atline	inline	offline
Mérési idő	valós	valós	≥2 min	valós	min. 0,3–1 h ³
Termokróm hatás	erős	erős...közepes	csekély	közepes	nincs
Színképfelbontás	0,75 nm-ig	1...5 nm	10 nm	3,5...10 nm	0,75 nm-ig
Kalibrálás	manuális	manuális (a jövőben várhatóan automatikus)	automatikus	automatikus	manuális
Mérési pontosság, ΔE*	0,05...0,2	0,1...0,5	≤0,2	–0,05	0,01...0,1
Többszörös mérés lehetősége	igen	nem	igen	nem	nincs adat
A rendszer ára mérőhelyenként ^{1/}	6000 – 70 000 EUR	6000 – 15 000 EUR	nincs adat ^{2/}	kb. 15 000 EUR	15 000 – 300 000 EUR ⁴

¹ A számítást egy gyártósorra egy berendezésre végezték; ha a vizsgálóberendezés több gyártósort ellenőriz, a költségek lényegesen csökkennek.

² A berendezést teljes rendszerként, központi számítógéppel, a színkorrekcióhoz alkalmas adagolóval együtt kínálják.

³ A vizsgáló próbatest elkészítésével együtt.

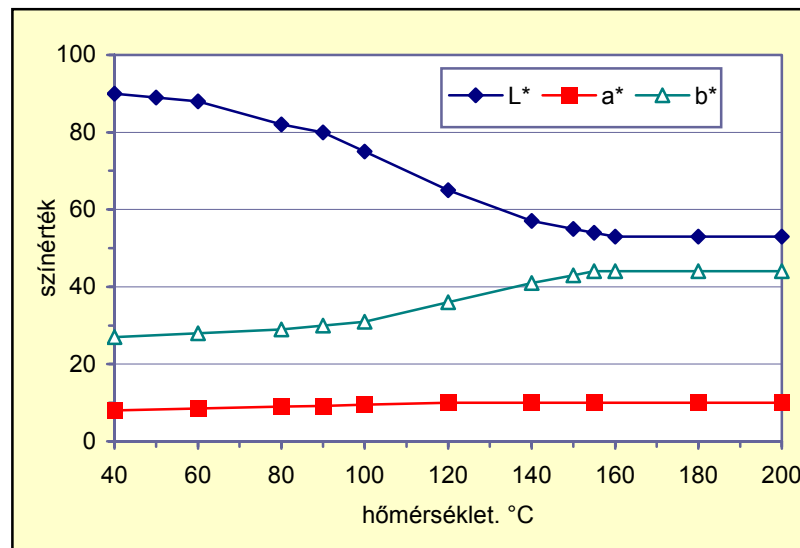
⁴ A próbatestgyártás eszközeinek (szerszám, fröccsgép, sajtológép stb.) költségeit nem tartalmazza. ΔE* = színkülönbség.

A termokrómia

A termokrómia a színek hőmérsékletfüggése. A hőmérséklet-eltérések okozta színváltozás reverzibilis, kiváltója a kristály- vagy molekulaszervezet átalakulása. A

szerves színezőanyagok termokrómiája általában erőteljesebb, mint a szervesetleneké. A színezéket nem tartalmazó alappolimer is erős termokrómiát mutathat, pl. plasztifikáláskor megváltozik az átlátszósága. Ezt a jelenséget figyelembe kell venni, ha a színmeghatározást az ömledékben vagy a szerszámból éppen kivett meleg granulátumon vagy fröccsdarabon végzik. A színek hőmérsékletfüggését először az extruderből kilépő meleg zsinórokon mérték. A kompaundáláskor fellépő színváltozásokat átfogóan eddig nem vizsgálták.

A Délnémet Műanyagközpont (SKZ, Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, München) célul tűzte ki a különböző műanyag-feldolgozási eljárások inline színmeghatározó eljárásai alatt bekövetkező színváltozások tanulmányozását. A 6. ábra pl. 0,5% króm-titán-sárga pigmentet tartalmazó polipropilén $L^*a^*b^*$ értékének változását mutatja a hőmérséklet függvényében. Ilyen mérések alapján korrelációt határoztak meg pl. az offline és az inline színértékek között. Ezt minden színreceptúra esetében el kell végezni. Az SKZ-nél egységes korrekciós eljárás kifejlesztésén dolgoznak.

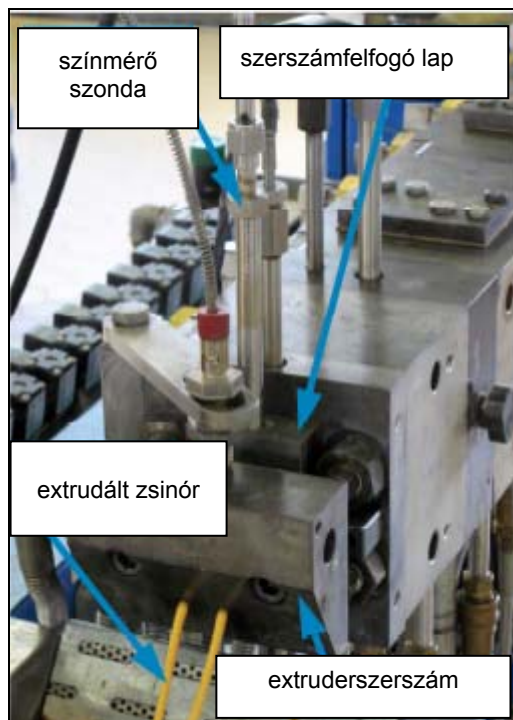


6. ábra Egy 0,5% króm-titán-sárga pigmentet tartalmazó PP $L^*a^*b^*$ színértékváltozásai a szilárd és az ömledékállapot hőmérséklete között

Szín mérés az ömledékben

Az ömledékben végzett szín méréshez ma már több készülékgyártó kínál mérőeszközöket. Ezek általában egy mérőszondát, ún. mérőlándzsát tartalmaznak, amelyet rozsdamentes acélból és titánból készített henger alakú védőtok vesz körül. A lándzsát kör alakban hat üvegszálon keresztül világítják meg. A mérőszonda végén átlátszó ablak (zafírlencse) van, az ömledéknek ezt teljesen körül kell vennie. (A szonda 3-4 mm mélyen merül be az ömledékbe.) Vannak fényáteresztést és fényvisszaverődést mérő szondák, az utóbbiak a gyakoribbak. A mért jelet központi mérőhuzal továbbítja

a kijelzőhöz, ill. adatrögzítőhöz. A szonda 400 °C-ig és 350 bar nyomásig működőképes. A mérőhelyen (pl. a zsinórt extrudáló szerszámba, 7. ábra) szabványos 1/2" 20 UNF furatba csavarható be. Fröccsöntéshez miniatűr mérőszondákat is gyártanak.

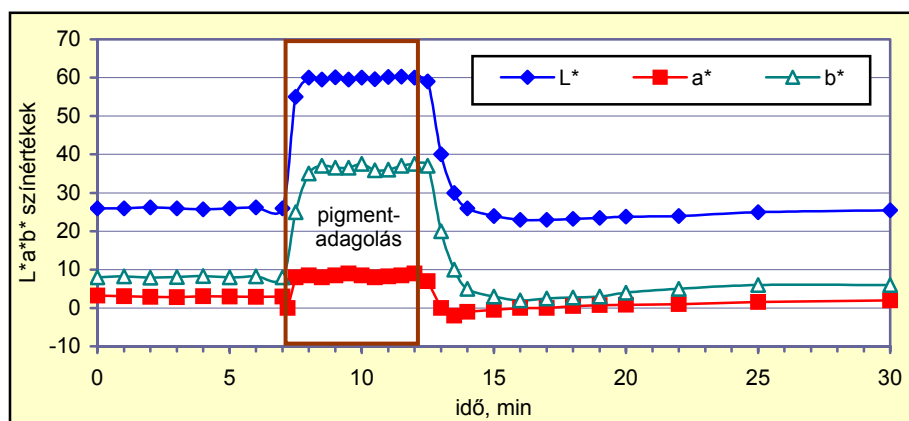


7. ábra Ömledékszínmérő szonda az extruderszerszám előtt

A szonda öntisztuló, a mérőablakon lerakódás vagy holttér nem képződik. A 8. ábrán láthatók egy kompaundáló extruderben mért $L^*a^*b^*$ értékek, amelyet PP-hez adagolt színező mesterkeverék adagolása és ezt követő tiszta PP-vel végzett tisztítása alatt mértek. A méréseket a **ColVisTec/Equitech AG** (Berlin) *RPMP* szondájával végezték. Látható, hogy a színezék adagolásának megszüntetése után 18 perccel az extruderből kiáramló ömledék színe visszaállt az eredeti értékekre, ami a berendezés és a szonda jó öntisztulását jelenti.

A mai ipari mérőrendszerekben használt spektrofotométerek fényforrásként többnyire xenon villanófényt alkalmaznak, amelyek spektrális felbontóképessége 0,75 nm körül van. A megvilágítás szöge 28°, 0°-os detektáláskor a mért felület átmérője 1 mm. A megvilágítás mélysége függ az anyag átlátszóságától, általában

0–0,5 mm. Két szondacsatlakozással ellátott spektrofotométerrel két gyártósort lehet szimultán ellenőrizni.



8. ábra Egy kompaundáló berendezés tisztításának ellenőrzése az ömledék színértékeinek mérésével. A tiszta PP-ömledékbe a 7. perctől kezdve 5 percig sárga mesterkeveréket adagoltak, majd újra tiszta PP-t vittek be

A ColVisTEc/Equitech cég *Inline Color Spektrométere* nagyon pontos és reprodukálható adatokat szolgáltatott. A kalibrálás után a színes kompaundást 40 óra hoszszat ellenőrizték, eközben kétóránként végeztek színmérést. Az L* értékek 44,73–45,69, az a* értékek 7,64–8,05, a b* értékek 30,42–31,21 között szórtak. Párhuzamosan hagyományos módon, granulátumból fröccsöntött próbatesteken laboratóriumi (offline) méréseket is végeztek. Az inline mérési eredmények jól egyeztek a laboratóriumi referenciaértékekkel.

Vizsgálták azt is, hogy hogyan befolyásolják az inline technikával mért szint a feldolgozási paraméterek. A forgatónyomaték változtatásakor mért inline és a laboratóriumi eredmények hasonló irányú változásokat mutattak. A színváltozásokat a diszpergálásban bekövetkezett eltérések okozhatták, amelyek egyformán befolyásolták mindkét vizsgálati eljárás eredményeit. Az ömledék-hőmérséklet változása alig hatott az offline adatokra, de a termokróm hatás miatt erősebb eltéréseket okozott az inline adatokban. Ezek pontos kompenzációját mesterséges neuronális hálózattal tudták elérni.

Atline mérések a granulátumon

A színmérés elvégezhető a kész granulátumon is. A vizsgálóberendezések gyártói ehhez offline és atline rendszereket is kínálnak.

Az atline mérőrendszerben automatikusan kis granulátummennyiséget vesznek ki a gyártásból és azt pneumatikusan juttatják el a színmérő eszközhöz. Több mintavevő állomással a mérőrendszer több extrúziós gyártósort is felügyelet alatt tarthat. A mintát a mérőrendszer képalkotás mellett kb. 2 min alatt minősíti. A termokróm hatás kiküszöbölése érdekében a mérőasztalt temperálják.

A granulátum színét befolyásolhatja a méret, a forma és az ún. fehértörés mértéke is. Megfelelő matematikai korrekcióval ez a bizonytalanság kiküszöbölhető, és a mérési eredmény bármely meghatározatlan formájú granulátumra érvényes. Ilyen korrekcióval (statisztikai módszerrel) dolgozó berendezést forgalmaz a **ROC GmbH** (Münster).

Színmérés az extrudált zsinóron

A kompaundáláskor az extruderből kijövő zsinór vagy profil színét viszonylag korán kezdték vizsgálni. A kamerás rendszerek eredményei meglepően jól egyeztek a precíz spektrofotométerek ömledékben mért értékeivel. Az extrudátumon mért szín a jövőben jó alternatívája lehet az eddigi folyamat közeli más színmérő eljárásoknak.

Az **SKZ** a **ColorLite GmbH**-val (Katlenburg-Lindau) együtt dolgozik ilyen ipari rendszerek kifejlesztésén, de kamera helyett spektrofotométert akar alkalmazni elemzőberendezésként. A színmérés egyik fontos megoldandó feladata a futó zsinór helyzetének pontosítása az érzékelő alatt. Mivel a termokrómia itt is befolyásoló tényező, a rendszernek hőmérőt is kell tartalmaznia, hogy automatikusan elvégezhesse a

korrekciót. A rendszerrel bármilyen extrudált félkész termék (kábel, cső, profil, fólia) színe mérhető lesz.

Az extruderből kijövő termék színmerését befolyásolhatják a felületi hatások, amelyek az ömledék színmérésekor nem lépnek fel. Emiatt a mérőrendszernek megfelelő optikai eszközöket kell tartalmaznia és statisztikai eljárásokkal kell biztosítani a megbízható mérési eredményt. Egy beépített automatikus kalibrálórendszer szavatolhatja a pontosságot és a hosszú élettartamot. Mérsékelt igények esetén az ilyen rendszer előnye lehet a kisebb költség.

Színmérés a fröccsöntésben

A fröccsöntés alatt végzett színmérés elve azonos az ömledék színmérésével, de itt miniaturizált érzékelőket kell alkalmazni. Ezt helyettesítheti a szerszámból kivett darab azonnali színmérése, amelynek megoldásán ugyancsak a SLZ és a ColorLite GmbH fejlesztői dolgoznak. Az ilyen mérőrendszerben is kell lennie hőmérőnek és a termokróm hatás korrekciójának kiszámítására alkalmas eszköznek. Ennek az eszköznek a birtokában minden egyes darab színe ellenőrizhető és eltérés esetén a gyártásba azonnal be lehet avatkozni.

Következtetések

Valamennyi bemutatott mérési módszernek és eszköznek vannak előnyei és hátrányai. A 2. táblázat tartalmazza a különböző mérési elvek és berendezések fontosabb jellemzőit. Egy adott esetben a legjobban megfelelőt csak gondos mérlegelés után érdemes kiválasztani.

Mivel a legtöbb mérési módszer és mérési eszköz ma még újdonságnak számít, fejlesztésük folyamatos. Beszerzésük előtt meg kell gondolni, hogy melyik módszerrel lehetne a meglévő minőségbiztosítást tovább javítani. Fontos szempontnak kell lennie, hogy a kalibrálást könnyen el lehessen végezni, és hogy az üzem adottságai között a mérőrendszerhez könnyen hozzá lehessen férni.

Az extrúziós folyamatok színmérésére nagyon jól alkalmazhatók az ömledékben mérő rendszerek. Az erre szánt eszközök pontosak, megbízhatóak, egyszerűen beépíthetők és könnyen kezelhetők. A többi mérési módszereknek is megvannak a speciális területeik. A gépkocsik és fogyasztási eszközök gyártói pl. az olyan eljárásokat részesítik előnyben, amelyekkel a (fröccsöntött) termékek 100%-a ellenőrizhető.

Kilátások

Az elmúlt években sokféle újdonság jelent meg az inline és atline színmérésben. A fejlesztés gőzerővel folyik, a kutatók mindenekelőtt a kalibrálást igyekeznek egyszerűsíteni és a termokróm hatás korrekcióját próbálják automatizálni.

A színellenőrzés a gyártási folyamatokban ma már megoldható, az itt kapott mérési eredmények és a próbatesten végzett laboratóriumi mérési eredmények minden

egyres esetre érvényes általános összhangja még várat magára. Az SKZ olyan általánosan érvényes eljárást szeretne kifejleszteni, amely által feleslegessé válna az egyedi kalibrálás.

Az ömledékben végzett színérés olyan inline technika, amely megbízható és pontos eredményt ad, és felületi jelenségek nem okoznak zavart. Az utóbbiak kiküszöbölésén az SKZ az **ERT–Optik Dr. Thiel GmbH**-val közösen dolgozik. Céljuk a görbült felületek helyes színmeghatározásának megoldása.

Az SKZ másik törekvése az inline színérés technikájának összekapcsolása az inline színreceptúrák szofverjeivel. Ha ez sikerül, színeltéréskor a rendszer rövid időn belül automatikusan módosítaná a színárnyalatot.

Összeállította: Pál Károlyné

Sengutta, U. stb.: Füllstoffbestimmung in der Mikrowelle = Kunststoffe, 102. k. 10. sz. 2012. p. 184–186.

Phoenix – Microwave Muffle Furnace = www.cemmicroonde.it/Phoenix.pdf

Hochrein, Th.; Botos, J. stb.: Schneller und näher am Prozess = Kunststoffe, 102. k. 9. sz. 2012. p. 76–80.

Borbély Judit: A vizuális és digitális fogszín-meghatározás lehetőségei és befolyásoló tényezői. Doktori értekezés. Semmelweis Egyetem Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, Budapest 2011. = http://phd.sote.hu/mwp/phd_live/vedes/export/borbelyjudit.d.pdf

Botos, J.; Hochrein, Th. stb.: Prozessnahe Farbmessmethoden beim Compoundieren und Spritzgießen. Előadás az Alkalmazott Tudományágak Főiskolája (Hochschule für angewandte Wissenschaften, Würzburg-Schweiburg) King munkacsoportjának 16. Poly-King rendezvényén 2013. május 3-án. = <http://rzwwneu.fh-wuerzburg.de>