

Műanyagok szennyezettségének automatikus vizsgálata offline és inline

A műanyag alapanyagok és a félig kész műanyag termékek a különféle utóműveletek alapján szennyeződhetnek, és ha így kerülnek a felhasználóhoz, annak megrendülhet a bizalma a gyártóban. Ezért megpróbálják az ilyen hibás terméket kiszűrni. Az alapanyagok – elsősorban a műanyag granulátumok – offline ellenőrzését a korábbi időigényes kézi munka helyett ma már automatizált átvilágított asztalokon lehet végezni. A rátapadt rovarokkal vagy más idegen anyagokkal esetleg szennyezett, nagy sebességgel futó fóliákat pedig kamera pásztázhatja, és a felvett képek elemzését bonyolult szoftver végezheti.

Tárgyszavak: műanyagvizsgálat; szennyeződés; offline; inline; fóliagyártás; automatizálás.

Műanyagok szennyezettségének offline ellenőrzése átvilágítással

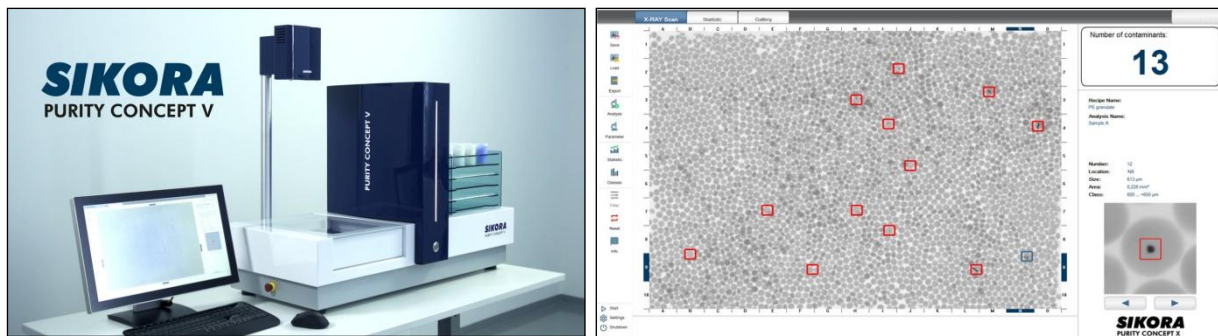
A műanyagokat feldolgozó üzemekbe érkező alapanyagok szűrőpróbaszerű ellenőrzésére széles körben alkalmaznak átvilágító asztalokat. A vizsgálandó anyagot (granulátumot, őrleményt) ráöntik az asztallapra, majd azt alulról átvilágítva egy dolgozó – Hamupipőként – kézzel szétterítve, szemmel ellenőrzi, nincsenek-e benne oda nem való, idegen részecskék. Ez a módszer igen időigényes, az eredmény pedig függ a vizsgálatot végző munkatárs éleslátásától, esetleges fáradtságától, tapasztalatától, emellett semmi sem szavatolja, hogy egy megismételt vizsgálat eredménye hasonló lesz az előbbiéhez. Ennek a módszernek emellett hátránya az emberi szem felbontó képessége, a nagyon kisméretű részecskék fel nem ismerése, a látható méretek bizonytalan megbecsülése. A fényt erősen visszaverő és az átlátszó részecskék szabad szemmel nehezen azonosíthatók.

Egy másik módszer szerint a granulátumot tölcserbe töltik, majd az anyagáramot a megfigyelőszakaszban egy csatornában vezetik át, ahol optikai eszközzel ellenőrzik az idegen részecskék jelenlétét. A rövid idő alatt felvett képek nagy száma miatt azonban nehéz meghatározni, hogy hol is van a nem kívánt részecske. A megismételt mérés itt sem szokta ugyanazt az eredményt hozni.

A Sikora AG (Bremen, Németország) *Purity Concept* rendszerével egy új, automatizált mérő és kiértékelő módszert kínál a műanyagipar számára. Az egyik újdonság, hogy a granulátumot egy átlátszó próbatesttartó dobozba helyezik. Amikor az automatizált átvilágító asztal a mintát tartalmazó dobozt a felette elhelyezett pásztázó CMOS kamera alá viszi, az képet alkot róla, egyúttal egy másodpercen belül megjelöli közvetlenül a mintatartón, és természet-

sen a képen is, az idegen részecskéket (1. ábra). A monitoron egyúttal megjelenik a szennyeződés mérete és felülete. A monitoron kiválasztott szennyeződések felett a mintatartón szálkereszt jelenik meg.

A rendszer valamennyi 50 µm-nél nagyobb pontot vagy fekete foltot érzékel, de felismeri a színelterést az átlátszó részecskéken is, és színtől, fényszórástól függetlenül minden idegen részecskét detektál, láthatóvá tesz és értékkel. A szennyeződés ilyen módon pontosan azonosítható, és ismételten is ellenőrizhető.



1. ábra A Sikora cég *Purity Concept* vizsgálóberendezése (balra) és a képernyőn megjelenő kép a bejelölt szennyeződésekkel (jobbra)

A szennyeződés detektálásához, vizualizálásához és értékeléséhez fejlesztette ki a Sikora cég *Purity Concept* elnevezésű ellenőrző és elemző szoftverjét, amely a felvett képsorozatban valamennyi észlelt szennyeződést láthatóvá tesz, ezek nagyságáról, felületéről, számáról statisztikát készít. A szoftver LAN csatlakozóval építhető be a vállalat hálózatába. Általában a korábban felvett képek is újra értékelhetők.

A 295x210 mm széles mintatartóban nem csak hagyományos granulátum, hanem PET pehely, mikrogranulátum, fólia, por és 5 mm-nél nem magasabb extrudált vagy fröccsöntött termék is vizsgálható. Egy vizsgálatban kb. 100 g hagyományos granulátum ellenőrizhető, ami 4 mm-es szemcsékből 3300 darabot jelent. Az automatikus eljárással az alapanyagok vizsgálata mellett a beérkező vagy kiszállításra váró termékek ellenőrzése is másodpercnyi idő alatt elvégezhető.

A szennyezettség inline vizsgálata a tekercsről lefutó fólián

Miután a műanyag granulátumból fóliát gyártanak, és azt feltekerceslik, legtöbbször a későbbi felhasználásnak megfelelő további kiegészítő, „nemesítő” műveleteket végeznek rajta, pl. szélezzik, perforálják, nyomtatják. Eközben a fólia nagy – akár 400 m/min – sebességgel tekeredik le az orsóról, majd tekeredik fel egy másik orsóra. Útközben gyakran előfordul, hogy gyűrődés, ráncolódás vagy valamilyen szennyeződés kerül a felületére, amit elősegíthet a nagy sebességből eredő, gyakori sztatikus feltöltődés is. Nem ritkán rovarok, főképpen legyek tapadnak rá a fólia felületére és épülnek be az ismét feltekert fóliába. Nagyon kellemetlen – kiváltképpen az élelmiszeriparban – ha az ilyen szennyeződés már csak a felhasználáskor válik láthatóvá. Vannak ugyan már ezt a jelenséget ellenőrző, főképpen UV-alapú mérő-

eszközök, amelyekkel csökkenthető az ilyen hibák gyakorisága, de ezekkel nem lehet a hibás fóliaszakaszt azonosítani.

A műanyagok feldolgozásakor ma egyre gyakrabban alkalmaznak kamerákat, amelyek nagy sebességgel rögzítik az alattuk futó termékről készített képeket, és kombinálják őket egy képfeldolgozó rendszerrel. A műanyag fóliák ellenőrzésekor külön kihívást jelent, hogy a fóliák nagyon simák, erősen visszaverik a fényt, gyakran van rajtuk gyűrődés, perforálás, valamilyen díszítés vagy nyomtatás, ezért olyan képelemző szoftvert kell számukra készíteni, amely képes a szennyeződést megkülönböztetni az egyéb zavaró tényezőktől.

A Strelen Control Systems GmbH (Griesheim, Németország) *Safe-Ident Impurity* technológiájával megoldotta ezt a feladatot. Az eljárásban alkalmazott vonalkamera 51 Hz sebességgel rögzíti a képeket, ami azt jelenti, hogy a 400 m/min sebességgel futó fóliáról készített képek között legfeljebb 0,13 mm a távolság. Rögzített képsebesség esetén futásirányban és a kisebb gyártási sebességeket alkalmazva a vonalkamera felbontóképessége elméletileg határtalan. A felbontás a képszélességben a kamera érzékelője által 1 mm-en belül definiált képpontok (pixelek, px) számát jelenti. Számértéke függ az optikától, ami meghatározza, hogy a vizsgált tárgy képe milyen méretben kerül rá a kamera csipjére. A szóba jöhető kamerák érzékelőjének felbontása 2000–8000 között van, ami a szokásos elrendezés és optikák esetén kb. 2–8 px/mm képfelbontást jelent.

A kamera nagy frekvenciával „vonalakot” vesz fel, majd 256 vonal összerakásával állítja elő azt a kétdimenziós képet, amelyet a kiértékelő szoftvernek ad át. Megfelelő világítás mellett a szennyeződés jól látható rajta. A legnagyobb fóliasebesség és optimális kamerabeállítás mellett a 2x2 mm-es idegen testek nagy biztonsággal kimutathatók (2. ábra). A munkaeszközöket úgy helyezik el, hogy a megvilágítás fényének visszaverődése ne juthasson be a kamerába.



2. ábra A Strelen cég *Safe-Ident Impurity* eljárásával kimutatott szennyeződés (a rózsaszínnel keretezett területen)

A kép a felvétel után több digitális szűrőn keresztül halad keresztül a pontosabb kiértékelés érdekében. Mindenekelőtt egy küszöbszűrőn (threshold filter), amely a 8-bites lépcsőből felépülő képből egy 256 szürkeségi fokozatú bináris képet, azaz egy rasztergrafikát készít (ezt a műveletet kvantálásnak nevezik), és amely már csak fekete (kódja 0) és fehér (kódja 1) pixeleket tartalmaz. Komplexebb algoritmusokkal (ilyenek a lehetnek a küszöbszűrők is) a pixelek szürkeségi értékeihez egy környezethez viszonyított fényességi jellemzőt is lehet kapni, ami nem tökéletesen homogén megvilágítás mellett is jó eredményt biztosít.

Az így előállított bináris képen a rendszer olyan összefüggő felületeket, ún. blobokat (jelentése angolul csepp, paca, folt) keres, amelyek kontrasztosak voltak (eltérő színük vagy fényességük) révén elkülönülnek a környezetüktől. Egy sötétebb blob a fehér fólián szennyezettségre utalhat. Hogy valóban szennyezett-e a terület, vagy más kontrasztot eredményező

jelenség, pl. gyűrődés hozta-e létre az elváltozást, a képelemző szoftver a digitális szűrő mellett logikai szűrővel dönti el. Alkotói abból indultak ki, hogy a szennyeződés általában pont vagy kör alakú blobot hoz létre, a gyűrődés viszont többnyire keskeny és hosszú formájúakat. A rendszer csak az előbbi formát minősíti „találatnak”.

A különböző tekercsszélesség és a feltekeréskor egyre növekedő tekercsátmérő mellett is meghatározott helyre rögzített kamera miatt a kiértékelendő felület nagysága változik. Ezért egy előkészítő algoritmussal (pre-process algorithm) automatikusan kijelölik azt a területet, amelyen a szennyeződést vizsgálják. A vizsgálat nem terjed ki pl. a fólia széleire és azokra a felületekre, amelyre valamilyen mintát vagy szöveget nyomtattak, mert ezt a rendszer szennyeződésként értékelné. Az ilyen előkészítés után a vizsgálat csak arra a felületre terjed ki, amelyen a szennyeződés vagy a rátapadt bogarak előfordulhatnak és fel is ismerhetők.

A képelemzéssel kapott adatokat a rendszer dokumentálja és tárolja, ezért bármikor újra elő lehet hívni a minőség-ellenőrzés teljes dokumentációját. Minden egyes gyártási folyamatot külön tárolón őriznek. A felhasználó eldöntheti, hogy valamennyi felvett képet tárolja, vagy csak azokat, amelyeken szennyeződést mutattak ki. Választani lehet aközött is, hogy csak az adatokat tárolják vagy a hozzájuk fűzött kommentárokat is. Az adatok biztonságát szavatolja, hogy véletlen vagy szándékos megváltoztatásukat az operátor korlátozott hozzáférhetőségével lehet megelőzni.

Összeállította: Pál Károlyné

Verunreinigungen automatisch finden = Kunststoffe, 2019. 7. sz. p. 67.

Sikora Purity Concept. = Inspection and analysis of pellets, flakes and films/tapes
<https://sikora.net/en/products/purityconcept/>

Basier, D.: Verunreinigungen im Visier = Kunststoffe, 2019. 4. sz. p. 64-66.

Strelen Control Systems GmbH: = Safe –ident Impurity. Guaranteed detection of impurities and foreign particles. <https://info.strelen.net/services/en/impurity-en/>