

Műanyagok granulálása

A granulálás a műanyag-feldolgozás egyik fontos lépése. Az egyre összetettebb anyagok növekvő használata és a hatékonysági célok szigorítása miatt kihívást jelent a kiváló minőségű granulátum elérése. Ezért fontos a gépgyártókkal való hatékony együttműködés, a gyártási problémák felismerése, a hibák megelőzése és elhárítása.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás, granulálás, granulálási technológiák, PET, gyártási problémák, hibaelhárítás

Hidegvágásos granulálás

Ezen technológia során az extruder szerszámból kijövő szálakat vízfürdőn vezetnek át, ahol az ömledéket a polimer olvadáspontja alá hűtik. Az így képzett szálakat meleg levegős lefűvás után egy speciális vágófejbe vezetik és kis méretű hengerekké darabolják. A kapott granulátumokat rázóasztalon vezetik át, melynek segítségével eltávolítják a nem megfelelően elvágott szálakat.

A hidegvágásos granulálás kiforrott technológiának számít, és néhány módosításon, valamint a biztonságot és a kényelmet szolgáló tervezési változtatásokon kívül a gyártási folyamat nagyjából ugyanaz, mint 50 évvel ezelőtt. A granuláló kialakítása funkciójához képest egyszerű, hengerek húzzák ki a szálakat az extruder szerszámból és egy spirálisan forgó kés végzi a granulálást. Függetlenül attól, hogy egy vagy több szálról van szó, a folyamat ugyanaz.

Az extruderrel való kapcsolat miatt kihívást jelent, hogy a granulátorok nem tekinthetők „varázsbereendezésnek”, vagyis nem tudnak jó minőségű granulátumot előállítani rossz szálból vagy olyan szálból, amelyet nem megfelelően kondicionáltak. Nem mindegy, hogy a forgókés éles vagy tompa, a hengerek újak vagy elhasználtak, a csapágyak jók vagy rosszak. A rossz minőségű szál rossz minőségű granulátumot ad.

A granuláló és az utóműveleteket végző egységeket ma már úgy tervezik, hogy megbízhatóan és sok esetben nagyon kedvezőtlen körülmények között is jól működjenek. A berendezés anyagának megfelelő megválasztása és felületének kialakítása meghosszabbítja a működési élettartamát. Kiemelten ügyelnek a biztonságra, a könnyű használatra és a szervizelhetőségre. Gyakran azonban az extruder és a granuláló berendezés között elhelyezkedő egységekre nem fordítanak kellő figyelmet.

A nem megfelelő granulátumokkal kapcsolatos problémák nagy része a szerszám és a vágóegység közötti távolságból, valamint a szálak ömledékfázisból szilárd állapotba való átmenetéből adódik. Ha a szálak nincsenek megfelelően kondicionálva, a granuláló könnyen hulladékot termel.

Az extrudersor beállításakor a kezelő általában egy műveletbeállítási lap alapján határozza meg az extruderhenger hőmérsékletét, de problémát okozhat, ha ezt nem veszik figyelembe, amikor a szálak kondicionálásáról van szó. A kezdeti beállítási paramétereket jellemzően megalapozott elméleten, ismert tényeken és próbálkozásokon alapuló gyakorlat alapján határozzák meg. Ezek képezik a gyártósor beállítási alapját és fontos, hogy minden műszakban a kezelőszemélyzet ezt használja.

Az extruder szerszám után elhelyezkedő egységek esetében ezek a mutatók a következők:

- A granulátor változói, beleértve a rotor elrendezését, a fogak számát, a rotor hézagot, az adagoló-henger elrendezést, a hengerek közötti rést, a pneumatikus henger nyomását.
- A granulátor adagolása és névleges fordulatszáma adott extruder fordulatszámmal.
- A technológiai víz hőmérséklete működés közben.

- Tartózkodási idő (távolság) a vízfürdőben.
- A vezetőhengerek pozicionálása a vízfürdőben.
- A granulátum hőmérséklete a vágás után.

A granulátum minősége alapján a meghibásodások 95%-a feltárható. A kérdés az, hogyan kell olvasni ezeket a jeleket és hogyan kell reagálni a megfigyeltekre. A granulátum minőségének értékelése után ugyanilyen fontos tudni, hogy milyen korrekciós lépést kell tenni. Néhány egyszerű irányelv betartása a beállítás során exponenciálisan növeli a siker esélyét.

Víz alatti granulálás

A víz alatti granulálás lényege, hogy a szerszámon körkörös elhelyezkedő furatokból kilépő ömledék közvetlenül a hűtőközeggel érintkezik. A megszilárdulóban lévő ömledéket egy körkörös mozgó kés vágja le. A folyamatos keringésben lévő víz a leválasztott granulátumokat magával sodorja, melyeket egy külön egység választ el a fluidumtól. A granulátumokat ezt követően szárítják, majd csomagolják, a vizet pedig temperálást követően visszavezetik a folyamatba. A víz alatti granulálással jobb minőségű granulátumokat lehet gyártani, mint a hidegvágásos technológiával. Mellette szól még, hogy gyakorlatilag bármelyik polimer esetében alkalmazható, nagy kapacitású technológia, a vágókések hosszú élettartamúak és megfelelő forgási sebességgel mikroméretű pelletek is előállíthatók. A technológia hátrányai közé tartozik a viszonylag nagy beruházási költsége, nagy vízigénye, valamint a szerszám „befagyásának” kockázata is.

Az összetett vagy újszerű anyagok növekvő használata és a hatékonysági célok folyamatos szigorítása miatt egyre nagyobb kihívást jelent a kiváló minőségű granulátum elérése. Ez a tendencia az egyik fő mozgatórugója a víz alatti granulálás fejlesztésének. Ugyanakkor ügyelni kell arra, hogy a nem kellően megalapozott beruházási döntések költséges minőségi problémákhoz és a berendezés károsodásához vezethetnek. E problémák megelőzése és kezelése megköveteli a gyártóval való együttműködést, valamint a gyakori problémákra vonatkozó hibaelhárítási irányelvek ismeretét.

1. lépés: Felkészülés és partnerség

A berendezésgyártókkal, beszállítókkal fenntartott kapcsolatok mindig fontosak. A hidegvágásos technológiához képest a víz alatti granulátorok kidolgozottabbak, kifinomultabbak. A tanulási görbe meredekebb és a tudás kulcsfontosságú. A vezető gyártók filozófiája nagyon eltérő a technológia alkalmazását illetően, ezért meg kell ismerni a gyártót és meg kell győződni arról, hogy a gyártó is ismeri a feldolgozók igényeit.

A gyártó célja kell legyen, hogy proaktívan eligazodjon a minőségi kérdésekben és áthidalja a tudásbeli hiányt a feldolgozókkal való partnerség révén, így működőképes és megbízható útmutatást nyújtson, valamint naprakész legyen a technológiai újítások terén is. Ez nagy hatással van a műszaki tudásmelegedésre, valamint a kezdő és középszintű hibaelhárítási képességre.

2. lépés: Az alkalmazási specifikációk kiegyensúlyozása

Az egyensúly minden jól megtervezett és hatékony folyamat kulcsfontosságú tulajdonsága, és ez alól a granulálás sem kivétel. Az extrudersor teljesítményének és a végtermék minőségének maximalizálása érdekében különös figyelmet kell fordítani a teljesítmény jellemzőkre. A feldolgozó és a gyártó között kiegyensúlyozott partnerségre van szükség a kritikus termékek, összetételek és kihozatal azonosításához és beállításához a költségek minimalizálása mellett.

A granuláló szerszám kialakítása is lényeges és a feldolgozandó anyagokhoz kell hangolni. A szerszám tervezésekor a következő fontos tényezőket kell figyelembe venni: szerszámnyomás, feldolgozási sebesség, viszkozitás és granulátum specifikáció (g/100 granulátum).

3. lépés: Üzembehelyezés és teljesítményoptimalizálás

„A jó indítás elvégzi a munka felét” – tartja a mondás. A szervizmérnök a granulátum minőségének és a gyártósor teljesítményének beállításában fontos szerepet játszik. Gondoskodik az extrudersor telepítéséről és megfelelő működéséről. Betanítja a kezelőszemélyzetet a granuláló és a kiegészítő berendezések használatára.

A képzés eredményessége érdekében a szervizmérnök feladatai az alábbiak:

- Alaposan magyarázza el a granuláló berendezés funkcióit és tartson oktatást a berendezés gépészeti vonatkozásairól.
- Futtasson és hozzon létre gyártási folyamatokat az alapvető termékekhez/készítményekhez (80/20 szabály).
- Tekintse át a rendszer alkatrészlistáját és tegyen javaslatokat azokra a kritikus pótalkatrészekre, amelyeket raktározni kell.
- Képezze ki a karbantartó személyzetet a berendezés hatékony működésének biztosítására.

Egy jó gyártó előre tervezett látogatásokat ütemez be, hogy értékelje a képzés hatékonyságát és ellenőrizze a gyártott termék minőségét, ez szükséges a problémák és a hibaelhárítás jövőbeni csökkentése érdekében. A legjobb tervezés, berendezés és kivitelezés ellenére mindig lesznek minőségi és gyártásbeli problémák. A cél ezek minimalizálása.

4. lépés: Gyakori problémák és helyszíni hibaelhárítás

Szabálytalan granulátum alak

Ez a leggyakoribb minőségi probléma. A víz alatti granulálással előállított granulátumnak gömb alakúnak kell lenni. Gyakran tapasztalhatók azonban nem megfelelő méretek és alakok. Ezeket okozhatják adagolási problémák, a szerszámnyílásokat elzáró akadályok, az anyag megszilárdulása a szerszámlemezben.

A probléma megoldásához meg kell győződni arról, hogy nincs ingadozás az adagolásban és megfelelő a betáplálás sebessége. Az újrahasznosítás gyakori problémája, hogy a szennyeződések nem szűrők ki megfelelően az ömledékből. Ez a szerszámlyukak eltömődéséhez vezethet, ezért előfordulhat, hogy ellenőrizni kell az ömledékszűrést.

A szerszámfagyás számos módon kezelhető. Meg kell győződni arról, hogy az összes fűtőelem működik és képes fenntartani a megfelelő hőmérséklet alapértéket. Az aktuális gyártási körülményekhez igazodva a szerszámlemezben lévő lyukak lezárása gyakori módja a berendezés optimalizálásának.

Ugyancsak fontos ellenőrizni a polimer olvadáspontját és a technológiai víz hőmérsékletét. Ha ezek a hőmérsékletek túl alacsonyak, akkor a polimer nagyobb valószínűséggel szilárdul meg a szerszámlemezben.

Elvékonyodó rész („farok”) a granulátumon

Elvékonyodás akkor alakul ki, ha a granulátum vágása nem tiszta. Ahogy a granulátum a szárítóba érkezik, ez a műanyagrész letörhet és a vízbe kerülhet. A víz szűrése azért fontos, hogy a gyártási folyamat ne akadjon meg. Ideális esetben nem szabadna képződni ilyen maradványoknak és finomszemcséknek. Ez akkor akadályozható meg, ha a szerszámlemez jó állapotban van. Előfordulhat, hogy a szerszám homlokfelületét le kell köszörülni a szerszámlemezben lévő barázdák eltávolításához. A vágókések karbantartása is segít az elvékonyodott részek eltávolításában. A legtöbb granuláló egység rendelkezik önlező pengével és a karbantartás a gép működése közben is elvégezhető.

Agglomerátumok

Az agglomerátumok nagy műanyagdarabok, amelyek általában a granulátor indításakor keletkeznek, de a rendszer nem megfelelő működése miatt is kialakulhatnak. Ezek a darabok károsíthatják a centrifugális szárító belső részeit. A víz alatti granulátor indításakor fontos, hogy az anyag kijöjjön a szerszámlemezről,

a víz átfolyjon a szerszám felületén és a gyártás időzített sorrendben induljon el. Ha az anyag a granulátor indulása előtt érkezik, agglomerátumok képződhetnek.

A gépgyártók tisztában vannak azzal, hogy ezek az indítási paraméterek mennyire kritikusak, és megfelelő szabályozást alkalmaznak az agglomerátumok képződésének elkerülésére. Az üzembehelyezés során a szervizmérnök megfelelően beállítja a vezérlőrendszert.

Szemcsék összetapadása

Ha a granulátumok nem hűlnek le megfelelően, egymáshoz tapadhatnak. Ha több szemcse egyszerre tapad össze, ezt a jelenséget „láncolódásnak” nevezik. A probléma megoldásához fontos megbizonyosodni arról, hogy a technológiai víz megfelelő hőmérsékletű. Ha túl meleg, akkor nem hűti le megfelelően a granulátumokat a vágás közben. Egy másik ellenőrizendő paraméter az ömledék hőmérséklete. Ha túl magas, az ugyanolyan hatást vált ki, mintha a víz túl meleg lenne és a granulátum nem tud megfelelően lehűlni. A víz megfelelő áramlásának biztosítása szintén segíthet az összetapadás elkerülésében.

PET granulálása

A PET granulálásánál nagyon fontos az energiatakarékos gyártás és a kristályosítás. Az ECON PET-Edition víz alatti granulátort a PET feldolgozására optimalizálták. Az **ECON** szabadalmaztatott hőszigetelési technológiájával biztonságos indítás érhető el. Azáltal, hogy nincs hőátadás a szerszámlemez és a víz-fürdő között nemcsak a szerszámfuratok befagyása akadályozható meg, hanem jelentős mennyiségű energia is megtakarítható. Emellett kiemelt figyelmet fordítottak a víztartály és a csövek megfelelő szigetelésére, hogy a granulátum vég hőmérséklete minimum 140 °C legyen.

Nemcsak a granuláló, hanem a PET kristályosító is minimális energiafogyasztással működik. Ez a szemcsék belső hőjét használja fel a kristályosításhoz, ezért ez az egyik leghatékonyabb módszer a PET kristályosítására. A rendszert úgy tervezték, hogy a szemcséket állandó hőmérsékleten tartsa és 30–40%-os kristályosodási fokot biztosítson. A kristályosító csatornában a granulátumokat finom vibrációval továbbítják és keverik, hogy megakadályozzák a kristályosodás során az összetapadást. A magas kristályosodási fok lehetővé teszi a granulátum gyorsabb előszárítását a további feldolgozás (pl. fröccsöntés) előtt, ami jelentős időt takarít meg.

Az élelmiszeriparban az újrahasznosított PET-nek alacsony acetaldehid tartalmúnak kell lenni ahhoz, hogy megfeleljen az alkalmazási irányelveknek. Az ECON PET-Edition esetében a szerszámlemeznél a nyomásérték 40%-os csökkentésével alacsony, 30–40%-os acetaldehid tartalom érhető el közvetlenül a granulálás után.

Összeállította: dr. Lehoczki László

From Extruder to Pelletizer: What Happens in Between Influences Quality = Plastics Technology Online, 2015. július 1., <https://www.ptonline.com/articles/from-extruder-to-pelletizer-what-happens-in-between-influences-quality>
Merritt, H. C.: Mitigating and troubleshooting underwater pelletizing issues = Plastics Technology Online, 2020. augusztus 11., <https://www.ptonline.com/blog/post/mitigating-and-troubleshooting-underwater-pelletizing-issues>
ECON PET-Edition - Energy-saving solution for pelletizing of rPET/PET = Extrusion World, 2022. szeptem 29., <https://www.extrusion-world.com/en/detail-view/econ-pet-edition-energy-saving-solution-for-pelletizing-of-rpetpet/>