

## عملیات کریستالیزاسیون مستریج‌های PET

ترجمه: آزاده موحد



عکس تزئینی

می‌کنند دارای میزان تولید بیشتری بوده و رنگ موجود را نیز به سرعت عوض نمی‌کنند.

از مدل کوچک‌تر این دستگاه یعنی IRD-A نیز به عنوان کریستالایزر برای مقادیر تا سقف ۱۵ kg/hr استفاده می‌شود. تغییرات رنگی مداوم نیازمند تنظیماتی برای انجام عملیات تمیز کردن مناسب و همچنین زمان استارت سریع می‌باشد.

معمولا از شرکت‌های تولیدکننده‌ی مستریج‌های رنگی درخواست می‌شود تا صدها رنگ مختلف از این مستریج‌ها را هر کدام در مقادیر اندک تهیه و تحویل دهند. بنابراین کریستالایزرهای قدیمی چندان قابل اعتماد نیستند؛ استارت چنین سیستم‌هایی با مواد اولیه‌ی آمورف خود یک چالش مسلم است.

این سیستم‌های قدیمی در اصل برای عملیات کریستالیزاسیون نیمه مداوم در صنعت قالب گیری تزریقی ساخته شده بودند.

در فرایندهای نیمه مداوم عملیات استارت سیستم فاکتور چندان مهمی نیست چون مواد اولیه‌ی کریستالیزه شده معمولا در دسترس هستند. زمانی که در این سیستم‌ها عملیات با مستریج‌های آمورف آغاز می‌شود ماده‌ی اولیه به دلیل هم زدن ناقص در این منطقه تمایل به انباشتگی در مخروط را پیدا کرده که معمولا منجر به شکستگی یا خم شدن عامل هم‌زن می‌شود.

در نتیجه اجزای سیستم باید کاملا از هم جدا شده،

کارخانه‌ی کرینبورگ واقع در شهر مونستر آلمان جدیدترین تکنولوژی خود را که مربوط به تکنولوژی شناخته شده‌ی IRD می‌باشد عرضه کرده است.

در این تکنولوژی جدید با همان بیج IR از امواج مادون قرمز به جای هوای داغ به عنوان منبع حرارتی استفاده می‌شود. چندین سال است که غلتک‌های خشک‌کن مادون قرمز به عنوان یک تکنولوژی شناخته شده در بسیاری از موارد کاربردی PET مطرح است. دلیل موفقیت تکنولوژی فوق مزایای قابل توجه آن در مقایسه با سایر روش‌های خشک کردن می‌باشد.

از جمله‌ی این مزایا می‌توان به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، زمان کوتاه انجام فرایند و انعطاف‌پذیری روش از نظر به کارگیری آن بر روی مواد اولیه‌ی مختلف با اشکال و خواص گوناگون اشاره کرد.

سهولت انجام عملیات، اطمینان‌پذیری عملیات کریستالیزاسیون و خشک کردن مزایای دیگری است که توسط مصرف‌کنندگان تکنولوژی IRD گزارش شده است.

IRDها معمولا در موارد کاربردی PET نظیر فیلم‌های فشرده شده، ورق‌های ترموفرمینگ، تسمه و غیره استفاده می‌شوند. از IRDهای مداوم کمپانی کرینبورگ نیز به عنوان کریستالایزر مستریج‌های رنگی استفاده می‌شود.

معمولا شرکت‌هایی که از IRDهای مداوم استفاده



تمیز و تعمیر شوند.

این حالت تاثیر منفی بر روی مستریج گذاشته و مانع از فروش آن با قیمت بالا در بازار می‌شود. زمانی که از IRD برای انجام عملیات کریستالیزاسیون استفاده شود با مسایل فوق مواجه نخواهیم بود.

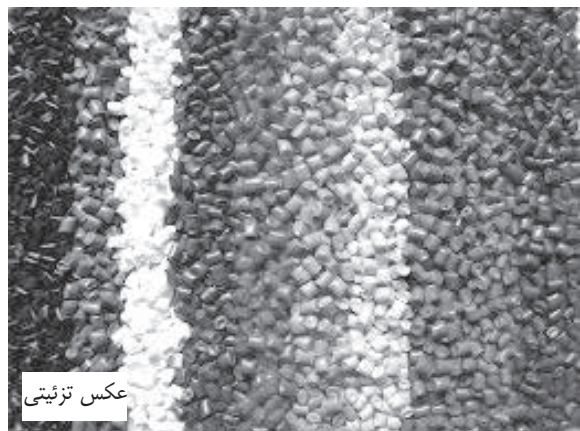
بیشتر شرکت‌های تولیدکننده‌ی مستریج‌های رنگی تمایل به داشتن سیستمی برای کریستالیزاسیون مستریج‌های رنگی به صورت آف لاین دارند.

رنگ‌های متنوع و عملیات نهایی تبدیل مستریج نیازمند شرایط مختلف انجام فرایند توسط کریستالایزر است. واکنش رنگ‌های مختلف به حرارت و به طور خاص امواج مادون قرمز متفاوت می‌باشد.

بعضی از رنگ‌ها پس از عبور از دمای انتقال شیشه‌ای به سرعت گرم می‌شوند و بعضی دیگر نیازمند حرارت‌دهی بسیار آرام ولی مداوم هستند. نمونه‌ی کوچک IRD-A برای توان عملیاتی پایین دارای آپشن‌های محدودی برای تنظیم فرایند بر اساس انواع مختلف مستریج می‌باشد.

این نمونه تنها دارای یک محدوده‌ی حرارتی بوده و تنظیم سرعت چرخشی غلتک نیز در آن محدود است. حتی انواع بزرگ‌تر سیستم‌های فوق IRD-B با سه محدوده‌ی حرارتی مختلف برای اجرای یک پروفیل دمایی دارای محدودیت در تنظیم سرعت چرخشی غلتک می‌باشند.

بنابراین میزان انرژی مکانیکی مورد نیاز برای هم زدن در طول غلتک قابل تغییر نیست. موادی که حرارت‌دهی آنها سخت است در واقع محدودیت‌های فرایندی چنین IRD‌های مداوم را به چالش می‌کشند. این مواد اولیه شامل بعضی از رنگ‌های مشخص و یا انواع کوپلیمر PET برای کاربردهای خاص می‌شوند. احتمال دارد دستگاه IRD زمان توقف مناسب و یا انرژی مکانیکی مطلوبی را برای هم زدن و در



نتیجه تولید گرانول‌های کریستالیزه شده فراهم نکند. چالش‌های فوق در صورت استفاده از امواج مادون قرمز از بین می‌روند.

بیج IR بر خلاف انواع مداوم IRD به صورت غیرمداوم عمل می‌کند. یک اندازه‌ی تعریف شده (برای مثال ۳۰ پوند از دانه‌های PET) به داخل غلتک تغذیه شده و سپس با یک پروفیل دمایی از پیش تعیین شده حرارت‌دهی می‌شود و به دمای مورد نیاز برای کریستالیزاسیون می‌رسد. غلتک در حین انجام فرایند در حال چرخش است. پس از انجام عملیات کریستالیزاسیون ماده‌ی اولیه با چرخش غلتک در خلاف جهت قبلی از ماشین تخلیه می‌شود. ماشین پس از تخلیه آماده‌ی انجام دور بعدی فرایند است و می‌توان آن را با مواد اولیه‌ی جدید مجدداً پر کرد.

فرایند غیر مداوم دارای مزیت‌های مهمی برای ماده‌ی اولیه‌ای که کریستالیزه کردن آن سخت است می‌باشد. از آن جایی که غلتک به طور مستقیم به یک فرایند خطی مرتبط نیست می‌توان سرعت چرخشی آن را تا حد ممکن افزایش داد و در حین انجام کریستالیزاسیون به نحو عالی دانه‌ها را با هم مخلوط کرد. معمولاً حرارت‌دهی مستر بیج PET در ابتدا صورت می‌گیرد. بنابراین سرعت چرخش غلتک نسبتاً پایین و قدرت تشعشع امواج مادون قرمز در بالاترین سطح است. در فاز اول تنها هدف حرارت‌دهی مواد اولیه و رساندن دمای آنها به یک دمای از پیش تعیین شده برای مثال ۲۰۰°F است. به محض این که مواد اولیه به دمای بحرانی کریستالیزاسیون یعنی بین ۲۲۰°F تا ۲۷۵°F برسند سرعت غلتک افزایش یافته تا از هر گونه انباشتگی مواد اولیه جلوگیری شود و مواد به خوبی با هم مخلوط گردند. پس از این که مواد اولیه از این مرحله‌ی بحرانی عبور کردند قدرت منبع انتشار اشعه‌ی مادون قرمز مجدداً افزایش یافته تا فرایند کریستالیزاسیون را تکمیل کند. در عین حال سرعت چرخشی غلتک را می‌توان دوباره کاهش داد. معمولاً فرایند کریستالیزاسیون پس از گذشت ۲۰-۱۵ دقیقه کامل می‌شود که این مدت زمان به ماده‌ی اولیه بستگی دارد. پس از انجام فرایند بیج IR به طور خودکار غلتک را تخلیه کرده و با پر کردن مجدد غلتک فرایند را از نو آغاز می‌کند.

قیف اندازه‌گیری توسط ورودی پنوماتیک جانبی باز شده و مواد اولیه‌ی جدید به داخل غلتک ریخته می‌شوند. ماشین با شروع دوباره‌ی فرایند کریستالیزاسیون /



حرارت‌دهی مجدداً قیف اندازه‌گیری را برای انجام دور بعدی عملیات پر می‌کند.

با انجام خودکار عملیات در یک حلقه‌ی بسته نرخ تولید به طور متوسط به ۱۲۰ lb/hr خواهد رسید. عملیات خودکار پر کردن مجدد غلتک و همچنین سایر پارامترهای مربوطه در تغییرات دمایی مختلف کاملاً توسط تکنولوژی مدرن و پیشرفته‌ی صفحه‌نمایش لمسی کنترل می‌شود. با دست یابی به پارامترها و پروفیل دمایی مناسب برای یک ماده‌ی مشخص می‌توان آن‌ها را در سیستم کنترل ذخیره کرد.

یکی از اثرات جانبی متداول در مورد حجم بالای مستر بیج، بار الکترواستاتیکی دانه‌های PET است. به منظور جلوگیری از این اثر کارخانه‌ی کرینبورگ بسته‌ی مستر بیج مخصوصی را برای بیج IR طراحی کرده است که دارای واحد یونیزاسیون برای خنثی‌سازی اثر الکترواستاتیکی بین مواد اولیه می‌باشد.

علاوه بر این فرایند تمیز کردن تجهیزات نیز از موارد مهم و وقت‌گیر است. بنابراین بیج IR به طور کامل قابل باز شدن است و واحدهای IR در یک قاب جداگانه از دو طرف خارج می‌شوند.

غلتک هم‌زن نیز دارای هیچ‌گونه فضای مخفی نبوده و به آسانی توسط جاروبرقی یا هوای فشرده قابل تمیز کردن است تا بتوان به راحتی مواد اولیه‌ی مختلف را با هم تعویض کرد. کارخانه‌ی کرینبورگ با تولید سیستم سریع، کارآمد و انعطاف‌پذیر بیج IR گام مهم دیگری در صنعت مستر بیج برداشته است.

#### مرجع:

Andreas Holt And Marcus Vogt, "Crystallization of Pet Masterbatches, Ir Batch, more than just a perfect crystallizer", International Fiber Journal, October 2012