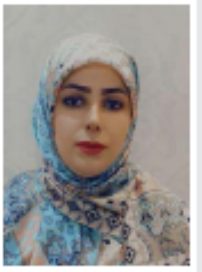
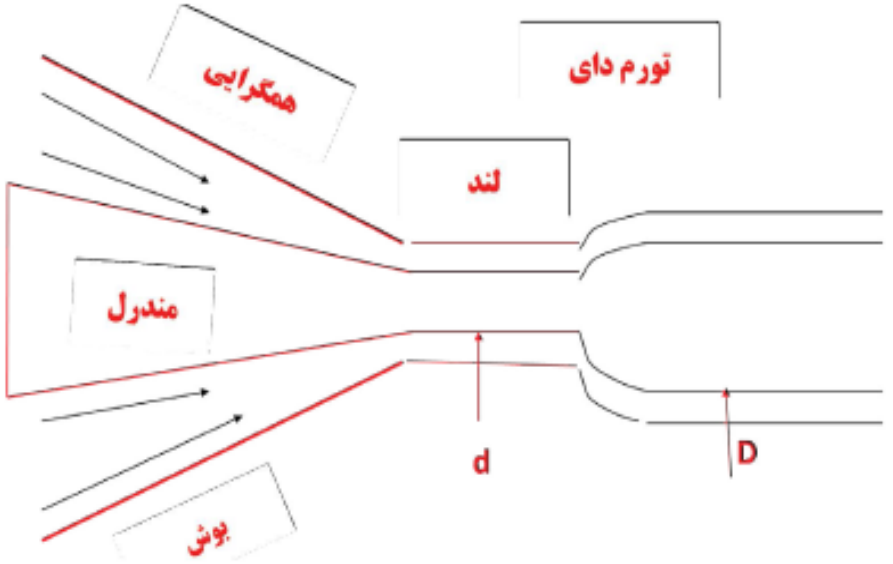
علت برگشت پذیری بیشتر لوله‌های C-PVC نسبت به لوله‌های U-PVC چیست؟



عفت پوررحیم
مدیر کنترل کیفیت
شرکت داراکار



مقدمه:

اگرچه الزام میزان برگشت پذیری برای لوله های U-PVC و لوله‌های C-PVC طبق استانداردهای IS ۴۹۸۵:۲۰۰۰ وIS ۱۵۷۷۸:۲۰۰۷ حداکثر ۵٪ است، بسیاری از تولیدکننده‌ها دریافتند که برگشت پذیری در لوله های C-PVC، به ویژه لوله های با قطر کمتر. ، بسیار بیشتر از ۵٪ است.

هنگامی که دمای لوله UPVC یا CPVC افزایش مییابد، لوله در واقع با توجه به ضریب انبساط حرارتی (~ 10^{-6}m/m ۴۰ / ۵۰ برای PVC و m/m^{-6} ۷۹×۱۰ برای CPVC) منبسط می‌شود. این انبساط تارسیدن به دمای انتقال شیشه‌ای مربوطه ادامه می‌یابد. فقط در دمای پایین تراز دمای Tg، لوله‌ها نرم‌تر می‌شود و تنش‌های طولی فریز شده موجود در لوله طی فرآیند سرد شدن آزاد میشوند.پس از رها شدن تنش‌ها، لوله تا دمای آزمون انبساط پیدا می‌کند. طبق استانداردهای IS ، آزمون دردمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام می‌شود. هنگامی که لوله تا دمای اتاق خنک می شود، منقبض می شود و درصد برگشت پذیری آن در دمای اتاق اندازه گیری می شود.

هر چه تنش‌های فریز شده بیشتر باشد، درصد برگشت طولی بیشتر می‌شود.

دلایل برگشت پذیری

این تأثیر ناشی از چندین عامل مانند آمیزه سازی، فرآیندتولید، طراحی قالب، تورم دای، خنک‌سازی و غیره است.

زمانی که ضخامت مواد اکسترود شده بیشتر باشد، برای دستیابی به ضخامت مطلوب، سرعت تخلیه افزایش می یابد. این امر باعث کشش می‌شود و تنش های فریزشده که به هنگام تنظیم خلاء و خنک سازی ایجاد میشوند ، منجر به برگشت پذیری بالاترمی‌شود.

ضخامت مواد اکسترودشده با افزایش:

۱- شکاف قالب(die gap)

۲- تورم دای (die swell)

افزایش می یابد.

از آنجایی که شکاف قالب را می توان از طریق ابعاد مندرل و بوش کنترل کرد، باید به تورم دای بپردازیم.

هنگامی که یک مذاب پلیمری با فشار از داخل یک قالب عبور می کند، قطر مواد اکسترود شده بزرگتر از دهانه قالب

است.به این پدیده «تورم دای» می گویند.

در چنین مواردی، ضخامت و همچنین قطر مواد اکسترود بیشتر از شکاف قالب یا قطر بوش است.

نسبت ضخامت مواد اکسترود شده (D) به شکاف قالب(d) نشان دهنده تورم دای است

تورم دای به عنوان معیاری برای الاستیسیته سیال پلیمری در نظر گرفته می‌شود.

دلیل این اتفاق چیست؟

قالب لوله دارای دو بخش است - بخش همگرا (پس از اسپایدر) و بخش لند موازی.

• معمولاً مذاب ورودی به بخش همگرا به دلیل،

۱. برش بین مذاب و دیوار قالب در بخش همگرا، و

۲. جریان گسترده پلیمر سیال. به دلیل کاهش تفاوت سطح مقطع کشیده و آرایش یافته میشود.

آسایش پلیمر سیال و داغ آرایش یافته در دای لند داغ صورت می‌گیرد، زیرا آنجا فشاری وجود ندارد، و آسایش باقی‌مانده به شکل تورم دای صورت می‌گیرد، زیرا مذاب داغ و الاستیک در دمای ۲۱۰-۲۲۰ درجه سانتی‌گراد از قالب خارج می‌شود.

نتیجه این است که آسایش بیشتر در دای لند اتفاق می افتد. آرایش یافتگی باقیمانده در مذاب پلیمری که از قالب خارج می‌شود کمتر است و بنابراین تورم مواد اکسترود شده نیز کمتر است و بالعکس. همچنین، سرعت بیشتر اکستروژن و شکاف کمتر قالب ، سبب تورم بیشتر دای می‌شود.

دای لند قسمتی از دای است که ضخامت نهایی را کنترل می کند و مذاب در آن شکل و ضخامت ثابتی دارد. طول دای لند حافظه شکلی نهایی مذاب را کنترل می کند و شکل ثابت اکسترودیت را تضمین میکند.

ماهیت: C-PVC

هیچ فرآیند پلیمریزاسیون خاصی برای تولید C-PVC وجود ندارد. (C-PVC)به وسیله کلرینه کردن PVC تولید می‌شود. مقدار کلر در PVC ،٪ ۵۶٫۸ است، در حالی که مقدار کلر در C-PVC ۶۸-۶۳٪ است.

• دلایل برگشت پذیری بیشتر C-PVC نسبت به لوله های PVC ،

۱. در دمای فرایند ، زنجیره های پلیمری در حالت سیال هستند PVC و C-PVC به دلیل محتوای کلر در زنجیره های پلیمری دارای قطبیت هستند. هنگامی که این زنجیره های متحرک به یکدیگر نزدیکتر می شوند، به دلیل قطبیت مشابه، یکدیگر را دفع می کنند وباعث میشود ماهیت غیر متبلور پیدا کنند. این دافعه در C-PVC بیشتر از PVC است به دلیل مقدار کلر بیشتر (در مقابل، اگر بخش‌هایی از زنجیره اصلی یکدیگر را جذب کنند، بلورینگی حاصل می‌شود - برای مثال پیوند هیدروژنی در زنجیره‌های نایلونی.) این دافعه بین زنجیره های مولکولی باعث تورم بیشتر دای می‌شود که منجر به برگشت پذیری بیشتر می‌شود

۲- صلبیت PVC به دلیل وجودکلر می باشد. در C-PVC مقدار کلر بیشتر باعث سختی بیشترزنجیره های پلیمری میشودکه در نتیجه آن ویسکوزیته مذاب افزایش می یابد که باعث ایجاد بار بیشتر بر روی تجهیزات تولید و همچنین گرمای اصطکاک بیشتری می‌شود.

به علاوه باعث افزایش برش بین مذاب پلیمر C-PVC و دیواره های داخلی قالب میشود که منتج به آرایش یافتگی بیشتر و تورم بیشتر قالب می‌شود.

۳- بسیاری از تولید کننده ها در فرمولاسیون های C-PVC از CPE به عنوان یک اصلاح کننده ضربه ،به دلیل نسبت هزینه مطلوب استفاده می کنند. کلر دار بودن CPE باعث افزایش تورم دای می‌شود.

۴- فرمولاسیون U-PVC حاوی مقدار نسبتاً خوبی از کربنات کلسیم می‌باشد، درصورتیکه میزان کربنات کلسیم در فرمولاسیون لوله‌های C-PVC تقریباً صفر است. کربنات کلسیم به دلیل رسانایی حرارتی بالا ۲٫۲W/m K در مقایسه با ۰٫۱۹ برای PVC و ۰٫۱۴ برای C-PVC سریعتر سرد می‌شود. بنابراین مواداکسترود شده U-PVC سریعتر از مواد اکسترود شده C-PVC سرد (خنک) می‌شود. این باعث کشش بیشتر و در نتیجه برگشت پذیری بیشتر نسبت به لوله PVC می‌شود

چگونه می‌توانیم تورم دای و در نتیجه برگشت پذیری را کاهش دهیم؟

۱. استفاده از قالب دوقلو: تورم دای با افزایش برش درون قالب افزایش می‌یابد، به خصوص برای لوله‌های با قطر کمتر (۲/۱ و ۴/۳ اینچ). اگر به جای قالب اکستروژن تک لوله، از قالب اکستروژن دو قلو استفاده شود، اصطکاک خطی درون قالب کاهش می یابد، در نتیجه سرعت خطی هر طرف در قالب دوقلو نسبت به قالب تک لوله کاهش می یابد.

۲. اصلاح طرح قالب: اگر برش درون قالب با ایجاد فشردگی کمتر در بخش همگرا و آسایش بیشتر در دای لند کاهش یابد، تورم دای کاهش می‌یابد.

• روش های دیگر برای بهبود برگشت پذیری،

۳. دمای آب برای جامد کردن(متبلور کردن)مواد اکسترود شده:

استفاده از آب سرد در مخزن وکیوم اجازه کشش بیشتر را نمی دهد. جالب است بدانید که هدایت حرارتی

C-PVC ۰٫۱۴ W/m K کمتر از PVC ۰٫۱۹ W/m K است.

۴. برای بهینه سازی برگشت پذیری، فاصله بین قالب و سایزر را در شکاف هوا تنظیم کنید.