

اثر عوامل مختلف بر پیشرفت مغزی به درون لایه بیرونی پلی پروپیلن در دستگاههای تزریق دو جزئی

Effect of Various Factors on Mobility of Inner Layers to Outer Layers of Polypropylene in Two-Component Injection Moulding Machines

فرانس ایگل^۱، حسین بیضانی^۲

۱- دانشکده مهندسی انرژی، ۲- سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی شهردار

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۹، پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۹

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون مصرف اجسام و ظروف پلاستیکی و نیاز به استفاده از ضایعات پلیمری، در این پژوهش اثر پارامترهای مختلف ضمن کار با دستگاههای تزریق دو جزئی و چگونگی عمل آنها در ارتباط با بکارگیری پلی پروپیلن بررسی شده است. علاوه بر آن اثر عوامل مختلف مانند دبی جسمی، طول مرحله تزریق همزمان، نسبت دبی جسمی لایهها در مرحله تزریق همزمان، دمای ماده، دمای قالب و نسبت گرانرویهای مغزی - لایه بیرونی بر چگونگی تولید اجسام مختلف در دستگاههای تزریق دو جزئی مطالعه شده است.

واژه‌های کلیدی: پلی پروپیلن، دستگاه تزریق دو جزئی، مغزی- لایه بیرونی، نسبت گرانروییها

Key Words: polypropylene, two component injection machine, internal layer, external layer, viscosity ratio

مقدمه

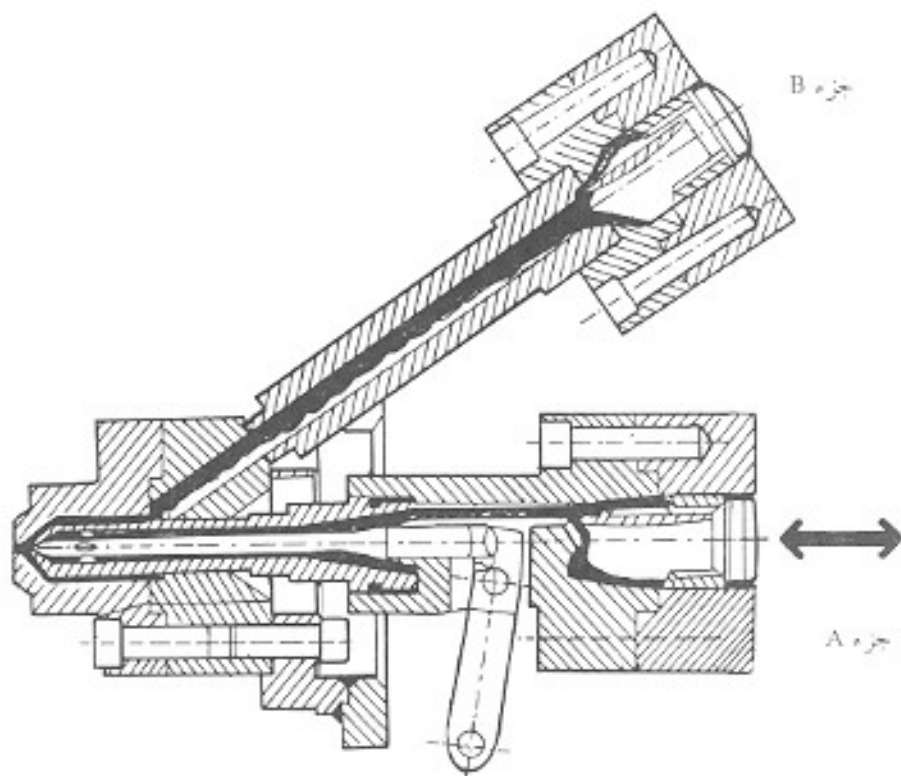
با دستگاههای تزریق دو جزئی می توان از ترکیبات مختلف و با خواص متفاوت جسمی واحد تولید کرد. بطور کلی، با بکارگیری روش تزریق دو جزئی دستیابی به هدفهای زیر ممکن می شود:

- بهینه کردن خواص جسم تولید شده با آمیزش مواد مورد نظر،
- صرفه جویی اقتصادی (کاهش هزینه مواد اولیه و انجام کار دو مرحله ای در یک مرحله)،
- کاربرد محصولات بازیافت (recyclates) به عنوان ماده مغزی.

از خصوصیات اجسام تهیه شده با دستگاههای تزریقی دو جزئی دو لایه بودن آنهاست که لایه بیرونی و مغزی از مواد مختلف تشکیل شده و پوسته مغزی را کاملاً احاطه کرده است. مواد پلیمری لایه

بیرونی و مغزی می توانند متفاوت باشند تا بهترین خواص و نتایج حاصل شود. برای دستیابی به بهترین خصوصیات جسم تولیدی می توان از ترکیبات مختلف استفاده کرد، ولی این مواد باید دارای خصوصیات زیر باشند [۱، ۲]:

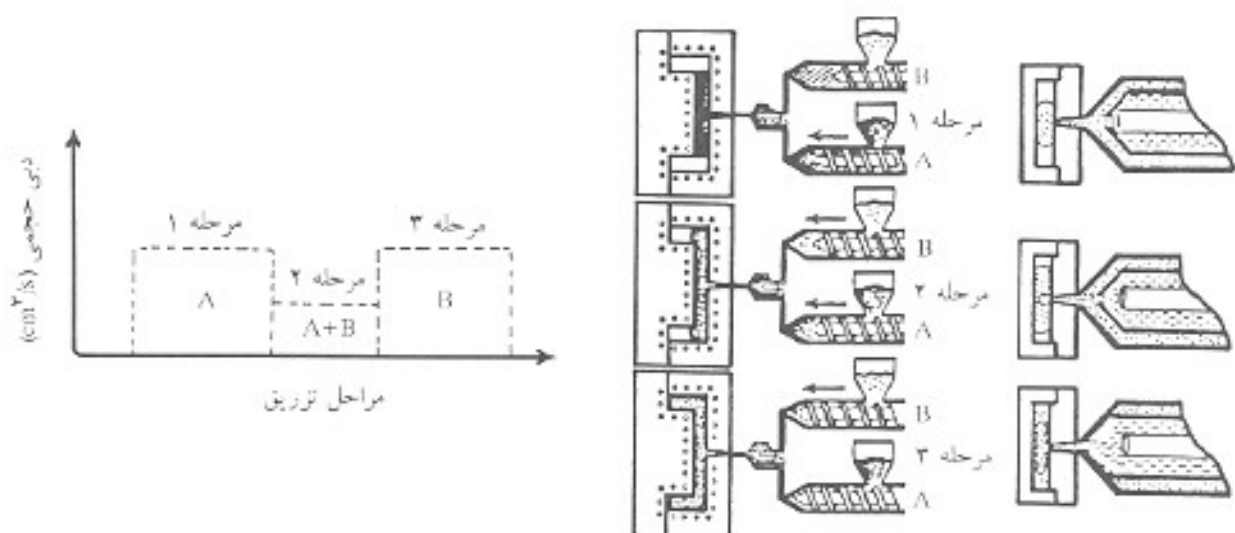
- داشتن درجه جمع شوندگی و انقباض یکسان یا تقریباً مشابه،
- دارا بودن خاصیت چسبندگی نسبت به یکدیگر.
- یکسان یا مشابه بودن درجه جمع شوندگی و انقباض دو پلیمر
- بکاررفته از نایدگی و همچنین تنش ایجاد شده جلوگیری می کند.
- خاصیت چسبندگی مطلوب دو پلیمر نسبت به هم و خواص مکانیکی و توری مورد نظر از مسائل مهم دیگرند [۳-۵].
- پلیمر بکار رفته برای لایه بیرونی باید دارای خصوصیتی



شکل ۱ - نمای کلی دستگاه تزریق دو جزئی.

گسرنرم، ضایعات پلیمری و مواد بازیافتی آسیاب شده استفاده کرده [۶].
در این پژوهش، اثر پارامترهای مختلف بر چگونگی

چون پایداری شیمیایی، پایداری در برابر گرما و استحکام بوده و اجسام تولید شده از آن سطحی صاف و صیقلی داشته باشند. برای مغزی مسی توان از پلیمرهای تقویت شده با الیاف کونا، اسفنجهای



شکل ۲ - مراحل تزریق مواد بیرونی و مغزی در دستگاه تزریق دو جزئی: (مرحله ۱) تزریق ماده بیرونی، مجرای A باز و مجرای B بسته، (مرحله ۲) تزریق همزمان مواد بیرونی و مغزی، مجرای A و B هر دو باز و (مرحله ۳) تزریق ماده مغزی، مجرای A بسته و مجرای B باز.

پارامتر	ترکیب مواد مغزی: پوسته	دبی حجمی تزریق (cm ³ /s)	طول مرحله تزریق همزمان (%)	دمای ماده (°C)	دمای قالب (°C)
نشانه	-	V _c	L _o	T _m	T _w
مقدار	۱.۳	۳۰	۸	۲۴۰	۵۰

عضو B به تنهایی انجام می‌شود. در انتها نیز مرحله پس فشار (further pressure) اجرا می‌شود. برای تهیه نمونه به ابعاد ۶ × ۸ × ۱۲ mm از دستگاه با پارامترهای جدول ۱ استفاده شده است. طول مرحله تزریق همزمان عبارت از درصد زمان این مرحله به کل زمان تزریق است.

اندازه‌گیری ابعاد نمونه

در هر مرحله با تغییر پارامترهای مختلف، ۱۰ نمونه برای اندازه‌گیری ابعاد آنها تهیه شده است که این ابعاد در محلهای موردنظر (شکل ۳) اندازه‌گیری شده و سپس اندازه میانگین و انحراف معیار محاسبه شده است.

نتایج و بحث

هدف از انجام آزمایشها بررسی چگونگی پیشرفت مغزی به درون پوسته و وابستگی آن به پارامترهای متغیر جریان و همچنین اندازه‌گیری میزان توزیع و پخش مغزی و پوسته بوده است. پیشرفت مغزی به درون لایه بیرونی به عوامل متعددی بستگی دارد که در این پژوهش چگونگی اثر پارامترهای دبی حجمی، نسبت دبی‌های حجمی لایه‌ها در مرحله تزریق همزمان و طول این مرحله، دمای ماده، دمای قالب و نسبت گرانرویها بررسی شده است. بررسی نمونه‌هائشان می‌دهد که مغزی به شکل عصا یا سهمی است که در این طرح

توزیع ماده مغزی بک ورق مکعب مستطیل با ضخامت ۶ mm بررسی شده است. ماده مورد آزمایش جهت تهیه اجسام مختلط پلی‌پروپیلن بوده است که دارای خواص چسبندگی و درجه انقباض موردنظر است.

تجربی

مواد

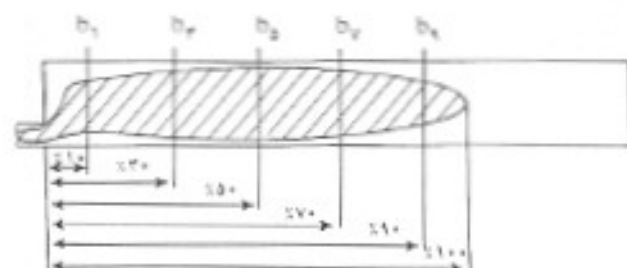
پلی‌پروپیلن بکاررفته با نام تجاری PT55 و DM55 از شرکت PCD اتریش بوده و برای رنگ آمیزی ماده مغزی از رنگ ماکسیت با علامت تجاری PS5973 ساخت شرکت واین - زیکن هیرتن استفاده شده است.

دستگاهها

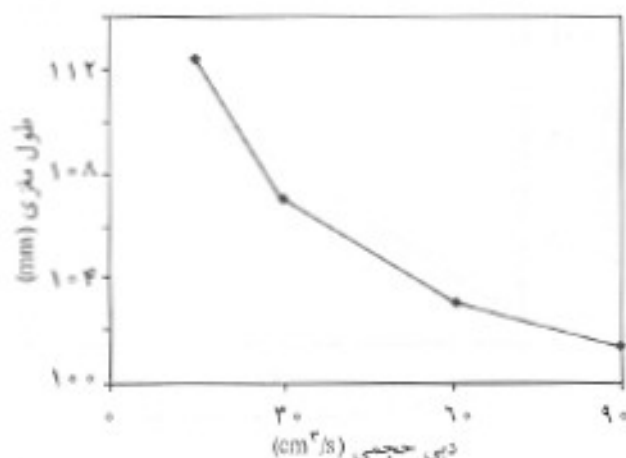
برای تهیه نمونه از دستگاه تزریق دو جزئی ساخت کارخانه باثفلد اتریش استفاده شده است. قطر ماریج برای هر دو جزء A و B ۳۵ mm بوده است. نمای کلی این دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری ابعاد نمونه میکروسکوپ نوری استرنوزوم توپوس بکار گرفته شده است.

روشها

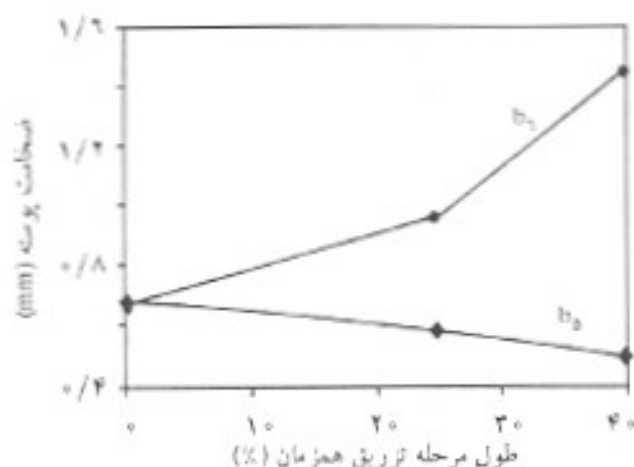
نمونه با استفاده از دستگاه تزریق دوجزئی طی سه مرحله تهیه می‌شود. همان‌طور که از شکل ۲ پیداست، ابتدا تزریق ماده از راه جزء A در مرحله بعد بطور همزمان از راه اجزای A و B و در مرحله سوم از راه



شکل ۲- محلهای اندازه‌گیری ضخامت پوسته در قسمت روی نمونه.



شکل ۴- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به دبی حجمی.

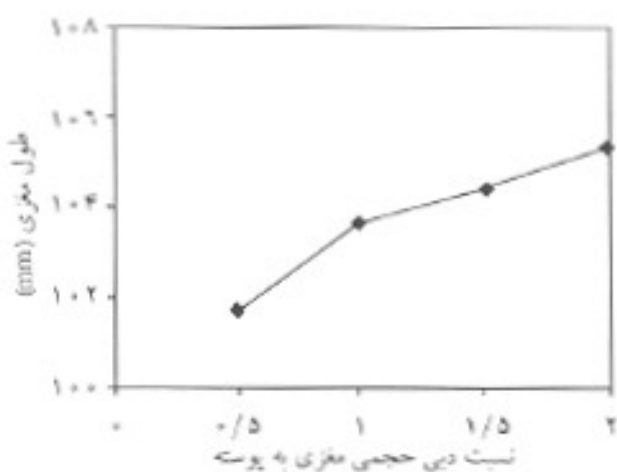


شکل ۷- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه‌گیری شده در محل ۵۰٪) به طول مرحله تزریق همزمان.

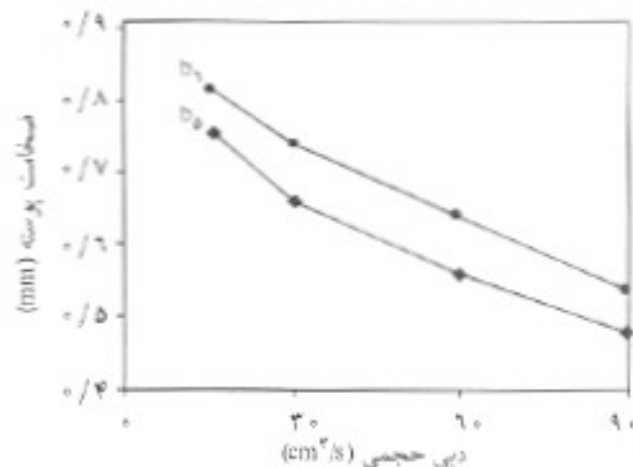
کاملاً یکپارچه نمی‌گردد، زیرا غالباً ضخامت لایه بیرونی در قسمت زیر نمونه (D2) از ضخامت قسمت روی آن (D1) بیشتر است. البته، با پیوسته کردن جریان و انتخاب دستگاه مناسب می‌توان حالت یادشده را از بین برد (شکل‌های ۴ و ۵).

طول مرحله تزریق همزمان

تغییرات طول مرحله تزریق همزمان (D1) را دقیقاً نمی‌توان معین کرد، زیرا اندازه‌گیری دقیق طول پیشرفت مغزی میسر نیست. اما به دلیل وجود رابطه بین طول مغزی و ضخامت دیواره، ضخامت لایه بیرونی در محل ۵۰ درصد طول تزریق تعیین و طول مغزی محاسبه شده است. زمانی که مرحله تزریق همزمان طولانی شود



شکل ۸- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به نسبت دبی حجمی مغزی به پوسته در مرحله تزریق همزمان.

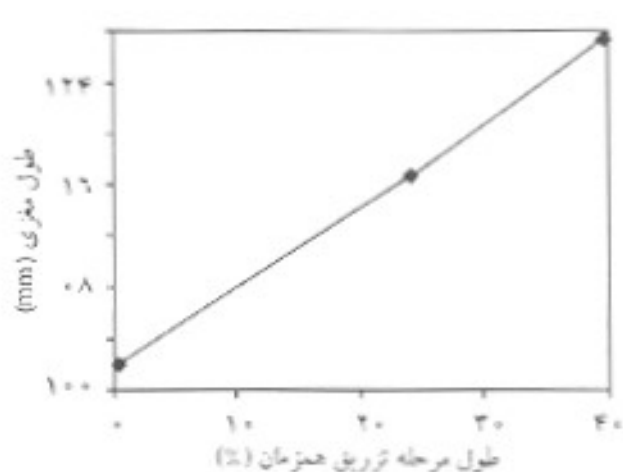


شکل ۵- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه‌گیری شده در محل ۵۰٪) به دبی حجمی جریان مذاب.

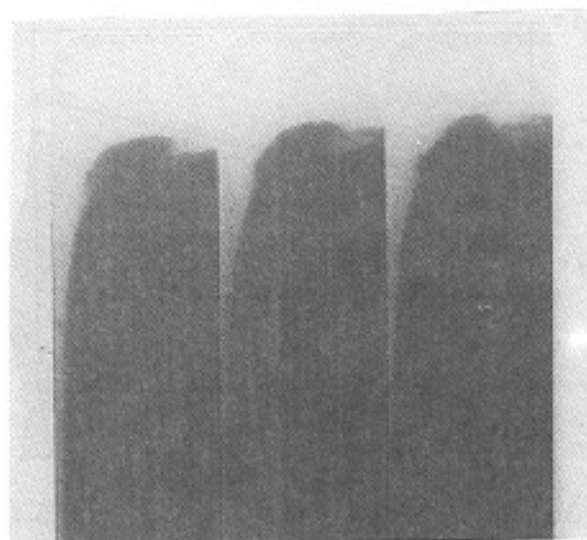
بررسی آن موردنظر نبوده است. در بخش بعد درباره پیشرفت مغزی و وابستگی آن به پارامترهای جریان به ترتیب بحث می‌شود.

دبی حجمی

در حالت کلی و در دبی حجمی (Vc) زیاد، لایه بیرونی زمان کمتری برای سفت شدن دارد. همچنین، گرادیان دما در این لایه در اثر گرما کاهش می‌یابد و ماده دوباره به شکل سیال درمی‌آید. در این حالت لایه بیرونی بسیار نازک می‌شود در نتیجه ماده مغزی کمتر به طرف جلو رانده می‌شود. در محدوده دبی حجمی تزریق ۱۵-۳۰ cm³/s بیشترین تاثیر مشاهده می‌شود، ولی برعکس در محدوده دبی حجمی زیاد ۶۰-۸۰ cm³/s تغییرات ناچیز است. در این شرایط تولید نمونه‌های



شکل ۶- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به طول مرحله تزریق همزمان.

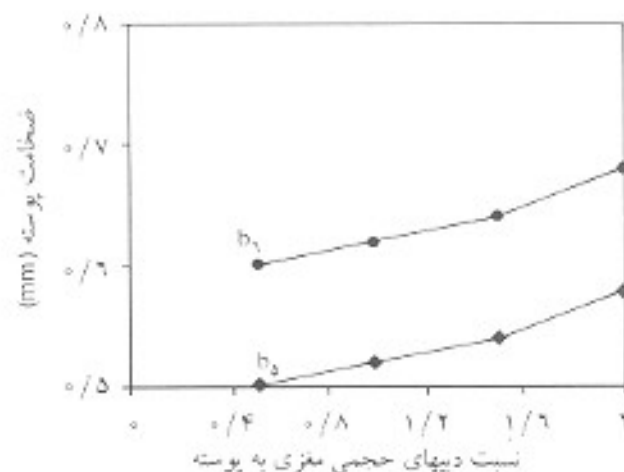


شکل ۱۰- وابستگی طول مغزی به نسبت دبی حجمی در طول مرحله تزریق همزمان در عرض نمونه.

(شکل‌های ۸ تا ۱۱).

دمای ماده

دمای ماده مذاب (T_m) در برابر پارامترهای دیگر از اهمیت کمتری برخوردار است و به دلیل آنکه گرانروی پلی پروپیلن در محدوده دمای ۲۰۰ تا ۲۶۰°C نسبی است، اثر دمای ماده بر پیشرفت ماده مغزی در پلیمرهایی مشاهده می‌شود که گرانروی آنها وابستگی بیشتری به دما دارد. افزایش دمای مذاب باعث پیشرفت ماده

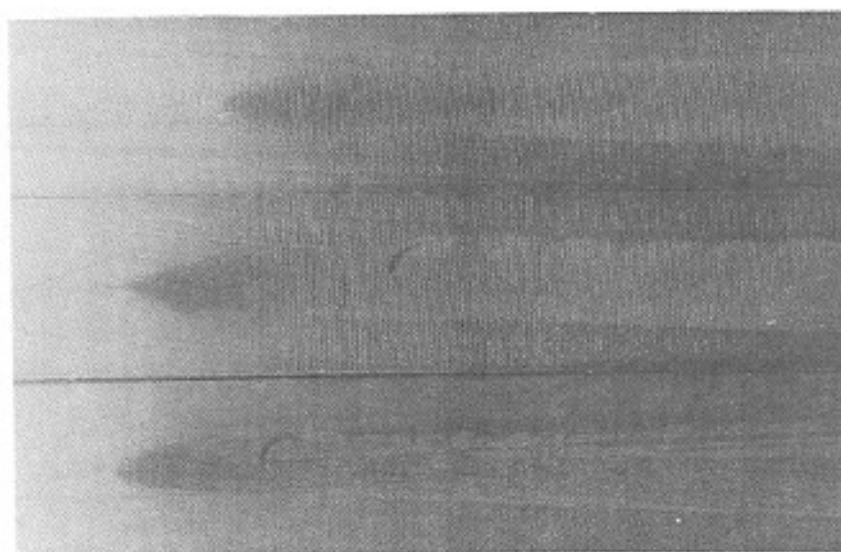


شکل ۹- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه‌گیری شده در محل ۵۰٪) به نسبت دیبهای حجمی مغزی به پوسته در مرحله تزریق همزمان.

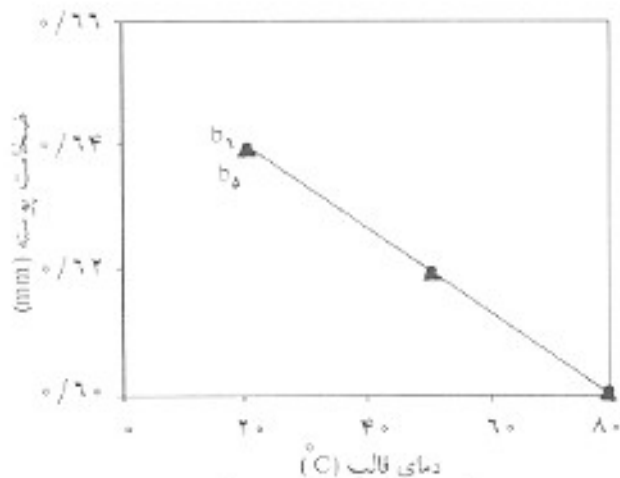
(بیشتر از ۲۰ درصد)، حالت ناپایداری در سیال ایجاد می‌شود که این تغییرات در تفاوت آشکار بین ضخامت لایه بیرونی در قسمت رو (b_2) و در قسمت زیر (b_1) نمونه قابل مشاهده است (شکل‌های ۶ و ۷).

نسبت دیبهای حجمی لایه‌ها در مرحله تزریق همزمان

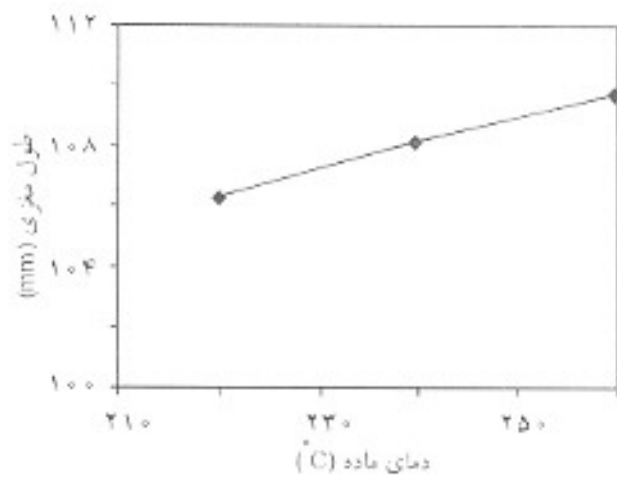
چنانچه در مرحله تزریق همزمان (V_2) مقدار زیادی ماده مغزی تزریق شود، روشن است که ماده مغزی طول بیشتری را طی می‌کند و در عرض نمونه شکل سهمی به وجود می‌آید که تقریباً متقارن است. چنانچه ماده مغزی به مقدار بسیار زیاد تزریق شود، گره‌هایی در سهمی ایجاد می‌شود که شکل آن را نامتقارن می‌سازد



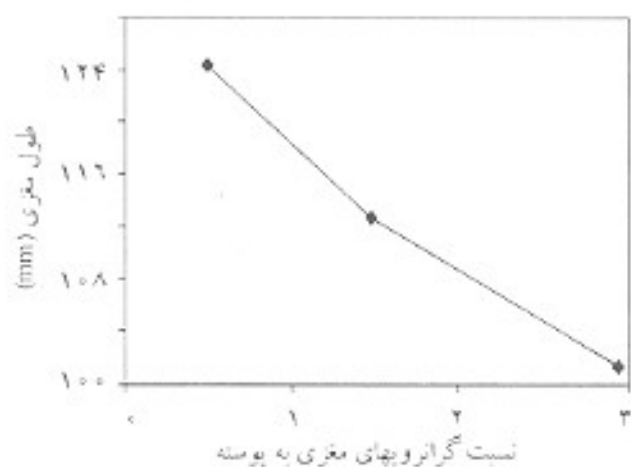
شکل ۱۱- وابستگی طول مغزی به نسبت دبی‌های حجمی در طول مرحله تزریق همزمان در ارتفاع نمونه.



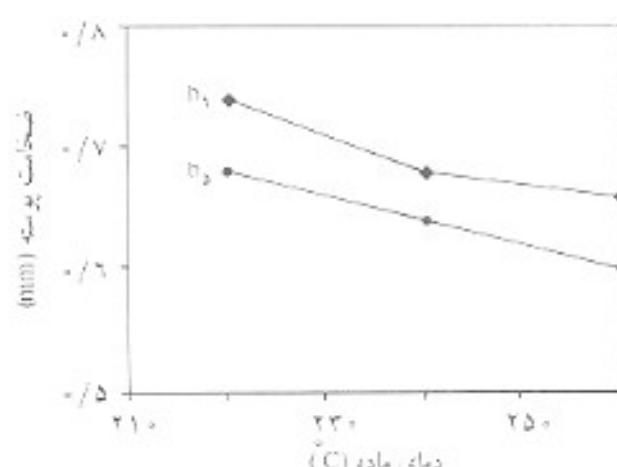
شکل ۱۵- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه گیری شده در محل ۵۰٪) به دمای قالب.



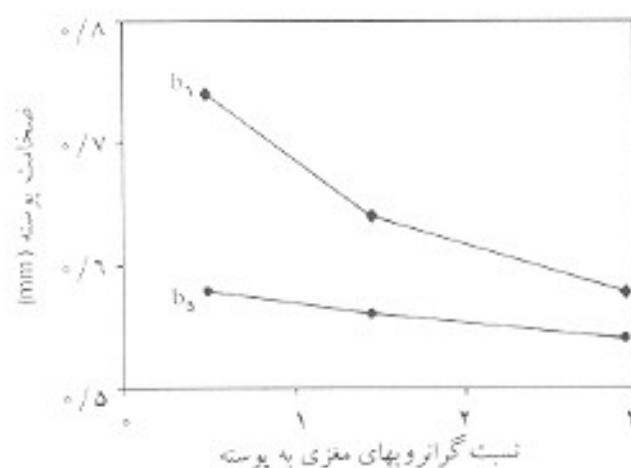
شکل ۱۲- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به دمای ماده.



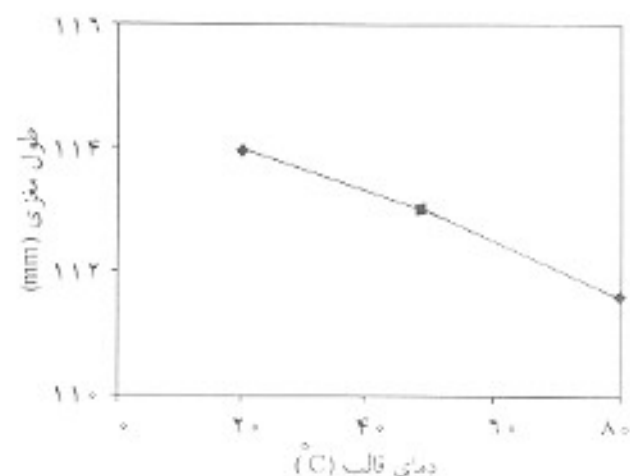
شکل ۱۶- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به نسبت گرانرویهای مغزی به پوسته.



شکل ۱۳- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه گیری شده در محل ۵۰٪) به دمای ماده.



شکل ۱۷- وابستگی ضخامت پوسته (اندازه گیری شده در محل ۵۰٪) به نسبت گرانرویهای مغزی به پوسته.



شکل ۱۴- وابستگی پیشرفت جریان ماده مغزی مذاب به دمای قالب.

مغزی به داخل لایه بیرونی می‌شود و طول آن را افزایش می‌دهد (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

دمای قالب

دمای قالب (T_{wc}) در قسمتهای مختلف آن یکسان نیست. در نتیجه، نقاط نزدیک به محراهای هوای سرد دمای کمتری دارند. حداکثر اختلاف دما در نقاط مختلف قالب $2/3^{\circ}C$ است. در این پژوهش دمای وسط قالب مورد نظر بوده است. همان‌طور که در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ مشاهده می‌شود، چنانچه دمای قالب افزایش یابد، طول مغزی کوتاهتر شده و پیشرفت آن کمتر می‌شود. همچنین در دمای زیاد قالب، گرادیان لایه بیرونی کاهش پیدا می‌کند، زیرا این لایه در تماس با بدنه قالب است.

نسبت گرادیانهای مغزی به پوست

علت اصلی تغییرات نمونه، رابطه گرادیانهای مغزی و لایه بیرونی (۷۷) با یکدیگر است. طول مسیر ماده مذاب به مقدار زیادی به نسبت گرادیانها بستگی دارد. بدین ترتیب که با افزایش این نسبت (مغزی به پوست) گرادیان لایه بیرونی کاهش می‌یابد. به همین دلیل در ابتدای قالب مغزی به راحتی به جلو رانده می‌شود.

در نسبت ۰/۵ در هم رفتگی و آشفته‌گی ایجاد شده و در نسبت ۱ نقطه عطفی در جریان پدید می‌آید. در نسبت‌های بیشتر، مغزی به شکل سهمی درمی‌آید و در نسبت‌های بالاتر از ۳/۳ دوباره در هم رفتگی ایجاد شده و یک رشته امواج تشکیل می‌شود (شکل‌های ۱۶ و ۱۷). پادآور می‌شود که در نسبت ۰/۵ تا ۱/۵ ضخامت لایه در تمام طول جریان یکسان است.

نتیجه‌گیری

با تغییر پارامترهای موثر بر جریان تولید ($V_c, V_s, A_s, T_{wc}, T_{bc}, V_c$) ورق پلی‌پروپیلن شش میلی‌متری به ابعاد $120 \times 80 \times 6$ mm اثر آنها بر پیشرفت مغزی به درون پوسته در دستگاه تزریق دو جزئی بررسی و نتایج زیر بدست آمد:

پارامترهای دارای اثر زیاد

- افزایش دبی حجمی باعث کاهش شدید پیشرفت ماده مغزی و در نتیجه افزایش کم طول آن می‌شود.
- افزایش نسبت گرادیانهای مغزی به پوست موجب کاهش چشمگیری پیشرفت ماده مغزی و بنابراین افزایش کم طول آن می‌شود.
- افزایش طول مرحله تزریق همزمان باعث افزایش پیشرفت ماده مغزی و در نتیجه افزایش طول آن می‌شود.

پارامترهای دارای اثر کم

- افزایش نسبت دبی‌های حجمی در مرحله تزریق همزمان باعث پیشرفت ماده مغزی و در نتیجه افزایش طول آن می‌شود.
- افزایش دمای ماده موجب افزایش اندک پیشرفت ماده مغزی و در نتیجه افزایش کم طول آن می‌شود.
- افزایش دمای قالب باعث کاهش اندک پیشرفت ماده مغزی و بنابراین افزایش طول کم آن می‌شود.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که پارامترهایی چون نسبت گرادیانها در تشکیل لایه موزی از بقیه پارامترهای موثر بر جریان مهمترند و برای تولید نمونه‌های متفان و یکسان، گرادیان مغزی در هر صورت باید بیشتر از گرادیان لایه بیرونی باشد.

مراجع

- 1 Eckardt H.; *Kunststoffe*; **75**, 3, 145, 1985.
- 2 Strauch R.; *Plastverarbeiter*; **36**, 5, 1985.
- 3 Eckardt H.; *Plastverarbeiter*; **34**, 4, 1983.
- 4 Strauch H.; *Kunststoff J.*; 7-8, 1985.
- 5 Dürmel R.; *Plastverarbeiter*; **40**, 12, 48-51, 1989.
- 6 Krcmar-Witzelner K.; Einfluß der Prozessparameter auf die Komponentenverteilung beim Zweikomponentenspritzgießen von 3mm Rechteckplatten; Studienarbeit am Institut für Kunststoffverarbeitung, Leoben, Austria, 1991.
- 7 Weber H.; Zweikomponentenspritzgießen-Effekte an Formteilen; Studienarbeit am Institute für Kunststoffverarbeitung, Leoben, Austria, 1991.