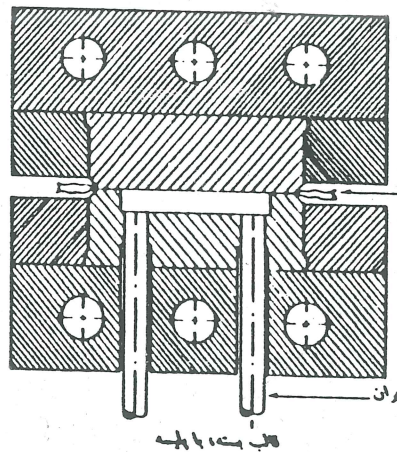


۱- قالب گیری فشاری

بسم الله الرحمن الرحيم



دین، دین و دین

صید کا بیرون انداز قلم →

شکل ۱-۳ اساس قالب گیری فشاری

برای اینکه فشار لازم و دوره تولید (پخت) کاهش پیدا کن، آمیزه پلاستیک قبلاً توسط الفاً، تابش و دیگر روش ها، قبل از اینکه داخل حفره قالب قرار گیرد، گرم می شود. آمیزه های قالب گیری جرمی (BMC) مخلوطی از پرکننده، رزین، عامل پخت کننده و دیگر افزودنی ها است. و توسط این روش به راحتی فرایند و پخت می شود. پیش شکل های این گونه مواد را می توان مستقیماً در حفره قالب، بارگیری کرد شش مرحله قالب گیری فشاری به صورت زیر می باشد:

آثره compounding

۶۷
گورگرن صاحب قریب بخار، انگریزی، روشن داغ، یا سدا کے

۱ - پاک کردن قالب و در صورت نیاز افزودن رها کننده قالب

۲ - بارگیری پیش شکل (لقمه) در حفره قالب

۳ - بستن قالب

۴ - بازکردن موقت قالب برای خروج گاز (تنفس قالب)

۵ - اعمال حرارت و فشار تا اینکه پخت کامل شود.

۶ - بازکردن قالب و خروج قطعه از قالب

مزایای قالب گیری فشاری

۱ - ضایعات کم (در بسیاری قالب ها، گلولی، لوله تزریق و راگا وجود ندارد)

۲ - قیمت کم تجهیزات و ماشین فرایند

۳ - انجام عملیات توسط دست یا به صورت خودکار

۴ - میلان مذاب کوتاه

نواقص قالب گیری فشاری

۱ - قالب گیری قطعات پیچیده مشکل است.

۲ - مغزی ها و پین های پران به سهولت آسیب می بینند.

۳ - زمان طولانی قالب گیری

۳ - قالب گیری انتقالی

قالب گیری انتقالی از جنگ جهانی دوم شناخته شده است. فرایند گاهی قالب گیری پیستونی، قالب گیری

دوبله، قالب گیری مرحله ای و قالب گیری انتقالی تزریقی نیز نامیده می شود. این روش به واقع، تغییر یافته

قالب گیری فشاری است، اما از جهت که ماده در درون محفظه خارج از حفره قالب، بارگیری می شود، تفاوت

دارد. یک مزیت قالب گیری انتقالی این است که ماده مذاب وقتی به درون حفره قالب وارد می شود، سیال

است. مشکل های شکننده و پیچیده همراه با مغزی و پین را می توان توسط این روش با دقت قالب گیری کرد.

تکنیک های قالب گیری انتقالی بیشتر شبیه قالب گیری تزریقی هستند، با این تفاوت که معمولاً در این روش

آمیزه های گرماسخت ها فرایند می شوند. دو نوع قالب انتقالی، به صورت استاندارد، وجود دارد، قالب کانال

مذاب (اسپرو) و قالب پیستونی. در قالب های پیستون شکل (۳ - ۲) پیستون با نیرو و برروی خط جدا کننده

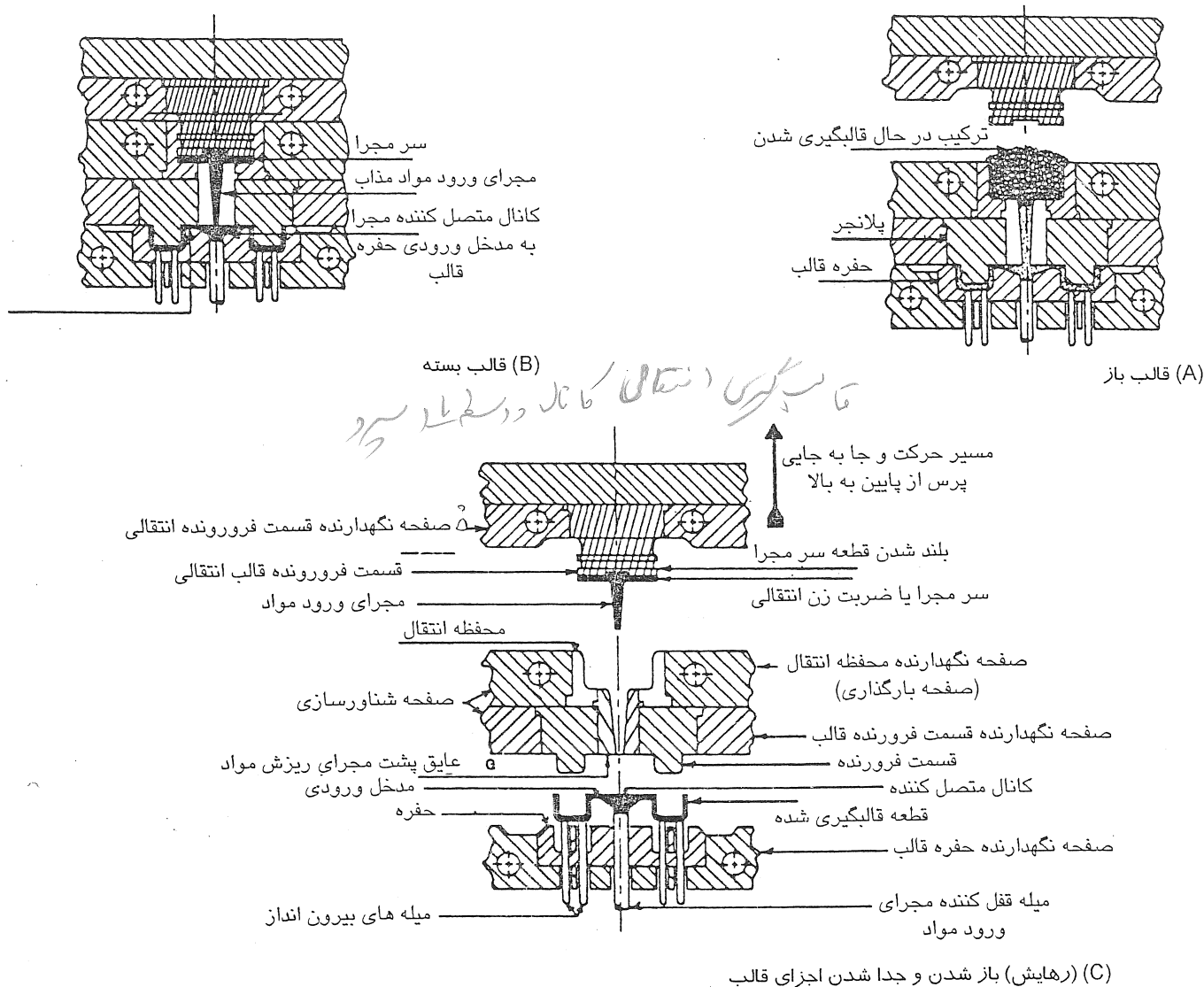
حفره قالب وارد می شود. در قالب های کانال مذاب ماده پلاستیک به طریق وزنی به حفره قالب خوراک تغذیه

می شود. در قالب های کانال مذاب ماده پلاستیک به طریق وزنی به حفره قالب خوراک تغذیه میشود.

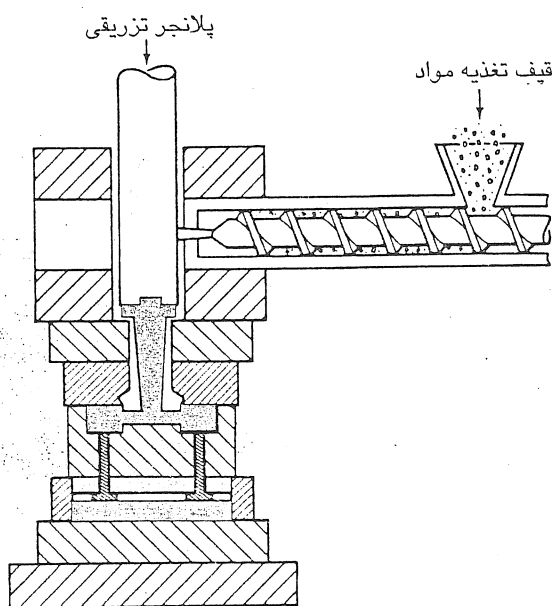
اسپرو (لقمه) پس از بارگیری مذاب به قالب

Pot or sprue mold

Plunger mold



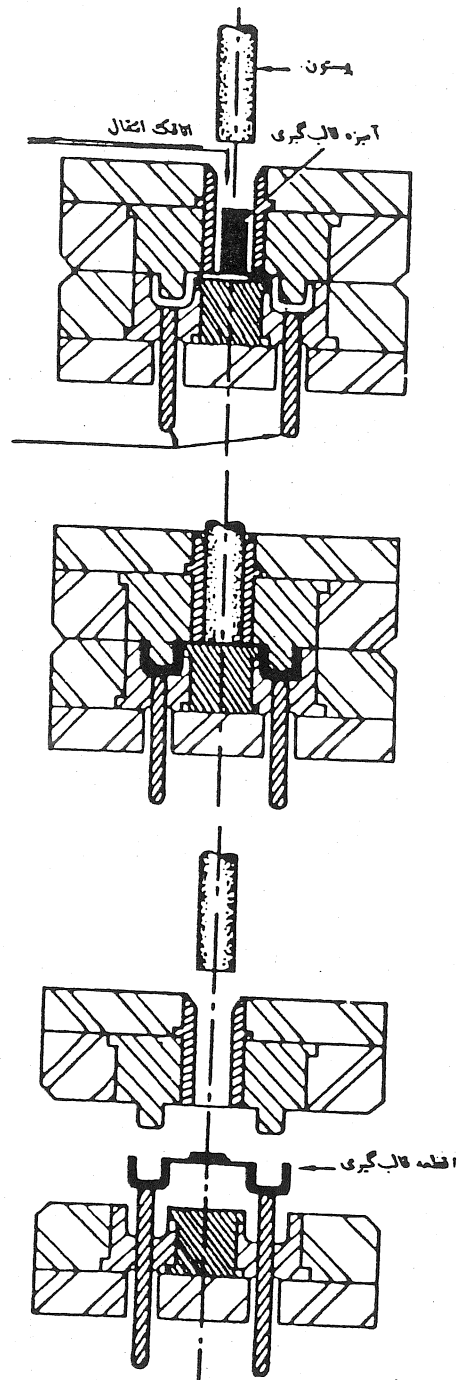
شکل ۱۰-۳۸ یک قالب انتقالی مجتمع (سه صفحه‌ای)



شکل ۱۰-۳۹ یک قالبگیری انتقالی-تزریقی که در طی این فرآیند، ترکیب اکستروژن شده داغ از طریق به درون حفره قالب هدایت شده و فشرده می‌شود

هزینه زیاد ساخت اجزای پیچیده قالب و دور ریز زیاد مواد که به قطعه‌کار چسبیده‌اند، دو محدودیت عمده روش قالبگیری انتقالی به‌شمار می‌رود.

هر چند قطعات تولیدی به روش قالبگیری انتقالی غالباً کوچک هستند، ولی قطعات بسیار متنوع و بی‌شماری را می‌توان با این روش تولید نمود. از جمله این قطعات می‌توان از اجزای دوربینها، اجزای کلیدها، دکمه‌ها و قطعات عایق الکتریکی اشاره نمود. قطعات ساخته شده به این روش ممکن است فرمهای ساده یا پیچیده داشته باشند. یک روش خاص از قالبگیری فشاری / انتقالی را می‌توان برای بازیافت پلاستیکهای زایده استفاده نمود. این روش به صورت خاص، نه مخصوص ترموستها است و نه مخصوص ترموپلاستیکها. در این روش، قطعات پلاستیکی مختلف و کثیف که جنسهای مختلفی دارند، آسیاب شده و به صورت پسته‌ای در می‌آیند. این پسته‌ها سپس وارد یک محفظه دوار می‌شوند که با سرعت می‌چرخد. گرمای ناشی از اصطکاک بین پسته‌ها و دندانه‌های موجود در سطح داخلی محفظه باعث به هم چسبیدن پسته‌ها و تبدیل آنها به یک توده پلاستیکی نسبتاً سفت می‌شود. البته این توده، آنقدر ویسکوز است که نمی‌توان آن را به روش تزریقی قالبگیری نمود. اگر قطعه‌کار



شکل ۳ - ۲ قالب انتقالی (دو صفحه) *بلا نمبر یا دستوری*

مزایای قالب گیری انتقالی

- ۱ - آسیب کمتر قالب
- ۲ - قالب گیری قطعات پیچیده تر و به کارگیری مغزی
- ۳ - پلیسه کمتر نسبت به قالب گیری فشاری
- ۴ - زمان بارگذاری و قالب گیری کمتر

نواقص قالب گیری انتقالی

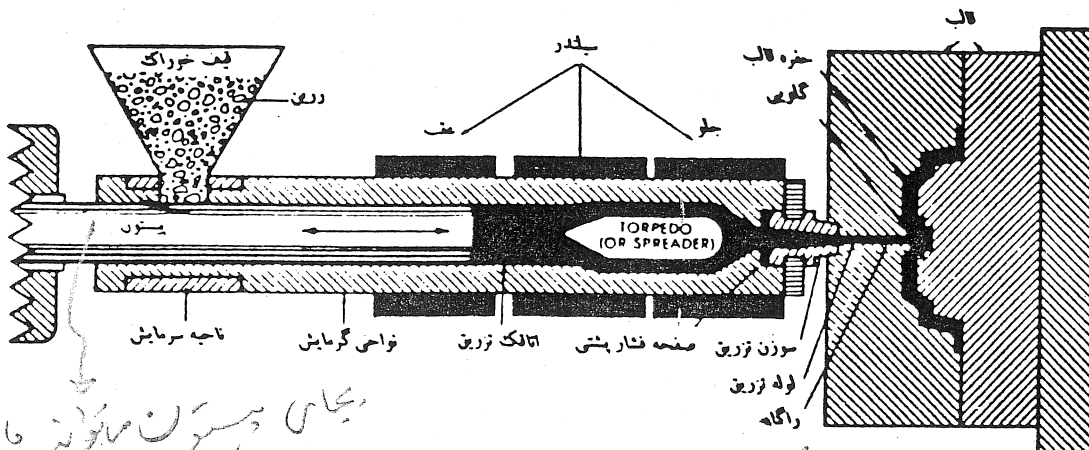
- ۱ - ضایعات بیشتر به دلیل راگا و لوله تزریق
- ۲ - تجهیزات و قالب گیری گرانتر
- ۳ - پلیسه ناشی از راگا و گلولی باید جدا شود.

Injection molding (IM)

۳- قالب گیری تزریقی

فرایند قالب گیری تزریقی از سال ۱۸۶۶ مورد استفاده بوده است. امروزه قالب گیری تزریقی برای فرایند بسیاری آمیزه های گرماسخت و برای همه گرمانرم ها بجز تفلون (PTFE)، پلی ایمیدها، برخی پلی استرهای آروماتیک و بعضی انواع پلاستیک های مهندسی، قابل استفاده است. گرما سخت ها شامل فنلیک، اوره، ملامین، اپوکسی، سیلیکون، الکید، پلی استر و بی شمار نوع لاستیک توسط بسیاری ماشین های ماربیچ رفت و برگشتی قابل فرایند است. طی قالب گیری تزریقی، پلاستیک گرانولی گرم شده و از میان سیلندر با فشار عبور می کند. سپس ماده گرم شده به درون حفره قالب بسته تزریق میشود (شکل ۳ - ۳).

زیر
چسب، رامن، رامن
مواد و
قطعات خرد
با استرها و...



بجای پستون می توانه ماربیچ
است.

گلولی خاص مواد مذاب

شکل ۳ - ۳ ماشین قالب گیری تزریقی پستونی، همراه با قالب در موقعیت بسته

Reciprocating screw

بعد از سرد شدن، قطعه پلاستیکی از قالب جدا میشود. دو نوع عمده ماشین های تزریق، همراه با بسیاری اصطلاحات، در انواع پیستونی و مارپیچ رفت و برگشتی، موجود هستند. هر دو ماشین ممکن است بخش های پیش نرم کردن را داشته باشند. و با اینکه ترکیبی از هر دو موجود باشد. پنج مرحله پایه قالب تزریقی عبارتند از:

- ۱ - قالب بسته شده و با فشار به سوزن تزریق متصل میشود.
- ۲ - مارپیچ یا مارپیچ و پیستون ماده را نرم کرده و با فشار به درون حفره قالب میفرستند.
- ۳ - مارپیچ یا مارپیچ و پیستون فشار پشت قالب را تا هنگامی که ماده پلاستیک (قطعه) در داخل قالب سرد شود یا شکل گیرد، اعمال می کنند.
- ۴ - هنگامی که مارپیچ یا مارپیچ و پیستون مواد تازه از قیف خوراک دریافت کردند، فشار پشت قطع میشود.
- ۵ - قالب از سوزن تزریق جدا شده و باز می گردد. قطعه قالب گیری شده از قالب جدا میشود.

مزایای قالب گیری تزریقی

- ۱ - سرعت تولید بالا
- ۲ - امکان استفاده از پرکننده و مغزی
- ۳ - ساخت قطعات کوچک و پیچیده با نوسان های ابعادی دقیق
- ۴ - عدم نیاز یا نیاز کم قطعات به عملیات تکمیلی

نواقص قالب گیری تزریقی

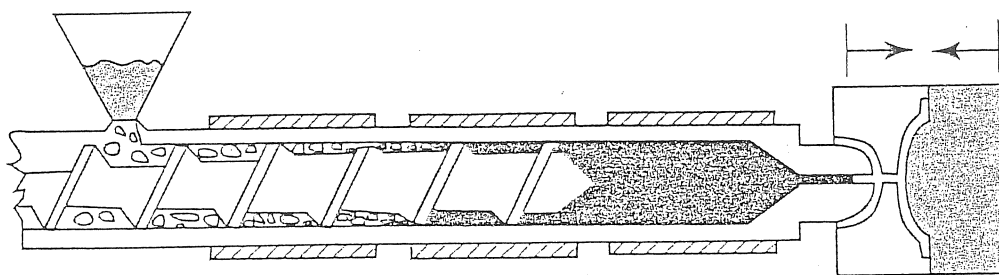
- ۱ - قیمت بالای قالب (به ویژه قالب چند حفره)
- ۲ - قیمت بالای تجهیزات
- ۳ - تاثیر مهارت نیروی کار، کنترل فرایند و دیگر عوامل بر روی کیفیت
- ۴ - رقابت شدید

Reaction injection molding (RIM) قالب گیری تزریقی واکنشی

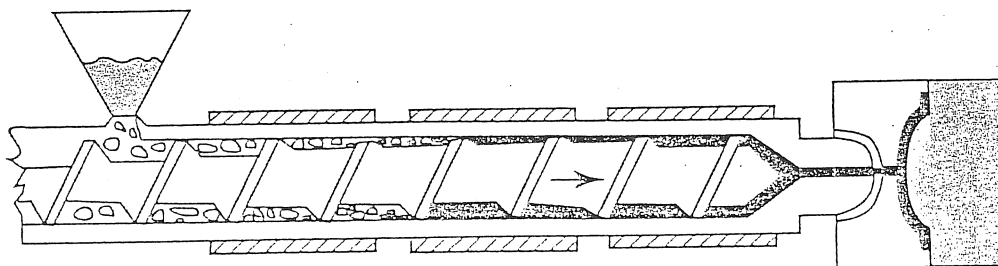
قالب گیری تزریقی واکنشی، قالب گیری تزریقی مایع نیز نامیده میشود. در این فرایند چندین سیستم فعال شیمیایی مخلوط شده و با فشار به درون حفره قالب، جایی که واکنش پلیمری شدن رخ میدهد، فرستاده می شوند. اگر چه اغلب اجزای RIM، پلی ال ها و ایزوسیانات هستند، پلی یورتان اصلاح شده، پلی استر، اپوکسی و منومرهای پلی اמיד نیز استفاده میشوند. فرایند شامل اختلاط شدید، خودکار دو یا چند مایع در محفظه اختلاط است. مخلوط بلافاصله به داخل قالب بسته تزریق شده و اسفنج سخت و ساختاری یا محصول اسفنجی حاصل میشود (شکل ۳ - ۴)

استفاده از مواد واکنشی
 $LRM + RIM$
 $+ RIM$

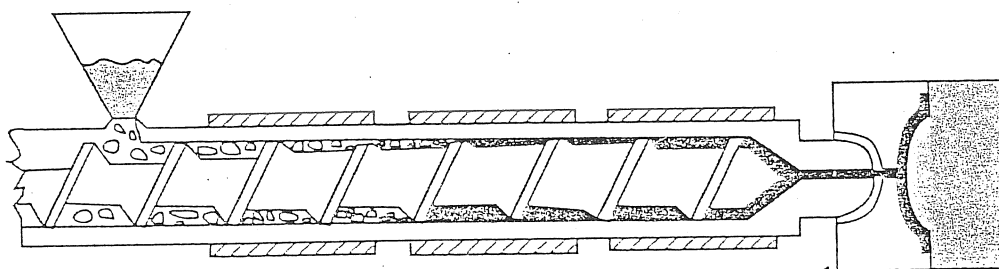
۷۱
 Reaction injection molding
 در این فرایند چندین سیستم فعال شیمیایی مخلوط شده و با فشار به درون حفره قالب، جایی که واکنش پلیمری شدن رخ میدهد، فرستاده می شوند. اگر چه اغلب اجزای RIM، پلی ال ها و ایزوسیانات هستند، پلی یورتان اصلاح شده، پلی استر، اپوکسی و منومرهای پلی اמיד نیز استفاده میشوند. فرایند شامل اختلاط شدید، خودکار دو یا چند مایع در محفظه اختلاط است. مخلوط بلافاصله به داخل قالب بسته تزریق شده و اسفنج سخت و ساختاری یا محصول اسفنجی حاصل میشود (شکل ۳ - ۴)



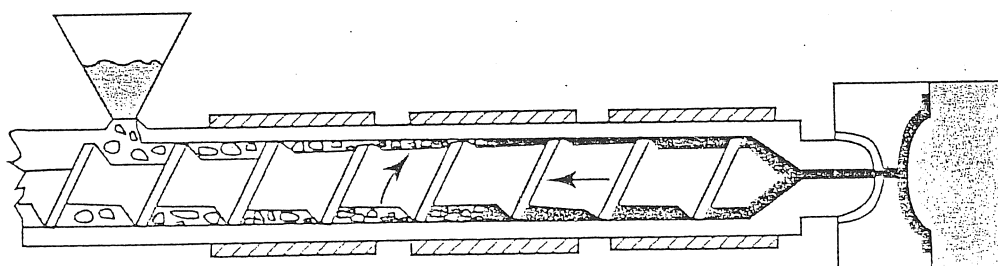
(A) وقتی که قالب بسته می شود و ماده داغ برای تزریق آماده است



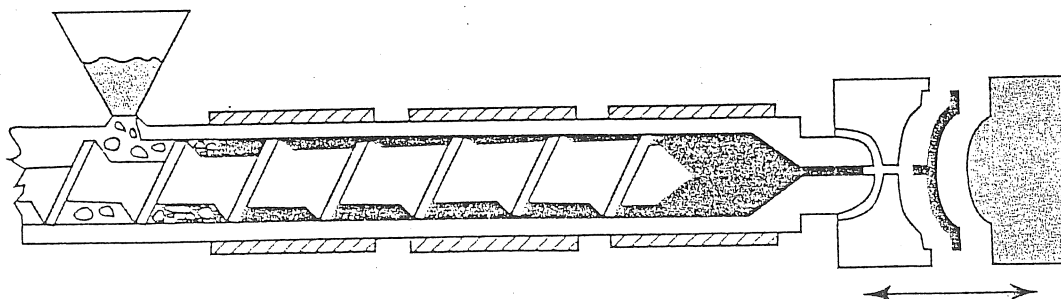
(B) پلاستیک به درون قالب تزریق شده است



(C) فشار به منظور پر شدن کامل قالب ثابت نگهداشته شده است



(D) چرخش پیچ تا وقتی که ماشین به کل ظرفیت تزریق دست یابد، ادامه پیدا می کند



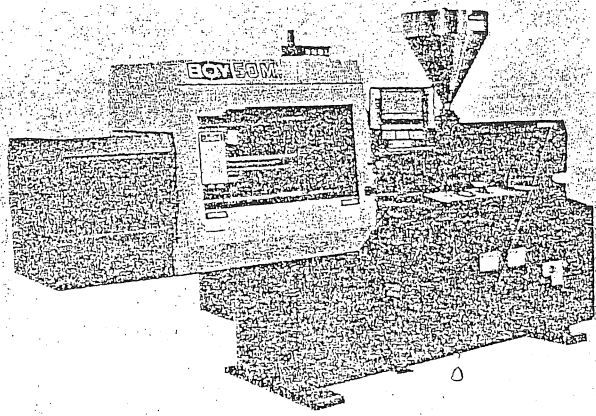
(E) قالب باز شده و قطعه به بیرون رانده می شود

شکل ۱۰-۲۲ مراحل چرخه تزریق در ماشینهای قالبگیری تزریقی

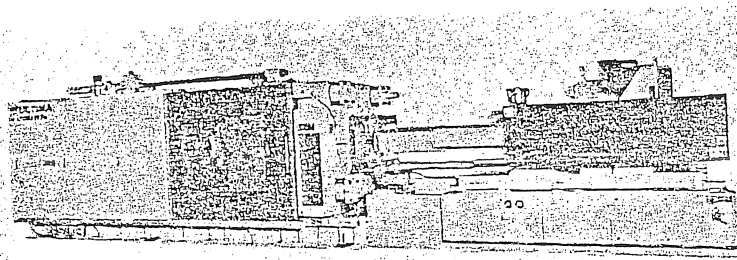


گذرگاههای آن "جاری" شوند. سپس این ماده به درون یک قالب بسته با فشار تزریق می‌شود تا همه فضای حفره قالب را پر کرده و فرم موردنظر را به خود بگیرد. پس از سرد شدن ماده و انجماد کامل آن، قالب باز شده و پینهای بیرون انداز، قطعه کار پلاستیکی را از قالب خارج می‌کنند.

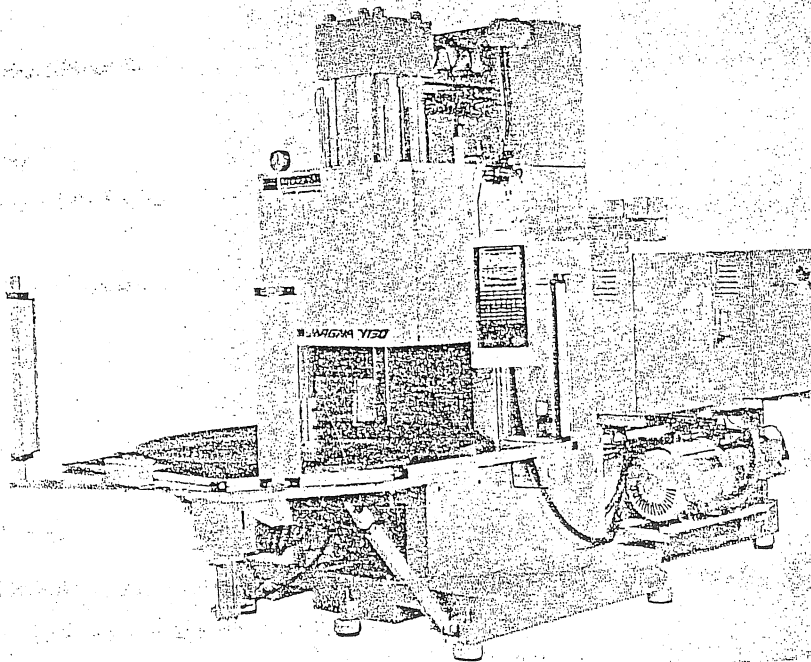
در شکل ۱-۱۰ سه نوع ماشین تزریق مدرن نشان داده شده است: یک ماشین کوچک افقی، یک ماشین متوسط افقی و یک ماشین عمودی. هر سه نوع، طرح اصلی یکسانی دارد، یعنی در همه آنها از یک میله مارپیچ رفت و برگشتی یا "ماردون" (Reciprocating Screw) استفاده می‌شود. هر چند که در ماشینهای قالبگیری تزریقی از مکانیزمهای دیگر استفاده می‌شود، ولی استفاده از مارپیچ رفت و برگشت رایج تر است. در ماشینهای تزریق با مارپیچ رفت و



(A) ماشین Boy 50 m به ظرفیت 55 تن امریکایی با کنترل حلقه بسته Procan
برای تمام عملیات ماشین

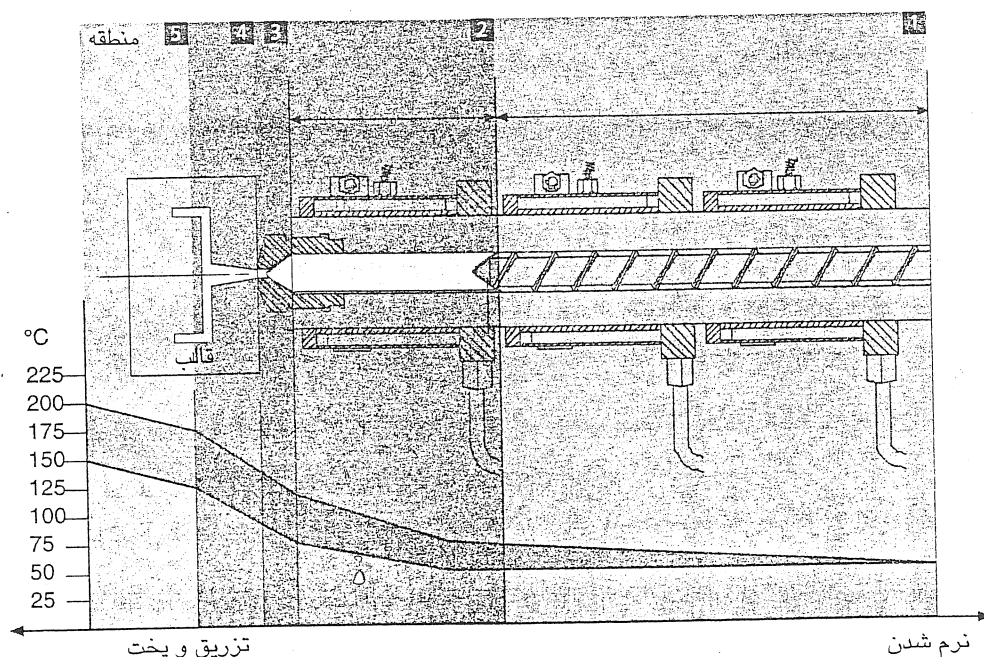


(B) ماشین قالبگیری تزریقی تمام الکتریک به ظرفیت 1100 تن امریکایی

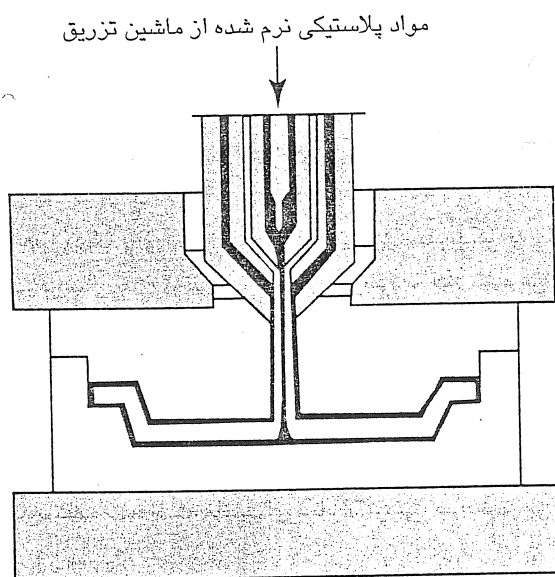


(C) این ماشین قالبگیری تزریقی عمودی با یک قاب چرخشی و یک پرده سبک استاندارد برای ایمنی متصدی دستگاه تجهیز شده است

شکل ۱-۱۰ ماشینهای قالبگیری تزریقی جدید در سه اندازه گوناگون



شکل ۱۰-۲۴ برای پیشگیری از تشکیل اتصالات عرضی در استوانه یا مخزن تزریق، درجه حرارت‌های پایین نگه‌داشته می‌شوند



شکل ۱۰-۲۵ این ماشین قالبگیری تزریقی کمکی از سه کانال مذاب مختلف، مواد مذاب را به درون قالب تغذیه می‌کند

داخل قرار می‌گیرد معمولاً دارای عوامل حباب‌زا (Blowing agents) است تا بتواند یک ساختار اسفنجی با چگالی پایین به وجود آورد. گاهی اوقات به این فرآیند قالبگیری ساندویچی (Sandwich molding) نیز گفته می‌شود.

معمولاً در قالبگیری قطعات چند لایه، از مواد پلاستیکی متفاوتی برای پوسته و هسته استفاده می‌شود. در ساخت اینگونه قطعات می‌توان از الیاف تقویتی نیز استفاده کرد تا استحکام قطعه‌کار افزایش یابد، ولی وجود این الیاف ممکن است جریان یکنواخت و مورد انتظار مواد پلاستیکی و چیدمان الیاف در داخل قالب را به هم بریزد. انتخاب نوع پلاستیک و مواد افزودنی همراه آن، برای پوسته اینگونه قطعات محدودیت دارد، زیرا قطعاتی که به این روش ساخته می‌شوند باید رنگ‌های متنوعی داشته و معمولاً مصارف خانگی و اداری دارند. از جمله قطعاتی که به روش قالبگیری چند لایه ساخته می‌شوند می‌توان به قطعات به‌کار رفته در اتاق خودروها، بدنه ماشین‌های اداری، قطعات مبلمان و لوازم خانگی اشاره کرد.

۱۰-۲-۱۰ پوشش دادن تزریقی

برای تولید قطعاتی که هم دارای استحکام و صلبیت مناسب و هم دارای قابلیت انعطاف و نرمی باشند، از روش پوشش دادن تزریقی (Overmolding) استفاده می‌شود. اینگونه قطعات اغلب دارای یک جزء داخلی محکم هستند که بر روی آن لایه نسبتاً ضخیمی از پلاستیک نرم پوش داده شده است.

مثالی از چنین قطعه‌ای در شکل ۱۰-۲۶ نشان داده شده است. این قطعه تیغه پایینی یک چوب‌هاکی (Hockey stick) است که اسکلت داخلی آن از پلی‌آمید با الیاف شیشه ساخته شده تا جقرمه باشد و بتواند ضربه را تحمل کند. برای کنترل بهتر حرکت توپ با این چوب‌هاکی، پوششی از یک الاستومر ترموپلاستیک بر روی آن ایجاد می‌شود.

نمونه دیگری از قطعات با پوشش پلاستیکی نرم در شکل ۱۰-۲۷ ملاحظه می‌شود. این قطعه یک گیره جراحی است که دسته آن پلاستیک صلب با پوشش الاستومری است. بدین ترتیب می‌توان گیره را بخوبی در دست مهار کرده و قابلیت انعطاف قسمت الاستومری آن باعث می‌شود آسیب کمتری به بافت‌های بدن بیمار وارد شود. به علاوه تعویض دسته بر روی بدنه گیره که از جنس فولاد زنگ‌زن است، آسانی انجام می‌شود.

قسم متحمل
پوسته مکمل ساخت

مزایای RIM

- ۱ - مغزی اسفنجی و پوسته غیر اسفنجی برای محصولات با دوام
- ۲ - زمان تولید کوتاه برای ساخت قطعات بزرگ
- ۳ - سطح صاف قطعات که قابل رنگ کاری هستند
- ۴ - قیمت کمتر نسبت به ریخته گری
- ۵ - کاهش هزینه تجهیزات و مصرف انرژی (در مقایسه با قالب گیری تزریقی)
- ۶ - قیمت پایین تجهیزات به دلیل فشارهای کمتر

نواقص RIM

۱ - تکنولوژی نوین نیاز به سرمایه گذاری در خرید تجهیزات دارد.

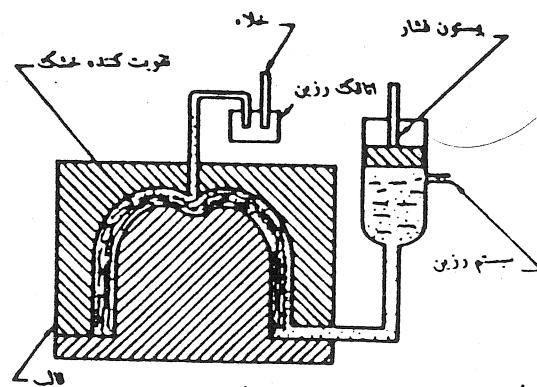
۲ - نیاز به چهار یا بیشتر تانک ذخیره مواد

۳ - نیاز به جابه جایی ایزوسیانات

۴ - نیاز به رها کننده قالب

۶- قالب گیری انتقالی رزین (RTM)

این روش همچنین قالب گیری تزریقی رزین نیز نامیده میشود. و در آن رزین حاوی کاتالیزور به داخل قالب که در آن مغزهای شکننده یا تقویت کننده کار گذاشته شده، تحت فشار فرستاده میشود. فشار کم شکل گیری، انتظام تقویت کننده یا پیش شکل یا دیگر مواد را که قبلاً در قالب کار گذاشته شده اند، را بر هم نمی زند. تنه قایق، دریچه، بدنه کامپیوتر و وان حمام و دیگر سازه های مرکب بزرگ را میتوان توسط این روش تولید کرد. اساس روش RIM در شکل (۳ - ۵) آمده است.



شکل ۳ - ۵ اساس قالب گیری انتقالی رزین (RTM)

نه مزیت RTM به شرح زیرند:

- ۱ - حذف مرحله نرم کردن در آمیزه های خشک
- ۲ - در کپسول گذاری قطعات شکننده و ظریف
- ۳ - فاقد اختلاط دستی
- ۴ - حذف پیش شکل دادن و پیش گرم کردن
- ۵ - کاهش فشار لازم
- ۶ - حداقل ضایعات مواد
- ۷ - پخت سریع رزین در درجه حرارت کم
- ۸ - بهبود پایداری ابعادی
- ۹ - کاهش جابجایی مواد.

در مرحله سرد ریخته گری
در مرحله سرد ریخته گری

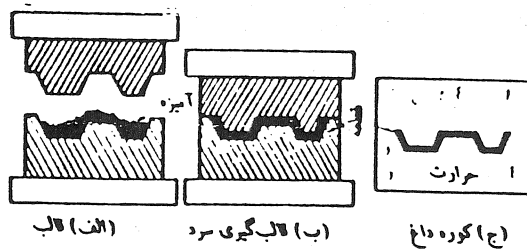
در مرحله سرد ریخته گری = cold casting

cold molding

قالب گیری سرد

قالب گیری سرد مواد در سال ۱۹۰۸ شروع شد بعدها این فرایند توسط صنعت سرامیک سازی، کوزه گری و سفال سازی نیز به کار گرفته شد. فرایند قالب گیری سرد، شبیه قالب گیری فشاری است، بجز این که قالب گرم نمی شود، قالب گیری در پرس های معمول انجام میگیرد. بعد از اینکه آمیزه در قالب غیر گرم شکل گرفت، قطعه را از قالب خارج کرده و در کوره پخت میکنند، تا سخت گردد (شکل ۳ - ۶).

نوعی از قالب گیری سرد است که در آن مواد را در قالب سرد ریخته و سپس در کوره پخت میکنند.



در این روش قالب سرد است

شکل ۳ - ۶ اساس قالب گیری سرد

آمیزه های آلی در قطعات قالبگیری سرد شامل رزین پلاستیک (اغلب فنلیک)، روغن برزک، آزیست، قیر طبیعی، گوگرد و دیگر افزودنی هاست. محصولات قالبگیری سرد، آلی و غیر آلی، طبق قاعده، فاقد براقیت هستند. آنها در رنگ های تیره ساخته میشوند. برای بهبود براقیت سطح قطعات قالبگیری شده آلی، هنگام

قالب گیری، قالب به میزان کمی گرم میشود. پخت واقعی آمیزه در کوره انجام میگردد. قطعات عایق الکتریکی، دستگیره لوازم آشپزخانه و بدنه باطری از جمله کاربردهای این مواد هستند. آمیزه های غیر آلی قالب گیری سرد، به طور معمول دارای سیمان، الیاف آزیست، گل و سنگ آهک مخلوط شده در آب هستند. هنگامی که مواد قالب گیری شدند، آنها را در کوره در مجاورت جریان جو قرار میدهند. جریان داغ، سیمان را پخت میکند و قطعه قالبگیری شده را سخت مینماید. این قطعات در جایی که حرارت فوق العاده بالاست، استفاده میشوند. آنها محصولات پلاستیکی نیستند، بلکه مثالی از قالب گیری سرد می باشند. قالب گیری سرد دارای مزایای زیر

است: **مزایای قالب گیری سرد**

- ۱ - امکان استفاده از مواد ارزان
- ۲ - تجهیزات ارزان
- ۳ - ویژگی های الکتریکی خوب
- ۴ - پخت قطعات در کوره و نه در قالب
- ۵ - سرعت بالای تولید

تف جوشی

تف جوشی فرایندی است که در آن پودر پلاستیک در قالب و در درجه حرارت نزدیک و کمتر از نقطه ذوب ماده در حدود نیم ساعت، فشرده میشود. پودر پلاستیک درهم ذوب شده (تف جوش شده)، اما ماده به عنوان یک کل ذوب نمی گردد. بعد از "ذوب"، ماده تحت فشار و درجه حرارت به شکل مورد نیاز، شکل میگیرد. فرایند تف جوشی از صنعت فلزکاری گرفته شده است. از تف جوشی میتوان برای فرایند پلی ترافلورواتیلن و پلی ایمید ها استفاده کرد. قیمت تجهیزات و هزینه تولید بالاست. و قطعات با شکل های پیچیده به سختی قابل ساخت هستند. کاربردهای نوعی شامل پوشش ظروف تفلون، ساخت بوش، یاتاقان (در بلبرینگ)، توپی چرخ و قطعات عایق کاری است.

Extrusion

فرایند های اکستروژن یا رولرانی

Ex به معنی خارج و truder به معنی فشار است. واژه اکستروژن مشتق از واژه لاتین extrudere است.

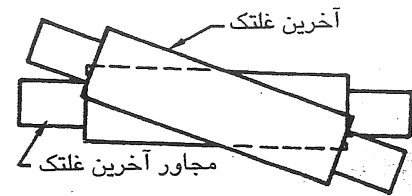
اکستروژن

اکستروژن شبیه ساخت سیم و دیگر شکل های پروفیلی فلزی است. فرایند چیزی شبیه ساخت کالباس یا تزئین کننده دستی کیک هاست. پودر خشک / گرانول و با پلاستیک هایی که به میزان تقویت شده اند، حرارت داده شده و از میان روزنه کلنگی تحت فشار عبور می کنند. قلب فرایند، اکسترودر است. اکسترودرها ماده را نرم (ذوب و مخلوط) کرده و با فشار از کلنگی عبور میدهد. بطور عام اکسترودرهای مارپیچی معمول هستند، اما انواع پیستونی و سنبه ای دارای کاربردهای ویژه می باشند. سرعت و شکل مارپیچ اختلاط و فشار در کلنگی

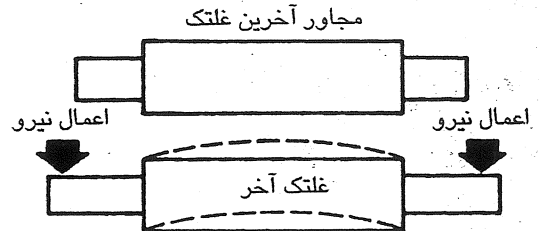
شبیه دستگاه چاپ بر روی کاغذ است، فقط بجای حفره قالب از die استفاده شده است. در فرآیند پرس است.

die = مهره، صندیه، قلاوچ

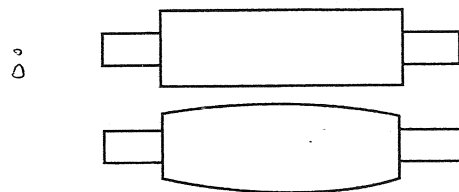
orifice = دهانه (آب از آنجا که میزنند)



(A) تقاطع غلتکها



(B) خم شدن غلتکها

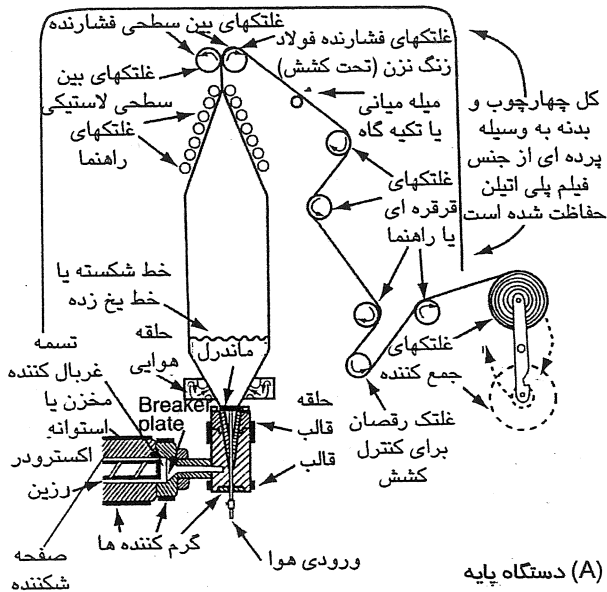


(C) تغییر فرم غلتک

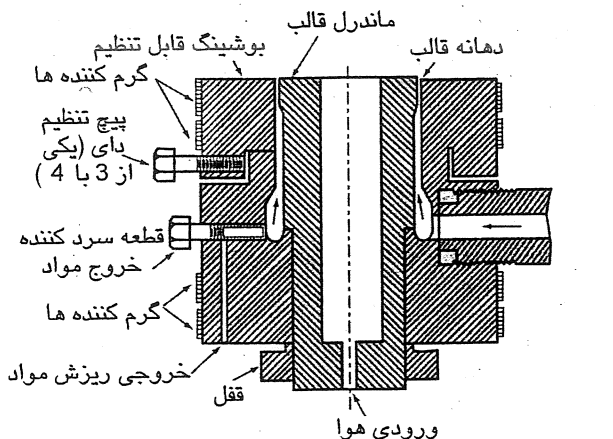
شکل ۱۱-۲۱ روشهای به کار رفته برای تصحیح پروفیلهای ورقه‌ای

جدول ۱۱-۲ تشخیص و راه اصلاح معایب و نقصهای فنی کلندرینگ

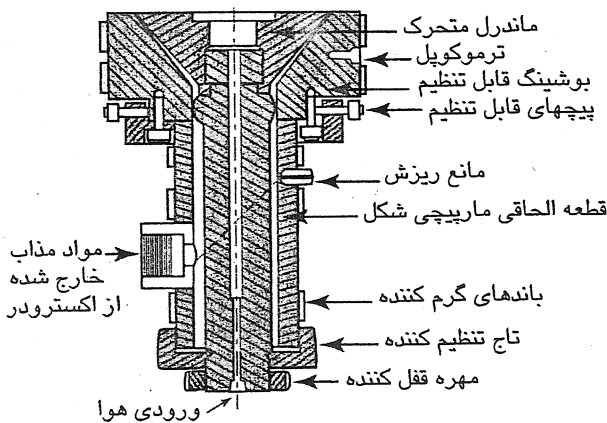
نقص	راه حل ممکن برای رفع عیب
تاول زدن فیلم یا ورقه	- کاهش درجه حرارت مذاب - کاهش برنامه سرعت غلتکها - میزان آلودگی رزین را کنترل کنید - درجه حرارت غلتکهای خنک کننده را کاهش دهید
وجود قسمت ضخیم در مرکز و ضخامت کم در لبه‌ها (نایکنواختی در ضخامت)	- از غلتکهای فرم دار استفاده کنید - میزان فاصله بین غلتکها را افزایش دهید - بار یا تاقان غلتکها را کنترل کنید
علامتهای سرد یا ردپای کلاغ	- افزایش درجه حرارت توده - کاهش برنامه خوراک ورودی به دستگاه
سوراخهای سوزنی	- میزان آلودگی رزین را کنترل کنید - نرم کننده‌ها یا پلاستی سایزها را با دقت زیاد با رزین مخلوط کنید
تغییر شکلهای تیره رنگ و کدر	- میزان آلودگی روانساز با رزین را کنترل کنید - سطوح غلتک را بررسی کنید - درجه حرارت مذاب را افزایش دهید - درجه حرارت غلتک را افزایش دهید
پرداخت نهایی ناهموار	- درجه حرارت غلتک را افزایش دهید - فاصله میان غلتکها را بیش از حد افزایش دهید
انسداد یا بسته شدن غلتک بر روی ورقه (ورق روی غلتک گیر می کند)	- درجه حرارت نامناسب توده متراکم (افزایش/کاهش) - سرعت خروج کامپاند را آمیزه ثابت نگه داریم - کاهش درجه حرارتهای غلتک و فاصله میان غلتکها



(A) دستگاه پایه

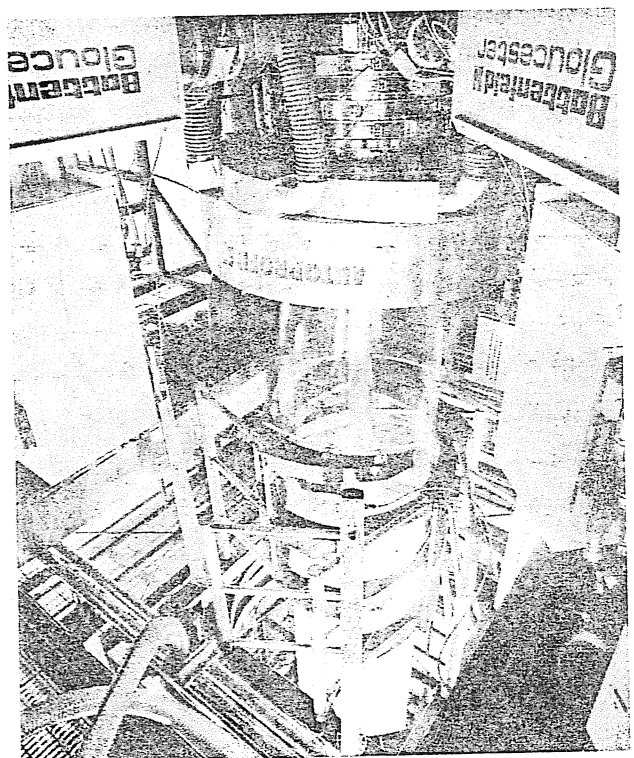


(B) قالب فیلم بادی چندتایی که از پیلو تغذیه می شود

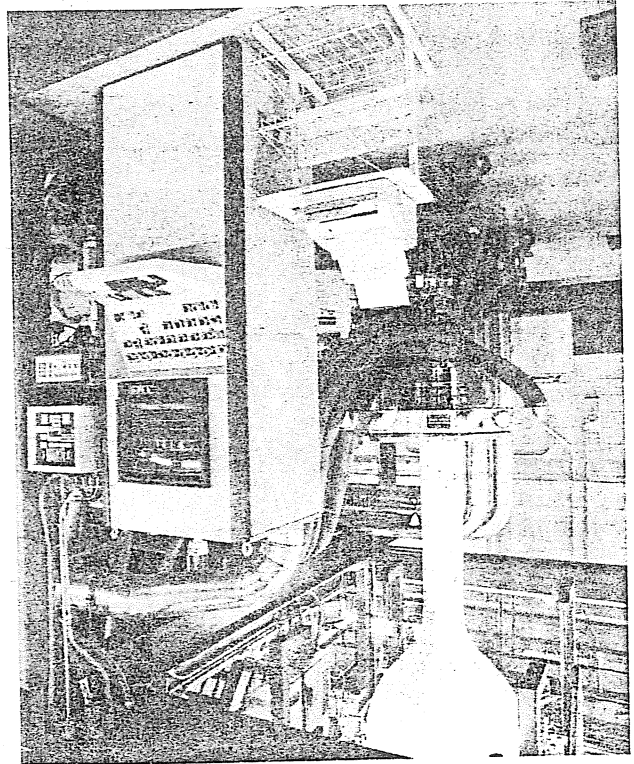


(C) قالب فیلم باد شده با دهانه قابل تنظیم

شکل ۱۱-۲۲ طرحهایی از روشهای اکستروژن فیلم باد شده



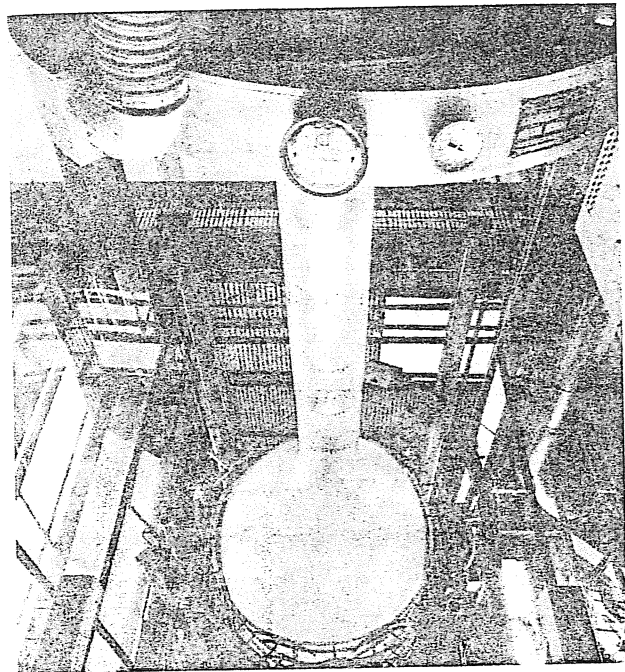
محفظه جانب شامل فیلم بار شده LDPE می باشد (C)



سیستم کنترل ریزین دانه ها، کل سیستم فیلم بار شده را تنظیم می کند (D)

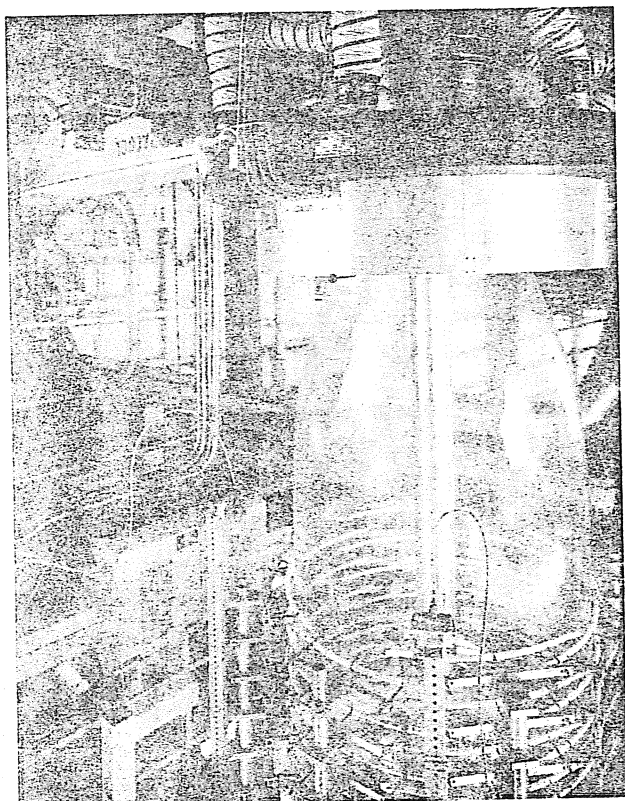
شکل ۱۱-۲۳ اکستروژن فیلم بار شده

می کند



در این عکس از فیلم بار شده HDPE ساقه مربوط به جانب (B)

صریحا دیده می شود



(A) این عکس یک سیستم اندازه گیری ضخامت را نشان می دهد که می تواند اکستروژن را برای تثبیت ضخامت مطلوب در فیلم بار شده تنظیم کند

مقدمه: پلیاستیک نامی است که در حالت مذاب به شکل فیلامنت در می آید و پس از سرد شدن به رشته تبدیل می شود. این رشته ها را پلیاستیک نامند. پلیاستیک نامی است که در حالت مذاب به شکل فیلامنت در می آید و پس از سرد شدن به رشته تبدیل می شود. این رشته ها را پلیاستیک نامند.

۱۹۷

۱۱ فرایندهای اکستروژن

1 ton = 10 Rev 10 nom of fibre

$$\Rightarrow \frac{N}{m^2}$$

۱۱-۴-۶ اکستروژن رشته های نازک

۱۱-۴-۶-۱ فیلامان

رشته های نازک تکی و طویل پلاستیکی را فیلامان (Filament) نیز می نامند. نخ پلاستیکی مورد استفاده در قلابهای ماهیگیری شاید شناخته شده ترین فیلامان پلاستیکی باشد. رشته های تکی پلاستیکی را می توان در هر طولی تولید کرد. با تابیدن رشته های پلاستیکی می توان ریسمانهایی با طرحهای مختلف به وجود آورد.

Mono filament =

الیاف (Fibers) نیز به همه نوع رشته های پلاستیکی یا از جنس مواد طبیعی تک رشته یا چند رشته اطلاق می شود. ابتدا الیاف به هم تابیده می شوند تا ریسمان (Yarn) یا نخ بافته ساخته شود. سپس با بافتن این نخها می توان پارچه ها یا توریها یا دیگر محصولات مشابه را تولید کرد.

ظرافت الیاف را با واحدی به نام Denier می سنجند. یک Denier عبارت است از جرم 9000 m [29527 ft] از یک الیاف بر حسب گرم. مثلاً 9000 m از یک رشته 10 gr, 10 denier وزن دارد. اسم این واحد سنجش، احتمالاً از نام یک سکه فرانسوی قرن شانزدهم است که به عنوان یک معیار استاندارد برای اندازه گیری ظرافت الیاف ابریشمی به کار برده می شده است.

الیاف پلاستیکی با ظرافت یکسان ممکن است دارای Denier متفاوتی باشند، زیرا چگالی آنها متفاوت است. همچنین دو رشته پلاستیکی با Denier یکسان، ممکن است به همین دلیل دارای قطرهای متفاوتی باشند.

برای محاسبه Denier تک رشته ها در یک ریسمان، باید Denier ریسمان را بر تعداد رشته های آن تقسیم کرد:

برای هر رشته 2 denier = (40 رشته) / رشته چندلایی با دنیز = 80

همانطور که گفته شد، 9000 m از این رشته پلاستیکی فقط 2 g وزن دارد.

در سیستم استانداردهای بین المللی (ISO)، برای رشته ها و الیاف واحدی به نام Tex تعریف کرده که عبارت است از چگالی طولی آن. بنابراین طبق این استاندارد، رشته ها و ریسمانها را بر حسب g/km اندازه گیری می کند.

1 ton = 10 Rev 10 nom of fibre

۱۱-۴-۶-۲ انواع رشته ها

رشته های پلاستیکی فقط در تولید پارچه و منسوجات به کار نمی روند. تک رشته های پلاستیکی در جاروها، مسواکها و قلم موها نیز استفاده می شوند. فرم سطح مقطع این رشته ها با هم متفاوت است (شکل ۱۱-۲۴).

رشته های پلاستیکی با توجه به کاربرد آنها ممکن است نازک و نرم یا کلفت و سفت باشند. رشته های مورد استفاده در تولید پارچه ها در محدوده 10 - 2 Denier (برای هر رشته تکی) هستند. رشته هایی که در تولید فرش و محصولات مشابه به کار می روند در محدوده 30 - 15 Denier می باشند.

فرم سطح مقطع تک رشته ها در فرم ظاهری محصولات ساخته شده از آنها تأثیر می گذارد. اگر این فرم به صورت مثلی یا سه پره باشد، نخهای ساخته شده از آنها شبیه نخهای طبیعی ابریشمی خواهد شد و همان خواص ظاهری را خواهد داشت. نخهای ساخته شده از تک رشته های با سطح مقطع لوبیایی یا نواری شبیه نخهای کتان هستند.

۱۱-۴-۶-۳ تولید تک رشته های پلاستیکی

برای تولید این رشته ها از ماتریسهای چند سوراخه استفاده می شود. این سوراخها بسیار ریز که مواد پلاستیکی مذاب از آنها خارج می شود. از چنین ماتریسهایی برای تولید تک رشته ها، ریسمانهای چند رشته ای و دانه های پلاستیکی می توان استفاده نمود.

فرم سطح مقطع رشته های پلاستیکی براساس فرم روزنه ماتریس که Spinneret نامیده می شود، تعیین می گردد. این اسم از اسم دهان کرم ابریشم که رشته های ظریف ابریشمی را تولید می کند، گرفته شده است.

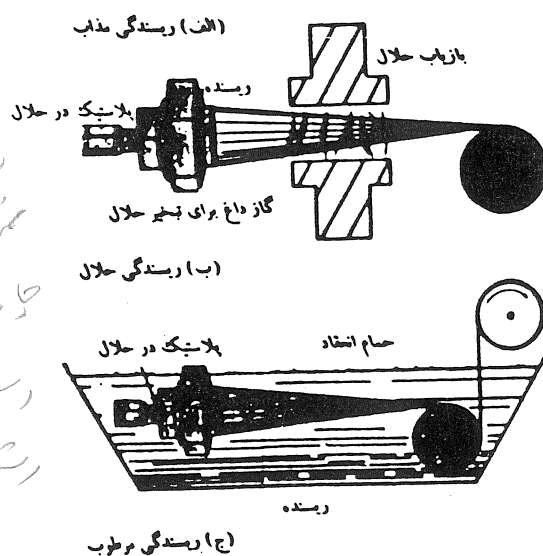
اندازه روزنه های این ماتریسها خیلی ظریف تر از موی انسان است و به همین دلیل ماتریسهای تولید الیاف ظریف پلاستیکی را از جنس پلاتین می سازند تا در برابر سایش و خوردگی اسیدی مقاوم باشد. برای اینکه پلاستیک بتواند از این سوراخهای ریز خارج شود، باید کاملاً به حالت مذاب درآید.

الیاف آکرلیکی توسط ماشینهای ریسندگی که در شکل ۱۱-۲۵ نشان داده شده است، تولید می شوند. یک محلول غلیظ از پلیمر از سوراخهای ماتریس اکستروژن شده و وارد یک محیط خنک کننده می شود.

در این محیط، رشته های آکرلیک به صورت جامد در می آیند. این الیاف سپس تابیده شده، شسته شده و بر روی قرقره هایی جمع می گردد. این رشته ها به عنوان مواد اولیه در صنایع پارچه بافی و فرش ماشینی و دیگر صنایع مشابه به کار می روند. سه روش اصلی در ریسندگی این الیاف پلاستیکی رایج هستند:

۱- روش ذوبی (Melt Spinning)، مواد پلاستیکی نظیر پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی وینیل پلی آمید و پلی استرهای ترموپلاستیک ذوب شده و از داخل

میگیرد، میشود. این وسیله به کمک یک چوب کشی - دریاها و آبریز
برای رسیدن به استحکام بالاتر، تارها و الیاف را از میان غلطک ها با سرعت متغیر عبور می دهند. هر سیستم
غلطک نسبت به غلتک قبلی با سرعت بیشتری حرکت می کند و سرعت غلتک میزان کشش را معین می کند.



شکل ۳- ۷ سه روش پایه برای ریسندگی الیاف پلاستیک ها

استفاده از باد برای پر کردن قالب، به روش اکستروژنی یا تزریقی

۱- پوششکاری اکستروژنی با سیم با روش باد

کاغذ، بافته ها، مقوا، پلاستیک ها و فویل فلزات، زمینه های معمول برای پوششکاری اکستروژنی بر روی زمینه افزوده میشود. در این روش فیلم و زمینه با عبور از غلطک ها به هم فشرده میشوند. برای برخی کاربردها ممکن است برای اطمینان از اتصال لایه ها، از چسب نیز استفاده شود. هنگامی که از دو یا چند ماده پوششی یا زمینه استفاده شود، فرایند شبیه برخی روش های فرایند های لایه گذاری میگردد. این سیستم لایه ممکن است شامل چندین لایه پلاستیک یا لایه های دیگر مواد باشند. در طی پوششکاری اکستروژنی سیم و کابل، پلاستیک مذاب تحت فشار، همچنانکه سیم یا کابل از کلتگی عبور می کنند، پیرامون آنها قرار میگیرد. در واقع کلتگی، پوششکاری سیم را شکل داده و کنترل میکند.

روش تزریقی

۱-۱ قالب گیری بادی Blow molding

قالب گیری بادی تکنیکی است که از صنعت شیشه سازی گرفته شده و برای ساخت ظروف یک پارچه پلاستیک، توسط صنعت پلاستیک اصلاح شده و استفاده میگردد. مفاهیم پایه قالب گیری بادی ساده است. یک لوله توخالی (روده مواد) از مذاب گرمانرم در داخل یک قالب ماده گذاشته شده و قالب بسته میشود. سپس لوله توسط دمش هوا بر علیه دیواره قالب، باد میشود. بعد از سرد کردن، قالب باز شده و قطعه به بیرون پرانده میشود، فرایند برای تولید بسیاری ظروف، اسباب بازی ها، واحدهای بسته بندی قطعات اتومبیل و لوازم خانگی استفاده میشود. دو روش پایه برای قالب گیری بادی وجود دارد:

Parison
لوله توخالی
ماده مذاب

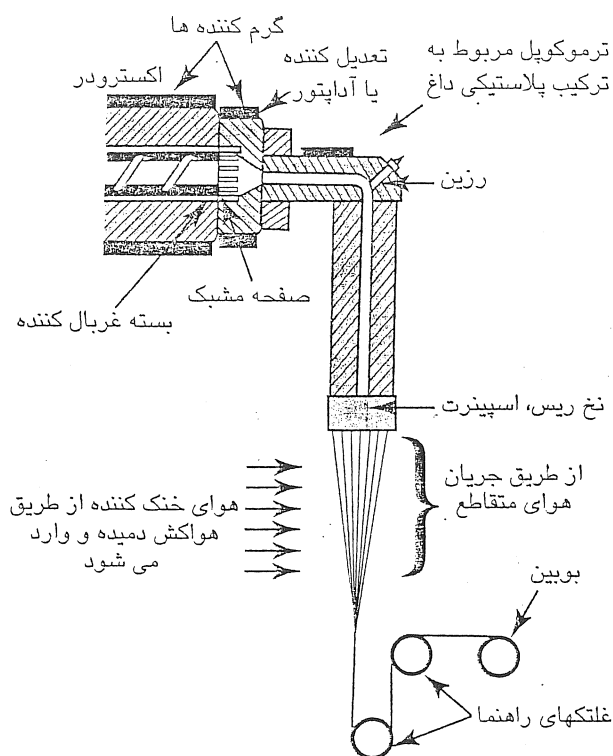
۱- قالب گیری اکستروژن بادی Extrusion blow molding

۲- قالب گیری تزریق بادی Injection blow molding

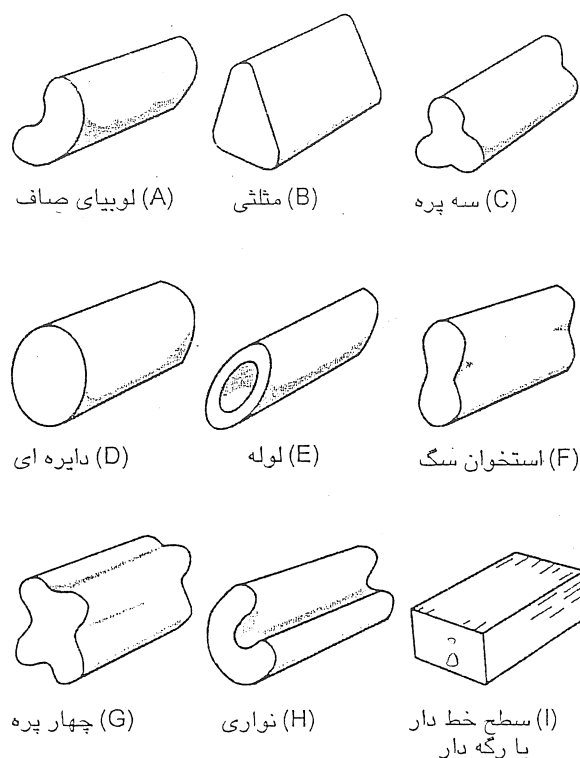
اختلاف عمده در روشی است که لوله (روده مواد) تو خالی و گرم ساخته میشود. در قالب گیری تزریق بادی می توان قطعه با ضخامت دیواره مشخص در نواحی مختلف محصول را با دقت بیشتری تولید کرد. مزیت عمده این روش این است که هر شکل با ضخامت دیواره متغیر را به صورت دقیق می توان تولید کرد. خط جوش در ته قطعه و ضایعات تولید وجود ندارد. عمده نقص این روش نیاز به دو قالب متفاوت، یکی برای قالب گیری پیش شکل (۳-۸ الف) و دیگری برای عملیات اصلی قالب گیری بادی (شکل ۳-۸ ب) است. طی عملیات قالب گیری بادی، پیش شکل تزریقی داغ در داخل قالب دمش گذارده میشود. سپس هوا با فشار به داخل پیش شکل دمیده میشود و آن را بر علیه دیواره قالب منبسط می کند. در قالب گیری اکستروژن بادی، روده مواد بجز هنگامی که از سیستم اکستروژن سنبه ای استفاده میشود. نیمه های قالب به هم نزدیک هستند و انتهای باز روده مواد را در بر میگیرند (شکل ۹). سپس هوا تزریق میشود و روده گرم مواد بر علیه دیواره قالب منبسط میشود. بعد از سرمایش، قطعه به بیرون پرانده میشود، روش قالب گیری اکستروژن بادی ظروف به بزرگی ۱۰ هزار لیتر را می تواند تولید کند.

قالب تزریق
قالب اکستروژن

کستینگ : روشی برای پر کردن قالب با مواد مذاب
Casting : روش تزریق



شکل ۱۱-۲۵ تولید الیاف اکریلیک به روش ریسندگی



شکل ۱۱-۲۴ شکلهایی از سطح مقطع برش عرضی الیاف انتخاب شده

ماتریس رشته‌ساز عبور می‌کنند. الیاف ظریف خارج شده از ماتریس در برخورد با هوا جامد شده و به ایستگاه عملیات بعدی هدایت می‌گردند (شکل ۱۱-۲۶A).

۲- در روش محلولی (Solvent spinning)، پلاستیکی‌هایی نظیر آکرلیک، سلولزاستارت و پلی‌وینیل کلراید در حلالهای مناسبی حل می‌شوند و به صورت مایع در می‌آیند. این محلول از داخل ماتریس عبور کرده (شکل ۱۱-۲۶B) و الیاف بلافاصله از داخل جریانی از هوای داغ رد می‌شوند تا حلال موجود در آنها تبخیر گردد. این ماشین‌آلات طوری طراحی می‌شوند تا حلال تبخیر شده را بتوان جمع‌آوری کرده و مجدداً استفاده نمود.

۳- روش مرطوب (Wet spinning) که تقریباً روش محلولی است. محلول پس از خروج از روزه‌های ماتریس وارد یک محیط انقباض شده و در آنجا تبدیل به ژل (Gel) پلاستیکی و سپس تبدیل به رشته‌های جامد خواهند شد. بعضی از انواع پلیمرهای سلولزی، آکرلیکها، و گروه پلی‌وینیل به این روش تبدیل به الیاف می‌شوند.

در همه روشهای فوق، مایع پلیمری از سوراخهای ریز ماتریس خارج شده و سپس با عملیات سرد کردن، تبخیر و انقباض تبدیل به رشته‌های جامد می‌شوند (جدول ۱۱-۴).

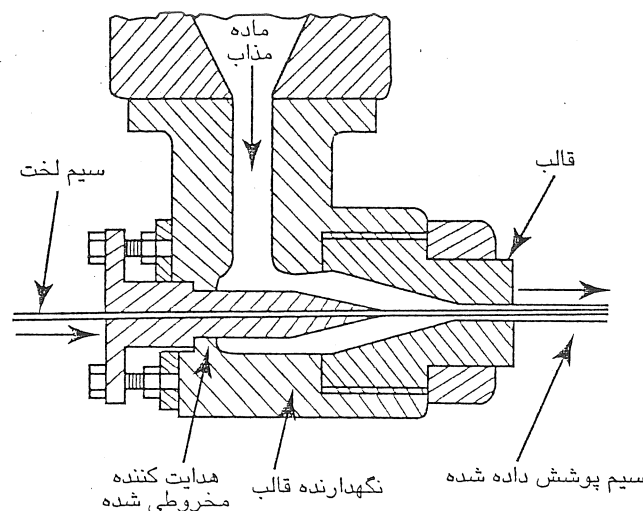
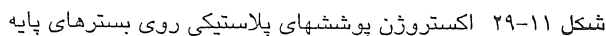
استحکام این رشته‌های پلاستیکی به عوامل مختلفی بستگی دارد. اغلب این رشته‌ها دارای ساختاری خطی و بلوری هستند. وقتی گروهی از مولکولهای طولی در کنار یکدیگر به صورت طولی قرار گیرند، پیوندهای اضافی نیز بین آنها تشکیل شده و به استحکام آنها می‌افزاید. با عبور پلاستیک مایع از روزه‌های ماتریس، زنجیره‌های مولکولی به یکدیگر فشرده می‌شوند و هم راستا با محور رشته پلاستیکی قرار خواهند گرفت. این دسته‌بندی و مرتب شدن به مولکول طولی باعث افزایش استحکام در طول تار تولیدی می‌گردد. با انجام عملیات مکانیکی بعدی (کشش) بر روی این تارها، رشته‌های ظریف به یکدیگر فشرده‌تر شده و به استحکام آنها افزوده می‌شود. کشش الیاف پلاستیکی غیر کریستالی باعث جهت‌دار شدن کامل الیاف پلاستیکی و بهبود استحکام آنها می‌گردد.

کشش الیاف پلاستیکی با عبور آنها از میان یک سری غلتک با سرعتهای متفاوت انجام می‌شود (شکل ۱۱-۲۷). عملیات کشش بر روی الیاف پلاستیکی کریستالی به صورت پیوسته است. در این عملیات، هر غلتک سریع‌تر از غلتک قبلی می‌چرخد و باعث کمی کشیدگی در الیاف می‌شود. اختلاف سرعت گردش غلتکها میزان کشیدگی تار پلاستیکی را تعیین می‌کند.

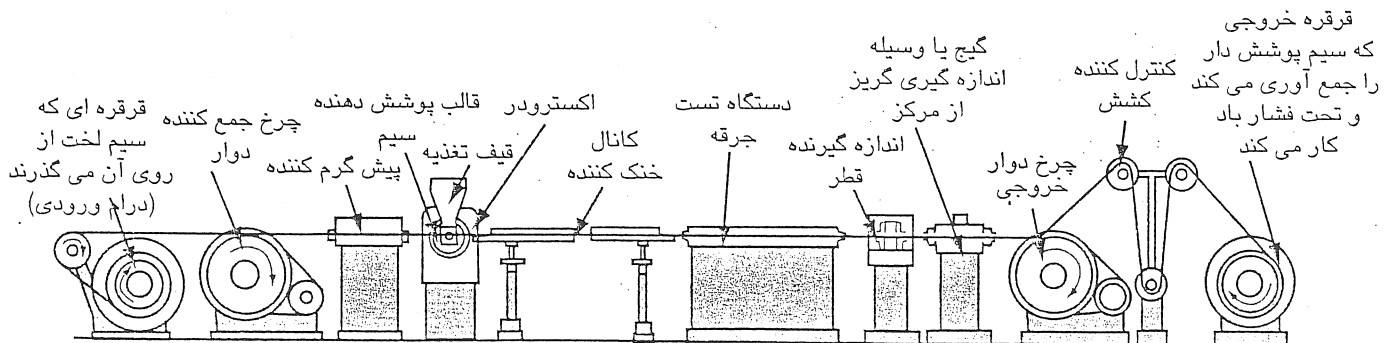
قطر رشته‌های پلاستیکی تکی معمولاً $0,12 - 1,5 \text{ mm}$ [$0,0047 - 0,059 \text{ in}$] است. این رشته‌ها با توجه به قطر و کاربریشان، به صورتهای مختلفی جمع‌آوری و بسته‌بندی می‌شوند.

الیاف و رشته‌های مصرفی در منسوجات حجیم را معمولاً از فیلمهای پلاستیکی تولید می‌کنند. یک فیلم کامپوزیتی که به روش اکستروژن ترکیبی یا لایه‌گذاری ساخته شده است، به صورت مکانیکی کشیده شده یا برش داده می‌شود تا به رشته‌های ظریف تبدیل گردد. با عبور این فیلم از بین غلتکهای

اصول به کار رفته در این فرآیند ساده است (شکل ۱۱-۳۱). یک لوله از جنس پلاستیک مذاب (Parison) به داخل محفظه قالب اکستروژ می‌شود و قالب را در این حالت می‌بندند. سپس هوای فشرده را به داخل لوله پلاستیکی وارد می‌کنند تا منبسط شده و به دیواره‌های قالب بچسبد. پس از خنک شدن قطعه کار می‌توان قالب را باز کرده و آن را از قالب بیرون آورد. بسیاری از بطری‌ها، ظروف، اسباب‌بازی‌ها، قطعات خودرو و قطعات لوازم خانگی به این روش تولید می‌شوند.



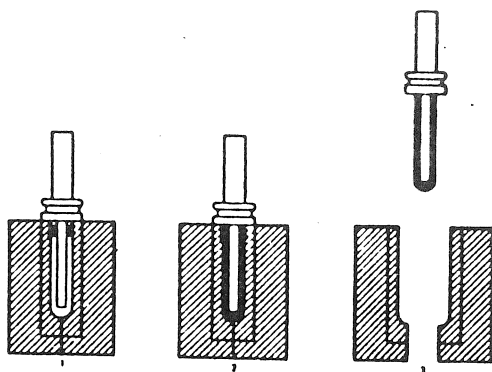
(A) قالب صلیبی پوشش دهنده سیم و هدایت کننده مخروطی که پلاستیک نرم را در اطراف سیم در حال حرکت جنگه می دارد



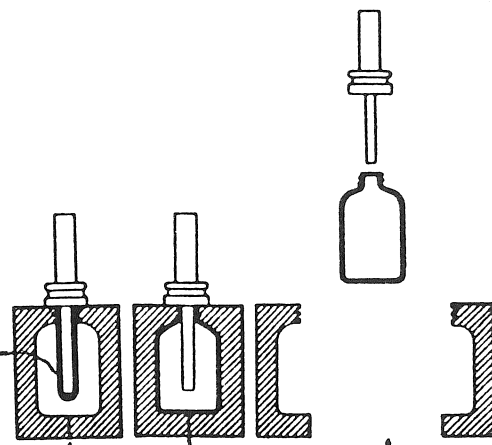
(B) طرح کلی از خط تولید و ماشین آلات مختلف به کار رفته در واحد اکستروژن پوشش سیم

شکل ۱۱-۳۰ اکستروژن پوشش سیم و کابل

ماخوذ از کتاب



(الف) چرخه تزریق



(ب) چرخه دبل

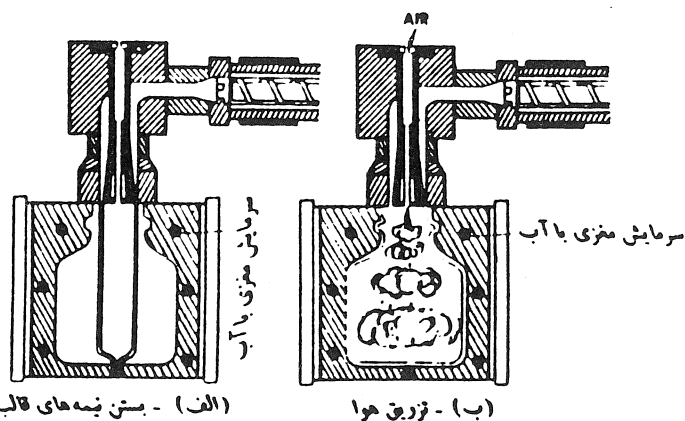
= Parison

Polymer tubing

Resin درونی

لوله نعلنی تزریق باد

شکل ۳ - ۸ فرایند قالب گیری تزریق بادی



(الف) - بستن نیمه های قالب

(ب) - تزریق هوا

برای تهیه لوله نعلنی
با ضخامت
۱۰۰۰۰

شکل ۳ - ۹ قالب گیری اکستروژن بادی

مزایای قالب گیری اکستروژن بادی

۱ - فرایند پذیری اغلب گرمانرم ها و بسیاری گرما سخت ها

۲ - قیمت کلگی کمتر از قالب گیری تزریقی است. *در شیشه ها به نسبت از تزریق ارزان تر است*

۳ - آمیزه ها و آلیاژ ها را به خوبی اکستروود می کند

۴ - اکستروودر پایه ای برای بسیاری از فرایندهای قالب گیری است. *اکستروودر اصلی است*

۵ - محصول اکستروودری می تواند دارای هر طولی باشد. *۶ - مواد لاستیکی در این اکستروودر پذیردند*

نواقص قالب گیری اکستروژن بادی

۱ - عملیات ثانویه گران هزینه

۲ - قیمت ماشین آلات بالا

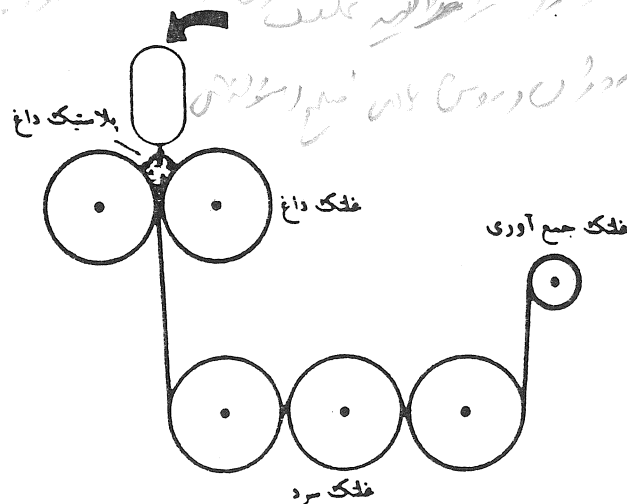
۳ - تولید ضایعات

۴ - طراحی مارپیچ باید با توجه به مشخصه های مذاب و سیلان ماده باشد. *تنوع شکل مذاب در فرایند اکستروژن*

غلنگ زنی (کلندرکاری) *Calendering*

در غلنگ زنی مواد گرمانرم توسط سیلندرهایی که گرما تحت عملیات فشاری قرار میگیرند، تا ضخامت نهایی

محصول، ایجاد گردد (شکل ۳ - ۱۰).



شکل ۳ - ۱۰ فرایند غلنگ زنی (کلندرکاری)

