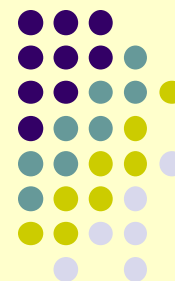
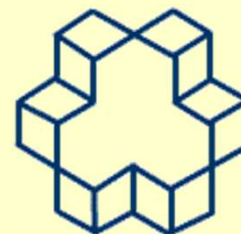


دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد

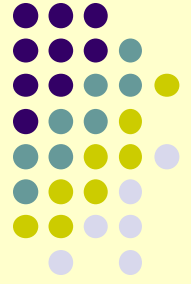


اصول مهندسی پلیمر

جلسه یازدهم
(روش های ساخت قطعات پلیمری)

دکتر رضا اسلامی فارسانی

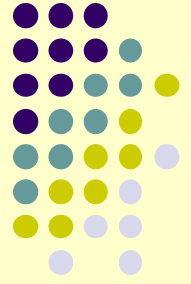
روش های مختلف شکل دهی قطعات پلیمری



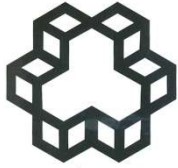
- اکستروژن (Extrusion)
- قالب گیری تزریقی (Injection Molding)
- فشرده سازی قالب (Compression Molding)
- ضربه قالب (Blow Molding)
- شکل دهی گرم (Thermoforming)



اکستروژن (*Extrusion*)

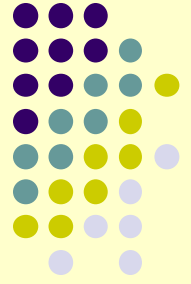


- نوعی فرآیند فشرده سازی هست که در آن مواد پلیمری با اعمال فشار و با عبور از یک قالب (سوراخ) به شکل روزنه موجود در قالب در آمده و برای تولید قطعات بصورت مستمر و مداوم استفاده می شود.
- از این روش برای تولید قطعات ترموپلاستیک استفاده می شود.
- قطعات تولیدی از این روش بیشتر بصورت لوله، فیلم ها، رشته های مداوم و بلند، سیم ها، سیم های پوشش داده شده با مواد پلیمری و ... هستند.

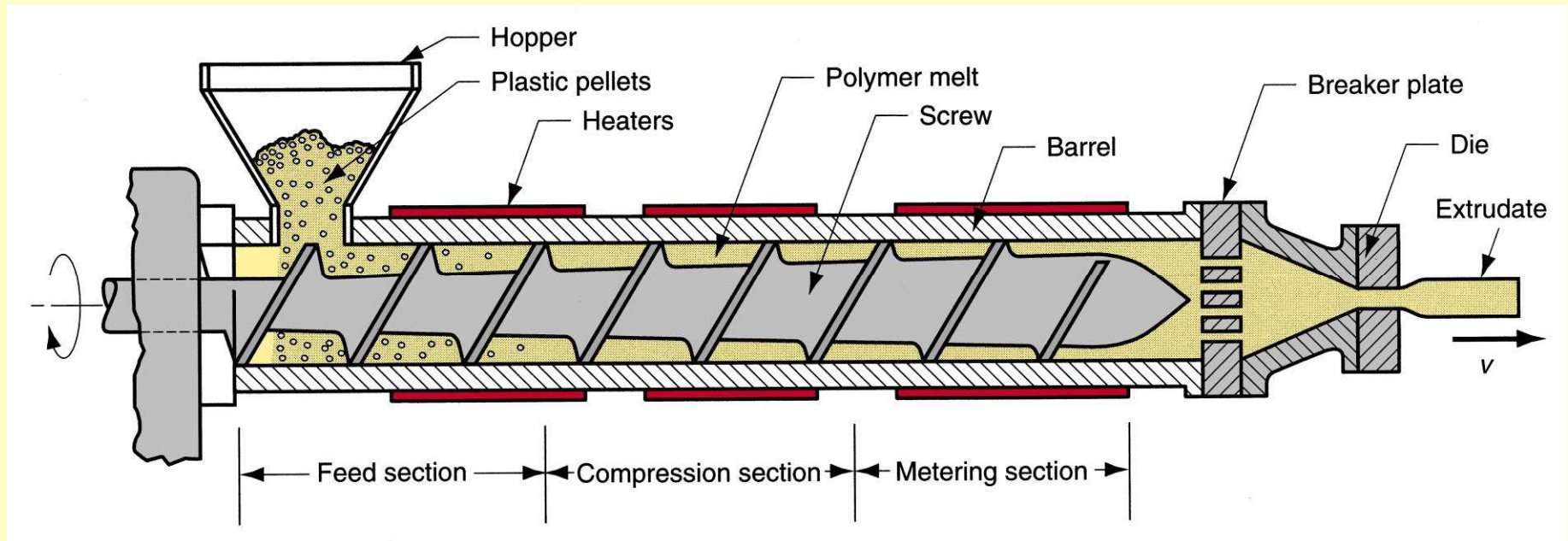


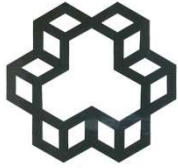
دانشگاه صنعتی خواجہ نصیر الدین طوس

اکستروژن (*Extrusion*)

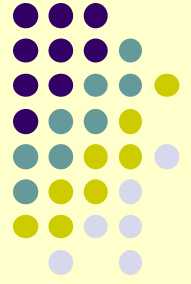


□ فرآیند کلی اکستروژن





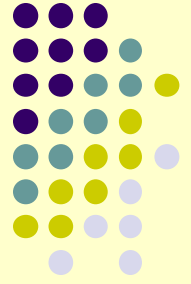
اکستروژن (*Extrusion*)



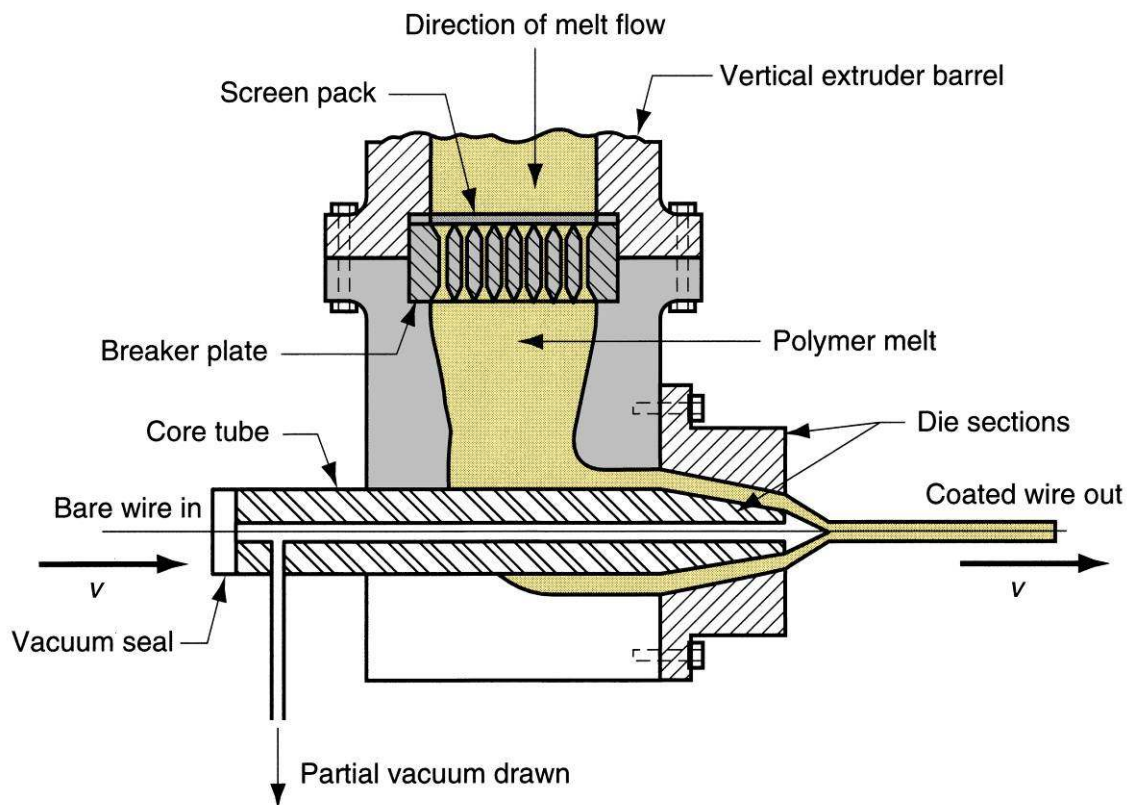
- نسبت طول به قطر (L/D) بین ۱۰ و ۳۰ می باشد که نسبت پایین برای الاستومرها و نسبت بالایی برای ترموپلاستیک ها می باشد.
- در این روش مواد به داخل یک محفظه با پیچ چرخشی شبیه چرخ گوشت ریخته شده و از اطراف گرم شده و با کار مکانیکی بهم زده می شوند و به جلو هدایت شده تا عملیات اکستروژن انجام شده و قطعه حاصل شود.



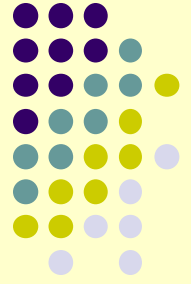
اکستروژن (*Extrusion*)



□ به عنوان مثال در این شکل نحوه روکش دادن سیم با استفاده از مواد پلیمری با روش اکستروژن نشان داده شده است.

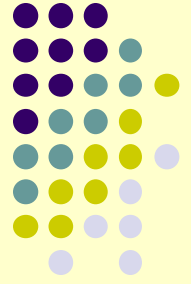


قالب گیری تزریقی (Injection Molding)



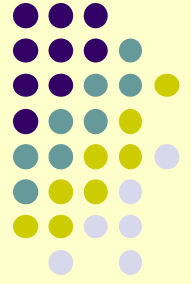
- ماده پلیمری گرم شده تا مایع شود. سپس با فشار و نیروی خیلی زیادی به داخل قالب تزریق می شود. در ادامه، مایع در داخل قالب منجمد شده، سپس قالب باز شده و قطعه منجمد شده از داخل قالب به بیرون پرتاب می شود.
- این فرآیند حدود ۱۰ الی ۳۰ ثانیه طول می کشد، اما برای قطعات پیچیده شاید تا ۱ دقیقه هم طول بکشد.
- عموماً از این روش برای تولید قطعات از ۵۰ گرم تا ۲۵ کیلوگرم استفاده می شود نظیر ضربه گیر خودرو.
- از این روش فقط برای تولید با تیراژ بالا استفاده می شود، چون برای تیراژ پایین به دلیل هزینه بالای قالب مقرون به صرفه نیست.

قالب گیری تزریقی (Injection Molding)



- روش قالب گیری تزریقی بیشتر برای تولید قطعات ترموپلاستیک استفاده می شود.
- برای تولید تعداد خیلی کمی از قطعات ترموست و همچنین الاستومرها نیز از این روش استفاده می شود.
- در این روش باید با کنترل پارامترهای مختلف در حین تولید مانع از ترکیب شدن پلیمرها قبل از تزریق به قالب و ایجاد پیوندهای عرضی در آنها شد.

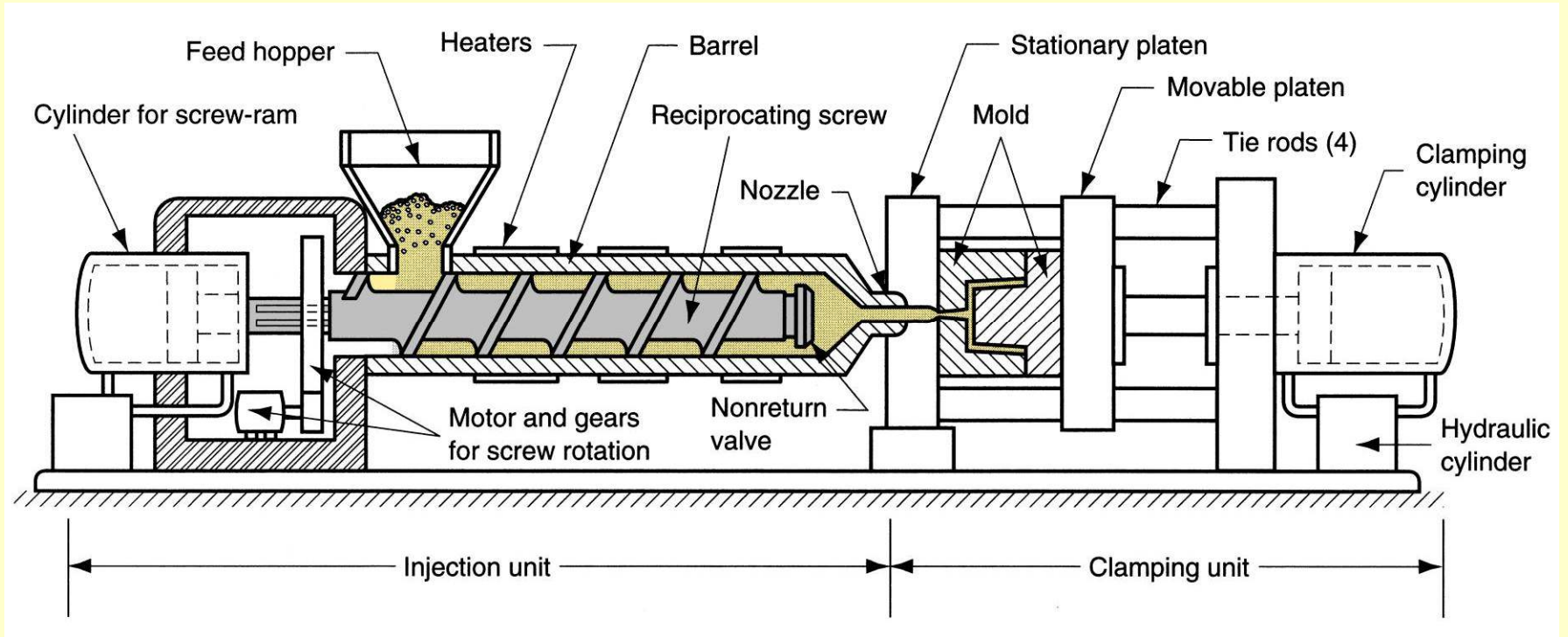
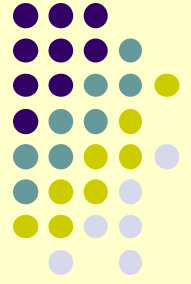
قالب گیری تزریقی (Injection Molding)



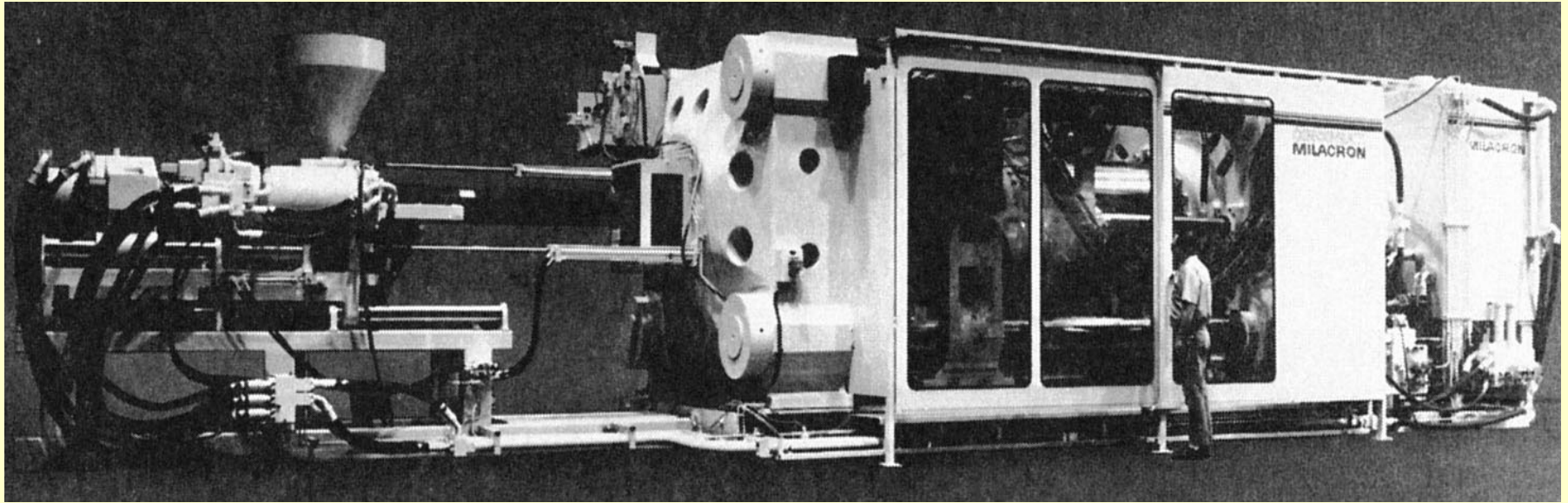
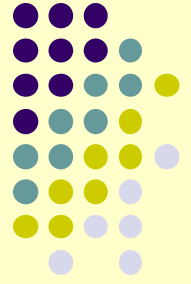
□ فرآیند تولید در قالب گیری تزریقی در ابتدا مشابه روش اکستروژن است. مواد به داخل محفظه حاوی یک مارپیچ چرخشی ریخته شده و از اطراف گرم می شوند. همچنین با کار مکانیکی بهم زده می شوند و به جلو هدایت شده تا عملیات اکستروژن انجام شده و در نهایت پلیمر خروجی به داخل قالب تزریق می شود تا با سرد شدن پلیمر، قطعه نهایی حاصل شود.

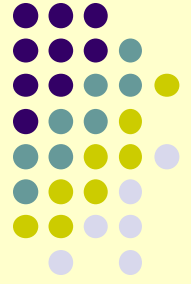


قالب گیری تزریقی (Injection Molding)

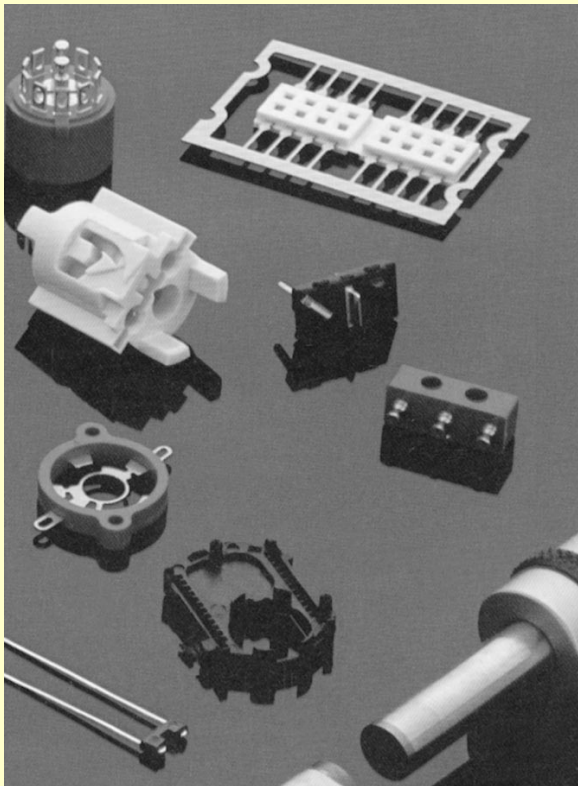


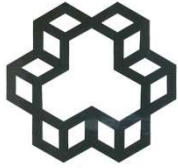
قالب گیری تزریقی (Injection Molding)





Products Made by Injection Molding





دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سیکل روش قالب گیری تزریقی

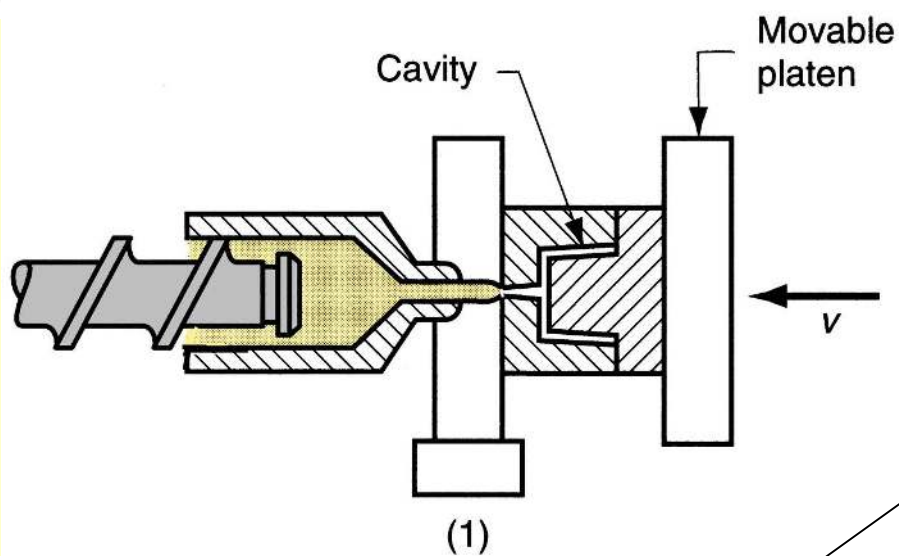
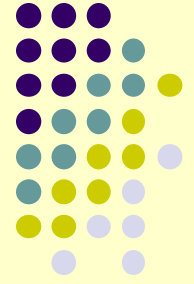
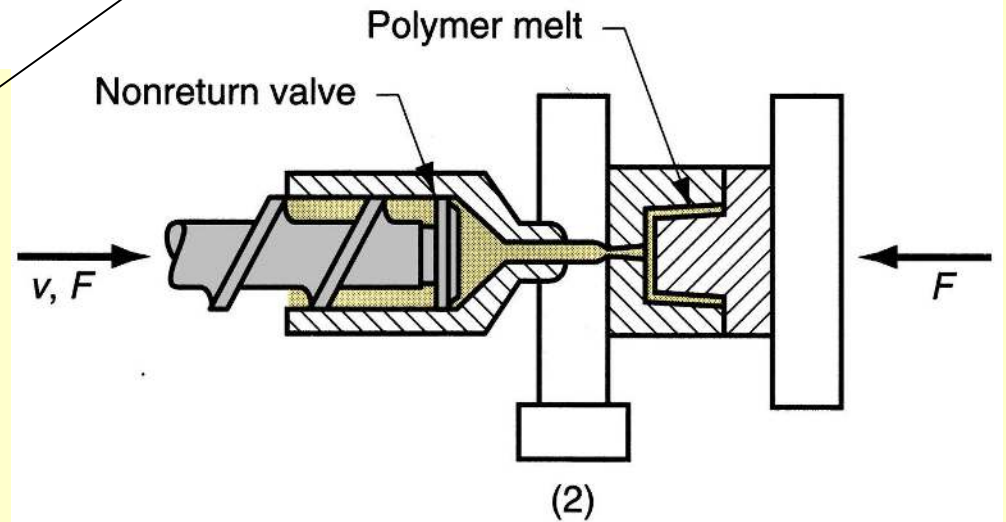


Figure 13.22 Typical molding cycle: (1) mold is closed

Figure 13.22 Typical molding cycle: (2) melt is injected into cavity.





سیکل روش قالب گیری تزریقی

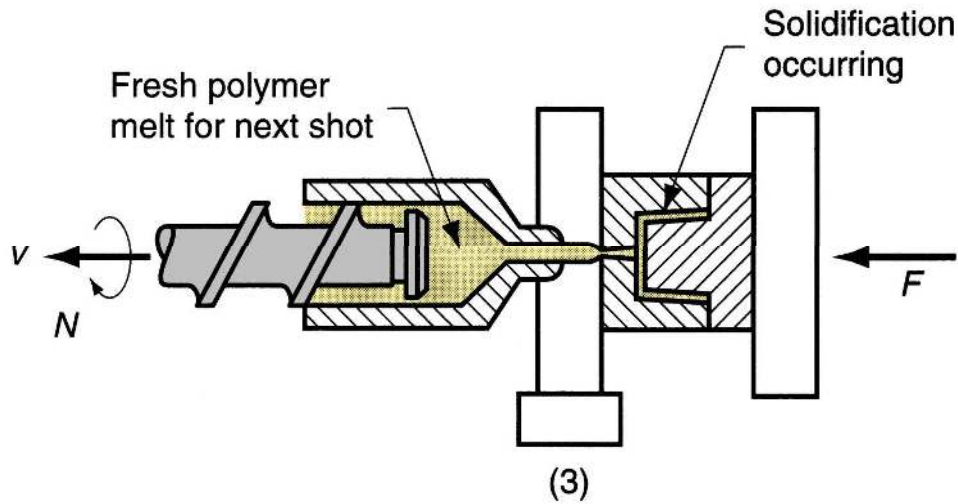
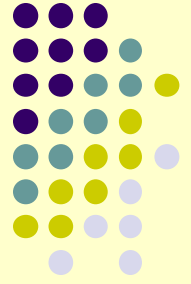
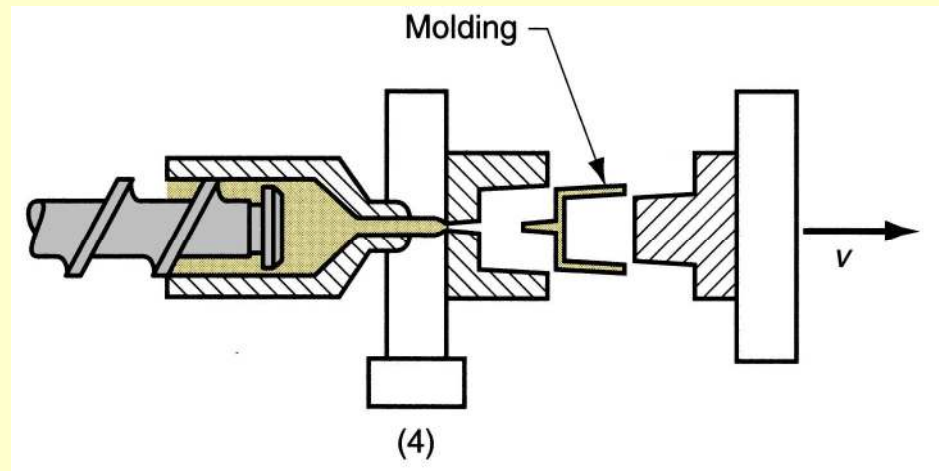
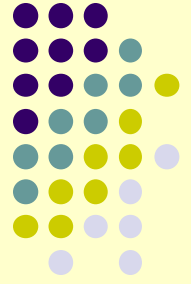


Figure 13.22 Typical molding cycle: (4) mold opens and part is ejected.

Figure 13.22 Typical molding cycle: (3) screw is retracted.





فشرده سازی قالب (Compression Molding)

- از این روش بیشتر برای تولید قطعات ترموست استفاده می شود.
- همچنین از این روش برای تولید مواد کامپوزیتی و لاستیک ها نیز استفاده می شود.
- مواد قالب گیری در این روش می توانند به صورت های مختلف پودری، ورق، مایع، پیش سازه و ... مورد استفاده قرار گیرند.

فشرده سازی قالب (Compression Molding)

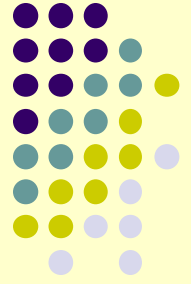
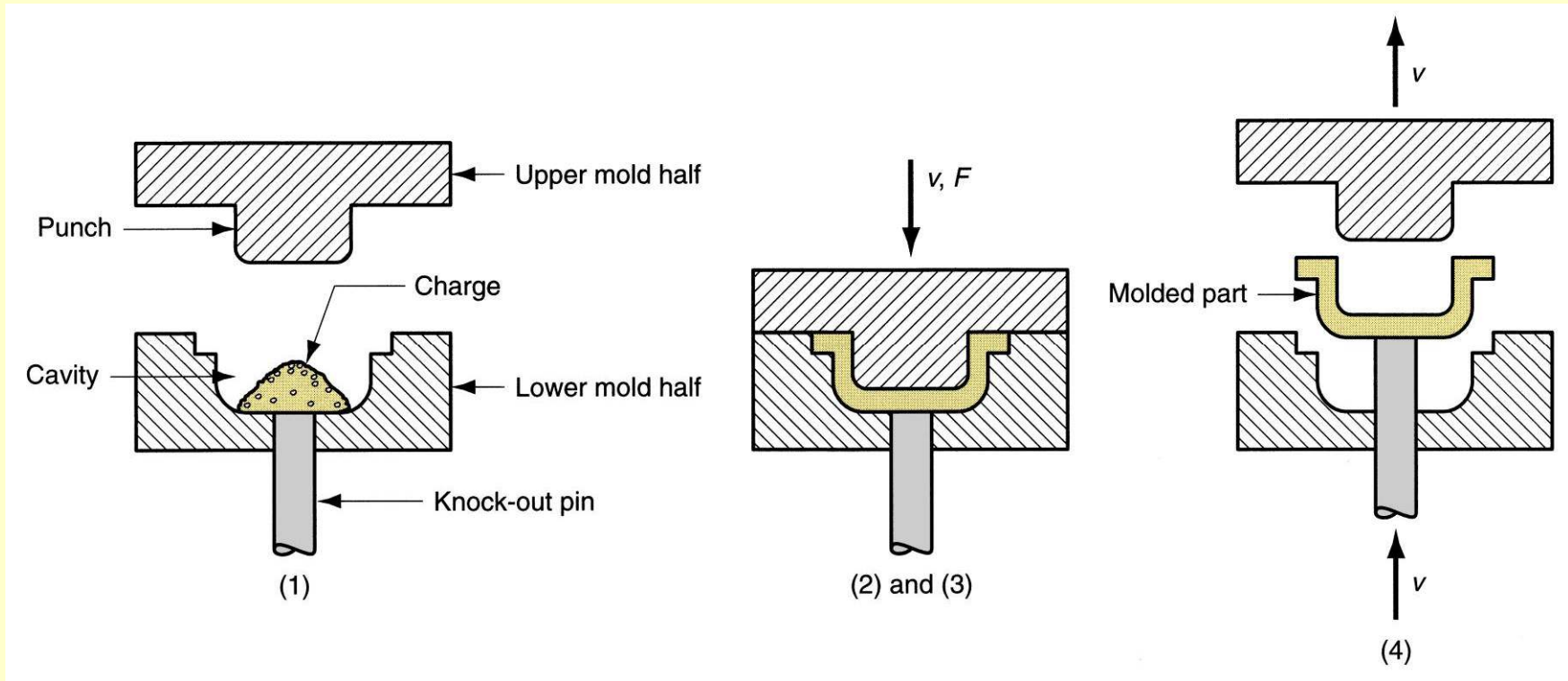
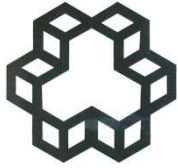
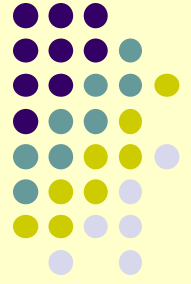


Figure - Compression molding for thermosetting plastics: (1) charge is loaded, (2) and (3) charge is compressed and cured, and (4) part is ejected and removed.





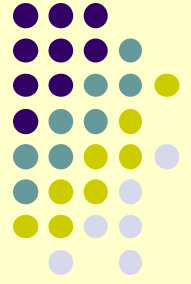
فشرده سازی قالب (Compression Molding)



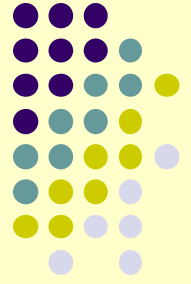
- این روش ساده تر از روش قالب گیری تزریقی می باشد.
- در این روش قالب باید گرم شود. این گرمایش می تواند از طریق مقاومتی، روغن داغ و انجام گیرد.
- موادی که با این روش می توان قالب گیری کرد، عبارتند از فنولیک، ملامین، اوره - فرم آلدئید، اپوکسی، یورتان و الاستومرها.
- از جمله قطعات تولیدی می توان به پریز برق، ظروف غذاخوری و ... اشاره کرد.



ضربه قالب (Blow Molding)

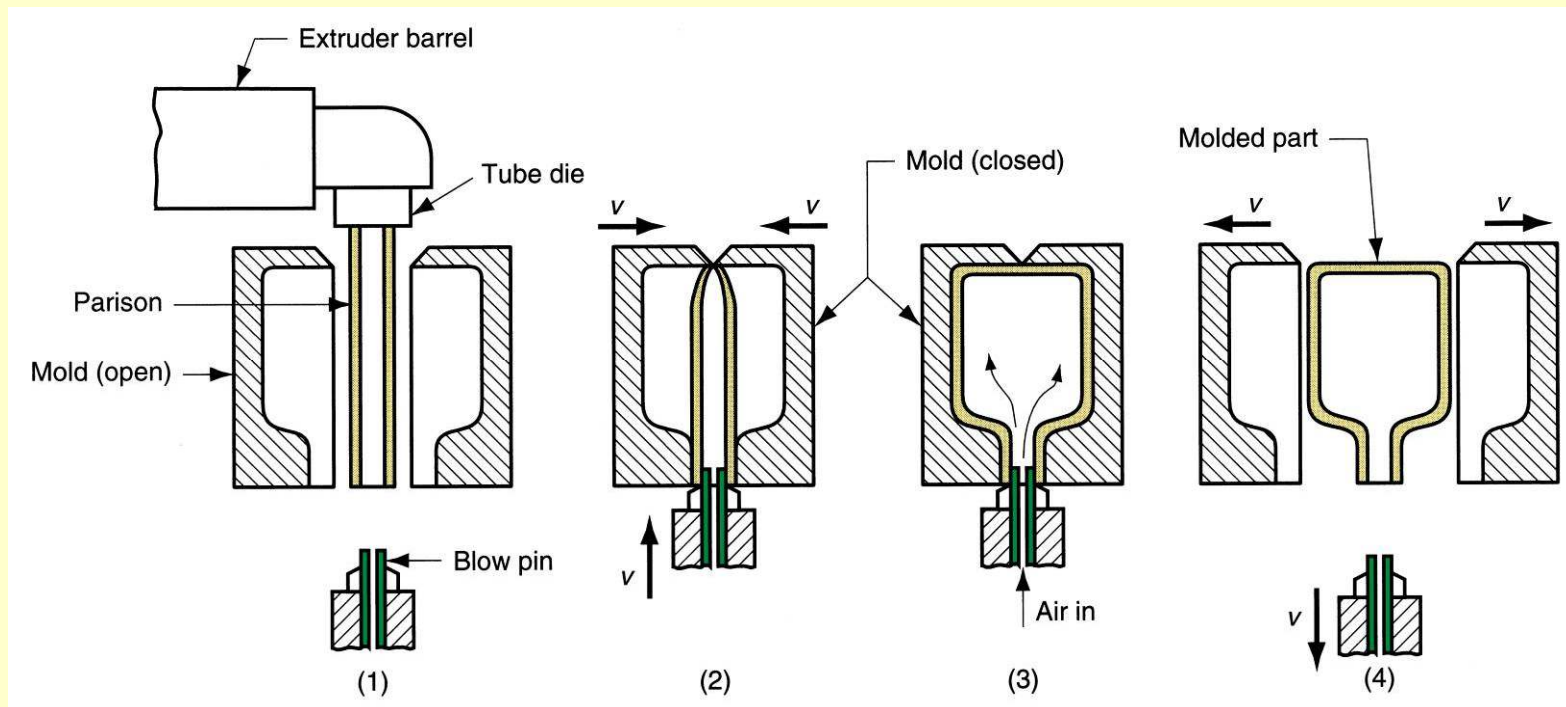


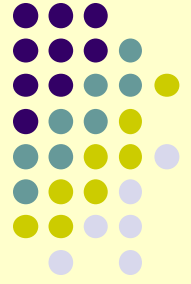
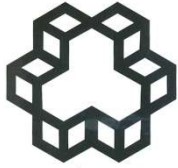
- در این روش از فشار هوا برای شکل دهی مواد پلیمری شکل پذیر استفاده می شود. این مواد بعد از فشار هوا شکل قالب را به خود می گیرند.
- از این روش برای تولید قطعات توخالی استفاده می شود مانند بطری ها.



Extrusion Blow Molding مراحل انجام این روش در حالت

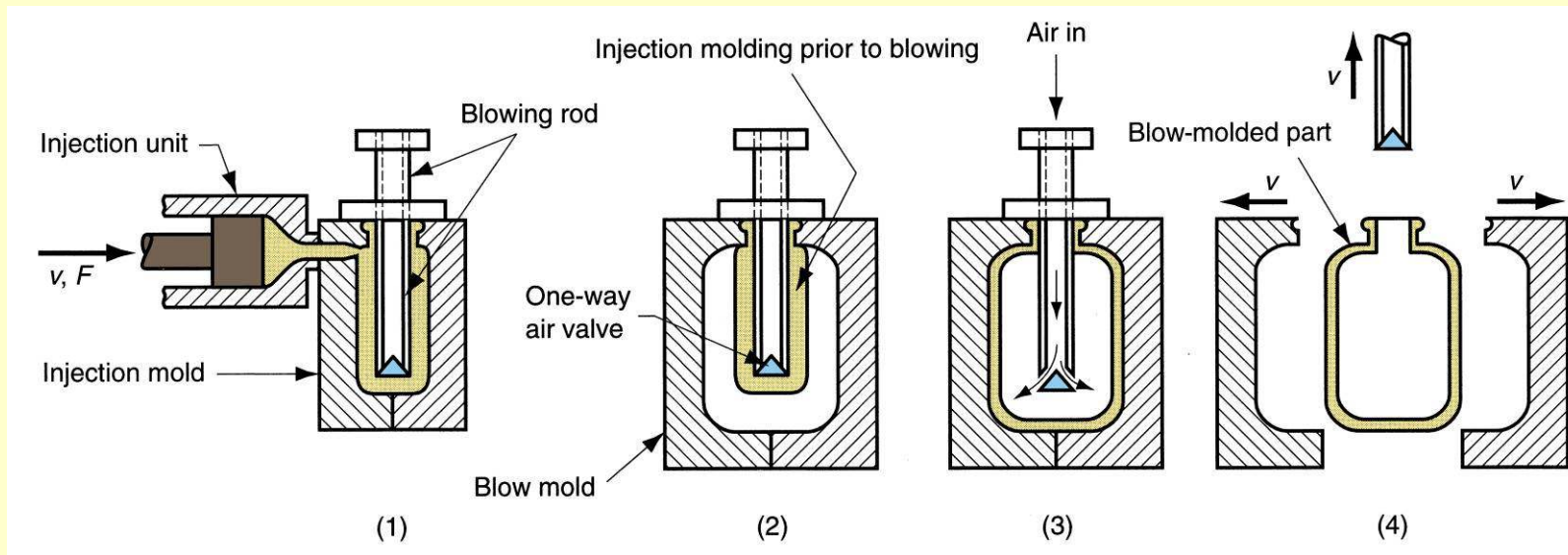
Figure - Extrusion blow molding: (1) extrusion of parison; (2) parison is pinched at the top and sealed at the bottom around a metal blow pin as the two halves of the mold come together; (3) the tube is inflated so that it takes the shape of the mold cavity; and (4) mold is opened to remove the solidified part.

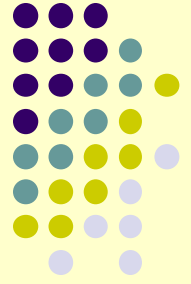
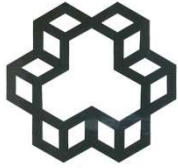




مراحل انجام این روش در حالت Injection Blow Molding

Figure - Injection blow molding: (1) parison is injected molded around a blowing rod; (2) injection mold is opened and parison is transferred to a blow mold; (3) soft polymer is inflated to conform to the blow mold; and (4) blow mold is opened and blown product is removed.





Stretch Blow Molding

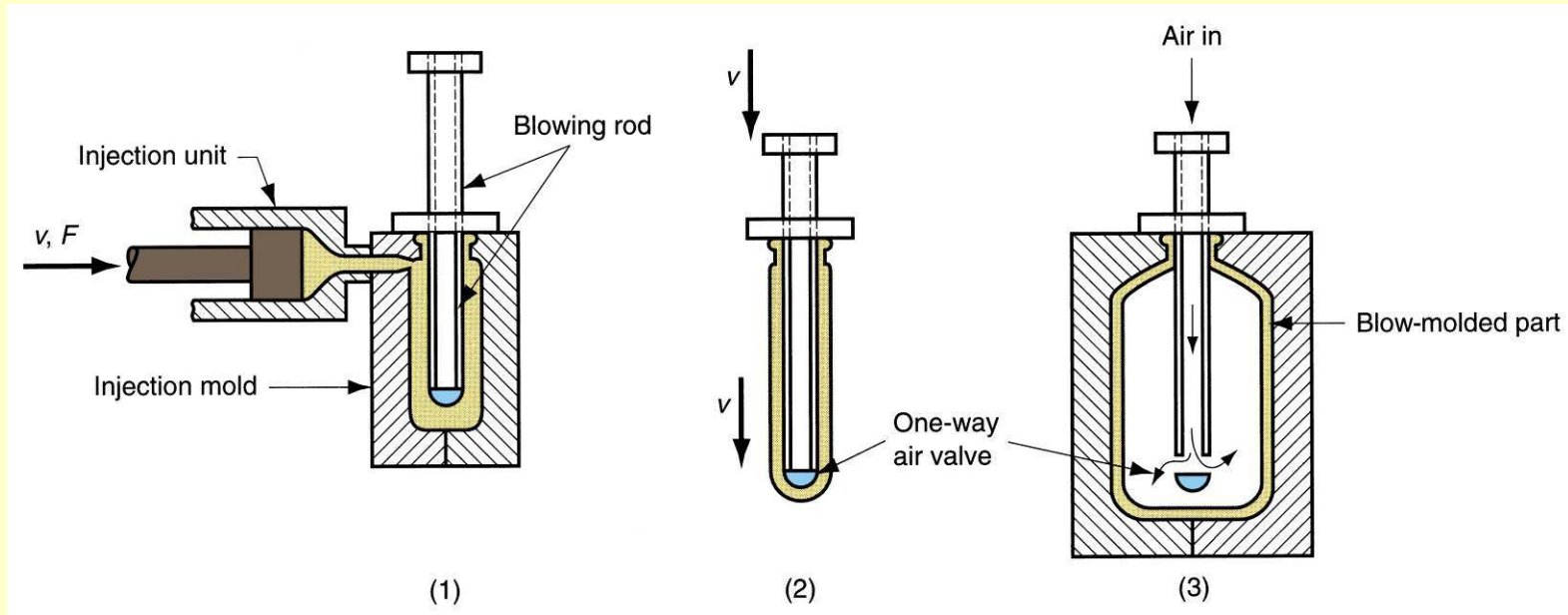
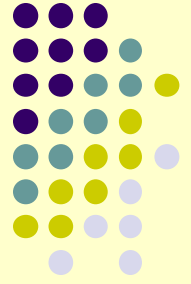


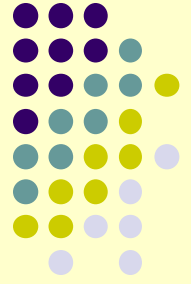
Figure - Stretch blow molding: (1) injection molding of parison; (2) stretching; and (3) blowing.



ضربه قالب (Blow Molding)

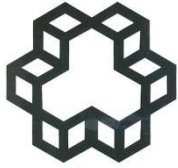


- از این روش بیشتر برای تولید قطعات ترموپلاستیک استفاده می شود.
- مواد: پلی اتیلن چگالی بالا، پلی پروپیلن، پی وی سی و پلی اتیلن ترفتالات.
- محصولات: ظروف یکبار مصرف برای نوشابه و دیگر کالاهای مصرفی مایع، مخازن ذخیره سازی بزرگ (۲۰۰۰ گالن)، مخازن بنزین، اسباب بازی، قایق های کوچک و ...



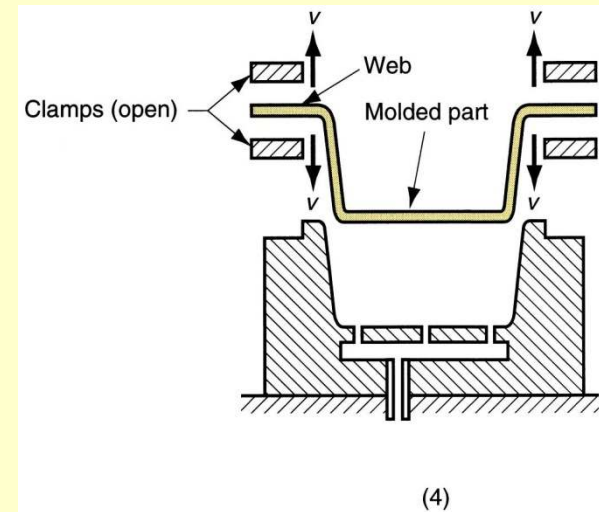
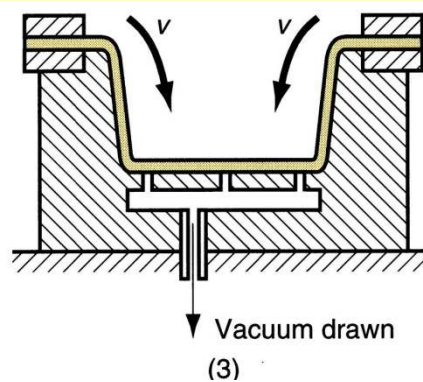
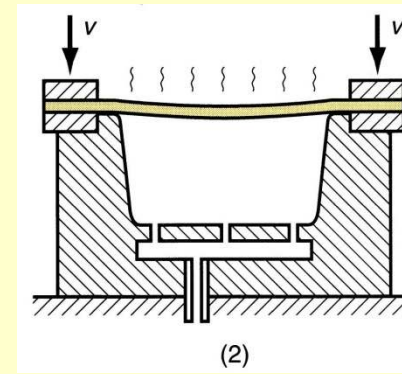
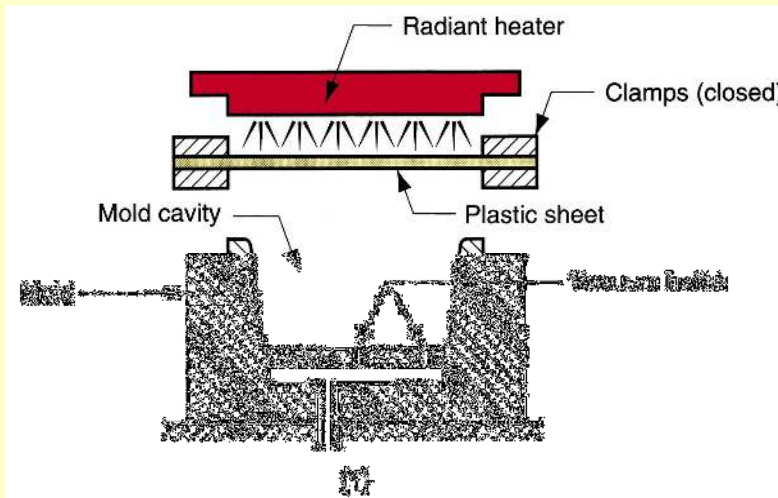
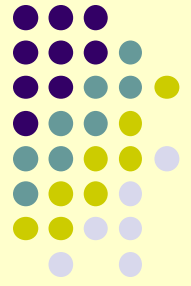
شکل دهی گرم (Thermoforming)

- در این روش ورق ها یا فیلم های ترموپلاستیک را گرم کرده و داخل یک قالب شکل دهی را انجام می دهند.
- در این روش برای حرارت دادن و گرم کردن ورق های ترموپلاستیک از بخاری های برقی تابشی (Radiant Electric Heaters) استفاده می شود.
- بطور گسترده در بسته بندی مواد مختلف استفاده می شود.
- برای ساخت قطعات مختلف نظیر وان حمام، نورگیرهای انحنادار، آستر داخلی درب یخچال و ... استفاده می شود.

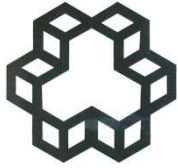


دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

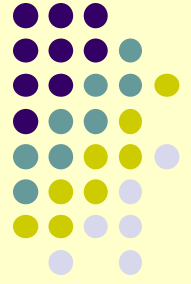
شکل دهی گرم در خلاء (Vacuum Thermoforming)



Vacuum thermoforming: (1) a flat plastic sheet is softened by heating, (2) the softened sheet is placed over a concave mold cavity, (3) a vacuum draws the sheet into the cavity, (4) plastic hardens on contact with the cold mold surface, and the part is removed and subsequently trimmed from the web.



شکل دهی گرم (Thermoforming)



- در این روش فقط ترموپلاستیک ها را می توان قالب گیری کرد.
- در مواد ترموست و الاستومرها بدلیل ایجاد پیوندهای عرضی در داخل این مواد نمی توان این مواد را گرم کرده و دوباره قالب گیری کرد.
- موادی که در این روش می توان قالب گیری کرد عبارتند از:
polystyrene, cellulose acetate, cellulose acetate butyrate, ABS, PVC, acrylic (polymethylmethacrylate), polyethylene, and polypropylene .