

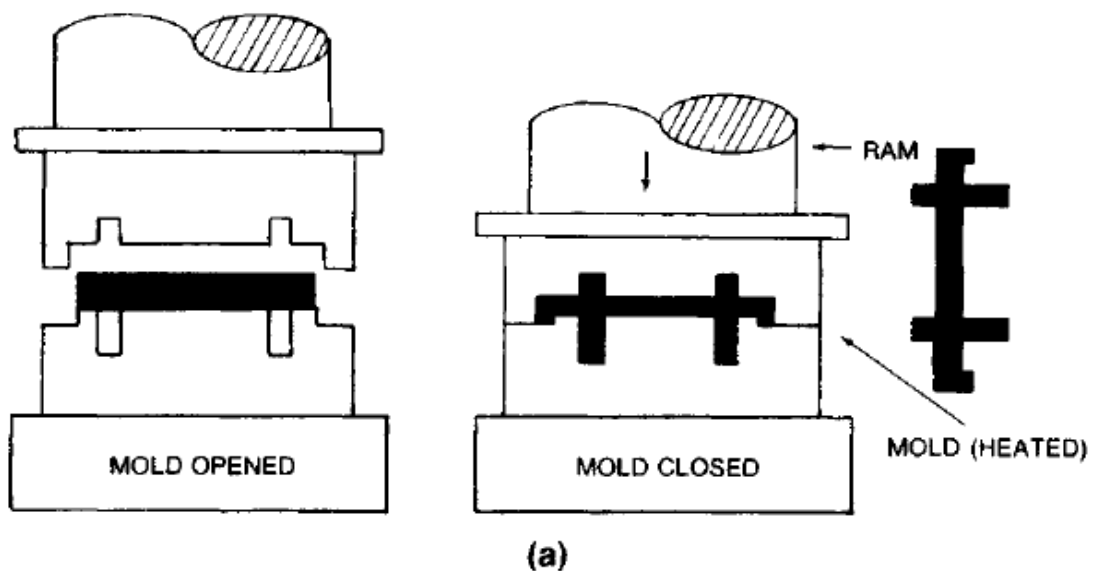
CHƯƠNG 7

ĐÚC ÉP, ĐÚC CHUYỂN

1. Giới thiệu

Đúc ép và đúc transfer là hai phương pháp chính để đúc nhựa nhiệt dẻo. Đúc nén là phương pháp gia công chính trong suốt nửa đầu của thế kỷ vì sự ra đời của nhựa phenolic năm 1909 và nó được sử dụng rộng rãi. Những năm 40, gia công nhựa nhiệt dẻo bằng đúc phun và đùn phát triển mạnh. Đúc ép chiếm 70% sản phẩm nhựa, những năm 50 nó chiếm khoảng 25% khối lượng và bây giờ là 3%. Điều này không có nghĩa là đúc ép không còn tồn tại, phương pháp này chưa thể có sản phẩm với giá cả thấp, đặc biệt khi năng suất cao. Những năm 1900, nhựa nhiệt dẻo chiếm khoảng 95% khối lượng nhựa chung, những năm 40, giảm xuống 40%, bây giờ là 15%.

Cơ sở của phương pháp đúc ép và transfer: hỗn hợp được gia nhiệt khoảng 149°C trong khuôn, nhựa mềm ra. Nhựa được giữ nhiệt độ đúc ở áp suất 13,8 – 27,6 Mpa trong thời gian thích hợp để xảy ra quá trình polymer hoá hay tạo liên kết ngang (cross-linking) và đóng rắn. Chi tiết được đưa ra khỏi khuôn.



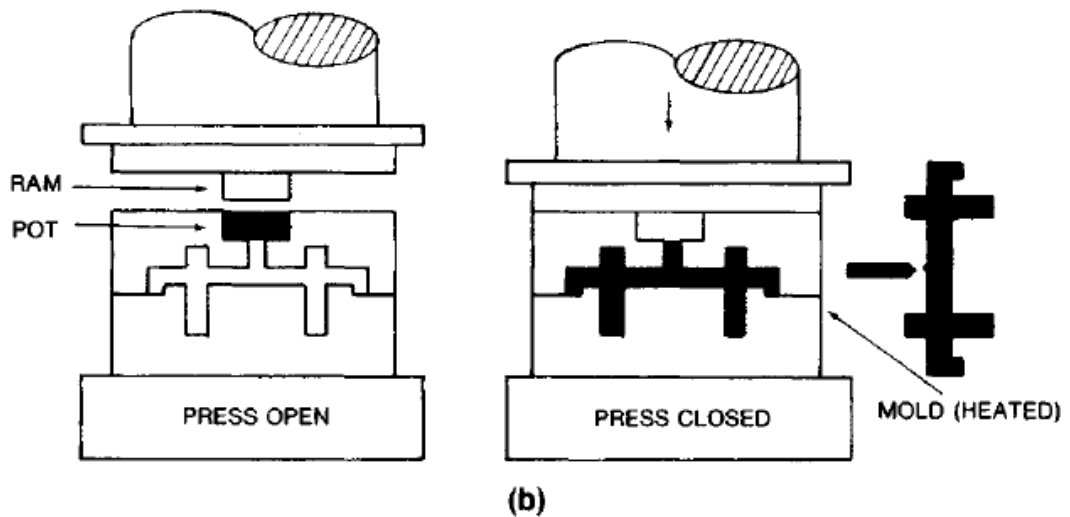


Figure 8.1 (a) Compression molding and (b) transfer molding.

2. Vật liệu

Ở bảng dưới, trình bày các loại nhựa nhiệt rắn, tạo sản phẩm bằng phương pháp đúc và các ứng dụng của nó.

<i>Material</i>	<i>Advantage</i>	<i>Applications</i>
Phenol-formaldehyde	Low cost	
General-purpose	Durable	Small housings
Electrical grade	High dielectric strength	Circuit breakers
Heat resistant	Low heat distortion	Stove knobs
Impact resistant	Strong	Appliance handles, legs
Urea formaldehyde	Color stable	Kitchen appliances
Melamine formaldehyde	Hard surface	Plastic dinnerware
Alkyd	Arc resistant	Electrical switchgear
Polyester	Arc resistant	Electrical switchgear
Diallyl phthalate	High dielectric strength	Multipin connectors
Epoxy	Soft flowing	Encapsulating electronic components
Silicone	Withstands high temperature	Encapsulating high-power electronic components

Trong quá trình đúc, nhựa nhiệt rắn có thể được gia cường bằng sợi hoặc các chất độn. Các loại vật liệu độn được thể hiện ở bảng dưới

Table 8.2 Examples of various reinforcing fibers and fillers used with thermoset resins

Thermosets	Alumina	Calcium carbonate	Carbon black	Clay	Cotton flock	Glass bubbles	Glass fibers	Graphite	Mica	Quartz	Talc	Wood flour
Alkyds	X	X	X	X			X		X		X	X
Diallyl phthalate		X		X		X	X				X	
Epoxy	X	X	X	X		X	X	X		X		
Phenolic	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Polyester	X	X	X	X		X	X	X				X
Melamine					X		X		X		X	
Urea				X	X							X
Silicone	X			X			X	X		X		
Urethane	X	X	X	X		X	X	X		X		

Đường cong độ nhớt - thời gian là một đặc tính quan trọng thường chú ý trong công nghệ. Ở nhiệt độ thường, vật liệu ở dạng hạt, khi nhiệt độ cao, bắt nóng chảy và chuyển sang dạng lỏng. Tiếp tục gia nhiệt, liên kết ngang được hình thành và nhựa được đóng rắn. Khi vật liệu đi từ dạng rắn sang lỏng sang rắn, độ nhớt thay đổi tương ứng. Nói chung, độ nhớt của nhựa nóng chảy sẽ nhỏ nhất trong một khoảng thời gian đủ để điền vào khuôn tại một áp suất nào đấy. Nếu nhiệt quá cao hay quá thấp, quá trình đúc sẽ gặp khó khăn ngay cả khi độ nhớt nhỏ nhất, sản phẩm tạo ra có bề mặt đẹp, ứng suất nhỏ.

Hầu hết nhựa nhiệt dẻo được gia nhiệt ở 149 -204 °C để quá trình đóng rắn là tốt nhất. Nhiệt cao quá sẽ gây phân hủy hoặc gây ra đóng rắn quá nhanh, đặc biệt với đúc chuyển, vật liệu đóng rắn trước khi đưa vào khuôn. Nhiệt thấp hơn sẽ kéo dài thời gian của mỗi chu kỳ làm việc.

Khuôn được gia nhiệt bằng : điện, hơi nước, chất lỏng tải nhiệt . . .

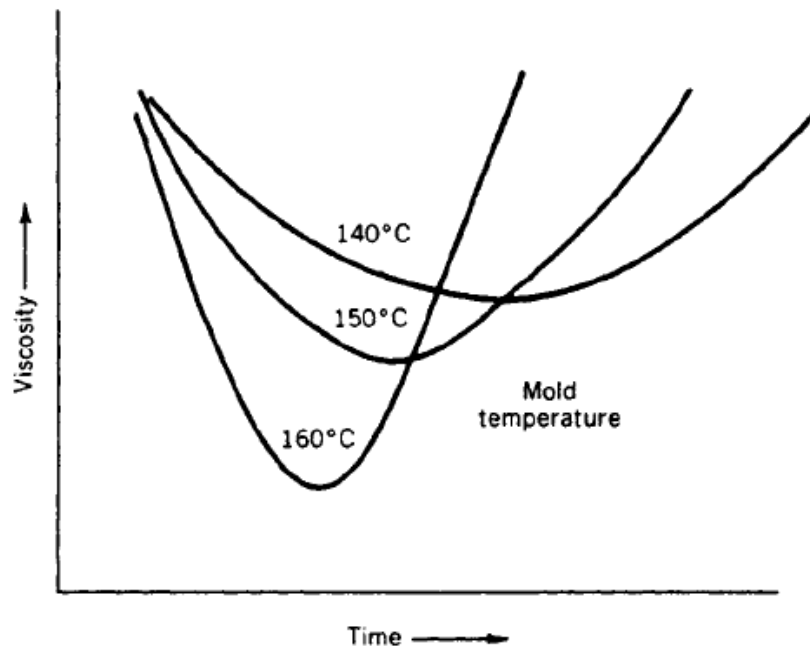


Figure 8.2 Shortening cycle time: plots of mold temperature versus flow time.

3. Các đặc tính của gia công

So với các quá trình khác, đặc biệt là đúc phun (IM), CM và TM nhiều công lao động hơn ngay cả với công nghệ bán tự động nhưng chi phí đầu tư thấp hơn. Các chu kỳ đúc của CM và TM thường dài hơn so với IM. Với TM, nếu vật liệu được gia nhiệt sơ bộ hay hoá dẻo trước khi đưa vào khuôn thì thời gian các chu kỳ của TM có thể so sánh được với IM.

3.1. Gia nhiệt sơ bộ

Nói chung hỗn hợp nhựa này cách nhiệt tốt, gia nhiệt sơ bộ thường sử dụng để giảm thời gian của các chu kỳ đúc. Gia nhiệt sơ bộ có thể thực hiện bằng tấm gia nhiệt, đèn hồng ngoại, lò, trục vít nhưng tốt nhất là gia nhiệt với dòng điện tần số cao. Nhiệt độ ở 66- 149°C sau đó chuyển nhanh vào khuôn. Gia nhiệt phụ thuộc vào loại vật liệu, khả năng gia nhiệt, tốc độ chuyển.

3.2. Đun nóng khuôn

Khuôn luôn được duy trì ở nhiệt độ không đổi, tối ưu cho quá trình polymer hoá của vật liệu tại mỗi chu kỳ. Dải nhiệt độ 149 – 204 °C. Để hoạt

động được tối ưu, nhiệt được chuyển qua bề mặt khuôn, vùng trong của khuôn phải ổn định, sai số $\pm 1,1$ °C. Thường sử dụng điện để gia nhiệt cho khuôn, có các sensor nhiệt độ để khống chế quá trình gia nhiệt.

Có thể dùng hơi nước để gia nhiệt khuôn. Phương pháp này có ưu điểm là thu hồi nhiệt nhanh vì hơi nước ngưng tụ ở vùng có nhiệt độ thấp, nhanh chóng toả nhiệt. Nhưng khó duy trì dạng hơi trong khuôn. Khi cần nhiệt độ cao, cần áp suất rất cao.

Ngược lại, dầu tuần hoàn có thể nâng nhiệt độ lên đến 204 °C hay cao hơn. Tuy nhiên chi phí cao hơn so với dùng điện. Một số phương pháp đúc khác, cần duy trì một nhiệt độ khi đóng rắn nhưng ở nhiệt độ thấp hơn khi lấy sản phẩm. Những khuôn loại này cần có hệ thống gia nhiệt và làm mát, chu kỳ đúc sẽ dài hơn.

3.3. Thoát khí

Các loại nhựa phenolic, urea, melamine tạo khí trong quá trình đóng rắn, cần phải thoát khí ra.

Khí thoát ra qua các rãnh ở hai nửa khuôn và qua lỗ kim (ejection pin). Để đảm bảo khí không bị giữ lại, khi bắt đầu đóng rắn, khuôn mở ra một ít khoảng 1-5 mm để thoát khí ra hết (quá trình này còn gọi là breathing hay bumping). Tốt nhất, nên lập lại chu kỳ này.

Thời gian bumping phụ thuộc vào loại vật liệu, kích thước của chi tiết. Thoát khí cũng có thể xảy ra khi các chi tiết đã được đúc lại với nhau. Với một loại vật liệu nào đấy, điều kiện này có thể kéo dài trong vài tháng, năm.

3.4. Cố định co ngót sản phẩm (shrink fixtures)

Sau khi lấy khỏi khuôn, sản phẩm vẫn còn nóng, chất dẻo chưa hoàn toàn đóng rắn. Ứng suất trong sẽ gây biến dạng sản phẩm khi làm lạnh. Sản phẩm có các phần mỏng, cần phải giữ cho đến khi nó được nguội hoàn toàn.

4. Xử lý sau khi đúc

Sau khi đúc, nhựa nhiệt rắn được xử lý nhiệt nhằm nâng cao các đặc tính cơ học, tính chất nhiệt, ổn định kích thước cũng như tách khí. Ngoài ra có thể giảm ứng suất cho sản phẩm, chống rão (creep).

Xử lý nhiệt thường ở dưới nhiệt độ đúc thực. Có thể xử lý nhiệt qua nhiều bước. Với chi tiết có độ dày khoảng 3mm, 2h ở 138 °C, 4 h ở 166 °C, 4h ở 191 °C. Với chi tiết dày hơn 3mm, thời gian gấp đôi cho mỗi 1,5 mm dày hơn. Thông thường, kéo dài thời gian có hiệu quả hơn là quá trình tăng nhiệt đơn thuần.

Với các sản phẩm có gia cường, có chế độ xử lý nhiệt khác nhau. Với gia cường hữu cơ, xử lý nhiệt thấp hơn so với gia cường thủy tinh và khoáng. Sản phẩm có chiều dày không đồng nhất, sẽ cho độ co ngót không đồng nhất. Nó sẽ ảnh hưởng đến việc thiết kế khuôn đúc.

5. Thiết bị đúc ép

Gồm có 3 phần chính : khung tấm ép, truyền động và điều khiển. Các máy đúc ép, tấm ép di chuyển lên xuống, dễ dàng cho việc định vị khuôn đúc. Khi ép, khuôn và hệ thống giá đỡ phải đủ mạnh, tránh hư sản phẩm.

Động cơ để di chuyển tấm ép và tạo lực kẹp thường dùng loại pittong thủy lực. Dùng dầu áp lực cao để đẩy các tấm ép và kéo chúng tách ra. Bơm điện cung cấp dầu áp lực 13,8 – 20,7 Mpa.

Tấm ép có dạng hình vuông, cạnh từ 15 cm đến 2,4m, áp lực kẹp từ 6 đến 10000 tấn. Các tấm ép thường chuyển động theo chiều thẳng đứng. Máy có áp lực nhỏ, tấm trên chuyển động, loại khác thì tấm ép dưới chuyển động.

6. Thiết bị đúc chuyển (Transfer molding)

Hai nửa khuôn ép lại với nhau dưới áp lực giống như trong đúc ép. Nguyên liệu sau đó chuyển vào một cái cốc, rồi chuyển vào khuôn đúc. Cấu trúc về cơ bản giống như máy đúc ép. Nhưng có thêm bộ phận di chuyển cốc.

Khác với đúc ép, nhựa được gia nhiệt đến điểm hoá dẻo trong cốc trước khi đưa vào khuôn kín.



Figure 8.3 Front view of a 64-cavity mold (with integrated circuits) showing layout, top-transfer pot, and plunger used in a transfer molding system. (Courtesy Hull Corp.)

Bảng dưới đây, so sánh các tính chất của hai quá trình đúc ép và đúc chuyển

<i>Characteristic</i>	<i>Compression</i>	<i>Transfer</i>
Loading the mold	<ol style="list-style-type: none"> 1. Powder or preforms 2. Mold open at time of loading 3. Material positioned for optimum flow 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mold closed at time of loading 2. Preforms RF heated and placed in plunger well
Material temperature before molding	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cold powder or preforms 2. Preforms RF heated to 220–280°F 	Preforms RF heated to 220–280°F
Molding temperature	<ol style="list-style-type: none"> 1. One step closures: 350–450°F 2. Others: 290–390°F. 	290–360°F
Pressure via clamp	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2000–10000 psi (3000 optimum on part) 2. Add 700 psi for each inch of part depth 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plunger ram at 6000–10000 psi 2. Clamping ram having minimum tonnage of 75% of load applied by plunger ram on mold
Pressure in cavity	Equal to clamp pressure	Very low to maximum of 1000 psi
Breathing the mold	Frequently used to eliminate gas and reduce cure time	<ol style="list-style-type: none"> 1. Neither practical nor necessary 2. Accomplished by proper venting
Cure time (time pressure is being applied on mold)	30–300s but will vary with mass of material, thickness of part, and preheating	45–90s but will vary with part geometry
Size of pieces moldable	Limited only by press capacity	About 1 lb maximum
Use of inserts	Limited because inserts may be lifted out of position or deformed by closing	Unlimited but complicated; inserts readily accommodated
Tolerances on finished products	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fair to good: depends on mold construction and direction of molding 2. Flash = poorest, positive = best, semipositive = intermediate 	Good: close tolerances are easier to hold
Shrinkage	Least	<ol style="list-style-type: none"> 1. Greater than compression. 2. Shrinkage across line of flow is less than with line of flow

7. Khuôn đúc

Hình dạng của khuôn đúc ép thể hiện ở hình dưới

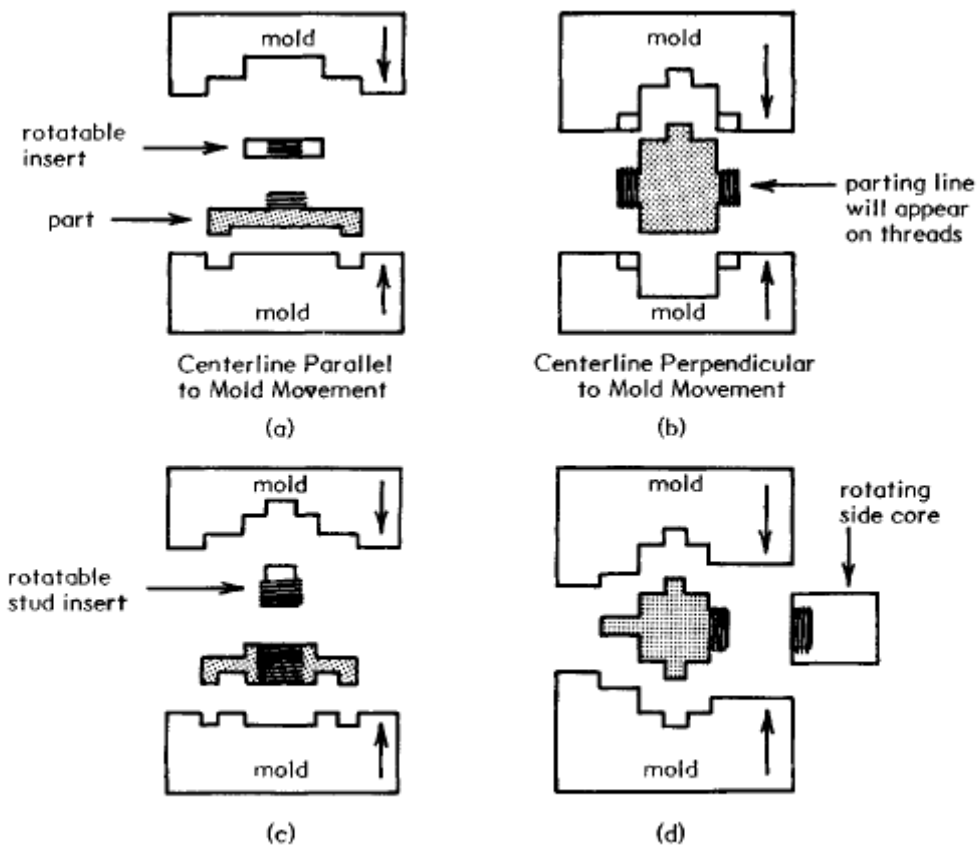


Figure 8.4 Compression molding threads in various positions.

Khi nạp vật liệu vào khuôn ép, kích thước vật liệu thường ngắn và hẹp hơn nhưng dày hơn kích thước của sản phẩm sau khi đúc. Vật liệu nạp vào thường ở chính giữa khuôn.

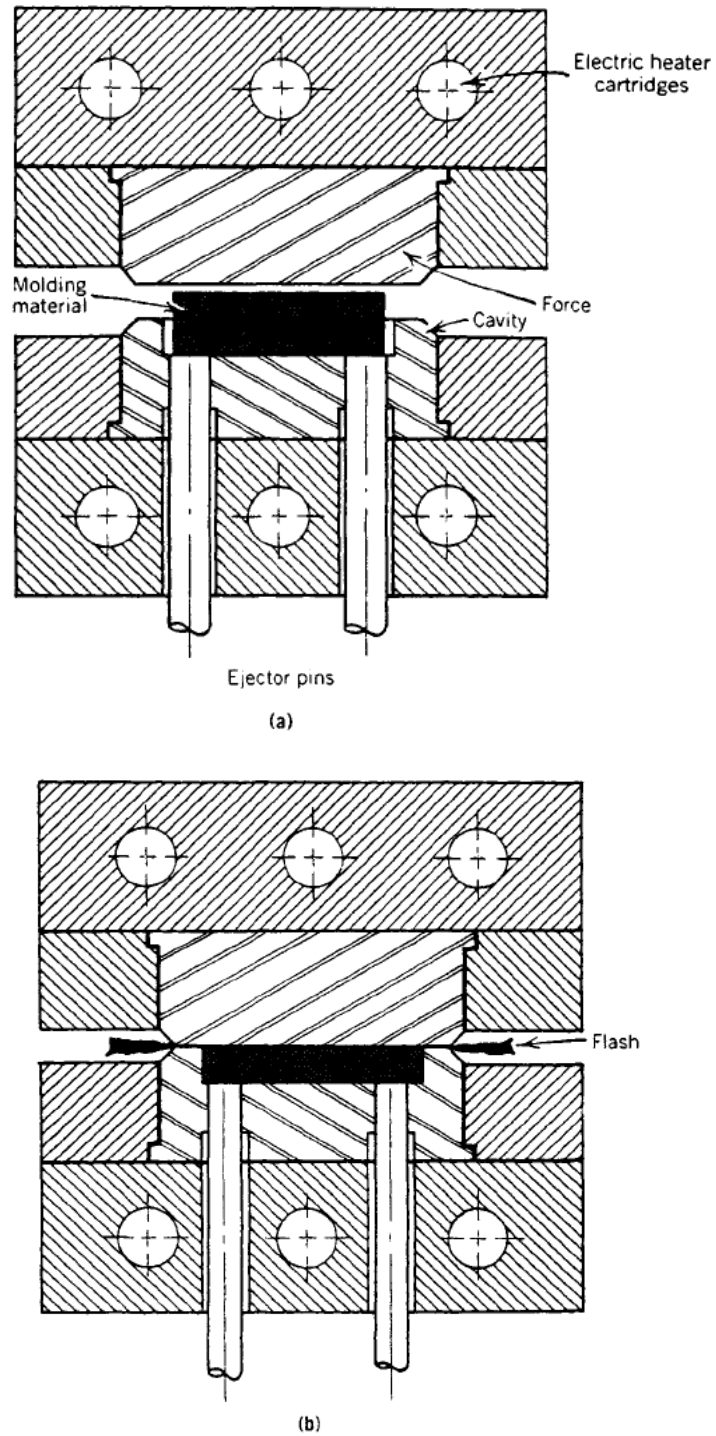


Figure 8.6 Operation of a flash mold: (a) open, preform in the cavity and (b) mold closed with flash.