

CHƯƠNG 3 : THIẾT KẾ KHUÔN ÉP PHUN

3.1. Các vấn đề cần quan tâm khi thiết kế :

Một thiết kế mới được bắt đầu khi nhà thiết kế nhận được một bản vẽ hay mẫu sản phẩm . Các thông tin cơ bản lúc này sẽ là : máy gia công khuôn thuộc loại nào ?, có bao nhiêu lòng khuôn trong một khuôn ?, loại nhựa dùng cho sản phẩm ?. Nhận thấy rằng việc dựa vào những thông tin này là thật sự quan trọng. Tuy nhiên cũng có một số vấn đề mà ta cần phải quan tâm thêm. Đó là :

1. Các tính chất của nhựa dùng làm sản phẩm.
2. Số lượng sản phẩm cần sản xuất là bao nhiêu để ta có thể tính toán sơ bộ tuổi bền của khuôn.
3. Chu kỳ ép phun mất bao nhiêu thời gian ?
4. Nơi sản phẩm được sử dụng và được dùng vào việc gì ?
5. Dung sai lắp ghép giữa các sản phẩm (nếu có)
6. Độ co rút của nhựa.
7. Góc thoát khuôn là bao nhiêu thì phù hợp ?
8. Loại hệ thống kênh dẫn nào là phù hợp ? : kênh dẫn nguội, kênh dẫn nóng hay cả hai loại ?
9. Vị trí miệng phun, dòng chảy, đường hàn, nơi lồi sản phẩm ?
10. Kích thước và kiểu miệng phun ?
11. Trên khuôn có khắc các hoa văn hay chữ không ?
12. Các chi tiết thay thế cho khuôn khi cần thiết ?
13. Các thông số của máy ép phun: Kích cỡ ? kích thước đầu phun ? công suất làm dẻo ?
14. Tính tự động hóa của máy ?
15. Thời gian hoàn tất ?
16. Giá thành ?

Ngoài các vấn đề trên, nhà thiết kế cũng cần phải tiếp nhận thêm một số thông tin từ phía khách hàng để có một thiết kế thoả mãn nhu cầu khách hàng.



Hình 3.1- Kết cấu
khuôn điển hình

3.2. Chọn loại khuôn cho thiết kế :

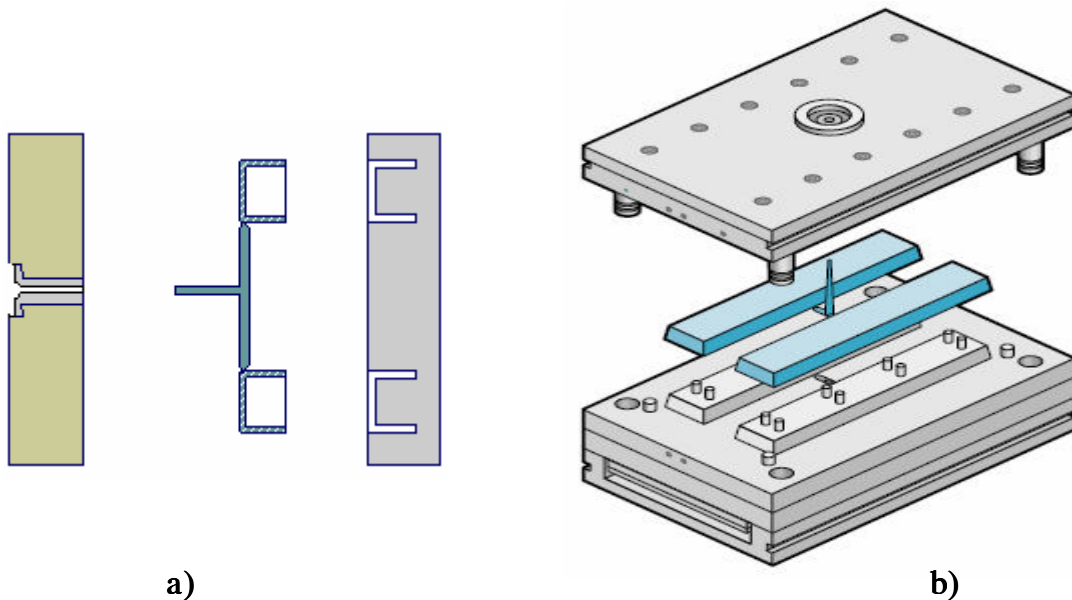
3.2.1. Khuôn hai tấm :

3.2.1.1. Khuôn hai tấm có kênh dẫn nguội :

Khuôn hai tấm là loại khuôn phổ biến nhất. So với khuôn ba tấm thì khuôn hai tấm đơn giản hơn, rẻ hơn và có chu kỳ ép phun ngắn hơn.

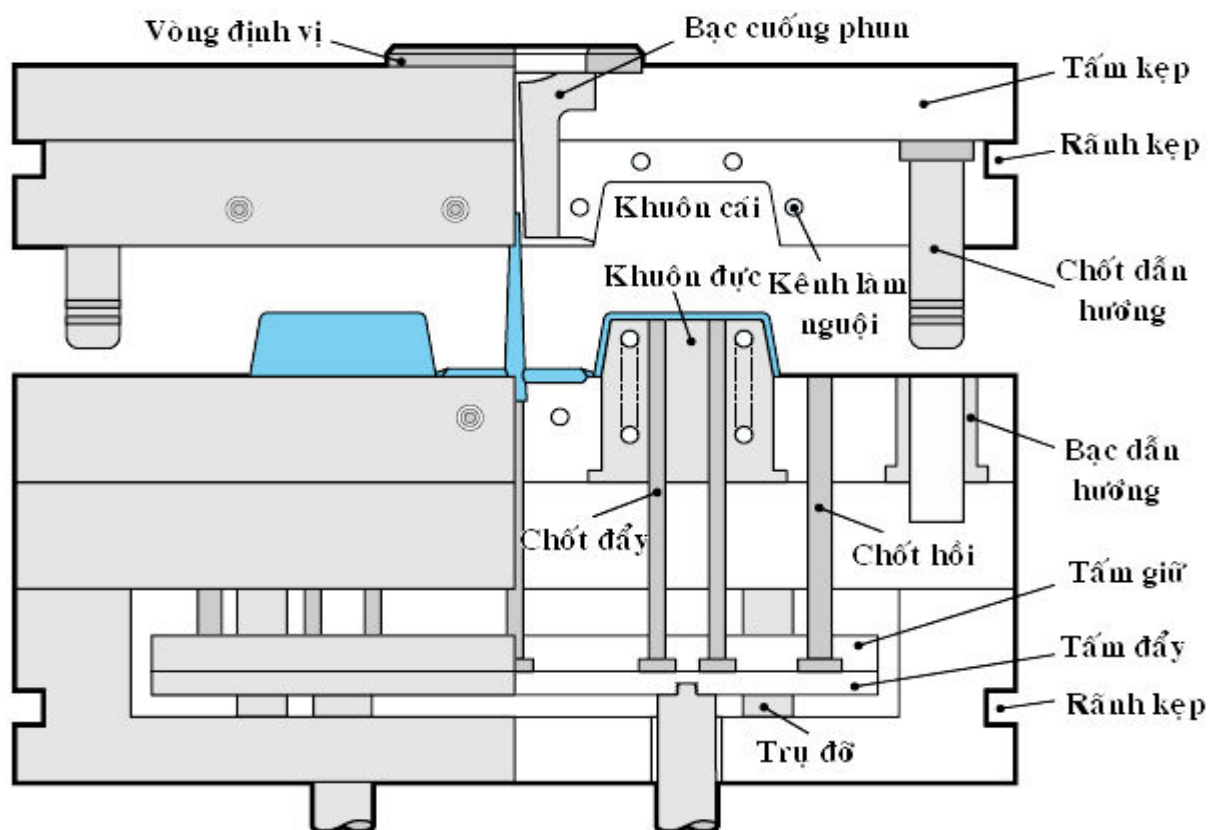
+ Đối với khuôn hai tấm có một lòng khuôn thì không cần đến kênh dẫn nhựa mà nhựa sẽ điền đầy trực tiếp vào lòng khuôn thông qua bạc cuống phun.

+ Đối với khuôn hai tấm có nhiều lòng khuôn thì ta cần quan tâm đến việc thiết kế kênh dẫn và miệng phun sao cho nhựa có thể điền đầy các lòng khuôn cùng lúc (vấn đề cân bằng dòng chảy của nhựa). Trước khi bắt đầu thiết kế khuôn loại này ta nên dùng một mẫu để phân tích thử trên phần mềm để tìm ra vị trí đặt miệng phun thích hợp nhất. Khi xét thấy vị trí các miệng phun có thể đặt thẳng hàng với các lòng khuôn thì việc dùng khuôn hai tấm là thích hợp.



Hình 3.2 - a), b) :Khuôn hai tấm có kênh dẫn nguội.

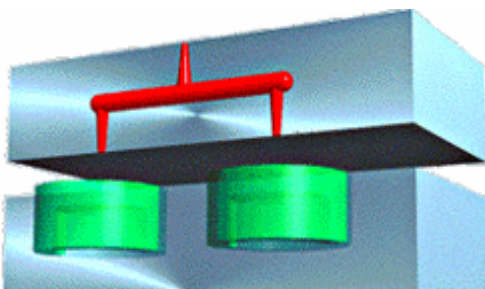
Vì vấn đề cân bằng dòng và đòi hỏi các miệng phun phải được bố trí thẳng hàng với các lòng khuôn mà việc thiết kế khuôn hai tấm có nhiều lòng khuôn gặp nhiều hạn chế đối với một số sản phẩm nhựa nhất định. Đó đó để khắc phục nhược điểm này người ta dùng đến khuôn ba tấm hoặc khuôn hai tấm có kênh dẫn nóng.



Hình 3.3 - Kết cấu khuôn hai tấm.

3.2.1.2. Khuôn hai tấm có kênh dẫn nóng :

Khuôn hai tấm dùng kênh dẫn nóng luôn giữ cho nhựa nóng chảy trong bạc cuống phun, kênh dẫn và miệng phun, nhựa chỉ đông đặc khi nào nó chảy vào lòng khuôn. Khi khuôn mở ra thì chỉ có sản phẩm (đôi khi có thêm kênh dẫn nguội) được lấy ra ngoài. Khi khuôn đóng lại thì nhựa trong các kênh dẫn vẫn nóng và tiếp tục điền đầy vào lòng khuôn một cách trực tiếp. Kênh dẫn trong khuôn có thể gồm cả kênh dẫn nguội và kênh dẫn nóng.



Hình 3.4 - Khuôn hai tấm có kênh dẫn nóng.

Đối với loại khuôn này, các miệng phun phải được đặt ở vị trí trung tâm của các lòng khuôn. Điều này có nghĩa là các kênh dẫn phải được đặt xa mặt phân khuôn. Nhưng điều này không gây bất kỳ trở ngại nào cho việc thiết kế. Loại khuôn này cũng phù hợp với khuôn có nhiều lòng khuôn với kích thước nhỏ hay những khuôn mà hệ thống kênh dẫn phức tạp và phí nhiều vật liệu.

➤ **Ưu điểm :**

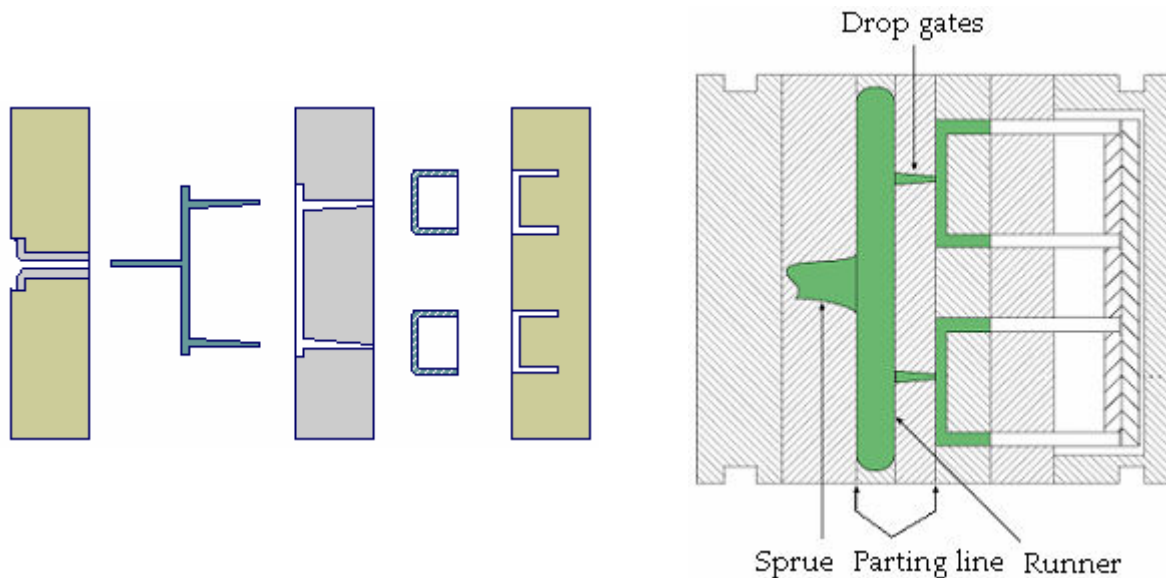
- + Tiết kiệm vật liệu.
- + Không có vết của miệng phun trên sản phẩm.
- + Giảm thời gian chu kỳ.
- + Điều khiển được sự điền đầy và dòng chảy của nhựa.

➤ **Nhược điểm :**

- + Giá thành cao hơn khuôn hai tấm có kênh dẫn nguội.
- + Khó đổi màu vật liệu.
- + Hệ thống điều khiển nhiệt độ dễ bị hỏng.
- + Không thích hợp với những vật liệu chịu nhiệt kém.

3.2.2. Khuôn ba tấm :

So với khuôn hai tấm thì hệ thống kênh dẫn của khuôn ba tấm được đặt trên tấm thứ hai song song với mặt phân khuôn chính. Chính nhờ tấm thứ hai này mà kênh dẫn và cuống phun có thể được rời ra khỏi sản phẩm khi khuôn mở (tự cắt đuôi keo).

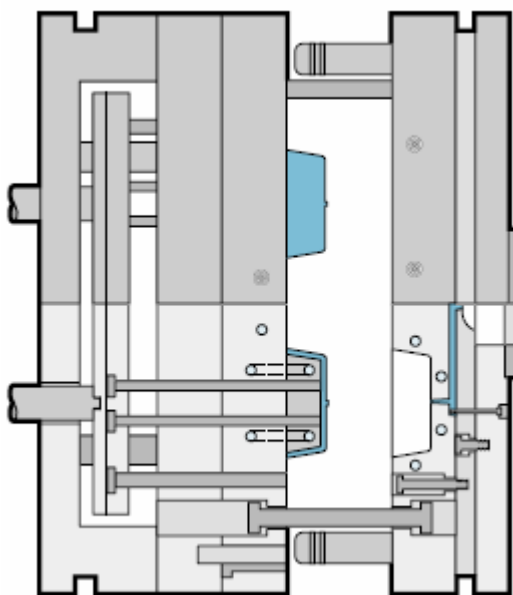


Hình 3.5 - Khuôn ba tấm.

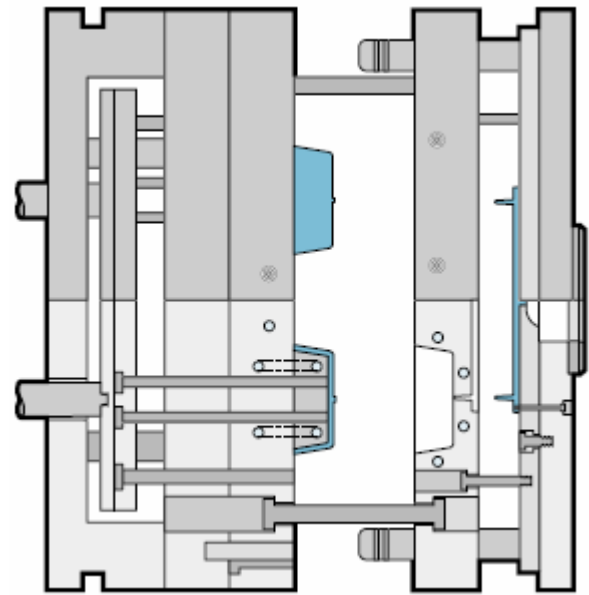
Khuôn ba tấm được dùng khi mà toàn bộ hệ thống kênh dẫn không thể bố trí trên cùng một mặt phẳng như ở khuôn hai tấm. Điều này có thể là do :

- + Khuôn có nhiều lòng khuôn.
- + Khuôn có một lòng khuôn nhưng phức tạp nên cần hơn một vị trí phun nhựa.
- + Khó khăn trong việc chọn ra một vị trí phun thích hợp khác.
- + Vì phải cân bằng dòng nhựa giữa các kênh dẫn với nhau nên buộc phải thiết kế kênh dẫn không nằm trên mặt phân khuôn.

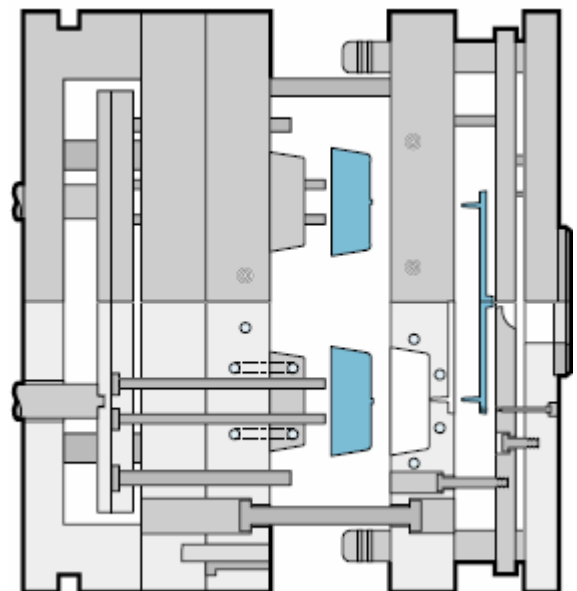
Điểm đặc trưng của khuôn ba tấm là tự cắt đuôi keo.



1)



2)



3)

Hình 3.6 - 1), 2), 3) : Trình tự mở các tấm khuôn trong khuôn ba tấm.

➤ ***Ưu điểm :***

- + Giá thành thấp hơn so với khuôn hai tấm có kênh dẫn nóng.
- + Ít bị hỏng hóc hơn khuôn có kênh dẫn nóng.
- + Có thể phù hợp với những vật liệu chịu nhiệt kém.

➤ ***Nhược điểm :***

- + Chu kỳ ép phun tăng do hành trình của dòng nhựa để đến được lòng khuôn dài.
- + Lãng phí nhiều vật liệu.
- + Cần áp suất phun lớn để điền đầy.

3.3. Tính giá thành khuôn :

Sau khi chọn được loại khuôn cho thiết kế, điều quan trọng là người thiết kế phải đưa ra một giá khuôn phù hợp cho khách hàng. Thông thường giá khuôn được tính bởi người thiết kế hay người chuyên báo giá của bộ phận kinh doanh. Khi báo giá, người báo giá thường dựa vào kinh nghiệm và giá của các loại khuôn đã được thiết kế trước đó. Ngoài ra, người báo giá cũng có thể dựa vào tính phức tạp hay tính mới lạ của sản phẩm để báo giá. Mục đích cuối cùng của việc báo giá là đưa ra một giá hợp lý và có tính cạnh tranh trên thị trường. Do đó, người báo giá và người thiết kế cần phải hiểu rõ loại khuôn sẽ được làm và họ phải thực sự “ ăn khớp” với nhau để tránh trường hợp báo giá quá cao hay quá thấp. Tuy nhiên, có một số khách hàng đã tính sơ bộ giá khuôn trước khi họ đặt hàng vì thế giá khuôn cũng có thể được định ngay thời điểm đặt hàng.

3.4. Thiết kế lòng khuôn :

3.4.1. Số lòng khuôn :

Ta có thể cân nhắc để chọn số lòng khuôn phù hợp nhờ các thông tin sau :

- + Kích cỡ của máy ép phun (năng suất phun lớn nhất và lực kẹp lớn nhất).
- + Thời gian giao hàng.
- + Yêu cầu về chất lượng sản phẩm.
- + Kết cấu và kích thước khuôn.
- + Giá thành khuôn.

Số lòng khuôn thông thường được thiết kế theo dãy số : 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96, 128 vì các lòng khuôn sẽ dễ dàng được xếp theo hình chữ nhật hoặc hình tròn.

Thông thường, ta có thể tính số lòng khuôn cần thiết trên khuôn bằng cách dựa vào : số lượng sản phẩm, năng suất phun và năng suất làm dẻo của máy ép phun, lực kẹp khuôn của máy.

3.4.1.1. Số lòng khuôn tính theo số lượng sản phẩm trong đơn đặt hàng :

$$n = L \times K \times t_c / (24 \times 3600 \times t_m)$$

trong đó :

n : số lòng khuôn tối thiểu trên khuôn.

L : số sản phẩm trong một lô sản xuất.

K : hệ số do phế phẩm, $K = 1/(1-k)$. Với k là tỉ lệ phế phẩm.

t_c : thời gian của một chu kỳ ép phun (s).

t_m : thời gian hoàn tất lô sản phẩm (ngày).

3.4.1.2. Số lòng khuôn tính theo năng suất phun của máy ép phun :

$$n = 0.8 \times S/W$$

trong đó :

n : số lòng khuôn tối thiểu trên khuôn.

S : năng suất phun của máy (gam/một lần phun).

W : trọng lượng của sản phẩm (g).

3.4.1.3. Số lòng khuôn tính theo năng suất làm dẻo của máy :

$$n = P / (X \times W)$$

trong đó :

n : số lòng khuôn tối thiểu trên khuôn.

P : năng suất làm dẻo của máy (g/ph).

X : tần số phun (ước lượng) trong 1 phút (1/ph).

W : trọng lượng của sản phẩm (g).

3.4.1.4. Số lòng khuôn tính theo lực kẹp khuôn của máy :

$$n = \frac{S \times P}{F_p}$$

trong đó :

n : số lòng khuôn tối thiểu trên khuôn.

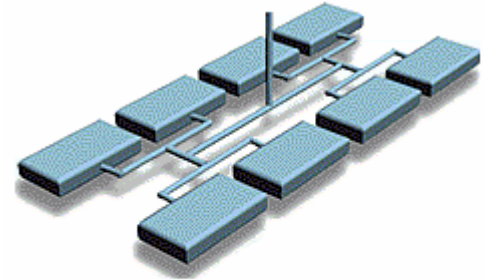
F_p : lực kẹp khuôn tối đa của máy (N).

S : diện tích bề mặt trung bình của sản phẩm kể cả các rãnh dòng theo hướng đóng khuôn. (mm^2)

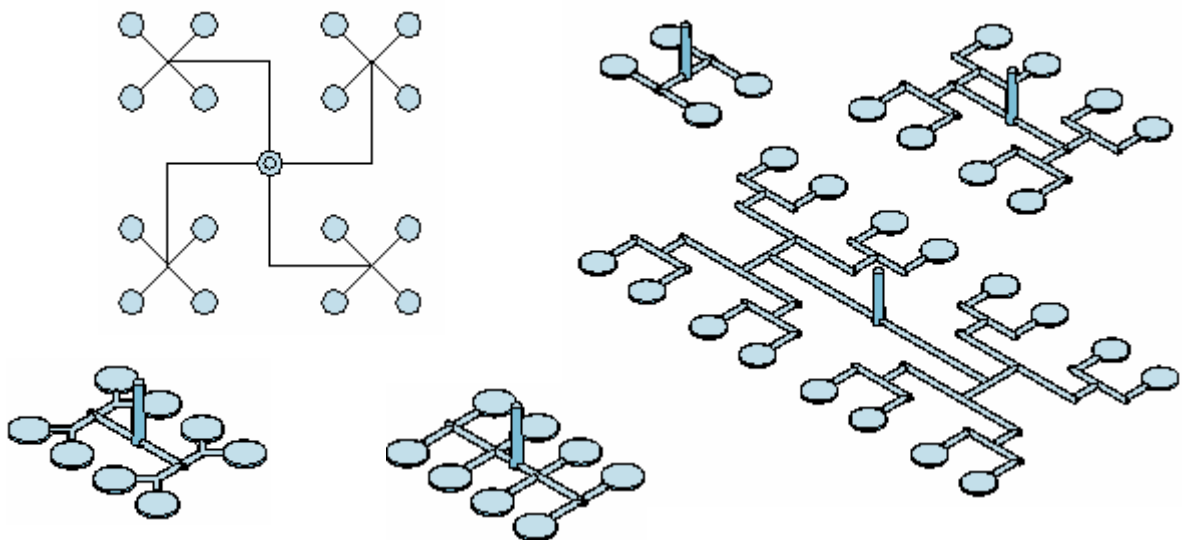
P : áp suất trong khuôn (Mpa).

3.4.2. Các cách bố trí lòng khuôn :

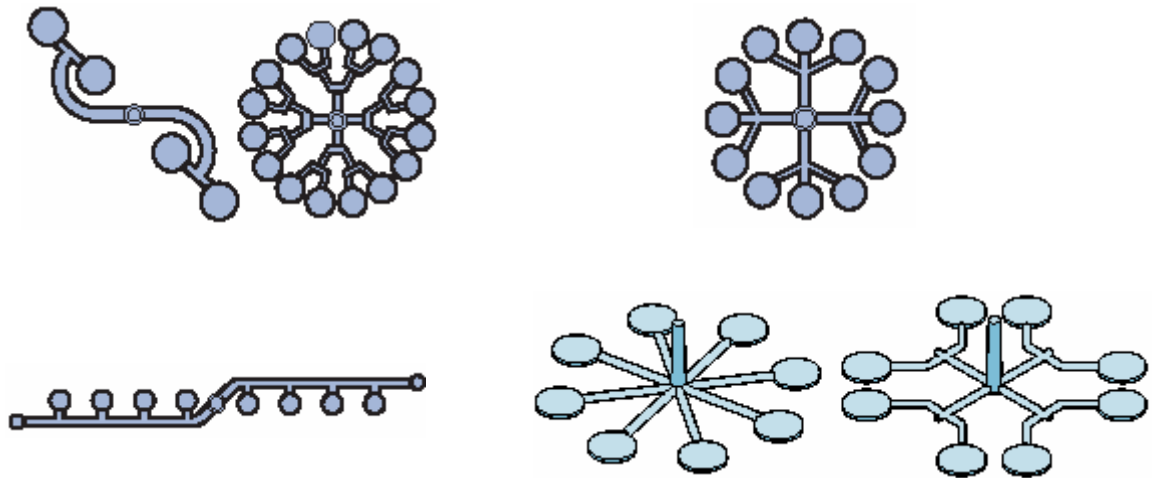
Trên thực tế, người ta thường bố trí lòng khuôn theo kinh nghiệm mà không có bất kỳ sự tính toán hay mô phỏng nào. Nhưng nếu làm như vậy đôi khi ta gặp phải một số lỗi trên sản phẩm, đặc biệt đối với những khuôn có những lòng khuôn khác nhau trên cùng một khuôn và khi ấy ta phải sửa lại khuôn (điều này rất mất công và tốn kém thời gian và tiền bạc). Do đó để tránh việc này xảy ra ta nên mô phỏng quá trình điền đầy của từng lòng khuôn mà không có hệ thống kênh dẫn để biết chúng được điền đầy như thế nào. Khi ấy ta sẽ thiết kế hệ thống kênh dẫn để tạo sự cân bằng dòng cho từng lòng khuôn.



Hình 3.7 - Cách bố trí lòng khuôn thường gặp



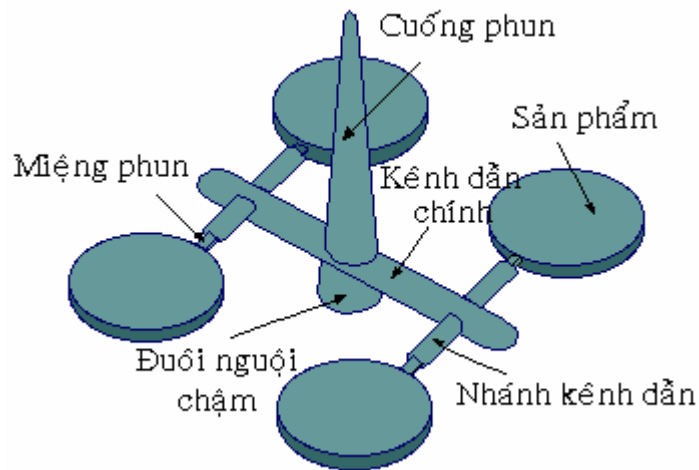
Hình 3.8 - Các kiểu bố trí lòng khuôn dạng hình chữ nhật.



Hình 3.9 - Kiểu bố trí lòng khuôn dạng tròn và dạng thẳng

3.5. Thiết kế hệ thống dẫn nhựa :

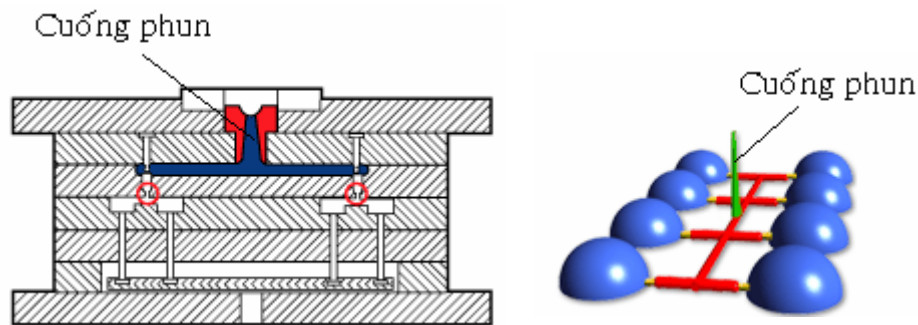
Hệ thống dẫn nhựa trong khuôn làm nhiệm vụ đưa nhựa từ vòi phun của máy ép phun vào các lòng khuôn. Hệ thống này gồm : cuống phun, kênh dẫn và miệng phun. Thông thường trong thiết kế người ta thiết kế kênh dẫn và miệng phun trước rồi mới đến cuống phun vì kích thước của cuống phun phụ thuộc vào kích thước kênh dẫn và miệng phun.



Hình 3.9 - Hệ thống dẫn nhựa.

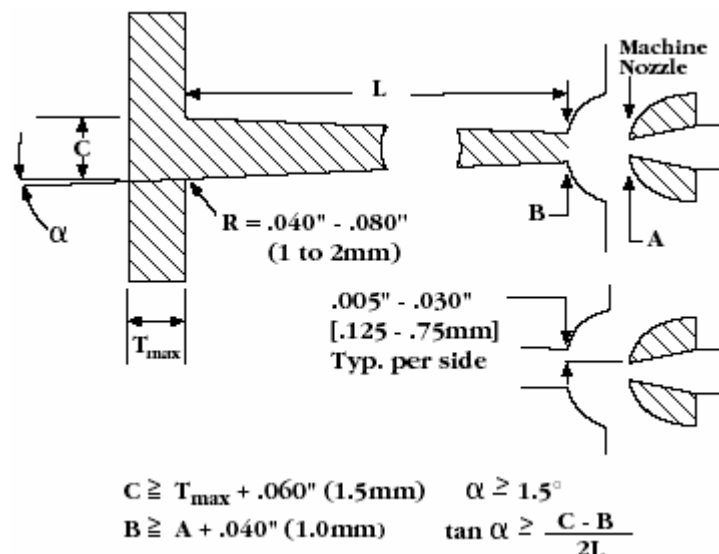
3.5.1. Cuống phun (sprue) :

Cuống phun nối trực tiếp với vòi phun của máy ép phun để đưa nhựa vào kênh dẫn qua miệng phun và vào các lòng khuôn.



Hình 3.10 - Vị trí cuống phun.

Đầu cuống phun nên càng nhỏ càng tốt nhưng vẫn phải đảm bảo sự điền đầy đồng đều giữa các lòng khuôn với nhau. Góc côn của cuống phun cần phải đủ lớn để dễ thoát khuôn nhưng đường kính cuống phun thì đừng quá lớn vì sẽ làm tăng thời gian làm nguội và tổn vật liệu.



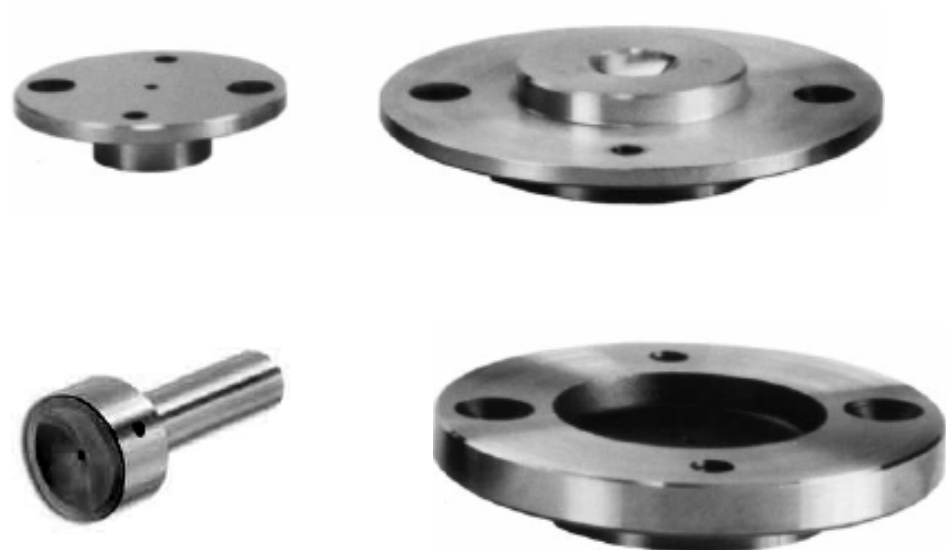
Hình 3.11 -

Kích thước cuống

phun cho thiết kế.

Trên thực tế người ta ít khi gia công lỗ cuống phun liền trên khuôn (trừ những khuôn đơn giản) mà người ta dùng bạc cuống phun để tiện việc gia công và thay thế.

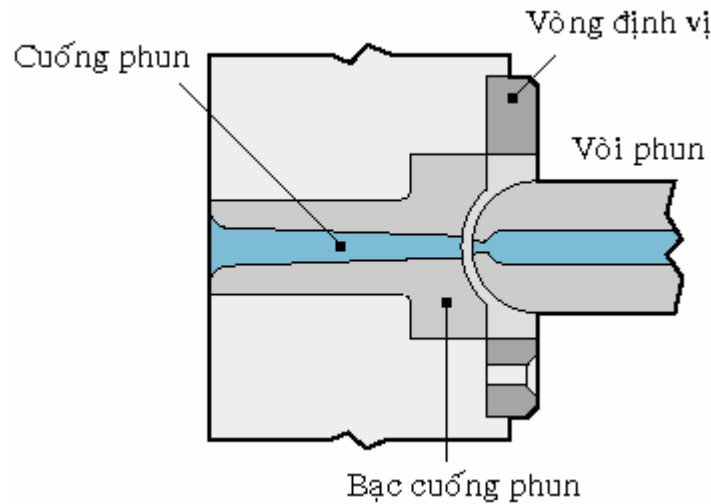
Hiện tại, trên thị trường có 3 loại bạc cuống phun phổ biến có các đường kính ngoài 12mm, 16mm, 20mm. Tùy thuộc vào khối lượng sản phẩm, kích thước kênh dẫn và đường kính của vòi phun trên máy phun mà ta dùng loại bạc cuống phun nào cho phù hợp.



Hình 3.12 - Một số loại bạc cuống phun.

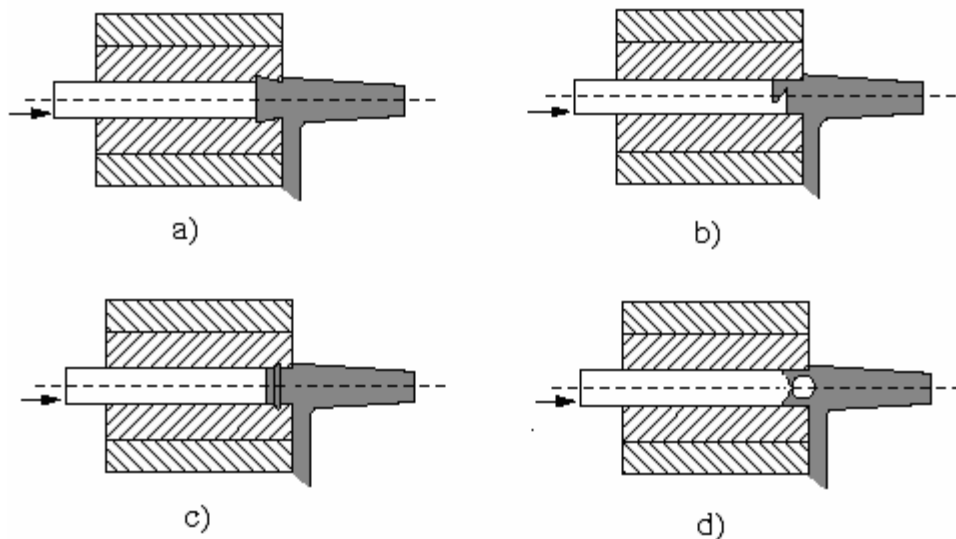


Hình 3.13 - Một số loại vòng định vị.



Hình 3.12 - Bạc cuống phun trên khuôn.

Trên khuôn, cuống phun sẽ được đẩy rời khỏi khuôn cùng lúc với sản phẩm. Do đó cần có bộ phận kéo cuống phun ở lại trên tấm di động (tấm khuôn đực) khi khuôn mở để mà cuống phun có thể rời khỏi bạc cuống phun. Thêm vào đó, người thiết kế có thể lợi dụng phần nhựa để giữ cuống phun làm đuôi nguội chậm (cold slug well) nhờ đó mà quá trình điền đầy các lòng khuôn tốt hơn.



Hình 3.13 - a) Dạng cuống phun được kéo nhờ côn ngược (tốt nhất).
b) Dạng cuống phun chữ “Z” (tốt).
c) Dạng cuống phun được kéo nhờ rãnh vòng (ít dùng).
d) Dạng cuống phun được kéo nhờ chốt đẩy đầu bi (ít dùng).

3.5.2. Các kênh dẫn (runners) :

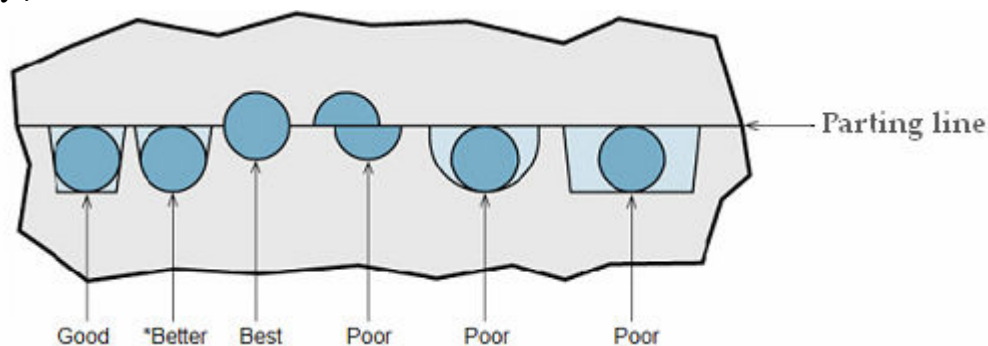
Các kênh dẫn nhựa là cầu nối giữa các miệng phun và cuống phun. Chúng làm nhiệm vụ đưa nhựa vào các lòng khuôn. Vì thế khi thiết kế chúng cần phải tuân thủ một số các nguyên tắc kỹ thuật để đảm bảo chất lượng cho hầu hết sản phẩm. Sau đây là một số nguyên tắc mà ta cần phải tuân thủ :

1. Giảm đến mức tối thiểu sự thay đổi tiết diện kênh dẫn.
2. Nhựa kênh dẫn phải thoát khuôn dễ dàng.
3. Toàn bộ chiều dài kênh dẫn nên càng ngắn nếu có thể để tránh mất áp và mất nhiệt trong quá trình điền đầy.
4. Mặt cắt kênh dẫn phải đủ lớn để đảm bảo sự điền đầy cho toàn bộ sản phẩm mà không làm thời gian chu kỳ quá dài, tốn nhiều vật liệu và lực kẹp lớn.

3.5.2.1. Kênh dẫn nguội :

a) Các loại tiết diện ngang của kênh dẫn nhựa :

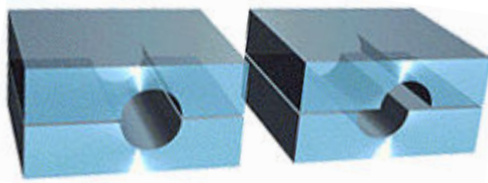
Kênh dẫn có nhiều dạng mặt cắt ngang khác nhau nhưng phổ biến là các loại kênh dẫn có mặt cắt ngang hình tròn, hình thang hiệu chỉnh, hình thang, hình chữ nhật và hình bán nguyệt.



Hình 3.14 - Tiết diện ngang của một số loại kênh dẫn.

Tùy vào từng loại khuôn mà ta thiết kế tiết diện kênh dẫn cho phù hợp. Mặc dù loại kênh dẫn có tiết diện ngang hình tròn là tốt nhất nhưng giá thành gia công rất cao nên trên thực tế người ta hay dùng kênh dẫn có tiết diện ngang hình thang hiệu chỉnh hoặc hình thang vì giá thành thấp và dễ gia công.

Loại kênh dẫn có tiết diện ngang hình thang thường dùng trong khuôn 3 tấm vì ở loại khuôn này mặt phân khuôn sẽ dễ bị lệch nếu ta dùng kênh dẫn có tiết diện ngang hình tròn.



Hình 3.15 - Khó gia công kênh dẫn có tiết diện ngang hình tròn

Để so sánh các loại kênh dẫn người ta dùng chỉ số đường kính thủy lực và sự cản dòng (Hydraulic diameter and flow resistance). Khi đường kính càng lớn thì sự cản dòng càng bé. Ta có thể tính đường kính thủy lực dựa vào công thức sau :

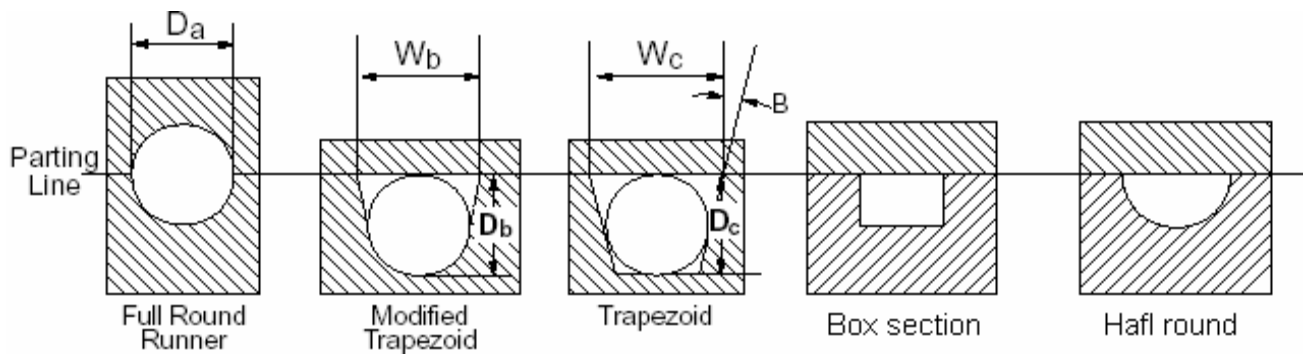
$$D_h = 4A / P$$

D_h : đường kính thủy lực.
 A : diện tích mặt cắt ngang.
 P : chu vi.

b) Kích thước của kênh dẫn :

Việc tính toán để có được đường kính và chiều dài kênh dẫn hợp lý là rất quan trọng vì khi một kênh dẫn quá lớn hay quá dài sẽ làm cản trở dòng chảy và gây ra : mất áp trên chính nó, tổn nhiều vật liệu và làm tăng thời gian chu kỳ. Do đó, ta nên thiết kế kênh dẫn nhỏ ở mức có thể để có thể lợi dụng nhiệt ma sát trên nó gia nhiệt cho nhựa lỏng giúp quá trình điền đầy lòng khuôn thuận lợi hơn và sản phẩm ít bị quá nhiệt.

Hình 3.16 - Kích thước cho thiết kế kênh dẫn.



$$D_a = T_{\max} + 0.060''$$

(1.5mm)

$$W_b = 1.25 D_b$$

$$B = 5^\circ \text{ to } 10^\circ$$

$$D_b = T_{\max} + 0.060''$$

(1.5mm)

$$W_c = 1.25 D_c$$

$$D_c = T_{\max} + 0.060''$$

(1.5mm)

$T_{\max}$ = Maximum Cross Section of Part

Ngoài ra, ta có thể tính toán kích thước kênh dẫn theo các công thức sau :

$$D = \frac{W^{1/2} \cdot L^{1/4}}{3,7}$$

trong đó : D : đường kính kênh dẫn (mm).

W : khối lượng sản phẩm (mm).

L : chiều dài kênh dẫn (mm).

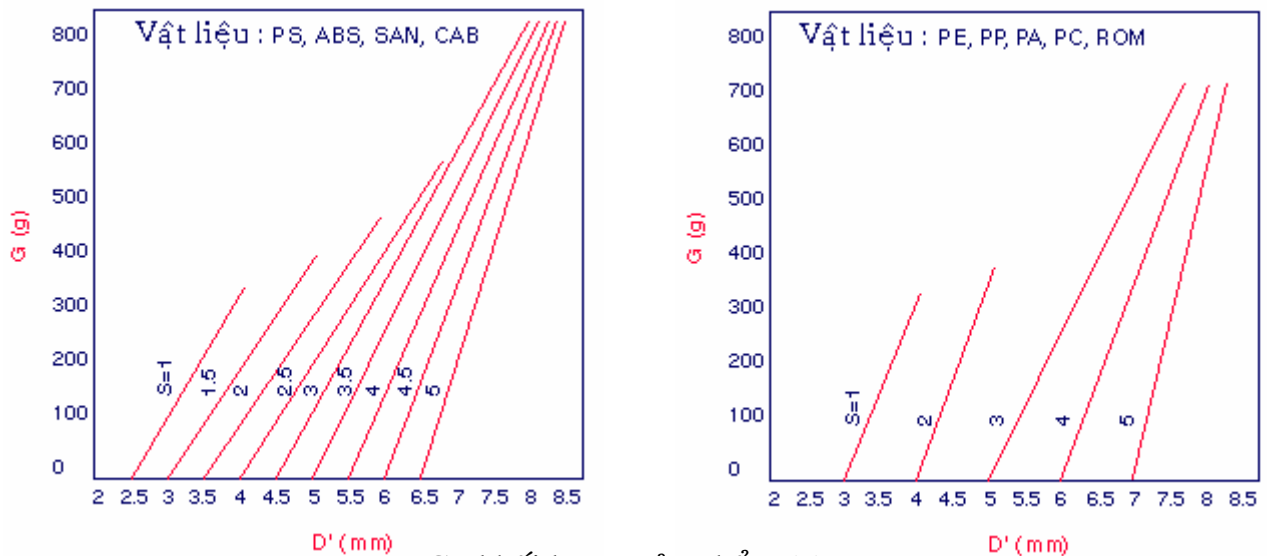
Hoặc :

$$D = D' \cdot f_L$$

trong đó : D' : đường kính kênh dẫn tham khảo

f_L : hệ số chiều dài.

Ta có thể dùng các đồ thị sau để xác định hai hệ số này :

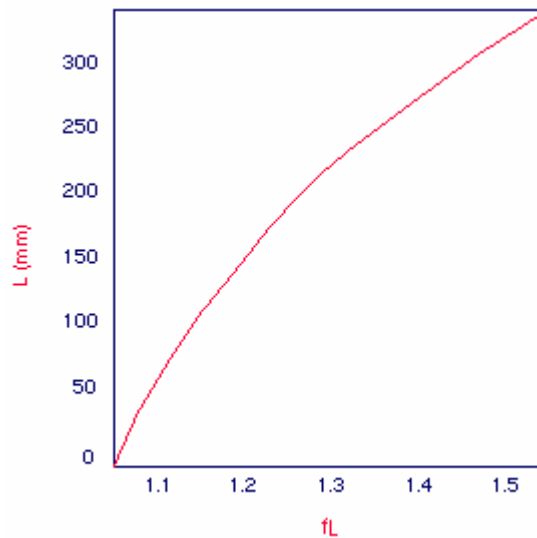


G : khối lượng sản phẩm (g).

S : bề dày danh nghĩa của thành sản phẩm (mm).

D' : đường kính kênh dẫn tham khảo (mm).

Hình 3.17 - Quan hệ giữa khối lượng, bề dày danh nghĩa của thành sản phẩm với đường kính kênh dẫn tham khảo.



Hình 3.18 - Quan hệ giữa hệ số chiều dài và chiều dài kênh dẫn.

❖ **Kích thước kênh dẫn chính** : mỗi lần rẽ nhánh thì đường kính kênh dẫn nhánh nên nhỏ hơn đường kính kênh dẫn chính một chút vì sẽ kinh tế hơn nếu ta dùng ít vật liệu.

Công thức tính đường kính kênh dẫn chính :

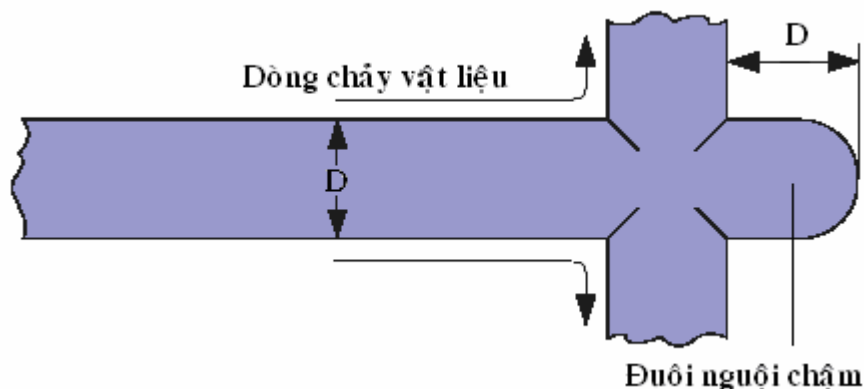
$$D_c = D_n \cdot N^{1/3}$$

D_c : đường kính kênh dẫn chính (mm).

D_n : đường kính kênh dẫn nhánh (mm).

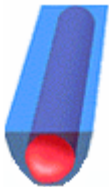
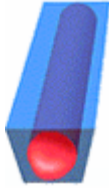
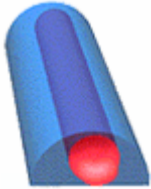
N : số nhánh rẽ.

❖ **Đuôi ngòi chậm trên kênh dẫn và cuống phun** : để phần vật liệu ở chỗ rẽ nhánh không bị đông đặc sớm gây nghẽn dòng ta nên thiết kế thêm đuôi ngòi chậm. Đuôi ngòi chậm sẽ giúp cho quá trình điền đầy diễn ra nhanh và tốt hơn.



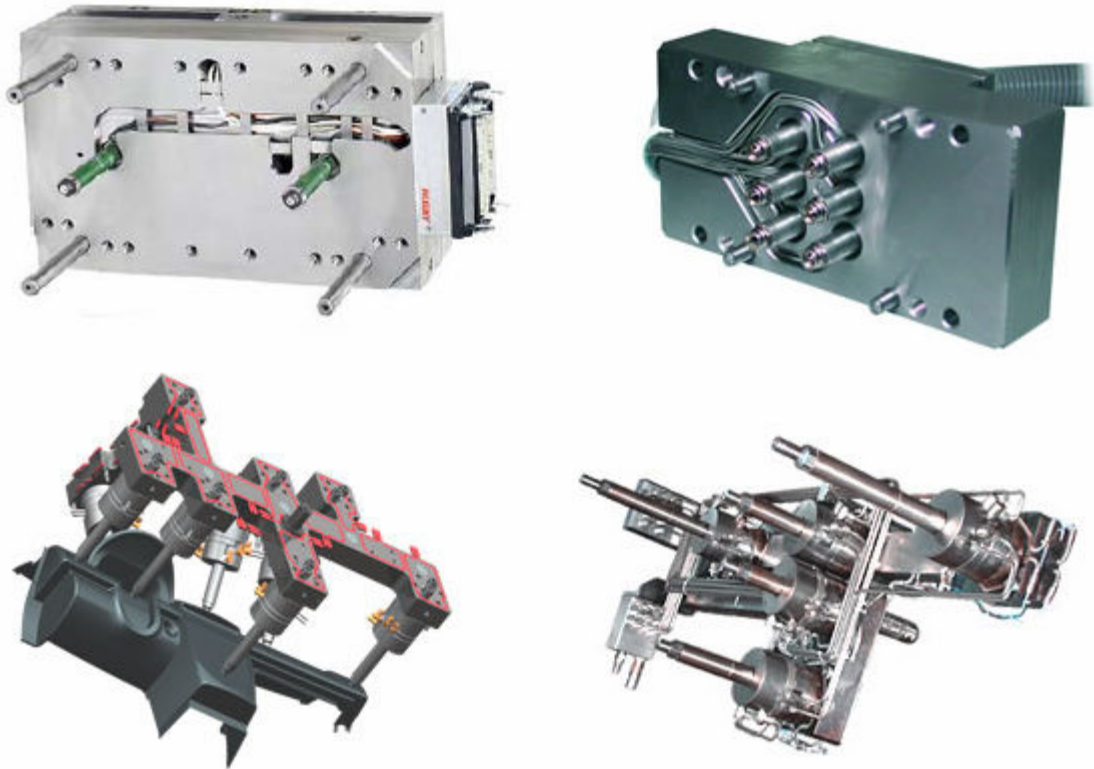
Hình 3.19 - Kích thước thiết kế đuôi ngòi chậm.

❖ *Ưu nhược điểm của các loại tiết diện ngang của kênh dẫn :*

Loại kênh dẫn	Ưu điểm	Nhược điểm
Full round 	1. Tỷ lệ thể tích qua mặt cắt ngang là lớn nhất 2. Tốc độ nguội chậm. 3. Ít mất nhiệt và ít ma sát. 4. Tâm kênh dẫn nguội sau cùng và duy trì áp suất giữ.	Việc gia công rất khó khăn vì cần gia công trên hai nửa khuôn và phải đảm bảo sự đồng tâm của hai nửa vòng tròn.
Modified Trapezoid 	Dễ gia công hơn so với kênh dẫn tròn (full round) vì chỉ cần gia công trên một tấm khuôn.	Mất nhiệt và tổn nhiều vật liệu hơn so với kênh dẫn tròn.
Trapezoid 	Dễ gia công	Mất nhiệt nhiều hơn so với kênh dẫn hình thang hiệu chỉnh (Modified trapeziod)
Box section 	Dễ gia công	1. Làm nhỏ mặt cắt ngang. 2. Giảm khả năng truyền áp. 3. Khó thoát khuôn.
Hafl round 	Dễ gia công	1. Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất. 2. Không tốt bằng các loại kênh dẫn khác. 3. Truyền áp rất tệ. 4. Ma sát lớn.

3.5.2.2. Kênh dẫn nóng : (khuôn không kênh dẫn)

Kênh dẫn nóng được dùng cho những sản phẩm có kích thước lớn (vỏ tivi, vi tính, các chi tiết trên xe hơi...) hoặc mỏng hoặc làm bằng loại nhựa cần phải duy trì nhiệt chảy dẻo như : HDPE, LDPE, POM, PBT, PC... Bên trong kênh dẫn nhựa sẽ luôn được duy trì trạng thái chảy dẻo để đảm bảo sản phẩm được điền đầy đồng bộ.



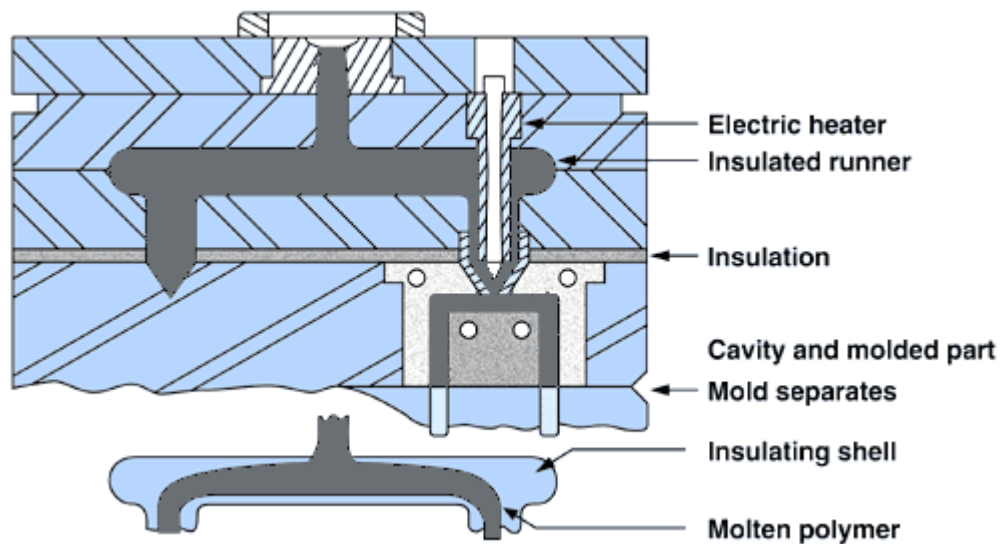
Hình 3.20 - Một số hệ thống kênh dẫn nóng.

a) Các loại kênh dẫn nóng :

Có hai loại kênh dẫn nóng : kênh dẫn cách ly và kênh dẫn gia nhiệt

➤ ***Kênh dẫn cách ly (insulated runner) :***

Kênh dẫn cách ly có cấu tạo gồm một lớp nhựa nguội đóng vai trò làm lớp cách ly và một lõi nhựa luôn được duy trì ở trạng thái chảy dẻo nhờ ống nhiệt điện. Bên trong ống nhiệt điện là chốt nhon có thể chuyển động lên xuống để đóng ngắt dòng phun nhựa. Như vậy, kích thước miệng phun lớn hay nhỏ sẽ tùy thuộc vào khe hở mà chốt cho dòng nhựa chạy qua.



Hình 3.21 - Kênh dẫn cách ly.

Ưu điểm :

- Dễ thiết kế.
- Giá thành thấp.
- Tiết kiệm vật liệu do phế liệu kênh dẫn.

Nhược điểm :

- Thời gian chu kỳ quá ngắn để duy trì trạng thái chảy dẻo cho nhựa.
- Cần khoảng thời gian khởi động dài để ổn định nhiệt chảy dẻo.
- Đôi khi gặp một số lỗi trong quá trình điền đầy.
- Khó đổi màu vật liệu.

➤ **Kênh dẫn có gia nhiệt (heated runner) :**

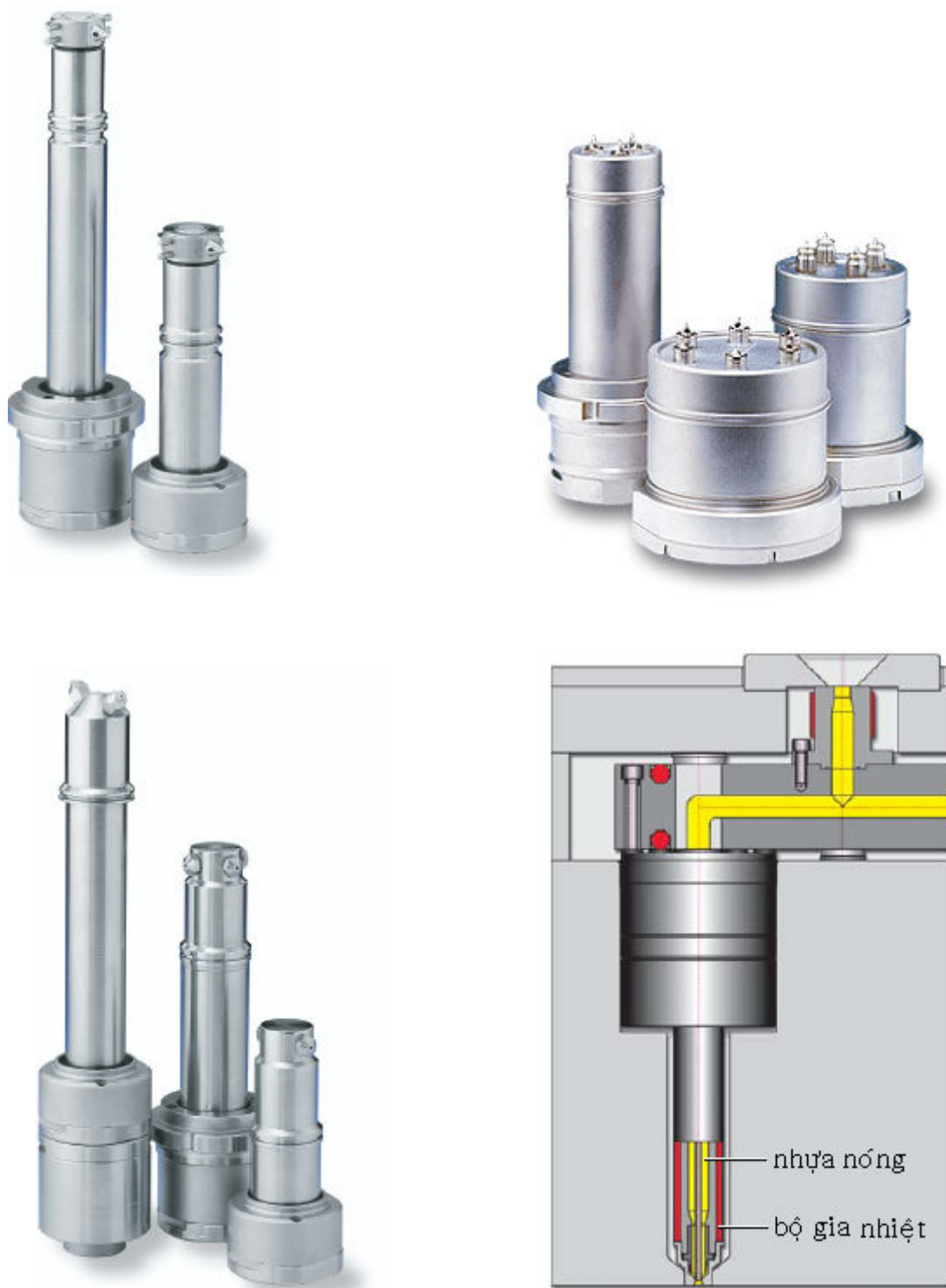
Kênh dẫn có gia nhiệt gồm hai loại : loại gia nhiệt trong và loại gia nhiệt ngoài. Kênh dẫn gia nhiệt ngoài có bộ gia nhiệt bao quanh lõi nhựa nóng. Còn kênh dẫn gia nhiệt trong thì nhựa bao quanh chốt nóng. Tương tự như kênh dẫn cách ly, lưu lượng phun được điều khiển bởi sự di chuyển của chốt.

+ Một số loại kênh dẫn gia nhiệt ngoài thường dùng :

- Loại một đầu phun :

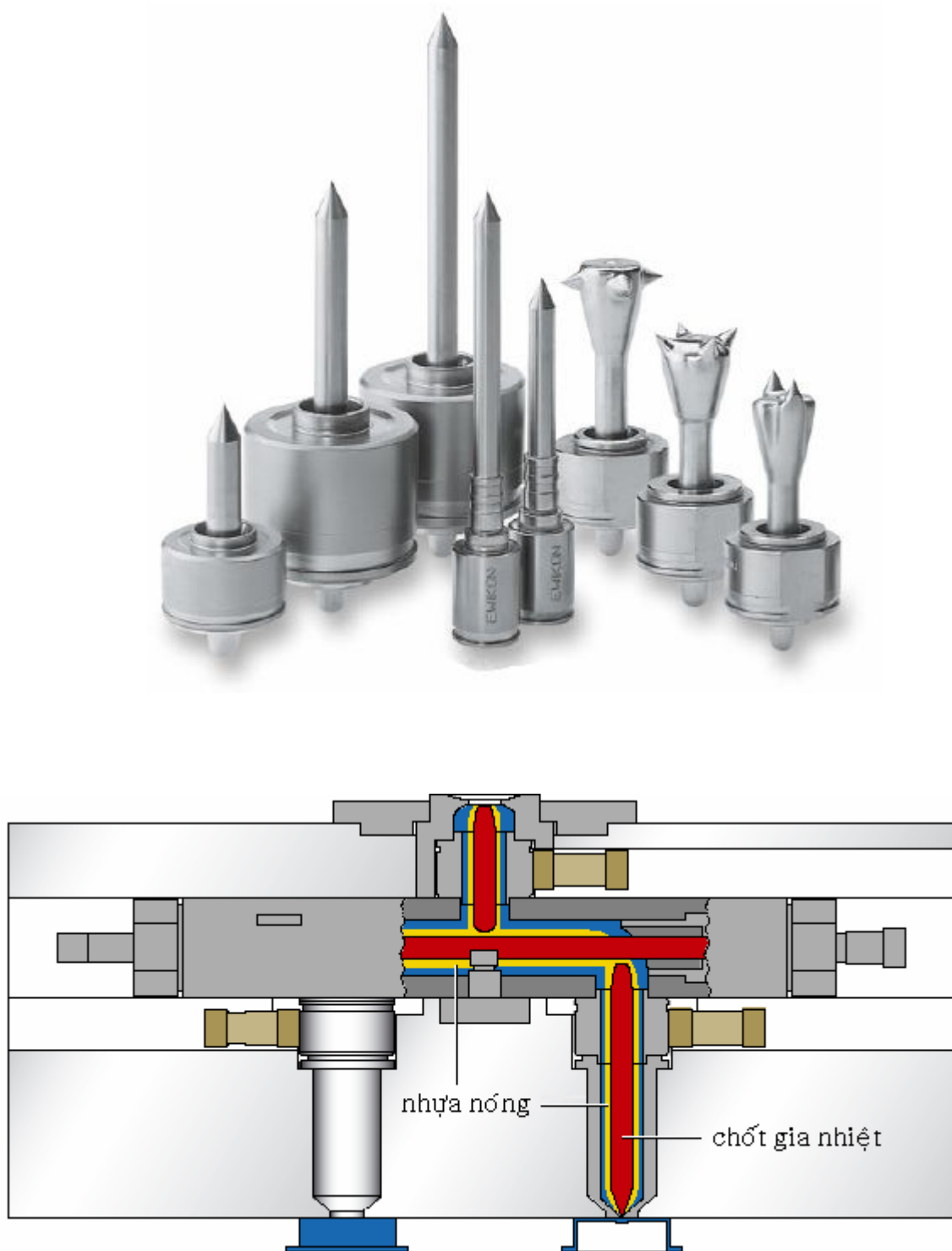


- Loại nhiều đầu phun :



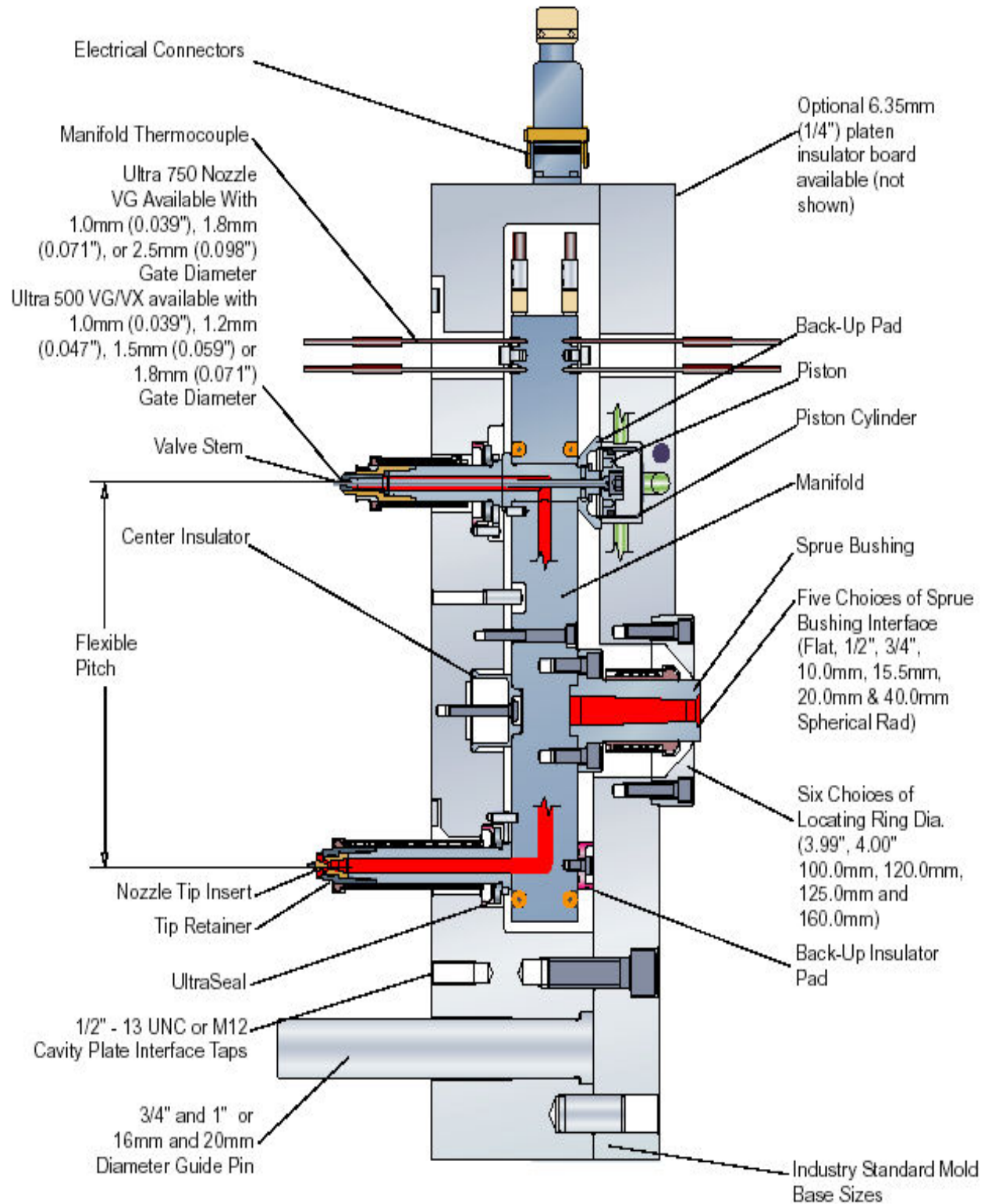
Hình 3.22 - Cấu tạo kênh dẫn gia nhiệt ngoài.

+ Một số loại kênh dẫn gia nhiệt trong thường dùng :



Hình 3.23 - Cấu tạo kênh dẫn gia nhiệt trong.

b) Cấu tạo một hệ thống kênh dẫn có gia nhiệt điển hình :



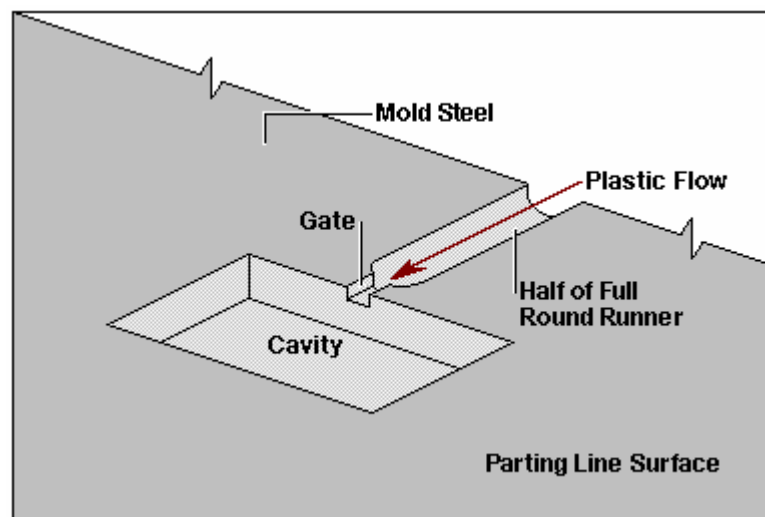
Hình 3.24 - Hệ thống kênh dẫn có gia nhiệt.

Ưu nhược điểm của các kênh dẫn có gia nhiệt :

Loại kênh dẫn	Ưu điểm	Nhược điểm
Gia nhiệt trong	- Cải thiện việc phân phối nhiệt độ.	- Giá thành cao và thiết kế phức tạp. - Phải tính đến sự giãn nở nhiệt khác nhau của các bộ phận trên khuôn. - Khó khăn trong việc điều khiển nhiệt.
Gia nhiệt ngoài	- Cải thiện việc phân phối nhiệt độ. - Điều khiển nhiệt độ tốt hơn.	- Giá thành cao và thiết kế phức tạp. - Phải tính đến sự giãn nở nhiệt khác nhau của các bộ phận trên khuôn

3.5.3. Miệng phun cho kênh dẫn nguội :

Miệng phun là ngõ nối kênh dẫn và lòng khuôn. Miệng phun có chứa năng rất quan trọng là đưa nhựa lỏng điền đầy lòng khuôn vì thế việc tính toán kích thước và bố trí miệng phun có ý nghĩa quyết định đến chất lượng của sản phẩm.



Hình 3.25 - Miệng phun trên khuôn.

3.5.3.1. Phân loại miệng phun :

a) Miệng phun cắt bằng tay :

Miệng phun cắt bằng tay là loại miệng phun dính theo sản phẩm sau khi ép phun. Ta dễ dàng nhận biết các sản phẩm nhựa có miệng phun cắt bằng tay qua vết cắt còn lại trên bề mặt của chúng. Do đó, với loại miệng phun này nên thiết kế kích thước nhỏ ở mức có thể để đảm bảo tính thẩm mỹ cho sản phẩm.

Một vài lý do để dùng kiểu miệng phun cắt bằng tay :

- Sản phẩm cần miệng phun lớn giúp điền đầy tốt.
- Sản phẩm làm bằng vật liệu ít bị biến dạng.
- Cần tiết diện rộng để có sự phân phối lưu lượng đồng thời, nhờ đó mà các phân tử sợi đạt được sự định hướng đặc trưng.

b) Miệng phun tự cắt :

Miệng phun tự cắt là loại miệng phun tự rời sản phẩm sau khi khuôn mở. Điều này đạt được nhờ vào kết cấu khuôn (khuôn ba tấm) hoặc hệ thống đẩy cuống phun và sản phẩm.

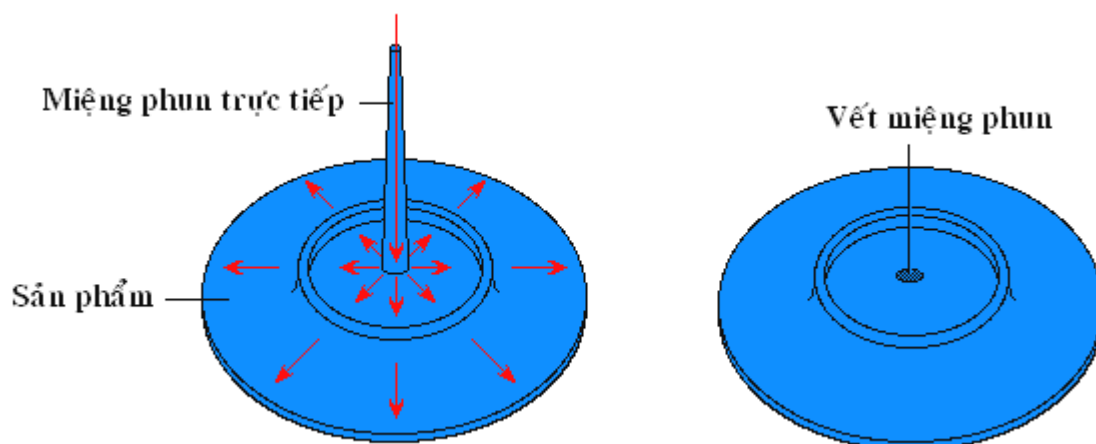
Một số lý do để dùng miệng phun kiểu tự cắt :

- Không phải thêm nguyên công cắt để hoàn thiện sản phẩm.
- Tính thẩm mỹ của sản phẩm (sản phẩm sẽ có vết miệng phun rất nhỏ).
- Giữ thời gian chu kỳ cần thiết hầu như không đổi qua tất cả các lần phun.

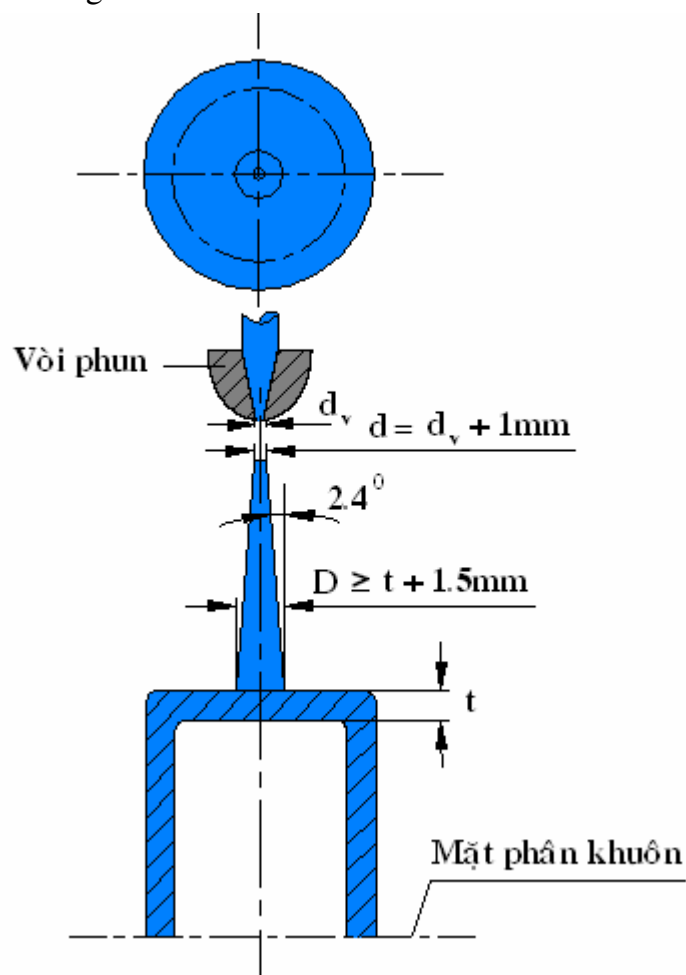
3.5.3.2. Các loại miệng phun cắt bằng tay :

a) Miệng phun trực tiếp (Sprue gate or direct gate) :

Loại miệng phun trực tiếp thường dùng cho các khuôn có một lòng khuôn, nơi mà vật liệu được điền đầy vào khuôn một cách trực tiếp mà không qua hệ thống kênh dẫn. Chính vì không có hệ thống kênh dẫn nên việc mất áp trong quá trình điền đầy là rất bé. Tuy nhiên, nhược điểm của miệng phun loại này là để lại vết cắt lớn trên bề mặt sản phẩm. Sự co rút được quyết định bởi bề dày của sản phẩm và đường kính miệng phun. Điển hình là sự co rút của phần nhựa gần miệng phun sẽ nhỏ và tại miệng phun sẽ lớn. Điều này đưa đến hậu quả là ứng suất căng gần miệng phun lớn.



Hình 3.26 - Miệng phun trực tiếp và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.
Kích thước khuyên dùng cho thiết kế :

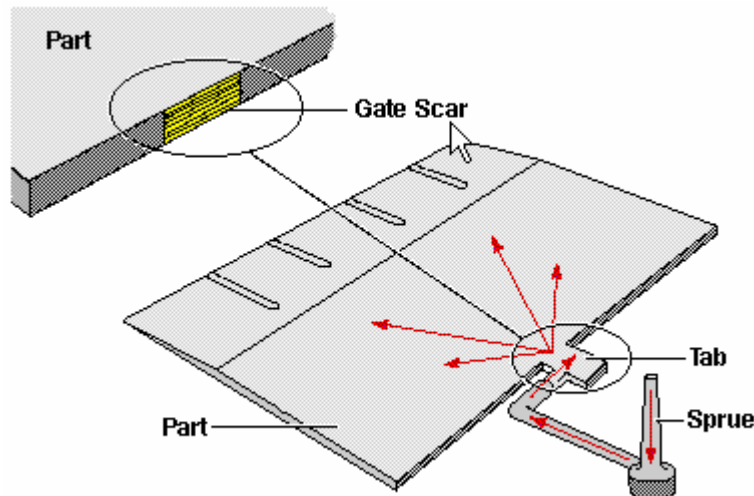


Hình 3.27 - Kích thước cho thiết kế miệng phun trực tiếp.

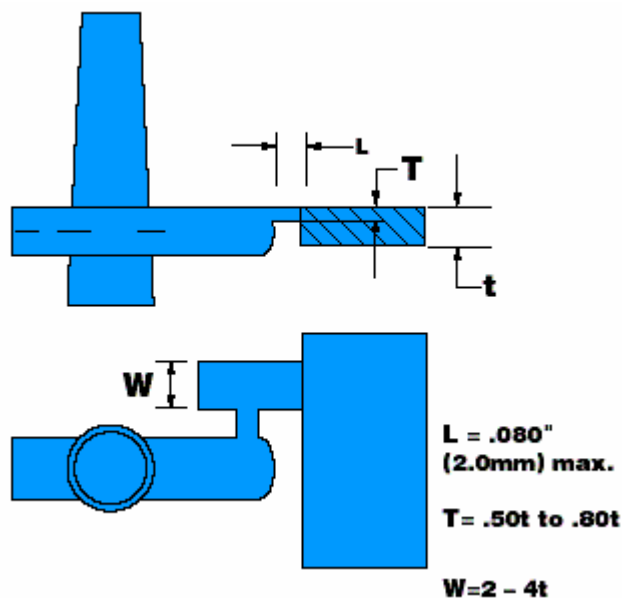
b) Miệng phun kiểu băng (Tab gate) :

Miệng phun kiểu băng thường dùng để làm giảm ứng suất trong lòng khuôn và ngăn ngừa lỗi tạo đuôi cho các chi tiết phẳng và mỏng. Ứng suất sinh ra trong lòng khuôn sẽ được tập trung ở băng, mà sẽ được cắt bỏ sau khi ép phun.

Miệng phun kiểu băng phù hợp dùng cho các loại nhựa PC, Acrylic, SAN, ABS...



Hình 3.28 - Miệng phun kiểu băng và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.
Kích thước khuyến dùng cho thiết kế :

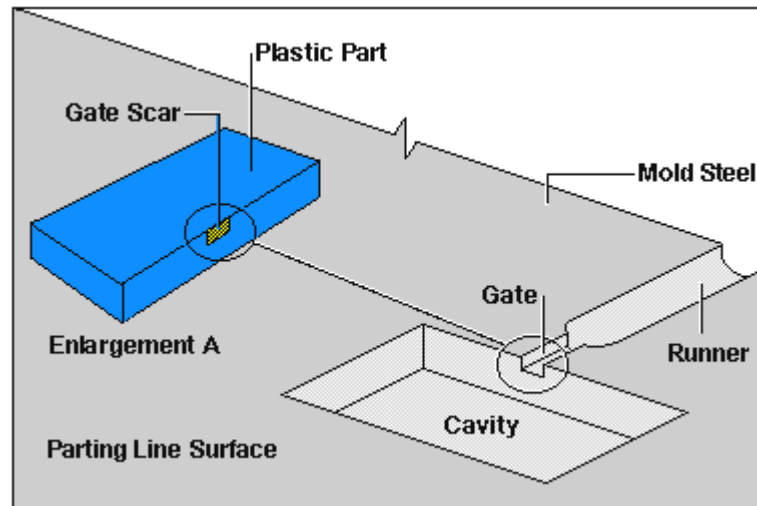


Hình 3.29 - Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu băng.

c) Miệng phun cạnh (Edge gate) :

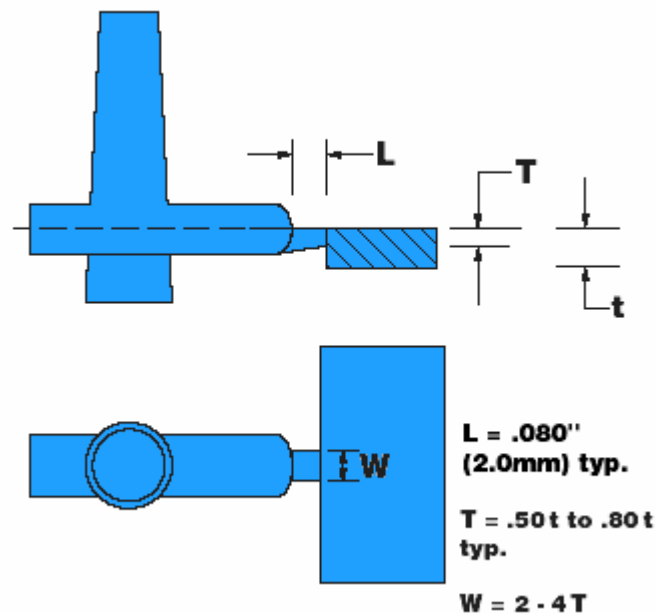
Là loại miệng phun thông dụng, có thể dùng cho nhiều loại sản phẩm bởi kết cấu rất đơn giản và không cần độ chính xác cao.

Miệng phun kiểu cạnh được đặt trên mặt phân khuôn và điền đầy lòng khuôn từ bên hông, trên hay dưới.



Hình 3.30 - Miệng phun kiểu cạnh và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.

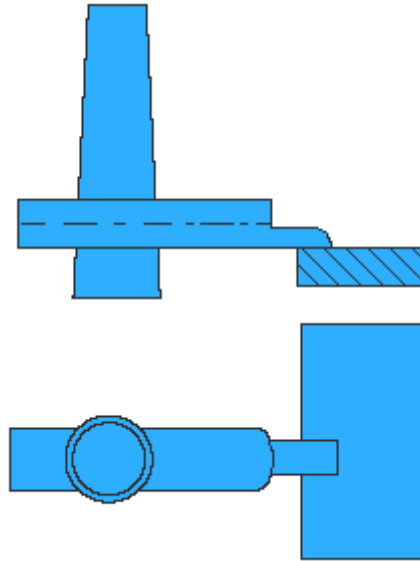
Kích thước khuyến dùng cho thiết kế :



Hình 3.31 - Kích thước cho thiết kế miệng phun cạnh.

d) Miệng phun kiểu gối (Overlap gate) :

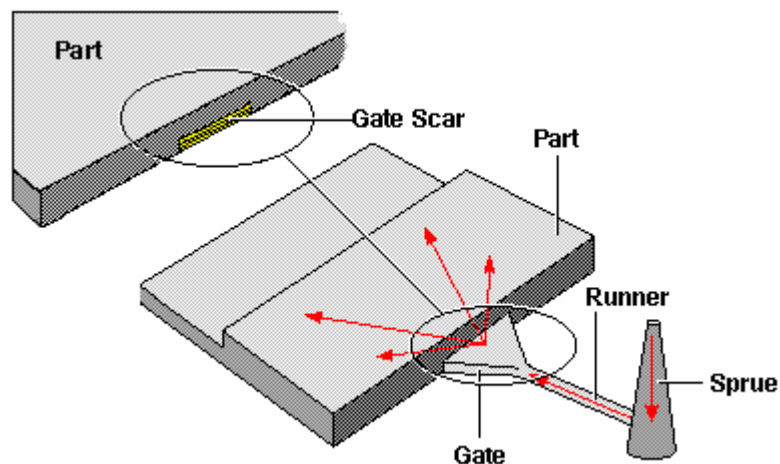
Là loại miệng phun tương tự như miệng phun kiểu cạnh, chỉ khác nhau ở chỗ là miệng phun nằm lấp trên bề mặt sản phẩm.



Hình 3.32 - Miệng phun kiểu gối.

e) Miệng phun kiểu quạt :

Miệng phun kiểu quạt thực chất cũng là miệng phun cạnh có bề rộng bị biến đổi. Miệng phun kiểu này tạo dòng chảy êm và cho phép điền đầy lòng khuôn một cách nhanh chóng nên rất phù hợp cho những sản phẩm lớn và dày. Thêm vào đó, miệng phun kiểu quạt cũng tạo ra dòng chảy lan tỏa nên giúp tránh được đường hàn ở nơi có bề dày mỏng trên sản phẩm.

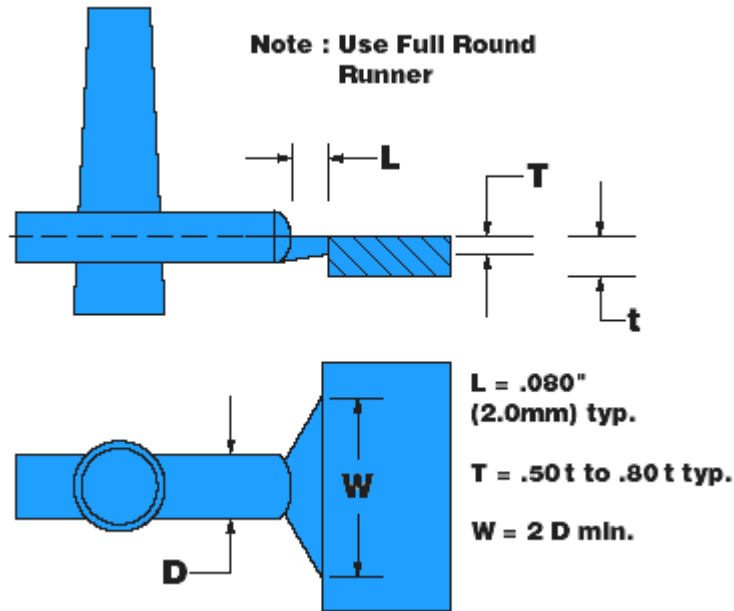


Hình 3.33 - Miệng phun kiểu quạt và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.

Miệng phun kiểu quạt nên được làm côn ở cả bề rộng lẫn bề dày để có mặt cắt ngang không đổi. Điều này giúp đảm bảo :

- + Vận tốc chảy là hằng số.
- + Toàn bộ bề rộng được dùng cho lưu lượng.
- + Áp suất là như nhau qua toàn bề rộng.

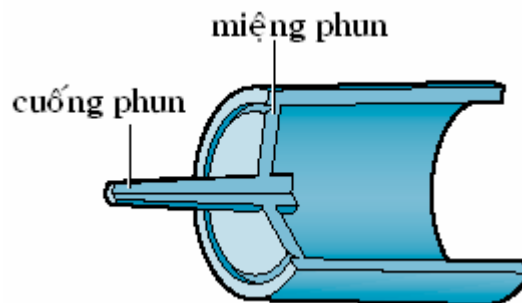
Kích thước khuyên dùng cho thiết kế :



Hình 3.34 - Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu quạt.

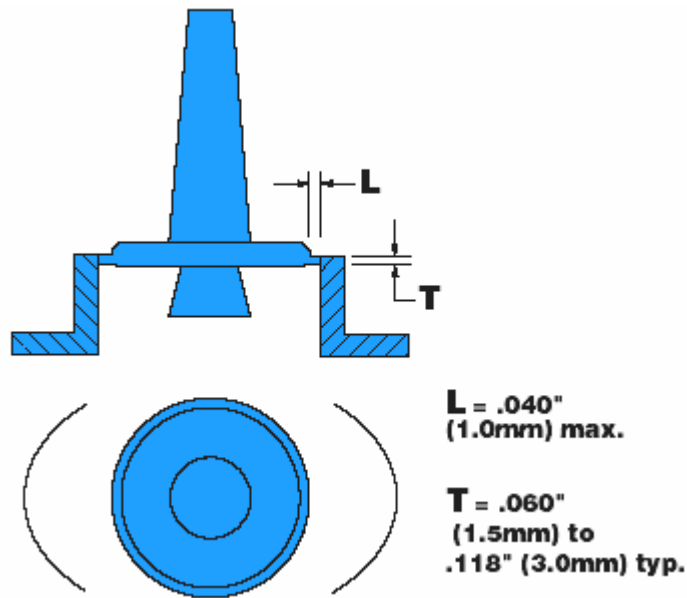
f) Miệng phun kiểu đĩa (Dis gate or diaphragm gate) :

Miệng phun kiểu đĩa thường dùng cho các chi tiết có dạng trụ rỗng mà có yêu cầu cao về độ đồng tâm và không có đường hàn. Miệng phun kiểu này thực chất là miệng phun màng bao vòng quanh thành sản phẩm. Khi nhựa qua cuống phun, nhờ màng phun vòng quanh thành sản phẩm mà lòng khuôn được điền đầy một cách đồng đều.



Hình 3.35 - Sản phẩm với miệng phun kiểu đĩa.

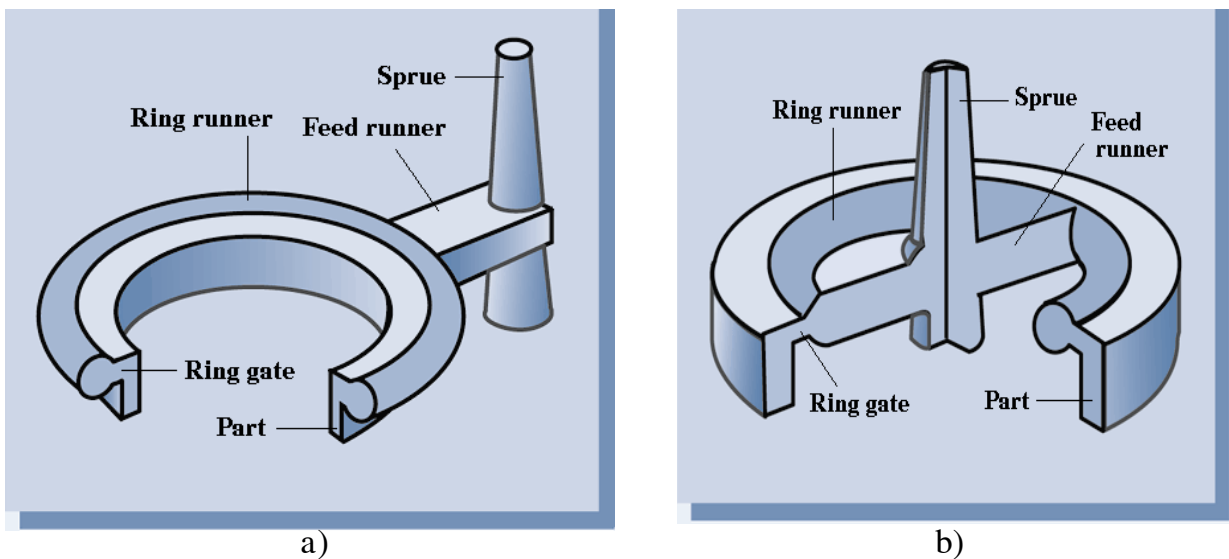
Kích thước khuôn dùng cho thiết kế :



Hình 3.36 - Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu đĩa.

g) Miệng phun kiểu vòng (Ring gate) :

Miệng phun kiểu vòng thích hợp cho những sản phẩm có dạng trụ rỗng và giúp hạn chế vết hàn, kẹt khí trong quá trình điền đầy và giảm ứng suất tập trung quanh miệng phun. Có hai loại miệng phun kiểu vòng : kiểu vòng ngoài và kiểu vòng trong.



Hình 3.37 - a) Miệng phun kiểu vòng ngoài.

b) Miệng phun kiểu vòng trong.

Kích thước khuôn dùng cho thiết kế

$$D = S + 1.5 \div (4/3)S + k \text{ (mm)}$$

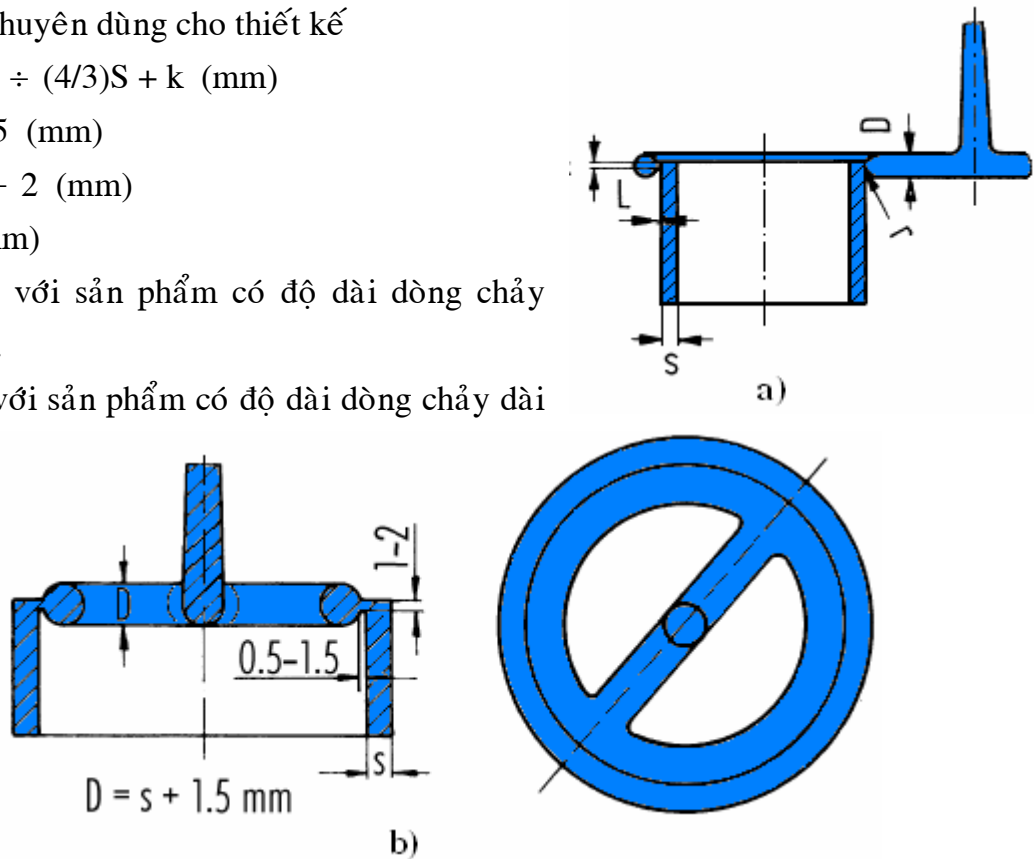
$$L = 0.5 \div 1.5 \text{ (mm)}$$

$$H = (2/3)S \div 2 \text{ (mm)}$$

$$r = 0.2S \text{ (mm)}$$

$k = 2 \text{ mm}$ với sản phẩm có độ dài dòng chảy ngắn và dày.

$k = 4 \text{ mm}$ với sản phẩm có độ dài dòng chảy dài và mỏng.

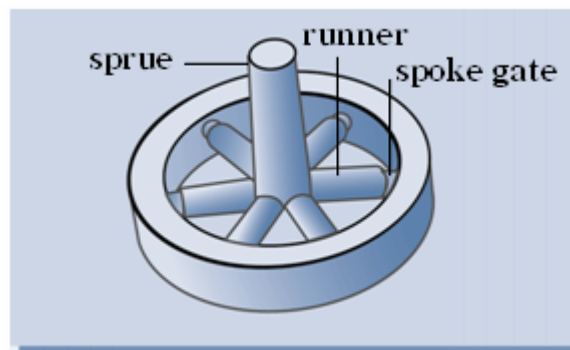


Hình 3.38 - a) Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu vòng ngoài.

b) Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu vòng trong.

h) Miệng phun kiểu nan hoa (Spoke gate or spider gate) :

Miệng phun kiểu nan hoa thường dùng cho sản phẩm có hình ống, dễ cắt bỏ và tiết kiệm vật liệu. Nhược điểm của loại miệng phun này là sản phẩm có thể bị nhiều đường hàn và không tròn hoàn toàn.

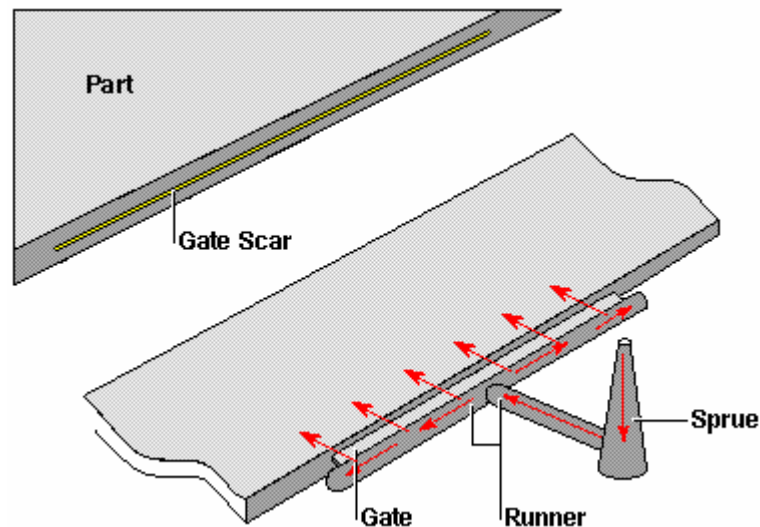


Hình 3.39 - Miệng phun kiểu nan hoa.

Kích thước khuyên dùng cho thiết kế : bề dày $0.8 \div 4.8\text{mm}$, bề rộng $1.6 \div 6.4\text{mm}$

i) Miệng phun kiểu màng (Flash gate) :

Miệng phun kiểu màng phù hợp cho sản phẩm lớn và phẳng (đặc biệt là sản phẩm làm bằng nhựa Acrylic) vì nó giúp giảm độ cong vênh cho sản phẩm nhờ sự phân bố nhựa đồng đều.



Hình 3.40 - Miệng phun kiểu màng và vết của nó để lại trên sản phẩm.

Kích thước khuyên dùng cho thiết kế :

$$D = S \div (4/3) S + k \text{ (mm)}$$

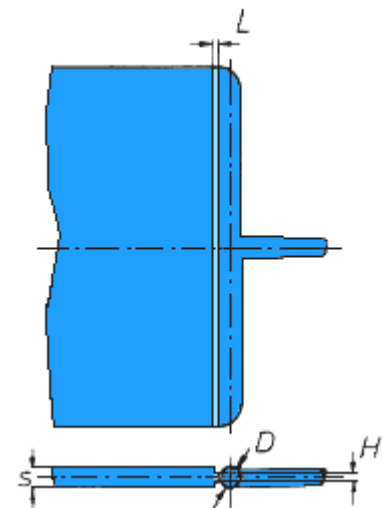
$k = 2$ với sản phẩm có độ dài dòng chảy ngắn và dày.

$k = 4$ với sản phẩm có độ dài dòng chảy dài và mỏng.

$$L = 0.5 \div 2 \text{ (mm)}$$

$$H = (0.2 \div 0.7) S \text{ (mm)}$$

Hình 3.41 - Kích thước cho thiết kế miệng phun kiểu màng.

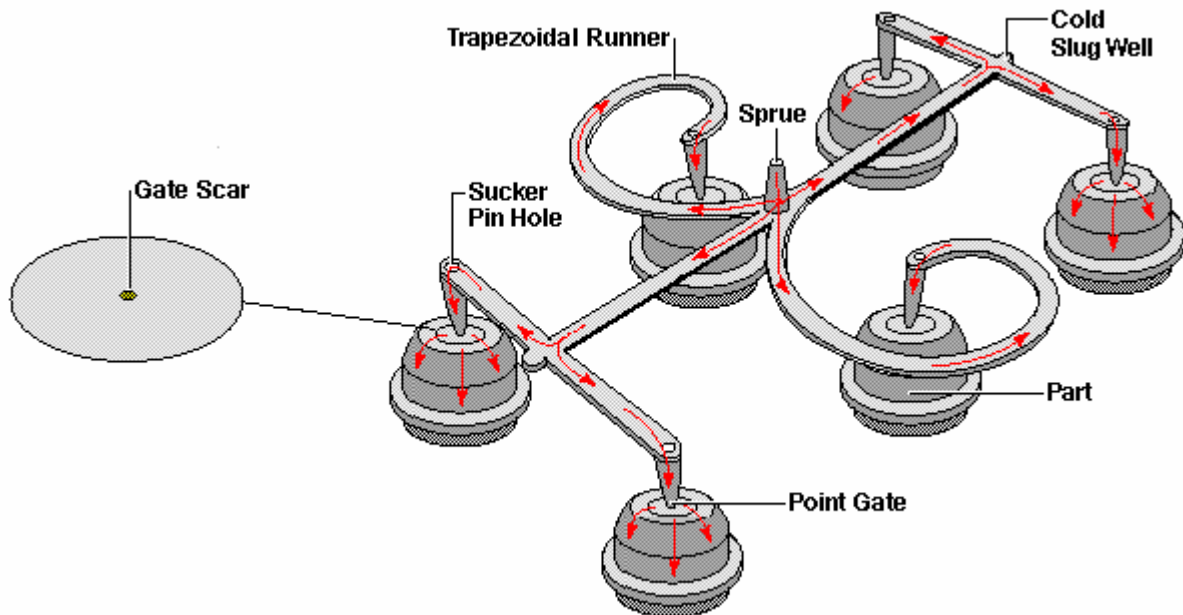


3.5.3.3. Miệng phun tự cắt :

a) Miệng phun điểm (Point gate) :

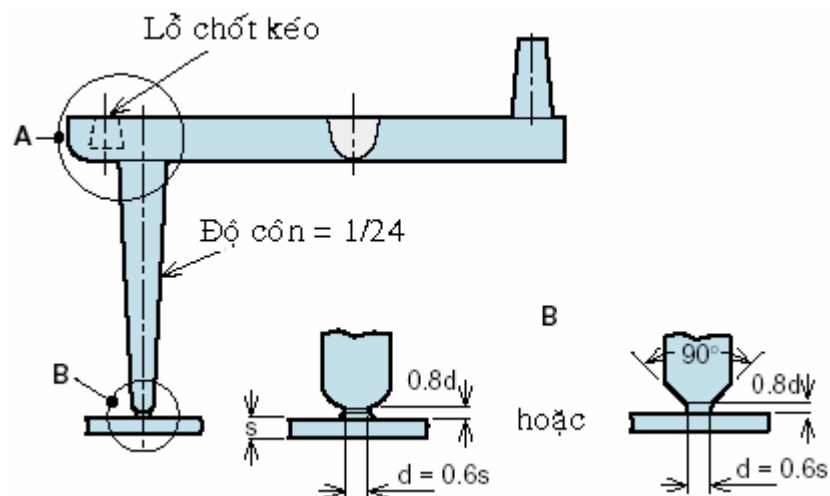
Miệng phun kiểu điểm thường được dùng trong khuôn 3 tấm có nhiều lòng khuôn hay có kích thước lòng khuôn lớn. Khi thiết kế miệng phun điểm, người ta thường dùng kênh dẫn dạng hình thang hay hình thang biến đổi để tiện việc gia công và lắp chốt

kéo hệ thống kênh dẫn để miệng phun rời sản phẩm dễ dàng hơn. Ưu điểm chính của miệng phun điểm là giúp bố trí nhiều miệng phun vào cùng một lòng khuôn khi lòng khuôn có kích thước lớn. Điều này giúp quá trình điền đầy đồng thời giữa các vùng khác nhau trên sản phẩm diễn ra nhanh chóng và tốt hơn. Tuy nhiên, cần lưu ý khuôn có thể bị tăng nhiệt gây quá nhiệt đối với những vật liệu có cấu trúc sợi dài và độ nhớt thấp do miệng phun có kích thước nhỏ.

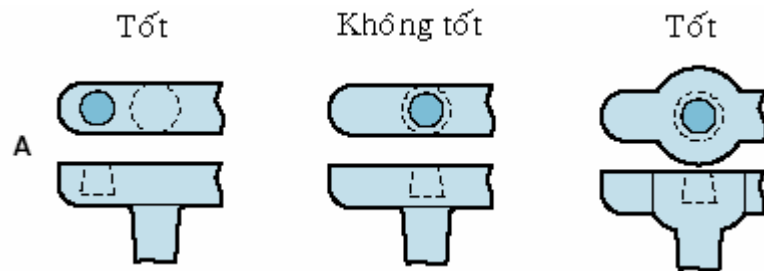


Hình 3.42 - Miệng phun điểm và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.

Kích thước khuyên dùng cho thiết kế :



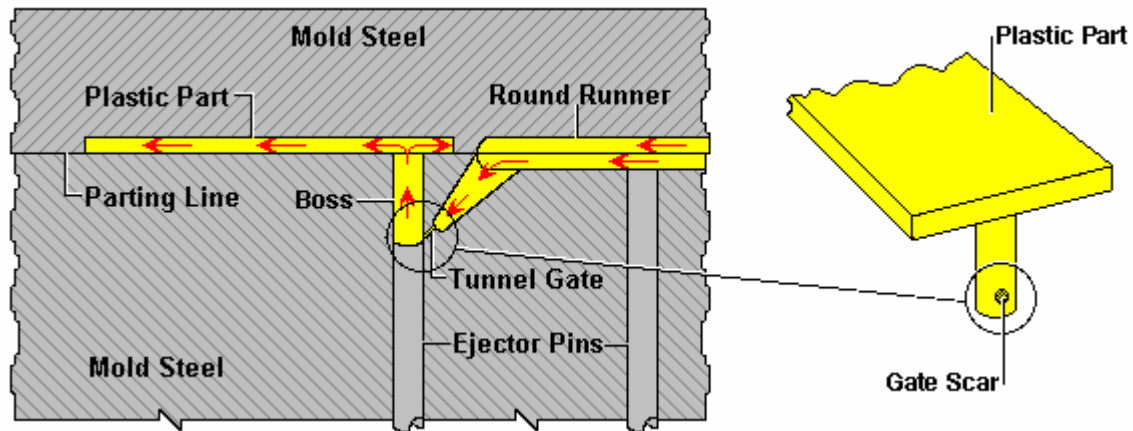
Hình 3.43 - Kích thước cho thiết kế miệng phun điểm.



Hình 3.43 - Các kiểu lỗ chốt kéo kênh dẫn.

b) Miệng phun ngầm (Tunnel gate or submarine gate) :

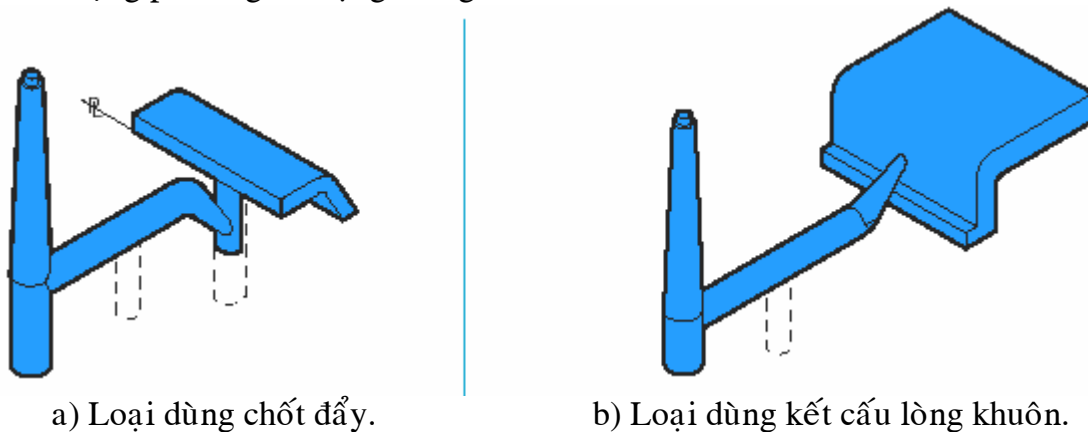
Miệng phun ngầm thường được dùng trong khuôn hai tấm có nhiều lòng khuôn. Khi thiết kế sản phẩm nhỏ và cần cắt keo mặt bên ta nên nghĩ đến kiểu miệng phun này.



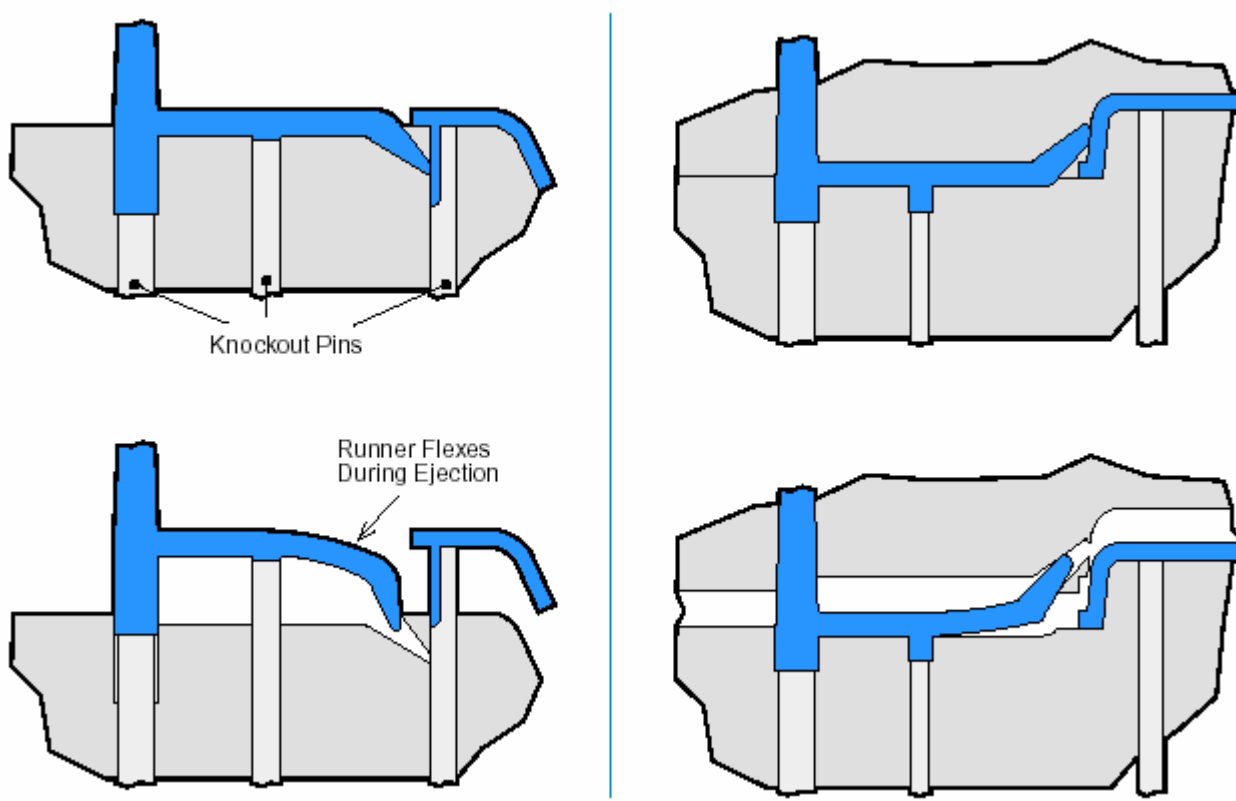
Hình 3.44 - Miệng phun ngầm và vết cắt mà nó để lại trên sản phẩm.

Có hai loại miệng phun ngầm : Miệng phun ngầm dạng thẳng và miệng phun ngầm dạng cong.

➤ Miệng phun ngầm dạng thẳng :



Hình 3.45 - Các loại miệng phun ngầm dạng thẳng

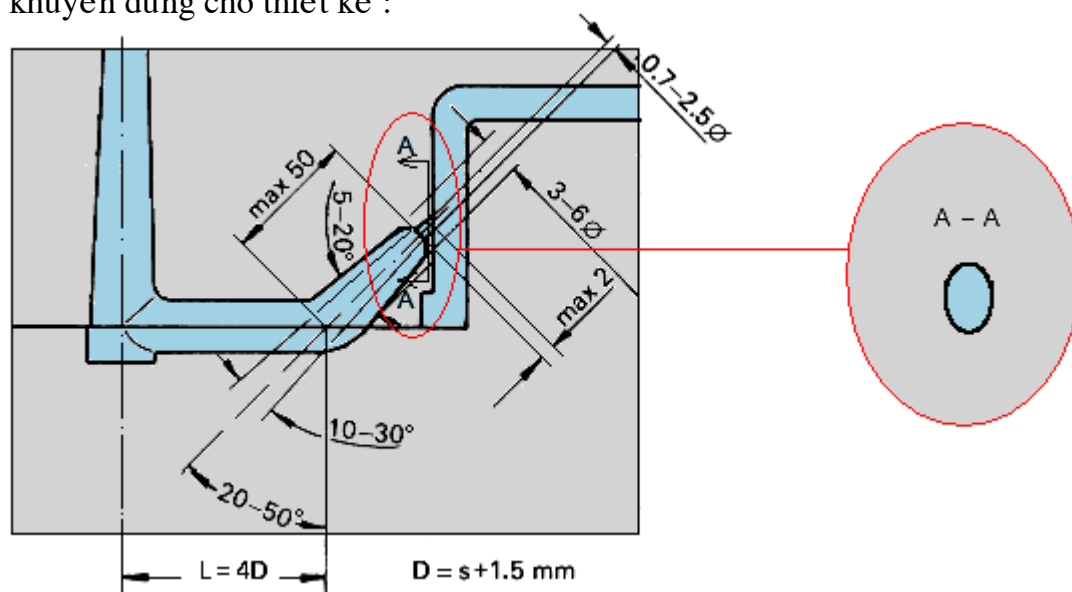


a) Loại dùng chốt đẩy.

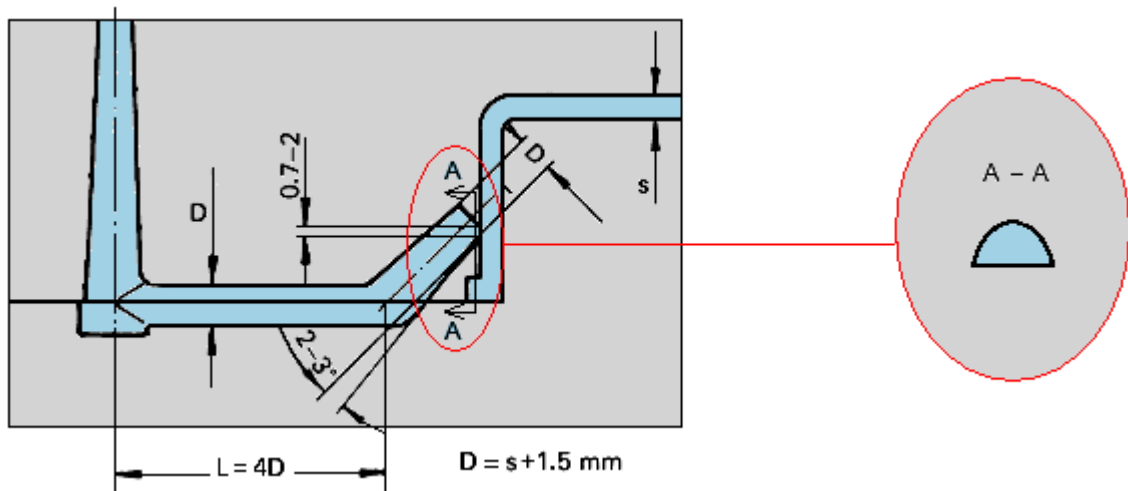
b) Loại dùng kết cấu lòng khuôn.

Hình 3.46 - Quá trình cắt miệng phun ngầm dạng thẳng.

Kích thước khuyến dùng cho thiết kế :

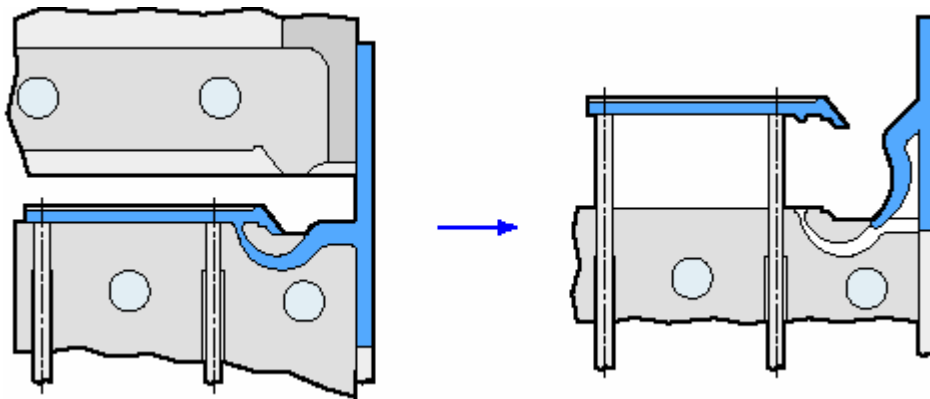


Hình 3.47 - Kích thước cho thiết kế miệng phun ngầm tiêu chuẩn.



Hình 3.48 - Kích thước cho thiết kế miệng phun ngầm hiệu chỉnh.

➤ Miệng phun ngầm dạng cong :



Hình 3.49 - Quá trình cắt miệng phun ngầm dạng cong.

Kích thước khuyến dùng cho thiết kế :

$$\frac{X}{D} \geq \frac{2.5}{1} \text{ or Min. } 15 \text{ mm (0.600 in)}$$

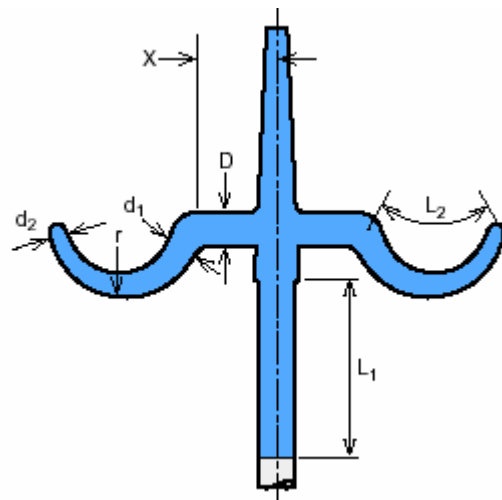
D = Approx. 4 to 6 mm
(0.160 to 0.235 in)

$d_1 \leq D$ (Normally 4 to 6 mm /
0.150 to 0.235 in)

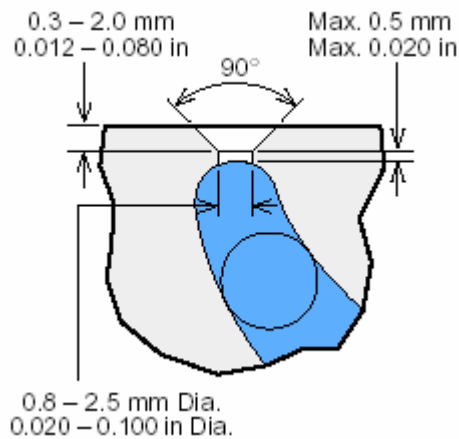
$r = 2.5 \text{ to } 3 \times d_1$

d_1 to d_2 Equals a Taper
of 3° to 5° Incl.

$L_1 \geq L_2$



Hình 3.50 - Kích thước cho thiết kế kênh dẫn và cuống phun kiểu ngầm.

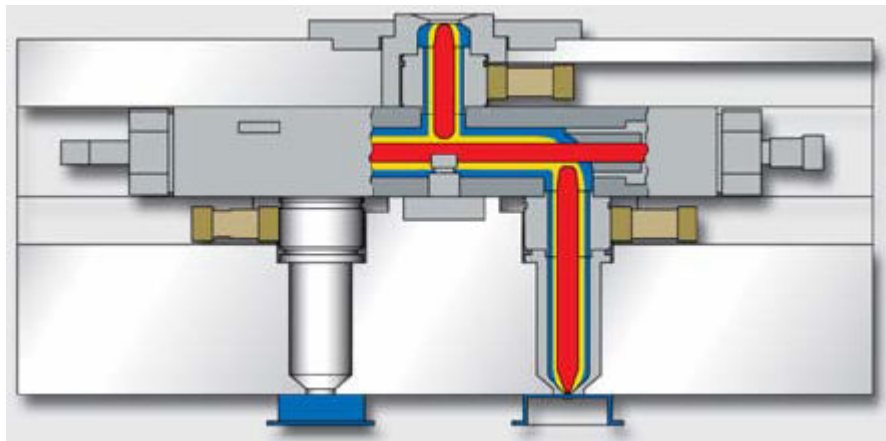


Hình 3.51 - Kích thước cho thiết kế miệng phun ngàm dạng cong.

c) Miệng phun của kênh dẫn nóng :

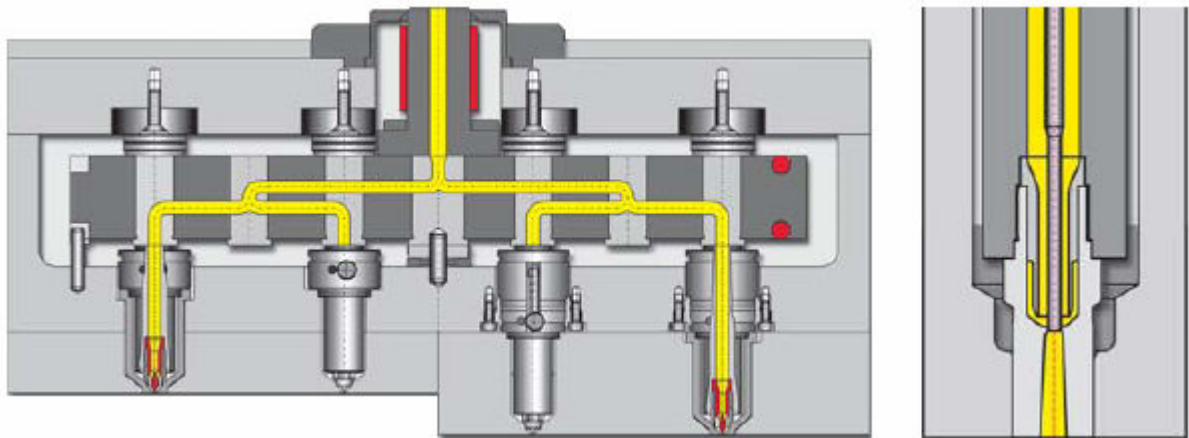
Miệng phun loại này đã được tiên chuẩn hóa cùng với hệ thống kênh dẫn và cuống phun. Do đó, khi cần dùng ta chỉ việc liên hệ với các nhà sản xuất và tiếp thu các lời khuyên từ họ để có được thiết kế thích hợp.

➤ Kiểu không có van : miệng phun kiểu này sẽ bị ngắt khi khuôn mở ra vì nhựa ở miệng phun rất nóng. Sự định hình của sản phẩm được điều khiển bởi phần nhựa đông cứng gần miệng phun.



Hình 3.52 - Miệng phun không có van.

➤ Kiểu có van : trong kênh dẫn có thêm vào một chốt, chốt này có tác dụng như một van có thể đóng miệng phun ngay trước khi nhựa gần miệng phun đông đặc. Điều này cho phép tăng đường kính miệng phun lớn hơn và điều khiển quá trình định hình tốt hơn.



Hình 3.53 - Miệng phun kiểu có van.

3.5.3.4. Lời khuyên cho thiết kế miệng phun trong hệ thống kênh dẫn nguội :

Lời khuyên chung để đạt được hiệu quả tốt trong việc thiết kế miệng phun là dùng phần mềm mô phỏng quá trình điền đầy lòng khuôn để thấy được các khuyết tật trên sản phẩm sau khi ép phun. Khi thiết kế miệng phun cần lưu ý một số điều sau :

a) Vị trí :

- Nếu có thể nên đặt miệng phun ở chỗ dày nhất của sản phẩm. Không nên đặt miệng phun ở những vùng chuyển tiếp từ dày sang mỏng để tránh sự ngắc ngứ dòng chảy và vết lõm hay lỗ trống trên sản phẩm.
- Nếu có thể nên bố trí miệng phun đối diện với các rãnh thoát khí để khí trong lòng khuôn bị đẩy ra ngoài hoàn toàn.
- Bố trí miệng phun hạn chế đường hàn ít nhất.
- Đảm bảo hướng dòng chảy tạo ra sự điền đầy đồng bộ trên toàn bộ sản phẩm. Điều này giúp tránh được hiện tượng kẹt khí trong quá trình điền đầy. Nếu khí bị kẹt thì sản phẩm sẽ dễ có những vết cháy đen.
- Không nên đặt miệng phun tại những vùng chịu lực trên sản phẩm vì vùng gần miệng phun sau quá trình ép phun còn tồn tại ứng suất dư nên rất dễ bị hỏng khi chịu lực.

b) Kích thước :

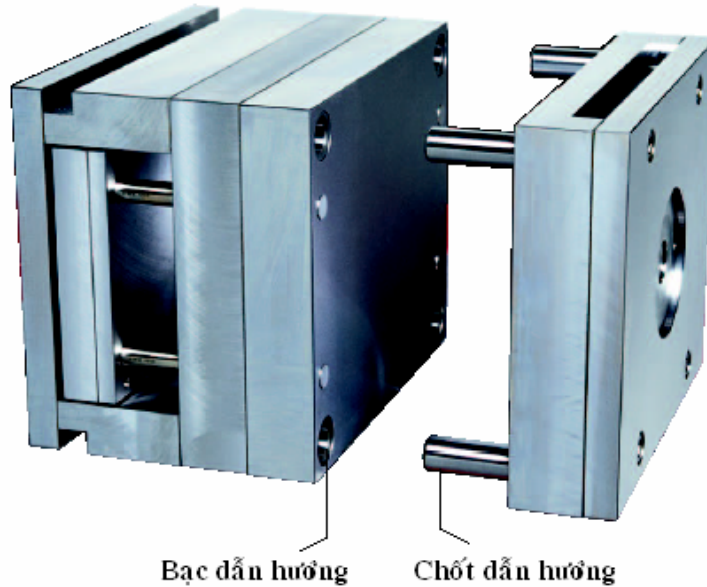
- Miệng phun phải có kích thước và vị trí thích hợp để tránh hiện tượng tạo đuôi trên sản phẩm.
- Trong trường hợp khuôn có nhiều lòng khuôn thì tất cả các miệng phun nên cùng kích thước (đường kính, bề dày...) để có được sự cân bằng dòng và áp.

c) Tính thẩm mỹ :

- Vết miệng phun có thể ảnh hưởng đến tính thẩm mỹ của sản phẩm. Do đó, nên đặt miệng phun ở chỗ khó thấy trên sản phẩm khi có thể.

3.6. Hệ thống dẫn hướng :

Hệ thống dẫn hướng gồm chốt dẫn hướng và bạc dẫn hướng.



Hình 3.54 - Hệ thống dẫn hướng trên khuôn.

3.6.1. Chốt dẫn hướng :

3.6.1.1. Loại trơn (không có vai) :



3.6.1.2. Loại có vai :



3.6.2. Bạc dẫn hướng :

3.6.2.1. Loại trơn :



3.6.2.2. Loại có vai :



3.6.2.3. Loại không vai tự bôi trơn :



3.6.2.4. Loại có vai tự bôi trơn :

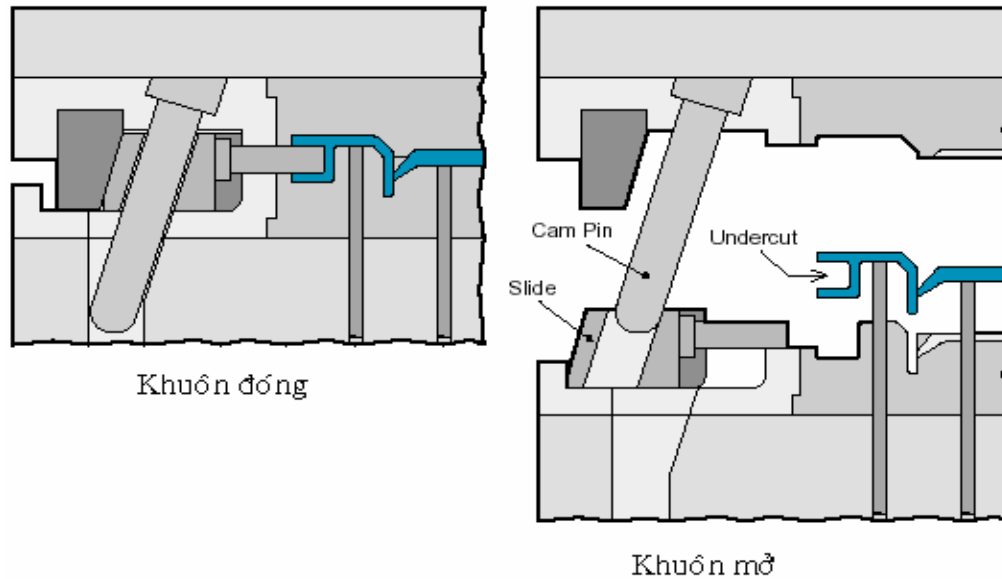


3.7. Hệ thống lõi mặt bên : (hệ thống trượt)

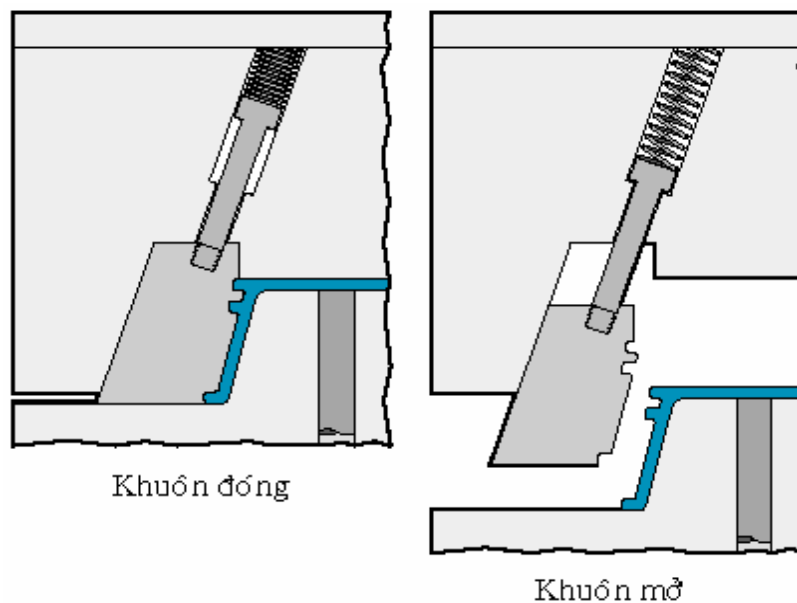
Sau khi thiết kế xong mặt phân khuôn cho sản phẩm, nhiều khi có một số phần trên sản phẩm bị vướng, không tháo ra được theo hướng mở khuôn. Lúc này ta cần phải có một hệ thống gọi là hệ thống lõi mặt bên để tháo các phần bị vướng ấy.

3.7.1. Các kết cấu tháo lõi mặt bên nhờ hướng mở khuôn :

3.7.1.1. Cam Chốt xiên :



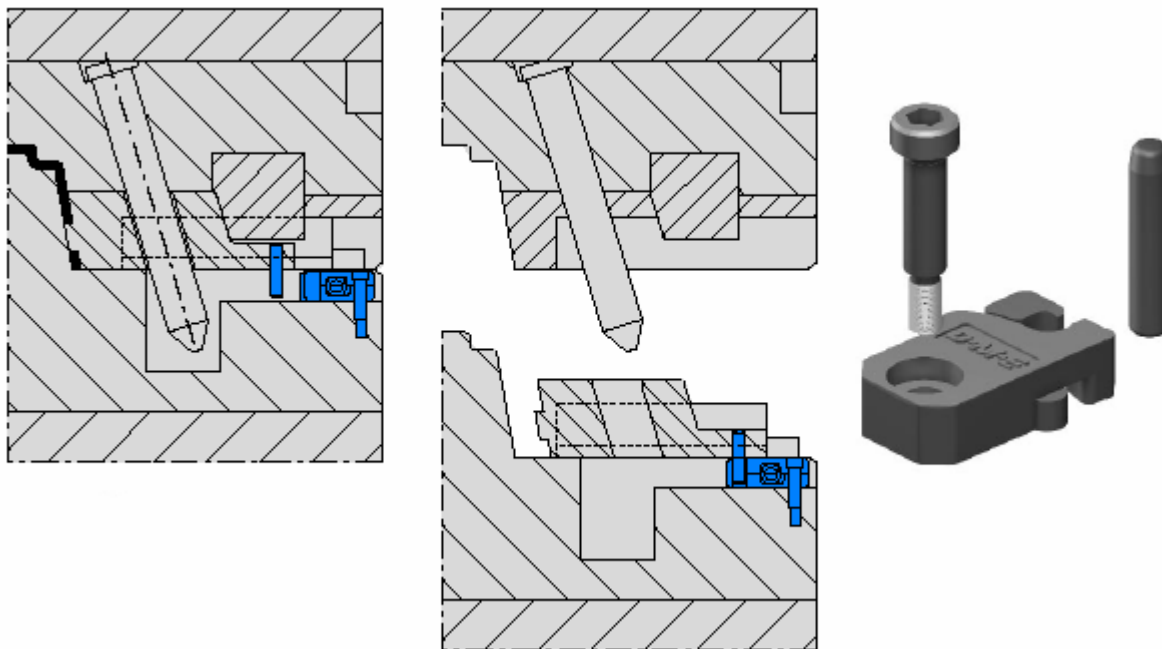
Hình 3.55 - Tháo lõi mặt bên bằng cam chốt xiên.



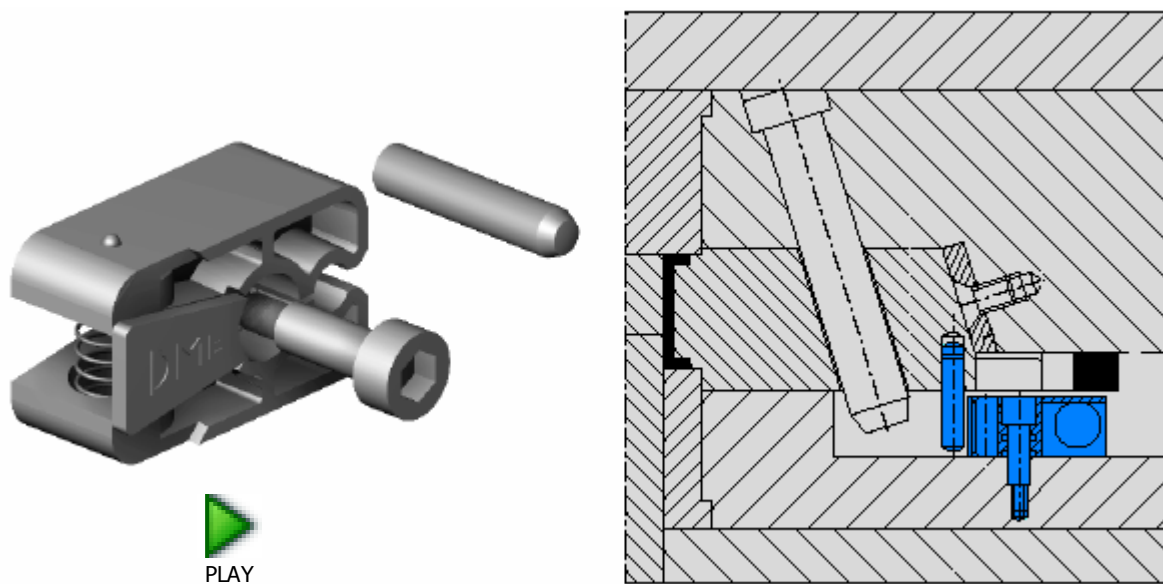
Hình 3.56 - Tháo lõi mặt bên bằng cam chốt xiên kết hợp lò xo.

- Một số kiểu chặn cử được chế tạo sẵn cho lõi mặt bên :

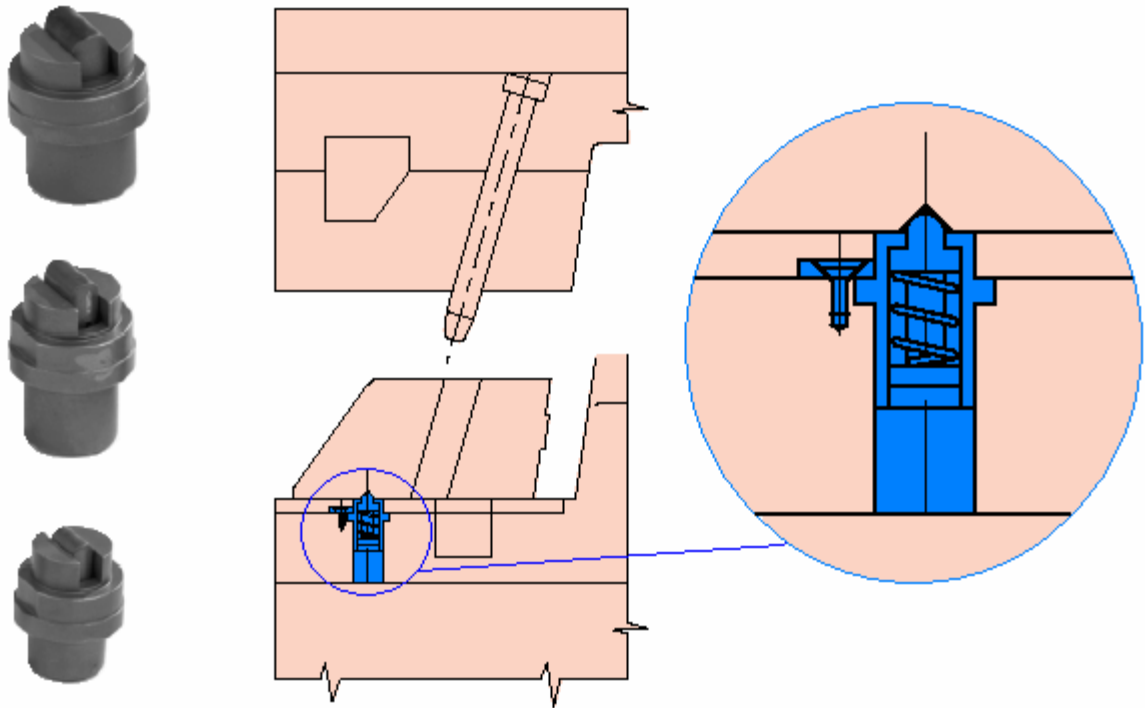
➤ Kiểu 1 :



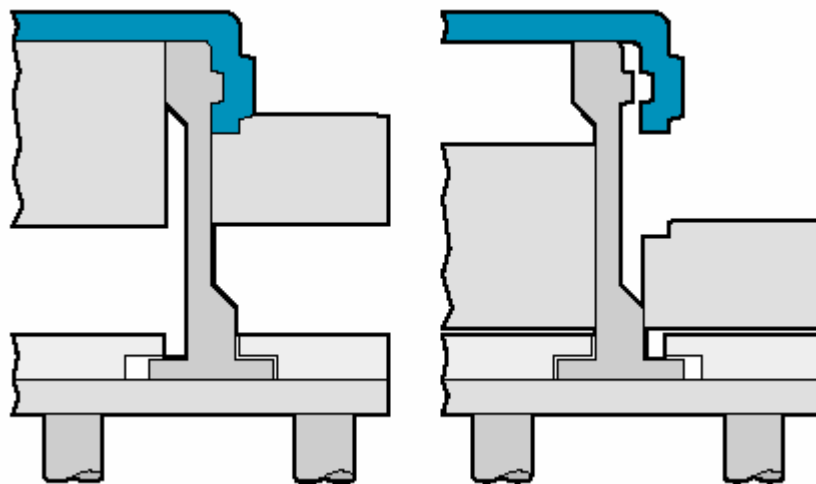
➤ Kiểu 2 :



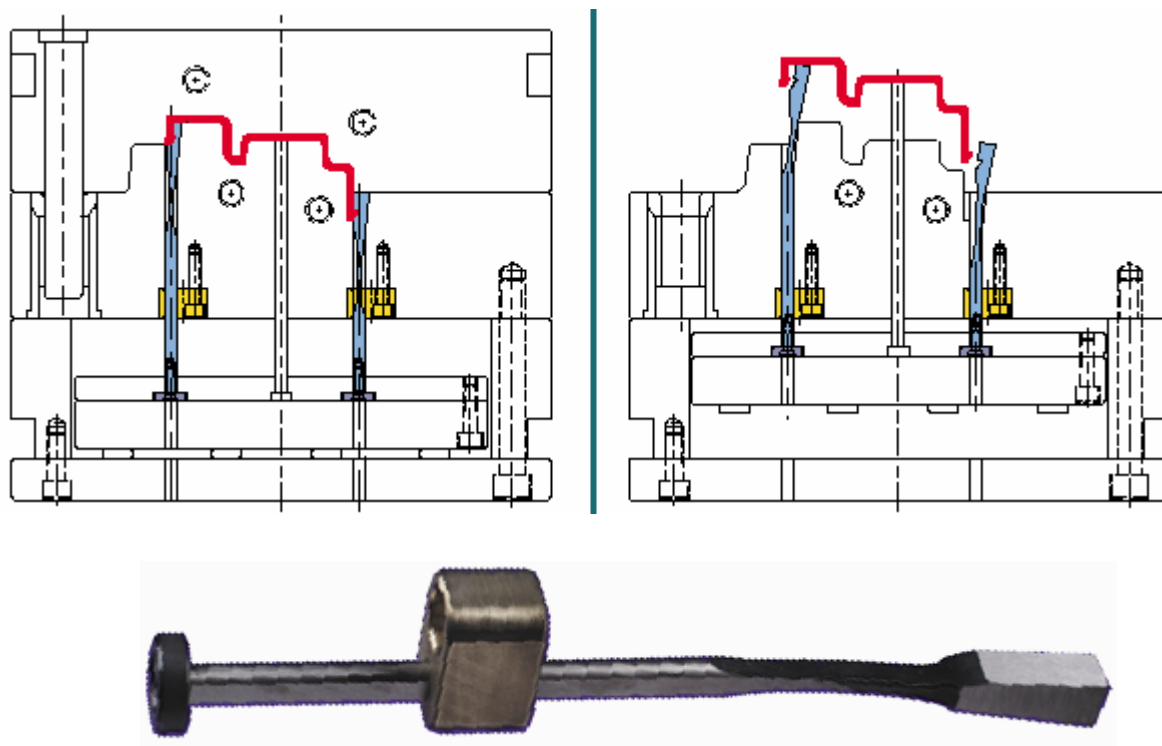
➤ Kiểu 3 : cốt sập hoặc bi sập (đôi khi để đơn giản hóa thiết kế người ta chỉ dùng một viên bi và một lò xo là đủ)



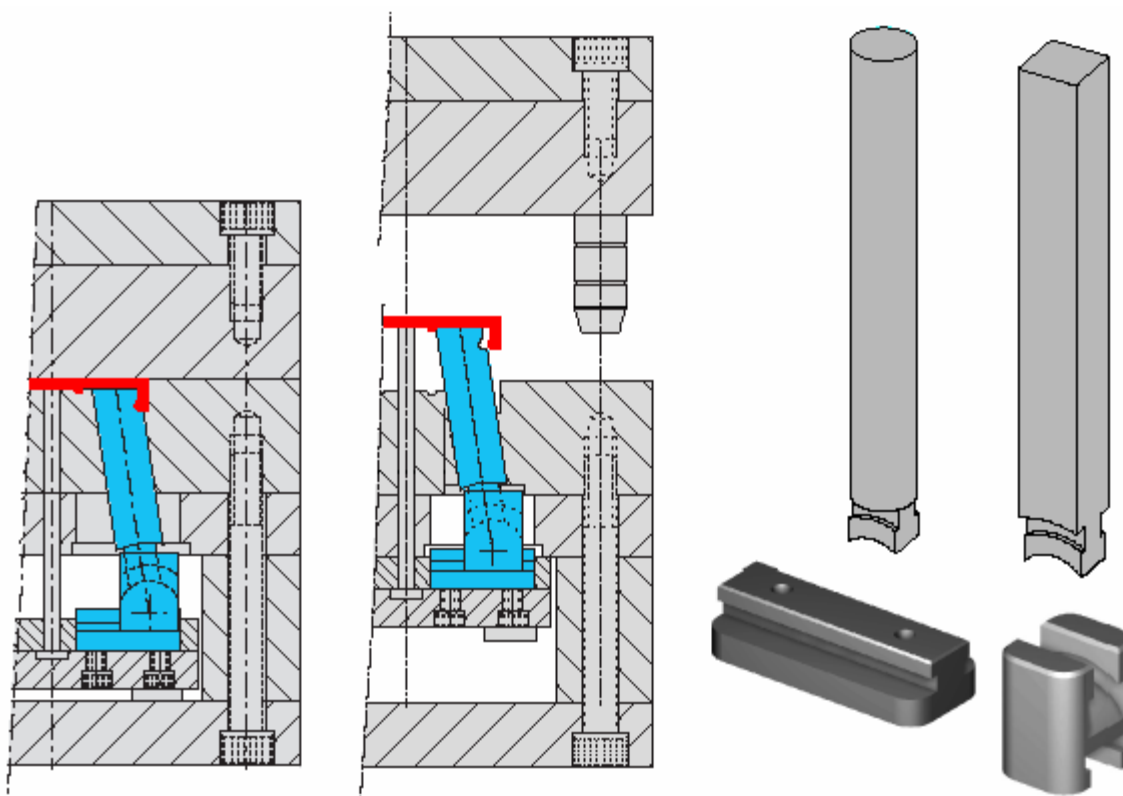
3.7.1.2. Chốt có mặt cam :



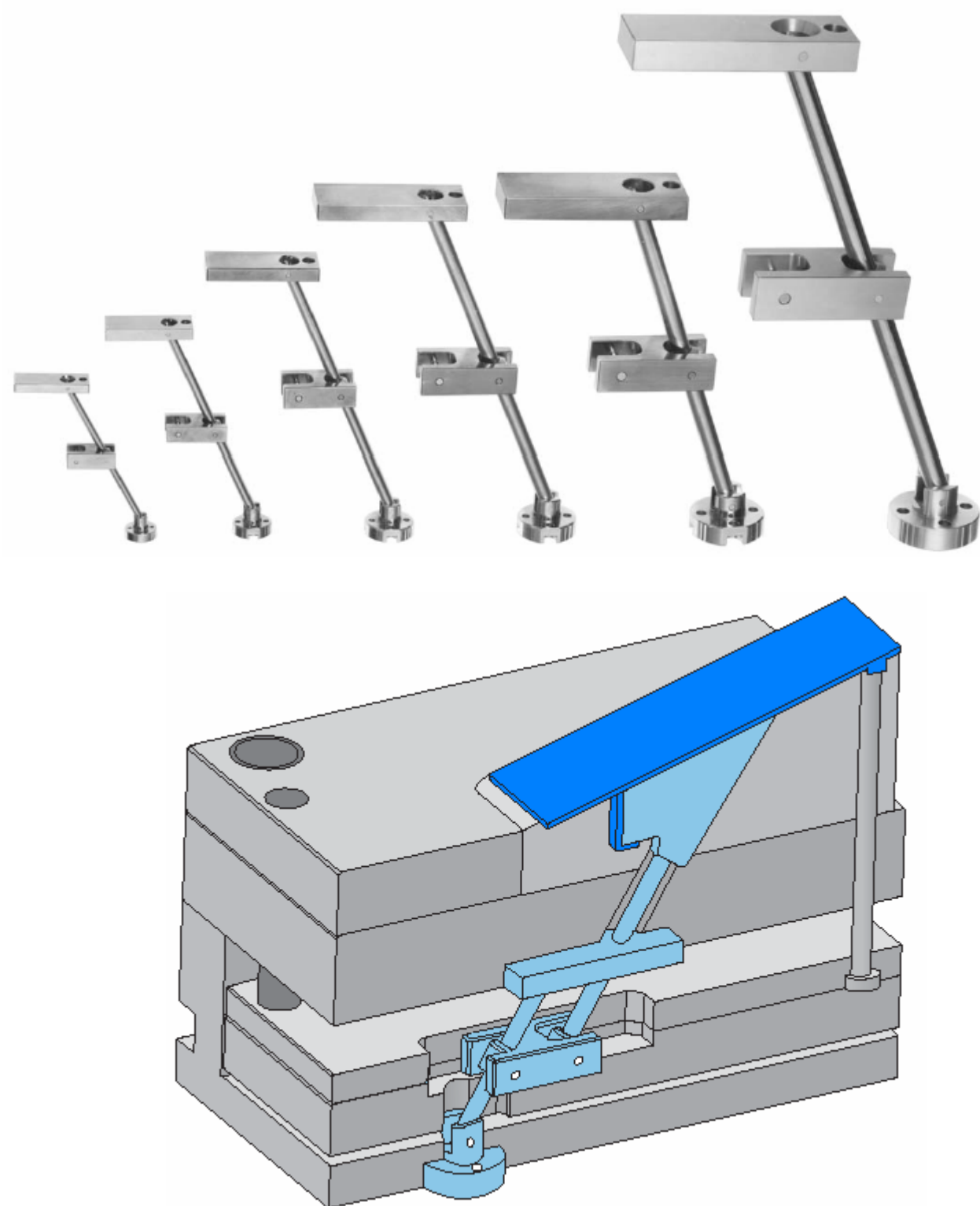
3.7.1.3. Chốt dẻo :



3.7.1.4. Chốt xiên :

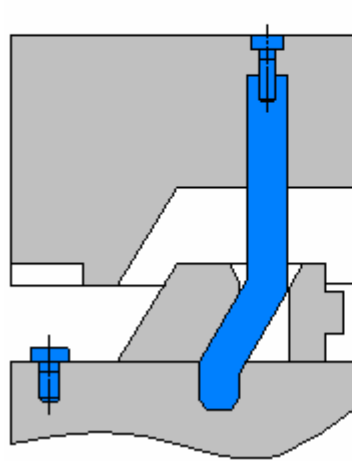


3.7.1.5. Chốt xiên kép :

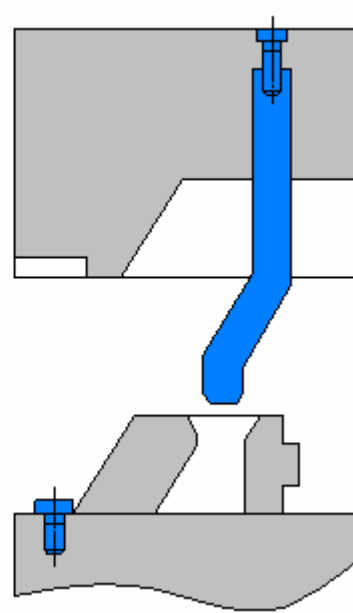


Hình 3.57 - Khuôn dùng chốt xiên kép.

3.7.1.6. Cam chân chó :

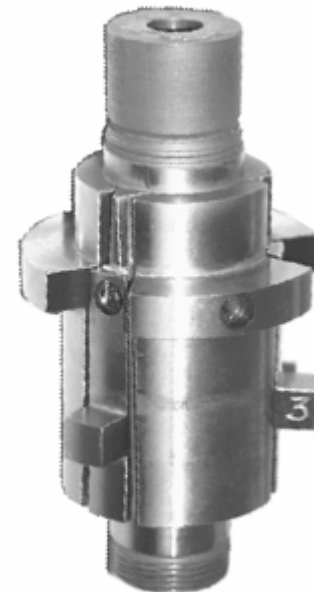
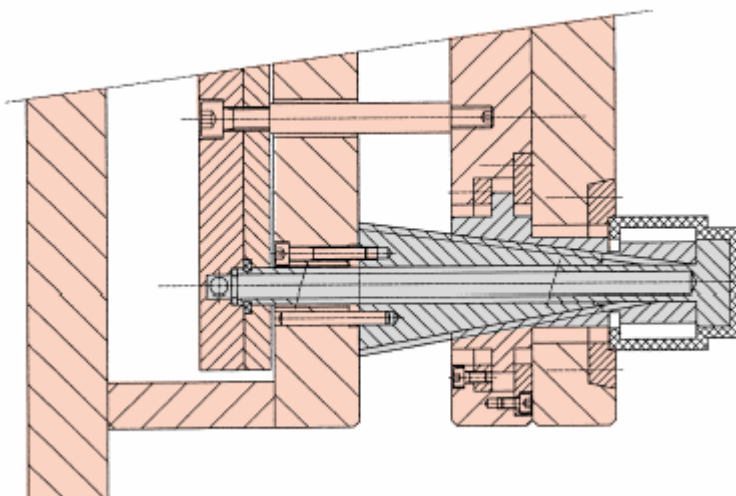
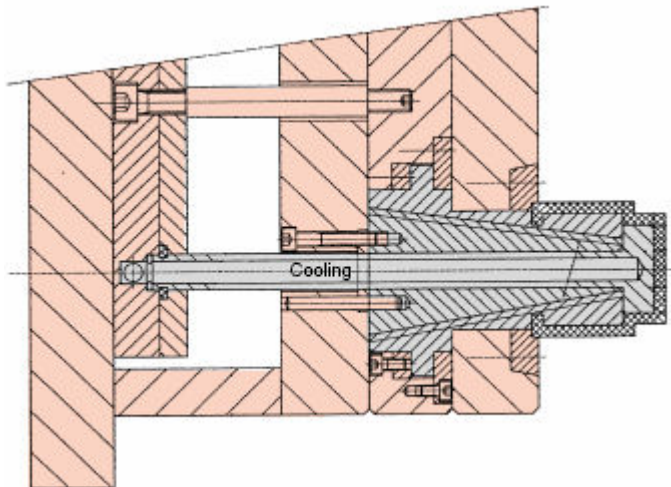


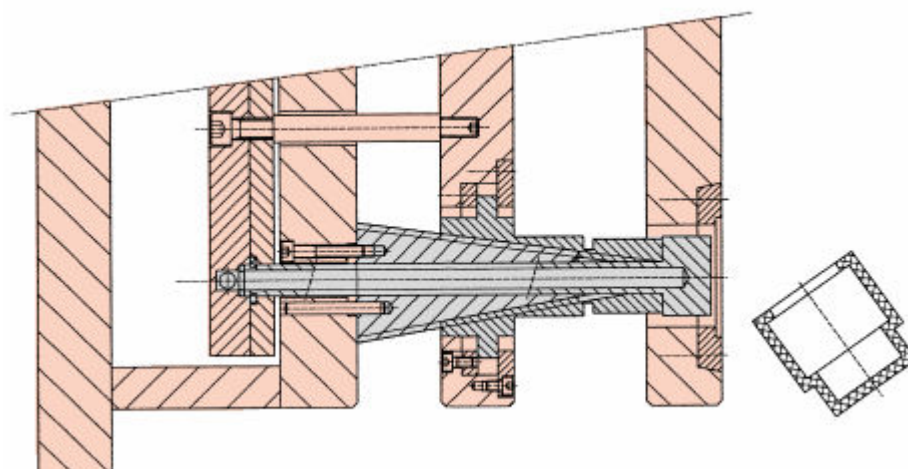
Khuôn bắt đầu mở



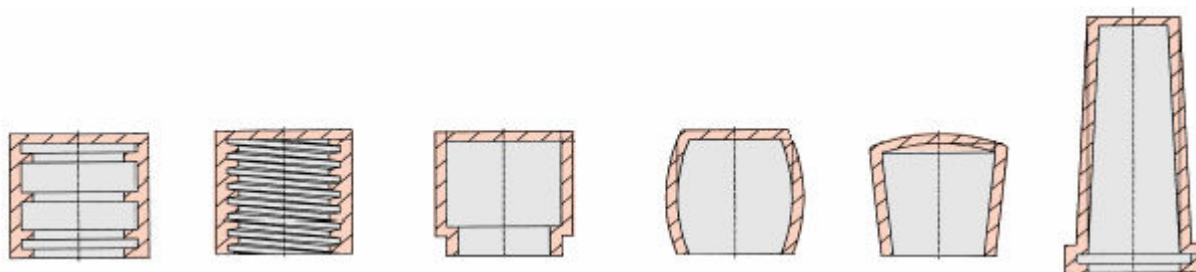
Khuôn mở hoàn toàn

3.7.1.7. Chốt tháo có lõi côn :

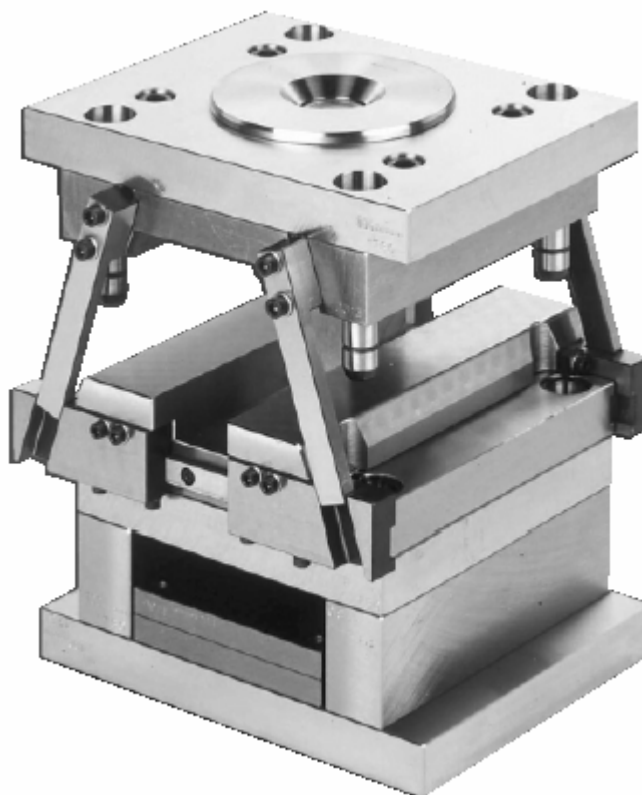




- Một số kiểu đầu tháo của chốt có lõi côn :

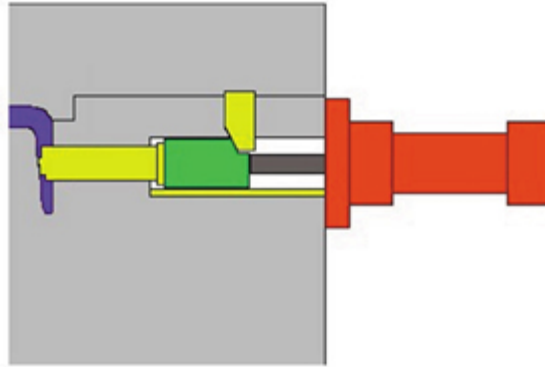


3.7.1.8. Trượt theo đường cam :



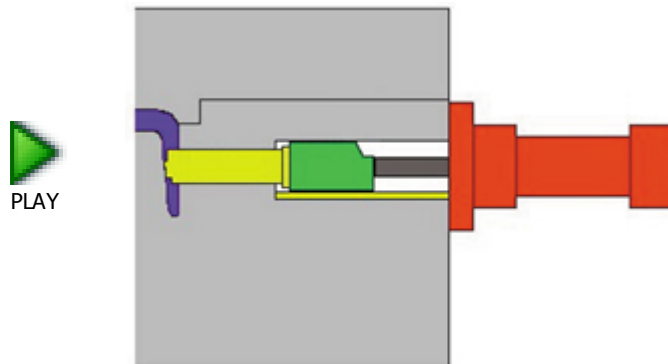
3.7.2. Thao lõi mặt bên bằng xylanh-pitông :

3.7.2.1. Kiểu có nêm khóa :



**3.7.2.2. Kiểu
khóa :**

không dùng nêm

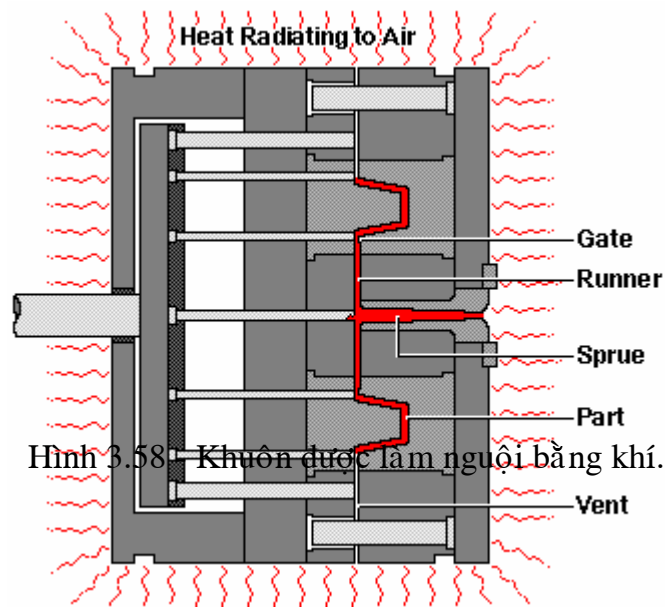


3.8. Hệ thống làm nguội khuôn :

Nhựa lỏng sau khi vào khuôn phải được làm nguội thật nhanh để đạt được hình dạng mà ta mong muốn. Nếu làm nguội khuôn không tốt thì nhựa nóng sẽ gia nhiệt cho khuôn và thế là quá trình định hình sẽ kéo dài làm tăng thời gian chu kỳ ép phun. Do đó, hệ thống làm nguội khuôn có vai trò hết sức quan trọng vì nó quyết định toàn bộ chu kỳ ép phun.

3.8.1. Các phương pháp làm nguội :

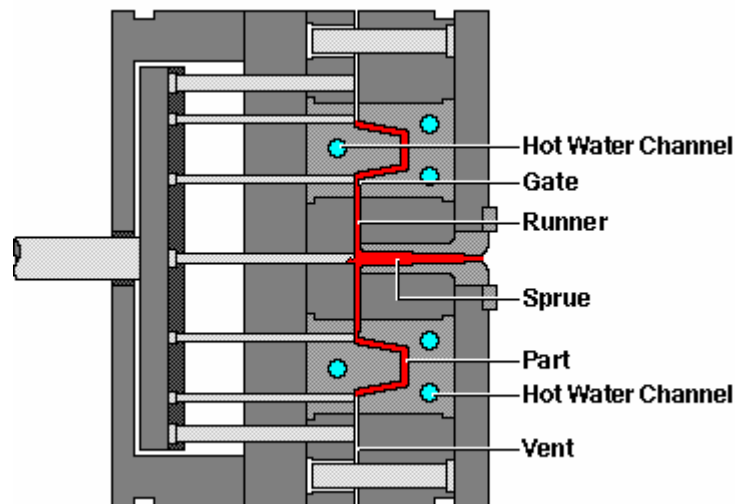
3.8.1.1. Làm nguội bằng khí : khuôn được làm nguội bằng khí nhờ vào sự bức xạ nhiệt của thép làm khuôn ra môi trường xung quanh.



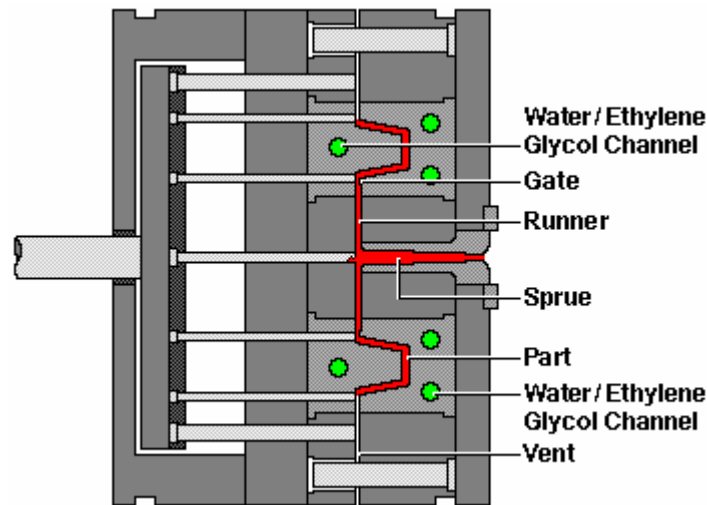
Hình 3.58 - Khuôn được làm nguội bằng khí.

3.8.1.2. Làm nguội bằng nước hoặc hỗn hợp ethylene glycol và nước :

Đây là phương pháp được dùng rộng rãi nhất hiện nay. Theo phương pháp này, khuôn được làm nguội nhờ vào các kênh dẫn chứa chất làm nguội được bố trí trong các tấm khuôn.



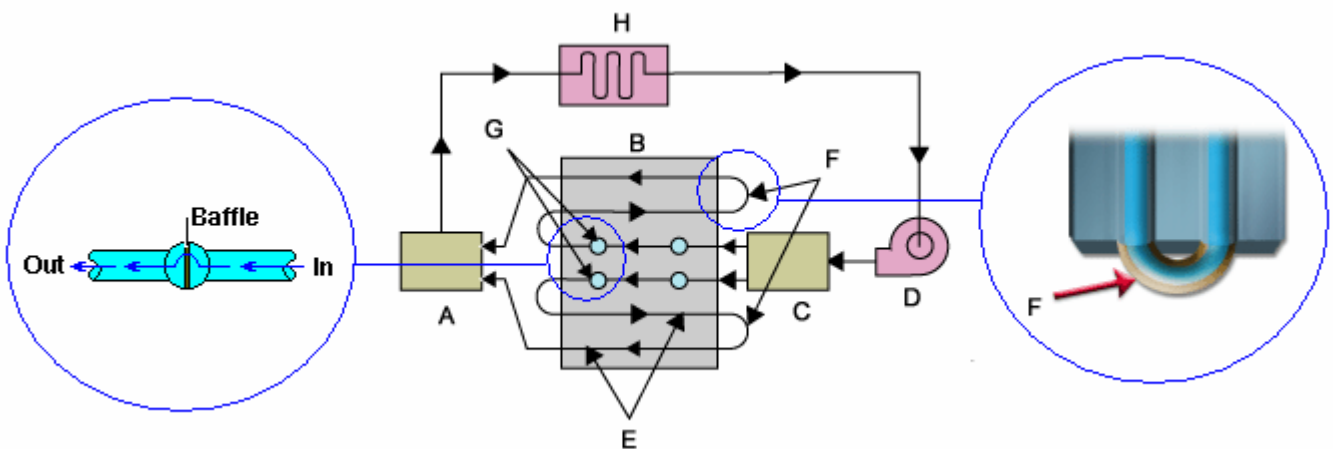
Hình 3.59 - Khuôn được làm nguội bằng nước.



Hình 3.60 - Khuôn được làm nguội bằng hỗn hợp Ethylene Glycol và nước.

3.8.2. Thiết kế hệ thống kênh làm nguội :

3.8.2.1. Các bộ phận trong hệ thống :



Hình 3.61 - Hệ thống làm nguội hoàn chỉnh.

A = Bể chứa (Collection manifold).

B = Khuôn (Mold).

C = Ống phân phối nước hoặc hỗn hợp làm nguội (Supply manifold).

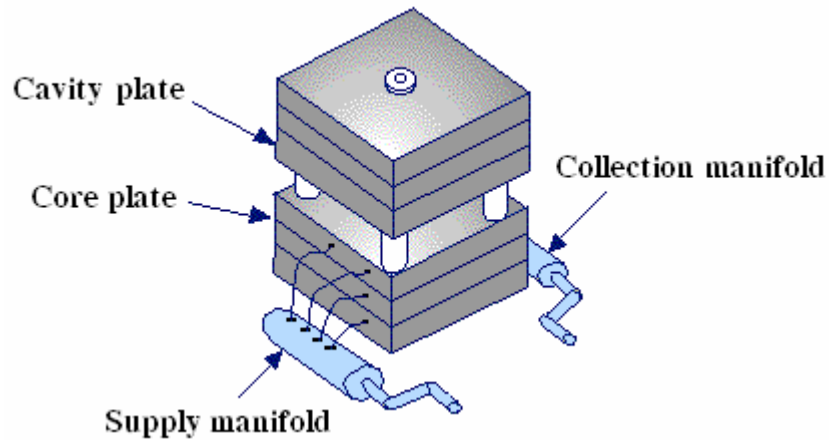
D = Bơm (Pump).

E = Kênh làm nguội (Regular Cooling Channels).

F = Ống dẫn (Hoses).

G = Vách làm nguội (Baffles).

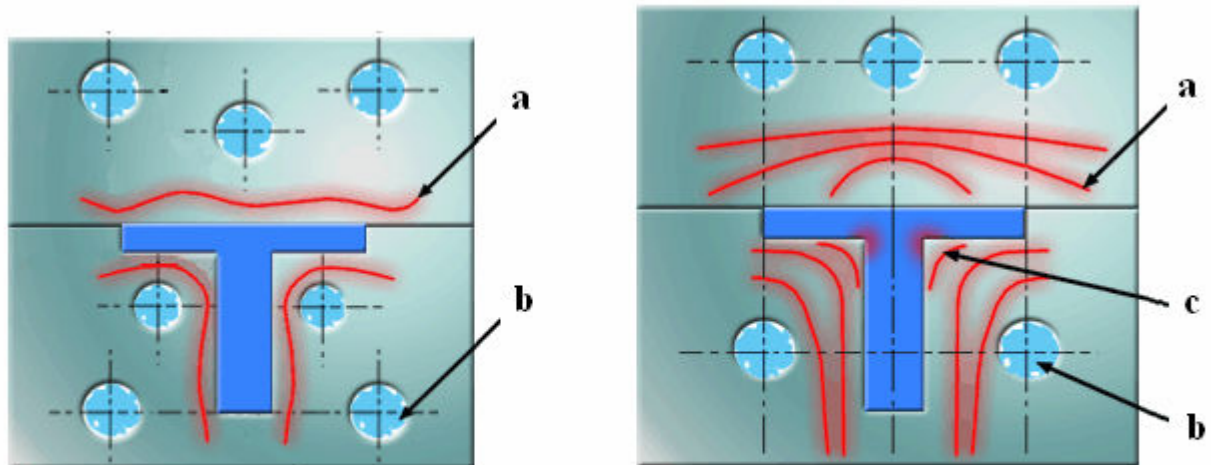
H = Bộ điều khiển nhiệt (Temperature controller).



Hình 3.62 - Hệ thống làm nguội trên khuôn.

3.8.2.2. Những điều cần lưu ý khi thiết kế :

- Đảm bảo làm nguội đồng đều toàn sản phẩm. Do đó, cần chú ý đến việc làm nguội những phần dày nhất của sản phẩm.



Làm nguội đều

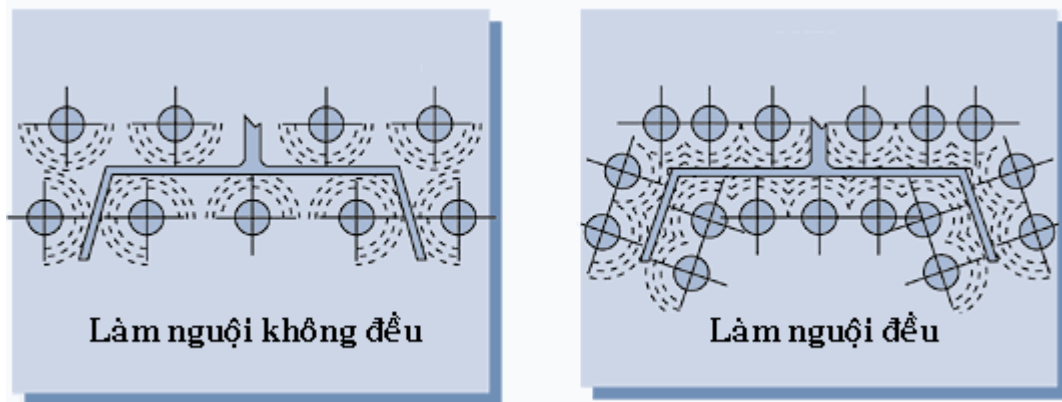
1)

Làm nguội không đều

a - Đường đẳng nhiệt

b - Kênh dẫn nguội

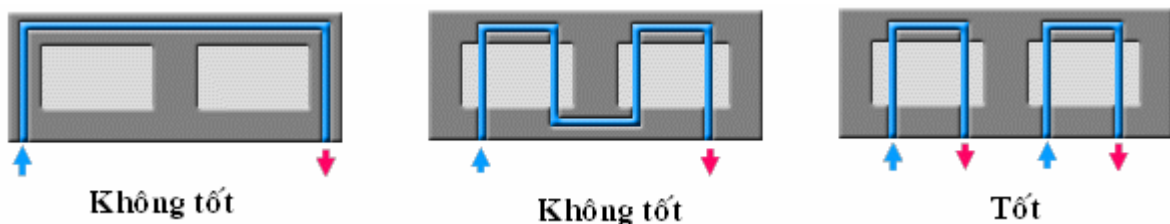
c - Điểm nóng



2)

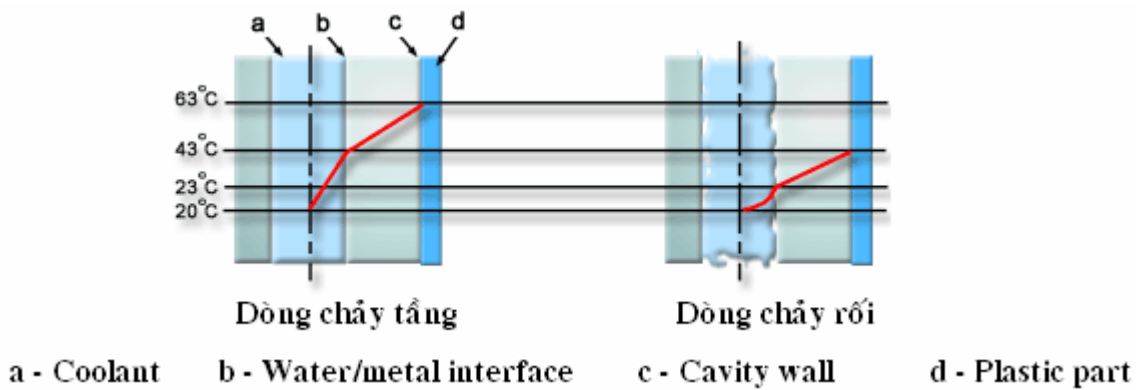
Hình 3.63 - 1), 2) : Bố trí kênh dẫn nguội làm nguội đều sản phẩm.

- Kênh làm nguội nên được đặt gần mặt lòng khuôn khi có thể để làm nguội tốt hơn.
- Đường kính kênh làm nguội (thường lớn hơn 8mm) nên không đổi trên toàn bộ chiều dài kênh để tránh cản dòng vì sự ngắt nghẽn sẽ làm trao đổi nhiệt không tốt.
- Nhiệt chênh lệch giữa đầu vào và đầu ra (Δt) nên nằm trong khoảng 2-3⁰C. Thông thường, nhiệt độ dầu vào nên thấp hơn nhiệt độ khuôn mà ta mong muốn là 10 - 20⁰. Nhiệt chênh lệch giữa chất làm nguội và thành kênh làm nguội nên nằm trong khoảng 2-5⁰C là tốt nhất. (theo tài liệu Moldflow).
- Nên chia kênh làm nguội thành nhiều vòng làm nguội. Không nên thiết kế chiều dài kênh làm nguội quá dài vì dễ dẫn đến mất áp và tăng nhiệt trên nó khiến Δt vượt quá 3⁰C.



Hình 3.64 - Kênh dẫn nguội không nên quá dài.

- Kênh làm nguội phải được khoan để có độ nhám tạo ra sự chảy rối bên trong kênh. Dòng chảy rối sẽ trao đổi nhiệt tốt hơn dòng chảy không rối (chảy tầng) từ 3 -5 lần.



Hình 3.65 - Dòng chảy rối trao đổi nhiệt tốt hơn.

Dòng chảy rối được đặc trưng bởi số Reynold. Khi số Reynold >10000 ta có dòng chảy rối. Ta có thể tham khảo bảng sau để xác định trạng thái dòng chảy.

Số Reynold	Trạng thái dòng chảy
$Re > 10000$	Chảy rối
$2300 < Re < 10000$	Chuyển tiếp
$100 < Re < 2300$	Chảy tầng
$Re < 100$	Ứ đọng

Số Reynold có thể được tính theo công thức sau :

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot d}{\eta}$$

trong đó : ρ : tỷ trọng riêng của chất làm nguội (kg/m^3).

U : vận tốc trung bình của dòng chất làm nguội (m/s).

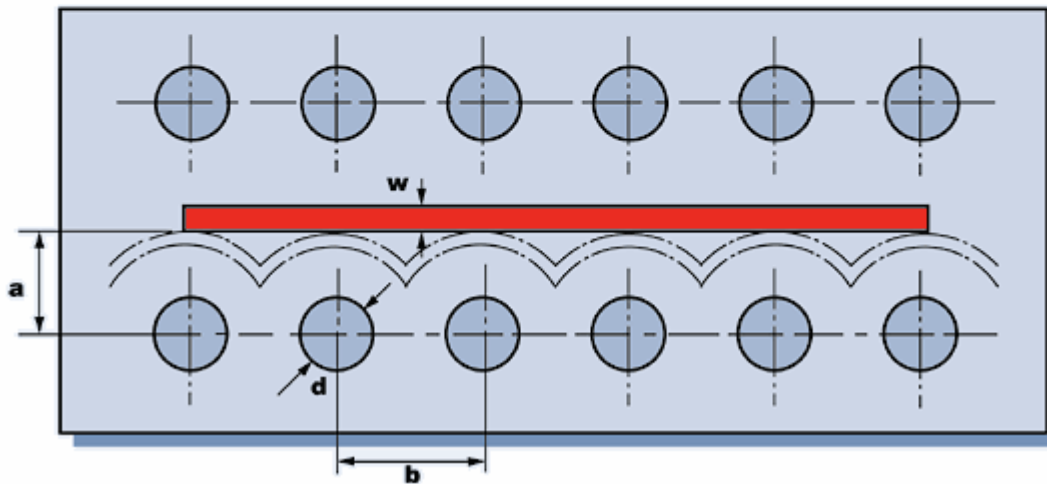
d : đường kính kênh làm nguội (m).

η : hệ số nhớt của chất làm nguội (m^2/s).

- Cần xem xét độ bền cơ của tấm khuôn khi khoan các kênh làm nguội.

3.8.2.3. Kích thước kênh làm nguội cho thiết kế :

"w"	"d"	"a"	"b"
<i>wall thickness of the product mm (in)</i>	<i>diameter of the cooling channels mm (in)</i>	<i>center distance with respect to mold cavity</i>	<i>center distances between cooling channels</i>
2 (0.08)	8-10 (0.31-0.40)		
2-4 (0.08-0.16)	10-12 (0.40-0.47)	2-2.5d	2 - 3d
4-6 (0.16-0.24)	12-14 (0.47-0.55)		

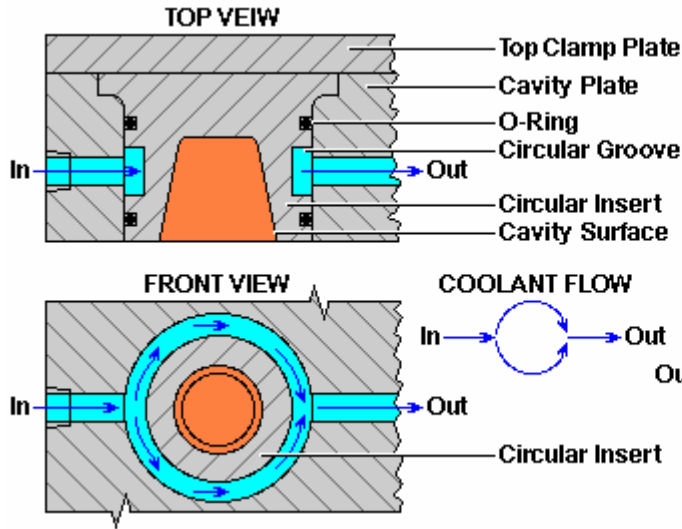


Hình 3.66 - Kích thước kênh làm nguội cho thiết kế.

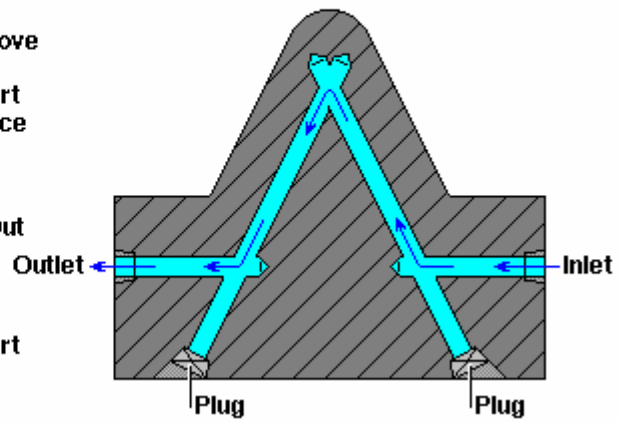
3.8.2.4. Các chi tiết khuôn cần làm nguội :

a) Lõi khuôn và lòng khuôn (chày khuôn và cối khuôn) :

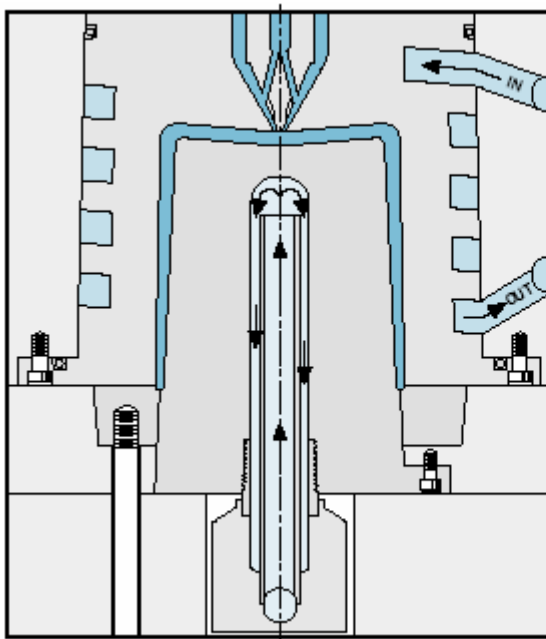
Trong quá trình ép phun, lõi khuôn và lòng khuôn luôn tiếp xúc trực tiếp với nhựa nóng. Do đó, nếu muốn sản phẩm nguội nhanh, thời gian làm nguội ngắn lại, giảm chu kỳ ép phun thì nhất thiết ta phải làm nguội chúng.



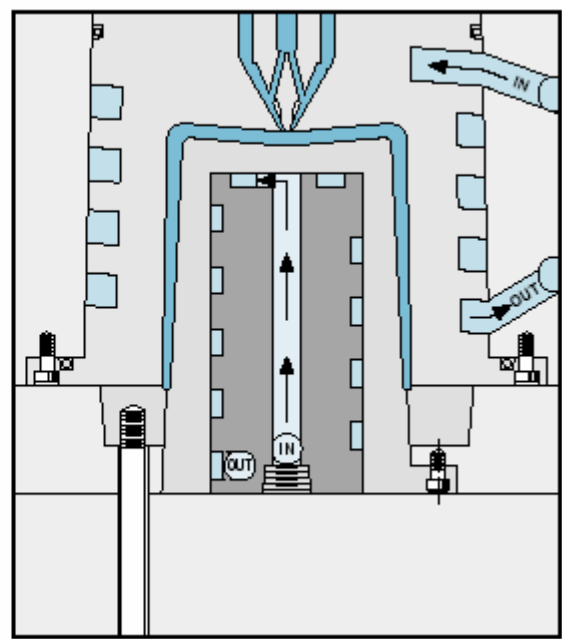
Hình 3.67 - Làm nguội lòng khuôn.



Hình 3.68 - Làm nguội lõi.



a)



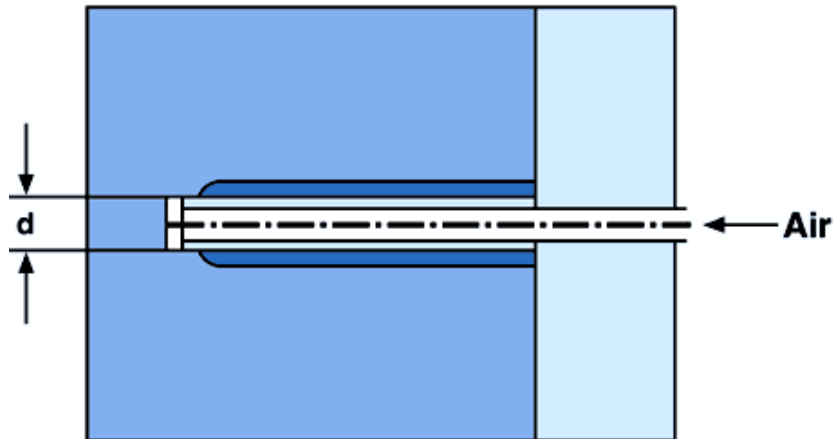
b)

Hình 3.69 - a) - Làm nguội lõi khuôn và lòng khuôn bằng kênh làm nguội xoắn ốc kết hợp với vách làm nguội dạng tròn.

b) - Làm nguội lõi khuôn và lòng khuôn bằng kênh làm nguội dạng xoắn ốc.

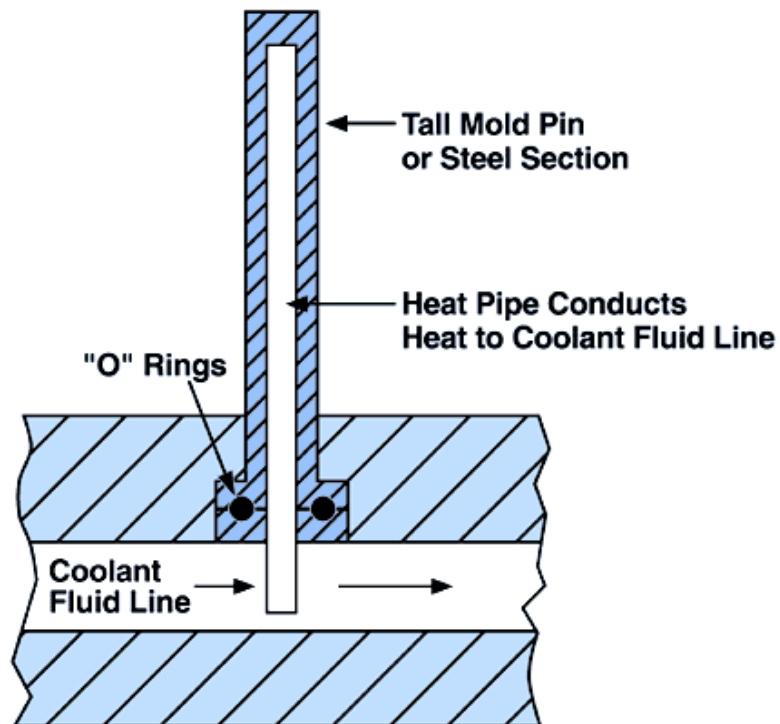
b) Chốt (hay lõi khuôn có kích thước nhỏ) :

- Đối với những chốt quá nhỏ ta có thể dùng khí để làm nguội chốt hoặc dùng hẫn chốt làm bằng đồng hay đồng-beryllium (vì giải nhiệt tốt).



Hình 3.70 - Làm nguội bằng khí.

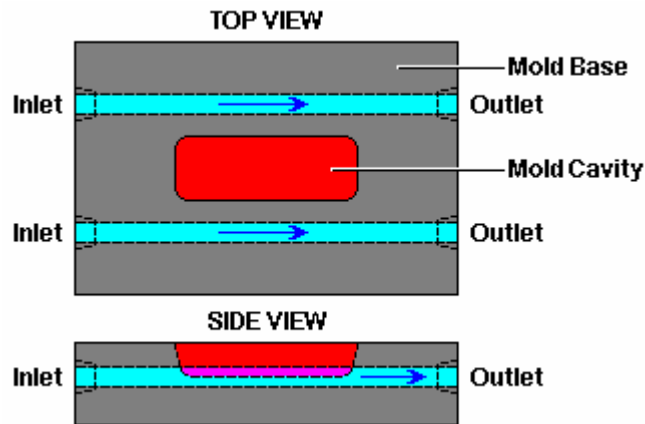
- Đối với những chốt lớn hơn ($d \geq 40\text{mm}$) ta có thể dùng ống dẫn nhiệt từ chốt xuống kênh làm nguội để giải nhiệt.



Hình 3.71 - Làm nguội bằng ống dẫn nhiệt.

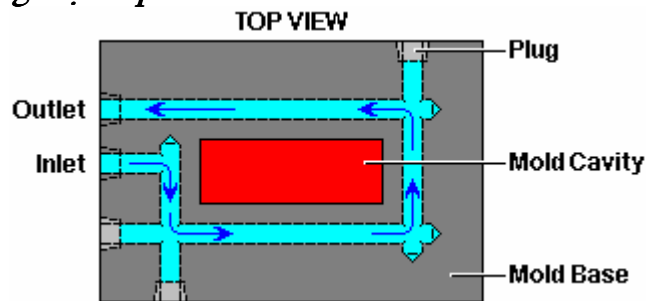
3.8.2.5. Các kiểu bố trí kênh làm nguội :

a) Bố trí theo từng kênh riêng biệt :



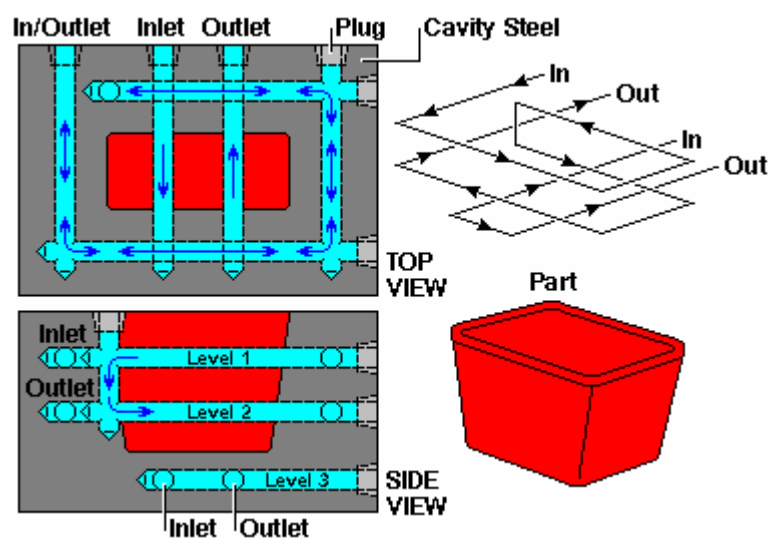
Hình 3.72 - Kiểu bố trí kênh nguội theo từng kênh riêng biệt.

b) Bố trí kiểu vòng một cấp :



Hình 3.73 - Kiểu bố trí kênh nguội dạng vòng một cấp.

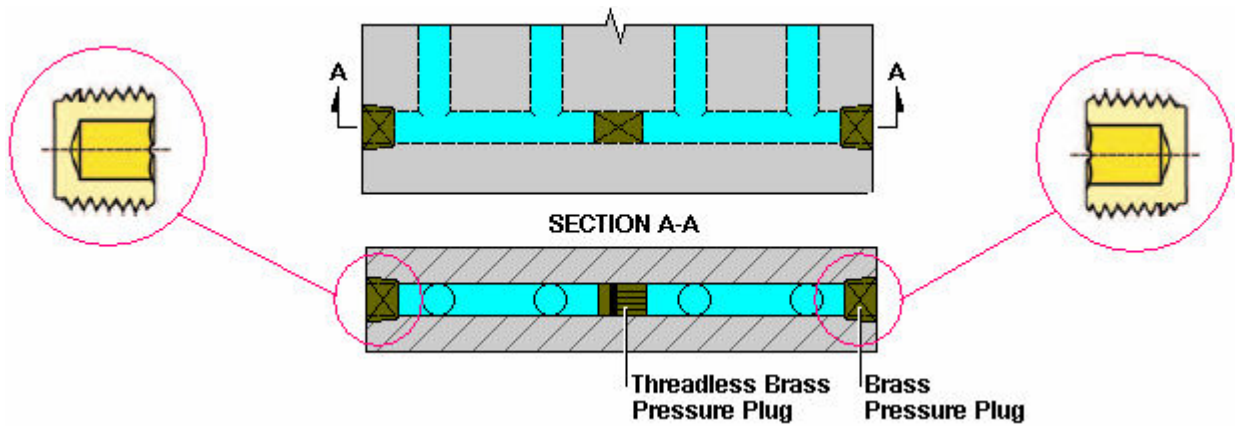
c) Bố trí kiểu vòng nhiều cấp :



Hình 3.74 - Kiểu bố trí kênh nguội dạng vòng nhiều cấp.

3.8.2.6. Các chi tiết dùng trong hệ thống làm nguội :

a) Các nút chỉnh dòng (Pressure plugs) : dùng để khóa hoặc điều khiển dòng chảy của chất làm nguội trong kênh làm nguội theo ý muốn của người thiết kế.

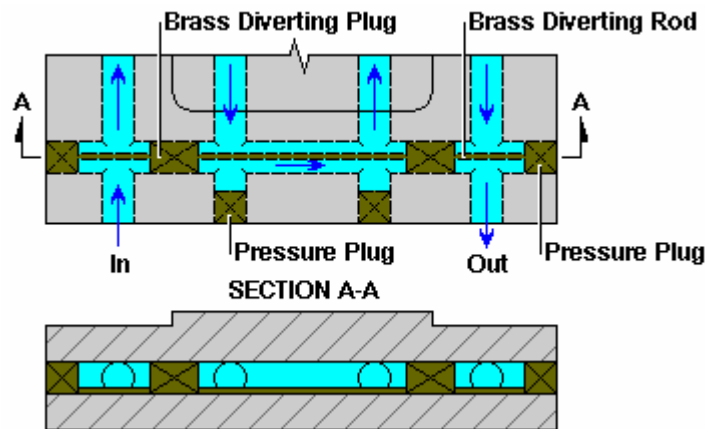


Hình 3.75 - Các nút chỉnh dòng được lắp trên khuôn.

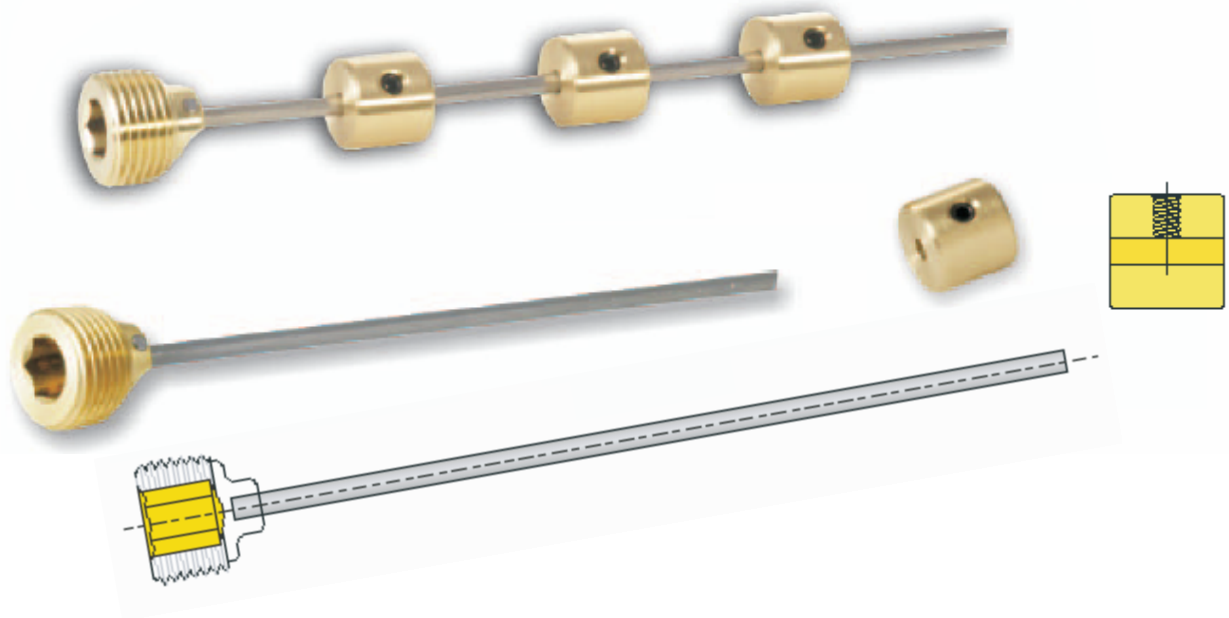


Hình 3.76 - Một số loại nút chỉnh dòng.

b) Nút và que làm chệch hướng dòng (Diverting plug and Rod) :

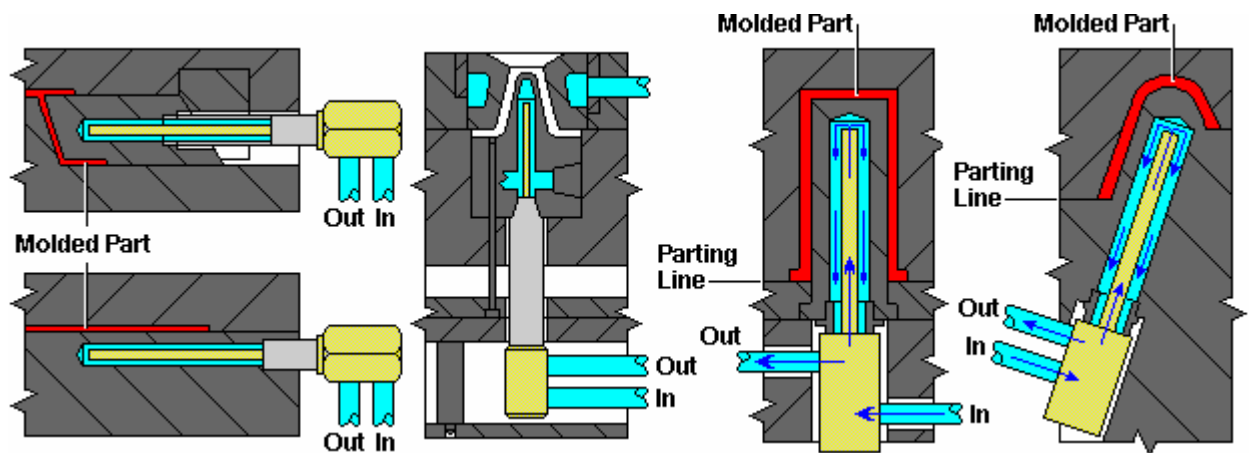


Hình 3.77 - Nút và que làm chệch hướng trên khuôn.



Hình 3.78 - Một loại nút và que làm lệch hướng dòng.

c) **Cascade water junction** : dùng để làm nguội các lõi được cấy vào khuôn hoặc ở những vùng khó thiết kế kênh làm nguội.

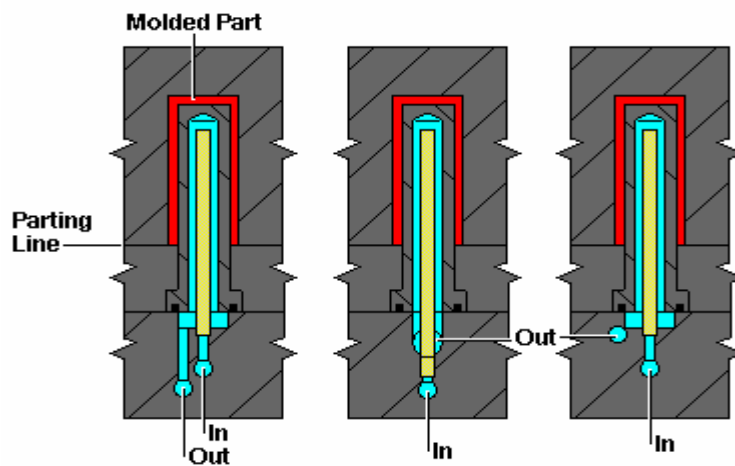


Hình 3.79 - Làm nguội bằng Cascade water junction.



Hình 3.80 - Một số loại Cascade water junction.

d) Vách tròn (Bubbler tube) : là loại ống dùng để làm nguội những lõi nhỏ được cấy vào khuôn.

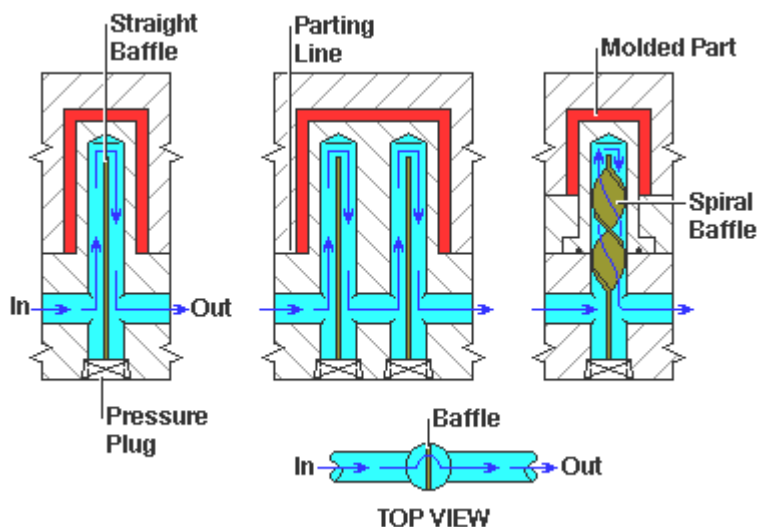


Hình 3.81 - Làm nguội bằng vách tròn.



Hình 3.82 - Một số loại vách tròn.

e) Vách phẳng hoặc vách xoắn (Baffle or Spiral baffle) : dùng để chia lỗ khoan làm nguội ra thành hai phần. Các vách phẳng sẽ giúp chất làm nguội chạy lên xuống bên trong các lỗ khoan và tạo ra dòng chảy rối bên trong chúng để giúp quá trình làm nguội diễn ra nhanh hơn.

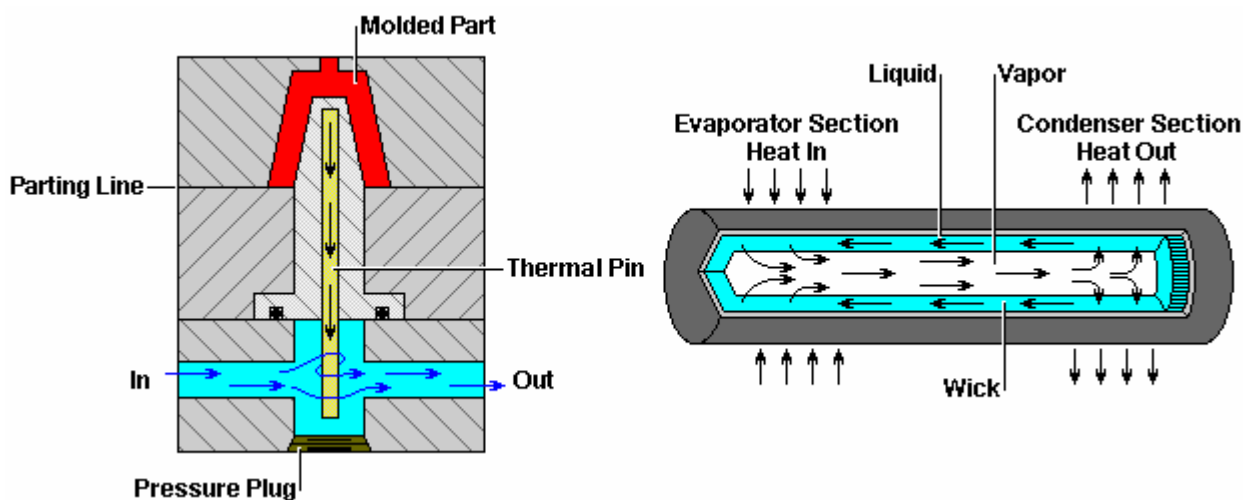


Hình 3.83 - Làm nguội bằng vách phẳng và vách xoắn.



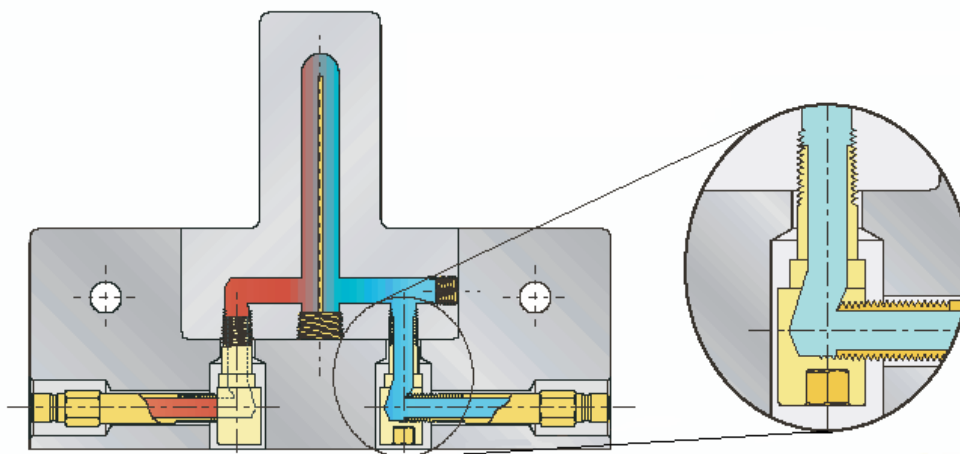
Hình 3.84 - Một số loại vách phẳng và vách xoắn.

f) Ống dẫn nhiệt (Thermal pin) : dùng để làm nguội lõi cấy hoặc các lõi trực mặt bên ...



Hình 3.85 - Làm nguội bằng ống dẫn nhiệt.

g) Đầu nối chuyển tiếp (Elbow) : dùng để nối các đoạn gấp khúc của kênh làm nguội.

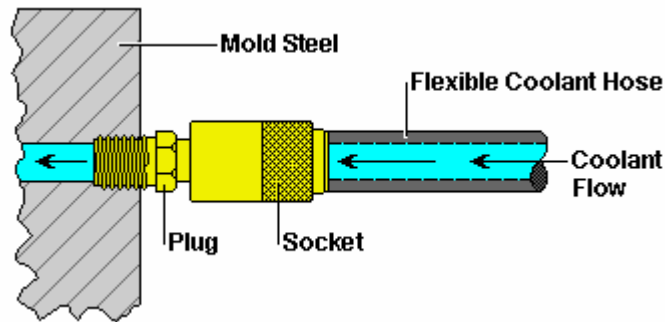


Hình 3.86 - Các đoạn gấp khúc của kênh làm nguội dùng đầu nối chuyển tiếp.



Hình 3.87 - Một số loại đầu nối chuyển tiếp.

h) Đầu nối (Connector) : dùng kết nối ống dẫn chất làm nguội với kênh làm nguội.

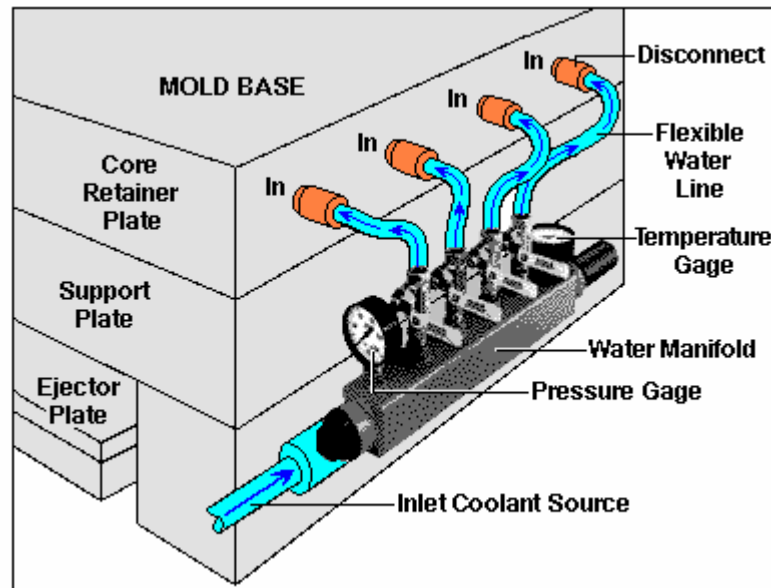


Hình 3.88 - Đầu nối trên khuôn.

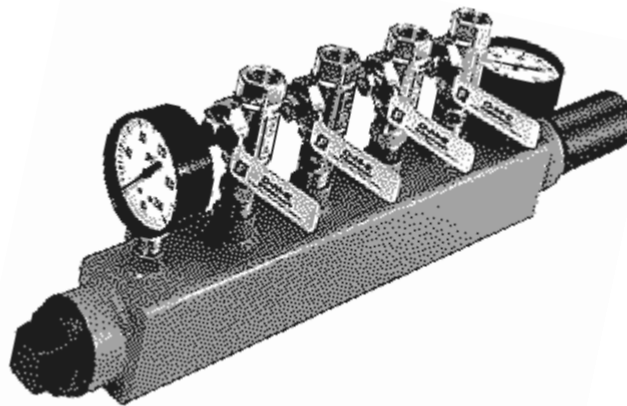


Hình 3.89 - Một số loại đầu nối.

i) Ống phân phối chất làm nguội :



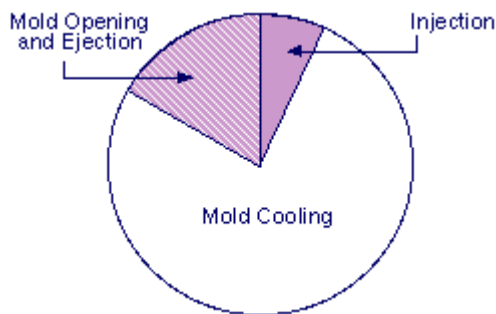
Hình 3.90 - Ống phân phối được lắp trên khuôn.



Hình 3.91 - Một loại ống phân phối có đồng hồ đo áp.

3.8.3. Thời gian làm nguội :

Thời gian làm nguội chiếm khoảng 70 - 80% chu kỳ ép phun. Do đó, để giảm phần lớn thời gian chu kỳ ta cần giảm thời gian làm nguội (xem mục 5.1.3).



Hình 3.92 - Thời gian làm nguội chiếm phần lớn thời gian chu kỳ.

Thời gian làm nguội có thể được tính theo công thức sau :

$$t_{\text{nguội}} = \frac{(\text{Bề dày lớn nhất của sản phẩm})^2}{\text{Hệ số khuếch tán nhiệt}}$$

trong đó :

$t_{\text{nguội}}$: thời gian làm nguội (s).

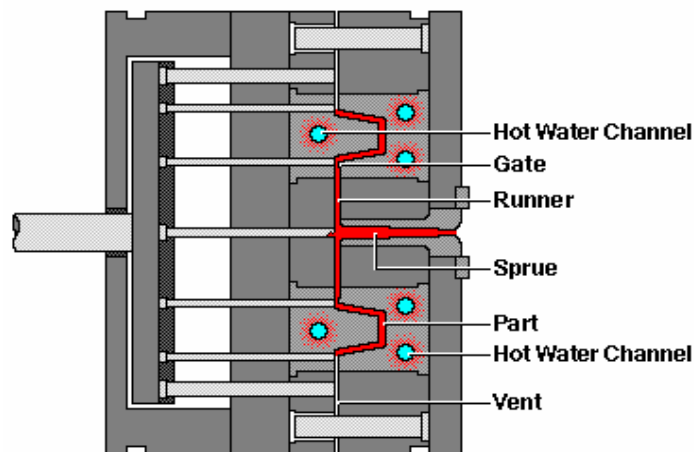
$$\text{hệ số khuếch tán nhiệt } a = \frac{K}{\rho \cdot C_p} \quad \left| \begin{array}{l} K : \text{hệ số truyền nhiệt của nhựa } \left(\frac{W}{m \cdot K} \right). \\ \rho : \text{tỉ trọng riêng của nhựa } (kg/m^3). \\ C_p : \text{nhiệt dung riêng của nhựa } \left(\frac{J}{kg \cdot K} \right). \end{array} \right.$$

3.9. Hệ thống gia nhiệt :

Đối với một số loại nhựa cần nhiệt độ cao mới có thể chảy dẻo tốt trong khuôn và điền đầy toàn bộ lòng khuôn thì ta cần phải gia nhiệt thêm cho khuôn. Các môi chất gia nhiệt thường dùng là nước nóng, dầu nóng và hơi nước. Trong đó, nước nóng là môi chất phổ biến nhất được dùng gia nhiệt cho khuôn có kênh dẫn nguội. Nguồn nhiệt do một hệ thống không nằm trên máy ép phun cung cấp (đối với khuôn cần làm nguội thì hệ thống cung cấp môi chất làm nguội nằm trên máy ép phun).

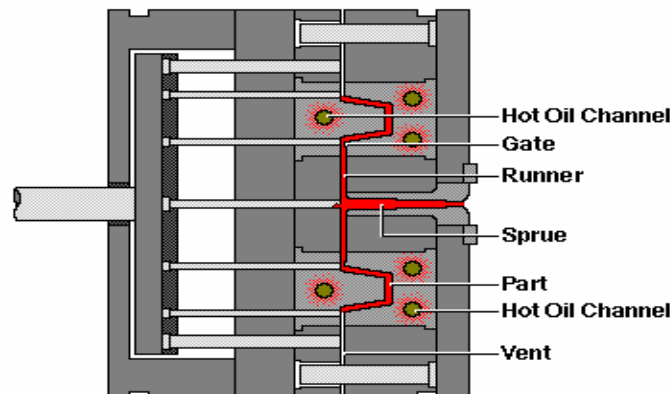
3.9.1. Các phương pháp gia nhiệt :

3.9.1.1. Gia nhiệt bằng nước nóng : kênh dẫn nước nóng được khoan quanh lòng khuôn và lõi khuôn. Nước nóng được gia nhiệt và điều khiển nhiệt bởi điện trở nhiệt.



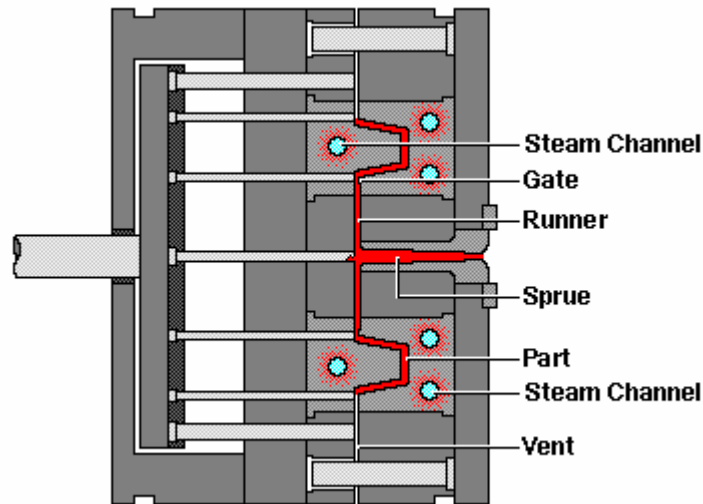
Hình 3.93 - Khuôn được gia nhiệt bằng nước nóng.

3.9.1.2. Gia nhiệt bằng dầu nóng : giống phương pháp gia nhiệt bằng nước nóng nhưng môi chất được dùng ở đây là dầu nóng.



Hình 3.94 - Khuôn được gia nhiệt bằng dầu.

3.9.1.3. Gia nhiệt bằng hơi nước : phương pháp gia nhiệt này ít khi được dùng cho khuôn có kênh dẫn nguội vì khó điều khiển nhiệt độ và không an toàn.



Hình 3.95 - Khuôn được gia nhiệt bằng hơi nước.

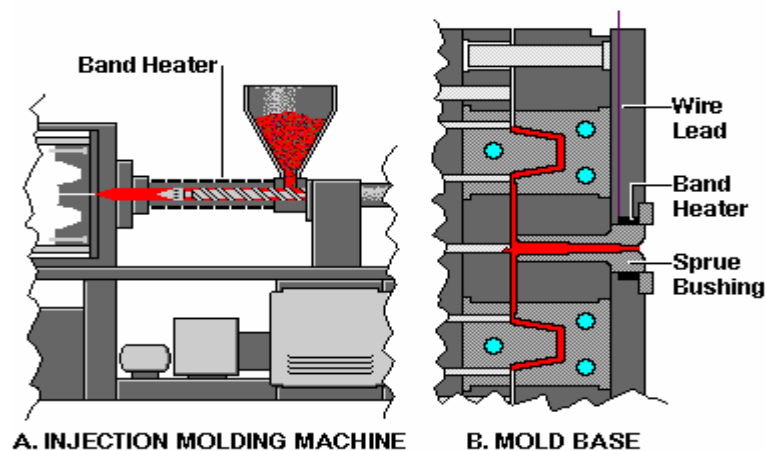
3.9.2. Các chi tiết dùng trong hệ thống :

3.9.2.1. Băng gia nhiệt :

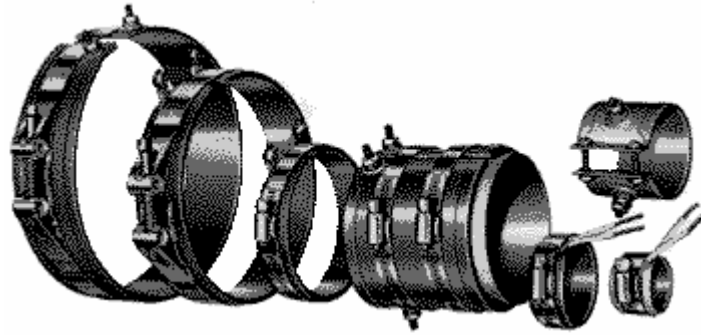
Có hai loại băng gia nhiệt : một loại dùng trên máy ép phun và một loại dùng trên khuôn. Cả hai loại đều có thể cấp nhiệt đến $900^{\circ}\text{F} \approx 482^{\circ}\text{C}$

+ Loại dùng trên máy ép phun : dùng để gia nhiệt cho khoang chứa liệu và vòi phun.

+ Loại dùng trên khuôn : dùng để gia nhiệt quanh bạc cuống phun để tránh sự đông đặc sớm của nhựa nóng bên trong nó.



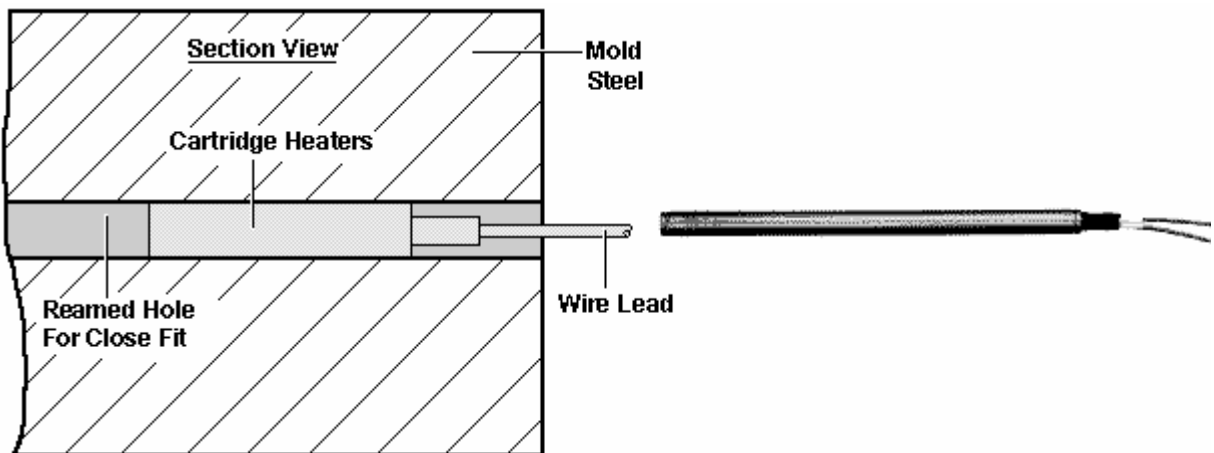
Hình 3.96 - Các băng gia nhiệt trên máy ép phun và trên khuôn.



Hình 3.97 - Các băng gia nhiệt.

3.9.2.2. Cartridge heater :

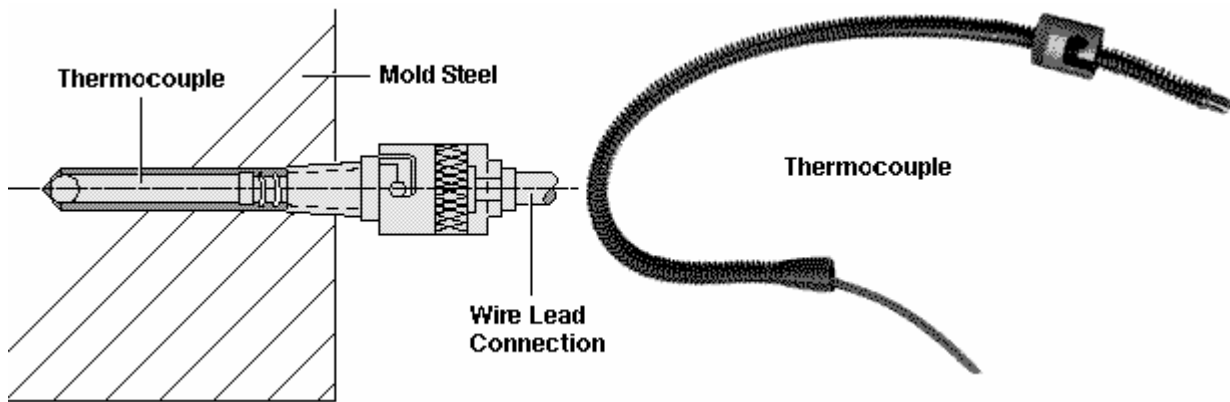
Các cartridge heater dùng để tăng nhiệt ở một vùng nào đó trên khuôn, có thể là lòng khuôn hoặc lõi khuôn ...Chúng thường được dùng để gia nhiệt cho khuôn ép nhựa nhiệt dẻo hay các khuôn có kênh dẫn nóng. Để gia nhiệt cho khuôn thì các cartridge heater được nối với một môđun điều khiển nhiệt.



Hình 3.98 - Cartridge heater.

3.9.2.3. Cặp nhiệt điện (Thermo-couple) :

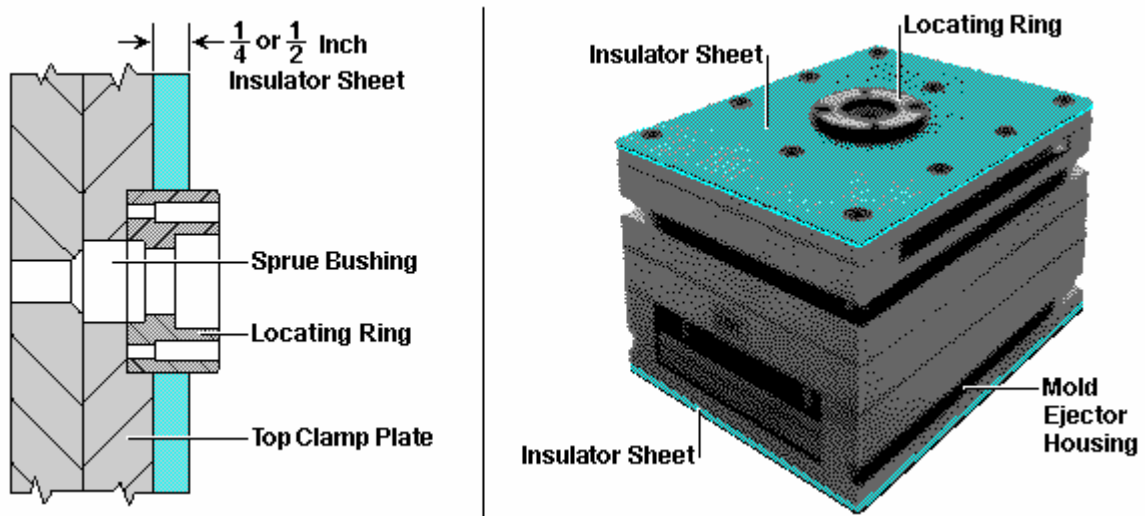
Cặp nhiệt điện dùng để đo nhiệt các vùng quanh trục vít hay vòi phun và các tấm khuôn. Đôi khi một số loại băng gia nhiệt cũng sẵn có cặp nhiệt điện bên trong để việc lắp đặt thuận tiện hơn.



Hình 3.99 - Cặp nhiệt điện.

3.9.2.4. Lớp cách nhiệt (insulator sheet) :

Lớp cách nhiệt thường được dùng trong khuôn cần nhiệt độ cao để ngăn sự mất nhiệt do sự truyền nhiệt giữa tấm kẹp và tấm cố định hay giữa tấm di động và mặt đáy

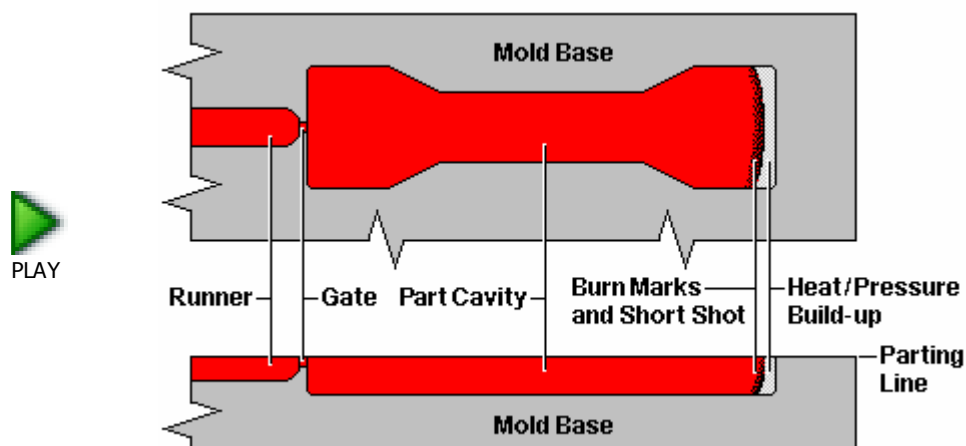


của tấm đáy.

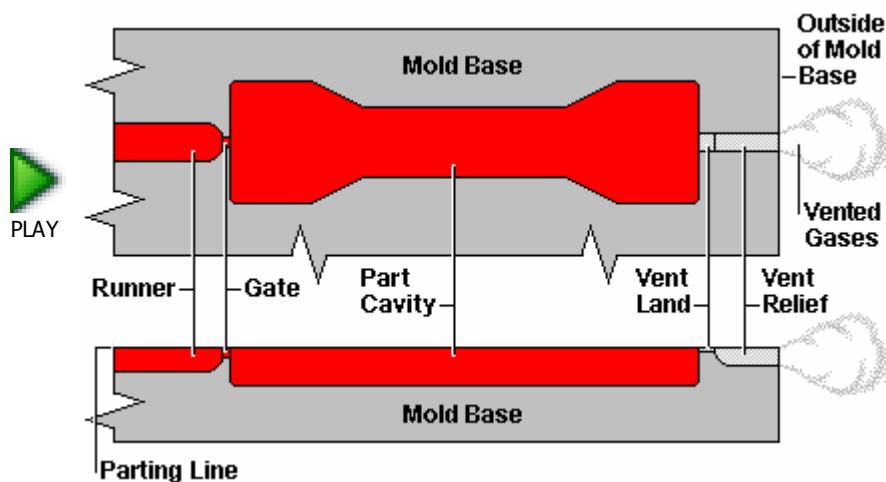
Hình 3.100 - Lớp cách nhiệt trên khuôn.

3.10. Hệ thống thoát khí :

Khi nhựa được phun vào lòng khuôn thì toàn bộ khí trong lòng khuôn phải thoát ra ngoài. Nếu bố trí hệ thống thoát khí không tốt sẽ làm cho sản phẩm sau ép phun có thể bị lỗ khí, các vết cháy trên bề mặt (burn marks), không điền đầy hoàn toàn (short shot) và đường hàn (xem cách xử lý ở chương 6). Như vậy hệ thống thoát khí rất quan trọng vì nó cũng phần nào quyết định sự định hình và tính thẩm mỹ cho sản phẩm. hình 3.101 và hình 3.102 sẽ cho ta thấy rõ điều này.



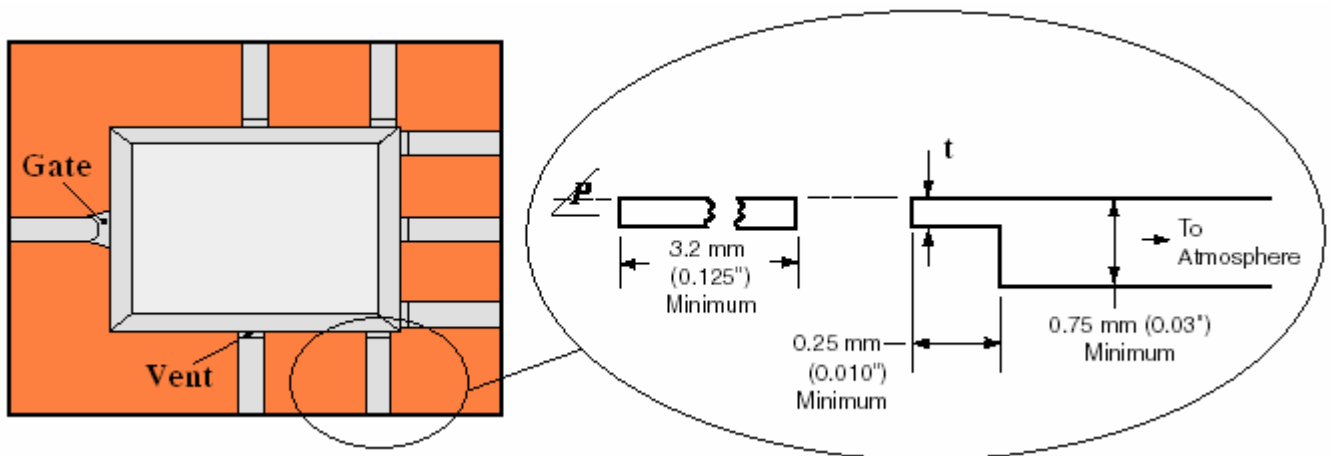
Hình 3.101 - Sản phẩm bị phế phẩm do thoát khí không tốt.



Hình 3.102 - Lòng khuôn được điền đầy hoàn toàn.

Hệ thống thoát khí được dùng phổ biến nhất là các rãnh thoát khí trên mặt phân khuôn và mặt mài quanh ti lõi (ti đẩy) sản phẩm. Ngoài ra, khí trong khuôn cũng có thể thoát ra ngoài qua các khe hở nhỏ của hệ thống trượt, phần ghép (cục cấy).....

3.10.1. Thiết kế rãnh thoát khí trên mặt phân khuôn :

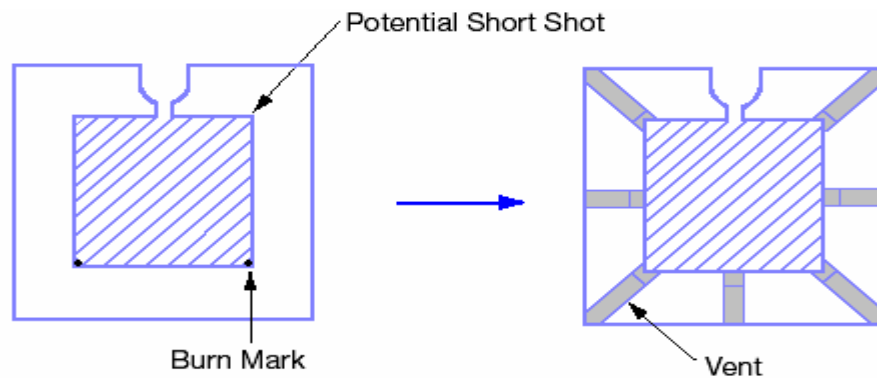


Hình 3.103 - Kích thước cho thiết kế các rãnh thoát khí.

Bảng tra chiều sâu t cho một số loại nhựa :

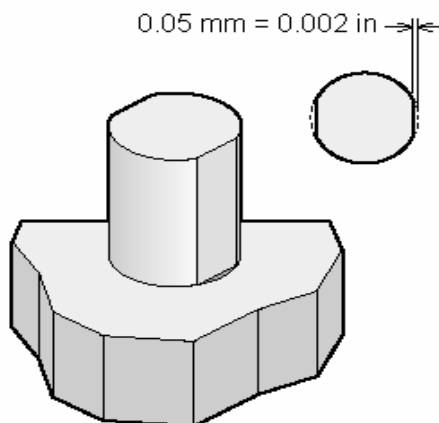
Loại nhựa	Chiều sâu t (mm) / (inch)
Polystyrene	0,02-0,05 / 0,001-0,002
ABS	0,04 - 0,06 / 0,0015 - 0,0025
PC/ABS	0,02 - 0,05 / 0,001 - 0,002
Polycarbonate	0,02 - 0,05 / 0,001 - 0,002
Polyethylene	0,01 - 0,02 / 0,0005 - 0,001

Các rãnh thoát khí nên được bố trí ở những chỗ mà vật liệu được điền đầy sau cùng để tránh kẹt khí gây ra các vết cháy hoặc sản phẩm không được điền đầy hoàn toàn. Chiều sâu của rãnh thoát khí (t) nên tuân thủ theo kích thước khuyến dùng bên trên để tránh sản phẩm bị “bánh trắng” (xem lỗi này ở chương 6).



Hình 3.104 - Bố trí rãnh thoát khí ở những chỗ dễ gây phế phẩm.

3.10.2. Mặt mài trên ti lõi :



Hình 3.105 - Kích thước mặt mài khuyên dùng trên ti lõi.

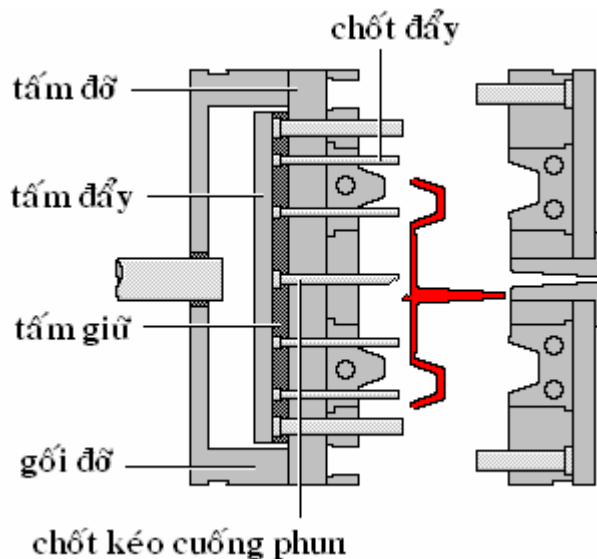
3.11. Hệ thống đẩy :

Sau khi sản phẩm trong khuôn được làm nguội, khuôn được mở ra. Lúc này, sản phẩm vẫn còn dính trên cối khuôn do sự hút của chân không nên cần hệ thống đẩy để đẩy sản phẩm rơi ra.

3.11.1. Các loại hệ thống đẩy thường dùng :

3.11.1.1. Hệ thống đẩy dùng chốt đẩy :

Các chốt đẩy được gia công rất chính xác và được chọn theo tiêu chuẩn. Thông thường, các chốt đẩy chỉ được gia công chính xác ở phần dẫn hướng và được lắp theo hệ thống trục. Độ cứng của thân chốt khoảng $60 \div 65\text{Rc}$, độ cứng của đầu chốt khoảng $30 \div 35\text{Rc}$.



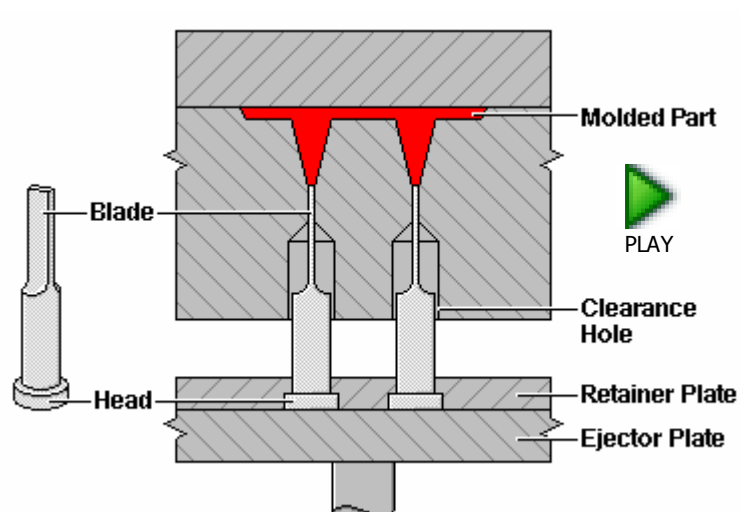
Hình 3.106 - Các phần tử trong hệ thống đẩy.

Một số loại chốt đẩy :



3.11.1.2. Hệ thống đẩy dùng lưỡi đẩy :

Lưỡi đẩy dùng để đẩy những sản phẩm có thành mỏng và hình dạng phức tạp. Trong trường hợp này nếu ta dùng chốt đẩy tròn thì sẽ không hiệu quả vì sẽ không đủ lực đẩy, nếu có đủ lực đẩy đi nữa thì mặt sản phẩm sẽ bị có dấu lún vào.

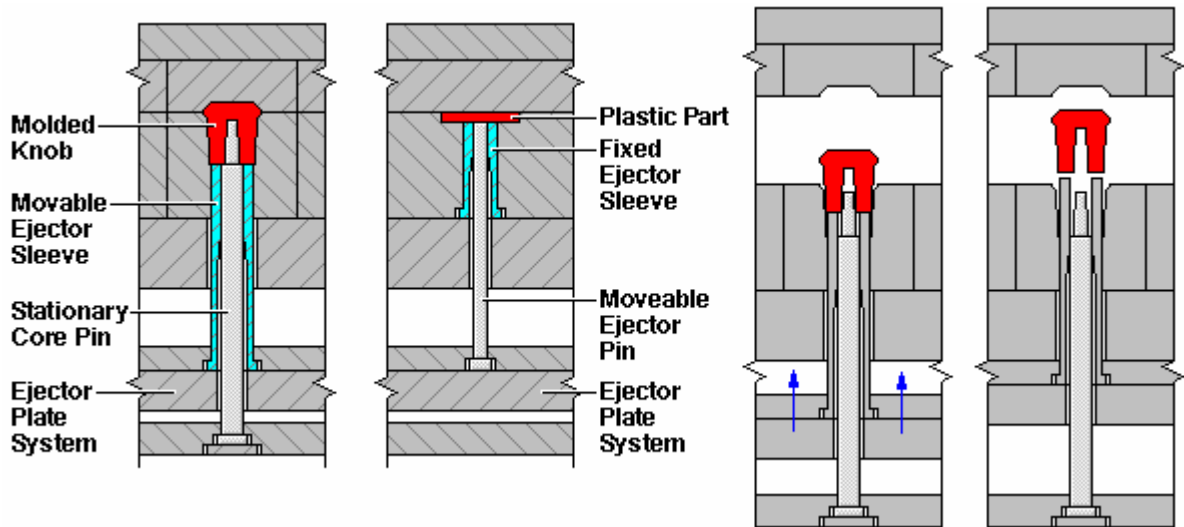


Hình 3.107 - Hệ thống đẩy dùng lưỡi đẩy.



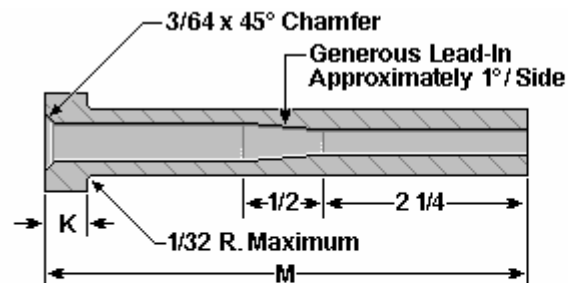
3.11.1.3. Hệ thống đẩy dùng ống đẩy :

Ống đẩy dùng để đẩy những sản phẩm có dạng tròn xoay hoặc tấm mỏng.



→ : chỉ chiều chuyển động.

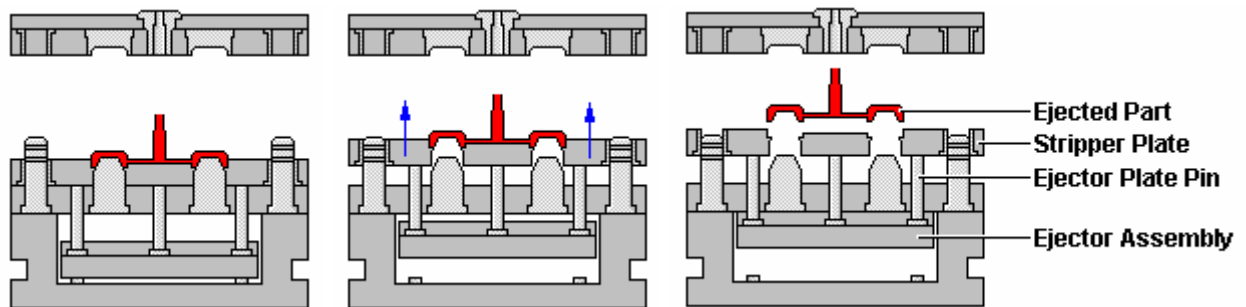
Hình 3.108 - Hệ thống đẩy dùng ống đẩy.



Hình 3.109 - Ống đẩy.

3.11.1.4. Hệ thống đẩy dùng tấm tháo :

Tấm tháo dùng để tháo những sản phẩm dạng hình trụ tròn hay hình hộp chữ nhật có bề dày thành mỏng. Khuôn sử dụng hệ thống này, sản phẩm sẽ không có vết chốt đẩy nên luôn đảm bảo được tính thẩm mỹ.

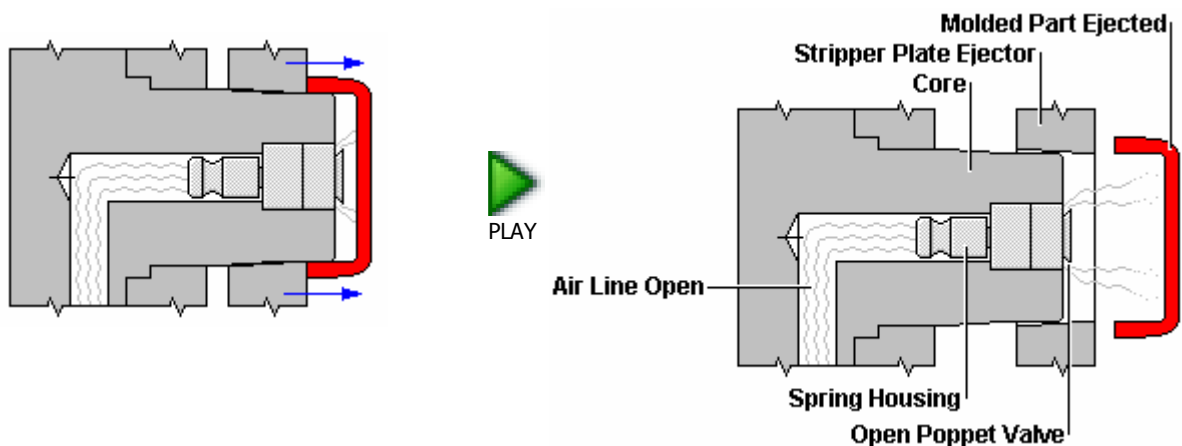


→ : chỉ chiều chuyển động.

Hình 3.110 - Hệ thống đẩy dùng tấm tháo.

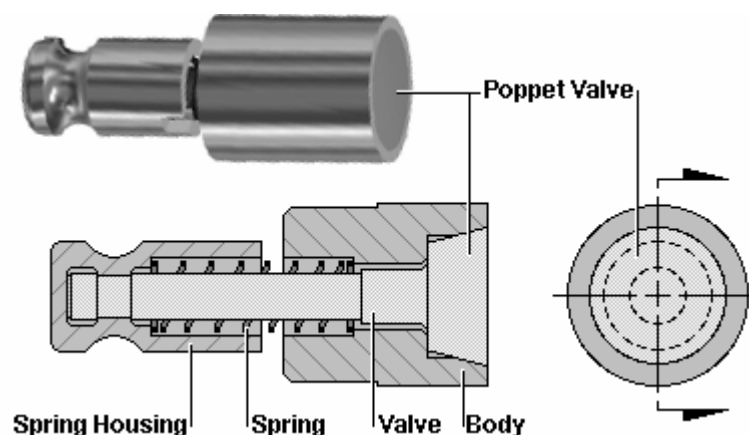
3.11.1.5. Hệ thống đẩy dùng khí nén : (dùng van khí)

Đối với những sản phẩm như xô, chậu ...v...v...có lòng khuôn sâu, khi sản phẩm nguội thì độ chân không trong lòng khuôn và lõi khuôn là rất lớn nên sản phẩm khó có thể thoát khuôn. Do đó, cần có một lực đẩy lớn và phân bố đều để đẩy sản phẩm thoát khuôn. Lời khuyên là ta nên dùng lực khí nén kết hợp với tấm tháo để đẩy sản phẩm.



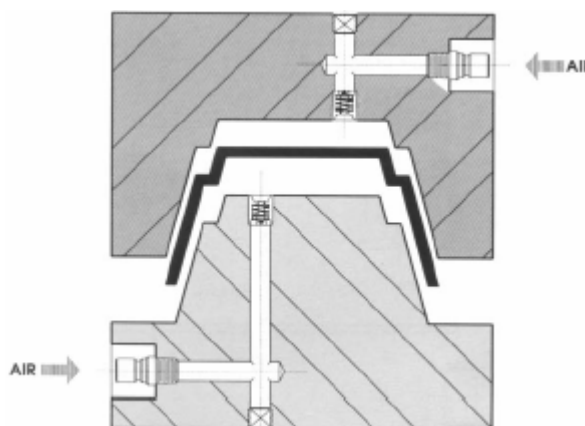
→ : chỉ chiều chuyển động.

Hình 3.111 - Hệ thống đẩy dùng khí nén kết hợp tấm tháo.

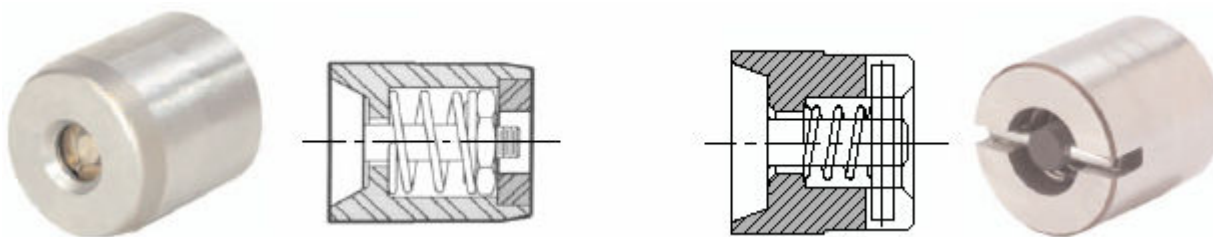


Hình 3.112 - Cấu tạo van khí.

Nếu cảm thấy rườm rà khi thiết kế thêm tấm tháo thì ta có thể bố trí hai dòng khí qua hai van khí trên cả hai tấm khuôn để đẩy sản phẩm.



Hình 3.113 - Thổi khí trên cả hai tấm khuôn để đẩy sản phẩm.

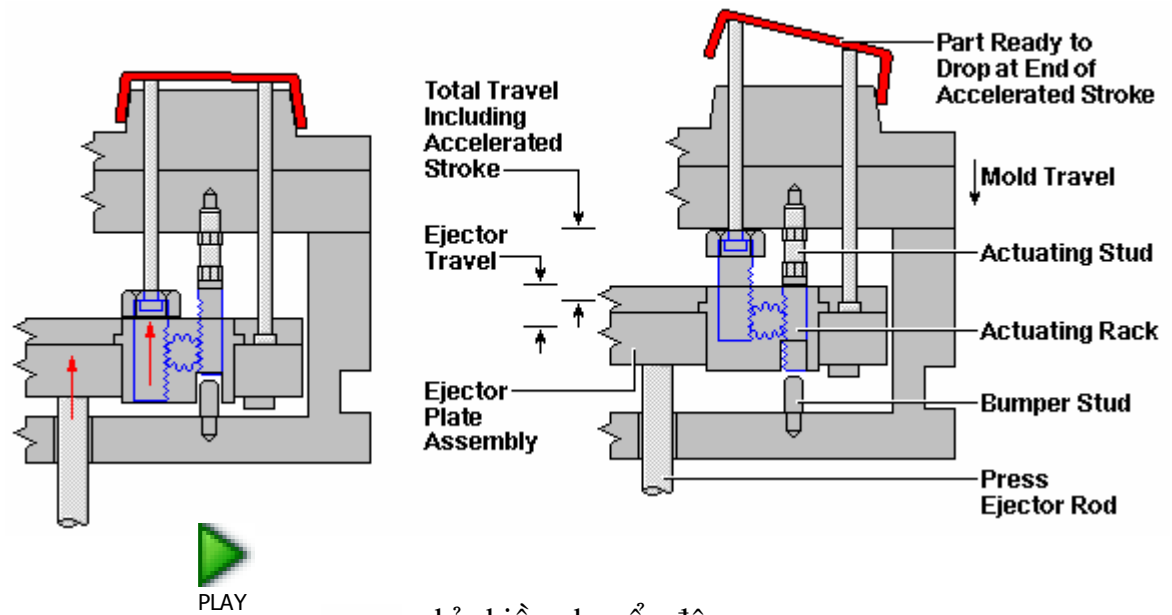


Hình 3.114 - Hai kiểu van khí thường dùng cho hệ thống thổi khí trong hai nửa khuôn.

3.11.2. Điều khiển tấm đẩy :

3.11.2.1. Gia tốc thêm cho một chốt đẩy :

Trong hệ thống đẩy có dùng thêm cơ cấu thanh răng bánh răng để gia tốc thêm cho chốt đẩy. Hệ thống đẩy có gia tốc sẽ giúp sản phẩm rời khuôn nhanh hơn.



→ : chỉ chiều chuyển động.

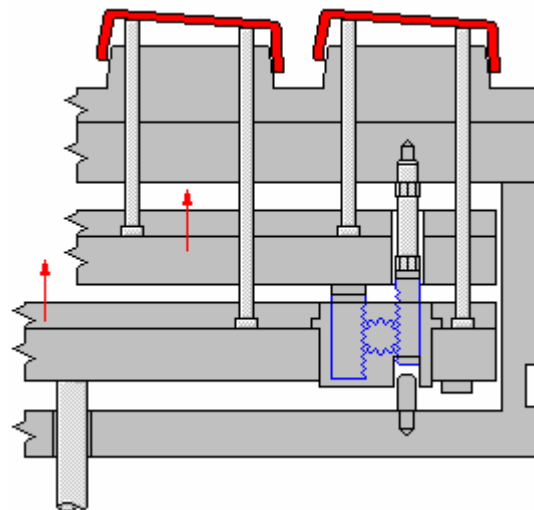
Hình 3.115 - Hệ thống đẩy có gia tốc thêm cho một chốt đẩy.



Hình 3.116 - Bộ gia tốc cho chốt đẩy.

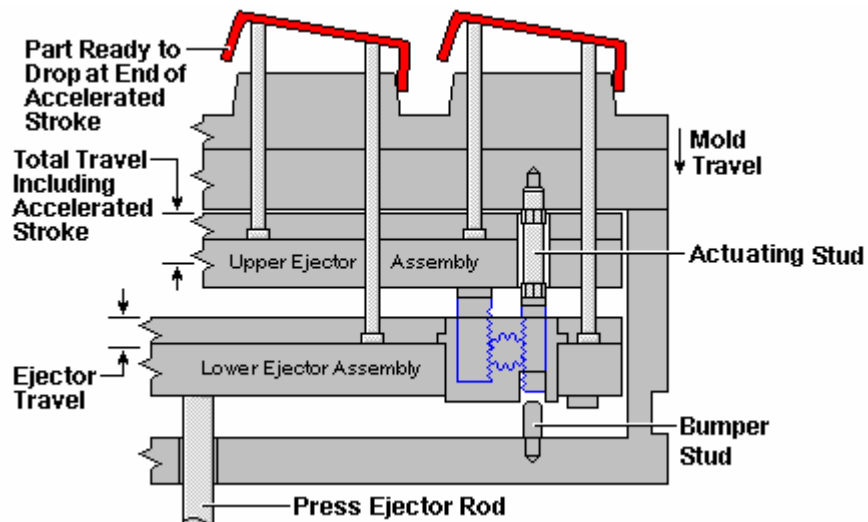
3.11.2.2. Gia tốc thêm cho tấm đẩy trên (đẩy kép có gia tốc) :

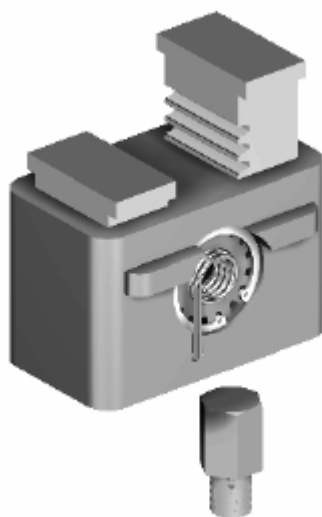
Tương tự như hệ thống đẩy có gia tốc cho một chốt đẩy, chỉ khác là hệ thống thanh răng bánh răng sẽ điều khiển một tấm đẩy ở phía trên.



→ : chỉ chiều chuyển động.

Hình 3.117 - Hệ thống đẩy có gia tốc thêm cho tấm đẩy trên.

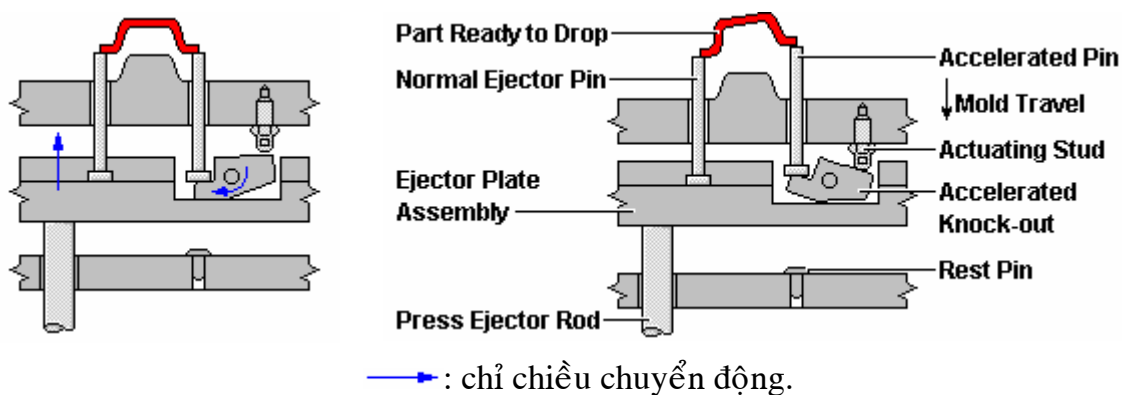




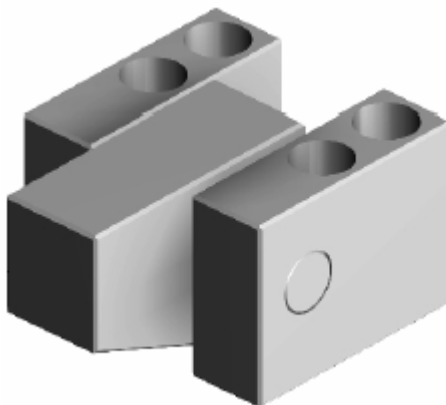
Hình 3.118 - Bộ gia tốc thêm cho tấm đẩy trên.

3.11.2.3. Tấm đẩy có đòn bẩy :

Tấm đẩy được lắp thêm đòn bẩy để tăng chiều cao đẩy ở một phía giúp sản phẩm rơi ra khỏi khuôn một cách dễ dàng.



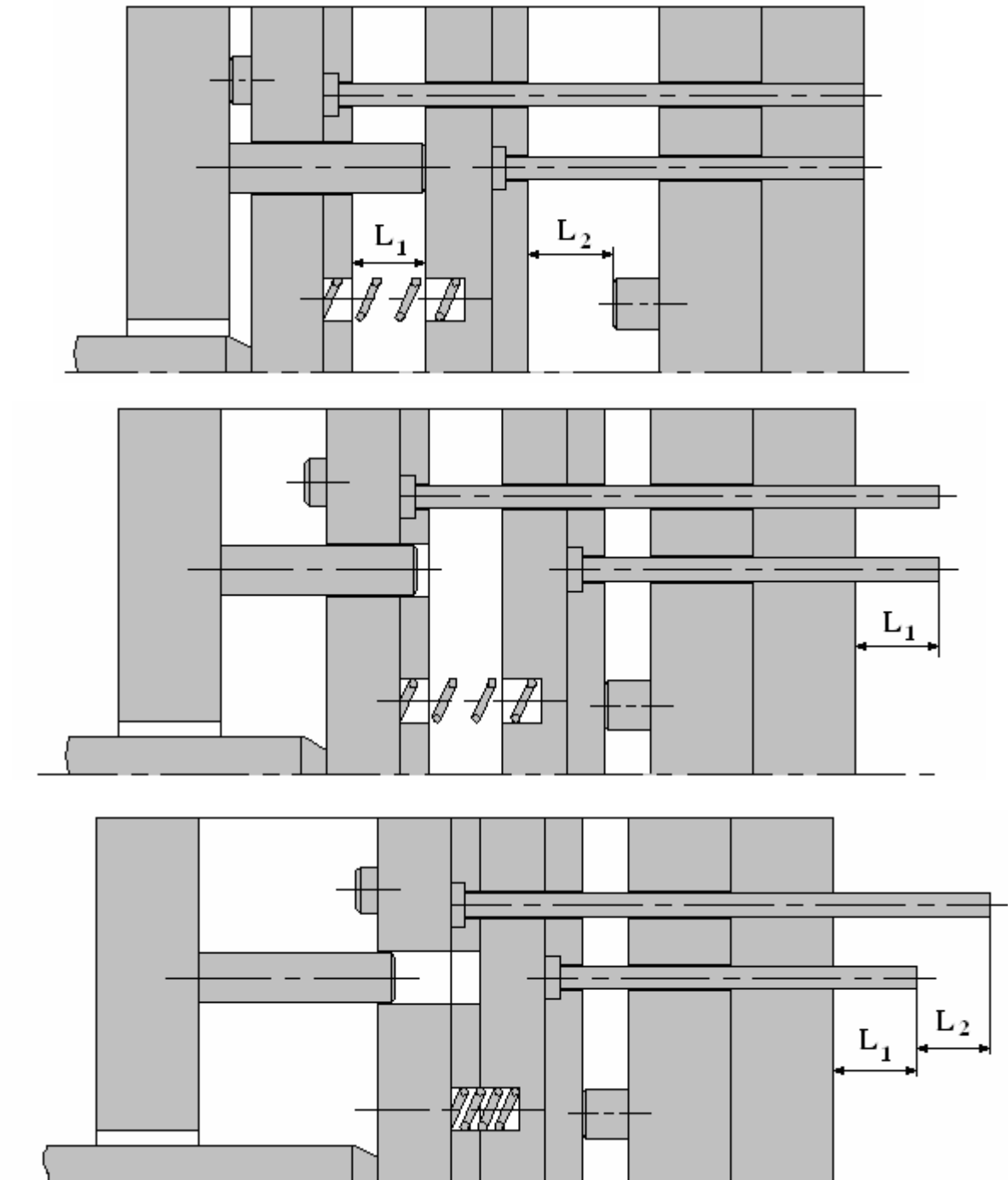
Hình 3.119 - Tấm đẩy có đòn bẩy.



Hình 3.120 - Bộ đòn bẩy.

3.11.2.4. Đẩy kép :

Đối với những sản phẩm có hình dạng phức tạp, cần phải đẩy tuần tự thì ta dùng hệ thống đẩy kép. Hình - thể hiện một hệ thống đẩy kép dùng lò xo rất đơn giản.

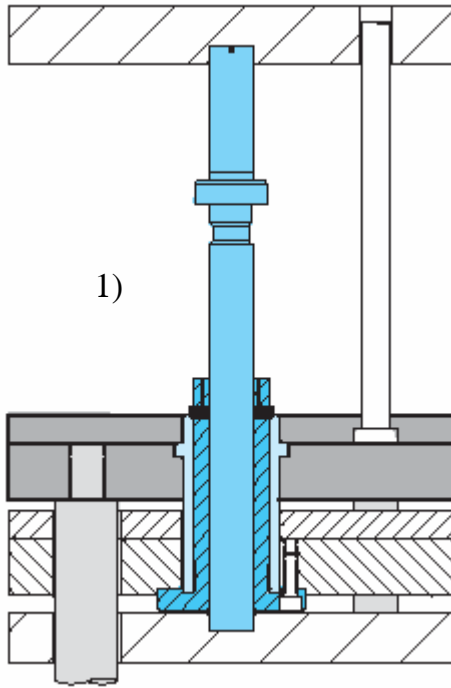


Hình 3.121 - Các giai đoạn đẩy trong hệ thống đẩy hai tầng dùng lò xo.

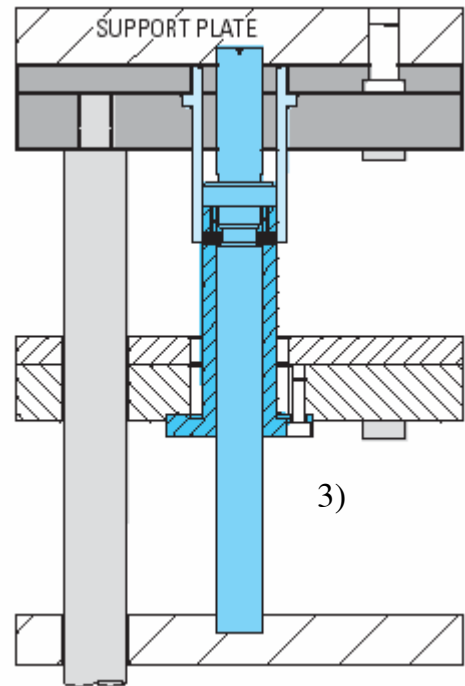
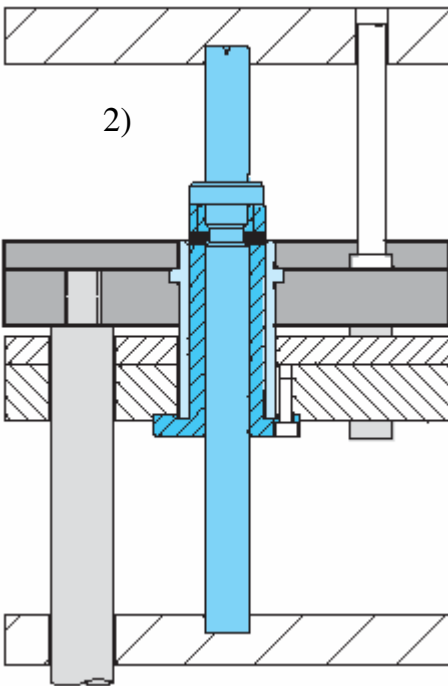
3.11.3. Các hệ thống đẩy đặc biệt :

3.11.3.1. Đẩy hai tầng :

➤ Kiểu 1 :

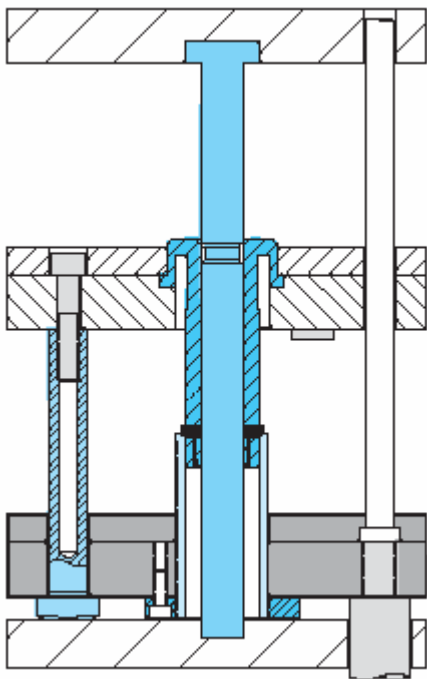


Hình 3.122 - Chốt đẩy hai tầng kiểu 1.



Hình 3.123 - 1), 2), 3) : Quá trình đẩy của chốt đẩy hai tầng kiểu 1.

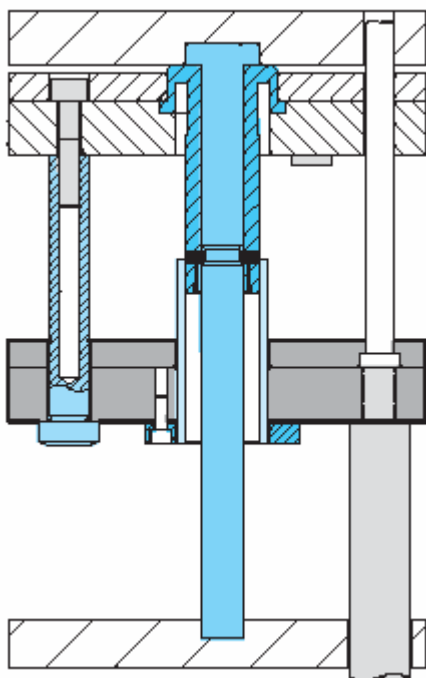
➤ Kiểu 2 :



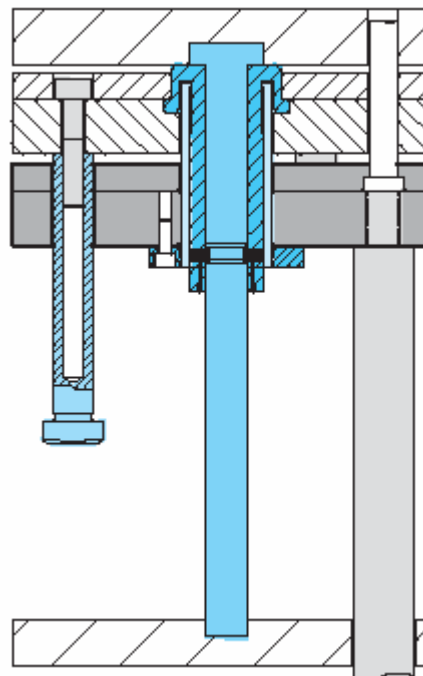
1)



Hình 3.124 - Chốt đẩy hai tầng kiểu 2.



2)

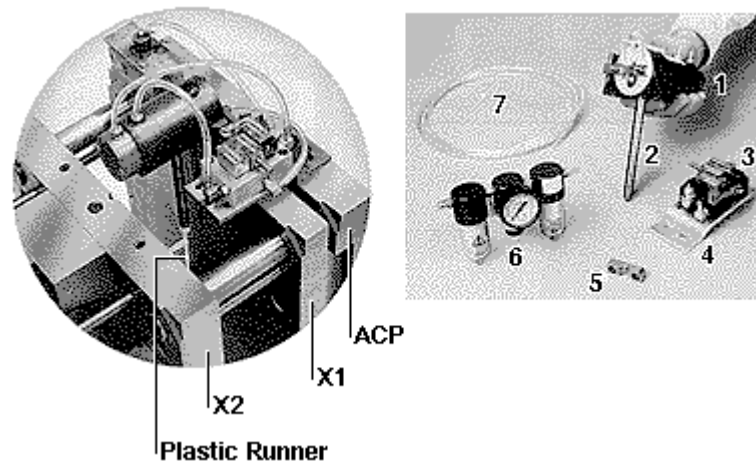


3)

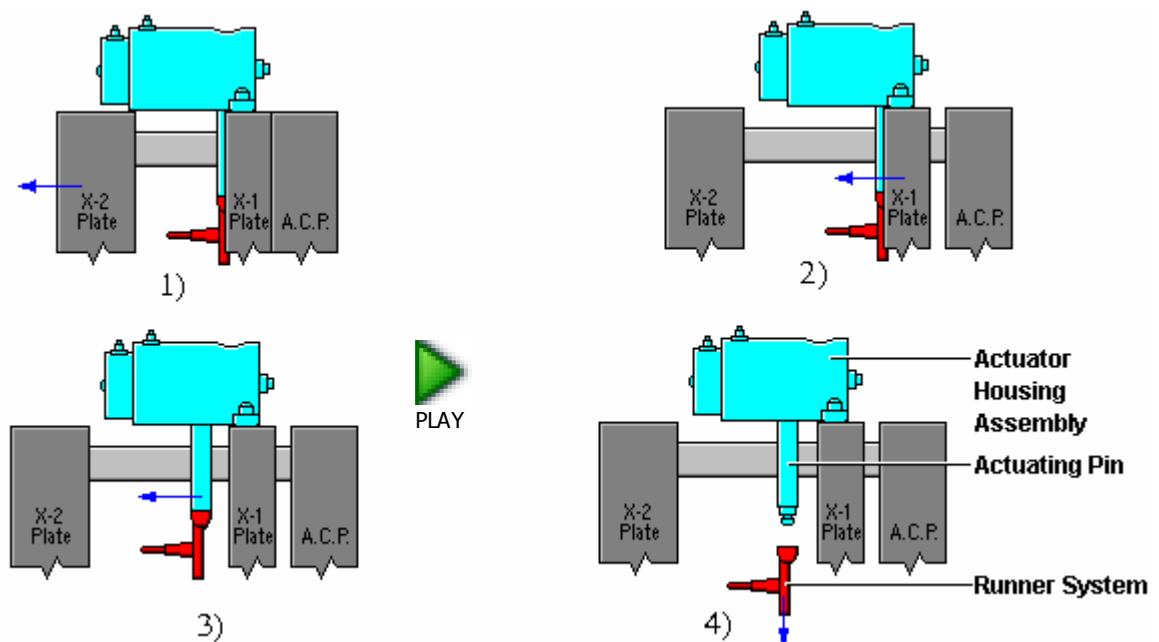
Hình 3.125 - 1), 2), 3) : Quá trình đẩy của chốt đẩy hai tầng kiểu 2.

3.11.3.2. Hệ thống đẩy kênh dẫn trong khuôn 3 tấm :

Cơ cấu hoạt động nhờ hệ thống điều khiển bằng khí nén giúp đưa kênh dẫn rơi ra khỏi khuôn một cách dễ dàng.



Hình 3.126 - Cơ cấu đẩy kênh dẫn trong khuôn 3 tấm.



Hình 3.127 - 1), 2), 3), 4) :Nguyên lý hoạt động của cơ cấu.

3.11.4. Một số điều lưu ý khi thiết kế hệ thống đẩy :

- Tấm đẩy hầu như luôn được lắp ở nửa khuôn di động. Trừ một số trường hợp đặc biệt, tấm đẩy được đặt ở nửa khuôn cố định.
- Các chốt đẩy hay lưỡi đẩy nên bố trí ở góc, cạnh, gân của sản phẩm.

- Hành trình đẩy nên bằng chiều sâu lớn nhất của sản phẩm theo hướng mở khuôn cộng thêm $5 \div 10\text{mm}$.
- Các đỉnh chốt đẩy nên nằm ngang mức so với mặt phân khuôn để đảm bảo không để lại vết trên bề mặt sản phẩm. Tuy nhiên trên thực tế, một số sản phẩm có các vết chốt đẩy trên bề mặt nhưng vẫn chấp nhận được vì chúng nằm ở mặt khuất của sản phẩm. Khoảng chênh lệch giữa đỉnh chốt và mặt phân khuôn có thể chấp nhận được là $0,05 \div 0,1\text{mm}$.
- Độ dày tấm đẩy có thể chọn theo diện tích mặt sản phẩm. Tham khảo bảng sau :

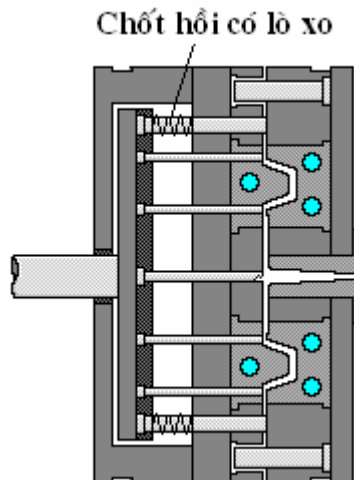
Diện tích mặt sản phẩm (cm^2)	Độ dày tấm đẩy (cm^2)
5	12
10	15
25	20
50	30
100	50

3.12. Hệ thống hồi :

Hệ thống hồi có chức năng đưa tấm đẩy lùi về phía sau và giữ cố định tấm đẩy trước khi khuôn đóng hoàn toàn. Để hồi tấm đẩy về ta có thể dùng chốt hồi hoặc chốt khuỷu (Toggle-lock).

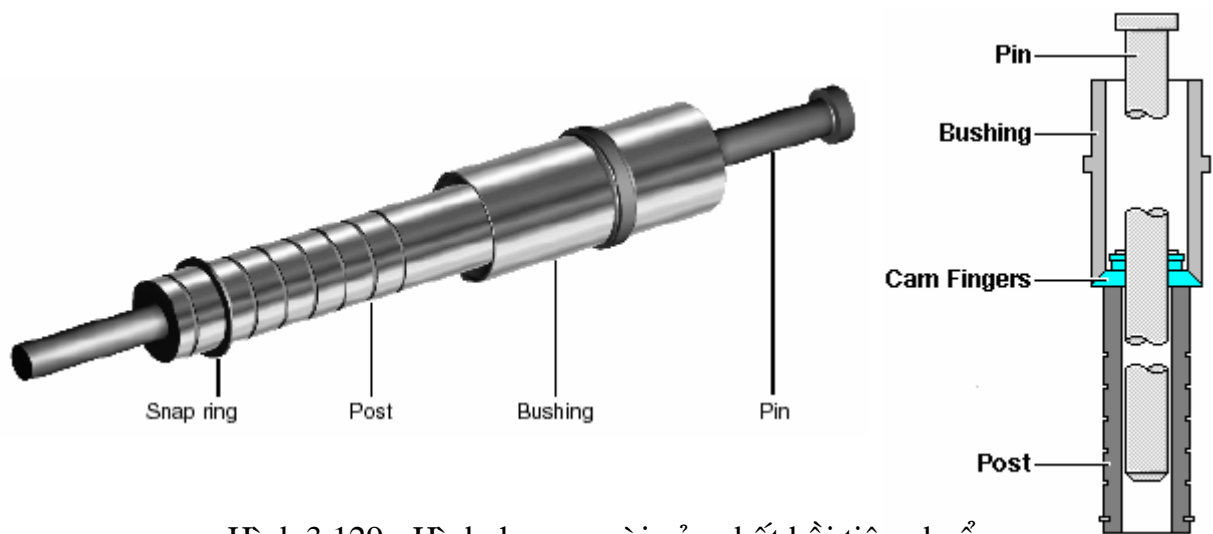
3.12.1. Hệ thống hồi dùng chốt hồi :

3.12.1.1. Chốt hồi có lò xo : đôi khi đối với những khuôn nhỏ và đơn giản ta không dùng đến lò xo.



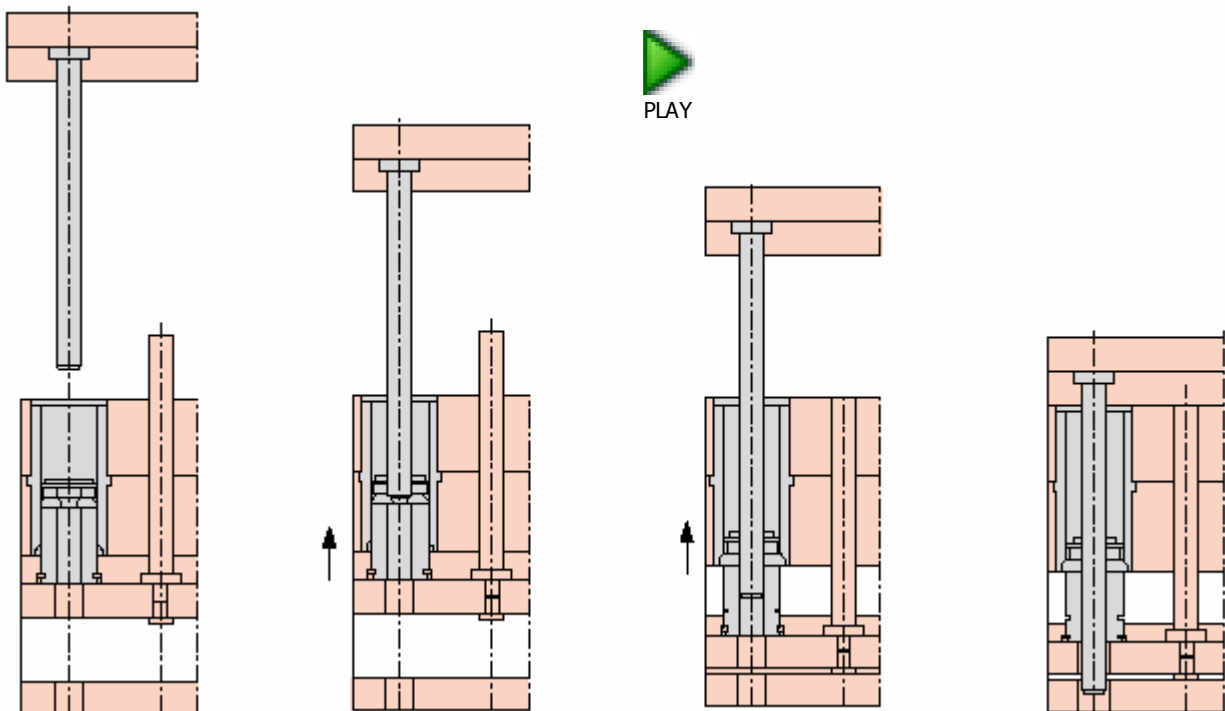
Hình 3.128 - Chốt hồi trên khuôn.

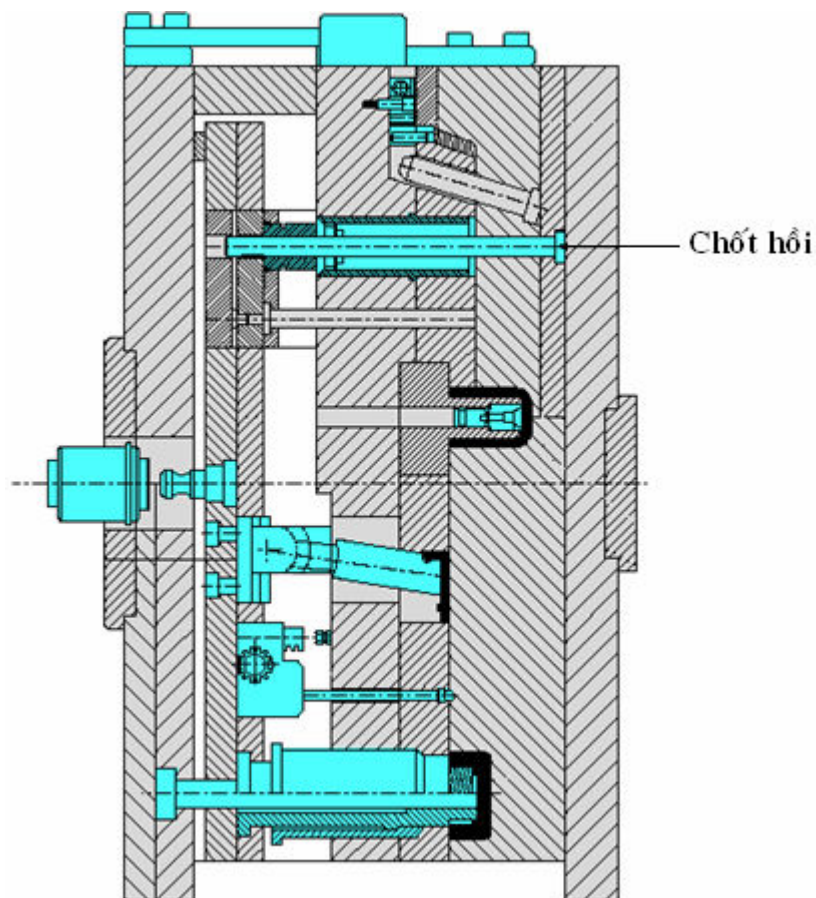
3.12.1.2. Chốt hồi tiêu chuẩn : (xem kích thước thiết kế ở phụ lục)



Hình 3.129 - Hình dạng ngoài của chốt hồi tiêu chuẩn.

Nguyên lý hoạt động :

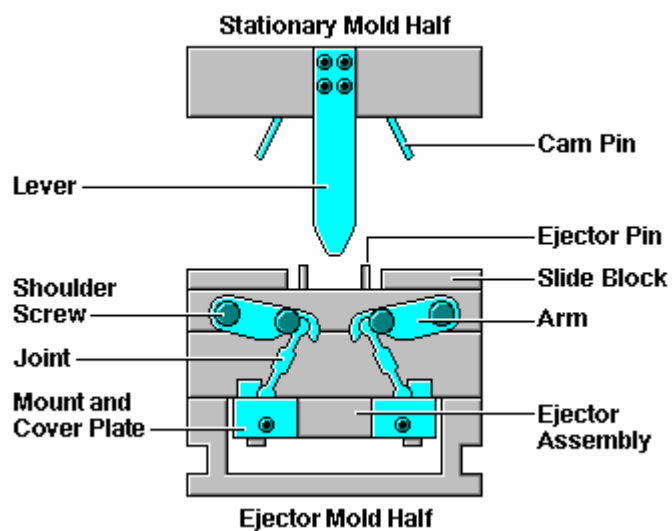




Hình 3.130 - Chốt hồi tiêu chuẩn trên khuôn.

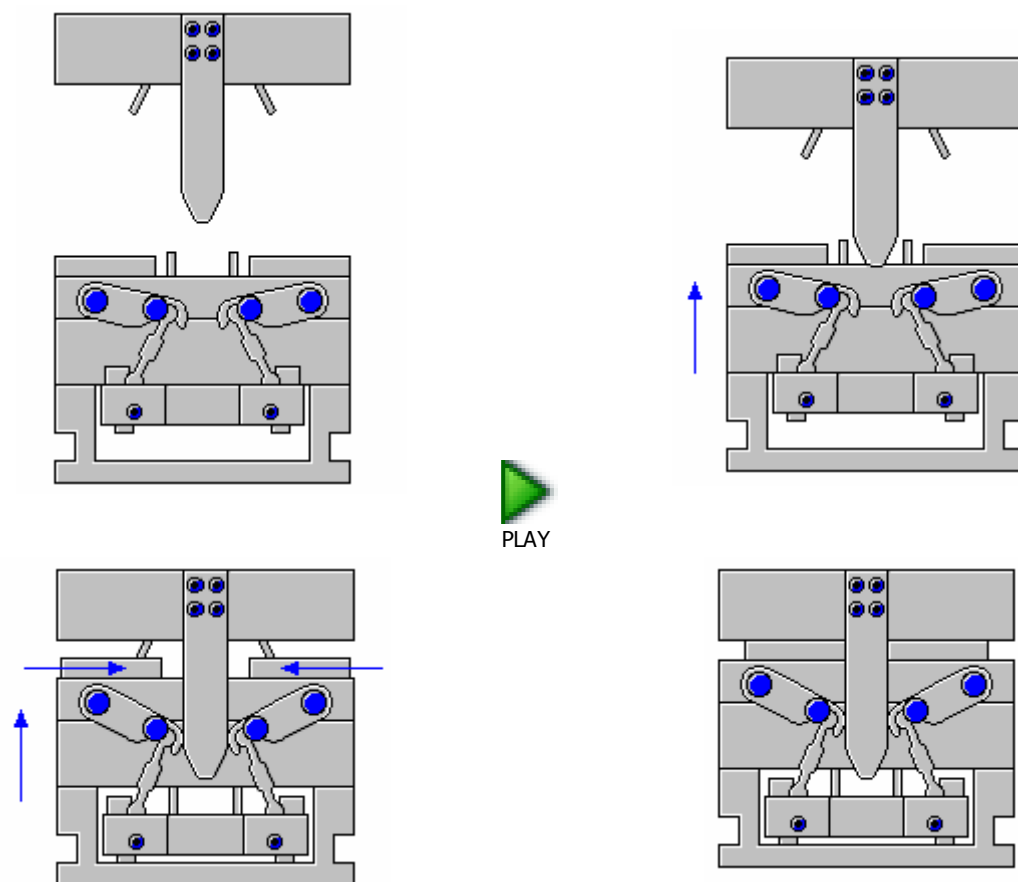
3.12.2. Hệ thống hồi dùng chốt khuỷu : (xem kích thước cho thiết kế ở phụ lục)

3.12.2.1. Kiểu chữ X :

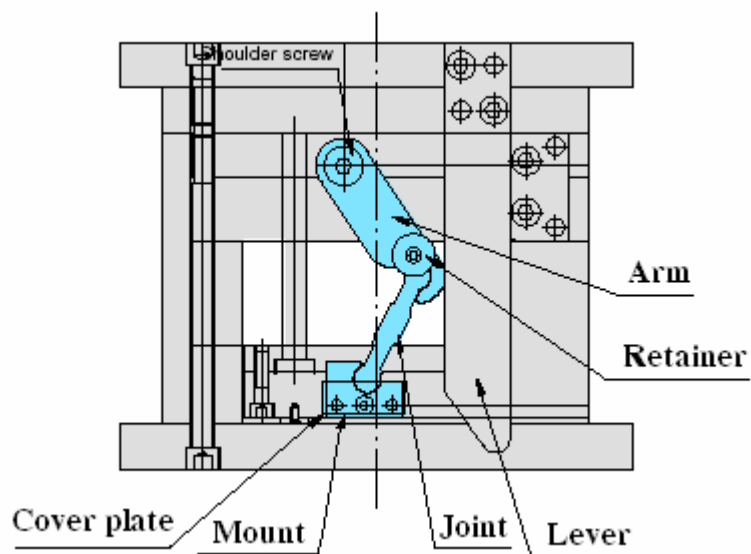


Hình 3.131 - Cấu tạo chốt khuỷu kiểu chữ X.

Nguyên lý hoạt động :

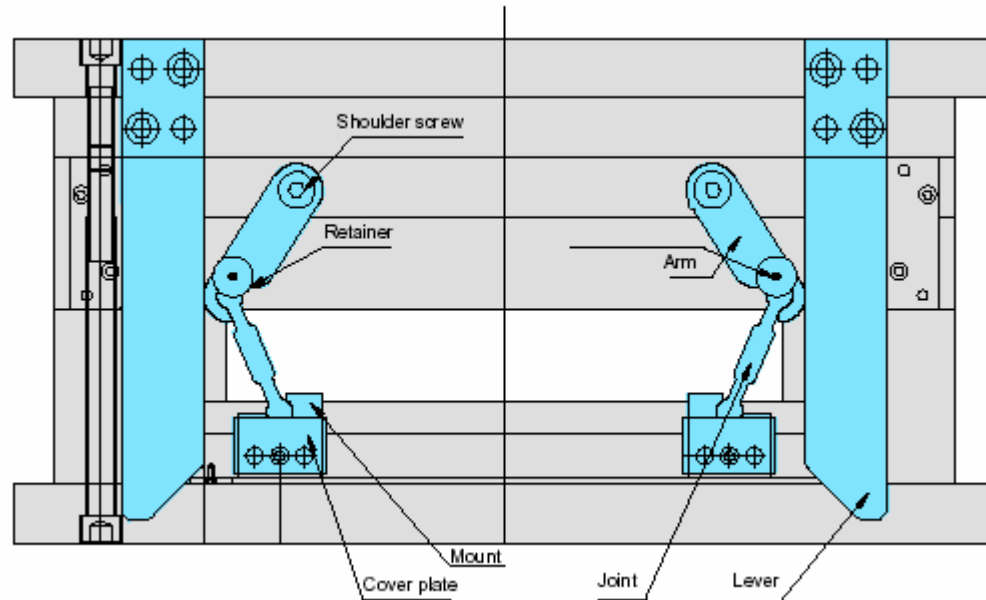


3.12.2.2. Kiểu chữ Y :



Hình 3.132 - Cấu tạo chốt khuỷu kiểu chữ Y.

c) Kiểu chữ Z :



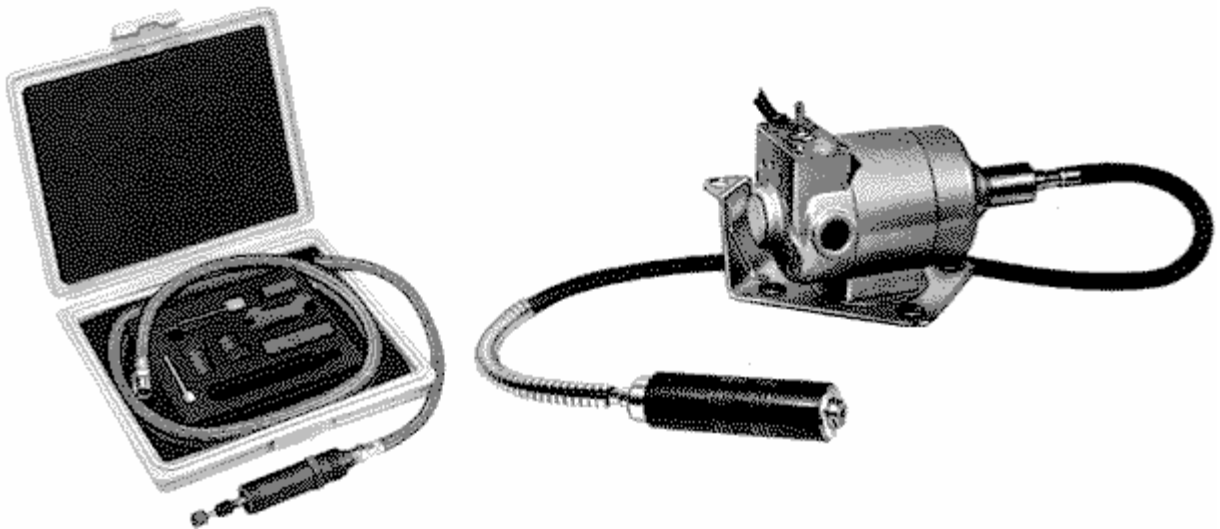
Hình 3.133 - Cấu tạo chốt khuỷu kiểu chữ Z.

3.13. Đánh bóng khuôn : (hay làm nguội khuôn)

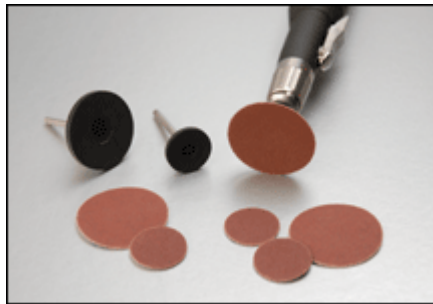
Đánh bóng khuôn là công đoạn sau cùng trước khi lắp ráp khuôn. Việc đánh bóng khuôn hết sức quan trọng vì nó quyết định sự thoát khuôn và tính thẩm mỹ của sản phẩm.

- Một số dụng cụ dùng trong quá trình làm nguội :

3.13.1. **Máy mài tay :** dùng để mài thô các mặt của lòng khuôn.



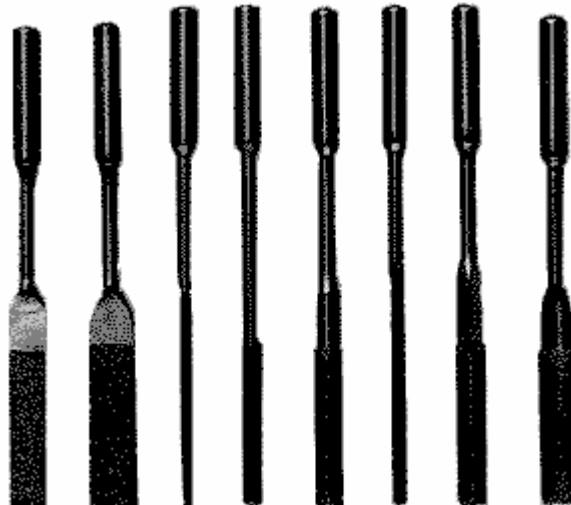
3.13.2. Các kiểu đầu đá mài :



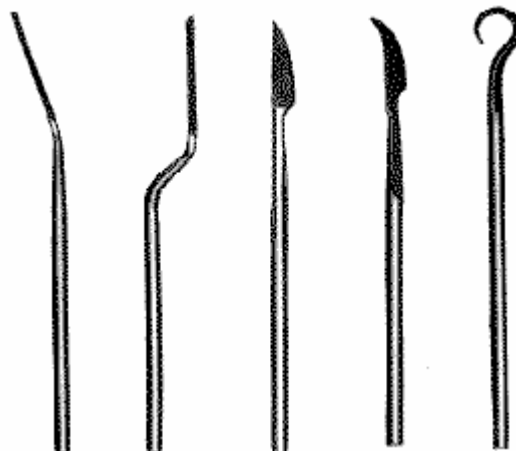
3.13.3. Giũa bản lớn :



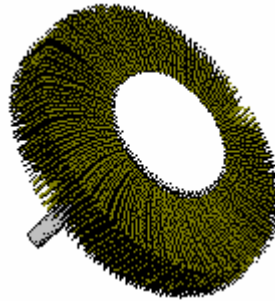
3.13.4. Giũa nhỏ dạng thẳng :



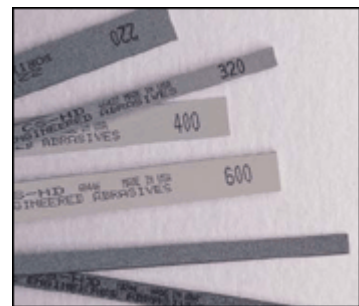
3.13.5. Giũa loại nhỏ dạng cong, móc :



3.13.6. Bánh đánh bóng :



3.13.7. Đá mài tay :



3.13.8. Hợp chất chứa hạt mài :



3.13.9. Giấy nhám và chổi quét :

