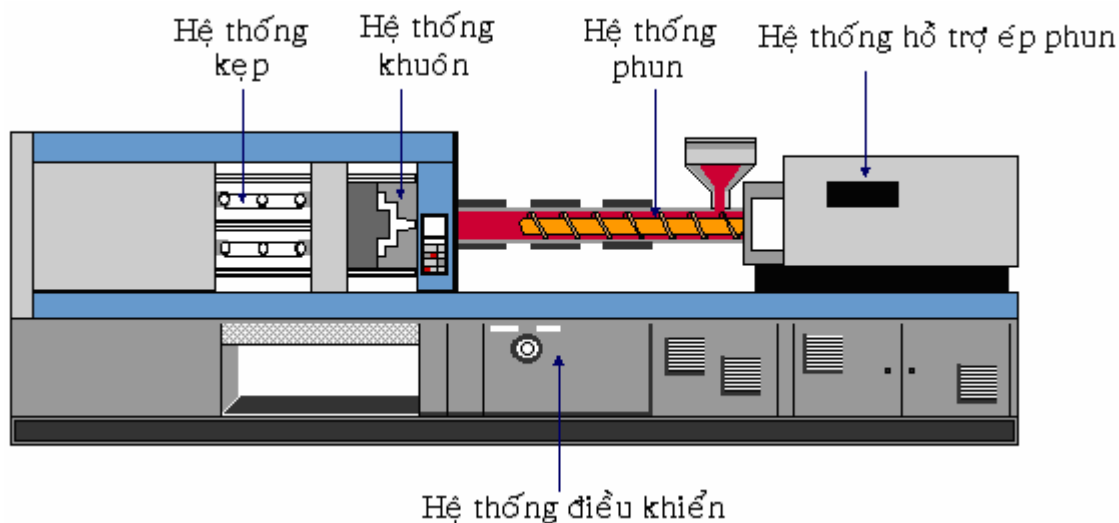


CHƯƠNG 5 : MÁY ÉP PHUN VÀ CÁC THÔNG SỐ GIA CÔNG

5.1. Các kiến thức cơ bản về máy ép phun :

5.1.1. Cấu tạo chung :

Máy ép phun gồm các hệ thống cơ bản được minh họa trong hình 5.1 :

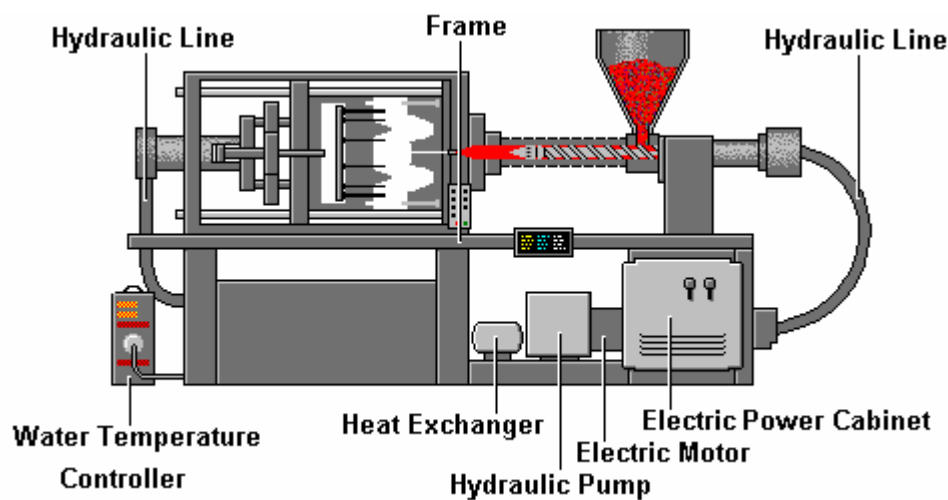


Hình 5.1 - Máy ép phun.

5.1.1.1. Hệ thống hỗ trợ ép phun : (injection press support system)

Là hệ thống giúp vận hành máy ép phun. Hệ thống này gồm 4 hệ thống con :

- Thân máy (Frame)
- Hệ thống thủy lực (Hydraulic system)
- Hệ thống điện (Electrical system)
- Hệ thống làm nguội (Cooling system)

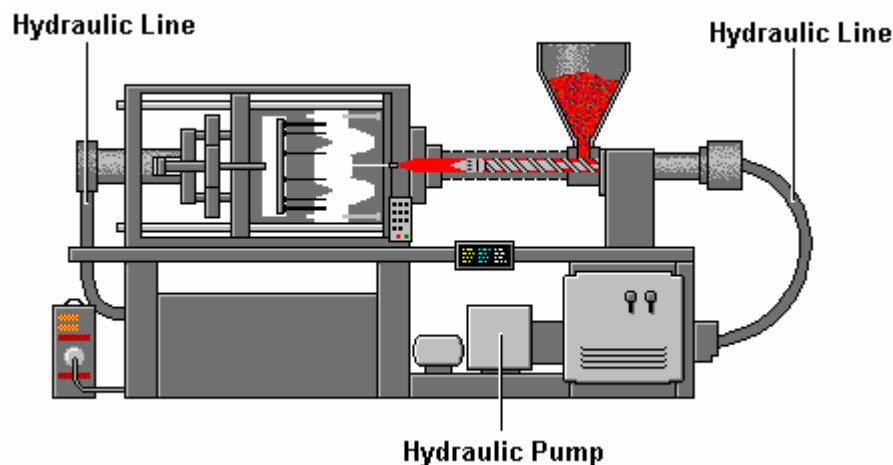


Hình 5.2 - Hệ thống hỗ trợ ép phun.

Các hệ thống con trong hệ thống hỗ trợ ép phun :

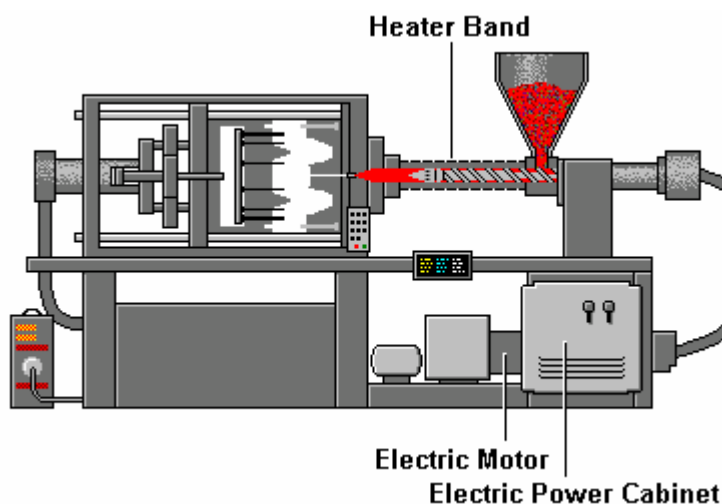
a) Thân máy : liên kết các hệ thống trên máy lại với nhau.

b) Hệ thống thủy lực : cung cấp lực để đóng và mở khuôn, tạo ra và duy trì lực kẹp, làm cho trục vít quay và chuyển động tới lui, tạo lực cho chốt đẩy và sự trượt của lõi mặt bên. Hệ thống này bao gồm bơm, van, motor, hệ thống ống, thùng chứa dầu..v...v...



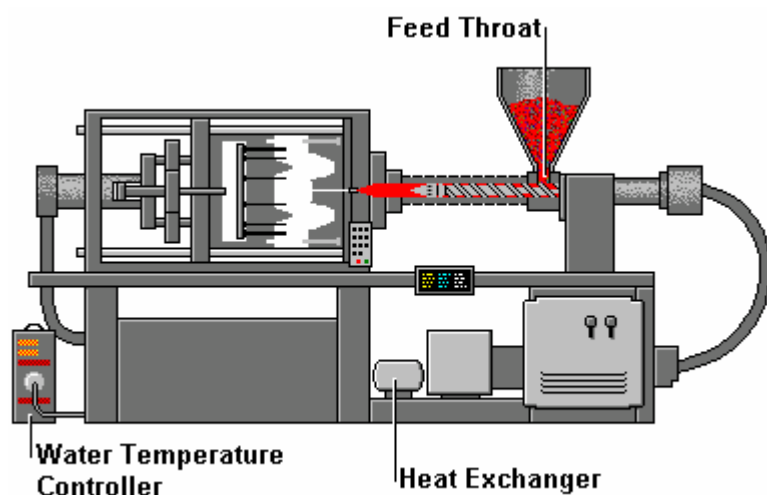
Hình 5.3 - Hệ thống thủy lực.

c) Hệ thống điện : cấp nguồn cho mô tơ điện (electric motor) và hệ thống điều khiển nhiệt cho khoang chứa vật liệu nhờ các băng nhiệt (heater band) và đảm bảo sự an toàn điện cho người vận hành máy bằng các công tắc. Hệ thống này gồm tủ điện (electric power cabinet) và hệ thống dây dẫn .



Hình 5.4 - Hệ thống điện.

d) Hệ thống làm nguội : cung cấp nước hay dung dịch ethyleneglycol..v...v..để làm nguội khuôn, dầu thủy lực và ngăn không cho nhựa thô ở cuống phễu (feed throat) bị nóng chảy. Vì khi nhựa ở cuống phễu bị nóng chảy thì phần nhựa thô phía trên khó chạy vào khoang chứa liệu. Nhiệt trao đổi cho dầu thủy lực vào khoảng 90 - 120 °F. Bộ điều khiển nhiệt nước (Water temperature controller) cung cấp một lượng nhiệt, áp suất, dòng chảy thích hợp để làm nguội nhựa nóng trong khuôn.

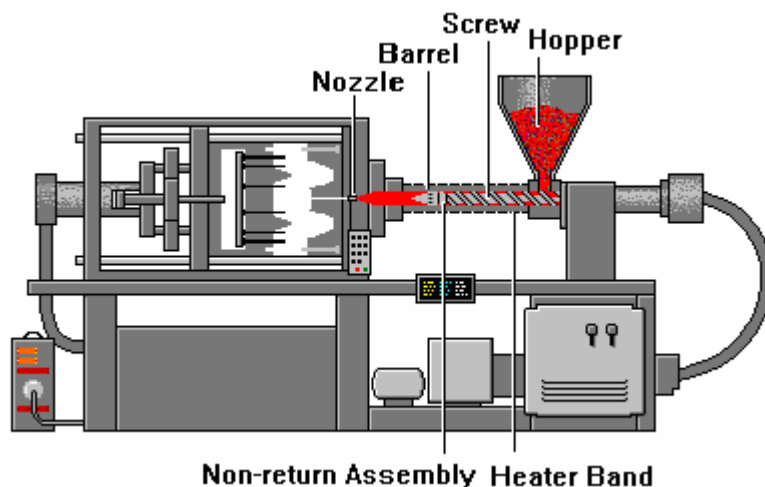


Hình 5.5 - Hệ thống làm nguội.

5.1.1.2. Hệ thống phun :

Hệ thống phun làm nhiệm vụ đưa nhựa vào khuôn thông qua các quá trình cấp nhựa, nén, khử khí, làm chảy dẻo nhựa, phun nhựa lỏng và định hình sản phẩm. Hệ thống này gồm có các bộ phận :

- Phễu cấp liệu (Hopper).
- Khoang chứa liệu (Barrel).
- Các băng gia nhiệt (Heater band).
- Trục vít (Screw).
- Bộ hồi tự hở (Non-return Assembly).
- Vòi phun (Nozzle).



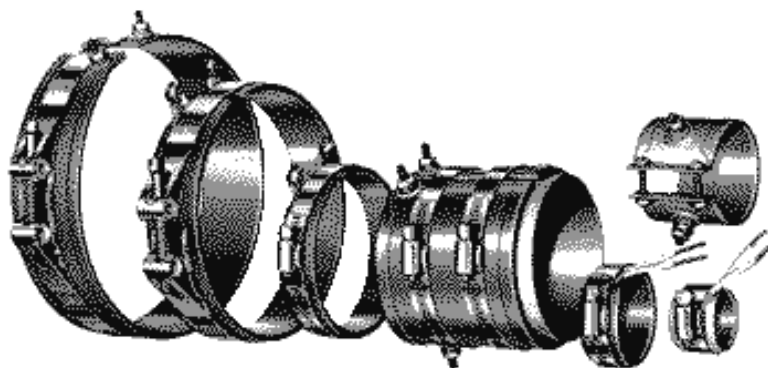
Hình 5.6 - Hệ thống phun.

Các bộ phận trong hệ thống phun :

a) Phễu cấp liệu : chứa vật liệu nhựa dạng viên để cấp vào khoang trộn.

b) Khoang chứa liệu : chứa nhựa và để vít trộn di chuyển qua lại bên trong nó. Khoang trộn được gia nhiệt nhờ các băng cấp nhiệt. Nhiệt độ xung quanh khoang chứa liệu cung cấp từ 20 đến 30% nhiệt độ cần thiết để làm chảy lỏng vật liệu nhựa.

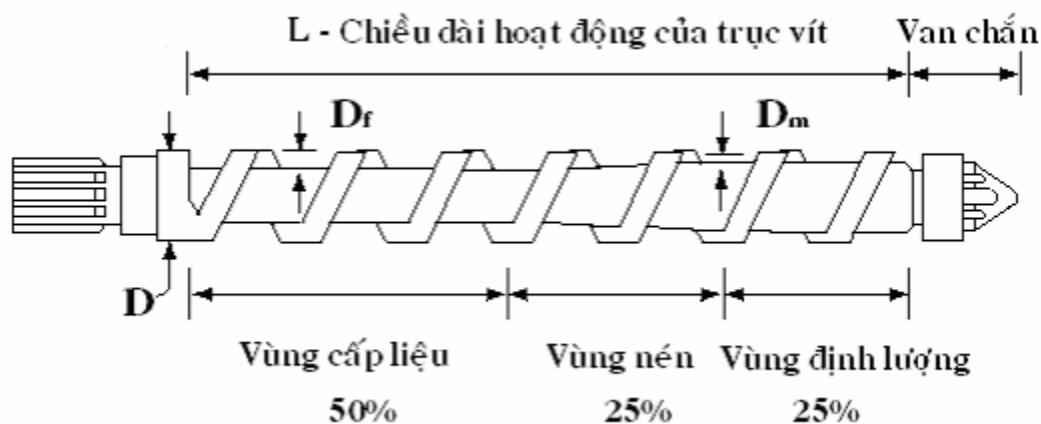
c) Các băng gia nhiệt : Giúp duy trì nhiệt độ khoang chứa liệu để nhựa bên trong khoang luôn ở trạng thái chảy dẻo. Thông thường, trên một máy ép nhựa có thể có nhiều băng gia nhiệt (≥ 3 băng) được cài đặt với các nhiệt độ khác nhau để tạo ra các vùng nhiệt độ thích hợp cho quá trình ép phun.



Hình 5.7 - Băng nhiệt.

d) Trục vít : có chức năng nén, làm chảy dẻo và tạo áp lực để đẩy nhựa chảy dẻo vào lòng khuôn.

Trục vít có cấu tạo gồm 3 vùng được minh họa trong hình 5.7 :



Hình 5.8 - Cấu tạo trục vít.

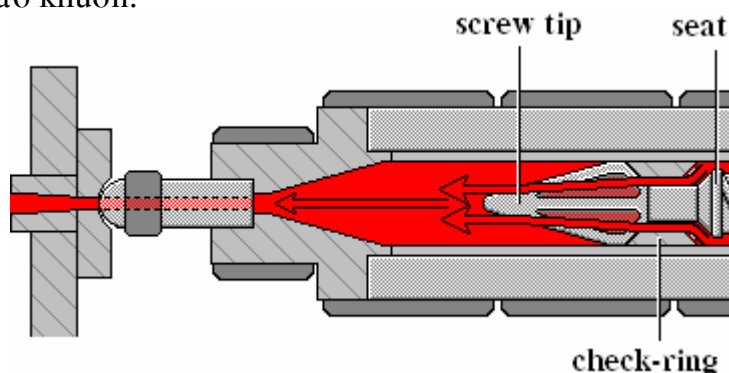
+ Vùng cấp liệu (Feed section) : là vùng gần phễu cấp liệu nhất, chiếm khoảng 50% chiều dài hoạt động của trục vít (có tài liệu cho là 60%) và có chức năng làm cho vật liệu đặc lại thành khối và chuyển vật liệu qua vùng nén. Chiều sâu của các cánh vít ở vùng này là lớn nhất và hầu như không đổi.

+ Vùng nén hay vùng chuyển tiếp (Transition or compression section) : chiếm khoảng 25% chiều dài hoạt động của trục vít (có tài liệu cho là 20%). Ở vùng này, đường kính ngoài của trục vít không đổi nhưng chiều sâu các cánh vít thay đổi nhỏ dần từ vùng cấp liệu đến cuối vùng định lượng. Chính nhờ cấu tạo đặc biệt này mà các cánh vít làm cho nhựa bị nén chặt vào thành trong của khoang chứa liệu, điều này tạo ra nhiệt ma sát. Nhiệt ma sát này cung cấp khoảng 70 đến 80% lượng nhiệt cần thiết để làm chảy dẻo vật liệu.

+ Vùng định lượng (Metering section) : chiếm khoảng 25% chiều dài hoạt động của trục vít (có tài liệu cho là 20%), có chức năng cung cấp nhiệt độ để vật liệu chảy dẻo một cách đồng nhất và làm bắn vật liệu chảy dẻo vào khuôn qua cuống phun. Chiều sâu cánh vít ở vùng này là bé nhất và hầu như không đổi.

Để đánh giá được khả năng làm chảy dẻo vật liệu của trục vít cao hay thấp người ta dựa vào hai thông số chính đó là : L/D và D_f/D_m . Tỷ lệ L/D nhỏ nhất là 20 :1, tỷ lệ D_f/D_m thường là 3 :1 ; 2,5:1 và 2:1.

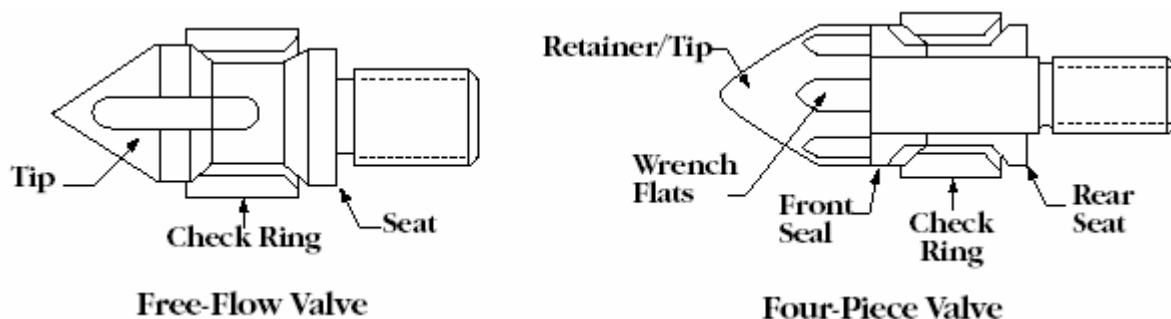
e) Bộ hồi tự hở hay van hồi tự mở (Non - return assembly or non-return valve) : bộ phận này gồm vòng chặn hình nêm, đầu trục vít và seat. Chức năng của nó là tạo ra dòng nhựa bắn vào khuôn.



Hình 5.9 - Non-return assembly.

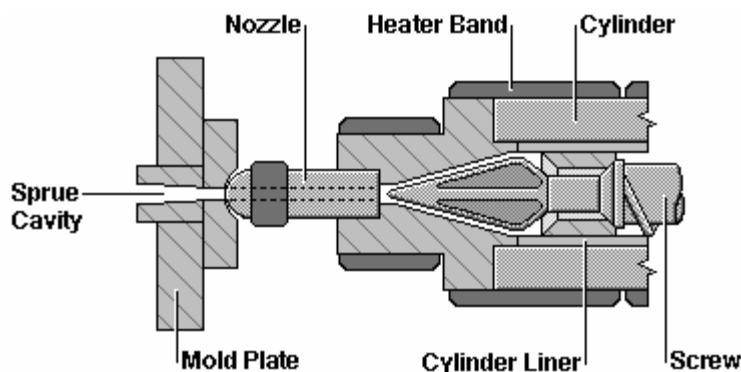
Khi trục vít lùi về thì vòng chặn hình nêm di chuyển về hướng vòi phun và cho phép nhựa chảy về phía trước đầu trục vít. Còn khi trục vít di chuyển về phía trước thì

vòng chặn hình nêm sẽ di chuyển về hướng phễu và đóng kín với seat không cho nhựa chảy ngược về phía sau.



Hình 5.10 - Các loại bộ hồi tực hử.

f) Vòi phun : có chức năng nối khoang trộn với cuống phun và phải có hình dạng đảm bảo bịt kín khoang trộn và khuôn. Nhiệt độ ở vòi phun nên được cài đặt lớn hơn hoặc bằng nhiệt độ chảy của vật liệu (đây là lời khuyên của các nhà cung cấp vật liệu). Trong quá trình phun nhựa lỏng vào khuôn, vòi phun phải thẳng hàng với bạc cuống phun và đầu vòi phun nên được lắp kín với phần lõm của bạc cuống phun thông qua vòng định vị để đảm bảo nhựa không bị phun ra ngoài và tránh mất áp.



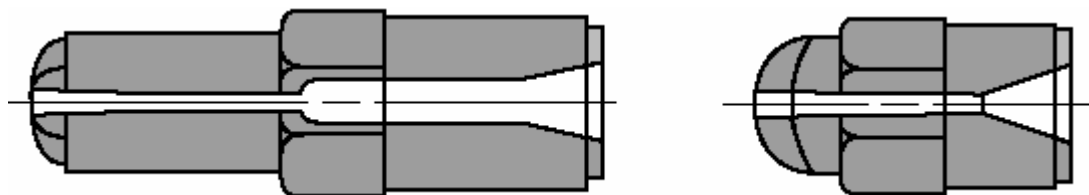
Hình 5.11 - Vị trí vòi phun trong hệ thống phun.

Có nhiều loại vòi phun khác nhau, tùy vào từng trường hợp ứng dụng cụ thể mà ta dùng loại vòi phun nào cho thích hợp. Thông thường người ta quan tâm đến một số thông số như :

+ Đường kính lỗ của đầu vòi phun phải nhỏ hơn đường kính lỗ của bạc cuống phun một chút (khoảng 0.125 - 0.75mm) để cuống phun dễ thoát ra ngoài và tránh cản dòng.

+ Chiều dài của vòi phun nên dài hơn chiều sâu của bạc cuốn phun (tạo dòng ổn định trước khi vào bạc cuốn phun).

+ Độ côn tùy thuộc vào vật liệu ép phun.



Hình 5.12 -Vòi phun.

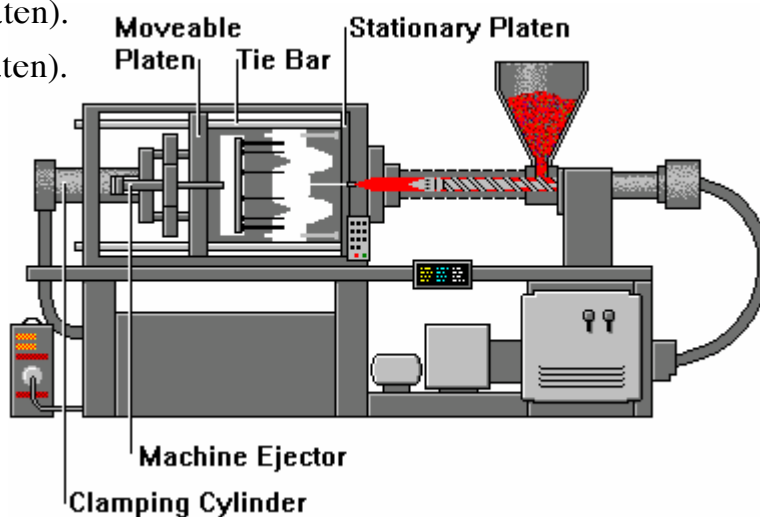
5.1.1.3. Hệ thống khuôn : (xem chương 3).

5.1.1.4 Hệ thống kẹp :

Hệ thống kẹp có chức năng đóng, mở khuôn, tạo lực kẹp giữ khuôn trong quá trình làm nguội và đẩy sản phẩm thoát khỏi khuôn khi kết thúc một chu kỳ ép phun.

Hệ thống này gồm các bộ phận :

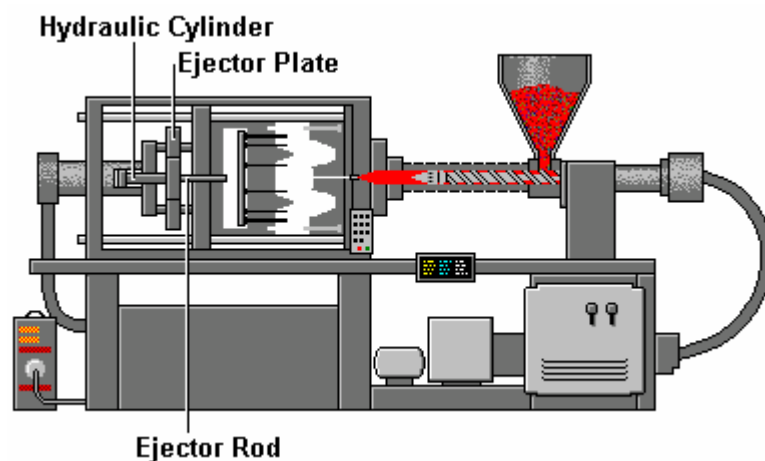
- Cụm đẩy của máy (Machine ejectors).
- Cụm kìm (Clamp cylinders).
- Tấm di động (Moveable platen).
- Tấm cố định (Stationary platen).
- Những thanh nối (Tie bars).



Hình 5.13 - Hệ thống kẹp.

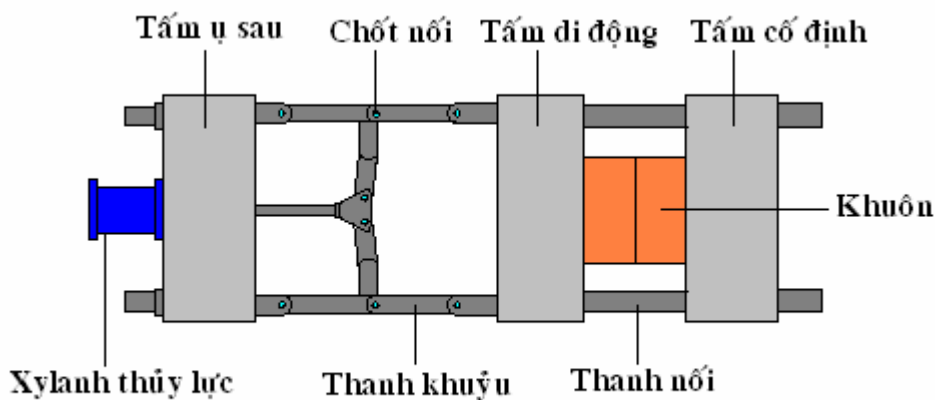
Các bộ phận trong hệ thống kẹp :

a) Cụm đẩy (Machine ejections) : gồm xy lanh thủy lực, tấm đẩy và cần đẩy. Chúng có chức năng tạo ra lực đẩy tác động vào tấm đẩy trên khuôn để đẩy sản phẩm rời khỏi khuôn.

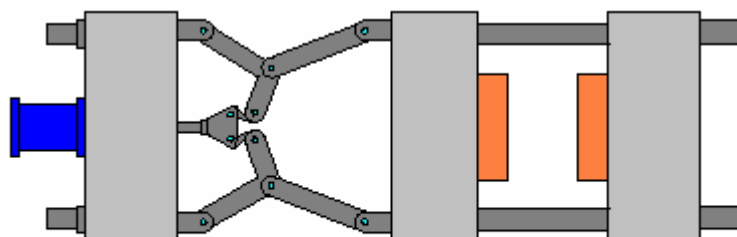


Hình 5.14 - Cụm đẩy.

b) Cụm kìm (Clamp cylinders) : thường có 2 loại chính, đó là loại dùng cơ cấu khuỷu và loại dùng các xylanh thủy lực. Hệ thống này có chức năng cung cấp lực để đóng mở khuôn và lực để giữ khuôn (kìm khuôn) đóng trong suốt quá trình phun.

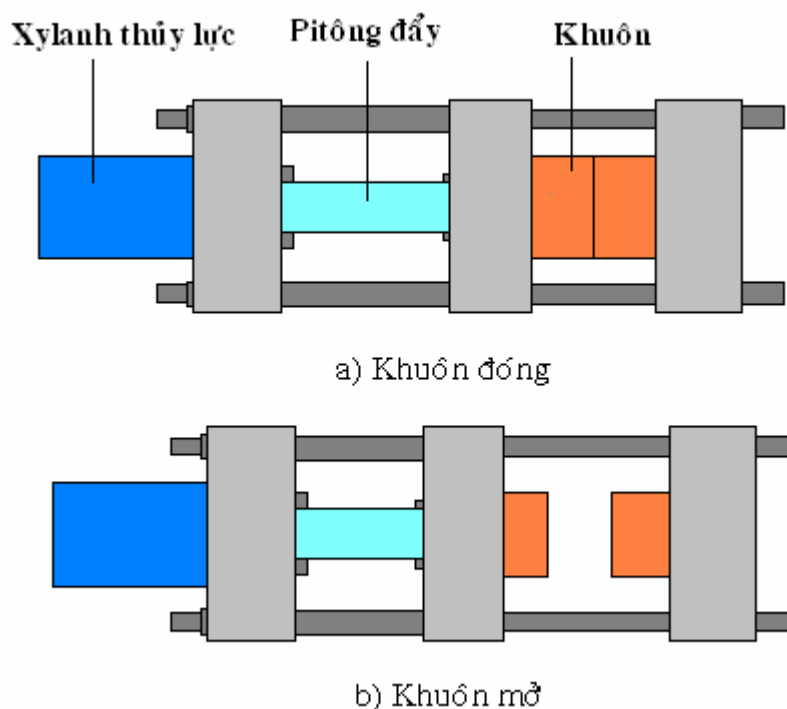


a) Khuôn đóng



b) Khuôn mở

Hình 5.15 - Cụm kìm dùng cơ cấu khuỷu.



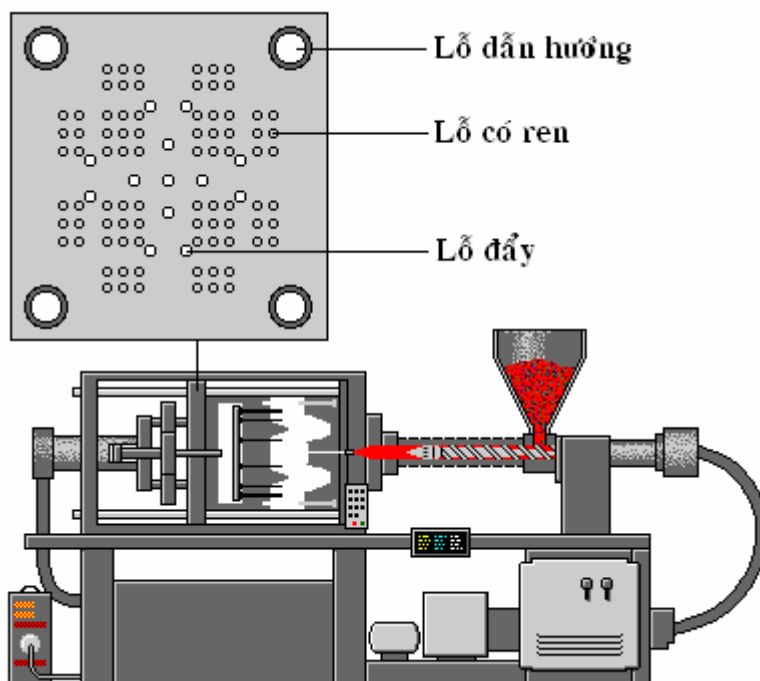
Hình 5.16 - Cụm kìm dùng xylanh thủy lực.

❖ **Ưu nhược điểm của cụm kìm dùng cơ cấu khuỷu và xylanh thủy lực :**

Loại kìm	Ưu điểm	Nhược điểm
Kìm dùng thủy lực	- Lắp đặt khuôn nhanh. - Biết rõ áp suất kìm. - Dễ bảo dưỡng. - Ít làm võng tấm khuôn. - Lực kìm tập trung vào giữa tấm khuôn.	- Cần lượng lớn dầu thủy lực. - Tốn nhiều năng lượng. - Chịu ảnh hưởng bởi hệ số nén của dầu.
Kìm dùng cơ cấu khuỷu	- Giá thành thấp. - Di chuyển cơ cấu kìm nhanh. - Tự hãm để giảm va đập.	- Cần bảo dưỡng thường xuyên. - Lực kìm không tập trung vào giữa tấm khuôn. - Khó điều chỉnh.

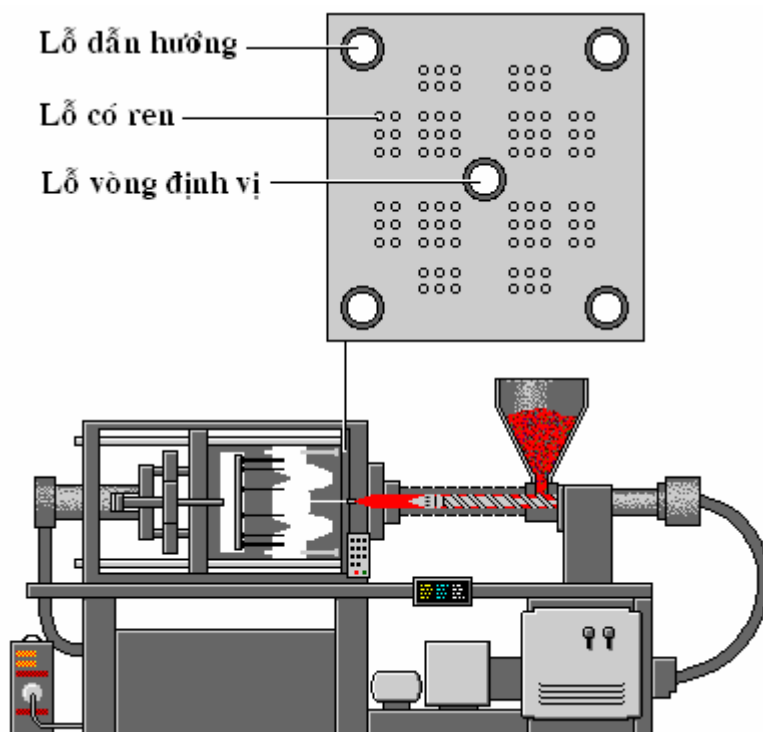
c) Tấm di động (Moveable platen) : là một tấm thép lớn với bề mặt có nhiều lỗ thông với tấm di động của khuôn. Chính nhờ các lỗ thông này mà cần đẩy có thể tác

động lực vào tấm đẩy trên khuôn. Ngoài ra, trên tấm di động còn có các lỗ ren để kẹp tấm di động của khuôn. Tấm này di chuyển tới lui dọc theo 4 thanh nối trong quá trình ép phun.



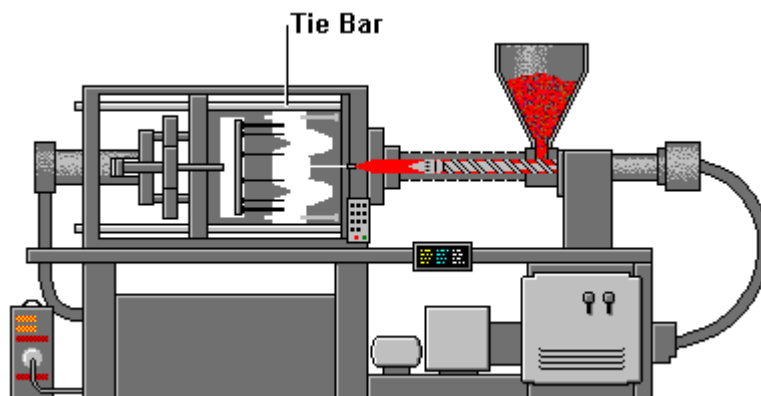
Hình 5.17 - Tấm di động và vị trí của nó trên máy ép phun.

d) Tấm cố định (Stationary platen) : cũng là một tấm thép lớn có nhiều lỗ thông với tấm cố định của khuôn. Ngoài 4 lỗ dẫn hướng và các lỗ có ren để kẹp tấm cố định của khuôn tương tự như tấm di động, tấm cố định còn có thêm lỗ vòng định vị để định vị tấm cố định của khuôn và đảm bảo sự thẳng hàng giữa cần đẩy và cụm phun (vòi phun và bạc cuống phun).



Hình 5.18 - Tấm cố định và vị trí của nó trên máy ép phun.

e) Các thanh nối (Tie bars) : có khả năng co giãn để chống lại áp suất phun khi kim tạo lực. Ngoài ra chúng còn có tác dụng dẫn hướng cho tấm di động.

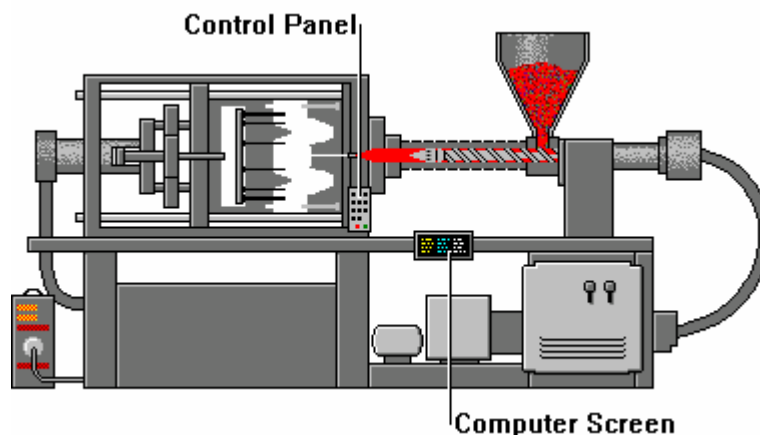


Hình 5.19 - Vị trí các thanh nối trên máy.

5.1.1.5. Hệ thống điều khiển :

Hệ thống điều khiển giúp người vận hành máy theo dõi và điều chỉnh các thông số gia công như : nhiệt độ, áp suất, tốc độ phun, vận tốc và vị trí của trục vít, vị trí của các bộ phận trong hệ thống thủy lực. Quá trình điều khiển có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sau cùng của sản phẩm và hiệu quả kinh tế của quá trình. Hệ thống điều

khởi giao tiếp với người vận hành máy qua bảng nút điều khiển (Control panel) và màn hình máy tính (Computer screen).



Hình 5.20 - Hệ thống điều khiển.

a) Màn hình máy tính : cho phép nhập các thông số gia công, trình bày các dữ liệu của quá trình ép phun, cũng như các tín hiệu báo động và các thông điệp.

Page B5 Clamping		
Parameters	Set Values	Actual Values
Mold Open	10 In	6 In
Fast Closing V1	50%	
Closing Pressure	800 PSI	800 PSI
Slow Position	2 In	6 In
Slow Closing V2	2%	
Start Mold Safety	1 In	6 In
End Mold Safety	.1 In	6 In
Mold Safety Pressure	300 PSI	
Mold Safety Timer	5 Sec	
Mold Closed		
Clamp Force	500 Ton	
Alarm		V1

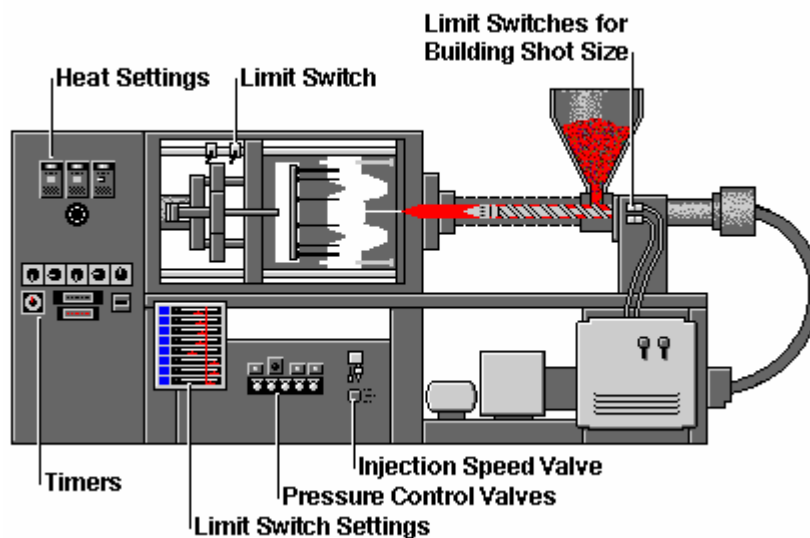
Hình 5.21 - Một trang hiển thị các thông số ép phun trên máy.

b) Bảng điều khiển : gồm các công tắc và nút nhấn dùng để vận hành máy. Một bản điều khiển điển hình gồm có : nút nhấn điều khiển bơm thủy lực, nút nhấn tắt nguồn điện hay dừng khẩn cấp và các công tắc điều khiển bằng tay.

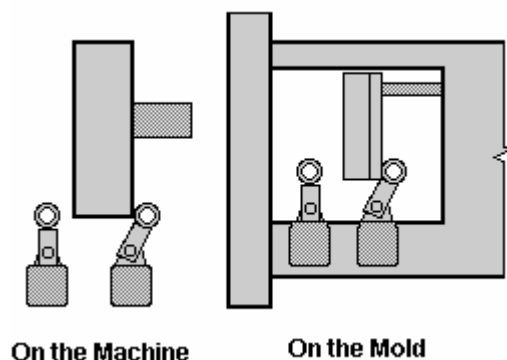


Hình 5.22 - Bảng điều khiển điện hình trên máy ép phun.

Bên trong hệ thống điều khiển là bộ vi xử lý các rơle, công tắc hành trình, các bộ phận điều khiển nhiệt độ, áp suất, thời gian,...v...v...



Hình 5.23 - Các bộ phận bên trong hệ thống điều khiển trên khuôn và trên máy.

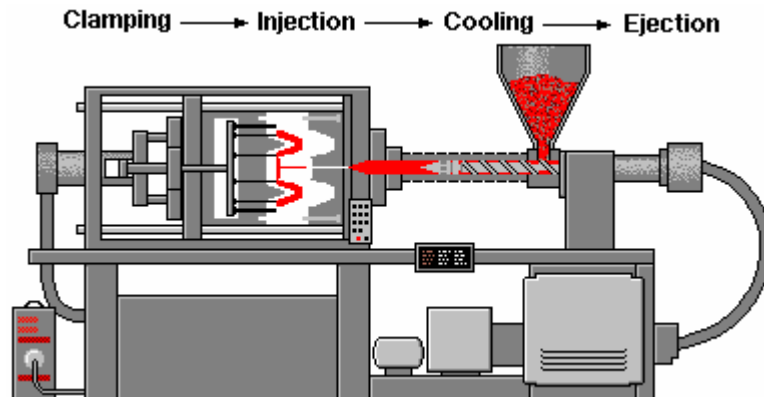


Hình 5.24 - Các công tắc hành trình trên máy ép phun.

5.1.2. Chu kỳ ép phun :

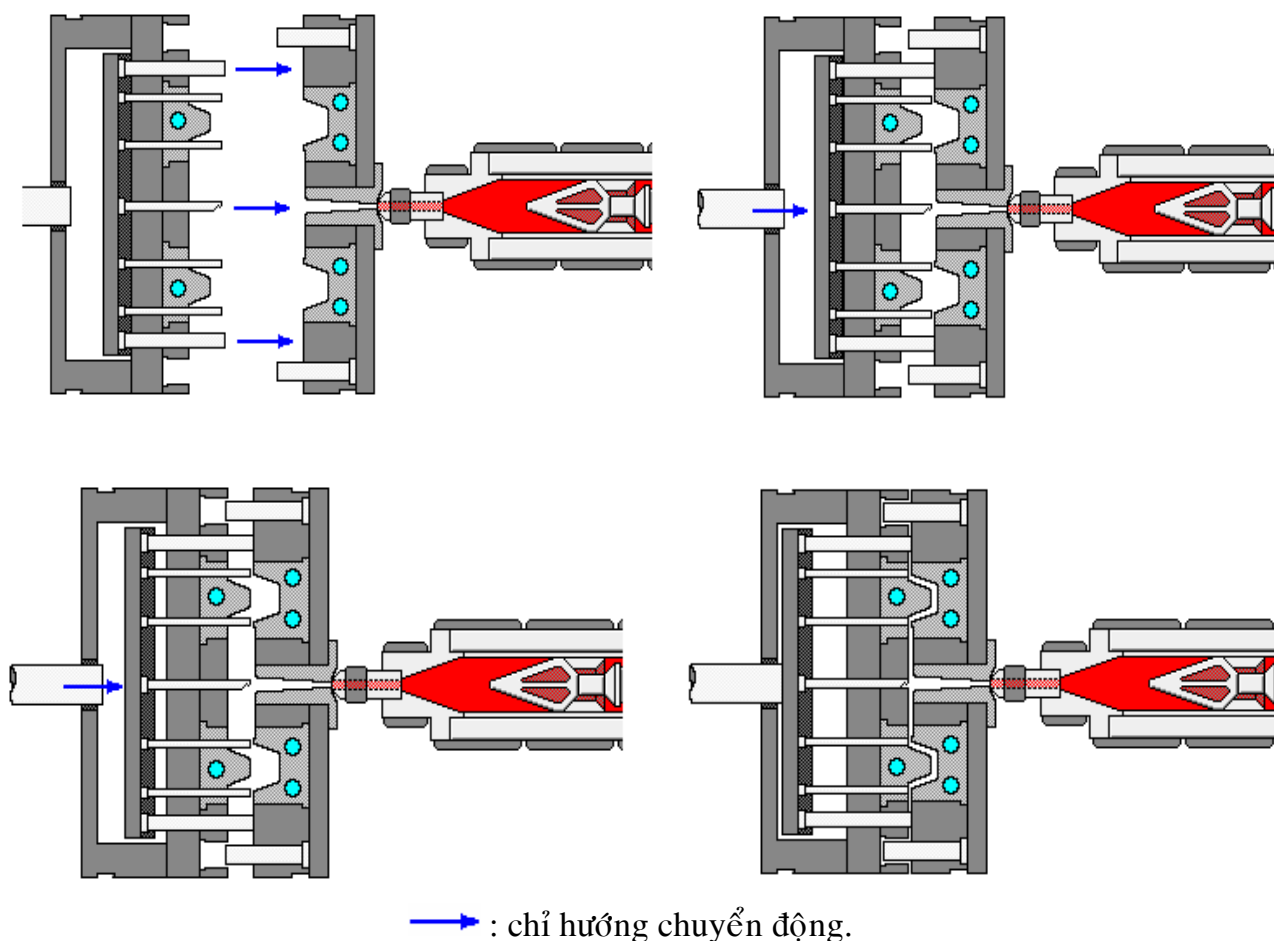
Chu kỳ ép phun gồm bốn giai đoạn :

1. Giai đoạn kẹp (Clamping phase) : khuôn được đóng lại.
2. Giai đoạn phun (Injection phase) : nhựa điền đầy vào khuôn.
3. Giai đoạn làm nguội (Cooling phase) : nhựa được làm đặc lại trong khuôn.
4. Giai đoạn đẩy (Ejector phase) : đẩy sản phẩm nhựa ra khỏi khuôn.



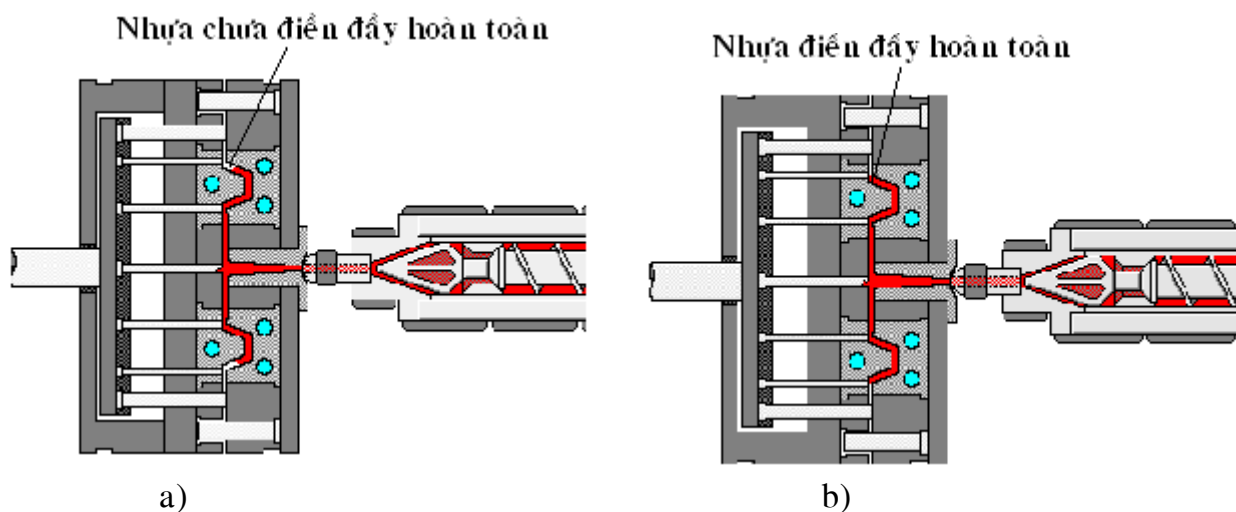
Hình 5.25 - Chu kỳ ép phun.

5.1.2.1. Giai đoạn kẹp : lúc đầu cụm kìm đóng khuôn lại rất nhanh nhưng sau đó chậm dần cho đến khi khuôn đóng hoàn toàn (không xảy ra tiếng động lớn). Một khi khuôn đã đóng cũng là lúc áp lực kìm rất lớn được tạo ra để chống lại áp cao từ dòng nhựa bắn vào khuôn. Điều này rất quan trọng vì nếu lực kìm không chống lại nổi áp lực phun thì khuôn sẽ bị hư hại và sản phẩm nếu có ép phun được đi nữa thì cũng gặp nhiều khuyết tật (xem các khuyết tật sản phẩm ở chương 6).



Hình 5.26 - Diễn biến giai đoạn kẹp.

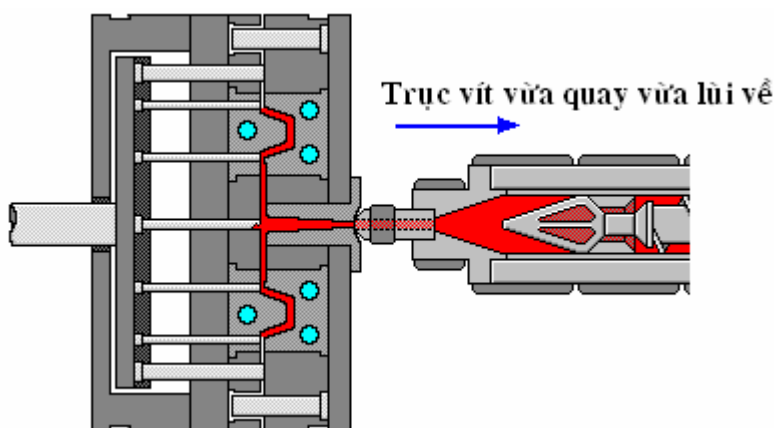
5.1.2.2. Giai đoạn phun : trong suốt giai đoạn này xảy ra 3 quá trình. Đầu tiên, nhựa nóng chảy được phun vào khuôn rất nhanh do trục vít tiến về phía trước. Một khi các lòng khuôn gần như được điền đầy (điền đầy khoảng 95% lòng khuôn) thì quá trình định hình sản phẩm diễn ra do lòng khuôn có nhiệt độ thấp hơn. Nhựa nóng sẽ nguội dần và xảy ra hiện tượng co rút. Do đó, một lượng nhựa nữa (khoảng 5%) sẽ tiếp tục được phun vào để bù trừ vào sự co rút cho đến khi miệng phun bị đặc cứng lại. Ta gọi đây là quá trình giữ hay quá trình kìm. Quá trình này giúp ngăn dòng chảy ngược của nhựa qua miệng phun.



Hình 5.27 - a) Quá trình phun nhanh.

b) Quá trình định hình và quá trình giữ.

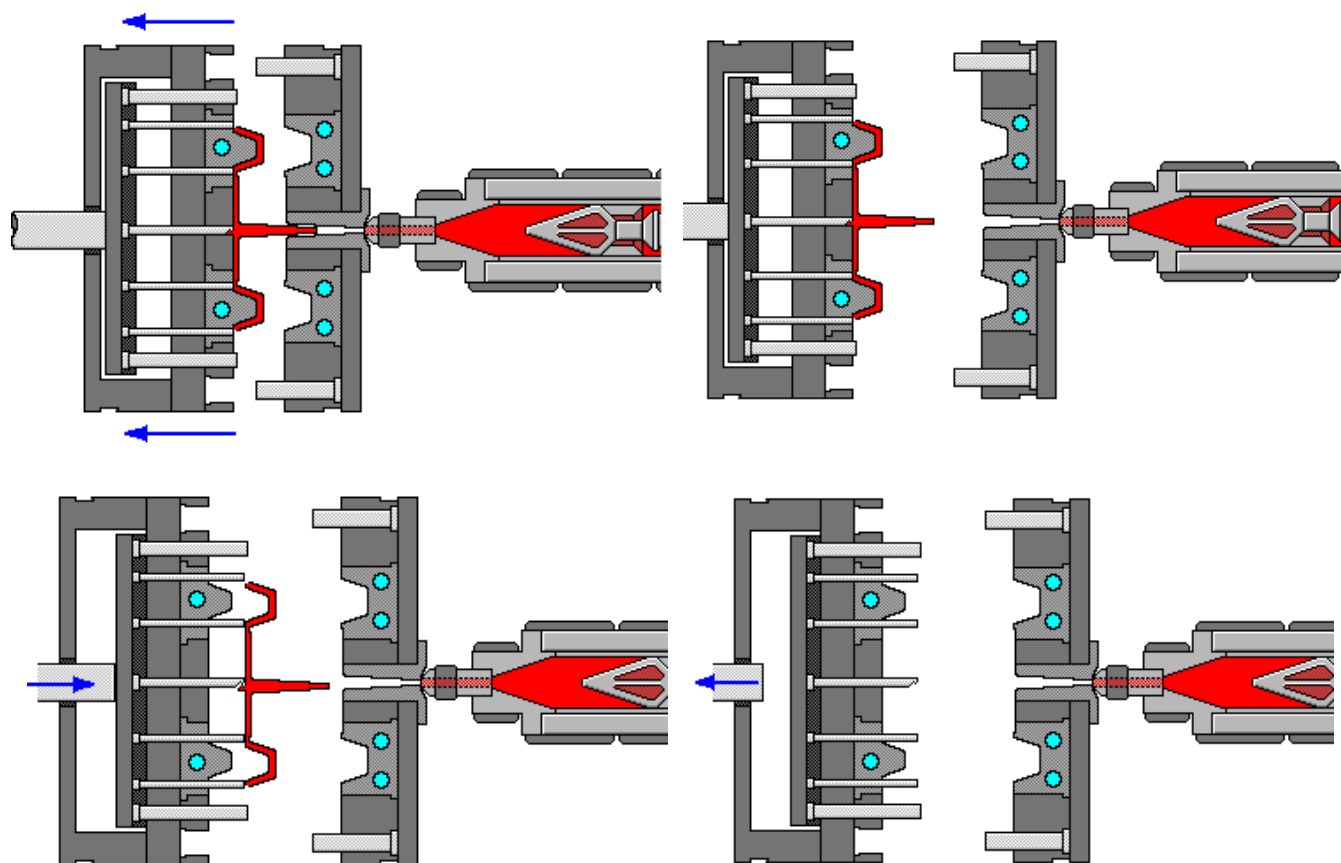
5.1.2.3. Giai đoạn làm nguội : giai đoạn này bắt đầu ngay sau khi quá trình giữ kết thúc. Khuôn vẫn được đóng và nhựa nóng trong lòng khuôn được làm nguội cho đến khi đủ độ cứng để có thể được đẩy rời khỏi khuôn. Trong suốt giai đoạn này trục vít vẫn quay và lùi dần lại để chuẩn cho lần phun kế tiếp. Thời gian tiêu tốn trong giai đoạn này phụ thuộc vào loại vật liệu nhựa mà ta ép.



Hình 5.28 - Giai đoạn làm nguội khuôn.

5.1.2.4. Giai đoạn đẩy : đây là giai đoạn cuối cùng của một chu kỳ ép phun. Trong giai đoạn này cụm kìm làm chức năng mở khuôn ra một cách nhanh chóng và an toàn. Lúc đầu, cụm kìm mở khuôn một cách chậm chạp và sau đó là nhanh dần cho đến gần cuối hành trình thì nó chuyển động chậm lại để tránh va đập mạnh. Khi khuôn mở ra

thì tấm đẩy của khuôn bị cần đẩy của máy đẩy về phía trước để lới sản phẩm ra khỏi khuôn. Một khi sản phẩm rời khỏi khuôn thì cần đẩy sẽ hồi về để sẵn sàng cho một chu kỳ ép phun kế tiếp.



→ : chỉ chiều chuyển động.

Hình 5.29 - Giai đoạn đẩy.

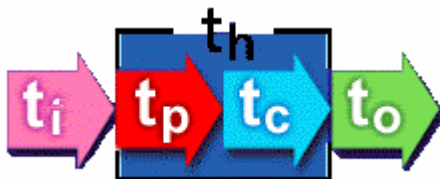
5.1.3. Thời gian chu kỳ ép phun và cách rút ngắn thời gian chu kỳ :

5.1.3.1. Thời gian chu kỳ phun ép :

Thời gian chu kỳ ép phun là khoảng thời gian cần thiết để nhựa điền đầy lòng khuôn và bề dày sản phẩm đông đặc khoảng 90%. Như vậy thời gian chu kỳ sẽ là tổng các khoảng thời gian của từng giai đoạn ép phun. Các khoảng thời gian này là :

- Thời gian phun.
- Thời gian giữ : gồm thời gian định hình và thời gian làm lạnh.
- Thời gian mở khuôn.

- Thời gian đóng khuôn : không đáng kể có thể bỏ qua.



Hình 5.30 - Thời gian chu kỳ.

5.1.3.2. Cách rút ngắn thời gian chu kỳ :

Thông thường thời gian chu kỳ tăng là do :

- + Nhiệt độ của khuôn và nhiệt chảy dẻo của nhựa cao.
- + Hệ thống làm nguội thiết kế không tốt.
- + Tốn nhiều thời gian trong giai đoạn phun và giữ.

Như vậy, để giảm thời gian chu kỳ ta sẽ giải quyết các vấn đề sau :

- + Giảm thời gian phun.
- + Giảm thời gian giữ.
- + Giảm thời gian làm lạnh đến mức tối thiểu.

❖ Giảm thời gian phun : việc này liên quan đến vấn đề mất áp, số lòng khuôn và bề dày sản phẩm.

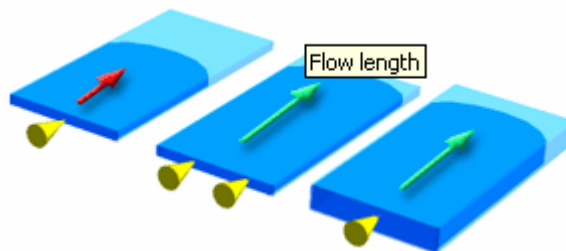
- Mất áp : xảy ra trên hệ thống kênh dẫn và miệng phun. Mất áp ít thì các lòng khuôn sẽ điền đầy nhanh hơn nên thời gian điền đầy giảm và ngược lại. Kênh dẫn lớn sẽ làm giảm sự mất áp nhưng làm tăng thời gian làm lạnh đối với kênh dẫn nguội và ảnh hưởng đến nhiệt chảy dẻo của nhựa trong kênh dẫn nóng. Miệng phun lớn cũng làm giảm sự mất áp nhưng sẽ để lại vết trên sản phẩm.

Như vậy để giảm thời gian phun ta cần phải thiết kế hệ thống phun nhựa có kích thước hợp lý (xem chương 3).

- Số lòng khuôn : số lòng khuôn nhiều thì thời gian phun sẽ tăng nhưng trong thiết kế số lòng khuôn phải đảm theo yêu cầu khách hàng nên ta không thể giảm số lòng khuôn. Tuy nhiên ta có thể cải thiện thời gian phun bằng cách giảm thiểu chiều dài hệ thống kênh dẫn.

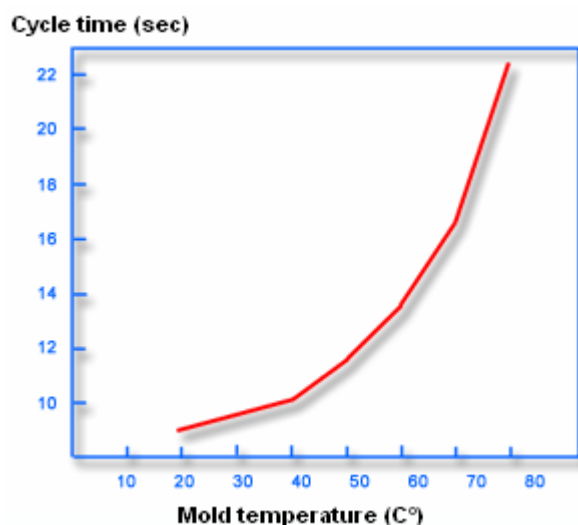
- Bề dày sản phẩm : nhựa sẽ chảy dễ hơn trong những vùng có bề dày dày hơn vì thế ta cần phải thiết kế bề dày sản phẩm một cách hợp lý (xem chương 3) hoặc có thể bố trí thêm miệng phun khi bề dày của sản phẩm quá mỏng để giảm thời gian phun. Mỗi

loại vật liệu có chiều dài dòng chảy của riêng nó nên ta cần xem datasheet của chúng để điều chỉnh áp suất phun hợp lý, đặc biệt là khi tỉ lệ $L/t \geq 200$ (L : chiều dài dòng chảy ; t : bề dày).



Hình 5.31 - Nhựa dễ chảy qua vùng có bề dày lớn.

- ❖ Giảm thời gian giữ : đường kính miệng phun tăng thì thời gian giữ sẽ tăng vì thế ta có thể giảm đường kính miệng phun để giảm thời gian giữ nhưng cần phải đảm bảo rằng các lòng khuôn phải được điền đầy (xem kích thước miệng phun ở chương 3). Nếu không thể giảm đường kính miệng phun thì ta có thể tối thiểu hóa thời gian giữ trên máy ép phun.
- ❖ Giảm thời gian làm lạnh : có hai yếu tố ảnh hưởng đến thời gian làm lạnh đó là nhiệt độ khuôn và nhiệt độ chảy dẻo của nhựa. Nếu một trong hai yếu tố này tăng thì thời gian làm lạnh sẽ tăng và thời gian chu kỳ cũng sẽ tăng. Vì vậy muốn giảm thời gian làm lạnh thì ta phải điều chỉnh nhiệt độ của khuôn và nhiệt chảy dẻo của nhựa một cách hợp lý (xem datasheet của các loại nhựa).



Hình 5.32 - Nhiệt độ khuôn tăng làm thời gian chu kỳ tăng.

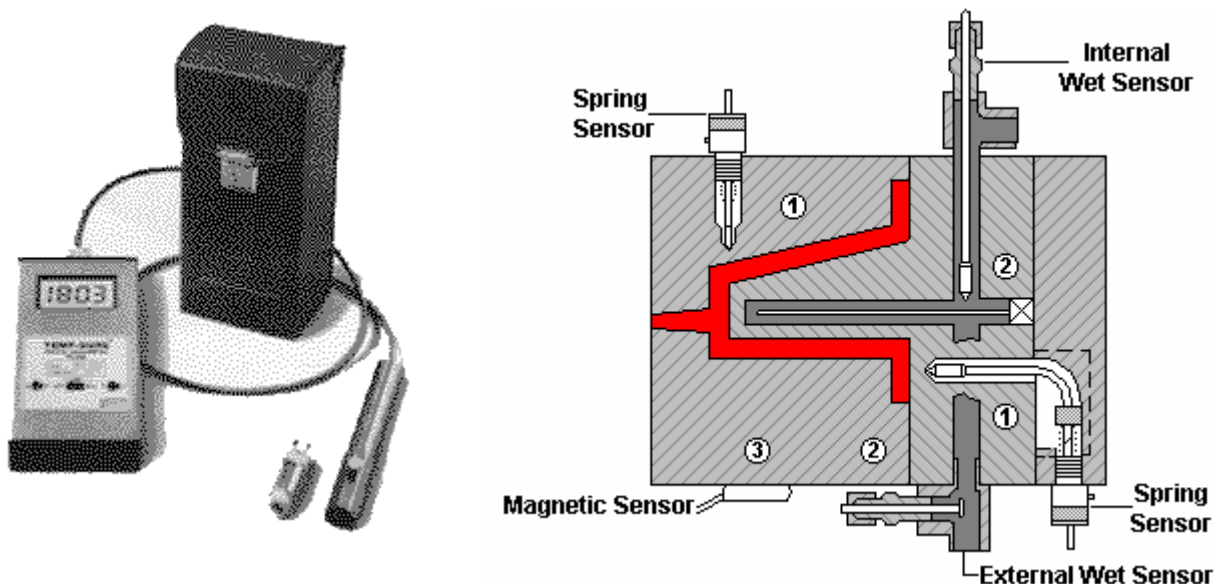
5.2. Các thông số gia công : (xem phụ lục cài đặt các thông số gia công cho một số loại nhựa).

5.3. Đo và điều khiển nhiệt độ trong quá trình ép phun :

Nhiệt độ của khuôn (gia nhiệt cho khuôn hoặc làm nguội khuôn) rất quan trọng đóng một vai trò quan trọng trong quá trình ép phun. Nhiệt độ khuôn có ảnh hưởng đến :

- + Chu kỳ ép phun.
- + Hình dáng và chất lượng sản phẩm.
- + Tính thẩm mỹ của sản phẩm.
- + Độ co rút, độ bền và các khuyết tật trên sản phẩm.

Do đó, nhiệt độ của khuôn cần phải được phải được đo đạt và điều chỉnh hợp lý. Hiện nay có nhiều loại sensor và các các đồng hồ đo nhiệt cao hiển thị số được bán trên thị trường. Các loại đồng hồ này chủ yếu dùng để đo nhiệt ở mặt ngoài của khoang chứa liệu, vòi phun và các bề mặt của khuôn.



Hình 5.33 - Đồng hồ và một số loại cảm biến đo nhiệt cao.

Một số loại cảm biến dùng để đo nhiệt của khuôn :

- + Cảm biến lò xo (spring sensor) dùng để đo nhiệt bề mặt của cối khuôn và chày khuôn.
- + Cảm biến đo độ ẩm.
- + Cảm biến từ được dùng khi không dùng được cảm biến lò xo.

5.4. Khắc phục một số lỗi thường gặp trong quá trình ép phun :

Ta có thể tham khảo bảng sau :

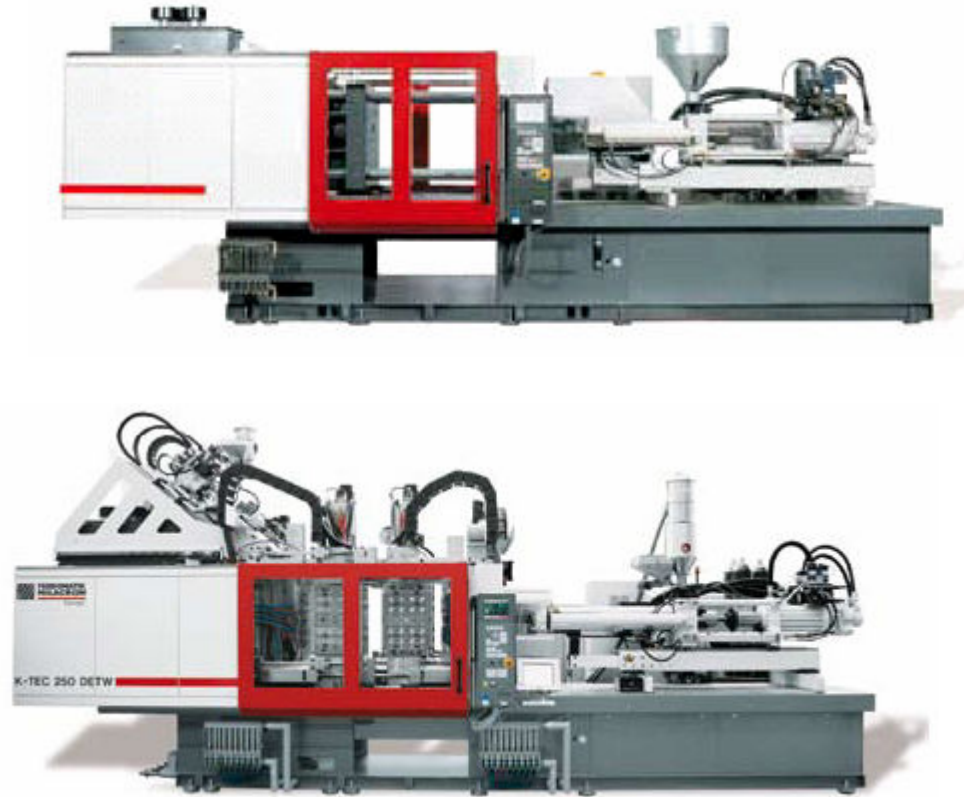
Item	Brittleness	Short Shot	Poor Surface	Stain	Flash	Void	Flow Mark	Poor Mold Release	Warpage	Burning
Cylinder Temp	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓
Mold Temp	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	
Nozzle Temp	↓	↑	↑	↓		↓	↑		↓	↓
Injection Speed	↓	↑	↑	↓	↓		↑	↓	↑	↓
Injection Pressure		↑		↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓
Holding Pressure	↓	↑		↑	↓	↑		↓	↑	↓
Back Pressure	↓	↑		↓	↓	↑				↓
Cooling Time						↑			↑	
Screw RPM	↓									↓
Nozzle Diameter	↑	↑	↑	↑		↑	↑		↑	
Gas Vent	O	O	O	O		O	O		O	O↑
Gate Size	↑	↑		↑		↑	↑			↑
Gate Position				O		O	O		O	
Drying	O			O		O	O			

Chú thích : ↑ - cần tăng

↓ - cần giảm

O - xem lại các yếu tố ảnh hưởng

5.5. Một số loại máy ép phun :



Nguồn : www.ferromatik.com



Nguồn : www.hautek.com