

TON DUC THANG UNIVERSITY

The Faculty of Applied Science

**Chương 2: Công Nghệ
Nghiên, Trộn, Tạo Hạt**

Ph.D. Nguyen Quang Khuyen

Email: nqkhuyen@gmail.com

HP :0908 207020

Các quá trình nghiền, trộn, tạo hạt là những quá trình chuẩn bị rất cần thiết trước khi gia công polymer.

2.1 Nghiền

Mục đích:

- *Tăng cường khả năng trộn lẫn giữa các cấu tử trong quá trình trộn.*
- *Giúp cho quá trình sấy và nóng chảy nhanh hơn.*
- *Làm nhỏ phế liệu cho quá trình tạo hạt.*
- *Nếu kích thước của hạt quá nhỏ thì dễ bị dính vón. Do vậy phải điều chỉnh kích thước của hạt cho hợp lý với từng loại polymer (dùng rây).*

2.1 Nghiên (tt)

Thiết bị nghiên

- Có nhiều loại thiết bị nghiên và tùy thuộc vào loại vật liệu.
- Các máy nghiên thường được dùng nhất là: máy đập vỡ hình trụ tròn, máy nghiên búa, máy xay dao, máy nghiên Đỉnh, máy nghiên trục cán.
- Dựa vào kích thước hạt, trạng thái vật liệu, sự phân loại kích thước để chọn cách và thiết bị nghiên phù hợp.

➤ Máy nghiền dao có ý nghĩa hơn cả vì nó thích hợp để nghiền những polymer có ứng dụng rộng rãi nhất và dùng để làm nhỏ phế liệu cho nguyên công tạo hạt.

➤ Tốc độ của máy nghiền dao từ $12 \div 14$ m/s, khoảng cách giữa các lưỡi dao cố định và lưỡi dao di động từ $0,25 \div 0,5$ mm. Năng suất nghiền phụ thuộc vào kích thước vật liệu cần đạt được khoảng 10 kg/h \div 2500 kg/h.

2.2 Trộn

Mục đích:

- Trộn đều và phân bố các loại vật liệu khác nhau trong hỗn hợp (polymer, phụ gia, độn, màu...).
- Trong khi gia công quá trình trộn còn hỗ trợ cho việc truyền nhiệt giúp cho khối vật liệu có nhiệt độ đồng đều.
- Ngoài ra nếu hỗn hợp ở dạng Past thì quá trình trộn còn làm nhuyễn và dẻo vật liệu, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình gia công như cán.

2.2 Trộn (tt)

Đặc điểm của quá trình trộn

- Sự gia tăng nhiệt độ của khối vật liệu do nội nhiệt sinh ra do ma sát nhớt, cùng với sự gia nhiệt bên ngoài, vật liệu từ dạng rời (thường gặp đối với các loại nhựa nhiệt dẻo và nhiệt rắn), độ dẻo thấp (trường hợp cao su và nhựa) chuyển sang trạng thái liên tục có độ mềm dẻo nhất định. Quá trình này gọi là quá trình dẻo hoá. Thông thường, 2 quá trình trộn và làm mềm xảy ra đồng thời.
- Trộn thông thường khác với trộn vật liệu nóng chảy, loại thiết bị sử dụng cũng khác nhau.

Đặc điểm của quá trình trộn (tt)

- *Dưới tác dụng của ứng suất cơ học lớn, sẽ xảy ra quá trình cắt đứt mạch phân tử tạo những gốc tự do và quá trình kết hợp các gốc này lại. Điều này có ảnh hưởng đến tính năng gia công và tính năng sử dụng của polymer (Có lợi là giảm độ nhớt cho phụ gia và chất độn dễ phân tán, tuy nhiên làm giảm tính chất cơ lý polymer).*
- *Sự chuyển động tương đối giữa các bộ phận của thiết bị sẽ tạo nên những biến dạng trượt trong khối vật liệu giúp cho việc phân tán các phụ gia vào khối thiết bị polymer.*

Thiết bị trộn

➤ *Tùy thuộc vào mục đích và trạng thái vật liệu khác nhau mà người ta sử dụng các thiết bị trộn khác nhau một cách hợp lý. Ví dụ: Máy trộn lệch ly tâm: PS, PE, PP, PMMA, máy khuấy cách khuấy chữ Z: PVC (trộn cao tốc) ...*

➤ *Các vật liệu dạng lỏng hoặc bột nhão như điều chế bột nhão PVC cũng được thực hiện trong máy khuấy. Những máy khuấy này có kích thước nhỏ, trục khuấy thẳng đứng, quay trong thùng trụ tròn. Tùy thuộc vào yêu cầu công nghệ mà thùng khuấy có thể có 2 lớp để đun nóng hoặc làm nguội.*

Thiết bị trộn (tt)

➤ Đối với các vật liệu dạng hạt có kích thước khác nhau, để trộn các phụ gia dạng bột, người ta thường sử dụng máy trộn hình tang quay. Trong quá trình chúng chuyển động ngược chiều chúng được tích điện và như vậy các phân tử phụ gia sẽ bám vào các hạt vật liệu. Để quá trình trộn có hiệu quả, số vòng quay của máy ở vào khoảng $25 \div 35$ vòng/phút.

➤ Cánh gạt có tác dụng ngăn cản sự dịch chuyển quay dạng xoắn để tạo sự dịch chuyển tương đối của các phân tử vật liệu với nhau tốt hơn và từ đó cũng tạo được nhiệt do ma sát.

Thiết bị trộn (tt)

- Trong trường hợp cần thiết có thể tăng nhiệt độ bằng cách nung nóng nhờ hệ thống nung. Tùy thuộc vào yêu cầu của việc trộn mà có thể nung đến 140°C .
- Nhiệt độ của vật liệu trong máy khuấy nguội khoảng 35°C (để giữ không cho vật liệu bị vón lại).
- Thời gian trộn nói thường là ngắn, khoảng 10 phút.
- Để làm nóng chảy vật liệu máy trộn trục vít (đặc biệt là nhiều trục vít) cũng được sử dụng rộng rãi.

Thiết bị trộn (tt)

- Để phối trộn hỗn hợp có lượng chất độn lớn (như hợp phần cao su) người ta dùng loại máy trộn kín. Đối với loại này nhiệt sinh ra lớn do đó thể tích không quá 300 lít.
- Máy trộn hở (còn gọi là máy cán 2 trục) được sử dụng rất nhiều trong gia công cao su.

2.3 Máy trộn hồ

- Hiệu quả trộn thấp nên thời gian của một chu kỳ trộn dài, năng lượng tiêu tốn lớn so với các thiết bị khác.
- Công nhân thao tác nặng nhọc, vất vả.
- Tính chất an toàn thấp, vệ sinh công nghiệp kém: bụi nhiều và nóng.

2.3 Máy trộn hồ (tt)

Tuy nhiên, loại máy cán 2 trục có một số ưu việt mà máy trộn kín không có được như:

- Tính năng sử dụng nhiều: có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như cán tấm, trộn, gia nhiệt... Trong đó có những chức năng mà máy trộn kín không thực hiện được cán tấm.
- Về mặt hiệu quả kinh tế, thực tế cho thấy máy cán 2 trục năng suất nhỏ sẽ có hiệu quả kinh tế hơn.

2.3 Máy trộn hồ (tt)

Cấu tạo và phân loại

➤ Trong công nghiệp cao su (công nghiệp gia công) và chất dẻo, máy cán 2 trục được sử dụng cho nhiều công việc khác nhau: sơ luyện cao su, trộn và nhựa hoá các hỗn hợp cao su và chất dẻo, cán tấm, gia công hỗn hợp nguyên liệu trước khi nhập liệu lên máy cán tráng hoặc máy đùn trục vít, nghiền mịn, loại bỏ các vật liệu sợi trong polymer như khi tái sinh cao su và nhựa dẻo...

Cấu tạo

➤ Máy cán 2 trục thuộc loại máy cán trục quay. Cụm chi tiết làm việc là 2 trục rỗng, đặt song song trên cùng một mặt phẳng nằm ngang. Các trục với vận tốc khác nhau, ngược chiều.

➤ Tỷ số vận tốc dài giữa 2 trục được gọi là tỷ số f :

$$f = \frac{v_2}{v_1} \quad , \quad v_2 \geq v_1$$

➤ Tỷ số này là một thông số quan trọng cần lưu ý khi sử dụng máy cán 2 trục. Tỷ số f càng lớn thì ứng suất tác dụng càng lớn, sự phá vỡ cấu trúc càng mạnh và nhiệt sinh ra càng nhiều.

Cấu tạo (tt)

➤ Lực cắt và lực nén càng gia tăng khi vật liệu càng đi sâu vào khe trục tương ứng với sự gia tăng của ứng suất trượt và ứng suất nén. Các ứng suất này gây biến dạng trong khối vật liệu và sự chảy của vật liệu qua khe trục. Các biến dạng trục tạo nên bề mặt tiếp xúc mới giúp quá trình phân tán các phụ gia vào khối polymer dễ dàng hơn. Các ứng suất phát sinh càng lớn, biến dạng càng mạnh mẽ khi tỷ tốc càng cao và khe hở trục càng bé. Dưới tác dụng của ma sát nội và ngoại, khối vật liệu sẽ nóng lên dễ dàng tạo thành một khối đồng nhất và liên tục.

Cấu tạo (tt)

➤ Để đạt được độ đồng nhất và sự mềm dẻo cần thiết thường khi gia công trên máy cán 2 trục vật liệu được cho qua khe hở trục nhiều lần.

Phân loại

➤ Việc phân loại máy cán 2 trục thường dựa trên mục đích và cách bố trí truyền động giữa các trục.

➤ Máy cán tấm: Dùng để trộn hệ lưu hoá và hỗn hợp cao su từ máy trộn kín đưa sang và xuất tấm vật liệu. Máy này có tỷ tốc từ $1 \div 1,07$.

Phân loại (tt)

- *Máy cán đốt nóng: Dùng để gia nhiệt cho hỗn hợp vật liệu polymer đến nhiệt độ cần thiết trước khi đưa sang máy cán nhiều trục hoặc máy đùn trục vít. Máy cán đốt nóng có tỷ tốc khoảng $1,22 \div 1,27$ (PVC mềm).*
- *Máy cán trộn: thường dùng vào việc làm mềm cao su trước khi hỗn luyện, trộn và nhựa hoá hỗn hợp nhựa. Máy cán trộn có tỷ tốc $1 \div 1,07$.*

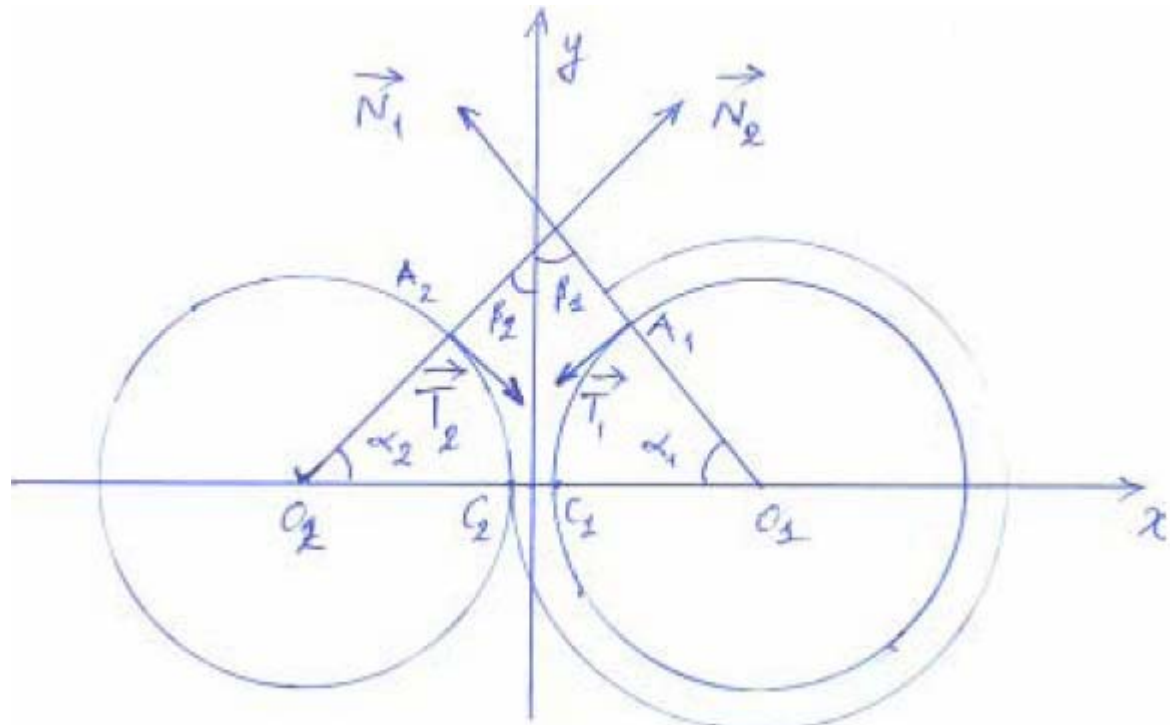
Cấu tạo

T_1, T_2 : lực ma sát
của vật liệu lên bề
mặt 2 trục.

Góc ôm: α_1, α_2 .

Cung ôm: $A_1C_1,$

A_2C_2 .

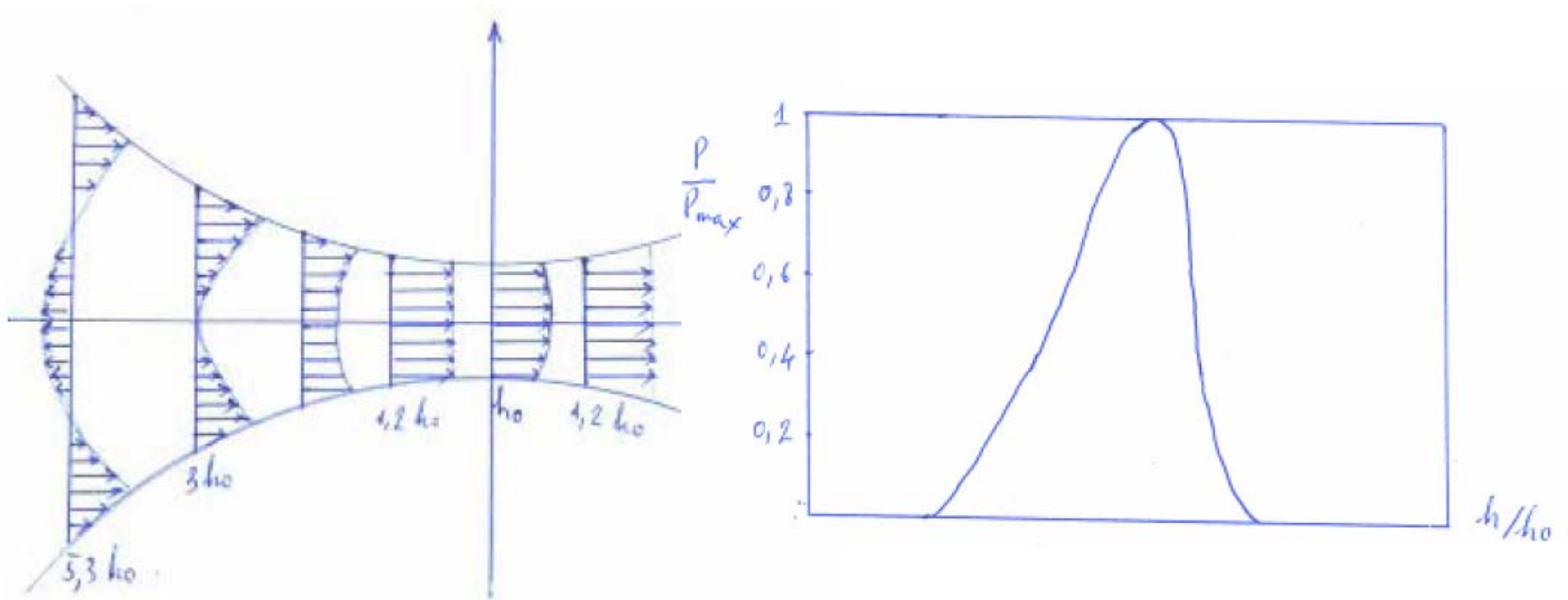


$$l = 2 \cdot \pi \cdot R_i \cdot \frac{\alpha_i}{360} = 0,0175 \cdot R_i \cdot \alpha_i$$

R_i và α_1 : Bán kính trục và góc ôm

Cấu tạo

Profile vận tốc trong vùng biến dạng



Sự uốn cong trục và biện pháp hiệu chỉnh

➤ Dưới tác dụng của lực đẩy trục sinh ra do vật liệu đi vào máy trộn, trục cán bị uốn cong theo chiều lực đẩy. Hiện tượng này đối với quá trình trộn không quan trọng lắm. Tuy nhiên, nếu sử dụng thiết bị để cán tấm thì việc uốn cong trục sẽ gây ra sự không đồng đều bề dày của sản phẩm.

Biện pháp hiệu chỉnh

- Sử dụng trục cán có profile lồi.
- Đặt chéo các trục cán.
- Tạo mômen chống uốn trong trục cán (Được thực hiện ở trục cán cuối cùng bằng pitton thủy lực).

Trộn trên máy trộn 2 trục

➤ Khối polymer phải được cán đều đạt được độ dẻo nào đó và được cuộn tròn theo trục phía trước của máy (phía thao tác). Kết quả là có một lớp polymer bao quanh trục trước và khối polymer nằm trên khe trục.

➤ Phụ gia khi đó đã được rải đều dọc theo chiều dài làm việc của trục, dưới tác dụng của các ứng suất trượt, sẽ gây ra các biến dạng trượt trong khối vật liệu giúp phân tán phụ gia theo chiều chu vi trục (tức là toàn bộ trên bề mặt của lớp polymer).

Trộn trên máy trộn 2 trục (tt)

Quá trình trộn không cắt đảo

- *Rất tốt theo hướng chu vi, do các biến dạng trượt trong khe trục gây nên.*
- *Tốt theo hướng dọc trục (ngoại trừ ở 2 đầu làm việc) nếu phụ gia được rải đều theo chiều dài làm việc của trục.*
- *Xấu theo hướng bán kính, có 1 "lớp chết" ở sát mặt trục.*
- *Nếu không có cắt đảo, mức độ trộn chỉ đạt đến 71%, nghĩa là không bao giờ đạt được đồng nhất ở toàn khối.*

Quá trình trộn cắt đảo

- Quá trình cắt đảo sẽ nâng mức độ trộn lên 100%, bằng cách đưa "lớp chết" lên mặt trên, tức là đưa vào vùng hoạt động.
- Với kỹ thuật cắt đảo thường sử dụng nghĩa là cắt khoảng 1/2 đến 3/4 bề rộng tấm polymer trên trục và đảo ngược bề mặt "lớp chết" lên trên. Kết quả cho thấy vận tốc trộn gần như không đổi.
- Nếu quá trình trộn được thực hiện bằng cách cắt cuộn đôi đầu thì kết quả cho vận tốc trộn tăng lên 2 lần, nhưng phương pháp này thực tế không được áp dụng vì thao tác nặng nhọc.

Quá trình trộn cắt đảo (tt)

➤ *Với chế độ cắt đảo, sự hữu hiệu của khối hỗn hợp trên khe trục sẽ không còn và thực tế khối hỗn hợp này gây tiêu tốn năng lượng mà không góp phần vào việc trộn.*

2.4 Máy trộn kín

Cấu tạo và hoạt động

- Máy trộn kín còn gọi là máy trộn Roto, trên nguyên tắc thuộc loại thùng trộn.
- Khi Roto quay quanh vật liệu bị đảo trộn, mạnh nhất là ở vùng 2 Roto gặp nhau. Phần vật liệu nằm ở đỉnh Roto và vách buồng trên sẽ xuất hiện các ứng suất trượt, gây nên các biến dạng trượt, giúp sự phân tán các chất được dễ dàng.
- Các ma sát ngoại và nội trong khối vật liệu sẽ làm nóng khối chảy, vật liệu tạo thành một khối đồng nhất và liên tục.

Cấu tạo và hoạt động (tt)

- Để điều chỉnh nhiệt độ khối vật liệu khi trộn, vỏ máy có hệ thống giải nhiệt, còn Roto thì rỗng để có thể cho nước giải nhiệt hoặc hơi nước gia nhiệt vào (PVC hoặc cao su).
- Các Roto có thể là các loại cánh trộn dạng Σ hoặc Z, hoặc dạng xoắn ốc. Tiết diện của Roto không đổi, với máy trộn kín thường dùng thì tiết diện là 1 hình elip.
- Các phụ gia và polymer được cho vào máy qua cửa nạp liệu. Sau một thời gian trộn nhất định, hỗn hợp được tháo ra ở cửa tháo liệu dưới dạng khối.

Cấu tạo và hoạt động (tt)

- Để thuận tiện cho việc gia công tiếp theo, khối vật liệu này thường phải đưa qua máy cán 2 trục để cán thành tấm. Ví thế, thường trong các nhà máy gia công polymer, máy trộn kín thường được trang bị thêm máy cán 2 trục.
- Hiệu suất trộn cũng như năng suất của máy trộn kín cao hơn máy trộn hở. Về an toàn, vệ sinh công nghiệp thì máy trộn kín cũng tốt hơn.
- Máy trộn kín thường được sử dụng để hỗn luyện cao su và nhựa hoá chất dẻo.

Cầu tạo và hoạt động (tt)

- *Trong quá trình trộn do các lực ma sát nhiệt độ khối vật liệu tăng lên làm cho độ nhớt giảm => ứng suất trượt giảm làm cho hiệu quả trộn kém. Để nhiệt độ không đổi trong quá trình trộn phải giải nhiệt cho hệ thống.*
- *Việc duy trì nhiệt độ không đổi là khó khăn, đặc biệt là đối với máy có thể tích buồng lớn. Do đó, thường thể tích các máy này bị giới hạn.*

Cấu tạo và hoạt động (tt)

- Các biến dạng vật lý trong buồng máy không đồng nhất. Phần vật liệu ở giữa đỉnh Roto và vách máy có biến dạng chảy mềm ở các phần khác thì là biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi.
- Các dòng chảy bị xáo trộn do thể tích của buồng trộn thay đổi bất thường, và có lúc áp suất vật liệu bên trong tăng mạnh đẩy nắp nạp liệu lên.
- Trong vùng biến dạng mạnh mẽ nhất ở khe hở giữa đỉnh Roto và vách buồng máy, ứng suất trượt và vận tốc trượt biến thiên ổn định hơn và toàn thể khối vật liệu đều đi qua vùng biến dạng này do sự lệch pha trong sự chuyển động của 2 Roto.

Cấu tạo và hoạt động (tt)

- *Khi tăng nhiệt độ hiệu quả trộn giảm.*
- *Khi tăng vận tốc Roto thì thời gian trộn để đạt được mức độ phân tán nào đó sẽ rút ngắn lại tuy nhiên cần phải có hệ thống giải nhiệt cho máy để tránh hiệu ứng tăng nhiệt độ của khối vật liệu khi vận tốc Roto tăng.*
- *Dạng của đỉnh Roto có ảnh hưởng lớn đến biến dạng trượt của khối vật liệu, do đó ảnh hưởng đến công suất tiêu tốn và mức độ phân tán.*

2.5 Máy trộn cao tốc

- Máy trộn cao tốc hoạt động với vận tốc trộn rất cao (3200v/p), sử dụng khi cần trộn vật liệu ở dạng bột với mức độ phân tán rất cao (giúp các phụ gia có hàm lượng nhỏ và chất hóa dẻo phân tán đều, thường dùng cho ngành PVC).
- Nhiệt sinh ra trong quá trình trộn là nhiệt ma sát, giúp cho sự phân tán tốt hơn.
- Nhiệt ma sát sinh ra do ma sát giữa vật liệu - thành thiết bị, vật liệu – cánh khuấy, vật liệu – vật liệu.

Máy trộn cao tốc

- Cấu tạo thiết bị là cánh khuấy nằm dưới đáy, cánh khuấy và thùng trộn được thiết kế đặc biệt cùng với nắp thùng tạo nên sự xáo trộn di chuyển vật liệu từ phía dưới lên trên và từ trên xuống dưới tạo nên sự đồng đều vật liệu giống như quá trình khuấy trộn vật liệu.
- Trong sản xuất màng mỏng, giả da, đường ống, ván, profile từ PVC phải sử dụng máy trộn cao tốc.

2.6 Trộn và nhựa hoá trên máy đùn trục vít

- *Kết quả phân tích của Mac Kelvey cho thấy ưu hiện diện của dòng chảy ngang tạo sự luân chuyển trong tiết diện rãnh vít đóng vai trò quan trọng trong quá trình trộn khối vật liệu.*
- *Vít có rãnh cạn sẽ tạo sự trộn hữu hiệu hơn là vít có rãnh sâu. Hiệu quả trộn tỷ lệ với chiều dài của trục vít.*
- *Sự làm nguội trục vít sẽ làm tăng hiệu quả trộn vì nó làm giảm bề sâu hữu hiệu của rãnh vít.*

2.6 Trộn và nhựa hoá trên máy đùn trục vít (tt)

- *Sự gia tăng áp suất ở vận tốc vít không đổi cũng tăng hiệu quả trộn.*
- *Sự gia tăng áp suất ở một suất lượng không đổi cũng tăng hiệu quả trộn nhưng không bằng tăng áp suất ở vận tốc vít không đổi. Điều này là do tăng áp suất ở suất lượng không đổi đòi hỏi phải gia tăng vận tốc vít.*

2.7 Tạo hạt polymer

- Tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình gia công
- Để dễ bảo quản, vận chuyển, hạn chế thất thoát do rơi vãi.
- Để tạo hạt lúc còn nóng người ta lắp thêm đầu định hình nhiều lỗ, mà qua đó chất dẻo làm nhuyễn được đẩy ra khỏi miệng đầu béc thì được dao quay cắt thành hạt theo kích thước nhất định. Hạt được tạo rơi xuống khoang chứa ở đó nó được làm nguội bằng nước hoặc bằng không khí lạnh. Các hạt được làm nguội bằng nước khi đem đi sấy và đóng gói, các hạt vật liệu được tạo khi còn nóng có dạng dẹt, tròn hoặc dạng cầu.

2.7 Tạo hạt polymer (tt)

➤ Để tạo hạt khi nguội, người ta tách các sợi được đùn ra khỏi đầu lép, kéo qua bể nước lạnh để làm nguội. Các sợi vật liệu được bộ phận vận chuyển đưa vào bộ phận tạo hạt được dao cắt thành hạt có dạng trụ tròn, chiều dài $2 \div 3$ mm.