

PHẠM MINH HẢI - NGUYỄN TRƯỜNG KỲ

VẬT LIỆU PHI KIM

VÀ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PHẠM MINH HẢI – NGUYỄN TRƯỜNG KỲ

VẬT LIỆU PHI KIM VÀ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG

(Dùng trong các trường Đại học kỹ thuật)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

**Công ty Cổ phần sách Đại học – Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam
giữ quyền công bố tác phẩm.**

Lời nói đầu

Ngày nay, theo xu thế phát triển không ngừng của công nghệ, trong thiết bị máy móc, ngoài các chi tiết, linh kiện làm bằng kim loại, người ta còn sử dụng cả các chi tiết và linh kiện làm từ các loại vật liệu khác, không phải là kim loại mà là nhóm vật liệu phi kim. Trong số đó có vật liệu chất dẻo, còn gọi là nhựa, chiếm đa phần.

Theo thông báo của Hiệp hội Nhựa và Bộ Kế hoạch & Đầu tư thì sản phẩm nhựa của cả nước ta trong năm 2002 là 1,25 triệu tấn, nhưng năm 2010 phải đạt 4,2 triệu tấn (tăng 3 lần). Riêng nhựa kỹ thuật năm 2000 đạt 100 ngàn tấn. Nhưng đến năm 2010 loại sản phẩm này phải đạt 800 ngàn tấn (tăng 8 lần).

Ở nước ta, công việc đào tạo cán bộ kỹ thuật, công nhân lành nghề, cán bộ quản lý cho ngành nhựa còn nhiều bất cập. Chúng ta chưa có trường đào tạo chuyên về kỹ thuật cho ngành nhựa, ngoại trừ các trường đại học kỹ thuật chỉ đào tạo kỹ sư chuyên ngành Polyme. Chính vì vậy các công ty, doanh nghiệp trong nước hiện đang thiếu trầm trọng các chuyên gia quản lý, các kỹ sư, kỹ thuật viên chuyên về chất dẻo, công nghệ và thiết bị gia công chất dẻo.

Để hỗ trợ giải quyết một phần những khó khăn đã nêu trên, tập thể các giáo viên Khoa cơ khí Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã biên soạn cuốn ***“Vật liệu phi kim và công nghệ gia công”*** nhằm trang bị cho sinh viên ngành cơ khí những kiến thức cơ bản nhất về vật liệu Polyme và các vật liệu tổ hợp của nó. Cũng mong rằng

những kiến thức đó giúp cho sinh viên tốt nghiệp ra trường sẽ không bị ngỡ ngàng khi tiếp xúc với các loại vật liệu này, thậm chí có thể vững vàng khi tham gia sản xuất sản phẩm từ nhựa. Cuốn ***“Vật liệu phi kim và công nghệ gia công”*** còn có thể hỗ trợ những kiến thức cơ bản cho những người đang trực tiếp tham gia sản xuất sản phẩm từ nhựa. Mặc dù rất cố gắng khi biên soạn, nhưng chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách ngày càng hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ : Công ty Cổ phần Sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 25 Hàn Thuyên – Hà Nội.

Các tác giả

VẬT LIỆU POLYME

Chương 1

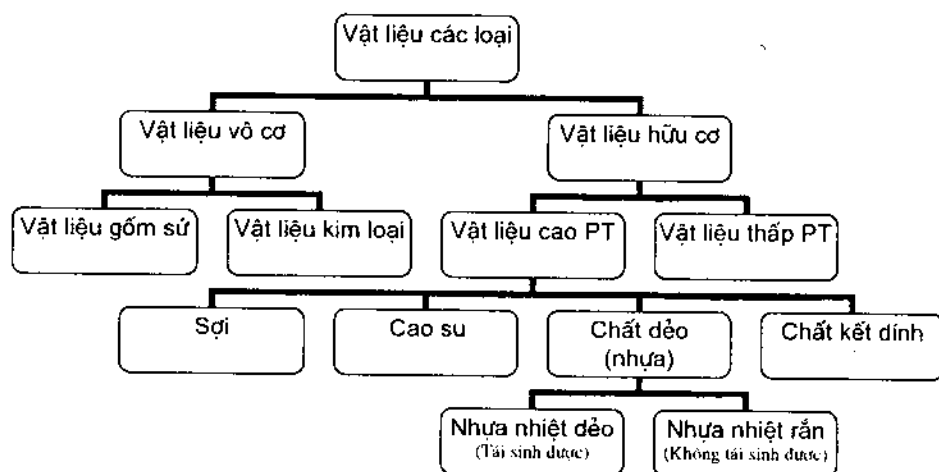
CÁC KHÁI NIỆM TỔNG QUÁT

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1. Chất dẻo

Định nghĩa: Chất dẻo là loại vật liệu hỗn hợp được tạo thành từ các polyme cùng với các chất phụ gia phù hợp cho mục đích sử dụng như: chất độn, chất gia cường, chất ổn định (ánh sáng, nhiệt độ, thời tiết...), chất bôi trơn, chất hoá dẻo, chất chống tĩnh điện, chất tạo màu.

Chất dẻo (plastics) còn có tên gọi khác rất phổ biến ở nước ta là nhựa (resin). Plastics bắt nguồn từ chữ Hy Lạp, plastikos nghĩa là có thể tạo ra hình dạng bằng phương pháp đúc. Định nghĩa chất dẻo (nhựa) có thể minh hoạ bằng sự phân loại ở biểu đồ hình 1.1.



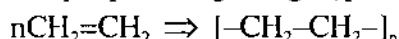
Hình 1.1. Phân loại vật liệu

2. Polyme

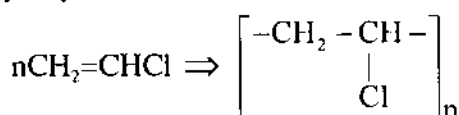
Định nghĩa: Polyme là hợp chất hữu cơ được hình thành do sự liên kết hoá học bền vững giữa các đơn vị polyme với cấu trúc phân tử hoàn toàn giống nhau. Các đơn vị này nối với nhau thành một chuỗi dài (còn gọi là mạch) chứa hàng ngàn đơn vị nên phân tử polyme được gọi là cao phân tử.

Ví dụ :

1. Các monome etylen qua phản ứng trùng hợp để tạo thành polyetylen:



2. Để tạo thành polyvinylclorid:



Các đơn vị polyme: $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ hay $\left[\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ được gọi là các

mắt xích của các chuỗi mạch.

Cấu trúc phân tử của các hợp chất có phân tử thấp của polyme được mô phỏng trên hình 1.2.

Các tính chất của chất dẻo được điều chế từ một nhóm đơn phân tử như nhau chủ yếu do độ dài của mạch phân tử quyết định. Độ lớn của mạch phân tử được xác định bằng phân tử lượng trung bình (M) hoặc độ trùng hợp trung bình (P). Độ trùng hợp trung bình được biểu diễn qua phân tử lượng trung bình của polyme và phân tử lượng của monome tạo ra nó.

Ví dụ: Polyme từ đơn phân tử etylen mà có. Nếu ta có nhựa polyetylen (PE) với phân tử lượng trung bình là $M = 56000$, thì độ trùng hợp trung bình P là :

$$P = \frac{M}{M_n} = \frac{56000}{28} = 2000$$

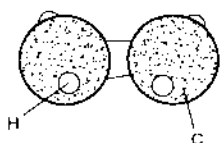
Trong trường hợp này đại phân tử PE có chứa 2000 đơn vị phân tử etylen.

Phân tử lượng của etylen ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) là 28 (12+2+12+2).

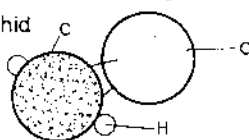
Phân tử lượng trung bình có nghĩa là trong các polyme các phân tử có kích thước khác nhau, như vậy vật liệu polyme là loại vật liệu đa phân tử. Điều này khác hẳn so với vật liệu có phân tử lượng thấp. Đối với loại vật liệu có phân tử lượng thấp, khái niệm “nguyên chất” có nghĩa là các đơn phân tử của nó được xác định có phân tử lượng như nhau. Trong khi cùng một loại polyme trong cùng một nguyên công điều chế các phân tử của nó có những độ lớn khác nhau, phân tử lượng của chúng có thể phân tán trong một dải khá

rộng. Điều này cho ta hiểu rõ vì sao cùng một loại vật liệu polyme như nhau, khi phân tử lượng của chúng khác nhau thì đặc tính của chúng sẽ khác nhau.

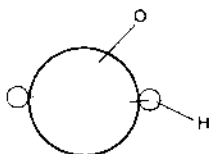
Etylen



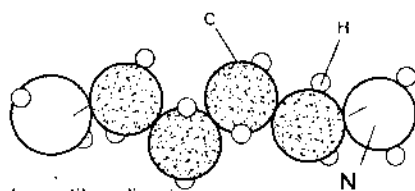
Formaldehyd



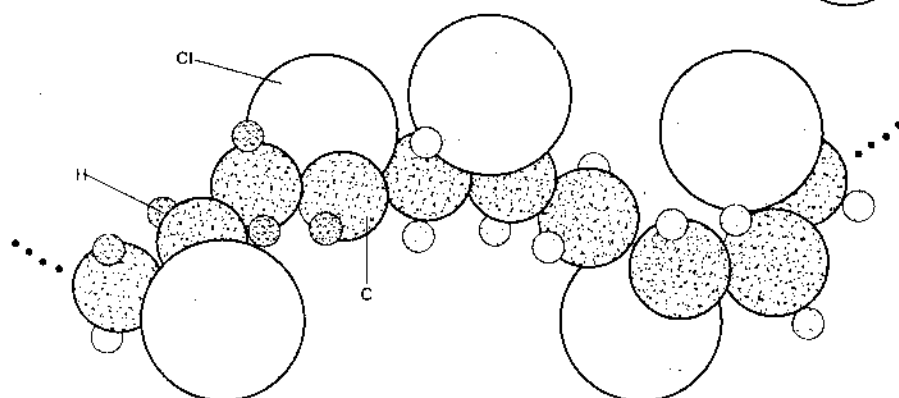
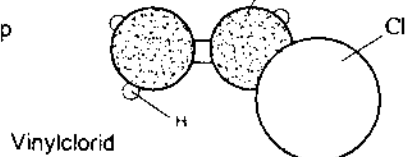
Nước



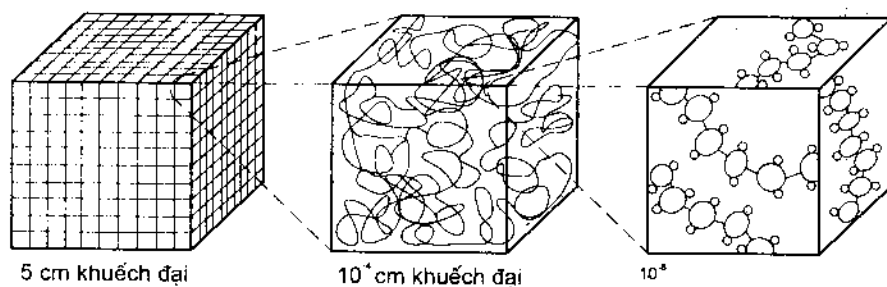
Tetrametilen-diamin



Mô phỏng cấu trúc của các chất có phân tử lượng thấp



Mô phỏng cấu trúc phân tử của P.V.C (Polyvinylclorid)



Hình 1.2. Cấu trúc phân tử của các hợp chất có phân tử thấp của polyme

3. Đặc tính chung của polyme

- Polyme nhẹ ($\rho = 0,8 - 2,2 \text{ g/cm}^3$).
- Polyme là vật liệu mềm dẻo (E nhỏ).
- Polyme có khả năng thấu quang tốt.
- Polyme dễ bị thấm thấu (bởi các chất khí).
- Polyme dẫn nhiệt kém (độ dẫn nhiệt $4,2 \cdot 10^{-2} - 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ W/m.K} \rightarrow$ kém kim loại 3 lần).
- Polyme dẫn điện kém (điện trở suất $10^{10} - 10^8 \text{ }\Omega\text{cm} \rightarrow$ kém kim loại $2 \cdot 10^{22}$ lần).
- Polyme bền với hoá chất.
- Polyme có khả năng tái sử dụng cao (tái sinh, chất đốt).
- Polyme có nhiệt độ gia công thấp ($250 - 400^\circ\text{C}$).
- Polyme được gia công bằng nhiều phương pháp đùn, đúc phun, thổi, ép,...

II – PHƯƠNG PHÁP TỔNG HỢP POLYME

Việc điều chế tổng hợp polyme được khởi đầu từ các hợp chất có các nhóm chức phản ứng. Người ta đã sử dụng các phương pháp tổng hợp cơ bản để sản xuất polyme đó là:

- Phương pháp trùng hợp.
- Phương pháp trùng phối.
- Phương pháp trùng ngưng.
- Phương pháp đồng trùng hợp,...

1. Phương pháp trùng hợp

Bằng phương pháp trùng hợp đã sản xuất ra các loại chất dẻo như polyetylen, polystyren, polyvinylclorid,... Trong quá trình trùng hợp các đại phân tử (polyme) được tạo thành từ các đơn phân tử (monome) trong phản ứng mạch không có sự tạo thành sản phẩm phụ. Điều kiện của phản ứng trùng hợp là các đơn phân tử phải có liên kết đôi không bão hoà. Một số hợp chất trong quá trình bảo quản đã trùng hợp với nhau một cách tự phát, trong khi những chất khác phải có điều kiện đặc biệt về áp suất và nhiệt độ, các nhân tố hoạt tính,...

2. Phương pháp trùng phối

Trùng phối cũng như trùng hợp vì trong quá trình của phản ứng hoá học không xuất hiện các sản phẩm phụ có phân tử lượng thấp. Trong quá trình trùng phối người ta dùng hai chất đơn phân tử khác nhau. Quá trình phối hợp các chất đơn phân tử có sự đổi chỗ cho các nguyên tử. Ví dụ, một nguyên tử hydro từ nhóm chức năng này chuyển sang nhóm chức năng của đơn phân tử khác (ví dụ trường hợp của polyurethan hoặc nhựa epoxy). Các nhóm chức trong monome thường là hai và nằm ở hai đầu phân tử monome.

3. Phương pháp trùng ngưng

Phản ứng trùng ngưng được hình thành từ các chất đơn phân tử mà phản ứng hoá học của nó xảy ra sẽ tạo thành các phân tử khác (như nước chẳng hạn).

Các monome ban đầu có chứa các nhóm chức, các nhóm chức này khi phản ứng tách ra phân tử chất phân tử nhỏ, tạo thành nhóm chức mới và liên kết các phần còn lại của các phân tử tham gia phản ứng. Số nhóm chức trong monome lớn hơn 2. Phản ứng xảy ra chậm, cần cung cấp thêm nhiệt.

Phản ứng trùng ngưng của các monome có 2 nhóm chức thường dẫn đến việc hình thành các polyme mạch sợi (như trường hợp của polyamid chẳng hạn).

Trong trường hợp các monome tham gia có số nhóm chức lớn hơn 2, khi trùng ngưng sẽ xuất hiện các polyme có cấu trúc lưới. Trùng ngưng có thể thực hiện theo từng giai đoạn. Như trong quá trình tạo nhựa phenol, giai đoạn đầu kết thúc ở phần tạo vật liệu ép. Sau đó, dưới tác dụng của áp lực và nhiệt độ, quá trình tạo lưới vật liệu ép sẽ kết thúc ở trong khuôn. Mạch phân tử của các polyme trùng ngưng thường ngắn.

4. Phương pháp đồng trùng hợp và các hỗn hợp polyme

Các chất dẻo khác nhau có thể liên kết lại với nhau tạo ra chất dẻo mới copolyme (polyme đồng trùng hợp). Người ta cho hai hoặc ba monome khác loại tham gia phản ứng trùng hợp. Phản ứng này được gọi là phản ứng đồng trùng hợp. Nếu các polyme khác nhau chỉ pha trộn với nhau về phương diện lý học, khi đó ta có hỗn hợp polyme hay polyblend. Các phân tử của chúng được giữ chặt với nhau bằng các lực liên kết phân tử.

Việc tạo ra các copolymer và các polyblend nhằm tạo ra loại vật liệu mới có những đặc tính ưu việt hơn các polymer cơ sở. Khi tạo ra copolymer và polyblend các nhà vật liệu học tìm cách lưu giữ các tính chất ưu việt của các polymer thành phần để có thể hỗ trợ cho polymer cơ sở khắc phục những nhược điểm của mình. Có như vậy phạm vi sử dụng của polymer cơ sở sẽ được mở rộng hơn.

Ngoài ra, để tăng thêm tính năng ứng dụng của polymer trong kỹ thuật và trong dân dụng người ta còn trộn thêm vào trong polymer vật liệu gia cường dạng sợi (sợi thủy tinh, sợi cacbon,...) tạo ra một lớp vật liệu mới đó là composite plastics.

III – PHÂN LOẠI POLYMER

Dựa trên cơ sở nguồn gốc thu nhận polymer ta có:

Polymer tự nhiên như: cao su thiên nhiên, xenluloz và len, sau khi có sự biến đổi hoá học từ các polymer hữu cơ gặp trong thiên nhiên.

- Polymer tổng hợp được tạo thành từ các monome thông qua các phản ứng hoá học: nhựa PP, PVC, cao su SRB, nhựa epoxi...

Dựa trên cơ sở các tính chất cơ lý đặc biệt người ta phân các chất dẻo được sản xuất theo các phương pháp trên ra: nhựa nhân tạo, vật liệu có tính cao su, vật liệu tạo sợi, vật liệu tạo màng. Song cũng có loại vật liệu nằm trong 2 hoặc 4 nhóm trên như piliamid chẳng hạn có thể xếp vào nhóm vật liệu chất dẻo hoặc vật liệu tạo sợi, còn đối với polyurethan thì là chất dẻo, nhựa nhân tạo, cao su, sợi tổng hợp đều có thể xếp nó vào được.

Người ta thường dựa vào cơ sở cấu trúc hoá học, khả năng gia công và ứng dụng để phân loại chất dẻo.

Nếu ta lấy cấu trúc hoá học của mạch các phân tử chất dẻo làm cơ sở phân nhóm ta sẽ có:

- Các polymer mạch cacbon mà trong mạch chính chỉ có các nguyên tử cacbon. Các nhóm chính là các polymer dạng polyvinol và polyvinyliden, cũng như các pilidien.

- Các polymer có mạch không đồng nhất (dị tính) mà trong mạch chính của nó ngoài các nguyên tử cacbon ra còn có các nguyên tử khác (như oxi, nitơ, sunfua,...) cũng tham gia. Nhóm mạch dị tính này phải kể đến: polieste, polyamid, polyurethan, polysunfid,...

– Các polyme có mạch vô cơ, mà trong đó mạch chính không chứa nguyên tử cacbon. Trong nhóm này đại diện quan trọng là polyxilian (silikon) mà trong mạch chính được cấu tạo bởi các nguyên tử silic và oxi và các nhóm phụ là các chất hữu cơ.

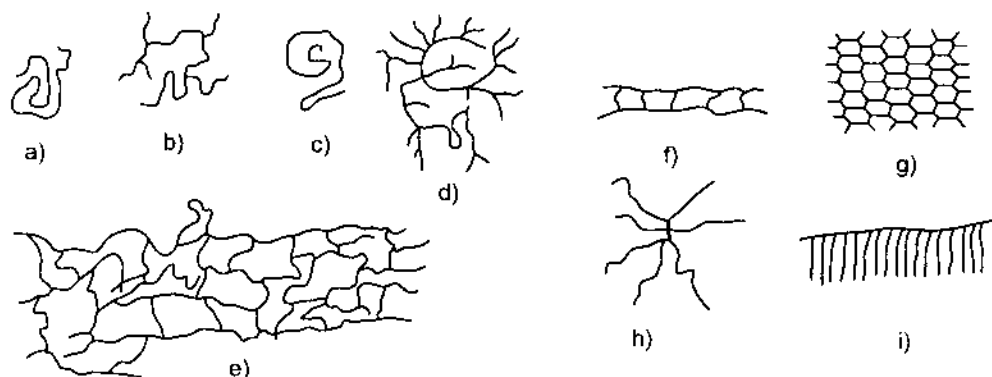
Đứng về phương diện công nghệ người ta chia ra hai nhóm chất dẻo: chất dẻo nhiệt dẻo và chất dẻo nhiệt rắn.

Chất dẻo nhiệt dẻo là chất dẻo dưới tác dụng của nhiệt chuyển từ trạng thái rắn sang thể lỏng hoặc mềm, khi được làm nguội trở lại rắn. Loại này có thể tái sinh được và hoà tan được trong dung môi. Chất dẻo nhiệt rắn là loại vật liệu dưới tác dụng của nhiệt hoặc các nhân tố hoá học sẽ được hoá rắn. Loại này không thể tái sinh được.

Người ta cũng chia chất dẻo theo hình dạng của mạch đại phân tử. Theo cách này có thể phân biệt được các loại polyme:

- Có hình dạng sợi tuyến tính (sợi trơn) (hình 1.4a).
- Có hình dạng sợi phân nhánh (hình 1.4b, c).
- Có dạng hình cầu (hình 1.4d)
- Có cấu trúc lưới không gian (thưa hoặc dày) (hình 1.4e).

Và thời gian gần đây xuất hiện thêm các polyme có cấu trúc hình dây thang, cấu trúc lưới phẳng, cấu trúc hình sao, cấu trúc hình răng lược (xem hình 1.4).



Hình 1.4. Hình dạng mạch phân tử polyme

Các polyme có cấu trúc phân nhánh có chứa các mạch nhánh dài hoặc ngắn. Những mạch nhánh này có thể tồn tại với tần số khác nhau. Những mạch nhánh này cũng có nhánh phụ của mình. Còn trong các polyme lưới không gian thì các mạch phân tử được liên kết với nhau lại bằng các mối liên

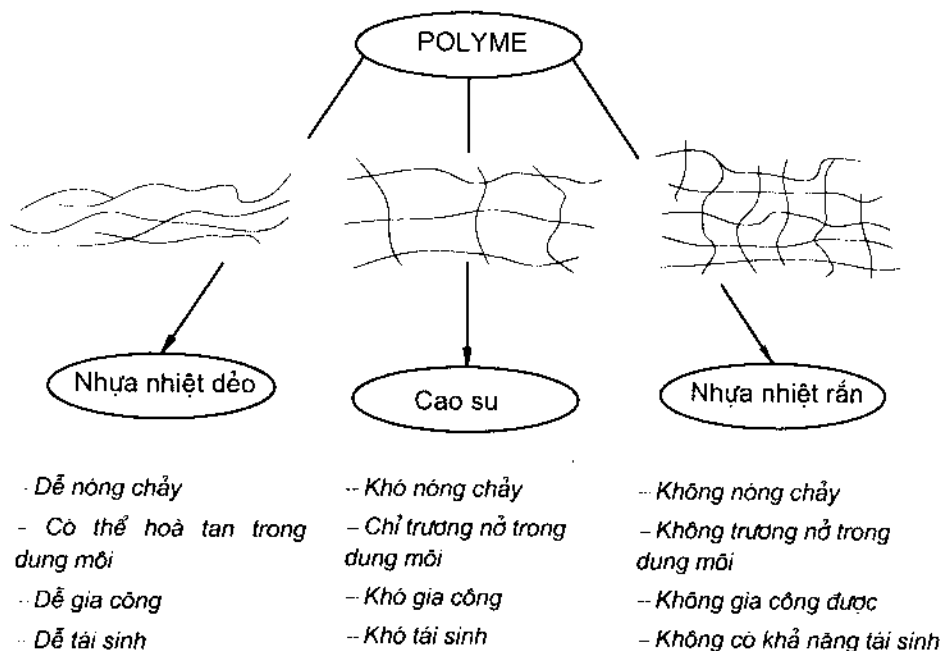
kết ngang (liên kết hoá học). Như vậy, trên thực chất một phân tử polyme có phân tử lượng lớn vô tận chỉ được coi là một phân tử. Trong các polyme có cấu trúc lưới không gian, người ta phân biệt vật liệu có lưới thưa (cao su mềm) và vật liệu có lưới dày (nhựa nhân tạo) nhờ tần số của các mạch ngang.

Về phương diện kỹ thuật thì polyme dạng sợi tuyến tính cũng như có cấu trúc lưới thưa hoặc dày là có ý nghĩa hơn cả, mặc dù ngày nay một loạt các loại polyme cấu tạo dạng sợi phân nhánh ngày càng phổ biến (nhánh của các polyme).

Các polyme có cấu trúc dạng sợi thường có thể nóng chảy, hoà tan trong các dung môi (ngoại trừ các polyme có độ nhạy về nhiệt và có cực tính mạnh).

Các polyme có cấu trúc lưới không gian là loại vật liệu không tan và không nóng, phải thực hiện trước hoặc trong quá trình hình thành cấu trúc lưới.

Sơ đồ hình 1.5 cho ta thấy rõ mối quan hệ giữa sự phân loại về cấu trúc và phân loại theo quan điểm kỹ thuật ứng dụng của các polyme:



Hình 1.5. Phân loại polyme và ứng dụng

IV – ỨNG XỬ VẬT LÝ CỦA CHẤT DẸO

Đối với các loại vật liệu có phân tử thấp người ta chia ra các loại vật liệu ở trạng thái rắn, lỏng và khí. Sự phân chia đó dựa trên cơ sở ứng xử của các loại vật liệu này khi có tác dụng của lực hoặc môi trường xung quanh.

Mối quan hệ giữa năng lượng chuyển động nhiệt và năng lượng tác dụng tương hỗ giữa các phân tử tạo thành vật liệu (nguyên tử, ion, phân tử...) sẽ quyết định trạng thái của chúng.

Vật liệu ở thể khí: Năng lượng chuyển động nhiệt lớn hơn năng lượng tác dụng tương hỗ. Khi có tác dụng của ngoại lực, chất khí sẽ không giữ được hình dạng và thể tích của chúng.

Vật liệu ở thể rắn: Năng lượng tác dụng tương hỗ lại lớn hơn rất nhiều so với năng lượng chuyển động nhiệt, vì vậy vị trí tương quan giữa các phân tử tạo nên vật rắn trở nên cố định, tạo ra độ dày và được sắp xếp chặt chẽ với nhau. Trong trạng thái rắn, các phân tử chỉ dao động quanh trạng thái cân bằng được hình thành, nhờ vậy mà chúng chống lại được lực làm thay đổi thể tích và hình dạng của vật liệu.

Vật liệu ở thể lỏng: chiếm vị trí trung gian giữa các vật liệu ở thể rắn và thể khí. Năng lượng chuyển động nhiệt và năng lượng tác dụng tương hỗ hầu như cùng một độ lớn. Nhờ lực hấp dẫn giữa các phân tử trong trạng thái lỏng lại khá lớn, do vậy khi có tác dụng của ngoại lực, hình dạng của chúng thay đổi song vẫn giữ được thể tích.

Dựa vào sự phân tích ở trên, người ta đưa ra khái niệm về các pha tinh thể, pha vô định hình, pha khí:

- Pha tinh thể: Các phân tử được sắp xếp theo một trình tự chặt chẽ, có quy luật và phát triển theo 3 chiều.

- Pha vô định hình: có sự sắp xếp gần như ổn định về kích cỡ của các phân tử, song tổ chức của chúng thiếu chặt chẽ, không phát triển dài (có nhiều khoảng trống).

- Pha khí: các phân tử có trật tự hỗn độn, sự sắp xếp không ổn định.

Các chất cao phân tử (polyme) được tạo thành từ các đại phân tử có độ dài khác nhau, lại có sự phân nhánh, vì vậy khả năng hình thành trật tự 3 chiều với khoảng cách kéo dài luôn bị cản trở. Chỉ có các polyme có cấu trúc mạch sợi trơn hoặc sợi phân nhánh thật cân đối mới có xu hướng tạo thành các vùng tinh thể (các pha tinh thể). Song do mạch phân tử dài nên mức độ tạo tinh thể của chúng chỉ có thể ở từng vùng (một đại phân tử có thể tham gia

nhiều pha tinh thể – điều này không xảy ra đối với vật liệu có phân tử lượng thấp). Do vậy, chất dẻo nhiệt dẻo tồn tại ở hai dạng cấu trúc:

Chất dẻo nhiệt dẻo vô định hình, khi các chuỗi mạch polyme của nó được sắp xếp không theo một trình tự nhất định nào (ở trạng thái hỗn độn). Điều này thường xảy ra đối với loại polyme có cấu trúc mạch phân nhánh dài, không cân đối như PMMA (polymethylmetacrylat).

Chất dẻo kết tinh nếu các chuỗi mạch của polyme được sắp xếp gần khít với nhau theo một trật tự nhất định. Phần lớn polyme kết tinh là loại có cấu trúc mạch sợi tuyến tính (sợi trơn) hoặc mạch phân nhánh cân đối do có điều chỉnh lập thể khi tổng hợp, như P.P (polypropylen) hay P.A (polyamid) chẳng hạn.

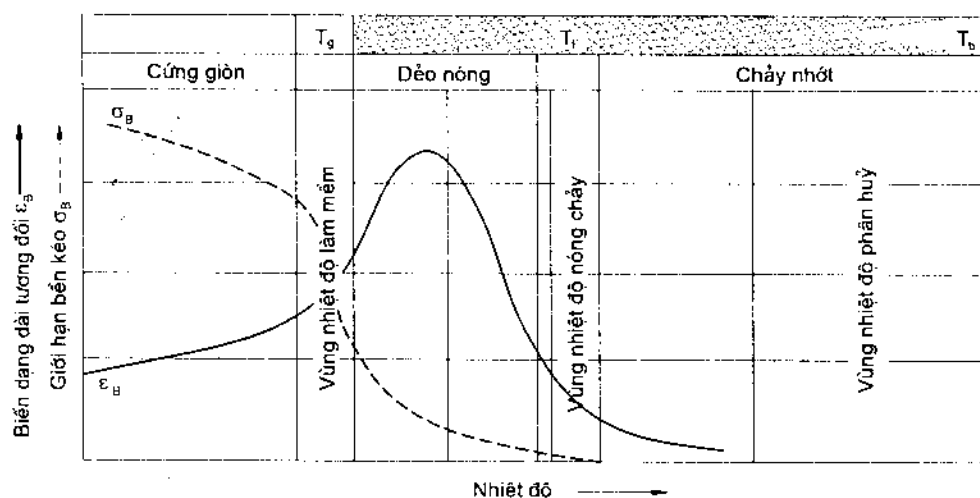
Các polyme có trạng thái kết tinh thường ở dạng đục mờ, còn các polyme ở trạng thái vô định hình thì trong suốt. Nên biết rằng polyme kết tinh chỉ từng vùng, chứ không phải toàn khối polyme. Có nghĩa là trong đó có một số pha vô định hình xen giữa các pha kết tinh. Khi gia công sản phẩm từ chất dẻo người ta có những giải pháp để tạo ra polyme vô định hình từ các polyme kết tinh. Ví dụ, khi gia công màng PP là loại nhựa kết tinh, người ta làm nguội nhanh bằng nước lạnh để định hình sản phẩm sẽ thu được màng PP trong suốt.

1. Trạng thái vật lý của chất dẻo vô định hình

Để nghiên cứu vấn đề này người ta lập ra mối quan hệ giữa độ dẫn dài và độ bền kéo của chất dẻo vô định hình với nhiệt độ (xem hình 1.6).

BẢNG 1.1. TRẠNG THÁI VẬT LÝ CỦA CHẤT DẺO VÔ ĐỊNH HÌNH

Trạng thái	Cứng, giòn	Dẻo nóng, đàn hồi dạng cao su	Dẻo nóng, nhớt	Phân huỷ
Cấu trúc phân tử	Lực liên kết giữa các phân tử lớn, các đại phân tử bị cuộn lại.	Độ di động của các đại phân tử bị cuộn lại tăng lên, khoảng cách giữa chúng thưa ra.	Các đại phân tử có thể chuyển dịch tương đối với nhau do lực liên kết giữa chúng nhỏ đi.	Giảm phẩm chất
Khả năng gia công	Gia công bằng phương pháp cắt gọt, dũa, tinh chế bề mặt.	Tạo hình bằng phương pháp dập nóng, hút chân không.	Gia công thành sản phẩm bằng các phương pháp: đúc, đùn, ép, tạo xốp, hàn cán.	Không gia công được



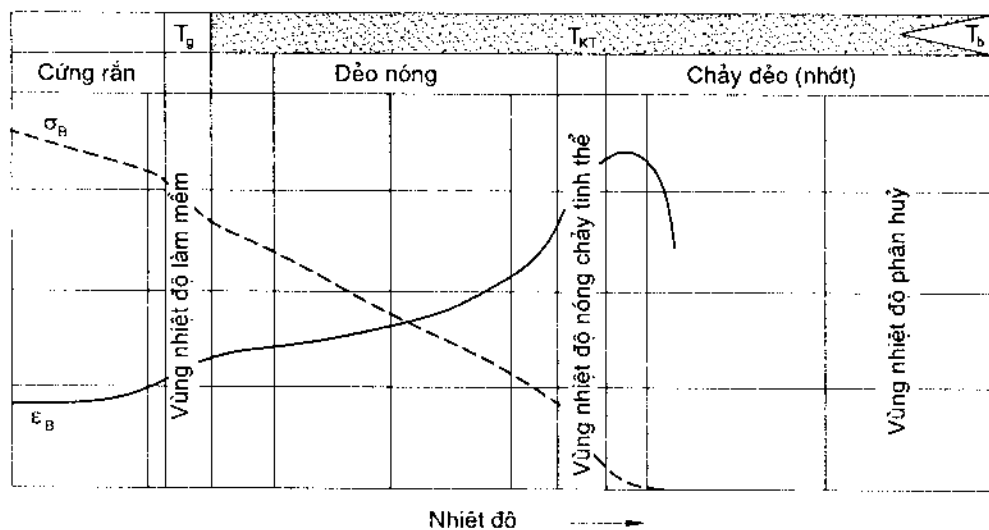
Hình 1.6. Cơ tính phụ thuộc vào nhiệt độ của chất dẻo vô định hình

2. Trạng thái vật lý của chất dẻo tinh thể

BẢNG 1.2. TRẠNG THÁI VẬT LÝ CỦA CHẤT Dẻo TINH THỂ

Trạng thái	Cứng, rắn	Cứng, đàn hồi	Dẻo, nóng	Phân huỷ
Cấu trúc phân tử	Các vùng tinh thể và các vùng vô định hình đều cứng. Lực liên kết giữa các đại phân tử cực lớn	Các vùng vô định hình mềm dần. Các vùng tinh thể còn cứng. Lực liên kết đại phân tử vùng tinh thể còn lớn.	1. Vùng tinh thể dần tới ra 2. Sau đó các đại phân tử có khả năng dịch chuyển so với nhau	Giảm phẩm chất
Khả năng gia công	Gia công cắt gọt khó	Gia công cắt gọt, lắp ghép, dán, tinh chế bề mặt	1. Dập nóng, uốn, hút chân không 2. Đùn, đúc, ép, tạo xốp, hàn	Không gia công được

Nghiên cứu trạng thái vật lý của chất dẻo tinh thể người ta lập mối quan hệ giữa độ đàn dài và độ bền kéo của vật liệu với nhiệt độ như ở hình 1.7.



Hình 1.7. Cơ tính phụ thuộc vào nhiệt độ của chất dẻo tinh thể

3. Trạng thái vật lý của chất dẻo nhiệt rắn

Mối liên kết giữa các mạch đại phân tử của chất dẻo nhiệt rắn là mối liên kết hoá học chứ không phải do lực liên kết tạo ra như chất dẻo nhiệt dẻo. Vì cấu trúc của chất dẻo nhiệt rắn là cấu trúc mạch lưới.

Năng lượng liên kết của các đoạn mạch tạo ra lưới là như nhau. Vì vậy, nếu có chuyển dịch tương đối giữa các đoạn mạch so với nhau sẽ dẫn đến hiện tượng phá huỷ cấu trúc. Loại vật liệu có cấu trúc mạch lưới này sẽ không hoà tan, không nóng chảy.

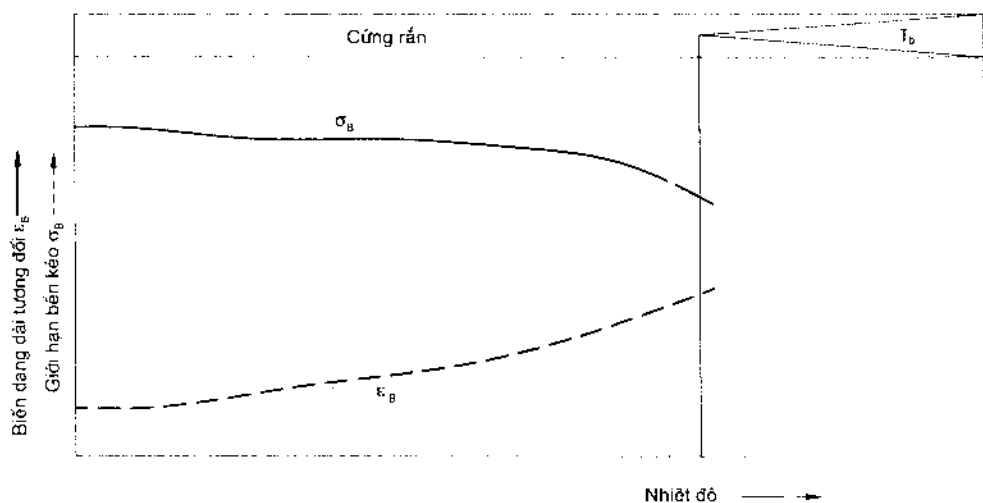
BẢNG 1.3. TRẠNG THÁI VẬT LÝ CỦA CHẤT DẺO NHIỆT RẮN

Trạng thái	Dạng cứng giòn – như thủy tinh vô cơ	Phân huỷ
Cấu trúc phân tử	Các đại phân tử được tạo lưới nhờ phản ứng khâu mạch.	Giảm phẩm chất
Khả năng gia công	Gia công vô cơ: cắt gọt, lắp ghép, dán (keo tan được hoặc keo không tan), tinh chế bề mặt.	Không gia công được

Qua các thí nghiệm về ứng xử vật lý của chất dẻo ta nhận thấy rằng các chất dẻo đều có tính chất cơ lý phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng thì tính chất cơ lý của polyme giảm, nhiệt độ càng cao thì mức độ giảm

càng nhanh (hình 1.8). Hơn nữa, khi sử dụng các chỉ tiết từ chất dẻo nhiệt dẻo ta cần chú ý đến hiện tượng “chảy lạnh” của chúng. Phần lớn các chất dẻo nhiệt dẻo đều bị “chảy lạnh” ngay ở nhiệt độ thường (hiện tượng chảy lạnh là hiện tượng biến dạng thêm sau biến dạng đàn hồi mặc dù tải trọng không tăng rõ ràng) khi nhiệt độ tăng thì độ chảy lạnh càng tăng.

Nhiệt rắn



Hình 1.8. Cơ tính phụ thuộc vào nhiệt độ của chất dẻo nhiệt dẻo

V – CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA GIA CÔNG

Những hiểu biết có liên quan đến việc sản xuất chất dẻo là đặc biệt quan trọng, song các chuyên gia gia công chất dẻo trước tiên quan tâm đến các dữ kiện, thông tin mà giúp đỡ họ trong việc gia công chất dẻo ra sản phẩm, cũng như làm sáng tỏ về các tính chất của vật liệu cơ sở cũng như sản phẩm đã chế. Với các biện pháp kiểm tra thử nghiệm có thể xác định được các tính chất đó, vì vậy ở đây chúng tôi chỉ ra ngắn gọn vài phương pháp kiểm tra.

1. Phân tử lượng và độ trùng hợp

Hai đặc trưng phụ thuộc lẫn nhau này có trong các chương trước chúng ta đã làm sáng tỏ. Trong trường hợp hợp chất có nhiều thành phần hoá học như nhau thì với sự tăng của phân tử lượng các tính chất cơ học cũng được hoàn thiện hơn, độ bền khí hậu và hoá học cũng tăng theo - Phân tử lượng càng

cao càng bất lợi cho hiện trạng chảy của các polyme vì độ nhớt của chúng càng lớn, việc gia công thành sản phẩm sẽ càng khó khăn hơn.

2. Tỷ trọng và hệ số lèn chặt

Người ta thường định lượng vật liệu hạt và bột bằng các lượng thể tích hoặc khối lượng (trọng lượng) vào máy gia công.

Cách định lượng bằng thể tích là đơn giản và rẻ hơn cả, song định lượng bằng trọng lượng lại chính xác hơn. Để sử dụng phép định lượng thể tích chúng ta cần phải biết tỷ trọng của vật liệu, giá trị này thường cho bằng g/cm^3 . Cách xác định tỷ trọng đã được chuẩn hoá.

Trên thực tế, khi tính toán thiết kế các chi tiết của máy và thiết bị gia công sản phẩm chất dẻo, như việc xác định khoang nạp liệu của khuôn dùng cho công nghệ ép chắt hạn – chúng ta phải biết hệ số lèn chặt của vật liệu (đó là tỷ lệ giữa thể tích một đơn vị khối lượng vật liệu dạng hạt hoặc dạng bột tơi xốp với thể tích của nó sau khi được tạo thành sản phẩm. Các giá trị của hệ số lèn chặt thường ở vào khoảng 2,2 – 2,4).

3. Đặc trưng chảy của chất dẻo

Như chúng ta đã nhắc lại ở các phần trước là hiện trạng chảy của các chất dẻo phụ thuộc vào cấu trúc riêng của đại phân tử (độ trùng hợp, hình dạng phân tử). Ngoài các đặc trưng có liên quan đến vật liệu ra, hiện trạng chảy còn phụ thuộc tốc độ chảy và nhiệt độ dòng vật liệu chảy nữa. Việc đàm luận cụ thể về sự phụ thuộc của độ nhớt và hiện trạng chảy sẽ vượt qua các khuôn khổ của chương này, do đó ở đây chúng tôi chỉ nhắc lại một vài phương pháp kiểm tra quan trọng đã được áp dụng trên thực tế. Trên cơ sở của kiểm tra đối chiếu này, cũng như cơ sở của các giá trị được đo trong quá trình kiểm tra ta có thể so sánh hiện trạng chảy của các chất dẻo.

3.1. Đặc trưng chảy của các chất dẻo nhiệt dẻo

- Chỉ số chảy MFI (melt – flow – index)

Nguyên lý kiểm tra là: Với nhiệt độ đã cho, áp lực đã cho, trong khoảng thời gian xác định, người ta ép chất dẻo chảy qua một lỗ hình trụ có kích thước chuẩn và đo khối lượng vật liệu chảy qua nó.

Chỉ số chảy càng cao, tính linh động của vật liệu càng cao, độ nhớt vật liệu khi nóng chảy sẽ giảm, việc gia công dễ dàng hơn.

MFI sử dụng để so sánh đối chiếu với các vật liệu cơ sở, trong cùng một nhóm và phần nào giúp ta định hướng trong việc xác định của các thông số gia công.

– Thử nghiệm xoắn ốc

Thử nghiệm này cũng chỉ sử dụng cho việc kiểm tra đối chiếu vật liệu cơ sở, đầu tiên người ta sử dụng để kiểm tra đối chiếu các vật liệu có thể đúc được kể cả chất dẻo nhiệt rắn. Nguyên lý của phép thử nghiệm này là bên cạnh các thông số cố định (nhiệt độ, áp lực) người ta đo khối lượng vật liệu chảy vào khuôn có rãnh dài có hình xoắn ốc và trên cơ sở số đo này người ta so sánh các chất dẻo. Vật liệu càng chảy nhiều vào khuôn, đặc trưng càng hoàn thiện hơn.

– Giá trị K

Đối với các polyme có tính cao su như P.V.C chẳng hạn, người ta sử dụng giá trị K được tính theo công thức của Feecantcher

$$\lg Z = \left[\frac{75K^2}{1 + 1,5KC} + K \right] . C$$

Trong đó:

Z – tỷ lệ giữa độ nhớt của 1% dung dịch P.V.C trong xiclohexanol với độ nhớt của xiclohexanol tinh khiết ($t^0 = 25^{\circ}\text{C}$ và nhớt kế nhỏ giọt có $\phi 0,6 - 0,8\text{mm}$).

C – độ đậm đặc của polyme, g/100ml dung dịch.

Giá trị K được xem như độ nhớt của vật liệu khi nóng chảy. Giá trị K càng cao, độ nhớt của vật liệu khi nóng chảy càng lớn.

3.2. Đặc trưng chảy của các chất dẻo nhiệt rắn

Nói về đặc trưng chảy của chất dẻo nhiệt rắn, thực chất là nói về mức độ hành động của nguyên liệu để tạo ra chất dẻo nhiệt rắn. Khi đạt tới nhiệt độ mà ta có thể đo được đặc trưng chảy của các tiền chất này, thì cũng là lúc các tác nhân hoá học trong nó bắt đầu hoạt động, phản ứng khâu mạch xuất hiện, hình thành quá trình tạo mạch lưới cho vật liệu. Điều đó có nghĩa là khi tăng nhiệt độ gia công, các tiền chất nóng chảy, độ nhớt xuất hiện, nhưng do quá trình tạo lưới tiếp diễn làm cho vật liệu hoá rắn lại. Hai mặt của hiện tượng này luôn song hành với nhau cho tới khi khối nguyên liệu được gia công thành sản phẩm và bán thành phẩm. Do đó, ta không thể dùng cách đo của chất dẻo nhiệt dẻo áp vào đây được. Để đo và phân tích đặc trưng chảy của chất dẻo nhiệt rắn trong thời gian qua đã hình thành một loạt

các phương pháp, mà sự trình bày chúng sẽ vượt quá khuôn khổ của chương trình này, do đó chúng ta chỉ chú ý đến nguyên lý cơ bản của một vài phương pháp đo.

– Đo độ dài đường chảy

Trong phương pháp này vật liệu từ một khoang trụ tròn được nung nóng bị ép vào một kênh thu hẹp lại. Trong trường hợp kiểm tra được thực hiện giữa các điều kiện như nhau về nhiệt độ và áp suất, với chiều dài thanh được ép ra người ta phân tích đặc trưng chảy (ý nghĩa của nó là đường chảy càng dài thanh càng dài – đặc trưng chảy càng tốt).

– Đo thời gian chảy

Cách phổ biến nhất của phương pháp này là “mẫu thử hình chén”. Trong quá trình đo điều cơ bản là chế tạo ra một cái chén, bằng phương pháp ép và đo thời gian cần thiết để đầy khuôn. Trong trường hợp ép xảy ra giữa các điều kiện như nhau, đặc trưng chảy của vật liệu sẽ hoàn thiện hơn nếu thời gian điền đầy khuôn của nó nhỏ.

– Kiểm tra nhào trộn

Với thử nghiệm này người ta đo sự thay đổi trạng thái vật lý của vật liệu phụ thuộc vào thời gian.

Nguyên lý của phương pháp này là vật liệu được đặt vào khoang được nung nóng đến nhiệt độ nhất định, trong khoang đó người ta cho quay cánh trộn với vận tốc $10 \div 300$ vòng/phút và đo mômen cần thiết để quay cánh trộn đó.

Sự thay đổi mômen đo được trong quá trình quay cho ta thông tin sự tạo lưới không gian “sự mềm” xảy ra giữa các điều kiện nhất định.

Trên cơ sở các giá trị mômen có thể so sánh hoàn chỉnh các chất dẻo có đặc trưng chảy khác nhau.

VI – MỘT SỐ CÁCH NHẬN BIẾT CÁC CHẤT Dẻo THÔNG THƯỜNG

1. Dung môi thường gặp

1. Benzin ($C_6H_5CH_2$ – gốc của xăng)
2. Benzen (C_6H_6)
3. Metylenclorua (CH_2Cl_2)
4. Etyl etc ($R.OC_2H_5$)

5. Axeton ($\text{CH}_3\text{OCOC}_2\text{H}_5$)
6. Etylaxetat ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OCOC}_2\text{H}_5$)
7. Rượu etylic ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
8. Xiclohexanol (C_6H_{12})
9. Tetra cloruaetan (CCl_4)
10. Clorua fooc (CHCl_3)
11. Dietyl ete (dioxan) (CH_2)₄O₂
12. Phenol 80% $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
13. Axit fomic (axit kiến) HCOOH
14. Axit axetic (CH_3COOH)
15. Axit clohydric đặc HCl
16. Tetra hydrofuran $\text{O} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array} \text{CH}_2$
17. Pyridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$)
18. Đicloetan ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$)
19. Axit sunfuric (H_2SO_4)

2. Nhận biết chất dẻo nhiệt dẻo

1. Polyetylen: PE

Cháy với ngọn lửa xanh, mùi nến (parafin), chất dẻo chảy thành dòng nóng chảy, ở nhiệt độ thường không tan trong dung môi nào cả, chỉ tan trong dung môi 2, 9, 10, 17 (mục 1) ở nhiệt độ $\geq 80^\circ\text{C}$.

2. Polypropylen: PP

Cháy sáng, chân ngọn lửa màu xanh nhạt có dòng chảy chất dẻo, có mùi cao su cháy (mùi xi găng chai lọ). Không tan trong dung môi ở nhiệt độ thường, chỉ tan trong dung môi 2, 9, 10 ở nhiệt độ $> 80^\circ\text{C}$.

3. Polystiren : PS

Ngọn lửa sáng rực có muội, mùi hắc nhẹ như mùi khí ga (mùi hoa phong túc). Tan trong dung môi 2, 3, 9, 10, 11, 17 ở nhiệt độ thường.

4. Polyvinylclorid: PVC

Cháy với ngọn lửa xanh lá cây sáng, dờn ngọn lửa thì tắt, mùi khét của khí HCl , tan trong dung môi 8, 9, 10, 17, 18.

5. Polyamid: PA

Cháy với ngọn lửa xanh, mép màu vàng, chất dẻo chảy nhỏ giọt, mùi sừng cháy, xương cháy. Tan trong dung môi 12, 13, 14, 15.

6. Polymethylmetacrylat: PMMA (thủy tinh hữu cơ)

Ngọn lửa cháy chói sáng có muối, mùi khét hắc và chua nồng.

Tan trong dung môi 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 18.

7. Polycarbonat: PC

Khó cháy, cháy có muối, đưa ngọn lửa ra xa thì tắt, chỗ vật liệu cháy giòn có bụi than, mùi khét hắc. Tan trong dung môi 3, 16, 11, 18.

8. Polyoxymetylen : POM

Cháy như cồn, ngọn lửa xanh nhạt, không có muối, có tiếng lép lép. Sau khi cháy khét hắc và cay (CH_2O). Tan trong dung môi 12, 14, 19.

3. Chất dẻo nhiệt rắn

Các nguyên liệu tạo ra chất dẻo nhiệt rắn có thể nóng chảy, hoà tan được nên dung môi chỉ dùng cho nguyên liệu để dễ thẩm thấu khi trộn với chất độn gia cường.

1. Chất dẻo pheno (phenoplast)

Liên kết giữa phenol và formaldehit.

Là vật liệu khi cháy, khi cháy có mùi phenol và formaldehit (khi cháy có mùi thơm của rượu, có vị cay cay).

2. Chất dẻo amino (aminoplast)

Chia làm 2 nhóm:

Nhóm 1: ure – formaldehit (keo dán gỗ)

Nhóm 2: melanmin – formaldehit

Là vật liệu rất khó cháy, than cháy có lớp trắng cứng ở xung quanh, khi cháy có mùi amoniac.

3. Chất dẻo epoxy

So với 2 loại trên dễ cháy hơn, khi cháy thì cháy sáng nhưng dời ngọn lửa thì tắt, ngọn lửa có muối, mùi phenol.

4. Polyeste không no là vật liệu dễ cháy và cháy sáng, có muối, mùi khét hắc.

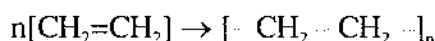
Chương 2

CHẤT DẼO NHIỆT DẼO

I – POLYETYLEN (PE)

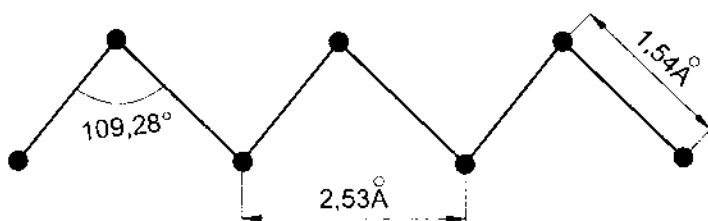
1. Tổng quan về PE

Nhựa polyetylen (PE) được tổng hợp từ etylen và có công thức cấu tạo như sau:



Nhựa PE là một polyme nhiệt dẻo, có độ cứng không cao, không mùi, không vị. PE có cấu trúc tinh thể giống parafin. Độ kết tinh không bao giờ đạt 100%. Xen lẫn phần tinh thể có phần vô định hình. Tỷ lệ giữa hai phần trên phụ thuộc vào phương pháp sản xuất và điều kiện gia công.

Phân tử của polyetylen có cấu trúc mạch sợi, ngoài ra nó cũng có những nhóm mạch nhánh. Khi các nhóm mạch nhánh này càng nhiều và càng dài thì độ kết tinh càng kém. Những phần sắp xếp không trật tự trong PE sẽ nằm ở vùng vô định hình. Khả năng kết tinh nhanh của PE chính là do các mắt xích của nó rất ngắn và chỉ bằng $2,53 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) và có độ cân đối cao. Cấu trúc của PE được ghi ở hình 2.1:



Hình 2.1. Cấu trúc của PE

Độ kết tinh khác nhau là nguyên nhân gây ra tỷ trọng khác nhau của polyetylen. Polyme có tỷ trọng thấp chứa 55 – 65% pha kết tinh, tỷ trọng trung bình chứa 66 – 73%, còn tỷ trọng cao chứa 74 – 95%. Nếu khi mạch nhánh tăng lên khá cao thì pha kết tinh có thể giảm xuống tới 40%. Nếu nhiệt tăng thì tỷ lệ pha vô định hình tăng và tăng nhanh khi gần tới nhiệt độ chảy mềm. Trong nhiệt độ bình thường, độ kết tinh có ảnh hưởng rất lớn đến

các tính chất của PE như: tỷ trọng, độ cứng bề mặt, môđun đàn hồi, độ bền kéo, sự trương nở và độ hoà tan trong các dung môi hữu cơ, độ thấm khí và hơi,...

Tuỳ thuộc vào các phương pháp sản xuất (áp suất và nhiệt độ) mà nhựa PE có các loại như sau: nhựa HDPE (high density PE – được gọi là PE tỷ trọng cao hoặc PE cao áp), LLDPE (linear low density PE – được gọi là PE mạch thẳng, tỷ trọng thấp) và VLDPE (very low density PE – được gọi là PE tỷ trọng rất thấp).

2. Các loại polyetylen (PE)

2.1. HDPE (High Density PE)

Nhựa HDPE được tổng hợp từ etylen ở áp suất thấp $0,8 - 4,0 \text{ N/mm}^2$ và nhiệt độ 80°C . Loại nhựa này có tỷ trọng cao và phân tử lượng cao. Phân tử lượng trung bình của nó dao động từ $80.000 - 3.000.000$. Phân tử lượng tăng thì độ bền kéo đứt và độ dai va đập cũng tăng theo. HDPE có tỷ trọng thấp: $\rho = 0,95 - 0,96 \text{ g/cm}^3$ (nhẹ hơn nước). Độ kết tinh từ $85 - 95\%$. Cho nên sản phẩm từ HDPE bị đục mờ. Điểm hoá mềm ở 120°C nên dễ dàng gia công.

Cấu trúc mạch dài, sắp xếp một cách trật tự và đều đặn, mạch phân nhánh thưa và ngắn, với cấu trúc này làm cho HDPE có tỷ trọng cao hơn và độ kết tinh lớn hơn.

HDPE cháy với ngọn lửa xanh, mùi nến, khói trắng và chảy thành dòng nóng. Nhựa được sản xuất ra dưới dạng hạt và bột.

2.2. LDPE (Low Density PE)

LDPE được tổng hợp từ etylen ở áp suất cao ($100,0 - 350,0 \text{ N/mm}^2$) và nhiệt độ $- 300^\circ\text{C}$. Loại này có tỷ trọng thấp và phân tử lượng thấp.

Phân tử lượng trung bình của LDPE từ $18.000 - 50.000$. Phân tử lượng giảm kéo theo độ bền kéo, độ đàn dài và độ dai va đập giảm.

LDPE có cấu trúc mạch dài và chứa nhiều mạch nhánh ngắn, nhưng đôi khi cũng có mạch nhánh dài và khi đó sẽ hạn chế sự phân bố đều đặn của phân tử. Cấu trúc này sẽ làm cho LDPE có tỷ trọng thấp và độ kết tinh cũng thấp hơn HDPE.

Nhựa được sản xuất ra dưới dạng hạt và bột. LDPE có tỷ trọng thấp $\rho = 0,92 - 0,93 \text{ g/cm}^3$ (nhẹ hơn nước). Độ kết tinh từ $60 - 70\%$, cho nên sản phẩm từ LDPE trong hơn HDPE. Khi nhiệt độ bằng 110°C , LDPE hoàn toàn ở nhiệt độ vô định hình. Điểm hoá mềm ở nhiệt độ 90°C nên rất dễ gia công.

2.3. LLDPE (Linear Low Density PE)

Người ta chế tạo loại LLDPE bằng một quá trình áp suất đặc biệt nhằm tạo ra những tính chất cơ học khác hẳn với loại PE tỷ trọng thấp. Màng (film) từ LLDPE có tính chất cơ học tuyệt vời dùng cho bao bì công nghiệp, nông nghiệp và màng co. Đồng thời có những đặc tính dai, căng và khả năng chịu môi trường tốt.

Tỷ trọng của LLDPE thấp, chỉ vào khoảng $0,92 - 0,94 \text{ g/cm}^3$.

2.4. VLDPE (Very Low Density PE)

Người ta chế tạo loại VLDPE nhờ quá trình trùng hợp triet để dưới áp suất cao (radical polymerization). Vô định hình có độ mềm dẻo tuyệt đối, độ dai rất tốt, căng và tăng khả năng bảo vệ môi trường, mở rộng khả năng hỗn hợp với nguyên liệu chất dẻo mềm khác như PVC, EVA để thay đổi tính năng của nó. Tuy nhu cầu thị trường hiện nay chưa lớn, nhưng nó là một loại PE đặc biệt và sẽ được sử dụng trong tương lai gần. VLDPE dùng để sản xuất màng co, màng căng, găng tay bảo hộ, tham gia quá trình biến đổi tính chất của các loại chất dẻo khác, màng công nghiệp, màng nhiều lớp. Tỷ trọng của VLDPE $\rho = 0,9 - 0,91 \text{ g/cm}^3$.

3. Tính chất của polyetylen

3.1. Độ hoà tan

Ở nhiệt độ bình thường PE không hoà tan trong các loại dung môi, nhưng nếu giữ một thời gian dài trong các loại hydrocarbua thơm, không thơm và các hydrocacbon nó có thể bị trương nở.

Ở nhiệt độ cao hơn 70°C PE hoà tan kém trong các dung môi như toluen, xilen, amilaxetat, tricloetylen, dầu thông, hydrocarbua được clorua hoá, dầu khoáng và parafin. Dù ở nhiệt độ cao, PE cũng không hoà tan trong nước, trong cả các loại rượu béo, acetone, ete etylic, glicerol và các dầu thảo mộc.

Độ hoà tan của PE không chỉ phụ thuộc vào độ kết tinh mà còn phụ thuộc vào trọng lượng phân tử.

Dung môi tốt nhất đối với PE tỷ trọng là xilen, tetralin, decalin.

3.2. Độ bền hoá học

Nhiệt độ bình thường, PE bền vững với các loại axit sunfuric, nitric loãng và với các axit clohydric, phosphoric, formic, acetic, ammoniac, nước oxi già, hydroxit natri, kali và dung dịch muối đặc. Nhưng với các axit H_2SO_4 , HNO_3 đặc và hỗn hợp nitro hoá có tác dụng dần với PE. Nếu nâng nhiệt độ tới

60°C, PE vẫn ổn định dưới tác dụng của dung dịch muối, kiềm đặc, với dung dịch H_2SO_4 có nồng độ 50%, HNO_3 40% và HCl đặc. Nhưng nếu nâng nhiệt độ lên đến 90 – 100°C thì các axit H_2SO_4 , HNO_3 sẽ có tác dụng mạnh tới PE.

PE dạng bột dùng để tạo lớp phủ chống ăn mòn.

3.3. Độ bền khí quyển

Dưới tác dụng của oxi trong không khí độ bền của nhựa PE giảm đi rõ rệt, hiện tượng này gọi là sự lão hoá. Ôxi không khí tác dụng rất chậm ở nhiệt độ thường nhưng ở nhiệt độ cao ôxi hoá PE tương đối cao. Đầu tiên tạo thành peroxit, hydroperoxit, axit,... Và kết quả của những phản ứng phân huỷ là nhựa đồng phân thấp của PE. Quá trình phản ứng ôxi hoá là quá trình tự xúc tác. Tốc độ phân huỷ tăng theo hàm lượng ôxi hấp thụ. Tốc độ ôxi hoá cũng tăng theo sự tăng trưởng của nhiệt độ.

Nếu quá trình ôxi hoá lâu (nhất là ở nhiệt độ cao) thì có thể phân huỷ mạch phân tử cho ra những sản phẩm nhẹ như CO , CO_2 , H_2O , axit béo và các sản phẩm giống sáp. Để ngăn ngừa quá trình ôxi hoá, PE có thể dùng phenyl - α naftinamin, N, N' difenil - n - fenilendiamin hay các hỗn hợp của chúng. Các chất chống ôxi hoá này chỉ cần dùng với lượng 0,05 – 0,2% so với PE là vừa.

3.4. Ảnh hưởng của ánh sáng mặt trời

Ngoài phản ứng ôxi hoá nhiệt, polyme còn chịu tác dụng quang ôxi hoá dưới ánh sáng mặt trời, đặc biệt là tia tử ngoại. Do vậy, việc ngăn ngừa quá trình ôxi hoá dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời là rất khó khăn vì phản ứng xảy ra nhanh chóng hơn so với quang ôxi hoá các chất phân tử thấp. Những chất làm chậm quá trình quang ôxi hoá là các chất bột màu đục như muội than hoặc oxit kẽm. Trong quá trình ôxi hoá, trên bề mặt polyme xuất hiện các vết nứt và đặc biệt tang góc hao tổn diện tích tăng lên nhiều. Nhiều thí nghiệm trong các vùng nhiệt đới đã chứng minh rằng nếu cho muội than vào vật liệu PE sẽ bền vững dưới tác dụng của ánh sáng (lượng muội công nghiệp từ 1 – 1%).

Khi gia công hoặc sử dụng vật liệu PE ở nhiệt độ cao, quá trình ôxi hoá thường xảy ra kèm theo sự xuất hiện mùi. Để ngăn ngừa hiện tượng này có thể dùng các chất ổn định như butyloxibenzen, butyloxitoluen,

lauriltiodiotulen, lauriltiodipropionat. Butyloxitoluen ngăn ngừa phản ứng chuỗi, còn lauriltiodipropionat phá huỷ chất hydroperoxit thành các chất không hoạt tính.

3.5. Độ thấm nước, thấm khí

PE có độ bền khi ngâm trong nước rất cao. Nếu ngâm trong nước ở nhiệt độ 20°C đến 70°C trong vòng 24 tháng thì độ bền của nó chỉ giảm có 0,046% (ở 20°C) và 0,248% (ở 70°C). Kết quả trên được thử nghiệm bằng cách cân màng PE trước và sau khi ngâm vào nước. Các số liệu chỉ trọng lượng tăng là mg/cm^3

Độ thấm hơi và thấm khí được xác định bởi hai nguyên nhân: hoà tan và khuếch tán. Hơi và khí lúc đầu phải hoà tan trong polyme, sau đó khuếch tán theo hướng có nồng độ thấp hơn và bay hơi. PE là một polyme không phân cực, do đó đối với hơi của các chất có cực nó có độ thấm khí rất bé, nhưng đối với các chất lỏng không cực có độ thấm khí khá lớn. Cụ thể là PE có độ thấm khí rất nhỏ đối với hơi nước, cho nên người ta dùng màng PE để đóng gói rất tốt. Nhưng do thấm khí cao đối với hơi của các chất hữu cơ, nên màng PE không được dùng để chứa đựng các chất hữu cơ và các chất thơm. Màng HDPE có độ thấm khí hơn màng LDPE khoảng 4 đến 5 lần.

3.6. Tính chất cơ học

Tính chất cơ học của PE phụ thuộc vào trọng lượng phân tử và mức độ kết tinh của nó. Những màng mỏng PE (nhất là với LDPE) thì mềm và đàn hồi, còn những tấm dày PE (HDPE) thì cứng.

Tính chất cơ học của PE phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng thì độ bền kéo và uốn giảm rõ rệt. Nhựa PE tấm dày tuy cứng nhưng cũng có thể chảy ngay trong điều kiện nhiệt độ bình thường khi chịu tác dụng một lực tuy nhỏ trong thời gian dài (tuy lực đó chỉ bằng 25% độ bền ban đầu). PE chịu tác dụng của hiện tượng chảy lạnh.

3.7. Tính chất cách điện

PE là một polyme không phân cực, nên tính chất cách điện của PE không phụ thuộc vào độ ẩm và nhiệt độ từ -80°C – 10°C. Với HDPE tính chất cách điện phụ thuộc vào lượng xúc tác còn lại trong PE. Hiệu điện thế đánh thủng là thông số rất quan trọng khi sử dụng làm dây cáp điện, giá trị sử dụng của nó phụ thuộc vào nhiều thông số như : chiều dày vật liệu, nhiệt độ làm việc, độ ẩm môi trường, thời gian,...

BẢNG 2.1. SO SÁNH MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HAI LOẠI HDPE VÀ LDPE

Tính chất	HDPE	LDPE
Độ bền kéo, N/mm ²	22 – 30 (có loại bền kéo lên tới 60)	11 – 15
Độ giãn dài, %	200 – 400	400 – 600
Độ bền uốn, N/mm ²	17	6
Độ cứng Shore (theo phương pháp thử ASTM – D2240)	60 – 65	30 – 35
Độ cứng Brinel, N/mm ²	0,4 – 0,5	0,1 – 0,60
Chỉ số chảy MI, g/10 phút	0,1 – 20	
Nhiệt độ giòn, °C	-80 – -120°C	-80 – 120°C
Hệ số truyền nhiệt, Kcal/m.h.°C	0,26	
Tỷ nhiệt, cal/g.°C	0,55	0,50 – 0,55
Tg góc hao tổn điện môi (Tg) ở 60°C – 10 ³ kz: – 10 ⁶ kz: – 10 ⁸ kz:	0,0001 – 0,0003	0,0002 0,0003 0,0005
Điện trở riêng thể tích, Ω.cm	10 ¹⁷	10 ¹⁷
Điện thế đánh thủng, kV/mm	45 – 60 Không mùi, không vị, không độc, tính bám dính kém.	45 – 60 Không mùi, không vị, không độc, tính bám dính kém.

4. Ứng dụng của polyetylen

Do tính chất cơ lý hoá tốt, nên PE được sử dụng trong nhiều lĩnh vực công nghệ, trong kỹ thuật điện, điện tử, trong ngành công nghiệp hoá chất, trong dân dụng... Từ PE có thể sản xuất ra các sản phẩm như dây cách điện, ống dẫn, màng mỏng, sợi, túi đựng hoá chất, các loại thùng chứa, chai lọ, sản xuất các sản phẩm gia dụng, sản xuất các sản phẩm dạng tấm cho các nhu cầu đặc biệt,...

4.1. Bọc dây điện, dây cáp

PE cũng như hỗn hợp nhựa của nó với polyizobutylen có tính chất cách điện cao, độ thấm hơi nước nhỏ, nên được sử dụng rất rộng rãi để bọc dây điện trong nhiều lĩnh vực như dây điện thoại, điện tín, đài thu phát, dùng cho điện cao tần,...

Dùng dây điện bọc bằng PE tốt hơn nhiều so với bọc bằng cao su, vì bọc bằng PE vừa nhẹ, mềm mại và chịu được tác điện thế đánh thủng lớn hơn so với cao su. Dây cáp điện bọc bằng PE cho phép sử dụng với điện thế 8kV ở nhiệt độ 75°C trong thời gian dài và 15kV ở nhiệt độ 70°C. Dây điện bọc bằng PE có thể làm việc trực tiếp ở ngoài trời, trong nước, dưới lòng đất. Dây cáp điện bọc bằng PE có thể chống cháy nếu cho vào trong PE đến 30% hỗn hợp trioxit antimon và cloparalín,... Cho thêm vào trong PE một lượng (5%) cao su butyl cũng có khả năng giữ được độ bền chống lão hoá do nhiệt và giảm nhiệt độ giòn.

Các sản phẩm loại này được gia công trên các máy đùn với các đầu tạo hình và các thiết bị phụ trợ chuyên dụng.

Tính chất của dây cáp với 65% polyetylen và 35% polyizobutylen có các đặc tính sau (xem bảng 2.2).

BẢNG 2.2. ĐẶC TÍNH CỦA DÂY CÁP VỚI 65% POLYETYLEN VÀ 35% POLYIZOBUTYLEN

Tỷ trọng, g/cm ³	0,92
Độ bền kéo, N/mm ²	6,5 – 7,5
Độ giãn dài tương đối, %	350 – 450
Nhiệt độ chảy mềm, °C	110 – 130
Nhiệt độ thủy tinh hoá, °C	Thấp hơn -60°C
Độ thấm nước ở nhiệt độ bình thường sau 30 ngày, %	0,093
Tang góc hao tổn điện môi ở 1 MHz	2,3 – 2,4
Hằng số điện môi ở 1 MHz	0,0003 – 0,0005
Hiệu điện thế đánh thủng, kV/mm	45 – 55
Hệ số giãn nở thể tích trong khoảng từ 0 đến 50°C	0,0006
Hệ số giãn nở dài trong khoảng nhiệt độ từ 0 đến 50°C	0,0002
Độ co, %	1,0 – 2,5

4.2. Sản xuất ống dẫn

Trong các loại vật liệu polyme thì PE là loại vật liệu được sử dụng để chế tạo ra các loại đường ống nhiều nhất. Vì ống PE không bị ăn mòn, sức cản nhỏ khi có chất lỏng chảy qua, lắp ráp dễ dàng, mềm và chịu lạnh tốt.. ống PE có thể gia công bằng phương pháp đùn hoặc đúc ly tâm. Nhưng phương pháp đùn được sử dụng rộng rãi và thuận tiện hơn. Chế độ gia công phụ thuộc vào loại PE (tỷ trọng và phân tử lượng,...), vào đường kính, chiều dày

ống, vào loại thiết bị. Chỉ số chảy của PE dùng để chế tạo ống thường dùng dao động đến 5,5g/10phút. Nhiệt độ vùng cấp liệu 45°C - 70°C, trên xylanh từ 110 - 180°C còn ở đầu đùn là 120 - 195°C. Nhiệt độ cao là của HDPE.

Phương pháp đùn đùn để chế tạo ống có đường kính trong khoảng 300mm. Nếu đường kính lớn hơn (đến 600mm) có thể chế tạo bằng phương pháp ly tâm hoặc phương pháp đùn xoắn.

Nhờ có đặc tính chống ăn mòn hoá học tốt nên ống PE được sử dụng để vận chuyển nước, dung dịch muối, kiềm, axit và các chất lỏng, chất khí khác,...

Ống từ LDPE có thể làm việc ở nhiệt độ khoảng 60°C, còn ống từ HDPE có thể làm việc ở nhiệt độ 100°C. Các loại ống này không bị hỏng ở 60°C và có thể ngâm lâu trong nước thường.

4.3. Màng và tấm PE

Màng PE có thể sản xuất từ các loại PE. Nhưng khi muốn sản xuất các loại màng mỏng thì dùng LDPE vì HDPE dòn và cứng hơn. Nếu dùng các loại màng đặc biệt nên dùng loại LLDPE hoặc VLDPE. Sản xuất màng từ PE có chỉ số chảy từ 0,3 - 10 g/10ph.

Màng mỏng PE có thể gia công bằng phương pháp đùn thổi qua đầu đùn chuyên dụng.

Máy đùn màng PE có tỷ lệ giữa chiều dài và đường kính trục vít không bé hơn 15. Kết cấu của trục vít phải thoả mãn điều kiện làm nhuyễn và vận chuyển nhựa. Thiết bị điều chỉnh nhiệt độ không được sai số quá 1°C. Nhiệt độ đùn vào khoảng 120 - 150°C. Khí thổi có áp suất 1,2 - 1,3at, màng được làm nguội bằng không khí. Màng được kéo dãn tới 500 - 600% khi màng được định hướng thì độ bền theo phương kéo cũng tăng khoảng 20 - 40%. Trong lúc đó, độ dãn dài sẽ giảm khoảng 10 - 30%. Màng PE được dùng để bao gói hàng, bảo vệ máy móc và các chi tiết máy,... Màng PE còn được dùng làm các khinh khí cầu, áo mưa, khăn trải bàn, làm mái che cho nhà trồng rau sạch,...

Màng PE có cốt sợi sẽ làm tăng độ bền cơ học và dùng để che đậy các công trình lớn. Các tấm PE có thể dùng để tạo hình bằng các phương pháp dập nóng. Nhiệt độ gia công thường cao hơn nhiệt độ chảy mềm từ 10 - 15°C. Bằng phương pháp này có thể chế tạo các sản phẩm cỡ lớn.

4.4. Sản phẩm đúc phun

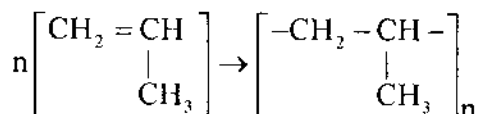
Đúc phun là phương pháp được áp dụng rộng rãi nhất để gia công các sản phẩm định hình bằng vật liệu PE. Nhiệt độ gia công khoảng 150 – 180°C, thời gian duy trì áp suất là 10 – 30 giây và làm nguội trong khuôn.

Nhựa polyetylen cũng được tạo xốp để cách điện và cách âm. Người ta hay dùng HDPE để tạo xốp, xốp PE chịu được hoá chất tốt hơn các loại xốp khác.

II – POLYPROPYLEN (PP)

Polypropylen là một trong những hydrocacbua không no được nghiên cứu nhiều nhất. Polypropylen được tổng hợp từ propylen. Nguồn nguyên liệu chính để sản xuất propylen là dầu hoá.

Polypropylen có cấu trúc hoá học như sau:



1. Tính chất của polypropylen

Polypropylen (PP) được sản xuất ở dạng bột và hạt. Tỷ trọng của PP vào khoảng 0,90 đến 0,92 g/cm³. Phân tử lượng của PP nằm trong khoảng 80.000 – 200.000 PP là loại nhựa có độ kết tinh vào khoảng 70%, không màu, bán trong. Nhưng trong quá trình gia công có thể tạo ra nhiều pha vô định hình và giúp cho sản phẩm trong suốt như màng BOPP.

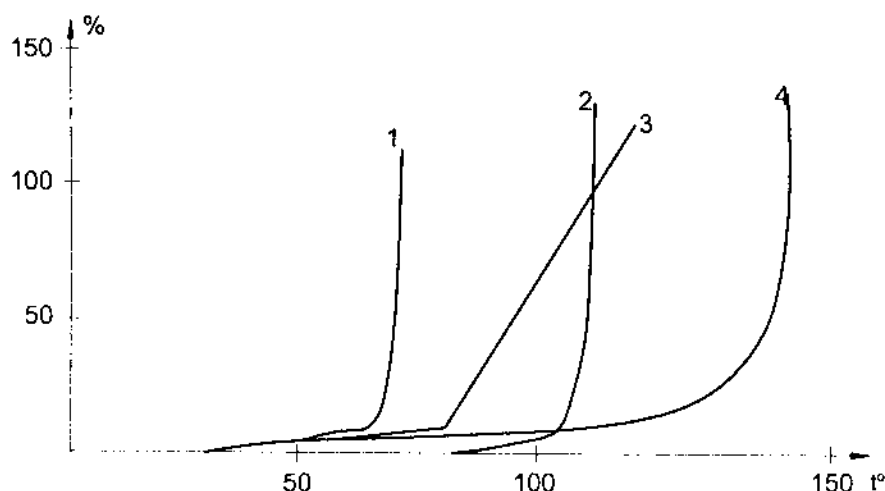
Polypropylen không mùi, không vị, không độc. PP có độ bóng cao, tính bám dính kém, có khả năng gia công bằng các phương pháp gia công thông thường dùng cho chất dẻo.

Polypropylen có tính kháng nhiệt tốt hơn PE đồng thời tính chất cách điện và tính chất hoá học cũng rất tốt.

1.1. Tính chất nhiệt học

Đặc tính quan trọng nhất của PP là nhiệt độ nóng chảy cao (160 – 180°C). Nếu không có sự tác dụng của ngoại lực thì PP có thể giữ được trạng thái kích thước ba chiều ở nhiệt độ gần 150°C.

Trên hình 2.2 trình bày kết quả so sánh độ dãn dài tương đối của một số loại vật liệu polyme khi chịu tác dụng của nhiệt độ với tải trọng ban đầu là 1,5 N/mm².



Hình 2.2. Độ dẫn dài tương đối thay đổi theo nhiệt độ của một số polyme

Dưới tác dụng của tải trọng cho phép và với nhiệt độ gần 120°C PP có thể giữ được từ 60 đến 80 ngày mà không bị phá hủy. PP rất nhạy bén với một số kim loại như đồng, mangan hoặc các hợp kim có chứa những kim loại đó khi làm việc ở nhiệt độ cao. Khi tiếp xúc với các kim loại này hoặc có lẫn vẩn của chúng, độ bền nhiệt của PP sẽ bị ảnh hưởng lớn. Cho nên trong thực tế rất hạn chế để cho PP tiếp xúc với các kim loại trên khi ở nhiệt độ cao. Nhựa PP có thể chịu được nhiệt độ khử trùng rất tốt. Tính chất nhiệt của PP xem bảng 2.3.

BẢNG 2.3. TÍNH CHẤT NHIỆT CỦA PP

Nhiệt dung ở 20°C, kcal/kg.°C	0,4 – 0,45
Hệ số truyền nhiệt, kcal/m.h.°C	0,12 – 0,18
Hệ số dẫn nở dài, (từ 30 đến 120°C)	$(1,1 - 2,1) \cdot 10^{-4}$
Hệ số dẫn nở thể tích	$(4,8 - 6,0) \cdot 10^{-4}$

Ở nhiệt độ 155°C, PP còn trong thể rắn, nhưng nếu gần với nhiệt độ nóng chảy thì PP chuyển sang trạng thái mềm như cao su. Độ nhớt của PP nóng chảy giảm theo sự giảm của phân tử lượng và sự tăng của nhiệt độ. Khi giảm nhiệt độ từ điểm nóng chảy đến 120°C, PP bắt đầu kết tinh. Nếu trong PP có chất ổn định thì khả năng chịu được nhiệt độ cao sẽ tăng lên, nó có thể lưu động lâu trong vùng nhiệt độ 300°C mà không bị phân hủy.

Dưới tác dụng của ánh sáng khuếch tán, PP không có chất ổn định có thể làm việc được hai năm. Nhưng nếu dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời trực

tiếp chiếu vào thì sau vài tháng PP đã trở nên giòn, chứng tỏ tia tử ngoại có tác dụng mạnh đến tính chất của PP. Để tăng tuổi thọ của vật liệu PP trong các môi trường trên cần phải cho vào trong PP một số chất chống lão hoá như muối đen, than đen... Nếu cho vào trong PP một lượng nhỏ than đen, nó có thể làm việc lâu dài dưới tác dụng trực tiếp của ánh sáng mặt trời (có thể trên 2 năm). Để chống sự đoạn mạch do oxi hoá ta có thể dùng di (4 – oxit phenyl) – sunfid và các chất chống oxi hóa khác (liều lượng 1 – 2%).

1.2. Độ bền hoá học

Ở nhiệt độ bình thường, PP không hoà tan trong dung môi hữu cơ. Nó chỉ trương nở trong các hydrocarbua thơm và hydrocarbua clorua hoá, nhưng ở nhiệt độ cao hơn 80°C, PP bắt đầu hoà tan trong hai lớp dung môi trên. Độ bền với các dung môi cũng phụ thuộc vào mức độ kết tinh của polyme. Mức độ kết tinh càng cao, khả năng hoà tan càng khó. Nếu ngâm PP trong dầu thực vật cũng như dầu khoáng sau 30 ngày cũng không hấp thụ được bao nhiêu.

Khi tiếp xúc với các dung môi có cực, PP không bị giòn và tính chất của chúng cũng không thay đổi trong suốt thời gian dài.

Khi PP tiếp xúc với dung dịch H_2SO_4 80% trong 30 ngày ở nhiệt độ 20°C và 7 ngày ở 90°C, PP bắt đầu có màu tối sẫm, trở nên giòn và bị phân huỷ. Ở nhiệt độ 20°C, PP tương đối ổn định dưới tác dụng của HNO_3 có nồng độ 50%. Nhưng không ổn định tính chất khi tăng nồng độ lên đến 94% và khi đó chúng sẽ bị phá huỷ ở 70°C. Với dung dịch xút 40%, PP sẽ ổn định tính chất ở 110°C. Tất cả các loại PP đều không thấm nước. Tính chất cơ học của PP không phụ thuộc vào môi trường ẩm.

1.3. Tính chất cơ học

Tính chất cơ học của polypropylen phụ thuộc vào phân tử lượng trung bình, vào độ đồng đều và hàm lượng atactic. Nếu giảm pha isotactic thì atatic sẽ tăng và tính chất cơ học sẽ giảm. Nếu tăng phân tử lượng thì tính chất cơ học sẽ tăng theo. Ta có thể thông qua chỉ số chảy MFI của PP để xác định phân tử lượng của nó.

Dưới tác dụng của tải trọng, PP bị biến dạng và có hiện tượng chảy lạnh. Nếu nhiệt độ tăng thì độ bền kéo của PP sẽ giảm. Nếu ở nhiệt độ 20°C độ

bền của PP là $55 - 60 \text{ N/mm}^2$ thì ở nhiệt độ 120°C độ bền chỉ còn lại $8 - 9 \text{ N/mm}^2$. Bảng 2.4 cho thấy tính chất của PP có trọng lượng phân tử $80.000 - 150.000$.

BẢNG 2.4. TÍNH CHẤT CỦA PP CÓ TRỌNG LƯỢNG PHÂN TỬ $80.000 - 150.000$

Tỷ trọng, g/cm^3	0,9 – 0,91
Độ bền, N/mm^2	
– kéo	30 – 35
– uốn	90 – 120
– nén	60 – 70
Biến dạng dài tương đối, %	500 – 700
Độ cứng shor	90 – 95
Độ cứng Brinel, N/mm^2	0,6 – 0,65
Độ chịu lạnh thấp, $^\circ\text{C}$	-5°C đến -15°C
Nhiệt độ nóng chảy, $^\circ\text{C}$	164 – 170
Ổn định nhiệt độ theo Vik, $^\circ\text{C}$	105 – 110
Hằng số điện môi ở 10^6 Hz	2,0 – 2,1
Tang của góc hao tổn điện môi ở 10^6 Hz	0,0002 – 0,0003
Điện thế đánh thủng, kV/mm	30 – 32

Polypropylen là loại vật liệu chất dẻo có tỷ trọng thấp nhất, nhưng độ bền kéo và độ bền nhiệt thì PP vượt hơn hẳn PE, PS và một số PVC mềm.

Tính chất cách điện và bền với nước của PP gần với các loại PE. Nhược điểm của PP là chịu nhiệt độ thấp kém (từ -5 đến -15°C).

2. Ứng dụng của polypropylen

PP là loại vật liệu dẻo được dùng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp và dân dụng. Polypropylen được gia công bằng các phương pháp như đúc phun, các loại công nghệ đùn, tạo hình dưới chân không và các phương pháp khác,...

Nguyên liệu PP thường được chế tạo dưới dạng hạt. PP tương đối khó dán nhưng lại dễ hàn.

PP có thể phối hợp với các loại cao su thiên nhiên và cao su tổng hợp để tạo ra vật liệu có đặc tính khác nhau, đó là các polyblend của PP, chúng có

nhiều tính năng vật lý vượt trội hơn hẳn polyme PP thuần nhất và thường được dùng trong các sản phẩm đặc biệt.

Polypropylen có trọng lượng phân tử cao, được sử dụng để sản xuất ra các loại sản phẩm ống, màng, dây cách điện, kéo sợi và các sản phẩm tạo hình khác. Việc ứng dụng PP phụ thuộc vào bản chất của chúng:

- Loại thông thường (general homo) để sản xuất các loại vật dụng thông thường.
- Loại trùng hợp khối (block) sản xuất các vật dụng chất lượng cao, các chi tiết công nghiệp, các loại van, vỏ acquy, điện gia dụng....
- Loại tính năng cơ lý cao (high impact) dùng sản xuất vật dụng chất lượng cao, chi tiết công nghiệp, điện gia dụng....
- Loại đặc biệt chuyên dùng cho chi tiết sản phẩm công nghiệp, chi tiết nhựa trong xe máy, ô tô, điện gia dụng, điện tử, hộp thực phẩm, bàn ghế và các sản phẩm có kích thước lớn khác,...
- Loại trong (nhiều pha vô định hình) dùng cho bao bì y tế, bao bì thực phẩm, xylanh tiêm, kệ video, sản phẩm loại đặc biệt cho thực phẩm, không mùi và có độ bóng bề mặt cao.
- PP có độn sợi thủy tinh là loại vật liệu mới dùng trong công nghiệp. Những chi tiết làm bằng vật liệu PP có khoảng 30% sợi vụn thủy tinh gia công bằng ép phun sẽ làm việc lâu dài khi có tác dụng của nhiệt độ và tải trọng. Vật liệu này cũng tăng thêm độ ổn định kích thước khi làm việc, tăng độ bền kéo và có thể gia công những chi tiết có độ phức tạp về hình dáng bằng phương pháp ép phun.

So sánh một số tính chất của PP và PP có độn sợi thủy tinh xem bảng 2.5.

BẢNG 2.5. SO SÁNH TÍNH CHẤT CỦA PP VÀ PP CÓ ĐỘN SỢI THỦY TINH

	PP thuần nhất	PP có độn sợi T.T
Tỷ trọng, g/cm ³	0,90 – 0,91	1,24
Biến dạng dài tương đối, %	250 – 700	2
Độ bền kéo, N/mm ²	30 – 40	56
Độ dai va đập, kJ/m ²	3,28 – 5,9	27,2 – 32,7

Công nghệ đúc phun nhựa PP được dùng để chế tạo ra các sản phẩm dạng khối. Vật liệu dùng trên máy đúc phun (injection) có chỉ số chảy từ 2 – 60g/10 phút.

Loại thông thường (homopolyme PP) có chỉ số chảy từ 8 – 28 dùng sản xuất các sản phẩm gia dụng.

Loại block copolyme có chỉ số chảy từ 2 – 35 dùng để sản xuất các sản phẩm có tính năng kỹ thuật cao, sản phẩm công nghiệp (phụ tùng công nghiệp), sản phẩm điện tử, điện gia dụng (ngăn đá, ngăn làm đông trong tủ lạnh, phin lọc bụi trong máy điều hoà) đồ dùng gia đình có tính năng kỹ thuật cao.

Loại cường độ cơ lý cao (high impact) có chỉ số chảy từ 4 – 60. Chỉ số chảy cao chủ yếu dùng cho các sản phẩm thành mỏng trong các phụ tùng công nghiệp, dùng trong điều kiện nhiệt độ thấp (van công nghiệp), hoặc dùng trong điều kiện nhiệt độ cao. Loại đặc biệt có chỉ số chảy từ 8 – 55 thường dùng cho sản phẩm kỹ thuật điện thông thường, phụ tùng công nghiệp, nội thất cao cấp.

Độ trong (transparency) có chỉ số chảy từ 12 – 50, dùng để làm hộp đựng thực phẩm dụng cụ y tế, video, CD, VCD,...

* Công nghệ đùn nhựa PP sẽ được chia ra làm:

- Công nghệ thổi (blow) để sản xuất ra chai trong và chai lọ cho ngành y tế.
- Công nghệ tạo sợi đơn (yarn homo) dùng cho bao dệt các loại, bao container, lưới đánh cá, lưới băng chuyền, lưới tennis, thảm trải, các loại sản phẩm giống len.
- Công nghệ tấm (sheet) dùng làm các tấm đồ dùng văn phòng, cặp,...
- Công nghệ xốp (bead form) tạo ra loại xốp có lỗ tròn làm phụ tùng trong xe ô tô, làm bao bì đóng gói trong các loại hộp.
- Công nghệ tạo màng (film) tạo ra màng nhiều lớp có độ trong cao. Đặc biệt là màng BOPP và BOPP tráng kim loại.

Các loại hỗn hợp PP và cao su dùng làm phụ tùng, nội thất xe ô tô.

III – NHỰA POLYIZOBUTYLEN (PIB)

1. Tính chất của nhựa polyizobutylene

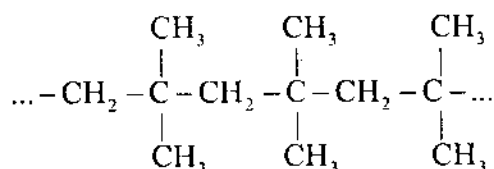
Izobutylene có thể trùng hợp theo cơ cấu gốc tự do hay ion. Dưới tác dụng của các chất khơi mào, sản phẩm tạo thành có phân tử lượng không cao, vì trong trường hợp này tốc độ phản ứng ngắt mạch tương đối lớn và cản trở

không gian do các nhóm thế gây nên. Trong trường hợp trùng hợp ion, sự cản trở không gian có ảnh hưởng nhỏ hơn so với trùng hợp gốc.

Hiện nay, polyizobutylen được sản xuất ở nhiều nước dùng làm màng bảo vệ máy móc thiết bị hoá chất, dây cách điện,...

Nguyên liệu để sản xuất polyizobutylen là izobutylen. Monome này được sản xuất bằng cách nhiệt phân dầu hoá.

Công thức hoá học của polyizobutylen:



Polyizobutylen là vật liệu mềm dẻo giống như cao su và có cấu trúc mạch thẳng (sợi) đầu nối đuôi. Khi không định hướng PIB ở trạng thái vô định hình, nhưng dễ dàng kết tinh khi kéo căng. Pha tinh thể này dễ dàng bị phá hoại khi tăng nhiệt độ đến 50 hoặc 70°C, hoặc khi ngừng kéo căng.

Tính chất cơ lý của PIB tăng theo sự tăng của phân tử lượng. Khi phân tử lượng nhỏ hơn 50000 thì PIB ở trạng thái lỏng nhớt.

Bảng 2.6 là một số tính chất của PIB có phân tử lượng 200000.

BẢNG 2.6. TÍNH CHẤT CỦA PIB CÓ PHÂN TỬ LƯỢNG 200000

Tỷ trọng, g/cm ³	0,90–0,93
Độ bền kéo, N/mm ²	6
Độ giãn dài tương đối, %	1000–2000
Độ thấm nước, %	0,05
Nhiệt độ thủy tinh hoá, °C	–74
Nhiệt độ giòn, °C	Từ –50 đến –60
Hằng số điện môi ở 10 ⁵ hz	2,2 – 2,3
Tang góc hác tổn điện môi ở 10 ⁵ hz	0,0004 – 0,0005
Điện thế đánh thủng, kV/mm	23 – 25

2. Ứng dụng của polyizobutylen

Polyizobutylen được ứng dụng nhiều nhất trong công nghiệp hoá chất. Nó dùng để làm tấm lót, vật đệm và màng bảo vệ chống ăn mòn.

2.1. Tắm lót

Tắm PIB được dùng rất nhiều để lót thiết bị dùng trong công nghiệp hoá chất, trong xây dựng và trong các công trình dưới nước.

Nguyên liệu để làm tắm lót là nhựa polyizobutylen, muối công nghiệp và grafit. Hỗn hợp này được trộn đều trong máy trộn ở nhiệt độ 130 – 150°C thời gian trộn là 20 phút, được làm nhuyễn đều trên trục cán ở nhiệt độ 60 – 90°C trong thời gian 5 phút, cuối cùng đưa sang trục cán thứ hai có nhiệt độ 50 – 60°C và hình thành tắm cán. Để làm vật liệu đệm PIB thường trộn với các chất độn dạng sợi như sợi amiăng, hoặc hỗn hợp sợi amiăng với bột tan hoặc cao lanh.

Nhược điểm của tắm đệm loại này là dễ bị “chảy lạnh”, khi có tải trọng tác dụng nó dễ dàng biến dạng. Nếu không có ngoại lực tác dụng, hoặc lực tác dụng từ từ và yếu thì tắm PIB có thể sử dụng ở nhiệt độ từ -40 đến 100°C.

Tắm PIB có chất độn và grafit và than đen có thể làm việc ở 100°C trong môi trường nước, 36% axit clohydric, 70% axit sunfuric, 1% axit nictric, 25% axit flohidric và 100% axit acetic, 17% dung dịch xút và 27% dung dịch amoniac. ở 80°C vật liệu trên không bị tác dụng của axit sunfuric có nồng độ 80% và axit nitric nồng độ 15%. Với nhiệt độ trong phòng thì ảnh hưởng của các axit đến vật liệu polyizobutylen giảm đi. Tắm PID có thể bền vững với axit nitric có nồng độ 50% và axit flohidric -40%.

Tắm PID có chất độn dùng để bọc các bể chứa, xitec đường sắt, ống kim loại, bể bơi, kênh dẫn nước... Tắm PID thường dùng trong công nghệ super phot phát, axit H₂SO₄, thuốc nhuộm,...

2.2. Dây cách điện

Trong kỹ thuật điện thường dùng polyizobutylen để bọc dây điện và cáp điện (thường dùng với hỗn hợp LDPE). Ngoài ra, để tráng lót các thiết bị điện thường dùng trong hỗn hợp PIB (phân tử lượng 3000) với PE (phân tử lượng 12000) và trimetylhydroquynon (tỷ lệ các chất đó là 92 : 7,5 : 0,5). Hỗn hợp này được trộn trong máy trộn cao su ở nhiệt độ 130 – 150°C.

IV – POLYSTYREN (PS)

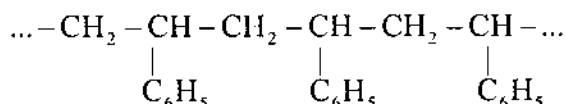
Nhựa polystyren (PS) được sản xuất bằng cách trùng hợp các monome

styren. Do vậy công thức hoá học của polystyren là :
$$\left[\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2- \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$$

1. Tính chất của polystyren

PS là loại nhựa cứng trong suốt, không có mùi, vị, cháy cho ngọn lửa sáng, có muội mùi khí ga. PS không màu và dễ tạo màu, hình thức đẹp và dễ gia công bằng phương pháp ép và đúc phun (nhiệt độ gia công vào khoảng 180 – 200°C).

Cấu trúc của PS là 1,3 (đầu nối đuôi).



1.1. Độ hoà tan và tính chất hoá học

PS hoà tan trong các cacbua hydro thơm, cacbua hydro clorua hoá, este, xêton và piridin. Nhựa PS không hoà tan trong cacbua hydro no mạch thẳng, rượu thấp, ete phenol, axit acetic và nước.

Nhờ có các cacbon trong mạch phân tử đều được dùng hết các hoá trị và lại có nhóm phenil nên nhựa PS chịu hoá học tốt. Nhóm phenil hoạt hoá nguyên tử cacbon thứ ba không đối xứng, nên nguyên tử hydro ở nhóm cacbon thứ ba đó có thể tham gia một số phản ứng hoá học (ví dụ: oxi hoá...). Nhóm phenil có thể tham gia vào phản ứng clorua hoá, sunfua và hydro hoá,... Các phản ứng đó sẽ làm tăng độ giòn của PS và riêng phản ứng oxi hoá sẽ làm cho PS có màu sẫm và giòn.

PS bền vững trong các axit clohydric 10 – 36%, axit axetic 1 – 29%, axit formic 1 – 90% và các axit hữu cơ khác. Ngoài ra PS còn bền với nước, rượu, xăng, dầu thảo mộc và các dung dịch muối. Axit nitric đậm đặc và các chất oxi hoá khác sẽ phá huỷ PS.

1.2. Tính chất cơ học

Tính chất cơ học của PS phụ thuộc vào mức độ trùng hợp. Polyme PS phân tử lượng thấp rất giòn và có độ bền kéo thấp. Khi phân tử lượng tăng lên thì độ bền cơ và nhiệt tăng, nhiệt độ chảy mềm tăng độ giòn giảm đi. Nếu đạt đến mức độ trùng hợp nhất định (ứng với phân tử lượng 100000) thì tính chất cơ học sẽ không thay đổi nhiều.

Giới hạn bền khi kéo sẽ giảm đi nếu nhiệt độ tăng lên. Độ đàn hồi tương đối sẽ bắt đầu tăng khi đạt tới nhiệt độ 80°C. Vượt quá nhiệt độ đó PS sẽ trở

nền mềm và dính tựa như cao su. Bởi vậy PS chỉ được dùng ở nhiệt độ thấp hơn 80°C. Một số tính chất cơ học của PS xem bảng 2.7.

BẢNG 2.7. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA PS

Tỷ trọng, g/cm ³	1,05 – 1,06
Độ bền, N/mm ²	
– khi kéo	35 – 59
– khi uốn	56 – 133
– khi nén	80 – 112
Môđun đàn hồi kéo, N/mm ²	(2,8 – 3,5).10 ³
Độ dai va đập, kJ/m ²	12 – 20
Độ cứng Brinel, N/mm ²	140 – 160
Hệ số giãn dài	(6 – 8).10 ⁻⁵
Nhiệt độ biến dạng ở tải trọng 185 N/cm ² , °C	80 – 88
Hệ số truyền nhiệt kcal/m.giờ.°C	0,08 – 0,12
Độ bốc cháy, cm/phút	1,27 – 2,54
Nhiệt độ làm việc lâu dài, °C	70 – 75

Các chi tiết đúc từ PS thường xuất hiện nội ứng suất nên tính chất cơ lý không cao. Phương pháp cơ bản để gia công PS là đúc phun. Nhưng phương pháp này sinh ra nội ứng suất làm cho sản phẩm hay bị nứt khi sử dụng, đặc biệt khi có tác dụng nhiệt độ hoặc dung môi hữu cơ. Nội ứng suất sinh ra trong sản phẩm lại phân bố không đều theo chiều dài hay theo mặt cắt ngang, để điều chỉnh chúng chỉ có cách tạo ra kết cấu khuôn hợp lý, thay đổi các thông số công nghệ và nhiệt luyện sản phẩm sau khi đúc phun.

Nhiệt luyện sản phẩm đúc với nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thủy tinh hoá, thì không ảnh hưởng đến độ bền nhiệt và độ co ngót. Và khi đó ứng suất định hướng có liên quan đến biến dạng của mạch, đến định hướng của phân tử, sẽ không thay đổi khi ủ ở nhiệt độ thủy tinh hoá. Nhưng ủ chỉ có thể giảm được ứng suất do nhiệt gây ra trong quá trình làm nguội Polyme khi định hình sản phẩm. Ứng suất nhiệt khi gặp dung môi sẽ là nguyên nhân gây ra các vết nứt.

Để có thể giảm tối đa nội ứng suất và nâng cao tính chất cơ lý của sản phẩm ta cần ủ ở nhiệt độ, mà ở đó không gây ra sự biến dạng sản phẩm.

Nhiệt độ này hoàn toàn phụ thuộc vào đại lượng nội ứng suất và đối với mỗi dạng sản phẩm cần xác định trước.

Đối với PS thường ủ ở nhiệt độ 80 – 85°C trong khoảng thời gian từ 1 – 3h với quá trình làm nguội từ từ từng bước.

Để kiểm tra chất lượng nhiệt luyện người ta cho sản phẩm sau nhiệt luyện vào dầu hoả. Nếu sau khi nhấc khỏi dầu hoả 30 phút sản phẩm không bị nứt thì quá trình nhiệt luyện đạt yêu cầu.

Để tránh sự rạn nứt của sản phẩm từ nhựa PS người ta có thể cho thêm chất hoá dẻo như polyclodiphenyl hoặc tricrezilphosphat, hoặc sử dụng PS có chất độn khoáng như thạch anh, bột đá cẩm thạch song điều đó làm giảm tính cách điện của vật liệu.

1.3. Tính chất chịu nhiệt

Nhiệt độ thủy tinh hoá của nhựa PS là 80 – 85°C, lớn hơn nhiệt độ đó PS chuyển sang trạng thái mềm cao, trạng thái này duy trì trong khoảng từ 80°C đến 150°C. Như vậy, nhiệt độ làm việc cho phép của nhựa PS là 70 – 75°C.

Sử dụng vật liệu PS để sản xuất thường gặp phải khó khăn vì độ chịu nhiệt không cao. Nung nóng PS đến 180°C thì phân tử lượng giảm đi rõ rệt, nếu ở nhiệt độ 190°C, thời gian nung là 5 giờ, PS sẽ bị phân huỷ thành monome hoặc xảy ra oxi hóa bởi ôxi trong không khí.

1.4. Tính chất cách điện

PS có tính chất cách điện rất cao (do cấu tạo chỉ có cacbua hydro và độ phân cực yếu, mômen lưỡng cực vào khoảng $0,37 \cdot 10^{-30}$). Do vậy, nhựa PS là loại vật liệu có tính cách điện tốt. Nhựa PS thường được dùng làm hỗn hợp nhựa tấm và bọc dây cáp cao tần, sản xuất các sản phẩm dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện,...

Màng PS sử dụng trong việc sản xuất các tụ điện cao tần, tang của góc hao tổn điện môi rất thấp trong phạm vi thay đổi tần số khá rộng.

PS còn dùng để chế tạo các tấm panel đèn, lõi cuộn trở kháng,...

PS trùng hợp khối có tính chất cách điện cao hơn cả vì không chứa chất nhũ hoá. Những tính chất đó ít thay đổi trong giới hạn nhiệt độ từ -80°C đến 110°C và tần số từ 10^2 đến 10^9 Hz.

PS trùng hợp khối có tính chất cách điện như bảng 2.8.

BẢNG 2.8. TÍNH CÁCH ĐIỆN CỦA PS TRÙNG HỢP KHỐI

Hằng số điện môi	
- ở 60hz	2,45 – 2,65
- ở 1000hz	2,45 – 2,65
- ở 10 ⁶ hz	2,45 – 2,65
Tang góc hao tổn điện môi	
ở 60hz	0,0001 – 0,0006
- ở 1000hz	0,0001 – 0,0006
- ở 10 ⁶ hz	0,0001 – 0,0008
Điện trở riêng bề mặt, Ω	$10^{15} - 10^{18}$
Điện trở riêng thể tích, $\Omega \cdot \text{cm}$	$10^{16} - 10^{18}$
Điện thế đánh thủng, kV/mm	25 – 40

PS tương đối bền với tác dụng của tia γ và neutron. Nếu cho bức xạ mạnh bởi tia đó sẽ tạo thành những liên kết ngang trong PS. Do vậy, sẽ làm tăng độ giòn và giảm nhiệt độ chảy mềm của nhựa.

2. Ứng dụng của PS

2.1. Sản phẩm đúc phun

Nhựa PS dễ dàng gia công bằng phương pháp đúc phun với nhiệt độ khoảng từ 185 đến 230°C, áp lực phun khoảng 800 – 1500 kg/cm² và nhiệt độ làm nguội khuôn vào khoảng 45°C. Chu kỳ đúc phun sản phẩm từ nhựa PS không lớn, vào khoảng 30 – 60 giây, thời gian lưu lại trong khuôn khoảng vài giây. Khuôn được làm nguội đến nhiệt độ 45°C, tốc độ làm nguội chậm sẽ giảm được nội ứng suất nhưng năng suất máy lại giảm. Chính vì thế trong công nghệ đúc phun nhựa PS, thường vẫn tiến hành làm nguội nhanh, nhưng sau đó sản phẩm sẽ được xử lý nhiệt để loại bỏ ứng suất dư. Muốn sản phẩm PS có độ trong suốt thì trước khi gia công cần được làm sạch khỏi các tạp chất.

PS trùng hợp khối được sử dụng ở dạng hạt khi gia công, nhưng PS như thường dùng ở dạng viên có đường kính 5mm và trọng lượng 0,5g được tạo thành bằng cách ép nguội. Trong thành phần của bột PS như thường còn cho thêm chất bôi trơn, chất màu, chất hoá dẻo, và phụ gia.

Chất bôi trơn thường dùng là stearat: canxi, magiê, kẽm,... Công dụng chủ yếu của chất bôi trơn là để giảm ma sát giữa các phần tử Polyme trong thời gian chuyển động ở vùng cấp liệu của máy vì lúc đó nhựa chưa được nóng chảy. Chất bôi trơn trộn với polyme làm cho độ chảy của vật liệu tăng lên. Thêm chất bôi trơn còn cho phép gia công được sản phẩm có kích thước lớn.

Nhuộm màu cho nhựa PS có thể tiến hành theo nhiều cách, nhưng tốt và đơn giản nhất vẫn là nhuộm trong máy trục vít. Sản phẩm được làm từ nhựa PS có độ trong suốt cũng có thể nhuộm màu bằng cách nhúng vào dung dịch chất màu trong rượu. Thời gian giữ trong dung dịch rượu có màu (ở 50 – 60°C) vào khoảng 3 – 5 phút. Sau đó được rửa sạch bằng nước nóng và sấy khô. Nhựa PS có thể nhuộm đến 5000 màu. Hỗn hợp vật liệu gồm PS nhũ tương, phụ gia, có hoặc không có chất hoá dẻo, chất màu dùng để gia công các sản phẩm trong công nghiệp điện hoặc dân dụng như trong đồ gỗ, sản phẩm bao bì, cốc chén và các chi tiết máy khác,...

2.2. Sản phẩm của công nghệ đùn

PS trùng hợp khối có thể gia công bằng phương pháp đùn trên máy trục vít. Phương pháp này thường gia công ống, thanh, băng, màng, và sợi.

Ống PS thường dùng để bảo vệ dây cáp. Màng và sợi PS trong khi gia công thường được kéo đi kéo lại vài lần ở nhiệt độ 85°C (cao hơn nhiệt độ thủy tinh hoá của PS) lúc đó polyme sẽ mềm ra dễ kéo. Kéo đúng hướng để độ bền và môđun đàn hồi của vật liệu tăng lên (tỷ lệ với mức độ kéo định hướng). Định hướng một chiều đối với sợi và định hướng hai chiều đối với màng.

Nhiệt độ gia công trong máy trục vít từ 150 - 160°C, còn ở đầu đùn là 180 - 190°C. Ở nhiệt độ đó nhựa PS sẽ chảy ra và đi qua đầu định hình tạo ống, thanh, sợi hoặc màng,... Một số tính chất sản phẩm của công nghệ đùn xem bảng 2.9.

BẢNG 2.9. MỘT SỐ TÍNH CHẤT SẢN PHẨM CỦA CÔNG NGHỆ ĐÙN

Tỷ trọng, g/cm ³	1,06 – 1,07
Độ bền kéo, N/mm ²	49 – 84
Biến dạng dài tương đối, %	3 – 10
Độ bền nhiệt độ, °C	80
Độ thấm nước, %	0,04 – 0,06
Hệ số dẫn nở dài	(6 – 8).10 ⁻⁵

Màng PS dùng bọc dây cáp điện, làm tụ điện. Sợi có nhiều màu dùng để quấn bọc những dây cáp đặc biệt và có tính chất trang trí. Do có đặc tính riêng, nên màng PS được dùng làm băng ghi âm, phim ảnh. Sản phẩm này dùng ở vùng nhiệt đới rất tốt vì nó không hút ẩm.

2.3. Biến tính nhựa PS

Nhược điểm của nhựa PS là giòn, bền nhiệt thấp, không bền vững với hydrocacbon và dễ bị nứt, do đó hạn chế trong khi sử dụng. Có nhiều phương pháp làm biến tính và tăng giá trị sử dụng của PS là: thay đổi điều kiện trùng hợp; trộn thêm các sợi chất dẻo; đồng trùng hợp (copolymer) với các monome khác.

Phụ thuộc vào điều kiện trùng hợp có thể tạo ra được nhựa PS với mức độ kết tinh khác nhau. Có loại nhựa PS với 40% pha kết tinh và nhiệt độ chảy 210°C. Có loại PS kết tinh với trọng lượng phân tử trung bình vào khoảng 370.000 và nhiệt độ chảy gần 240°C.

a) PS có chất dẻo

PS có chất dẻo sẽ tăng được độ bền cơ học, bền nhiệt. Sợi thủy tinh (chiều dài 10mm) tẩm PS được khuếch tán trong dung dịch nước (kích thước hạt 1µm). Khi nung nóng sợi được tẩm nhựa khuếch tán, nước sẽ bay hơi, còn polymer sẽ nóng chảy và bao bọc lấy sợi thủy tinh. Sấy khô và ép tạo viên có đường kính 3,2mm, chiều cao 12,7mm. Công nghệ này có thể tạo ra vật liệu có khoảng 40% chất dẻo sợi. Nhựa PS có dẻo sợi thủy tinh sẽ được dùng để chế tạo các chi tiết có độ bền cơ học cao, độ bền nhiệt tốt và không bị chảy lạnh.

Tính chất của nhựa có dẻo sợi thủy tinh như bảng 2.10.

BẢNG 2.10. TÍNH CHẤT NHỰA CÓ ĐỘN SỢI THỦY TINH

Tính chất	Hàm lượng sợi thủy tinh, %		
	10	20	40
Tỷ trọng, g/cm ³	1,12	1,19	1,33
Độ bền, N/mm ²			
- kéo	59,5	63,0	77,0
- nén	112	101	105
Môđun đàn hồi, N/mm ²	49.000	57.000	82.500
Độ giãn dài tương đối, %	1,3	1,3	1,1
Độ bền nhiệt, °C	103	103	105

Nhựa PS độn sợi thủy tinh gia công bằng phương pháp đúc phun với nhiệt độ 230 – 280°C.

Yêu cầu khi gia công cần phải nung khuôn đến 70°C. Bởi vì dùng sợi làm chất độn sẽ làm tăng nhanh quá trình làm nguội hỗn hợp nhựa trong khuôn.

b) Copolymer PS

Nhựa PS đồng trùng hợp với acrylonitril, divinylbenzol,... có nhiệt độ chảy dẻo từ 150 – 250°C và có tính chất cơ học cũng như cách điện tốt.

– Copolymer PS với acrylonitril (SAN)

Copolymer PS với acrylonitril (có khoảng 10 – 30% acrylonitril) là loại nhựa không màu, hoà tan trong acetone, metyletylketon, etyl, butylacetat và các loại chất hoà tan khác. Nhựa copolymer PS với acrylonitril bền với xăng dầu hơn PS thuần nhất. Loại nhựa này cũng có độ bền kéo, độ dai va đập, độ bền nhiệt, độ cứng bề mặt tốt hơn nhựa PS.

Copolymer PS với acrylonitril (SAN) bề ngoài có màu vàng sáng, độ trong suốt. SAN khác với PS ở chỗ có độ co ngót thấp, độ cứng, tính chống thời tiết, tính bền hoá học đều tốt hơn PS. Nhưng SAN lại có độ hút ẩm cao hơn PS, nên trước khi gia công phải sấy ở nhiệt độ từ 70 – 80°C khoảng 2 – 3 giờ. Tính ổn định nhiệt kém hơn PS cho nên ở nhiệt độ cao dễ dẫn đến SAN bị biến chất và đổi màu. Tính chảy nhớt không bằng PS nên khi gia công sẽ đòi hỏi áp lực cao hơn.

Do tính chất bền hoá học tốt, không độc nên SAN được dùng để chế tạo các dụng cụ đóng gói thực phẩm, dược phẩm, mỹ phẩm, các bình chứa dầu ăn. Nhựa SAN cũng dùng để tạo sợi vì nó rất dễ nhuộm màu, mềm mại.

Một số tính chất cơ lý của SAN xem bảng 2.11.

BẢNG 2.11. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA SAN

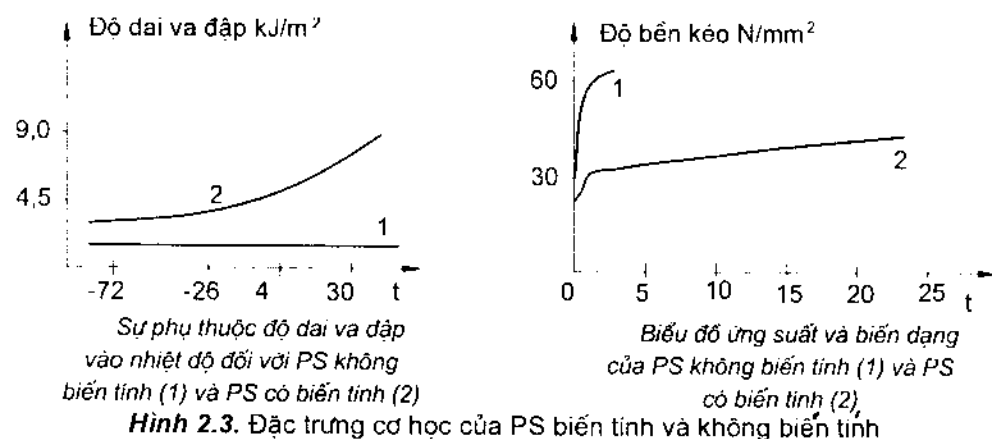
Tỷ trọng, g/cm ³	1,1
Độ bền uốn, N/mm ²	120 – 130
Độ dai va đập, kJ/m ²	20 – 24
Độ cứng Brinel, N/m ²	160 – 170
Độ bền nhiệt °C; Theo Macten °C	90
Điện trở riêng thể tích, Ω.cm	2,6.10 ¹⁵
Tang góc hao tổn điện môi ở 10 ⁶ Hz	0,009
Độ thấm điện môi ở 10 ⁶ Hz	2,8

– Copolyme PS với cao su butadien được gọi là nhựa PS chịu va đập (high impact polystyren – HIP). Đặc trưng của nhựa HIPS xem bảng 2.12.

BẢNG 2.12. ĐẶC TRƯNG CỦA NHỰA HIPS

Tỷ trọng, g/cm ³	1,03 – 1,07
Độ bền, N/mm ²	
– kéo, không thấp hơn	40
– uốn, không thấp hơn	85
Biến dạng dài tương đối, %	12 – 35
Độ dai va đập, kJ/m ²	75
Chỉ số chảy	1,5 – 15

Ta có thể so sánh vài đặc trưng cơ học của PS và PS được biến tính từ hai đồ thị hình 2.3.



Nhìn vào hai đồ thị trên ta có thể nhận thấy rõ ràng cho biến tính PS với cao su tổng hợp sẽ tăng được độ dai va đập khi nhiệt độ tăng. Độ đàn dài tương đối của chúng cũng tăng, nhưng độ bền lại giảm so với PS không biến tính.

– Copolyme PS với acrylonitril butadiene (ABS)

Hỗn hợp nhựa PS với acrylonitril butadiene có tên gọi là nhựa ABS. ABS bền với dầu và dung môi hơn PS. Nó thường được sử dụng để ép thành các sản phẩm có hình dáng phức tạp. ABS đồng trùng hợp có tính phân cực và độ kết tinh thấp. Vật liệu ABS không hay bị nứt nẻ như nhựa PS, nhưng chỉ kém PS ở phương diện tang góc hao tổn điện môi.

Tính chất của ABS phụ thuộc vào thành phần các chất đồng trùng hợp. ABS thường có tỷ lệ (25 - 25 - 50). Tỷ lệ này thay đổi thì tính chất của ABS sẽ thay đổi.

Khi hàm lượng của acrylonitril tăng thì tăng độ bền va đập, tăng khả năng kháng dung môi, tăng độ kháng nhiệt. Song khi đó lại giảm độ bền kéo, giảm độ cứng và độ cách điện ở tần số cao.

Khi hàm lượng butadiene tăng thì độ dai và đập tăng, độ chống mài mòn và dẫn dài tăng. Tuy nhiên, độ bền kéo và độ cứng lại giảm.

Khi hàm lượng styren tăng thì tăng độ chảy khi có nhiệt, cứng hơn, nhưng lại giòn.

Nhựa ABS có màu trắng đục, hơi vàng cho nên sản phẩm phải pha màu. Độ hút ẩm lớn cho nên phải sấy ở nhiệt độ 75 - 80°C trong vòng từ 2 - 3 giờ trước khi gia công. Nhiệt độ đúc phun của ABS vào khoảng 200 - 300°C. Nếu cao quá, sản phẩm dễ bị biến sang màu vàng. Cần phải phối hợp thật tốt giữa áp suất và nhiệt độ khi gia công ABS. Nhiệt độ khuôn khoảng 45 - 50°C. Độ co ngót của nhựa ABS vào khoảng từ 0,4 - 0,8%.

ABS dùng trong công nghệ đúc phun để chế tạo ra vỏ tivi, vỏ máy giặt, vỏ điện thoại, cánh quạt điện, vỏ máy tính.

ABS dùng trong công nghệ đùn để chế tạo ra các loại nhựa tấm sử dụng cho nhiều sản phẩm khác nhau (dùng nhiều trong tạo hình chân không).

Những tính chất chủ yếu của ABS xem bảng 2.13.

BẢNG 2.13. TÍNH CHẤT CHỦ YẾU CỦA ABS

Độ bền kéo, N/mm ²	70
Độ dai va đập, kJ/m ²	18
Độ cứng Brinen, N/m ²	100
Độ bền nhiệt theo Vik, °C	95
Độ thấm nước, %	0,02
Tang góc hao tổn điện môi ở 10 ⁶ hz	0,012

Người ta cũng có thể làm thay đổi tính chất của nhựa ABS bằng cách cho vào trong nhựa ABS một lượng nhất định sợi thủy tinh. Khi đó, tính chất cơ

lý của nó sẽ thay đổi và phụ thuộc vào hàm lượng sợi thủy tinh trong vật liệu (xem bảng 2.14).

BẢNG 2.14

Tính chất	Phần trăm chất độn trong hỗn hợp nhựa ABS		
	ABS 10	ABS 20	ABS 30
Loại chất độn	ABS	ABS	ABS
Tỷ lệ chất độn trong vật liệu, %	10	20	30
Độ bền kéo, N/mm ²	75	110	110
Độ giãn dài khi kéo, %	3,2	3,0	2,7
Môđun đàn hồi kéo, N/mm ²	—	60	—
Độ bền uốn, N/mm ²	110	130	150
Môđun đàn hồi uốn, N/mm ²	40	60	75
Độ dai va đập, kJ/m ²	10	10	10
Nhiệt độ chảy, °C	97	98	100

3.4. Xốp polystyren

PS dùng để chế tạo ra vật liệu xốp rất tốt. Đây là loại vật liệu bên trong có nhiều lỗ hổng chứa không khí hoặc các khí trơ khác.

Để tạo ra vật liệu xốp, ngoài nhựa PS còn cần có các chất tạo xốp khác như : chất tạo xốp vật lý và chất tạo xốp hoá học.

Chất tạo xốp vật lý gồm có : pentan, neopentan, hexan, izohexan, heptan, izoheptan, toluol...

Chất tạo xốp hoá học gồm có: N,N' dimetyl – N,N' dinitrozo – tereftalamid; Azodiizobutyronitril; 4,4 – oxodibenzol sulfonil hidrazid;...

Polystyren 94% (cứng < 110°C < mềm) + Pentan 6% (lỏng < 35°C < hơi) tạo thành polystyren nở – EPS (cứng < 70°C < nở).

EPS có dạng hình cầu đường kính 0,2 – 0,3 mm. Thành phần pentan tác nhân gây nở hạt khi gặp nhiệt độ thích hợp. Khi hạt ép nở, thể tích của nó sẽ tăng từ 30 – 70 lần. Sau khi gặp nhiệt độ, pentan sinh khí, khí này khuếch tán vào trong các hạt, tạo ra các túi đệm khí thích hợp cho việc sản xuất các bao gói bảo vệ hàng hoá,...

Tính chất của xốp PS : Các tính chất vật lý, nhiệt, hoá học của xốp styropor phụ thuộc vào tỷ trọng của vật liệu và chỉ phần nào phụ thuộc vào chất tạo xốp.

Xốp PS dẫn nhiệt kém, chịu ảnh hưởng của tia cực tím, không mục nát, không tan trong nước và dễ cháy. Tính chất của xốp PS (94% PS và 6% pentan) xem bảng 2.15.

BẢNG 2.15. TÍNH CHẤT CỦA XỐP PS

Tỷ trọng, g/cm ³	0,035
Độ bền uốn, N/mm ²	0,48 – 0,69
Độ bền cắt, N/mm ²	0,30 – 0,35
Độ bền kéo, N/mm ²	0,41 – 0,59
Môđun đàn hồi nén, N/mm ²	9,8 – 13,4
Hệ số giãn dài	(5 – 7)10 ⁻⁶
Nhiệt dung riêng, J/kg.K	1210
Hấp thụ nước, % (dung tích xốp)	
– sau 7 ngày	0,5 – 1,5
– sau 28 ngày	1,0 – 3,0

Ngoài ra xốp PS còn chịu được các hoá chất sau : dung dịch muối (nước biển), nước xà phòng, nước tẩy rửa, tẩy trắng, axit loãng, axit nitric dưới 5%, dầu parafin, vaselin, chất lỏng silicon.

Chất lượng xốp PS còn phụ thuộc vào đặc tính và thành phần của các chất tham gia cũng như sự trộn đều của hỗn hợp các chất đó.

Nếu nhiệt độ tăng thì độ bền giảm. Kích thước dài không thay đổi nếu nâng nhiệt độ đến 70°C. Nhưng nếu nhiệt độ tăng lên cao hơn nữa thì khí trong xốp sẽ tràn ra ngoài và kích thước dài của nó sẽ giảm đi. Do vậy không nên sử dụng xốp PS vượt quá 70°C. Độ dẫn điện của xốp PS vào khoảng 0,030 kcal/m.h.°C. Nếu tăng khối lượng riêng thì độ dẫn nhiệt tăng nhưng dù sao nó vẫn là loại vật liệu có độ dẫn nhiệt nhỏ nhất trong các loại Polyme (khi khối lượng riêng bằng 35kg/m³, xốp PS có độ dẫn nhiệt là 0,030 kcal/m.h.°C, nhưng nếu tăng khối lượng riêng lên 198 kg/m³ thì độ dẫn nhiệt chỉ tăng đến 0,044 kcal/m.h.°C là cùng).

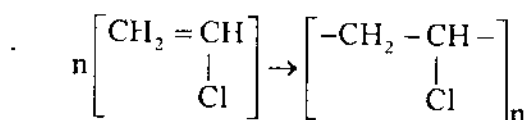
Có thể làm tăng tính cách nhiệt của xốp PS lên hơn nữa, nếu cho vào trong xốp một chất độn như 1% bột nhôm, hoặc muối than.

Xốp PS được dùng để cách nhiệt các ống dẫn nước, trong máy lạnh, trong dân dụng, trong các trạm radio, làm vật liệu 3 lớp trong tàu thuyền và làm

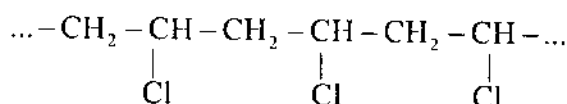
bao bì,... Nhựa xốp PS có thêm bột than và bột kim loại sẽ dùng trong trường hợp hấp thụ tần số âm thanh cực cao.

V – POLYVINYLCLORIT (PVC)

Nhựa PVC có cấu trúc hoá học như sau:



Trong mạch đại phân tử của PVC, các nguyên tử clo sắp xếp theo vị trí 1,3 và có cấu tạo như sau:



PVC ở dạng bột màu trắng được trùng hợp từ các đơn phân tử vinylclorit (VC). PVC tồn tại ở 3 dạng là huyền phù (PVC.S – PVC Suspension), nhũ tương (PVC.E – PVC Emulsion), và PVC trùng hợp khối (PVC.M). PVC. S có kích thước hạt lớn (20 – 150 μm), còn PVC.E có độ mịn cao.

Các đại phân tử trong PVC có độ phân nhánh không cao, cho nên với các cách chế tạo khác nhau, phân tử lượng trung bình của chúng cũng gần như nhau. PVC là nhựa vô định hình nên trong suốt.

Tỷ trọng của PVC vào khoảng từ 1,38 – 1,4 g/cm^3 , cao hơn nhiều so với một số loại nhựa khác.

PVC không độc, nó chỉ độc bởi phụ gia, hàm lượng monome còn lại, và khi gia công sinh khí,...

PVC chịu va đập kém. Để tăng cường tính chịu va đập cho PVC thường dùng chủ yếu các chất sau: MBS (metacrylat butadien styren), ABS, CPE (polyetylen clo hoá) và EVA (etylenvinylaxetat) với tỷ lệ từ 5 – 15%.

1. Tính chất

1.1. Tính hoà tan của PVC

Đối với PVC có $n \leq 500$ dễ tan trong axeton este, cacbuahydro được clorua hoá. Nếu n cao hơn mức độ hoà tan bị hạn chế, ở nhiệt độ bình

thường thì PVC gần như không tan trong các chất hoá dẻo. Khi nhiệt độ tăng thì một số chất hoá dẻo có thể làm tan PVC, một số làm trương nở. Tuy nhiên, độ hoà tan không những chỉ phụ thuộc vào phân tử lượng mà còn phụ thuộc vào phương pháp thu nhận. Ví dụ : PVCE khó tan hơn PVCM, PVCS.

1.2. Phân tử lượng và độ phân tán

PVC có độ khuếch tán cao. Mức độ trùng hợp của PVC ở vào khoảng $n = 1000 \div 2500$ mắt xích. Nếu trong một mẻ nhựa PVC có trữ lượng của phân phân tử lượng cao hay phân polyme có mức độ trùng hợp $n > 1000$ chiếm 70% thì vật liệu sẽ có tính cơ lý hoàn hảo, chất lượng sản phẩm tốt. Ngược lại nếu phân polyme có mức độ trùng hợp $n \leq 1000$ chiếm $\geq 30\%$ thì sản phẩm có tính cơ lý kém, chất lượng sản phẩm kém.

Người ta xác định phân tử lượng của PVC thông qua độ nhớt của nó trong dung môi. Độ nhớt càng cao thì trữ lượng phân polyme có mức độ trùng hợp trên 1000 càng nhiều. Người ta xác định trữ lượng phân polyme có phân tử lượng thấp nhờ hệ số trương nở của PVC trong axeton.

1.3. Tính ổn định nhiệt

PVC là vật liệu nhạy nhiệt vì $t^{\circ} \geq 140^{\circ}\text{C}$ thì bắt đầu phân huỷ, đến $t = 170^{\circ}\text{C}$ thì quá trình phân huỷ nhanh giải phóng HCl và độ sẫm màu tăng dần từ trắng $\rightarrow$ vàng $\rightarrow$ da cam $\rightarrow$ đỏ nâu $\rightarrow$ đen.

Sự phân huỷ PVC khi nung được giải thích như phản ứng mạch (phản ứng theo dây chuyền) vùng trung tâm nơi bắt đầu là vùng mạch có mối liên kết (Cl - C - H) là mối liên kết yếu. Những vùng như thế thường là nhóm cuối của mạch đại phân tử.

Quá trình phân huỷ nhiệt xảy ra trong không khí nhanh hơn trong Nitơ. Vì trong quá trình giải phóng Cl khi xuất hiện O_2 thì sẽ xảy ra hiện tượng ôxi hoá giải phóng khí cacbonic.

PVC thường được gia công ở nhiệt độ $t^{\circ} = 140^{\circ}\text{C}$ đến 170°C , tùy thuộc vào thành phần và công dụng của chất dẻo. Vùng nhiệt độ đó cũng là vùng xảy ra hiện tượng phân huỷ, chế độ công nghệ gia công PVC các sản phẩm khác nhau (tấm, màng, ống,...) sẽ là bình thường trong trường hợp nhiệt độ phân huỷ không nhỏ hơn 170°C .

Ví dụ : Độ ổn định nhiệt dành cho tấm, màng không nhỏ hơn 70 phút còn đối với ống không nhỏ hơn 90 phút.

Để ổn định nhiệt cho PVC ta dùng các chất ổn định nhiệt. Chất ổn định nhiệt được phân làm 4 nhóm:

Nhóm 1 có khả năng hấp thụ được HCl khi nó tách ra nhằm ngăn cản tác động xúc tác dây chuyền của nó.

Nhóm 2 gồm các hợp chất có tác dụng hoá học tới lượng HCl được tách ra

Nhóm 3 và nhóm 4 ngăn cản sự tác dụng của ôxi và tia cực tím tới PVC.

Chất ổn định vô cơ gồm : $Pb(CO_3)_2$, Na_2CO_3 , Pb_2HPO_3 (chì hydrophorơ); Na_2SiO_3 , PbO ,...

Các hợp chất hữu cơ kim loại : xà phòng kim loại còn gọi là các stearat của các kim loại Mg, Zn, Cd, Sn, Ca, Pb... như stearat Ca, stearat Mg,...

Khi chọn chất ổn định cần chú ý đến điều kiện sử dụng chất ổn định của sản phẩm. Ví dụ: Dùng stearat chì thì hỗn hợp sẽ thâm lại, khi gặp những chất có ch lưu huỳnh thì sẽ tạo thành PbS màu đen.

Dùng stearat cadmi sẽ làm cho vật liệu màu vàng, vì sunfit cadmi màu vàng.

Nhược điểm của chất ổn định là tạo ra muối clorid kim loại. Chỉ có hợp chất hữu cơ của thiếc khi gây phản ứng với HCl sẽ tạo thành clorid kim loại hữu cơ. Muối clorid kim loại làm ảnh hưởng đến tính chất của PVC, ảnh hưởng đến tính trong suốt của vật liệu, song nó cũng làm giảm tính cách điện của PVC, hơn nữa lại tan trong nước ở mức độ nào đó khi sử dụng và dễ gây ra độc hại.

Qua kinh nghiệm sản xuất cho thấy rằng một loại ổn định không thể đạt yêu cầu về cả kinh tế và kỹ thuật, đối với tất cả điều kiện gia công chất dẻo và sử dụng sản phẩm. Do đó, người ta thường dùng hỗn hợp các chất ổn định. Chất ổn định trong phần lớn các trường hợp không hữu hiệu dưới tác dụng cản ánh sáng, do đó cần phải cho thêm chất ổn định về ánh sáng. Chất ổn định ánh sáng thường dùng các loại silicat. Ví dụ: metyl silicat, phenyl silicat,... cũng có thể dùng các hợp chất thiếc hữu cơ.

1.4. Tính phối hợp với loại nhựa và chất hoá dẻo

PVC có thể phối hợp với một loạt các polyeste mạch sợi và dạng ankid.

– Kết hợp PVC và n – toluel sunfamid formaldehyd sẽ tạo sản phẩm có độ cháy cao có độ dẻo cao, độ bám dính tốt, bề mặt bóng.

– Cao su acrylnitrin (1 trong các chất hoá dẻo của PVC) nên có thể kết hợp với PVC

– Sản phẩm bột PVC với phenol formandehit là phenolit được sản xuất dưới dạng bột ép.

– Sự phối hợp giữa PVC với các chất hoá dẻo.

Việc phối hợp này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong việc gia công chúng. Khi trộn chất hoá dẻo với PVC sẽ truyền cho PVC độ hoá dẻo và giảm độ giòn ở nhiệt độ thấp, tạo điều kiện thuận lợi cho việc gia công, tăng thời gian sử dụng của PVC. Trong khi vật liệu PVC cứng chỉ có độ dẻo khi ta tăng nhiệt độ.

Độ tin cậy của các chất hoá dẻo với mức độ lớn là ở chỗ khả năng lưu trữ của nó trong polyme là rất lâu. Tuy nhiên, chất hoá dẻo cũng bị thải ra khi khối lượng của chất hoá dẻo vượt quá giá trị bão hoà.

Một số dung môi, mỡ, dầu, có thể tác dụng đến hỗn hợp vật liệu có chứa polyester, do vậy các màng mỏng có chứa những chất hoá dẻo như vậy không nên sử dụng đóng gói mỡ và dầu thực phẩm. Chất hoá dẻo có độ bền vững đối với dung dịch mỡ, dầu là cao su acrylnitril, cao su acrylnitrilbutadien có chứa khoảng 30% – 40% hợp chất acrylnitril, thì có độ dung hoà tối ưu với PVC. Nếu muốn có độ mềm dẻo lớn thì phải dùng chất hoá dẻo ở dạng cao su có chứa ít trữ lượng acrylnitril. Ví dụ : PVC 55%, trữ lượng cao su acrylnitril 45%, 0,5 – 1% chất ôxi hoá để chống lão hoá sẽ cho ta loại vật liệu tốt.

1.5. Một số loại phụ gia hay dùng cho PVC

– Chất độn: đưa chất độn vào trong PVC nhằm làm giảm giá thành và tăng độ cứng của sản phẩm. Đối với sản phẩm dạng màng mỏng thì không nên dùng chất độn vì có chất độn sẽ làm giảm tính chất của màng. Trong PVC thường dùng chất độn dạng bột mịn CaCO_3 , BaSO_4 , cao lin, bột Tal (còn có tác dụng làm trơn). Số lượng chất trong nhựa thường không quá 20%.

– Chất bôi trơn: thường dùng loại parafin, axit stearic để tránh sự bám dính giữa nhựa với bề mặt lòng xylanh, vít xoắn và khuôn.

– Chất tạo màu: thường dùng đỏ liton, đỏ cadimi, đỏ (nâu) ôxit sắt, vàng cadimi, vàng crome, xanh lam (blue), xanh lục (green), trắng TiO_2 , than đen dạng bột, dạng paste (nhão), dạng hạt (masterbatches).

2. Ứng dụng của PVC

Khi chuyển hoá PVC thành vật liệu, người ta tách ra làm hai nhóm chính: PVC cứng và PVC mềm.

2.1. PVC cứng

PVC cứng là chất dẻo trên cơ sở nhựa PVC mà thành phần của nó chủ yếu là bột PVC, chất ổn định nhiệt, chất bôi trơn và các phụ gia khác... (không có chất hoá dẻo). Hỗn hợp của chúng được trộn trong máy trộn, sau đó được làm nhuyễn trong máy đùn, máy cán ở nhiệt độ $160 - 180^\circ\text{C}$.

a) Tính chất của nhựa PVC cứng

– Tính chất cơ học

Các tính chất cơ học của PVC cứng được ghi trong bảng 2.16:

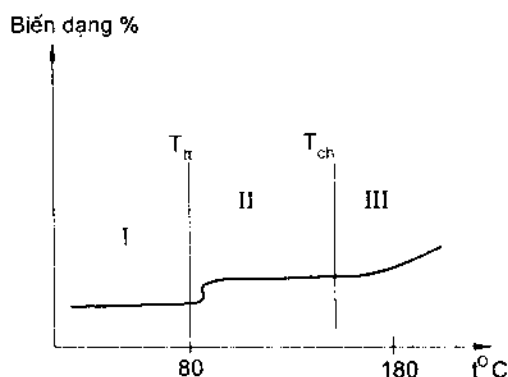
BẢNG 2.16. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA PVC CỨNG

Tỷ trọng, g/cm^3	1,38 – 1,40
Độ bền, N/mm^2	
– kéo	40 – 60
– uốn	90 – 120
– nén	80 – 160
Biến dạng dài tương đối, %	10 – 25
Độ dai va đập, kJ/m^2	70 – 160
Độ cứng Brinel, N/m^2	130 – 160
Độ bền nhiệt theo Macten, $^\circ\text{C}$	65 – 70

PVC cứng là loại vật liệu chất dẻo có cơ tính cao so với một số loại chất dẻo khác, nên nó được dùng nhiều trong ngành cơ khí chế tạo máy.

Để hoàn thiện hơn tính chất cơ học, tăng độ dai va đập ta trộn PVC với cao su tổng hợp, polyetylen được clorua hoá, hoặc PVC được dẻo hoá.

Hình 2.4 biểu diễn quan hệ giữa biến dạng và nhiệt độ của nhựa PVC cứng.



Hình 2.4. Quan hệ giữa biến dạng và nhiệt độ của nhựa PVC cứng

I – Trạng thái thủy tinh hoá; II – Trạng thái đàn hồi cao; III – Trạng thái dẻo hoá.

Nhiều kết quả nghiên cứu đã chứng minh rằng, vật liệu chất dẻo PVC cứng có thể bị biến dạng ngay trong vùng nhiệt độ thủy tinh hoá khi chịu tác dụng của tải trọng. Lượng biến dạng đó phụ thuộc vào tải trọng và thời gian tác dụng. Do vậy khi tính toán, thiết kế các chi tiết chịu lực làm từ PVC, cần chú ý tới hệ số an toàn trong khoảng 1,5 – 2. Hệ số an toàn còn phụ thuộc vào nhiệt độ làm việc của sản phẩm. Ví dụ : Nếu ở 20°C thì tải trọng khoảng 10N/mm², nhưng nếu ở 40°C thì tải trọng còn lại 6,0 N/mm² và nếu lại tăng nhiệt độ lên cao hơn nữa, khoảng 60°C chẳng hạn, thì tải trọng tác dụng chỉ có thể còn 2,5 N/mm².

Môđun đàn hồi cũng là một chỉ số quan trọng khi ứng dụng vật liệu PVC cứng và nó nằm trong giới hạn 3000 – 4000 N/mm². Trong thực tế để đảm bảo cho sản phẩm có độ cứng vững, thì trong tính toán thường lấy môđun đàn hồi của PVC cứng ở mức 1000 N/mm². Những chỉ số về nhiệt của PVC cứng được ghi ở bảng 2.17.

BẢNG 2.17. CHỈ SỐ VỀ NHIỆT CỦA PVC CỨNG

Hệ số giãn nở dài	$6,5 \cdot 10^{-4} - 8,0 \cdot 10^{-5}$
Hệ số giãn nở thể tích (ở 15 – 50°C)	$3,0 \cdot 10^{-4} - 3,6 \cdot 10^{-4}$
Hệ số dẫn nhiệt (ở 20°C), kcal/m.h.°C	0,13 – 0,14
Nhiệt dung riêng (ở 18 – 20°C), kcal/kg.°C	0,24

– Tính chất cách điện

PVC cứng là loại vật liệu cách điện tốt. Tính chất cách điện của chúng phụ thuộc vào cấu trúc của nhựa, vào các thành phần có trong nhựa, vào nhiệt độ, và vào công nghệ gia công. Tính chất cách điện của chúng thay đổi theo sự thay đổi của nhiệt độ và tần số dòng điện. Bảng 2.18 sẽ giới thiệu một số tính chất cách điện của nhựa PVC cứng.

BẢNG 2.18. TÍNH CHẤT CÁCH ĐIỆN CỦA NHỰA PVC CỨNG

Độ thấm điện môi	3,2 – 4,0
Tang góc hao tổn điện môi (tg δ)	0,01 – 0,05
Điện trở riêng thể tích, $\Omega \cdot \text{cm}$	10^{15}
Điện trở riêng bề mặt, Ω	10^{14}
Điện thế đánh thủng, kV/mm	15 – 35

Trong giới hạn nhiệt độ từ 25 đến 80°C, tính chất cách điện của PVC cứng thay đổi không đáng kể. Nhưng nếu vượt quá khoảng nhiệt độ đó thì tính chất của chúng sẽ thay đổi khá nhanh. Số liệu trong bảng 2.19 dưới đây sẽ minh họa điều này.

BẢNG 2.19. SỰ THAY ĐỔI VỀ NHIỆT CỦA PVC DƯỚI NHIỆT ĐỘ

Tính chất	Nhiệt độ °C		
	20	80	120
Độ thấm điện môi	4,1	6,7	14,1
Điện trở riêng thể tích, $\Omega \cdot \text{cm}$	$1,8 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{14}$	$2,1 \cdot 10^{12}$
Điện thế đánh thủng, kV/mm	15,7	14,0	5,2

– Tính chất hoá học

Một trong những tính chất quan trọng nhất của PVC cứng là bền vững trong môi trường hoá chất. Tính chất của nó còn vượt hơn cả các chất dẻo khác như flacolit, tectolit,... Nhưng PVC không thật bền vững với môi trường kiềm.

Độ bền hoá chất của PVC phụ thuộc vào nhiệt độ và nồng độ của dung dịch. PVC rất bền vững trong môi trường có nồng độ trung bình, nhưng lại kém bền vững hơn trong các môi trường có nồng độ cao hoặc thấp.

Khả năng chịu hoá chất còn phụ thuộc vào loại PVC. PVC huyền phù bền vững hơn PVC nhũ tương.

PVC cứng có thể làm việc lâu dài trong môi trường nước đến 60°C. Trong các dung dịch muối nhôm, natri, kali, sắt, đồng, magie, nikel, chì, thiếc, và các kim loại khác cũng ở 60°C. Trong các muối, dấm, axit photphoric với nồng độ bất kỳ ở 60°C; với 50% dung dịch chứa nitơ ở 50°C; với 80% axit sulfuric, ở 60°C và axit sulfuric đậm đặc ở 20°C. Các khí công nghiệp (ôxit nitơ, Clo, khí sunfua, hydro florua,...) ở 60°C; nước amiac, xăng, cồn, dầu mỡ không phá huỷ PVC cứng ở nhiệt độ 60°C; các hydrocacbon thơm và co hoá (benzol, toluel, exilol, diecloetan, metylclorit, clobenzol,...), các keton (acetone, metyletyketon), các este (etylaxetat, butylaxetat), và các ete có thể làm trương nở hoặc hoà tan PVC cứng.

b) Ứng dụng của nhựa PVC cứng

Nhờ có các đặc tính tốt về cơ học, hoá học, và khả năng cách điện mà PVC cứng được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp hoá học và các ngành công nghiệp khác. Nhược điểm chủ yếu của PVC cứng là nhiệt độ làm việc thấp (đến 60°C), biến dạng dài tương đối hơi lớn, giòn ở nhiệt độ thấp và khi làm việc lâu dài thì khả năng chịu tải thấp (do hiện tượng chảy lạnh).

Ống dẫn bằng PVC cứng được lắp ghép với nhau bằng phương pháp hàn, dán hoặc mối ghép mặt bích và ghép ren. Có thể dùng ống PVC cứng để dẫn nước, xăng dầu, và khí ở nhiệt độ không quá 60°C. Đôi khi có thể dùng PVC cứng có cốt sợi kim loại bên trong nhằm tăng thêm khả năng dẫn nhiệt của ống và từ đó tăng được nhiệt độ làm việc của vật liệu. Ống PVC cứng dùng trong công nghiệp hoá chất để vận chuyển chất lỏng, chất khí thay cho các ống thép, gang, nhôm, chì và đồng. Dùng loại ống này có lợi vì nó vừa nhẹ, bền với môi trường ăn mòn và thời gian sử dụng lâu dài. Ống PVC cứng còn dùng để vận chuyển nước ăn và thực phẩm cũng như các loại chất khoáng khác. Ống PVC cứng dùng để cách điện ở các đường hầm trong metro hoặc trong các hầm lò. Ống PVC cứng dễ dàng gia công bằng phương pháp đùn.

Nhựa PVC cứng rất phù hợp khi dùng trong các thiết bị thông gió. Từ loại vật liệu này có thể dùng để chế tạo ống dẫn, cánh quạt, bộ chia,... ống dẫn và các bộ phận trong thiết bị quạt hơi, gió thường xuyên tiếp xúc với các khí và hơi có chứa hoá chất ăn mòn. Trong trường hợp này, dùng vật liệu PVC cứng

sẽ tăng tuổi thọ của thiết bị hơn nhiều so với các loại vật liệu khác. Nhựa PVC cứng được dùng để chế tạo các loại bơm, bơm các dung dịch hoá chất.

Các tấm PVC cứng có thể dùng phương pháp hàn để chế tạo các đường dẫn có tiết diện ngang hình vuông, hình chữ nhật. Màng PVC cứng có thể dùng để che phủ lên các bề mặt kim loại nhằm tạo thành ống dẫn các chất lỏng và chất khí, tăng được khả năng chịu nhiệt của sản phẩm.

Mặc dù có tính dẫn nhiệt kém (khoảng 200 lần kém hơn đồng và khoảng 6 lần kém hơn thủy tinh), song trong một số trường hợp có thể dùng PVC cứng thay thế cho gốm, thủy tinh trong các thiết bị trao đổi nhiệt, nhất là khi cần trao đổi nhiệt tích cực, khi đó trở kháng nhiệt của màng PVC rất cao.

Chất dẻo PVC cứng thường được dùng để bọc lót lên kim loại, gỗ, bê tông trong các thiết bị và bể chứa. Tấm PVC cứng cũng được dùng để bọc lót các thùng bằng kim loại chứa đựng hoá chất.

Các ống dẫn, tấm PVC cứng thường được gia công bằng phương pháp đùn, cán liên tục. Các sản phẩm định hình như các chi tiết trong máy bơm, các bánh răng,... thường được chế tạo bằng phương pháp đúc phun.

2.2. PVC mềm

Cho chất hoá dẻo vào trong PVC (PVC mềm) sẽ làm thay đổi hàng loạt tính chất cơ lý của chúng. Người ta sử dụng PVC có hoá dẻo để sản xuất ra các sản phẩm có tính chất mềm mại, có độ dẻo khi hạ thấp nhiệt độ. Nó phù hợp trong gia công các sản phẩm như màng mỏng, lớp phủ, bột nhào, nhựa xốp, vải giả da, và các loại sản phẩm khác

Vật liệu PVC mềm được tạo ra bởi cán trộn PVC với chất hoá dẻo, chất ổn định và có thể cả chất độn nữa. Sau đó có thể đi qua máy đùn có đầu đùn nhiều lỗ tạo thành hạt hoặc cán thành tấm. Thông thường cứ 100% phần trọng lượng của PVC có 20 – 80% phần trọng lượng chất hoá dẻo, 2 – 4% phần trọng lượng chất ổn định và đôi khi có cả 10 – 20% chất độn. Bảng 2.20 trình bày một số đơn liệu của PVC mềm (tính theo % trọng lượng).

BẢNG 2.20. MỘT SỐ ĐƠN LIỆU CỦA PVC MỀM

Thành phần	Bền lạnh	Bọc dây điện	Bền lửa	Bền nhiệt	Trong suốt	Tính chất chung
Polyvinylclorit						
- nhũ tương	100	-	100	100	-	100
- huyền phù	-	100	-	-	100	-
Diocetylftalat	36	50	33	22	24	56
Dibutylxebaxinat	18	-	-	-	-	-
Dibutylftalat	-	-	-	-	24	-
Tricrezilftolat	-	-	22	-	-	-
Polypropylenxebaxinat	-	-	-	40	-	-
Parafin	-	1	-	-	-	-
Stearat chi	4	-	4	4	-	-
Cacbonat chi	-	8	-	-	-	8
Stearat canxi	-	-	-	-	-	1
Cacbonat canxi	-	-	-	-	-	1
Stearat cadmi	-	-	-	-	1	-
Dibutyl dilaurat thiếc	-	-	-	-	1	-
Trioxit antimon	-	-	4	-	-	-
Cao lanh	-	10	-	-	-	-
Muội than	-	-	-	-	-	2
Oxit titan	-	2	-	-	-	-

Công nghệ chế tạo tấm PVC bao gồm phần trộn các thành phần, cán trộn và cán định hình. Các thành phần cứng trong hỗn hợp chất dẻo được đưa vào trong máy trộn trục Z, khuấy đều trong vòng 90 phút ở nhiệt độ 85 - 120°C. Các chất ổn định, chất màu, chất bôi trơn cho với một phần chất hoá dẻo, trộn đều thành thể huyền phù, sau đó mới đổ vào trong hỗn hợp nhựa cùng với số chất hoá dẻo còn lại.

Các chất trộn xong trong trạng thái keo hoá (gelatin) sẽ được mang sang máy cán trộn hỗn hợp với bề mặt trục cán được nung nóng đến nhiệt độ 125 - 165°C. Lúc này chất dẻo đã được tạo thành màng. Trong thời gian cán, khe hở của hai trục cán thay đổi từ khoảng 3 - 5mm đến khoảng 1 - 3mm và thời gian cán vào khoảng 24 đến 28 phút.

Sau khi cán trộn xong, chất dẻo được mang sang máy cán định hình. Trong trường hợp này, máy cán sẽ có ba hoặc bốn trục được nung nóng đến

125 – 165°C tùy thuộc vào loại vật liệu. Màng sau khi ra khỏi trục cán nóng sẽ được chạy qua trục làm nguội tới 20 – 25°C.

Nhựa PVC mềm cũng có thể được gia công trong máy đùn để tạo ra các sản phẩm dạng ống, sợi... nhựa PVC mềm thường dùng trong công nghiệp cách điện, bền thời tiết, chống thấm, bền xăng dầu và mềm dẻo,... Nhựa PVC mềm được hoá dẻo bằng dioctylftalat có độ bền lớn hơn gấp hai lần hoá dẻo bằng dibutylftalat.

Nhựa PVC mềm có thể hàn bằng dòng cao tần. Phương pháp hàn không những chỉ dùng cho nhựa PVC thuần nhất mà còn dùng cho các sản phẩm dạng khác như vải giả da, nhựa cán trên giấy....

2.3. Keo từ polyme và copolyme của vinylclorid

PVC là polyme phân cực nên khó tan trong dung môi hữu cơ, nhưng lại là loại chất dẻo rất thông dụng và rẻ tiền nên việc dùng nó làm vật liệu keo là rất cần thiết. Khi PVC được keo hoá, nó sẽ có tính bám dính tốt.

Để có thể hoà tan trong dung môi, người ta phải trùng hợp (hay còn gọi là depolyme hoá) một phần hoặc clorua hoá tiếp tục. Khi PVC được clorua hoá tiếp tục chứa 64 – 66% clo gọi là peclovinyli, lại có tính kết dính cao hơn và hoà tan trong nhiều dung môi hơn.

Keo PVC clorua hoá trong dung môi axeton, clobenzen, butylaxetat, dicloetal, và hoá dẻo bằng dibutylftalat, dùng để dán da, thủy tinh hữu cơ và đặc biệt để dán các sản phẩm làm từ nhựa PVC.

Keo dùng để dán da rất tốt là loại keo có 20% peclivinyli + 8% este polyvinylmetylol + 4% tricresilphosphat + 68% etylaxetat.

Các loại keo khác trên cơ sở PVC:

- Keo chứa 87% vinylclorua + 13% vinylaxetat trong dung môi keton, nitroparaffin, tetrahydrofural, dioxan, có chất dẻo hoá tricresil phosphat, dibutylsebacilat, dioctylftalat, loại keo này dùng để dán vải.

- Keo chứa 86% vinylclorua + 13% vinylaxetat + 1% vinylmaleinat có tính kết dính cao, bền ánh sáng, dùng để dán kim loại, vải, giấy, gỗ.

2.4. PVC xốp

PVC là nguyên liệu chính để tạo ra vật liệu xốp cấu trúc cứng, đàn hồi và nửa đàn hồi. Xốp đàn hồi và nửa đàn hồi được tạo ra từ PVC mềm. Đơn liệu cho một số loại xốp PVC như bảng 2.21.

BẢNG 2.21. ĐƠN LIỆU PVC XỐP (TÍNH THEO % TRỌNG LƯỢNG)

Thành phần	Xốp cứng		Xốp đàn hồi	Xốp nửa đàn hồi
	0,07 g/cm ³	0,13 g/cm ³		
Nhựa PVC	100	100	100	100
Metylmetacrylat	25	25	—	—
Azodilizobytironnitril	0,8 – 1,1	0,8 – 1,1	10 – 15	9 – 12
Amoni cacbonat	16	10	—	—
Natri bicacbonat	—	8	—	—
Dibutylfatat	—	—	25 – 50	17,5
Tricrezilfotfat	—	—	25 – 50	17,5
Bột nhôm	—	—	—	1

Đối với xốp nửa đàn hồi lỗ kín dùng chất tạo xốp azodiizobutyro nitril; N,N'-oxy-bic-benzisulfog hidrazit; N,N'-dinitrozotereftalamid; azodiizobutyronitril,...

Để tạo ra xốp PVC, các thành phần để tạo ra xốp được đưa vào trong máy cán trộn trong vòng 20 đến 24 giờ, nếu trong đó có chất hoá dẻo thì chỉ trộn trong 6 – 8 giờ. Các thành phần đó được đưa vào ép định hình ở nhiệt độ 160 – 168°C, áp lực 180 – 185 kG/cm³ và giữ trong thời gian 40 phút (đối với xốp PVC cứng), còn đối với xốp PVC đàn hồi và nửa đàn hồi thì nhiệt độ ép khoảng 180 – 185°C, sản phẩm sau khi ép được làm nguội ngay đến 35 – 40°C.

Quá trình tạo bọt xốp cứng trong khoang hơi bão hoà có nhiệt độ 98 – 100°C. Còn đối với xốp đàn hồi được tạo bọt trong nước nóng khoảng 85 – 95°C. Xốp nửa đàn hồi được tạo bọt trong tủ sấy từ 110 – 115°C. Thời gian tạo bọt với tất cả các loại xốp trong khoảng 1 – 2 giờ. Sau khi đạt được kích thước yêu cầu, xốp PVC được làm nguội và cắt bavia.

Tấm xốp PVC có thể làm việc từ nhiệt độ – 60°C đến + 60°C, vật liệu này cũng bền với nhiều hoá chất như: axit, dầu mỡ và nước. Tính chất của một số PVC cứng như bảng 2.22.

BẢNG 2.22. TÍNH CHẤT CỦA MỘT SỐ PVC CỨNG

Tỷ trọng, g/cm ³	0,07 – 0,10	0,10 – 0,13
Độ bền nén (vuông góc với tấm), N/mm ²	0,4	0,7
Độ thấm nước, kG/m ² , không lớn hơn	0,25	0,2
Co theo chiều dài ở 60°C, %, không lớn hơn	1,0	1,0
Hệ số truyền nhiệt, kcal/m.h.°C	0,036	0,036

VI – NHỰA TEFLON - POLYTETRAFLUOETYLEN (PTFE)

Nhựa teflon hay còn được gọi là polytetrafluetylen, là loại polyme mà trong đó các nguyên tử H trong cấu trúc hoá học đều được thay thế bằng các nguyên tử flo. Flo liên kết với các nguyên tử cacbon rất bền vững, cho nên nó tạo ra polyme có rất nhiều đặc tính tốt mà các loại chất dẻo khác không có được như: độ bền nhiệt cao, tính cách điện cao, không bắt cháy, hệ số ma sát nhỏ, độ chống mài mòn cao.

Công thức hoá học của teflon là $(CF_2=CF_2)_n$. Trên thế giới, loại vật liệu này ở các nước sản xuất ra nó, có các tên thương mại khác nhau: hoctaflen (Đức), teflon (Mỹ), dupon (Nhật), storplast (Nga), polytetrafluetylen có thể sản xuất ở dạng bột – sợi tơ xốp. Hoặc (teflon) có thể ở dạng hạt mịn phân tán với kích thước hạt 0,1 – 0,3µm và hoặc ở dạng dung dịch huyền phù màu vàng – trắng (màu sữa) có chứa 50 – 60% polyme.

1. Tính chất của nhựa teflon

1.1. Độ hoà tan và độ bền hoá

Nhựa teflon không tan trong bất kỳ một loại dung môi nào và rất bền với các hoá chất. Đặc tính này của nó vượt trội hơn hẳn các loại vật liệu khác như: vàng, platin, thủy tinh, gốm, thép đặc biệt,...

Vì các nguyên tử flo che rất kín mạch cacbon nên các phân tử dung môi không thể thấm qua nó để phá hoại mối liên kết giữa nó với nguyên tử C.

Khả năng hoà tan của polyme giảm khi, phân tử lượng cao, cho nên teflon không hoà tan trong dung môi vì chúng có phân tử lượng khá lớn (142.000 – 534.000). Nếu thay vào các nguyên tử flo bằng các nguyên tử khác thì khả năng hoà tan trong các dung môi sẽ tăng lên. Ví dụ: polytrifluetylen đã thay 1 nguyên tử clo cho 1 nguyên tử flo, nên khả năng bền dung môi của nó giảm.

1.2. Độ kết tinh

Teflon là polyme dạng tinh thể. Độ kết tinh của nó vào khoảng 80 -- 85%. Có thể thay đổi độ kết tinh từ 85 xuống đến 45% bằng cách điều chỉnh thời gian và nhiệt độ trong quá trình sản xuất và đặc biệt là tốc độ làm lạnh. Độ kết tinh của teflon ảnh hưởng đến tính chất cơ - lý - hoá của chúng. Chính độ kết tinh lại tỷ lệ thuận với tỷ trọng. Tỷ trọng của teflon ở phần kết tinh là 2.3g/cm^3 , còn tỷ trọng của teflon ở phần vô định hình là 2.05g/cm^3 . Tỷ trọng của teflon có cả phần kết tinh và vô định hình vào khoảng $2.14 - 2.25\text{g/cm}^3$ tùy thuộc vào mức độ kết tinh của chúng.

1.3. Độ bền nhiệt

Nhựa teflon rất bền nhiệt và có tính chống cháy tốt. Tại nhiệt độ 327°C , nhựa teflon mất cấu trúc tinh thể và chuyển sang trạng thái trong suốt vô định hình. Vì vậy mà vật liệu nhựa teflon có thể làm việc liên tục ở nhiệt độ 200°C đến 300°C mà không thể thay đổi tính chất cơ, lý, hoá của nó.

Nhiệt độ nóng chảy của teflon là 370°C . Khác với đa số các loại polyme, teflon không chảy ở nhiệt độ nóng chảy. Không có hiện tượng chảy là do chúng có phân tử lượng khá cao. Do có phân tử lượng lớn như vậy, nên teflon không bị giòn khi có tác dụng của tải trọng động ở -269°C . Tính giòn cũng không xảy ra sau thời gian dài làm việc trong vùng nhiệt độ cao.

Do có độ nhớt cao khi nóng chảy, nên teflon không thể gia công thành sản phẩm bằng các công nghệ thông thường được mà cần phải sử dụng chế độ công nghệ đặc biệt. Thực chất teflon chỉ chảy mềm khi nung tới 370°C , thậm chí tới 410°C , nhiệt độ phân huỷ nó cũng không chảy nhớt.

Một tính chất đặc biệt nữa của teflon là khi tăng áp suất lên vật liệu thì nhiệt độ phá huỷ cũng tăng lên. Với áp suất bằng $105,0\text{ N/mm}^2$, thì nhiệt độ làm việc có thể tăng lên đến 500°C .

1.4. Tính chất cách điện

Teflon là một trong những chất điện môi tốt nhất trong kỹ thuật điện. Tang góc hao tổn điện môi và hằng số điện môi của teflon là rất thấp. Trên thực tế tính chất này không phụ thuộc vào tần số trong khoảng $50 - 10^{10}\text{Hz}$ và ít biến đổi khi tăng nhiệt độ. Nhựa teflon đặc biệt bền với tia lửa điện và có điện thế đánh thủng cao.

1.5. Độ bền cơ học

Nhựa teflon có hệ số ma sát thấp và đại lượng này không phụ thuộc vào nhiệt độ. Tính chất này có được là vì cấu tạo mạch phân tử nhựa teflon gồm các liên kết C – F, phân bố rất đồng đều quanh mạch cacbon làm cho phân tử không phân cực. Do đó, nhựa teflon có khả năng chống bám dính tốt. Độ bền của nhựa teflon được bảo toàn đến nhiệt độ 300°C.

Teflon không bền vững khi có các tia chiếu vào. Tính chất cơ học của nó sẽ giảm đi, nếu có tác dụng của tia β hoặc tia γ . Dưới tác dụng của các tia đó sẽ làm phá vỡ liên kết giữa C – C và từ đó tính chất cơ học của chúng sẽ giảm.

BẢNG 2.23. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA TEFLON

Tỷ trọng, g/cm ³	2,14 – 2,25
Độ bền, N/mm ²	
khi kéo (không nhiệt luyện)	14 – 25
– khi kéo (có nhiệt luyện)	16 – 31
– khi uốn	11 – 14
– khi nén	>20
Độ dai va đập, N.cm/cm ²	1000
Biến dạng dài tương đối, %	250 – 500
Độ cứng Brinel, N/mm ²	30 – 40
Hệ số ma sát (với thép không gỉ 1X18H9T)	0,04 – 0,08
Hệ số dẫn nhiệt, kcal/m.giờ.°C	0,21
Nhiệt độ phân hủy, °C	> 400
Hệ số giãn nở dài:	
– từ –60 đến –10°C	$8 \cdot 10^{-6}$
– từ –10 đến 20°C	$8 \cdot 10^{-6}$
– từ 20 đến 120°C	$11 \cdot 10^{-5}$
từ 120 đến 210°C	$15 \cdot 10^{-5}$
– từ 210 đến 280°C	$21 \cdot 10^{-5}$
Điện trở suất thể tích, Ω .cm	$\geq 10^{14}$
Điện trở suất bề mặt, Ω .cm	$\geq 10^{17}$
Điện thế đánh thủng ở tần số đến 10^{10} Hz với bề dày tấm mẫu thử 4 mm	25 – 27
Tang góc hao tổn điện môi ở tần số đến 10^{10} Hz	0,0002 – 0,0003

Trong thực tế, không có vật liệu chất dẻo nào giữ được độ ổn định tính chất từ nhiệt độ trong phòng đến nhiệt độ 300°C như nhựa teflon.

2. Tính chất gia công

Nhựa teflon có tính xốp, bột dễ vón cục tạo thành các sợi nhỏ, khi nung nóng không chuyển thành trạng thái chảy nhớt, cho nên không thể gia công bằng các phương pháp thông thường.

2.1. Tạo phôi

Chế độ công nghệ gia công loại nhựa này bao gồm tạo viên và thiêu kết phôi ép dưới áp lực và làm nguội chúng.

Bột teflon (trọng lượng tới xốp vào khoảng 0,4 – 0,45 g/cm³) được đổ tự do vào trong khuôn, sau đó ép nguội với áp suất $\geq 29,43 \text{ N/mm}^2$ và $\leq 40,0 \text{ N/mm}^2$. Áp suất tối ưu khi tạo viên vào khoảng 30,0 – 35,0 N/mm² là vừa. Nếu áp suất lớn quá thì phôi ép sẽ nứt, nếu áp suất nhỏ quá phôi ép sẽ xốp, gây độ co lớn khi thiêu kết và chi tiết sẽ có độ bền cơ học không cao.

Thời gian duy trì phôi ép dưới áp suất ảnh hưởng đến độ co, mật độ và tính chất cơ học của chúng. Thời gian duy trì áp suất cũng phụ thuộc vào chiều cao và đường kính của phôi ép.

Sau khi ép, mật độ của phôi không nhỏ hơn 1,83 g/cm³. Áp lực ép càng cao, độ co khi thiêu kết càng giảm, nhưng nếu áp lực ép cao quá 40,0 N/mm² thì viên ép sẽ không tốt.

Với mục đích lèn chặt đều bột ép trong khuôn và loại trừ sự xuất hiện vết nứt trong phôi ép thì áp lực ép phải tăng dần một cách từ từ và tốt nhất là được tăng từ hai phía của khuôn.

Thiêu kết phôi ép được tiến hành với nhiệt độ gần với nhiệt độ chảy dẻo hoặc cao hơn điểm nóng chảy. Thông thường nhiệt độ đó với Teflon vào khoảng 360 – 380°C, trong thời gian khoảng 2 giờ, phụ thuộc vào kích thước sản phẩm. Nếu thời gian giữ nhiệt quá lâu, hoặc nhiệt độ cao quá thì sẽ gây nên phân huỷ polyme, sinh khí, xuất hiện bọt khí và làm giảm độ bền của sản phẩm.

Phôi ép được nung trong lò chuyên dùng được lắp đặt thiết bị điều chỉnh nhiệt độ một cách chính xác và được lắp đặt trên mâm quay. Thời gian nung tiếp tục đến khi nào thiêu kết hoàn toàn, có nghĩa là sản phẩm phải có độ trong suốt. Thông thường thời gian ép cần 1 giờ đối với 3 mm chiều dày của

phôi ép. Một vài trường hợp phôi ép được nung trong môi trường chứa hỗn hợp nitrat kali và natri.

Làm nguội chỉ tiết từ 380°C đến 250°C phải thực hiện từ từ. Tốt nhất là làm nguội cùng với lò. Sau đó lấy ra khỏi lò và làm mát bằng không khí hoặc nước. Nếu lò làm nguội nhanh từ nhiệt độ 380°C thì sẽ xảy ra trường hợp “tôi – nhiệt luyện” và làm giảm mức độ kết tinh, tăng vết nứt bên trong, gây ra hiện tượng co ngót khác nhau giữa bên trong và bên ngoài sản phẩm. Khi được “tôi – nhiệt luyện” teflon (điều này không phụ thuộc vào phân tử lượng) sẽ có độ kết tinh cao vào khoảng 50%, nhưng nếu làm nguội chậm từ 380°C thì độ kết tinh của teflon sẽ tăng theo sự giảm của tốc độ làm nguội và sẽ đạt được khoảng 62%. Tôi – nhiệt luyện có thể thực hiện với sản phẩm có chiều dày đến 5 – 6 mm, hiếm khi tới 10 mm.

Tốc độ làm nguội sẽ ảnh hưởng đến độ co của sản phẩm. Độ co lớn nhất có thể đạt được tới 9%, nhưng quan sát khi tạo viên, thiêu kết và làm nguội thì độ co của teflon vào khoảng 4 – 7%.

Từ những chi tiết, phôi ép có thể nhận được các sản phẩm hoàn chỉnh có hình dáng phức tạp, với độ chính xác cao bằng cách gia công cơ khí. Khi gia công cơ cần cho tốc độ chạy dao nhanh. Có thể tạo ra sản phẩm bằng cách đập nóng trong khuôn với nhiệt độ trong lò khoảng 260 – 320°C, áp suất đập 10,0 – 35,0 N/mm² và giữ cho đến khi đông cứng mới thôi,...

2.2. Tạo màng

Từ nhựa teflon có thể tạo màng không định hướng, định hướng một chiều (mức định hướng 1,3) và định hướng hai chiều (mức định hướng từ 2,5 đến 2,7). Phương pháp tạo màng được thực hiện bằng cách dùng máy tiện bóc tách màng từ thanh phôi liệu teflon dạng trụ tròn được ép nguội và thiêu kết. Màng có độ dày từ 8 đến 100µm được bóc ra từ phôi tròn trên máy tiện, đây là loại màng không định hướng. Tính chất cơ học của màng phụ thuộc vào tính chất cơ học của phôi tròn ban đầu. Nhược điểm của loại màng này là có nhiều lỗ nhỏ được tạo ra trong khi thiêu kết. Vì lý do đó, diện thể xuyên thủng của loại màng này không cao. Trong thực tế người ta đã cán mỏng loại màng nói trên và tạo thành màng có định hướng một chiều trên máy cán có độ chính xác cao và có gia nhiệt. Nhờ có khe hở nhỏ giữa các trục cán mà

chiều dài của màng sẽ tăng lên, chiều dày giảm đi khoảng hai đến ba lần. Lúc này màng được định hướng và độ bền cơ học sẽ tăng lên theo phương của màng được định hướng. Điện thể đánh thủng cũng tăng nhiều so với màng trước khi cán.

2.3. Tạo ống

Chế tạo ống từ teflon có nhiều khó khăn hơn các phương pháp tạo ống của nhiều loại chất dẻo khác, do bột teflon rất dễ lún chặt thành cục gây khó khăn cho việc đẩy qua lỗ rót, và thực tế teflon không có trạng thái nóng chảy ở nhiệt độ 370 – 390°C.

Để làm giảm độ nhạy cảm của bột teflon khi lún chặt, ta đổ bột vào khay của máy sàng có lớp xấp dày 8 – 12mm và nung nóng đến nhiệt độ thiêu kết (340°C) trong thời gian 2 giờ. Khi đó dạng sợi của các hạt bột teflon sẽ trở thành thô hơn và giống dạng hạt to. Những loại hạt này có thể gia công tạo thành ống và thanh trên các máy trục vít chuyên dùng hoặc các máy ép dạng pittông.

Phương pháp chế tạo ống teflon (chiều dày 0,2 – 0,4mm) đơn giản và kinh tế là quấn xung quanh lõi thép bằng màng định hướng sau đó tiếp tục thiêu kết.

Nhựa teflon rất khó dán. Một số loại keo như 50% dung dịch polyizobutylen có phân tử lượng 30.000 – 40.000 trong toluen sẽ bám dính trên bề mặt vật liệu teflon, nhưng lực bám dính không lớn. Một loại keo khác có độ bám dính tốt hơn, đó là keo epoxy. Nhưng muốn có độ bám dính tốt thì bề mặt teflon phải được xử lý thật tốt. Có thể dùng 1% dung dịch natri trong amoniac lỏng hoặc hỗn hợp natri-*vo* – naftalin bôi lên trên bề mặt phần được dán trong khoảng vài giây, sau đó sấy khô. Lúc đó bề mặt teflon có màu nâu thẫm.

Có loại keo khác có thể dùng để dán teflon là hỗn hợp axeton với copolyme tetrafloetylen với vinylclorid, nhựa rezocxin – formaldehit và polyvinylbutyral. Độ bền trượt của keo dán có thể đạt được 3 N/mm².

Nhựa teflon có thể lắp ghép bằng phương pháp hàn. Khi hàn nhựa teflon cần phải có chất trợ dung nhằm làm biến dạng các vết nhấp nhô trên bề mặt teflon. Chất trợ dung bao gồm hỗn hợp bột teflon (tỷ lệ 35% trọng lượng) trong dầu flohidrocacbon (65% trọng lượng). Chất trợ dung bôi lên trên bề mặt vật cần dán ở nhiệt độ 65 – 70°C. Các vật dán sẽ được ép với áp lực

2,5 – 3,5 N/mm² và sau đó nung nóng đến nhiệt độ 370°C trong thời gian 5 – 10 phút và làm nguội dần và từ từ giảm áp lực trên mỗi hàn.

Teflon có thể nhuộm bằng các chất tạo màu (các oxit sắt, crom, titan, kẽm, đồng). Các chất tạo màu nung đến nhiệt độ từ 500°C đến 1260°C (tùy theo tính chất của từng loại oxit) sau đó trộn với bột teflon tỷ lệ 0,2 – 1,0% bột màu trong máy nghiền.

3. Ứng dụng của teflon

Teflon được ứng dụng trong nhiều ngành kỹ thuật đặc biệt như: ngành hàng không, hoá chất, kỹ thuật vô tuyến, ngành máy lạnh, ngành thực phẩm và dược phẩm, ngành điện và trong các cặp ma sát,...

Teflon dùng để chế tạo ra các sản phẩm dạng thanh, ống, bọc dây cáp,... có nghĩa là những sản phẩm dạng này không thể hoặc rất khó chế tạo từ Teflon thông thường (dạng bột – sợi tơ xốp).

Loại teflon (huyền phù) dùng cách điện, chống bám dính và phủ lên kim loại (trừ đồng, hợp kim đồng) để chống ma sát hoặc tạo màng,...

3.1. Làm gioăng đệm

Các tấm đệm bằng teflon thay cho các tấm đệm amiăng, đồng, cao su, đồng grafit, chì,... Mặc dù dùng gioăng đệm bằng teflon rất đắt tiền, nhưng khi dùng sẽ tăng được thời gian làm việc, đặc biệt trong môi trường hoá chất. Tấm đệm bằng teflon sẽ làm việc tốt với bất kỳ áp suất bằng bao nhiêu và nhiệt độ có thể lên tới hơn 3000°C.

Vòng chắn dầu bằng teflon có thể dùng dạng sợi hoặc các phôi khi gia công cơ để quấn quanh trục cũng rất tốt. Các loại vòng chắn có thể bôi trơn bằng các loại dầu – mỡ bôi trơn chịu nhiệt. Các loại vòng chắn bằng teflon có thể làm việc từ -195 đến +250°C và áp suất tới 100atm. Có thể dùng vòng chắn bằng cách quấn quanh trục sợi thừng có tấm teflon dạng huyền phù (chứa 40% polyme trong dung dịch) sẽ không phải bôi trơn thêm dầu mỡ nữa. Các loại vòng chắn này được dùng trong các máy bơm hoá chất ở nhiệt độ lớn hơn 100°C. Các loại sợi thừng từ sợi thuỷ tinh, sợi amiăng tấm teflon dạng huyền phù dùng làm vòng chắn có thể làm việc trong dầu khoáng ở nhiệt độ tới 280°C. Những vòng găng bằng teflon khi làm việc không có biến dạng có thể dùng đến áp lực 40,0 N/mm² và nhiệt độ 250°C.

3.2. Trong ngành điện và điện tử

Màng teflon dùng để cách điện trong các mạch điện. Để chế tạo dây cáp điện có tần số cao thì cần đến nhựa teflon với chiều dày từ 15 μ m trở lên. Trong nhiều trường hợp màng teflon có thể thay thế cho mica.

Để tăng độ bền cơ học cho các chi tiết cách điện, có thể dùng vải thủy tinh chiều dày 80 – 100 μ m tẩm teflon dạng huyền phù có chứa 40% polyme. Dạng vải đã tẩm nhựa này được thiêu kết trong lò ở nhiệt độ 340 – 360°C sau đó ép ở 360 – 370°C và tiếp tục làm nguội dưới áp suất đến nhiệt độ 250°C. Những loại vật liệu kể trên có tính cách điện cao (gần với nhựa teflon thuần nhất), độ bền cơ học cao hơn nhựa teflon thuần nhất, không bị chảy lạnh,...

3.3. Trong công nghiệp hoá chất

Do có tính bền với nhiều loại hoá chất, nên teflon được dùng để chống ăn mòn cho nhiều thiết bị và dụng cụ làm việc có tiếp xúc với các hoá chất ăn mòn. Một nhược điểm của teflon là có độ bám dính kém với kim loại và vật liệu khác cho nên khó dùng để bọc lót và dán lên trên chúng.

Các ống mỏng Teflon dùng để bọc lót cho các ống thép, còn các ống dày có thể dùng riêng để vận chuyển axit (ống đường kính 30/33 mm có thể chịu được áp suất 15 atm).

3.4. Trong vật liệu chống ma sát

Do có hệ số ma sát nhỏ và có độ chịu nhiệt và chịu mài mòn cao, nên teflon được dùng nhiều trong các chi tiết chống ma sát (ổ và bạc lót,...). Thông thường để chế tạo ổ trượt hay tạo ra lớp vật liệu bôi trơn khô bằng cách cho thêm vào trong vật liệu các chất như disulfid molibden, grafit, và các chất độn khác. Chất độn cho vào teflon dùng trong trường hợp có tải trọng lớn và tốc độ cao sẽ tăng tuổi thọ và hạ giá thành sản phẩm. Chất độn cho vào trong teflon khoảng từ 5 – 10% so với polyme.

Cũng có thể dùng bạc lót mỏng teflon ghép cứng vào trong vỏ bạc bằng thép, hoặc dùng teflon dạng huyền phù để thấm vào trong bạc gồm xốp kim loại. Loại bạc xốp gồm kim loại chỉ dùng lượng nhỏ teflon (10%) mà khi làm việc không cần dùng dầu bôi trơn. Loại bạc này có nhiều ưu việt hơn các loại bạc khác vì thời gian làm việc lâu và ít mòn.

3.5. Xốp teflon

Vật liệu xốp teflon với độ xốp tối đa đến 75% và khối lượng riêng gần bằng 0.6g/cm^3 có thể được tạo ra bằng cách ép nguội bán thành phẩm từ hỗn hợp bột teflon với muối khoáng rồi thiêu kết và làm nguội. Có thể đẩy muối ra khỏi vật liệu trong khi thiêu kết (amoniacbonnat) hoặc sau khi thiêu kết bằng cách rửa bằng nước (clorua natri), khi đó trong vật liệu tồn tại các lỗ rỗng, giống như cấu trúc của đá tổ ong.

Phần trăm lỗ rỗng trong sản phẩm phụ thuộc vào tỷ lệ của muối trong hợp chất. Xốp teflon rất bền với hoá chất nên thường dùng để lọc chất lỏng ăn mòn.

3.6. Sợi teflon

Sợi teflon có độ bền hoá học cao, không bị phá huỷ khi sôi trong các dung dịch axit và kiềm ở nồng độ cao và thấp, không chảy và không bị bào mòn.

Có thể nhận được sợi teflon bằng cách ép trực tiếp qua khuôn từ dung dịch teflon tán sắc cùng với một số chất kết dính khác, sau đó được xử lý để đẩy hết chất kết dính ra ngoài và còn lại sợi teflon. Sợi này không bền vững nên phải cho vào thiêu kết mới đưa vào sử dụng.

Tính chất của sợi teflon được ghi ở bảng 2.24 dưới đây:

BẢNG 2.24. TÍNH CHẤT CỦA SỢI TEFLON

Tỷ trọng, g/cm^3	2,3
Biến dạng dài tương đối, %	21,0
Thay đổi độ bền khi ở môi trường ẩm	0
Nhiệt độ phá huỷ, °C	400
Giới hạn nhiệt độ sử dụng, °C	từ -150 đến +260
Độ hút nước, %	0

Sợi teflon rất khó nhuộm màu. Sợi thường dùng để chế tạo vải lọc, màng ngăn, bọc dây điện tần số cao,...

VII – NHỰA POLYAMID (PA) (NYLON)

Đây chính là loại nhựa có tên là Nylon, mà lâu nay người tiêu dùng hay nhầm lẫn gọi tên cho các loại màng từ bất kỳ loại nhựa nào.

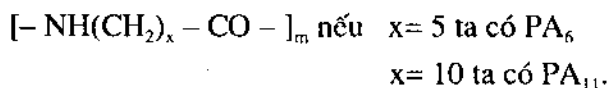
1. Cấu trúc phân tử

PA là sản phẩm của quá trình trùng ngưng các axit amin hoặc hợp chất của nó. Chính vì thế mới có nhiều loại polyamid.

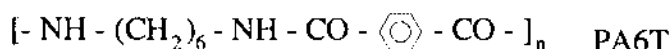
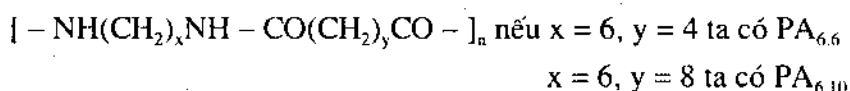
Trong mạch đại phân tử của polyamid có chứa nhóm $-\text{CO}-\text{NH}-$ và được gọi là nhóm amid. Phân tử lượng của PA vào khoảng 8000 – 25000.

Trong công nghiệp chất dẻo tồn tại các nhóm polyamid sau đây:

– Sản phẩm của quá trình trùng ngưng các axit amin có dạng



– Sản phẩm của quá trình trùng ngưng giữa diamin và dicarbonaxit có cấu trúc:



2. Tính chất của polyamid

Polyamid là chất dẻo có màu vàng nhạt, đục mờ và nóng chảy trong khoảng nhiệt độ có giới hạn hẹp.

Ví dụ: Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$) của một số loại PA như sau:

PA6: 210 – 215 $^{\circ}\text{C}$	PA11: 186 – 187 $^{\circ}\text{C}$
PA66: 255 – 264 $^{\circ}\text{C}$	PA6.10: 215 – 223 $^{\circ}\text{C}$

Nhiệt độ nóng chảy của polyamid phụ thuộc vào số lượng của mỗi nối hydro có thể tạo thành mạch cao phân tử lập thể. Do sự phụ thuộc vào nhóm metylen (CH_2) trong mạch chính mà các phân tử có thể kết hợp với hydro đến 100% hoặc ít hơn. Do có khoảng nhiệt độ nóng chảy hẹp, cấu trúc các mạch phân tử cân đối lại nằm song song với nhau, nên polyamid mới có số pha kết tinh cao và ít bị tán sắc. Nếu trong phân tử của PA, các hydro trong nhóm NH được thay hoàn toàn hay một phần bằng nhóm metyl, etyl, hoặc các nhóm khác thì nhiệt độ nóng chảy và mức độ kết tinh giảm. Polyamid không hoà tan trong các chất hoà tan bình thường như cồn, este, xeton, hydrocacbon; nhưng nó lại hoà tan trong các chất hoà tan lỏng có độ phân cực lớn như phenol và axit (axit sunfuric, axit axetic và axit formic) cũng

như sẽ hoà tan trong các muối (PA6 có thể trở lên dẻo trong hỗn hợp clorua calci, rượu metyl), PA bền với dầu, mỡ, nước, nấm mốc.

Nếu nhóm CH_2 tăng thì độ cứng của PA giảm, môđun đàn hồi thấp. Khi đó độ bền hoá học và tính chất cách điện tăng.

Phân tử lượng thấp, mạch đại phân tử ngắn thì polyme có lượng pha kết tinh cao và không phân tán. Do đó, khoảng nhiệt độ nhỏ và PA dễ chảy lỏng, độ nhớt của vật liệu khi nóng chảy rất thấp.

Tỷ lệ giữa các pha kết tinh và pha vô định hình trong các polyamid phụ thuộc vào điều kiện gia công, chế tạo, nhiệt luyện, khối lượng độ ẩm và sự có mặt của chất phụ gia...

Một số tính chất của polyamid được trình bày ở bảng 2.25:

BẢNG 2.25. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA POLYAMID

Tính chất	Polyamid		
	PA6	PA11	PA66
Tỷ trọng, g/cm ³	1,14	1,04	1,14
Độ bền, N/mm ²			
– khi kéo	50 – 80	50 – 70	80 – 100
– khi uốn	70 – 100		100 – 110
– khi nén		60 – 110	100 – 120
Môđun đàn hồi, N/mm ²	500	100 – 200	1600
Độ dai va đập, kJ/m ²	100 – 160		100 – 160
Biến dạng tương đối, %	200 – 350	200 – 300	10 – 100
Độ cứng theo Brinell, MN/mm ²	50 – 80	40 – 50	8 – 10
Độ bền nhiệt, °C			
– theo Maclen	50 – 55	50 – 55	65
– theo Vik	160 – 180	160 – 165	230
Nhiệt độ giòn, °C	Từ –25 đến –30	Từ –55 đến –70	Từ –25 đến –30
Độ thấm nước	8 – 12	0,5 – 1,5	7 – 8
Độ thấm dầu, xăng, %	0,0	0,0	0,0
hệ số giãn nở dài	$10,0 \cdot 10^{-5}$	$11,0 \cdot 10^{-5}$	$(5 - 6) \cdot 10^{-5}$
Hệ số dẫn nhiệt, kcal/kg.°C	0,21	–	0,21 – 0,25
Hệ số ma sát	–	0,12 – 0,18	0,15
Nhiệt dung riêng, kcal/kg.°C	0,54	0,58	0,50
Điện trở riêng thể tích, $\Omega \cdot \text{cm}$	10^{14}	10^{14}	10^{14}
Điện trở riêng bề mặt, Ω	$10^{13} - 10^{14}$	–	–
Độ thấm điện môi ở 10^6Hz	4,2	3,7	4,0
Tang góc hao tổn điện môi ở 10^6Hz	0,25 – 0,04	0,02 – 0,03	0,02
Điện thế đánh thủng, kV/mm	16	25	20 – 25

Nhìn vào bảng có thể nhận thấy rằng PA có tỷ trọng không lớn, nhưng độ bền va đập cao, bền với dầu mỡ, hệ số ma sát nhỏ và các tính chất cách điện cũng không thấp. Tính chất cơ học của vật liệu PA phụ thuộc vào số cacbon có trong mạch.

Độ bền hoá chất của PA không cao, rõ ràng nhất là có phản ứng thủy phân trong môi trường của amid. Nước thường ở 100°C không tác dụng đến môi trường của các amid, nhưng khi ở 150°C hoặc lớn hơn và có áp suất thì có thể quan sát thấy hiện tượng thủy phân. Khi có tác dụng với PA nhanh hơn nước đôi chút, nhưng với axit thì không quan sát được hiện tượng thủy phân rõ rệt. Đặc biệt với axit khoáng với nồng độ không cao, cũng có ảnh hưởng mạnh đến PA. Các axit hữu cơ mạnh trong môi trường nước cũng gây ra phân huỷ polyamid, nhưng các axit hữu cơ yếu hầu như không tác dụng đến các liên kết amin.

Dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời, các tia cực tím và sự thay đổi của độ ẩm cũng gây nên sự phá huỷ của mạch đại phân tử và làm giảm phân tử lượng, giảm tính chất cơ – lý của PA. Sự phá huỷ của mạch đại phân tử bắt đầu từ liên kết amin trong nhóm amid – CO – NH – . Có thể làm tăng độ chịu ánh sáng của PA bằng cách cho thêm vào 0,01 – 1,0% các muối vô cơ và hữu cơ của magiê và của đồng trong đó tích cực nhất là naftenat đồng.

Nhằm chống lại sự tác động của ánh sáng còn có thể tính đến các amin thơm như fenil-β-naftiamin, fenil-α-naftiamin.

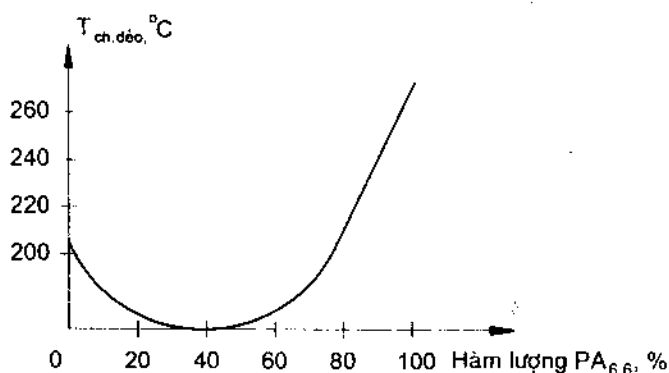
Độ bền nhiệt của PA tăng, nếu thêm vào 2 – 3% N,N' – difenyl – n – fenilendiamin hoặc N,N' – β – dinaftyl – n – fenilendiamin.

Độ thấm nước của polyamid khá lớn. Khả năng cách điện của polyamid giảm khi tăng độ hút nước và nhiệt độ.

Gia công: Polyamid có thể gia công bằng nhiều phương pháp khác nhau như: đúc thông thường, đúc phun, ép, cán, đùn, chuốt, dập, quay ly tâm... Quay ly tâm thường được dùng với PA6 để chế tạo các sản phẩm có kích thước lớn như $\phi 1,2\text{m}$ và trọng lượng đến 30kg. Nhược điểm của PA khi gia công là nhiệt độ nóng chảy cao, khoảng nhiệt độ nóng chảy hẹp, rất khó kết hợp với chất hoá dẻo và các chất ổn định.

Để khắc phục các nhược điểm trên của PA người ta tạo ra các PA hỗn hợp hay còn gọi là chất đồng trùng ngưng của PA. Loại này sẽ có nhiệt độ nóng chảy thấp, vùng chảy dẻo rộng hơn (30°C) và lúc đó có thể dùng các máy thông thường để chế tạo những sản phẩm bằng phương pháp đúc phun.

Đồ thị hình 2.5 dưới đây biểu diễn tính chất của hỗn hợp hai loại PA₆₆ và PA₆:



Hình 2.5. Tính chất của hỗn hợp PA₆ với PA₆₆

Hỗn hợp polyamid dùng trong việc tạo màng, vật liệu phủ lên gỗ, thép, bê tông, gốm, da như là vật liệu đệm hoặc keo dán. Vật liệu dạng này dễ dàng kết hợp với chất hoá dẻo, chất phòng lão, chất màu, ...

Polyamid phân tử lượng thấp thường dùng để trộn với nhựa epoxy với chức năng là chất đông rắn. Nhựa polyamid cũng rất dễ gia công bằng phương pháp hàn. Chính polyamid rất dễ nhạy bén chuyển sang trạng thái mềm khi có axit, vì vậy, khi hàn nên sử dụng dòng anốt nóng với nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ nóng chảy khoảng 30 - 50°C. Do PA là loại vật liệu phân cực nên có thể hàn bằng dòng cao tần.

Polyamid cũng có thể dán bằng axit fomic có nồng độ 85 - 98% hoặc bằng dung dịch PA với axit fomic đậm đặc. Nếu giảm nồng độ của axit fomic (thấp hơn 85%) sẽ làm cho chất lượng keo dán giảm đi nhiều. Để dán các chi tiết bằng Polyamid với nhau, cần phải làm sạch bề mặt và quét lên đó một lớp keo và để se lại sau đó mới ép nhẹ và nên dán khi nhiệt độ môi hàn vào khoảng 100 - 110°C. Cần làm sạch hết các axit fomic còn lại trên bề mặt vật liệu, nếu không sẽ làm cho mối hàn dễ phá hủy.

3. Ứng dụng của PA

Hiện nay PA được dùng nhiều trong việc chế tạo sợi, chi tiết máy, (ổ trượt, bánh răng, pully,...).

3.1. Sợi polyamid

Như chúng ta đã biết, phần lớn vật liệu từ polyamid được dùng để kéo sợi. Sợi polyamid vừa nhẹ, lại có độ bền mòn cao, bề mặt ngoài đẹp dùng để sản xuất vải nhung, vải quần áo, vải phủ bọc, cốt băng tải, bít tất các loại, lưới đánh cá, làm màng cho các lớp xe đạp, xe máy, ô tô và cả trong máy bay.

Từ sợi polyamid còn dùng để chế tạo ra màng lọc các chất kiềm và trung tính, bện cáp, chảo công nghiệp đánh cá và trong các hầm lò. Vải từ sợi PA được dùng để dệt ống mềm trong các thiết bị dẫn khí.

Bảng 2.26 so sánh tính chất của một vài loại sợi với sợi PA6 và PA66.

BẢNG 2.26. SO SÁNH TÍNH CHẤT CỦA MỘT VÀI LOẠI SỢI VỚI SỢI PA6 VÀ PA66

Dạng sợi	Độ thấm nước ở 65% độ ẩm tương đối, %	Độ bền kéo, N/mm ²	Độ bền ở môi trường ướt, so với môi trường khô, %	Biến dạng dài tương đối ở môi trường ẩm bình thường, %
Sợi Polyamid 6	4,4	69	85	30
Sợi Polyamid 66	4,4	54 – 71	91	25 – 28
Sợi Visco	13,5	37 – 46	48 – 69	14 – 21
Sợi bông	8,0	26 – 32	–	6 – 10
Sợi len	14,5	13 – 21	76 – 97	28 – 48

3.2. Sản phẩm chống ma sát

Nhựa polyamid được dùng nhiều trong ngành cơ khí chế tạo ra các loại chi tiết chịu ma sát: ổ trượt, vòng cách ổ lăn, thanh trượt và bánh răng,... Giới hạn tải trọng cho phép trong ổ trượt khi ma sát khô không vượt quá 2,5 – 4,0N/mm², khi bôi trơn bằng nước sẽ đạt tới mức 7,0 – 8,0N/mm², nhưng khi bôi trơn bằng dầu thì lại có mức 10 – 12N/mm². Bạc polyamid có thể làm việc ở nhiệt độ 80 – 85°C. Hệ số ma sát của PA với trục thép khi được bôi trơn bằng dầu không khác với hệ số ma sát của vật liệu bằng đồng, nhưng bạc đồng sẽ làm cho trục thép mòn nhiều hơn bạc PA. Hệ số ma sát giữa thép với bạc PA có dầu bôi trơn là 0,02 – 0,04, áp lực thay đổi từ 1,5 – 4,5N/mm². Nếu thay đổi tốc độ trượt trong khoảng 0,4 – 1,6 m/s hệ số ma sát sẽ giảm tới 2 lần. Cũng có thể tăng lực tác dụng lên bạc khi giảm chiều dày của bạc.

Nếu cho thêm vào trong nhựa polyamid các chất độn như bột grafit, bột chì, bột disulfit molibden khoảng 3 – 5% thì có thể tăng được hệ số dẫn nhiệt, mà vẫn duy trì được hệ số ma sát. Cũng có thể giảm hệ số ma sát của nhựa PA bằng cách cho vào trong nó khoảng 15 – 20% nhựa teflon.

3.3. Các sản phẩm khác

Ống từ nhựa PA được chế tạo bằng phương pháp đùn. Do vật liệu PA có khoảng nhiệt độ nóng chảy hẹp (3 – 5°C) cho nên khi chế tạo phải thường xuyên kiểm tra nhiệt độ và áp suất trên máy. Khi ống được đùn ra khỏi đầu đùn, cần phải làm nguội ngay để giữ được kích thước của ống. Do tính chất riêng của nhựa PA, nên ống PA được dùng để vận chuyển xăng dầu trong các máy, ống dẫn khí nén. Dùng ống PA vừa bền, vừa nhẹ lại có thể sử dụng trong khoảng nhiệt độ từ -60°C đến +100°C. Để chống lão hoá cho ống PA khi sử dụng ngoài trời có thể cho thêm vào hỗn hợp 1% đến 2% muối công nghiệp. Thường dùng PA11 và PA12 để sản xuất ống.

Nhựa PA được dùng nhiều trong ngành dệt, ngành điện (thường dùng loại PA6 và PA10), ngành thông tin cũng như các ngành công nghiệp khác để chế tạo ra bánh răng, bánh vít, trục vít, dụng cụ thể thao, thân van, ống chứa nhiên liệu, bánh đai, bầu lọc khí, thanh trượt,... Các chi tiết dạng khối bằng vật liệu PA có thể gia công bằng phương pháp đúc phun với nhiệt độ từ 230 - 260°C, áp lực đúc khoảng 160N/mm² và duy trì áp lực trong khuôn vào khoảng từ 30 - 50 giây tùy theo kích thước của sản phẩm.

Màng PA được dùng làm vật liệu lót, bít kín chống các chất dầu mỡ,... và nhờ có độ trong không thay đổi khi bị tác dụng của tia sáng và tia cực tím nên đã được dùng để làm mái che nhà vườn rau sạch.

Nhựa PA chưa biến tính không nên dùng làm keo dán vì tính kết dính kém đối với kim loại, gỗ và các vật liệu khác.

Keo chế tạo từ nhựa PA có thể sử dụng ở trạng thái nóng chảy hoặc hoà tan trong dung môi. Tính chất của chúng thay đổi trong phạm vi rộng phụ thuộc vào tỷ lệ của các monome ban đầu để chế tạo ra các chất polyamid khác nhau có trong thành phần của keo, phụ thuộc vào tỷ lệ và loại chất hoá dẻo cũng như chất độn có trong đó.

Khi sử dụng keo PA nóng chảy, phân tử lượng của keo thường dao động vào khoảng 2000 đến 10000, nhiệt độ gia công từ 100 đến 175°C. Ví dụ keo polyamid nóng chảy ký hiệu B-26 là loại keo có độ bám dính cao với các

vật liệu khác nhau. Keo được tạo bằng cách biến tính polyamid P.548 (trên cơ sở caprolactam-ε) bằng nhựa thông với sự có mặt của axit adipic. Nhiệt độ mềm dẻo của keo trong khoảng 90 – 105°C, chỉ số chảy của keo ở 150°C là 20 – 23g/10 phút. Mỗi dán keo khi dán các tấm hợp kim nhôm có ứng suất phá huỷ uốn là 5 N/mm². Khi dán da với phốt có độ bền xé rách là 809 N/2,5cm.

Keo polyamid ở dạng dung dịch là sản phẩm đa tụ của axit maleic và polymetylendiamin. Loại polyme này hoà tan trong rượu glycol và đóng cứng khi nung nóng. Nhằm tăng khả năng dính kết thường gia công thêm formaldehit để chuyển hoá thành nhựa metylol polyamid. Nhựa này đóng cứng khi nung nóng ở 100 – 150°C và trong môi trường axit hữu cơ.

Dùng nhựa metylol polyamid 25 – 30% trong rượu và nước làm keo dán thuỷ tinh vô cơ và hữu cơ, kim loại, gốm, da, bê tông, giấy,... có chất xúc tác và có thể dán ở nhiệt độ thường. Keo này có tính đàn hồi tốt, nhưng lại ít bền nhiệt và nước.

Bảng 2.27 nêu nên một số tính chất của keo metylol polyamid khi đã đóng rắn.

BẢNG 2.27. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA KEO METYLOL POLYAMID KHI ĐÃ ĐÓNG RẮN

Nhiệt độ nóng chảy của keo chưa đóng rắn, °C:	130
Độ bền bám dính, N/mm ²	
– nhôm (ở 20°C)	2,0 – 2,5
– nhôm (ở 150°C)	9,5 – 1,0
– kính vô cơ (ở 150°C)	20 – 25
– kính hữu cơ (ở 100°C)	17 – 20
– gỗ	9,0 – 10,0
– tectolit	3,0 – 4,5
– aminoplast (MF, UF)	2,0 – 2,5
– xốp polystyren	0,4 – 4,5
– da	0,5 – 0,6
– da có xử lý bề mặt bằng hoá chất	1,5 – 2,0

Qua số liệu ghi ở trên, ta thấy rằng keo metyl polyamid có tính bám dính tốt khi ở nhiệt độ cao, nên có thể dùng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp.

VIII – CHẤT DẸO ACRYLAT

1. Khái niệm

Đây là sản phẩm polyme và copolyme của các axit acrylic và metacrylic với các este, amid và nitril. Sản phẩm polyme của axit acrylic thì được gọi là polyacrylat.

Sản phẩm polyme trên cơ sở axit metacrylic – gọi là polymetacrylat.

Acrylat là một lớp các polyme đa dạng và rộng lớn. Trong số chúng có ý nghĩa kỹ thuật nhất là: polymetylacrylat, polyacrylamid, polyacrylnitril, polymethylmetacrylat (PMMA), polybutylmetacrylat.

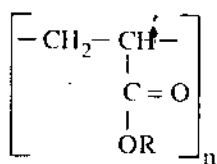
Polymethylmetacrylat và copolyme của nó được sử dụng để sản xuất thủy tinh hữu cơ, các sản phẩm đúc, ép và định hình, vật liệu tự động cứng.

Lớp polyme này gồm nhiều sản phẩm có tính chất cơ lý khác nhau. Từ chất dẻo mềm đến chất dẻo cứng, nhưng chúng có đặc tính là trong suốt, bền vững với tác dụng của ánh sáng và thời tiết.

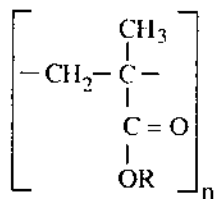
Thường polyacrylat được thu nhận bằng quá trình trùng hợp đơn phân với sự có mặt của chất khơi mào ở nhiệt độ bình thường hoặc ở nhiệt độ cao.

Polymethylmetacrylat và copolyme của nó là các polyme vô định hình, với sự sắp xếp vô tổ chức của các nhóm phụ.

Tuy nhiên, với điều kiện phản ứng trùng hợp nhất định người ta cũng tạo ra polymethylmetacrylat tinh thể có cấu trúc điều chỉnh lập thể. Công thức hoá học chung của hai lớp vật liệu này là:

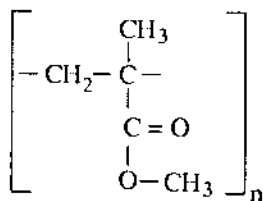


Polyacrylat



Polymetacrylat

PMMA không màu, trong suốt, cháy với ngọn lửa cháy sáng, có muối, mùi khét hắc, chua nồng, có tỷ trọng 1,17 – 1,20g/cm³ và công thức hoá học của nó như sau:



PMMA

2. Tính chất

Tất cả các polyme của este axit acrylic và metacrylic đều là sản phẩm trong suốt không màu có đủ loại: cứng, dẻo, mềm và dính ở nhiệt độ bình thường tùy thuộc vào cấu trúc của đại phân tử.

Đây là loại phân tử polyme nhiệt dẻo nên có thể gia công thành sản phẩm bằng các phương pháp khác nhau dùng cho chất dẻo nhiệt dẻo.

Polymetacrylat so với polyacrylat cứng hơn, song chúng đều là chất dẻo vô định hình, cho dù có kéo định hướng cũng không tạo thành dạng tinh thể như PS.

Song như đã nói ở trên, với chất xúc tác đặc biệt người ta có thể tạo ra các polyacrylat và polymetacrylat tinh thể trong quá trình trùng hợp.

2.1. Tính chất hoà tan và phân tử lượng

Tính hoà tan của polyacrylat và polymetacrylat chủ yếu là do các mạch nhánh quyết định. Lớp chất dẻo này hoà tan tốt trong các este, xeton, cacbua hydro thơm hoặc cacbua hydro được clorua hoá. Chúng không tan trong rượu có phân tử lượng thấp và trong cacbua hydro béo, song các chất này có thể dùng làm loãng các dung dịch trên với một liều lượng nhất định nào đó.

Phân tử lượng càng cao thì mức độ hoà tan càng kém.

Polyacrylat và polymetacrylat có thể dung hoà với các chất hoá dẻo như: Dibutyl ftalat; Dibutyl selaxilat; Tricrezil photphat; Các loại diphenyl được clorua hoá; Nitro xeluloz; Etyl xeluloz; và copolyme của các vinylclorid.

Riêng polymetacrylat còn có thể dung hoà với polyvinylaxetat, cao su được clorua hoá và phenolformaldehyt.

2.2. Tính chất hoá học

Polyacrylat và polymetacrylat là polyme có mạch cacbon chứa este ở mạch nhánh, vì vậy ở nhiệt độ bình thường nó bền vững với nhiều chất trong đó có cả axit loãng, kiềm loãng. Các polyme này không tác dụng với nước, rượu, dầu khoáng và dầu thực vật.

Làm thí nghiệm với độ hút nước của polymetacrylat: mẫu thử được ngâm trong nước từ 0 – 60°C thì độ hút nước vẫn không thay đổi là 1,5%, nhưng khi nhiệt độ tăng trên 60°C thì mức độ hút nước tăng nhanh: đạt 3% sau 3

ngày ở 100°C; 9% sau 100 ngày (mẫu thử có $M = 64000$ dvC). Nếu M giảm thì độ bền vững với nước cũng sẽ giảm.

2.3. Tính chất nhiệt học

Nhiệt độ thuỷ tinh hoá của polymetacrylat cao hơn nhiệt độ thuỷ tinh hoá của polyacrylat.

Chiều dài của nhóm ankyl (mạch nhánh) càng tăng thì nhiệt độ thuỷ tinh hoá càng giảm.

Các chất dẻo acrylat có nhiệt độ thuỷ tinh hoá cũng như nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiệt độ của loại vô định hình. Khi nung nóng các chất dẻo acrylat đến 160°C thì chúng mềm ra và ở nhiệt độ đó không có hiện tượng oxy hoá và không bị đứt mạch. Nhưng khi vượt quá nhiệt độ đó, quá trình đứt mạch tăng nhanh trong không khí.

Quá trình phân huỷ của chất dẻo acrylat chịu ảnh hưởng của độ dư thừa đơn phân trong polyme, độ ẩm trong chất hoá dẻo và các tạp chất khác.

Nếu cho thêm chất chống oxy hoá như diphenylamin hoặc phenyl α - naftylamin hoặc salixilat rezoxyn thì cản trở được quá trình phân huỷ do đứt mạch.

Nếu chất dẻo acrylat ở $t^{\circ}\text{C} > 250^{\circ}\text{C}$ thì quá trình phân huỷ càng nhanh và xảy ra phân huỷ hoàn toàn đến đơn phân ban đầu như là metylmetacrylic chẳng hạn, vì vậy người ta có thể tận dụng phế liệu để thu nhận chất đơn phân ban đầu.

2.4. Tính chất quang học

Tính chất quý nhất của các chất dẻo acrylat, đặc biệt polymethylmetacrylat (PMMA) là trong suốt, không màu, đồng thời bền vững trước tác động của thời tiết và khí hậu. Nếu tạo màu cho các polyme này, thì độ sáng của màu cũng sẽ giữ được trong thời gian dài.

PMMA có chỉ số khúc xạ cao nhất. Cho lọt qua 92% ánh sáng thường, đặc biệt có thể cho lọt qua 75 – 76% tia cực tím và phần lớn các tia hồng ngoại. Chỉ đứng sau thuỷ tinh thạch anh.

Thậm chí các tấm thuỷ tinh hữu cơ có độ dày lớn độ thấu sáng vẫn tốt. Tuy nhiên nếu chiều dày 6,3m thì độ trong suốt cũng giảm đi 50%. Vì vậy thường ứng dụng PMMA để sản xuất các dụng cụ quang học.

Tuy nhiên, thủy tinh hữu cơ có một nhược điểm so với kính vô cơ là dễ bị xước bề mặt dưới tác động của các hạt vật liệu có độ cứng cao (như cát chẳng hạn).

Để thu nhận vật liệu có chỉ số khúc xạ từ 1,59 – 1,69 phù hợp cho việc tạo ra thấu kính người ta đồng trùng hợp metymetacrylat với styren.

2.5. Tính chất cơ học

Tính chất cơ học của PMMA (bảng 2.28) do đại lượng gốc rượu trong nhóm este quyết định. Độ dài gốc rượu càng tăng thì chỉ số cơ học càng giảm.

BẢNG 2.28. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA NHÓM POLYMETACRYLAT

Tính chất	Polymetacrylat				
	Metyl	Etyl	n-Propyl	n-Butyl	Izobutyl
ρ , g/cm ³	1,19	1,11	1,06	1,05	1,02
σ_k , N/mm ²	63	35	28	7	24
Độ dai va đập, Ncm/cm ²	105	71	65	11,5	16
t° mềm, °C	125	65	38	30	70
Chỉ số khúc xạ	1,49	1,485	0,484	1,483	1,477

Tính chất cơ học của polyme chịu ảnh hưởng đáng kể của các tạp chất đơn phân, của dung môi và cả khối lượng chất hoá dẻo được đưa vào polyme. Cụ thể là lượng chất hoá dẻo tăng, trữ lượng đơn phân dư thừa, dung môi nhiều thì tính chất càng xấu.

Các chỉ số cơ lý và điện của PMMA không được hoá dẻo (xem bảng 2.29).

BẢNG 2.29. CÁC CHỈ SỐ CƠ LÝ VÀ ĐIỆN CỦA PMMA KHÔNG ĐƯỢC HOÁ DÈO

Tỷ trọng ρ , g/cm ³	1,18 ÷ 1,19
Độ bền kéo σ_k , N/mm ²	60 ÷ 80
Độ bền uốn σ_u , N/mm ²	80 ÷ 120
Độ bền nén σ_n , N/mm ²	100 ÷ 120
Độ giãn dài ϵ , %	2 ÷ 3
Độ dai va đập, N.cm/cm ²	120 ÷ 180
Môđun E, N/mm ²	2700 ÷ 2900

chỉ số của vật liệu trong điều kiện khí hậu cận nhiệt đới trong suốt 26 tháng thì các chỉ số đó giảm không đáng kể.

2.6. Tính cách điện

Thủy tinh hữu cơ là loại vật liệu cách điện, song do tính phân cực và dễ cháy nên chúng chỉ được sử dụng trong kỹ thuật điện tử và radio. Tuy nhiên, dưới tác dụng của hiện tượng phóng điện làm cho nó thải ra một lượng khí lớn CO_2 , CO và hơi nước, khí H_2 làm dập tắt tia lửa điện đó, vì vậy thủy tinh hữu cơ thường được dùng trong kết cấu của thiết bị phóng điện tần số cao trong môi trường khô.

Độ thấm điện môi với tần số 10^6Hz sẽ được tăng khi nhiệt độ tăng, nhưng tang góc hao tổn điện môi trong khoảng nhiệt độ $-40 \div 80^\circ\text{C}$ hầu như không thay đổi, điện trở suất cũng tăng khi nhiệt độ tăng, khi tăng tần số dòng điện, tang góc hao tổn điện môi ít thay đổi trong dải tần số $10^5 - 10^7\text{ Hz}$. Ngoài dải tần số này thì hệ số trên lại tăng.

Dưới tác dụng của các tia bức xạ, các tia điện tử có tốc độ cao làm cho vật liệu có mạch ngang trở nên giòn, dưới tác dụng của bức xạ các polyme này dễ bị phân huỷ do phân đoạn, để khắc phục cho thêm các chất cacbua hydro thơm hay cacbua mạch vòng.

2.7. Tính tạo màu

Ta có thể dùng phương pháp tạo màu:

- Tạo màu trong vật liệu có nghĩa là màu phân tán trong chất đơn phân chịu được tác dụng của ánh sáng, nhiệt độ cao và các peroxit.
- Tạo màu trên bề mặt bằng phương pháp: nhúng hoặc quét bằng chổi, in hoặc, phủ kim loại lên trên bề mặt.

Tạo màu cho chất dẻo PMMA ở dạng vật liệu nhão thường dùng loại vật liệu tan được trong monome, chịu được các oxit, ánh sáng mặt trời và nhiệt độ cao. Bột màu cho vào trong thủy tinh hữu cơ để sản xuất tạo ra sản phẩm dạng bán trong hay không trong suốt cũng đều có kích thước hạt trong khoảng $0,8 - 4\mu\text{m}$.

Tạo màu trên bề mặt sản phẩm được tiến hành bằng nhiều phương pháp: nhúng sản phẩm trong chất màu, phun màu, quét màu bằng chổi sơn, in màu hoặc mạ. Tạo màu bằng phương pháp nhúng có thể dùng dung dịch cồn anilin ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) nung nóng đến 55°C và nhúng trong vòng 5 đến 10 phút tùy theo kích thước sản phẩm. Sản phẩm sau khi được sơn xong nên rửa

bằng cồn và phơi khô ngoài không khí. Phương pháp này tạo ra sản phẩm có độ trong suốt.

Muốn tạo màu một mặt của sản phẩm, nên dùng loại màu dạng mỡ, loại sơn trắng men, sơn nitro, và sơn tan trong cồn.

Những loại sơn tan trong cồn thường dùng là nigrozin (màu đen), hỗn hợp crizoidin và rodamin (màu đỏ chói), metyl tím (màu tím), rodamin (màu mặn chín)... Với các loại chất màu thường dùng: kẽm, titan (màu trắng), than (màu đen), cadmi xanh và vàng, oxit sắt (màu đỏ, da cam và vàng), coban và crom,...

3. Ứng dụng của polymethylmetacrylat

3.1. Thanh, ống và tấm

Thanh, ống và tấm thường được chế tạo bằng cách tổng hợp methylacrylat hoặc dung dịch polymethylmetacrylat trong metacrylat "xiro" trong block.

a) Thanh

Từ vật liệu PMMA tốt nhất nên chế tạo bằng cách trùng hợp từ nguyên liệu dạng xiro dưới áp suất trong khuôn thép hoặc thuỷ tinh vô cơ. Nhằm loại trừ ảnh hưởng xấu do độ co, bọt khí nằm ở phía trên của sản phẩm cần phải nung nóng từ từ trong bể nước đến lúc thực hiện hoàn toàn quá trình trùng hợp của polyme.

"Xiro", có độ nhớt $0,5 - 2,5 \text{ N/mm}^2$ rất thuận lợi cho việc đổ vào khuôn, được chuẩn bị để đồng trùng hợp có thể không cần các chất khơi mào phản ứng thì với liều lượng $0,05 - 0,1\%$ trong thời gian 2 giờ ở 80°C và có khuấy nhẹ. Trong "xiro" có chứa $5 - 10\%$ polyme cần phải có chất khơi mào trước khi đổ vào khuôn. "Xiro" có thể tạo ra bằng cách hoà tan polymethylmetacrylat trong methylmetacrylat.

b) Ống

Có thể tạo ra ống bằng cách quay ly tâm "xiro" ở $110 - 160^\circ\text{C}$. Quá trình trùng hợp sẽ được tiến hành trong môi trường khí trơ. Chiều dài sản phẩm phụ thuộc vào kích thước của ống và số lượng vật liệu chứa trong đó.

c) Các tấm thuỷ tinh hữu cơ

Được gia công ở dạng có hoặc không có chất hoá dẻo đều thực hiện bằng cách trùng hợp các monome trong khuôn là các tấm kính thuỷ tinh vô cơ có hoặc không được mài nhẵn. Chất hoá dẻo dibutylfitalat cho vào trong monome khoảng $3 - 10\%$. Để đảm bảo độ trong suốt và không có vết nứt bề

mặt, cần phải chọn tấm thủy tinh vô cơ có bề dày khoảng 2 – 8mm tùy thuộc vào kích thước sản phẩm. Kính khuôn phải được rửa sạch, sấy khô mới được đưa vào sử dụng. Khuôn cần để ở vị trí thẳng đứng để đổ monome hoặc “xiro” có 0,1 – 1,0% chất khơi mào. Trùng hợp polyme trong khuôn cần thực hiện trong lò chuyên dùng hoặc trong bể có nước sôi được chảy tuần hoàn.

Người ta cũng sử dụng dây chuyền sản xuất kính hữu cơ trong khuôn thép với áp lực 2 – 6atm của khí CO₂. Sản phẩm có ngót đều và không bọt khí.

Tấm kính hữu cơ được chế tạo bằng phương pháp đùn cán sẽ không có độ trong suốt cao như theo yêu cầu của kính máy bay, nhưng nó cũng rất cần cho các chi tiết cần có tính trong suốt của hàng loạt thiết bị. Kính thủy tinh hữu cơ trong máy bay thường được chế tạo với độ dày 0,8 – 24mm và kích thước 1400 × 1600mm có hoặc không có hoá dẻo. Các loại kính có được phân loại theo trạng thái bề mặt và khả năng chiếu sáng. Độ bền của kính không có hoá dẻo cao hơn loại có hoá dẻo. Khả năng sử dụng kính thủy tinh hữu cơ thường lấy vào khoảng 0,3 đến 0,33 độ bền ban đầu khi kéo hoặc khi uốn. Trong bảng 2.31 có ghi tính chất cơ - lý của loại thủy tinh hữu cơ dùng trong máy bay.

BẢNG 2.31. TÍNH CHẤT CƠ - LÝ CỦA KÍNH HỮU CƠ DÙNG TRONG MÁY BAY

Tính chất	Kính hữu cơ có hoá dẻo	Kính hữu cơ không hoá dẻo
Độ bền kéo, N/mm ²	65	78
Biến dạng dài tương đối, %	2,5	3,0
Môđun đàn hồi, N/mm ²	2700	2900
Độ dai va đập, kJ/m ²	12	12
Độ cứng theo Brinel, N/mm ²	18	21

Trong ngành hàng không cũng như trong các ngành khác thường dùng kính hữu cơ không màu dùng làm mái vòm, mũ,... Để làm tăng độ bền của kính hữu cơ, cần phải kéo chúng ở nhiệt độ 140 – 150°C theo hai phương ngang và dọc của tấm kính. Theo nhiều kết quả của các nhà nghiên cứu cho biết thì làm như vậy sẽ tăng được độ dai va đập lên 5 – 7 lần và bền vững với cọ sát.

Khi chế tạo các vòm, nền dùng kính có hai lớp được dán lại với nhau bằng màng keo polyvinylbutyral.

Thủy tinh hữu cơ ít được dùng trong ôtô, bởi vì khi hoạt động trên đường thường hay bắt bụi do tích tĩnh điện ma sát, và bụi làm xước mặt kính, từ đó

độ sáng của kính sẽ giảm. Kính hữu cơ lại được dùng trên nóc các ô tô bởi vì nó dễ tạo ra các màu khác nhau.

Kính thủy tinh hữu cơ màu được dùng nhiều trong trang trí nội thất. Việc tạo màu cho các kính thủy tinh hữu cơ có nhiều cách khác nhau. Màu trắng sữa được tạo bởi chất màu oxit titan hoặc hỗn hợp kẽm sulfua với bari sulfat, hoặc pha thêm polyme trong suốt khác như polystyren (là loại vật liệu có hệ số khúc xạ khác hẳn so với polymetyl metacrylat). Cách làm: Cho nhựa PS phân tử lượng thấp ($M = 10000 - 18000$) tan trong metylmetacrylat, sau đó trùng hợp trong khuôn. Trong quá trình trùng hợp PS sẽ xa lắng và tạo hiệu ứng mờ nhám đen.

Thủy tinh hữu cơ dày 3 mm với hệ số thấm sáng 0,4 – 0,7 được thu nhận khi cho thêm 2,5 – 5,0 phần trọng lượng PS trên 100 phần metylmetacrylat.

Tạo hình chi tiết ở nhiệt độ 150 – 160°C có áp lực khí nén hoặc chân không. Thủy tinh hữu cơ cũng có thể gia công bằng phương pháp dập với áp suất 8N/mm² và nhiệt độ 150°C. Ngoài ra, thủy tinh hữu cơ cũng rất dễ hàn và dán. Độ bền mối hàn cũng gần tương tự độ bền của vật liệu chính.

Thủy tinh hữu cơ có thể hàn bằng dòng khí anốt nóng ở nhiệt độ 200 – 300°C. Que hàn được dùng bằng chính vật liệu của nó.

Dán kính hữu cơ bằng cách cho dung môi (dicloetan, cloruaform, axit dấm, metylmetacrylat,...) hoặc 3 – 5% bột polyme PMMA tan trong dung môi.

3.2. Chi tiết ép và đúc phun

Trên cơ sở metylmetacrylat sẽ nhận được các polyme nhiệt dẻo rất thuận lợi cho việc gia công bằng phương pháp đúc phun các chi tiết kỹ thuật. Tổng hợp metylmetacrylat có 5% xúc tác bằng phương pháp liên tục trên máy hai trục vít ở 150°C sẽ nhận được polymetylmetacrylat. Trục vít có đường kính 90mm và chiều dài 1200mm quay với vận tốc 3 vòng/phút. Với năng suất 5,2kg/giờ thì monome còn lại trong polyme vào khoảng 3,4%. Sản phẩm polymetylmetacrylat ra khỏi đầu đùn của máy đùn trục vít có thể cắt tạo hạt, dùng cho công nghệ đúc phun hoặc cán tấm hoặc tạo thành các thanh profile.

Polymetylmetacrylat dùng cho công nghệ ép ở dạng hạt có thể thu nhận ở 100 – 130°C theo đơn liệu sau: nước 4700g; peroxit benzoil 7,5g; sunfatnatri 38g; metylmetacrylat 1400g; polyacrylatnatri 12,5g; stearic axit 15g.

3.3. Chất dẻo tự đông rắn

Chất dẻo tự đông rắn được sản xuất từ polyme nhũ tương cũng như copolyme metylmetacrylat với styren và metacrylat. Trong cả hai trường hợp đều nhận được polyme dạng bột, chất màu, chất đông rắn. Chất màu nhằm làm cho vật liệu có màu sắc như mong muốn, còn thời gian sống của nhựa đến khi đông rắn phải điều chỉnh và cho thêm một lượng nhỏ chất ức chế ví dụ chất hydroquinon $C_6H_4(OH)_2$ (0,005%) hay chất tri-n-hexilamin (1%).

Đông rắn nguội thường dùng peroxit benzoyl và dimetylanilin.

Chất dẻo tự đông rắn thường được dùng trong công nghệ tạo khuôn, sản xuất đá mài, xi măng, trồng răng, mẫu đúc,...

Ví dụ: Chất dẻo tự đông rắn ACT-T dạng bột được sản xuất từ polymetylmetacrylat nhũ tương có chất màu và peroxit benzoyl (1% phần trọng lượng) và chất lỏng bao gồm (dung dịch dimetylanilin trong metylmetacrylat). Trước khi sử dụng chất dẻo bột (2 phần trọng lượng) trộn với chất lỏng (1 phần trọng lượng), hỗn hợp chuyển dần từ trạng thái sền sệt sang trạng thái rắn. Vì vậy chỉ sau 10 – 15 phút phải đổ vào khuôn và giữ dưới áp lực trong vòng 10 – 15 phút ở nhiệt độ 25 – 30°C. Độ co vào khoảng 0,4 – 0,6%. Tính chất của vật liệu ACT-T xem bảng 2.32.

BẢNG 2.32. TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU ACT – T

Tỷ trọng, g/cm ³	1,16 – 1,18
Độ bền kéo, N/mm ²	45 – 50
Độ bền nén, N/mm ²	120 – 160
Độ bền uốn, N/mm ²	80 – 120
Độ dai va đập, kJ/m ²	8 – 12
Độ cứng theo Brinel, N/mm ²	1,3 – 1,9
Độ bền nhiệt theo Vik, °C	90
Độ thấm nước, %	0,14

Trên cơ sở copolyme butylmetacrylat đã sản xuất được ra các hợp chất MBK dùng trong công nghiệp điện. Đó là dung dịch đặc, trở thành trạng thái rắn ở 80 – 120°C, nhưng nếu thêm chất khơi mào thì có thể đông rắn ở nhiệt độ thường. Hợp chất MBK rất bền với nước và tính chất cách điện rất tốt, nên nó được dùng nhiều trong ngành điện để cách điện khi phải ngâm trong

nước. Hợp chất MBK tốt nhất nên cho đông rắn ở nhiệt độ 70 – 75°C trong thời gian 8 giờ và sau đó tiếp tục nâng nhiệt độ lên 100 – 105°C cũng với thời gian 8 giờ nữa mới cho sản phẩm đạt chất lượng cao.

Tính chất của nhựa MBK xem bảng 2.33.

BẢNG 2.33. TÍNH CHẤT CỦA NHỰA MBK

Tỷ trọng, g/cm ³	1,06
Độ bền kéo, N/mm ²	8,5 – 13
Độ giãn dài tương đối, %	200 – 250
Độ thấm nước, %	
– sau 24 giờ	0,07 – 0,08
– sau 20 giờ	0,16 – 0,17
Điện trở riêng thể tích, Ω .cm	
– với 20°C	10^{14}
– với 100°C	$10^{12} - 10^{13}$
– sau 10 ngày ngâm nước	$10^{12} - 10^{13}$
Tang góc hao tổn điện môi ở 50 Hz	
– với 20°C	0,06 – 0,062
– với 100°C	0,005
– sau 10 ngày ngâm nước	0,07 – 0,08
– với 20°C và tần số $10^6 - 10^7$ Hz	0,01
Độ thấm điện môi ở 50Hz	
– với 20°C	2,9 – 3,1
– với 100°C	4,1 – 4,3
– sau 10 ngày ngâm nước	3,6 – 3,7
Điện thế đánh thủng, kV/mm	20 – 28

3.4. Các copolyme của metylmetacrylat

Polymethylmetacrylat có độ cứng bề mặt không cao, bền nhiệt thấp, độ chảy kém, cho nên nó được kết hợp với các polyme khác, nhằm tạo ra loại vật liệu khắc phục những nhược điểm trên. Polymethylmetacrylat copolyme với acrylonitril và styren. Đưa acrylonitril vào trong mạch của copolyme sẽ làm tăng độ bền nhiệt và độ bền cơ học của vật liệu. Copolyme methylmetacrylat với styren sẽ có độ trong suốt cao, để tạo các màu sắc khác nhau. Người ta hay dùng loại vật liệu này để sản xuất ra các sản phẩm gia dụng giả pha lê và các sản phẩm mỹ thuật khác.

Copolymer metylmetacrylat với styren và acrylonitril bền với xăng dầu, có độ cách điện tốt rất phù hợp sản phẩm cách điện và có các tính chất như bảng 2.34.

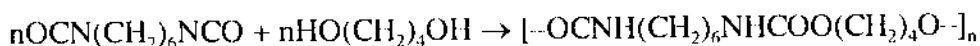
BẢNG 2.34. TÍNH CHẤT CỦA COPOLYMER METYLMETACRYLAT

Độ thấm điện môi ở 10^6Hz	2,9
Tang góc hao tổn điện môi ở 10^6Hz	0,018
Điện trở riêng thể tích, $\Omega\cdot\text{cm}$	$4\cdot 10^{16}$
Điện thế đánh thủng, kV/mm	24

Vật liệu này được dùng nhiều trong ngành ô tô, máy bay, điện và điện tử. Công nghệ chính để gia công loại nhựa này là đúc phun ở $200 - 220^\circ\text{C}$ với áp lực 1200 – 1500 at.

IX – POLYURETAN (PU)

Polyuretan nhiệt dẻo (mạch sợi) là sản phẩm được sản xuất ra từ diisocyanat $[\text{OCN}(\text{CH}_2)_6\text{NCO}]$ với glycol $[\text{HO}(\text{CH}_2)_4\text{OH}]$. Từ hexametylendiisocyanat và 1,4 – butadiol sẽ nhận được polyuretan rất thuận tiện dùng trong việc kéo sợi và để gia công các chi tiết, vật dụng khác bằng phương pháp đúc phun, phản ứng hoá học giữa chúng được thể hiện:



1. Tính chất của polyuretan

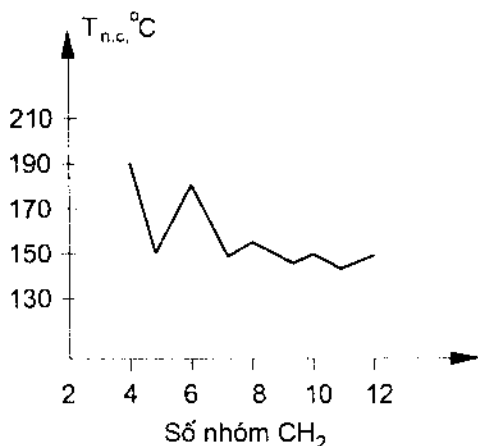
Do tính chất đặc biệt của polyuretan mà nó có thể tồn tại ở các dạng: chất dẻo nhiệt dẻo, chất dẻo nhiệt rắn, cao su, tùy thuộc vào số các nhóm chức năng trong các monome ban đầu dùng để tạo ra polyuretan vật liệu giòn, vật liệu mềm, và vật liệu cứng.

Trong thực tế quan sát thấy nhiệt độ nóng chảy của polyuretan mạch sợi phụ thuộc vào số nhóm methyl (CH_2) chẵn hoặc lẻ (hình 2.6).

Khi chiều dài mạch phân tử ban đầu tăng thì nhiệt độ nóng chảy giảm đến 128°C , đó là nhiệt độ chảy của polyuretan.

Trimetylglycol và hexametylen diisocyanat tạo ra polyuretan dạng tinh thể có nhiệt độ nóng chảy 164°C , còn từ 1,6 – hexadion và hexametylen diisocyanat polyme lại có nhiệt độ nóng chảy là $140 - 160^\circ\text{C}$.

Trong thực tế cần dùng nhựa polyuretan cấu trúc mạch sợi với nhiệt độ nóng chảy lớn hơn 160°C .



Hình 2.6. Sự phụ thuộc nhiệt độ nóng chảy vào 1,4 - butan và diizoxianat mạch thẳng vào chiều dài mạch polyme

Phân tử lượng polyeste và cấu trúc của nó có ảnh hưởng lớn đến tính chất của polyuretan. Phân tử lượng càng thấp và có nhiều mạch nhánh thì sản phẩm của polyuretan càng cứng. Polyuretan được sản xuất từ polyeste và Diizoxianat dùng để chế tạo keo, sợi, cao su và các vật liệu khác.

Một đặc điểm giống PA là mạch đại phân tử của nó tương đối ngắn, nhưng lại có vị trí song song với nhau, và giữa nhóm CO và NH của mạch phân tử kế nhau có mối liên kết hydro giống như của PA, vì vậy tính chất của PU có nhiều nét giống PA.

Tương tự như polyamid, formaldehit khi nung nóng, với sự tham gia của axit, sẽ phản ứng với polyuretan tạo thành polyme có cấu trúc mạch lưới. Nhiệt độ nóng chảy của polyuretan thấp hơn của polyamid. Khi nhiệt độ tăng quá 220°C vật liệu phân huỷ dần thành các chất đơn phân ban đầu. Tất cả các polyuretan đều ít hút nước, bởi vì trong mạch đại phân tử có mặt của nhóm este và phân hợp chất béo trong mạch. Khi tăng nhóm CH_2 trong mạch polyuretan thì độ bền nước sẽ tăng, nhưng lại làm giảm nhiệt độ nóng chảy và giảm bền hoá học. Polyuretan rất bền với thời tiết, bền với tác dụng của

oxi và ozon trong không khí. Tính chất này của polyuretan vượt trội hơn hẳn polyamid.

2. Ứng dụng

2.1. Sợi và chi tiết đúc phun

Polyuretan cấu trúc mạch sợi được chế tạo từ hexametylen diisoxianat và 1,4- butadiol là vật rắn có màu trắng ngà. Loại vật liệu này hoàn toàn giống với PA6 và PA66. Loại polyuretan này bền với axit hữu cơ và axit vô cơ; bền với các dung dịch kiềm loãng; bền vững với cacbua hydro thơm và cacbua hydro béo, cacbua hydro được clorua hoá; bền vững với các aldehyt, xeton, dầu hữu cơ và dầu khoáng. Nó tan trong phenol, krezol và axit sunfuric đậm đặc và axit focmic. Phân tử lượng của nó vào khoảng 13000 – 15000, polyme rất thuận lợi cho việc chế tạo sợi từ nhựa nóng chảy. Nếu dùng để chế tạo các chi tiết máy cần dùng loại polyme có phân tử lượng càng cao càng tốt.

Chế tạo sợi từ nhựa polyuretan khó hơn từ vật liệu polyamid, bởi vì polyuretan rất nhanh kết tinh, khó kéo và do ít hút ẩm nên khó tạo màu hơn so với polyamid. Sợi polyuretan nhờ có khả năng hút nước thấp và bền hoá học cao, nên thường được dùng để chế tạo ra các lưới bọc, bền với nước sôi và axit; nó cũng dùng để bọc dây cáp và làm dây dù, vải dù,...

Sợi polyuretan có độ bền kéo vào khoảng 400 – 450N/mm², biến dạng dài tương đối 12 – 14%, đặc biệt là độ bền uốn khi ngâm trong nước còn lại bằng 90% độ bền khi ở môi trường khô.

Polyuretan nhiệt dẻo có thể gia công ở nhiệt độ 180 – 185°C và được dùng trong công nghiệp điện, điện tử. Vật liệu loại này có thể làm việc lâu dài trong môi trường ẩm ở nhiệt độ 100 – 110°C mà tính chất cơ lý không thay đổi.

Tính chất cơ lý của polyuretan được giới thiệu ở bảng 2.35.

BẢNG 2.35. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA POLYURETAN

Tỷ trọng, g/cm ³	1,21
Nhiệt độ nóng chảy, °C	176 – 180
Độ bền, N/mm ² – khi kéo – khi uốn – khi nén	50 – 60 70 – 80 80 – 85
Độ dai va đập, kJ/m ²	50
Độ bền nhiệt, °C – theo Mactin – theo Vik	60 150 – 165
Độ thấm nước, % – sau 24 giờ – sau 1 tuần – tối đa	0,1 0,25 2,0
Hệ số truyền nhiệt, kcal/m.h.°C	0,27
Hệ số giãn nở nhiệt, mm/mm.°C	$(13 - 13,5) \cdot 10^{-5}$
Độ co khi ép, %	1 – 1,2

Tính chất cách điện của polyuretan sau 7 ngày ngâm trong nước được giới thiệu ở bảng 2.36.

BẢNG 2.36. TÍNH CHẤT CÁCH ĐIỆN CỦA POLYURETAN SAU 7 NGÀY NGÂM TRONG NƯỚC

	Mẫu thử ban đầu	Sau 7 ngày
Điện trở riêng thể tích, Ω.cm	$(1 - 2) \cdot 10^{14}$	$(5 - 8) \cdot 10^{13}$
Tang góc hao tổn điện môi ở 10 ⁶ Hz	0,014 – 0,020	0,035 – 0,04
Độ thấm điện môi	4,5 – 4,8	4,5 – 4,7
Điện thế đánh thủng, kV/mm	20 – 25	15 – 20

2.2. Vật liệu polyuretan xốp

Xốp polyuretan được chia làm hai loại: xốp đàn hồi và xốp cứng.

Công nghệ chế tạo xốp polyuretan được tiến hành theo các bước sau:

– Trộn rượu hai nguyên tử với diisoxianat;

– Trộn rượu hai nguyên tử với diizoxianat và một ít nước với mục đích nhận được vật liệu có khối lượng riêng nhỏ;

– Trộn polyeste với diizoxianat và một ít nước.

Phương pháp thứ ba được dùng nhiều nhất và có thể tạo ra cả xốp đàn hồi và xốp cứng. Trong công nghệ có thể thực hiện “một giai đoạn” khi các thành phần được đổ vào máy trộn và trộn cùng một lúc; hoặc “hai giai đoạn” khi polyme (polyesteizoxianat) thu được từ polyeste và diizoxianat trộn lẫn với nước, rượu hoặc các thành phần khác.

Trong phương pháp một giai đoạn, tốc độ phản ứng xảy ra nhanh hơn và phương pháp hai giai đoạn phản ứng xảy ra chậm hơn, nhưng trong phương pháp hai giai đoạn có thể điều chỉnh được mật độ của polyme tốt hơn.

Quá trình công nghệ chế tạo xốp polyuretan gồm các bước sau: Lúc đầu trộn polyeste với diizoxianat, chất xúc tác và một ít nước, sau đó đổ hỗn hợp phản ứng vào trong khuôn để trương nở và đông rắn.

Sản xuất xốp cứng polyuretan bằng cách cho hỗn hợp polyeste có chất xúc tác, chất nhũ tương hoá và nước khuấy đều. Giữ ở nhiệt độ 30°C trong vòng 20 – 30 phút sẽ đổ tiếp toluendiizoxianat và khuấy đều 1 – 2 phút. Lúc này nhiệt độ trong hỗn hợp sẽ tăng lên 5 – 10°C, tăng độ nhớt và bắt đầu sủi bọt. Sau đó đổ hỗn hợp vào khuôn và đập nắp lại. Quá trình tạo bọt tiếp tục xảy ra trong vòng 30 – 35 phút, và khuôn đã được điền đầy nhựa xốp. Chất xúc tác của phản ứng giữa diizoxianat với nhóm hydroxin của polyeste là phenol, metyl-etyl-morfolyn, dimetylanilin,...

Chất nhũ tương hoá là muối natri, các loại xà phòng,... trong một số trường hợp, để tạo bọt tốt hơn, nên cho chất hoá dẻo (dibutylfitalat, tricrezifosfat, tricloetylenfosfat,...) và thêm chất độn như (bồ hóng, bột nhôm), chất màu,...

Hỗn hợp được trộn trong các máy trộn thông dụng hoặc máy trộn chuyên dùng có tạo áp suất khi trộn. Mật độ của hợp chất đã tạo bọt và số liên kết ngang phụ thuộc vào lượng nước và diizoxianat cho vào trong polyeste. Lượng nước và diizoxianat cho vào càng lớn thì khối lượng riêng càng bé và số lượng mạch nối càng lớn, từ đó độ cứng của xốp càng lớn. Ví dụ: với 15 – 40% phần trọng lượng diizoxianat trên 100% phần trọng lượng polyeste tạo ra sản phẩm có độ đàn hồi lớn hơn nếu so với 60 – 100% phần trọng lượng diizoxianat trên 100% phần trọng lượng polyeste. Phản ứng trên có

sinh nhiệt, nên trong quá trình tạo bọt và đóng rắn nhiệt độ trong khuôn sẽ tăng dần. Như vậy, khi sản xuất xốp polyuretan (đặc biệt là các sản phẩm cỡ lớn) cần phải kiểm tra kỹ về nhiệt độ của khuôn và có biện pháp làm nguội tốt. Thời gian đóng rắn sản phẩm có thể xảy ra trong vài giờ, nhưng không vượt quá 24 giờ (tùy theo dạng và kích thước sản phẩm). Nếu muốn tốc độ đóng rắn nhanh hơn có thể thêm vào hỗn hợp 0,001 – 0,1% hợp chất vô cơ hoặc hữu cơ molibden.

Đơn liệu tạo xốp polyuretan cứng trên cơ sở polyeste và diisoxianat như ở bảng 2.37.

BẢNG 2.37. ĐƠN LIỆU TẠO XỐP POLYURETAN CỨNG TRÊN CƠ SỞ POLYESTE VÀ DIISOXIANAT

	PU-101	PU-101A
Polyeste	30,5	35
Diisoxianat	69,8	65
Chất nhũ tương hoá	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0
Chất xúc tác	0,005 – 0,5	0,005 – 0,5
Nước	0,0 – 1,0	0,0 – 0,5

Xốp PU-101 có thể sử dụng ở nhiệt độ từ -60°C đến $+130^{\circ}\text{C}$; còn loại PU-101A sử dụng ở khoảng nhiệt độ từ -60°C đến $+170^{\circ}\text{C}$.

Bảng 2.38 trình bày một số tính chất của hai loại xốp nêu trên:

BẢNG 2.38. TÍNH CHẤT CỦA PU-101 VÀ PU-101A

Tính chất	PU-101		PU-101A
Tỷ trọng, g/cm^3	0,1	0,2	0,2
Độ bền kéo, N/mm^2			
– ở 20°C	0,99	1,81	1,81
– ở 150°C	0,52	0,93	0,34 (170°C)
Độ bền nén, N/mm^2			
– ở 20°C	0,555	2,2	2,2
– ở 150°C	0,3	1,3	1,3
Độ dai va đập, kJ/m^2			
– ở 20°C	0,4	0,55	0,55
– ở 150°C	0,34	0,52	0,55
Độ co sau khi nung 24h, ở 130°C , %	0,5	0,5	1,0 (170°C)
Hệ số truyền nhiệt, $\text{kcal/m.h}^{\circ}\text{C}$	0,049	0,049	0,049
Nhiệt độ làm việc, $^{\circ}\text{C}$	150	150	170

Bảng 2.39 nêu thành phần của polyuretan đàn hồi (% trọng lượng).

BẢNG 2.39. THÀNH PHẦN CỦA POLYURETAN ĐÀN HỒI (%TRỌNG LƯỢNG)

Thành phần	I	II	III	IV
Nhựa polyeste	100	100	100	100
Tolulendiizoxianat	45	39	39	31
Chất nhũ hoá	4,2	2,0	1,0	1,0
Nước	6,0	5,0	2,5	1,8
N-metylmorfolin hoặc dimetyletanolamin	1,0	1,0	0,5	0,5

BẢNG 2.40. TÍNH CHẤT CỦA POLYURETAN ĐÀN HỒI

Tính chất	I	II	III	IV
Tỷ trọng, g/cm ³	0,025	0,034	0,050	0,059
Độ bền kéo, N/mm ²	0,135	0,175	0,2	0,21
Độ bền nén, N/mm ²	0,0056	0,0063	0,0112	0,0133
Biến dạng dài tương đối, %	398	450	400	350
Nhiệt độ làm việc, °C	-40...+70	-40...+70	-40...+70	-40...+70
Nhiệt độ phá huỷ, °C	170...180	170...180	170...180	170...180

Xốp polyuretan có thể cửa, tiện, dập,... nó cũng rất bền với nước sôi, dầu mỡ đến 100°C, xăng, dầu hỏa, glyceril, etylenglicol, dung dịch muối, 30% axit dấm, cồn,... Nhưng nó lại tan trong axeton, etylaxetat, crezol, metyletylketon, 10% axit sulfuric, các loại xút ăn da. Xốp polyuretan cũng không bị nấm mốc làm hỏng và bền với môi trường, thời tiết.

Xốp polyuretan cứng được dùng nhiều trong ngành hàng không, tàu thủy để làm vật chèn phần trong của cánh máy bay, hoặc lớp giữa của hai lớp vỏ trong và ngoài của tàu, canô,... đặc biệt là vỏ thuyền và canô không chìm.

Xốp polyuretan đàn hồi thường được dùng để cách âm, cách nhiệt, bọc lót máy, đệm,... và có nhiều loại phù hợp với yêu cầu của người sử dụng.

2.3. Bột ép

PU nhiệt rắn được dùng làm bột ép. Phương pháp tạo bột ép như sau: cho diizoxianat tác dụng với rượu nhiều nguyên tử trong khoảng 5 -- 10 phút, với nhiệt độ 140 – 160°C, sau đó trộn với chất độn như bột gỗ chẳng hạn. Khả năng đóng rắn của bột ép được xác định bởi bản chất của diizoxianat và

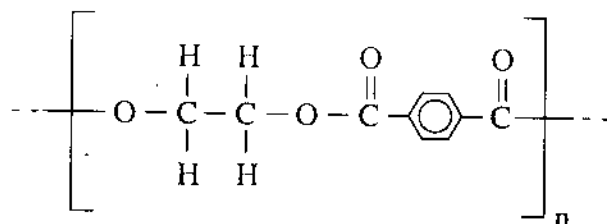
hiệt độ ép. Trong một vài trường hợp người ta tiến hành ép nguội, rồi sau đó nung trong lò để thiêu kết. Nhược điểm của bột ép là thời gian bảo quản ngắn, lại độc hại, cần phải chống ẩm làm cho nó bị hạn chế sử dụng.

X – POLYETYLENTEREFTALAT (PET)

Polyeste và polyete là các hợp chất mà trong mạch đại phân tử của nó có các nhóm liên kết $-CO-O-$ (polyeste) và $-C-O-C-$ (polyete).

Polyeste mạch sợi (polyeste nhiệt dẻo) trên cơ sở etylenglicol và axitftalic, adipin, cebaxin, và các axit thơm, axit cacbonic (polycacbonat).

Polyetylen tereftalat là một trong các polyeste ta vừa nêu trên, công thức hoá học của nó như sau:



1. Tính chất của Polyetylentereftalat (PET)

Polyetylentereftalat tồn tại ở dạng hạt có màu trắng và trắng sữa. Nó không tan trong các dung môi hữu cơ thông thường và chỉ tan trong các dung môi như: phenol, diizoxianat, difenil, naftain, nitrobenzen, tetrahydro naftalin, axit sulfuric đậm đặc, α -metylnaftalin, m-crezol, hợp chất phenol với tetraloetanol (1:1) hoặc hợp chất phenol với dicloetal (40 : 60).

Polyetylentereftalat kỹ thuật có phân tử lượng trung bình 15000 – 30000. polyme PET có nhiệt độ nóng chảy 255 – 257°C. Trong trạng thái rắn nó có thể ở dạng vô định hình hoặc dạng tinh thể có các pha kết tinh khác nhau.

Nếu vật liệu ở trạng thái nóng chảy làm nguội nhanh, thì polyme trở thành dạng vô định hình và trong suốt. Khả năng tạo thành dạng tinh thể của polyme này bắt đầu từ 80°C. Nó không chỉ tăng số lượng pha tinh thể mà còn tăng cả tốc độ tinh thể hoá nữa. Nhiệt độ thủy tinh hoá của polyme vô định hình ở 67°C còn của polyme tinh thể là 81°C. Tốc độ kết tinh của nhựa PET chậm.

Polyme tinh thể có sự sắp xếp chặt chẽ các mạch phân tử nên tỷ trọng của nó cao hơn. Trong polyme vô định hình tỷ trọng bình thường $1,33\text{g/cm}^3$, còn ở nhiệt độ 33°C là $1,37\text{g/cm}^3$, khi ở 170°C tỷ trọng sẽ đạt được $1,40\text{g/cm}^3$.

Tuy trong trường hợp dạng tinh thể có sự sắp xếp lại các phân tử cho trật tự hơn, nhưng nó không bao giờ đạt được độ định hướng hoàn toàn. Khi ở trạng thái tinh thể như vậy màng và sợi sẽ giòn. Khi kéo căng polyme tạo khả năng định hướng mạch phân tử của nó làm tăng độ bền cho vật liệu.

Các sản phẩm được làm từ vật liệu PET (màng, sợi) có độ bền hoá học cao, chịu được các axit: axit flohidric, axit photphoric, axit axetat, axit formic, axit osalic ngay cả khi nồng độ cao, nhiệt độ cao. Nhưng với axit sulfuric nitric, và clohydric dù loãng hay đặc đều sẽ bị phá huỷ. Dưới tác dụng của axit khoáng, xuất hiện hiện tượng giảm độ bền kéo, xuất hiện tính giòn và phân huỷ thành axit tereftalic. Có thể thấy rằng mối liên kết este của PET sẽ phân nào chịu ảnh hưởng đến việc thủy phân của kiềm, nhưng chỉ là kiềm đặc, còn kiềm loãng sẽ không bị ảnh hưởng. Kiềm đặc khi tác dụng lên bề mặt của vật liệu PET ở nhiệt độ cao sẽ bị thủy phân bắt đầu từ vùng bề mặt. Tác dụng thủy phân mạnh nhất là dung dịch amoniac vì este sẽ bị amiac hoá. Phản ứng xảy ra với tốc độ chậm ngay cả ở nhiệt độ trong phòng. Với các chất oxy hoá thì PET lại rất bền vững.

2. Ứng dụng của polyetylentereftalat

2.1. Màng polyetylentereftalat

Có ba phương pháp tạo màng công nghiệp đó là: cán, rót từ dung dịch và đùn thì nhựa PET chỉ phù hợp với cách thứ ba – phương pháp đùn.

Phương pháp cán không thực hiện được vì nhiệt độ nóng chảy của polyste cao mà dải nhiệt độ đó lại rất nhỏ và độ nhớt thấp khi vượt quá nhiệt độ nóng chảy. Phương pháp rót từ dung dịch cũng không thích hợp vì PET không hoà tan trong nhiều chất dung môi.

Phương pháp tạo màng bằng máy đùn được thực hiện như với các vật liệu khác, nhưng cần lưu ý việc kiểm tra thường xuyên nhiệt độ và áp suất của thiết bị đùn vì PET có độ nhớt thấp và chỉ bằng 1/5 độ nhớt của nhựa PE.

Màng PET trong suốt, có bề mặt bóng đẹp, nhưng do đặc tính kết tinh của polyme nên khi nhiệt độ vượt quá 80°C nó sẽ đục mờ và bị giòn. Sau nguyên công đùn là kéo căng với mục đích định hướng cho các mạch polyme của

màng. Màng PET được định hướng theo cả hai chiều và tốc độ kéo định hướng phụ thuộc vào nhiệt độ, nhiệt độ tăng thì tốc độ tăng.

Sau khi được kéo căng xong, màng cần được tôi để ổn định tính chất của chúng. Thông thường khi màng được nung tới nhiệt độ cao hơn nhiệt độ kéo định hướng, thì nó sẽ bị co. Cho nên sau khi kéo định hướng, màng cần được giữ ở vị trí kéo căng ở nhiệt độ cao trong một thời gian để giảm độ co của màng. Do hình thành cấu trúc siêu tinh thể và độ ổn định các mạch phân tử mà màng trở nên ổn định, giữ được độ trong suốt và không bị co khi đạt đến nhiệt độ tôi luyện, khoảng 180 – 210°C. Nhiệt độ tôi luyện không được quá cao, bởi vì ở nhiệt độ cao sẽ làm tăng chuyển động của các đại phân tử và giảm hiệu ứng định hướng.

Như vậy quá trình tạo màng PET được chia ra làm ba giai đoạn sau:

- Đùn từ nhựa nóng chảy và nhận được màng vô định hình;
- Định hướng màng phẳng;
- Kết tinh màng.

Màng kỹ thuật luôn luôn được kết tinh định hướng hai chiều và có tính chất như ở bảng 2.41.

BẢNG 2.41. TÍNH CHẤT CỦA MÀNG KỸ THUẬT PET

Tỷ trọng, g/cm ³	1,38 – 1,39
Nhiệt độ nóng chảy, °C	250 – 255
Chỉ số khúc xạ, n _D ²⁰	1,655
độ bền kéo, N/mm ²	119 – 175
Độ giãn dài tương đối, %	70 – 130
Môđun đàn hồi kéo, N/mm ²	3500
Điện trở riêng thể tích, Ω.cm	
– với 25°C	1.10 ¹⁵ – 1.10 ¹⁷
– với 150°C	1.10 ¹³
Độ thấm điện môi ở 60Hz	
– với 25°C	3,1 – 3,2
– với 150°C	3,7
Tang góc hao tổn điện môi ở 60Hz	
– với 25°C	0,002
– với 150°C	0,006
Điện thế đánh thủng, với màng dày 2mm ở 25°C, kV/mm	45

Độ thấm nước ở 25°C trong một tuần, %	0,3
Độ thấm khí, g/100m ² .h	160
Hệ số dẫn nhiệt, kcal/m.h.°C	0,13
Độ co ở 150°C, %	3 – 5

Đặc tính quan trọng của màng PET là có độ bền cơ học cao và tính chất cách điện tốt trong dải nhiệt độ lớn. Do có độ bền cơ học lớn, nên màng PET có thể làm mỏng mà vẫn đảm bảo yêu cầu sử dụng. Tính chất của màng hầu như không thay đổi trong dải nhiệt độ từ -20°C đến +80°C. Độ giòn sẽ không xuất hiện ngay ở nhiệt độ -50°C và màng có thể sử dụng đến nhiệt độ 175°C. tính chất này của màng PET rất thuận lợi trong công nghiệp điện và điện tử. Khi sử dụng màng PET ở ngoài không khí được nâng nhiệt độ tới 125°C trong vòng 1000 giờ mà tính chất cơ học của màng chỉ giảm 10 – 15%.

Màng PET được dùng làm màng cách có dạng khe trong các máy điện, sẽ làm tăng đáng kể hệ số điền đầy khe bởi vật liệu đồng. Màng PET còn dùng để ghi âm, làm băng dính. Nhờ có độ trong khá lớn (cho phép 90% ánh sáng thực chiếu qua) nên màng PET được dùng nhiều để thay cho kính trong nhà kính, nhà trồng cây và các công trình khác.

Độ bền của màng PET vượt xa màng PE (khoảng 10 lần), nên nó được sử dụng nhiều trong đóng gói vật liệu, làm phim ảnh. Trên cơ sở dùng màng PET nên các tụ điện có kích thước nhỏ có thể chịu được khoảng nhiệt độ từ -60°C đến +150°C.

2.2. Sợi PET

Việc kéo sợi PET được tiến hành từ nhựa nóng chảy, nhưng trước khi kéo sợi phải sấy khô không để độ ẩm còn lại trong vật liệu, để tránh bị phân huỷ do phản ứng thủy phân.

Việc nấu chảy PET cần được tiến hành trong môi trường khí nitơ khô và kiểm tra thường xuyên nhiệt độ. Sau khi đi qua lỗ tạo sợi, vật liệu sợi đông cứng trong không khí và được thu nhận cùng một lúc, rồi quấn vào suốt sợi. Muốn nhận được sợi có độ bền cơ học cao, cần phải kéo đi kéo lại khoảng 4 – 5 lần ở nhiệt độ 80°C. Tính chất của sợi phụ thuộc vào trọng lượng của phân tử polyme, vào điều kiện tạo sợi và vào khả năng định hướng cũng như độ kết tinh của sợi. Kích thước và mặt cắt ngang của sợi do đầu tạo sợi quyết

định. Đặc tính riêng của sợi PET là có thể thay đổi tính chất một khoảng khá rộng. Tính chất của PET được ghi trong bảng 2.42.

BẢNG 2.42. TÍNH CHẤT CỦA NHỰA PET

Tính chất	Sợi liên tục		Sợi gián đoạn
	Độ bền TB	Độ bền cao	
Tỷ trọng, g/cm ³	1,38	1,38	1,38
Độ bền kéo, N/mm ²	520 – 620	750 – 870	440 – 500
Độ giãn dài tương đối, %	25 – 15	12,5 – 7,5	40 – 25
Giảm độ bền ở môi trường khô	Không	Không	Không
Độ thấm nước, %	0,4	0,4	0,4

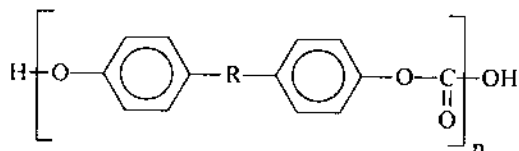
Sợi PET về độ mềm mại tương tự như len, nên nó được dùng để sản xuất ra vải. Độ bền của sợi polyeste vượt trội hơn hẳn sợi Vico, sợi bông, sợi len, nhưng chỉ bằng 50% sợi PA. Mới cho sợi polyeste vào nước sôi lần đầu tiên nó bị cò, nhưng nếu lại cho vào nước sôi tiếp thì kích thước của sợi không thay đổi nữa.

Sợi polyeste được dùng nhiều để dệt vải, và đặc biệt do tính ít thấm nước của nó, mà sợi PET được dùng trong ngành điện (đặc biệt dùng trong vùng nhiệt đới ẩm). Do có tính bền với nước biển, nên sợi PET được dùng làm sợi cáp, dệt lưới đánh cá và các vật dụng khác trên tàu.

XI – POLYCACBONAT (PC)

Nhựa PC được thu nhận trên cơ sở phản ứng trùng ngưng giữa hợp chất dioxit mạch vòng và axit cacbonic. Nhựa PC có cấu trúc hoá học sau:

Trong đó: R – Gốc ancan mạch thẳng hoặc cấu trúc mạch nhánh.



Phụ thuộc vào dạng các chất ban đầu để tạo ra nhựa PC, mà loại nhựa này có nhiều tính chất khác nhau. Rất nhiều loại PC có tính chất đặc biệt như: Độ bền cơ học cao, độ bền nhiệt tốt, tính chất cách điện tốt, không cháy, ổn định kích thước trong khi sử dụng.

Trong công nghiệp thường dùng nhiều nhất là loại nhựa PC trên cơ sở 4,4' – dioxidifenilpropan (difenilopropan).

PC là loại vật liệu vô định hình có rất ít cấu trúc tinh thể lẫn vào. Phân tử lượng của PC dao động trong khoảng 25000 – 150000 đơn vị, song trong kỹ thuật những loại có phân tử lượng lớn hơn 75000 đơn vị ít được sử dụng do có độ nhớt cao nên gia công rất khó.

1. Tính chất

1.1. Tính chất cơ lý

PC là loại vật liệu có tính chất cơ lý phối hợp một cách tuyệt diệu: độ bền cơ học cao, bền ở nhiệt độ cao, chịu lạnh tốt, độ hút ẩm thấp, khó cháy. Sản phẩm của PC có thể làm việc lâu ở nhiệt độ gần với nhiệt độ làm mềm mà không thay đổi kích thước sau khi làm nguội. Tất cả các tính chất trên cho phép sử dụng PC một cách rộng rãi với vai trò là vật liệu kết cấu.

Các chi tiết từ nhựa PC có thể được gia công bằng phương pháp đùn, đúc phun, ép đều có sự co ngót như nhau $0,5 \div 0,7\%$.

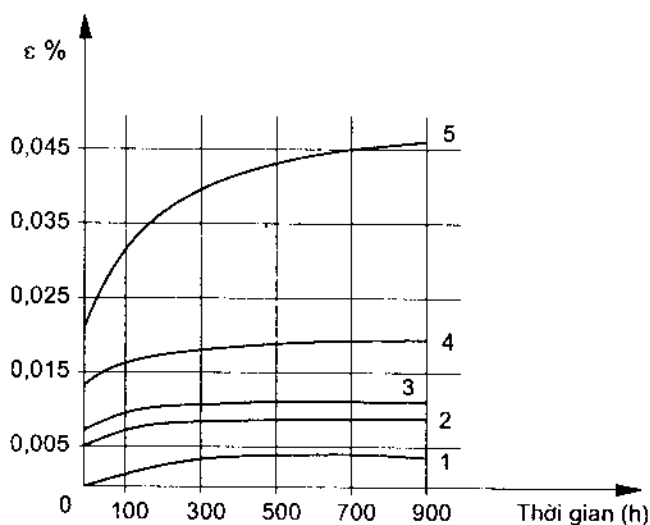
Ở nhiệt độ bình thường khi kéo mẫu thử PC, nó bắt đầu biến dạng ở ứng suất $56 - 63 \text{ N/mm}^2$.

Các chỉ số cơ lý của vật liệu xem bảng 2.43.

BẢNG 2.43. CÁC CHỈ SỐ CƠ LÝ CỦA PC

Tỷ trọng ρ , g/cm ³	1,2
Ứng suất kéo σ_k , N/mm ²	60 ÷ 70
Ứng suất nén σ_n , N/mm ²	100 ÷ 110
Ứng suất uốn σ_u , N/mm ²	80 ÷ 90
Môđun đàn hồi E, N/cm ²	2200 ÷ 2400
Độ dai va đập, Ncm/mm ²	120 ÷ 140
Biến dạng ϵ , %	20 ÷ 100
Độ cứng bề mặt, N/mm ²	150 ÷ 160
Hệ số ma sát	0,4

Biến dạng của nhựa PC với các tải trọng khác nhau được thể hiện trên hình 2.7.



Hình 2.7. Biến dạng của nhựa PC với các tải trọng khác nhau

Đường cong	Tải trọng $\sigma_k (N/cm^2)$	Nhiệt độ ($^{\circ}C$)
1	390	100
2	780	100
3	2250	25
4	1560	100
5	1950	100

Tính chất cơ lý của PC phụ thuộc vào nhiệt độ, được thể hiện qua số liệu bảng 2.44.

BẢNG 2.44. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA PC PHỤ THUỘC VÀO NHIỆT ĐỘ

$t^{\circ}C$	-54	-30	24	50	70	100	135
$\sigma_k, N/mm^2$	98	86,8	66,2	55,3	47,6	39	28
$E, N/mm^2$	2800	2625	2450	2100	—	—	—

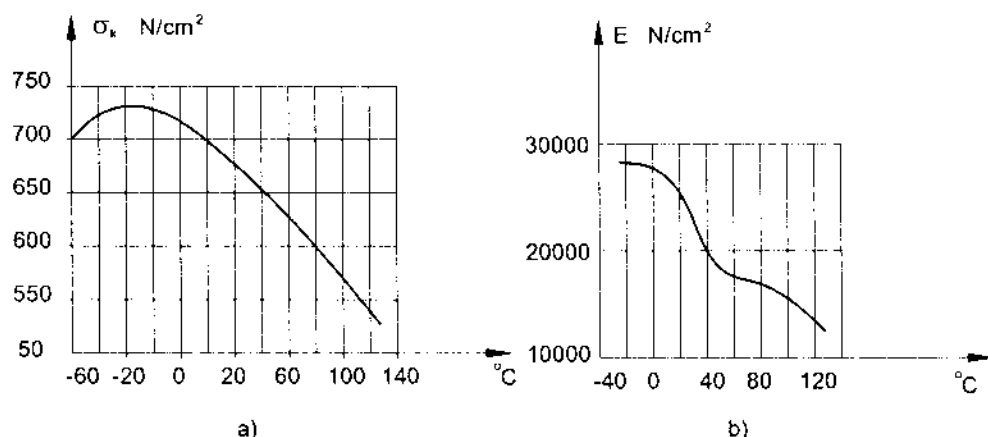
Tiến hành kéo thanh PC ở nhiệt độ $t^{\circ}C = 100^{\circ}C$, ta thu nhận được kết quả như ở bảng 2.45.

BẢNG 2.45. KẾT QUẢ KÉO THANH PC Ở NHIỆT ĐỘ $t^{\circ}C = 100^{\circ}C$

Ứng suất kéo, N/cm^2	390	780	1560	1950
Biến dạng khởi đầu, $\mu m/mm$	0,298	3,059	7,276	11,620
Biến dạng từ biến sau 1000h, $\mu m/mm$	2,797	6,941	13,0	35
Biến dạng tổng, $\mu m/mm$	3,095	10	20,267	46,62
Biến dạng phục hồi, $\mu m/mm$	1,191	3,235	7,266	9,79
Mức độ phục hồi, %	38,5	32,2	35,8	21,0

Dùng mẫu thử PC ở dạng hình cầu nén ở nhiệt độ 24°C với tải trọng 11,250 N. Đường kính ban đầu $d_0 = 10,15 \text{ mm}$ thì độ dẹt do tải trọng là 1,42 mm, độ dẹt dư là 0,043mm, phần biến dạng phục hồi là 97%, điều này cho thấy PC là loại vật liệu chịu nén tốt dùng để làm khớp cầu, kính chống đạn.

Sản phẩm của PC không có hiện tượng chảy lạnh ở nhiệt độ bình thường. Mẫu thử với tải trọng 12 N/mm^2 ở nhiệt độ 20°C và trong thời gian 6 tháng không thấy xuất hiện biến dạng dư.



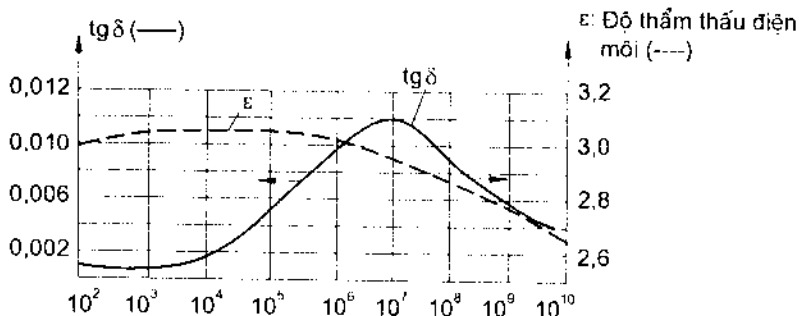
Hình 2.8. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới môđun và giới hạn bền kéo của nhựa PC

a) Sự phụ thuộc môđun E của nhựa PC vào nhiệt độ; b) Sự phụ thuộc giới hạn bền kéo của nhựa PC vào nhiệt độ.

Tính chất cơ - lý của PC được hoàn thiện hơn nếu ta cho thêm sợi thủy tinh với trữ lượng 30% – 40% khi đó $\sigma_k = 100 \text{ N/mm}^2$, $E = 6000 \text{ N/mm}^2$. Hệ số giãn nở nhiệt giảm gần một nửa, tương đương hợp kim nhẹ. Độ chịu mài mòn tăng lên 6 lần. PC có sợi thủy tinh thì chịu được tải trọng động và tải trọng tĩnh khá cao ngay ở nhiệt độ cao, điều đó cho phép PC có độn sợi thủy tinh được sử dụng trong điều kiện khắc nghiệt. Nếu cho thêm một vài phụ gia khác như nitritbor, dioxyt titan thì độ chịu mài mòn của PC càng tăng lên.

1.2. Tính cách điện

Đây là loại vật liệu có tính chất cách điện tốt trong dải rộng tần số và nhiệt độ.



Hình 2.9. Sự phụ thuộc của độ thấm điện môi và tang góc hao tổn điện môi vào tần số

Biểu đồ hình 2.9 thể hiện sự phụ thuộc của độ thấm điện môi và tang góc hao tổn điện môi vào tần số. Ta có nhận xét: khi tần số $< 10^6$ Hz thì độ thấm điện môi gần như không thay đổi, khi tiếp tục tăng tần số thì thông số này giảm. Độ hao tổn điện môi đạt cực đại khi tần số là 10^7 Hz.

Các chỉ số cách điện được thể hiện:

- Điện trở kháng bề mặt là $2,1 \cdot 10^{16} \Omega$
- Điện trở kháng thể tích là $1,5 \cdot 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$
- Hệ số hao tổn điện môi là 0,0035
- Độ thấm điện môi là 3,0
- Điện thế đánh thủng 34.8 kV/mm.

1.3. Tính chất về nhiệt

PC chỉ cháy khi có ngọn lửa và khi dời khỏi ngọn lửa thì tắt vì vậy nó được coi là chất dẻo tự tắt.

- Các chỉ số về tính chịu nhiệt của vật liệu PC:

Nhiệt độ nóng chảy là $235^\circ\text{C} - 275^\circ\text{C}$, nhiệt độ làm mềm là $132^\circ\text{C} - 138^\circ\text{C}$, nhiệt độ chảy là $215^\circ\text{C} - 222^\circ\text{C}$.

Độ bền nhiệt theo Vik là $150^\circ\text{C} - 160^\circ\text{C}$, theo Mactin là $120^\circ\text{C} - 130^\circ\text{C}$.

Nhiệt dung là $0,28 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

Hệ số dẫn nhiệt là $0,17 \text{ kcal/m.h} \cdot ^\circ\text{C}$.

Hệ số giãn nở nhiệt là $6 \cdot 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$

Nhiệt độ tự bốc cháy là 500°C .

Độ chịu lạnh là -100°C

Nhiệt độ làm việc cao nhất là $135^\circ\text{C} - 137^\circ\text{C}$.

Hệ số giãn nở nhiệt của PC ở nhiệt độ $-70^\circ\text{C} - 140^\circ\text{C}$ là hầu như không đổi.

1.4. Tính chất hoá học

PC bền vững trước axit hữu cơ, vô cơ, bền với muối vô cơ và các chất oxy hoá. Mỡ và các loại cacbua hydro của chất béo không tác dụng với PC.

Các loại dung môi như benzen, axeton, toluen, etylaxetat, nitrobenzen, tetrahydrofuram có tác dụng làm trương nở PC và dẫn đến kết tinh cao (từ trong suốt sang mờ).

PC tan trong metylenclorid, dioxan, μ – crezol, dimetylformamid, và piridin.

Chỉ có các kiềm mạnh mới phá huỷ được PC, còn các dung dịch kiềm loãng thì không ảnh hưởng tới PC.

1.5. Ảnh hưởng của thời tiết

PC là chất dẻo bền vững với thời tiết, phù hợp với khí hậu nhiệt đới.

Trong quá trình thử nghiệm lão hoá nhân tạo, tính chất của PC không thay đổi trong điều kiện:

- Sau 26 h lưu trong không khí với nhiệt độ 150°C.
- Sau 72h chiếu tia cực tím.
- Sau 8 tuần để trong môi trường khí tro với nhiệt độ 170°C.
- Đun sôi màng PC trong nước suốt một tuần.

Sau khi chiếu tia cực tím vào PC với cường độ 22cal/cm².h sau 250h ở nhiệt độ 70°C – 130°C trong môi trường chân không thì độ bền kéo của màng tăng 10% – 17%, độ biến dạng dài tương đối giảm tới 50%, các mẫu màng không có bọt khí, không bị tách lớp hoặc nhám bề mặt, trọng lượng không đổi, màu sắc đậm hơn. Với cường độ như vậy, chiếu tia cực tím vào màng PC trong khoảng thời gian 120h ở 70°C ngoài không khí thì giới hạn bền kéo của mẫu giảm xuống 65% – 70%, độ giãn dài tương đối giảm xuống tới 80% – 94% màng ngả màu vàng và xuất hiện các vết rạn nứt, giòn. Người ta theo dõi thấy rằng, sự phá huỷ màng xảy ra mạnh nhất ở 30h đầu, ứng suất kéo giảm 55% – 62% tiếp theo giảm 20% – 26%. Độ giãn dài giảm 75% trong 10h đầu sau đó giảm chậm dần.

1.6. Độ hút nước

Sau 24h là 0,2% sau 7 ngày là 0,3%, hút nước nhiều nhất là 0,4%. Ở nhiệt độ 25°C với độ ẩm 40% thì hút ẩm là 0,01%, còn ở nhiệt độ 25°C với độ ẩm 95% thì hút ẩm 0,16%. Nếu ngâm PC trong nước lạnh trong 10 ngày thì hút

ấm nhỏ hơn 0,33%, còn trong nước nóng nhỏ hơn 0,58%. Độ hút ẩm của PC không ảnh hưởng đến tính chất cơ học và tính cách điện của nó.

1.7. Tính chất quang học

Nếu PC sản xuất từ nguyên liệu ban đầu ở dạng sạch cho ta sản phẩm trong suốt, độ hấp thụ sóng không đáng kể. Với bước sóng từ $340\mu\text{m} - 500\mu\text{m}$ thì trong phần thấy rõ của quang phổ xuất hiện sắc màu của dạng hồ phách.

PC hấp thụ phần cực tím của quang phổ và cho thấu qua nó phần hồng ngoại của quang phổ, mức độ cho qua tới 90%.

Độ trong suốt của PC phụ thuộc vào độ sạch của nguyên liệu ban đầu và công nghệ gia công.

2. Ứng dụng

PC là loại vật liệu có cấu trúc tinh thể từng phần, quá trình kết tinh khó khăn và xảy ra ở từng khu vực nhỏ. Trong quá trình nhiệt luyện lâu vật liệu có khả năng kết tinh song sự kết tinh đó không ảnh hưởng đến hình dạng bên ngoài cũng như tới tỷ trọng và độ ổn định kích thước sản phẩm. Mặc dù quá trình nhiệt luyện dễ xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn so với nhiệt độ làm mềm. Đây là hiện tượng khác biệt hẳn so với các chất dẻo khác như: PE, PA.

Gia công PC tiến hành bằng các phương pháp thông thường: đúc phun, đùn, ép.... trước khi gia công PC cần được sấy khô cẩn thận, nhiệt độ sấy là $110^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$, với thời gian từ 4h – 20h tùy theo độ ẩm của vật liệu. Nếu gia công mà không sấy thì sản phẩm sẽ có bọt khí, tróc lớp và bị giòn.

PC có độ nhớt cao, khi gia công ở các máy có công đoạn làm nhuyễn vật liệu ta có thể cho thêm các phế liệu không quá 10%. PC dùng để chế tạo ống cứng, ống mềm, thanh định hình, màng, các bình đựng dung tích,...

Nhiệt độ làm mềm là $135^{\circ}\text{C} - 140^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tạo hình bằng chân không là $165^{\circ}\text{C} - 215^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ để hàn $218^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ để đùn $245^{\circ}\text{C} - 305^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ đúc phun $270^{\circ}\text{C} - 310^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ trên 330°C có hiện tượng đoạn mạch do tác dụng của các tạp chất có độ ẩm cao hoặc nung quá lâu ở nhiệt độ cao. Đoạn mạch dẫn đến giảm độ nhớt vật liệu sẫm lại, có mùi phenol, giòn,...

PC có thể gia công trên bất kỳ loại máy đúc phun nào. Phế cấp vật liệu phải được nung nóng ở nhiệt độ $110^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$. Với phun luôn mở, xilanh

và vòi phun cũng cần được nung nóng, áp suất đúc từ 9000 – 13000 N/cm², kênh rót liệu vào khoang khuôn phải ngắn và rộng. Khuôn cần được tôi và mặt khuôn phải được đánh bóng. Nhiệt độ khuôn đúc 80°C – 120°C, nhất là khuôn có hình dáng phức tạp, diện tích lớn, thành mỏng hoặc khuôn nhiều ổ thì nhiệt độ phải lớn hơn 80°C. Nếu quá trình đúc có định hướng lớn, ứng suất định hướng bề mặt cao, ta tăng nhiệt độ xilanh, áp suất đúc tăng.

Nhiệt độ khuôn cao thì độ co ngót sẽ tăng, sản phẩm dễ bị cong vênh do nhựa dính chặt vào khuôn.

Khi gia công, chế độ công nghệ bị phá vỡ dễ gây ra nội ứng suất (ứng suất dư), ứng suất đó có thể loại bỏ được bằng việc tiếp tục nung thêm sản phẩm trong tủ sấy ở nhiệt độ 130°C – 135°C, thời gian nung là 12h nếu sản phẩm có bề dày dưới 3mm và nếu sản phẩm có bề dày trên 3mm thì thời gian nung là 24h hoặc trong một số trường hợp người ta có thể nung trong khoảng thời gian ngắn hơn ở nhiệt độ 170°C trong thời gian 1 – 4 phút.

Với công nghệ đùn thì dùng máy đùn trục vít có tỷ lệ $L/D = 15$. Trục vít không cần nung, không cần làm nguội và hệ số nén là (2,4/1). Giữa trục vít và đầu đùn là bộ lọc nhiều lớp để vật liệu được đồng nhất và loại bớt bọt khí. Nhiệt độ tăng dần từ cửa nhập liệu đến đầu đùn sau đó giảm dần từ cửa vào đến cửa ra của đầu đùn. Khi kết thúc công việc, ta cần lấy hết nhựa trong máy ra, dùng nhựa PE làm sạch.

Nhựa PC có thể ứng dụng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp nhờ tính trội của nó về cơ học, tính cách điện. Nhựa PC dùng trong công nghiệp điện tử và radio với danh nghĩa là vật liệu cách điện và vật liệu kết cấu. Dùng để sản xuất thân lõi cuộn dây cho biến thế, tụ điện, công tắc, cầu chì bảo vệ cho tivi, các chi tiết và hộp chi tiết, hộp thiết bị đo, dùng làm các bộ phận của máy điện thoại. Trong ngành chế tạo máy được dùng làm thân máy, giá đỡ, tay treo, bánh răng, biên dạng cam, các chi tiết trong máy lạnh, máy nén khí.

Nhờ độ bền nhiệt cao, tính chất quang học tốt nó được dùng để chế tạo đèn chiếu sáng, ống chiếu sáng, đèn hiệu, gương phản xạ, gương lõm ngoài ra còn được làm đĩa hát, đĩa từ, đồ chơi. Trong ngành y tế dùng để sản xuất các dụng cụ, chén đĩa, khay,... là những vật dụng cần khử trùng ở nhiệt độ cao hay rửa bằng dung dịch sát trùng.

Màng PC được sử dụng cách điện cho biến thế, cuộn cảm ứng, để chế tạo màng cách cho tụ điện. Màng PC còn được dùng để sản xuất phao cứu sinh hoặc dùng để đóng gói với mục đích chuyên dùng.

Các chi tiết làm từ PC có thể gia công cơ như tiện, khoan, phay, bào, đánh bóng. Các sản phẩm từ nhựa PC cũng giống như các chất dẻo có thể tạo màu, có thể trộn thêm các vật liệu khác.

XII – POLYOXIMETYLEN (POM)

Polyoximetylen (còn được gọi là polyformaldehyd) là sản phẩm của quá trình trùng hợp từ oximetylen (hay formaldehyd – CH_2O) hoặc từ hợp chất tam phân của nó là trioxan trong môi trường khí trơ.

Nguyên liệu để thu nhận polyoximetylen là khí oximetylen được tách ra từ quá trình khử trùng hợp α – polyoximetylen ở $t^\circ = 160^\circ\text{C} - 180^\circ\text{C}$ và sau khi đã được làm sạch khỏi độ ẩm và tạp chất.

Polyoximetylen sau khi được trùng hợp cần được ổn định nhiệt với trữ lượng chất ổn định là 2%.

Polyoximetylen là chất dẻo nhiệt dẻo có mức độ kết tinh cao. Nhìn bề ngoài POM có dạng bột màu trắng, nhưng sau khi gia công thành sản phẩm, nhựa POM có màu ngà voi, óng ánh vân xà cừ, dễ tạo màu.

Polyoximetylen được dùng trong công nghiệp có phân tử lượng nằm trong khoảng 30.000 – 100.000 đơn vị.

Cấu trúc hoá học của nhựa POM : $[-\text{CH}_2 - \text{O}-]_n$

1. Tính chất

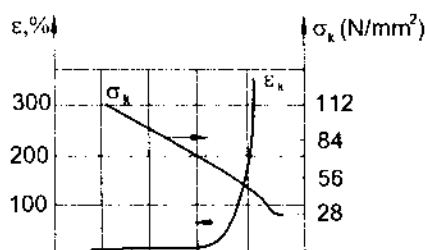
1.1. Tính chất cơ học (bảng 2.46)

BẢNG 2.46. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA POM

Tỷ trọng ρ , g/cm ³	1,4
Ứng suất kéo σ_k , N/mm ²	65 – 70
Ứng suất nén σ_n , N/mm ²	130
Ứng suất uốn $\sigma_{uốn}$, N/mm ²	80 – 110
Độ dai va đập, Nmm/mm ²	75 – 130
Độ giãn dài tương đối ϵ , %	20 – 40
Độ cứng bề mặt theo Brinen, N/mm ²	200 – 250

Khi nhiệt độ tăng, độ bền của polyoximetylen giảm, nhưng chỉ giảm khi bắt đầu với nhiệt độ 50°C, đồng thời độ giãn dài của nó sẽ tăng lên.

Mối quan hệ giữa độ bền kéo và độ biến dạng dài của nhựa polyoximetylen với nhiệt độ được thể hiện qua biểu đồ hình 2.10.

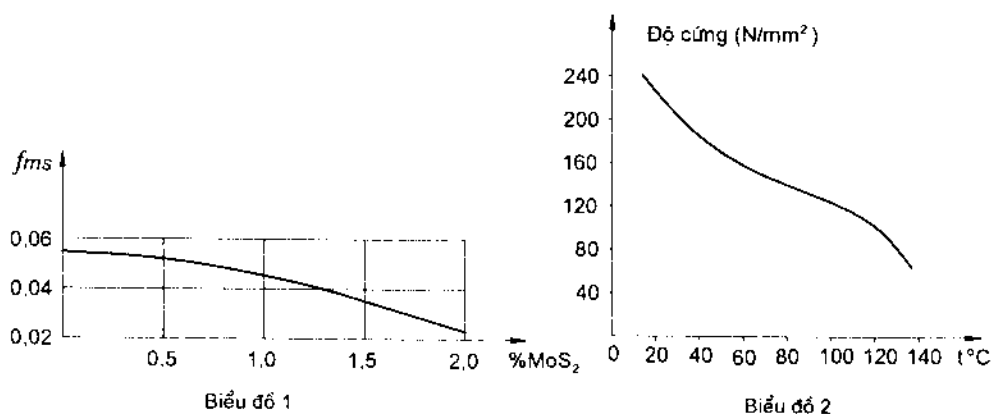


Hình 2.10. Quan hệ giữa độ bền kéo và độ biến dạng dài của POM với nhiệt độ

Nhận xét : Với $t^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$, σ_k đạt được 70N/mm^2 và $\epsilon_k = 16\%$, mẫu thử không có hiện tượng chảy lạnh. Khi tăng nhiệt độ tới 50°C , $\sigma_k = 61\text{ N/mm}^2$ song ϵ_k vẫn ở mức 16% . Với nhiệt độ được nâng cao tới 100°C thì $\sigma_k = 35\text{N/mm}^2$ và khi đó ϵ_k tăng lên rất nhanh. Hiện tượng chảy lạnh càng rõ.

Tuy nhiên, nếu so sánh với các vật liệu đã học thì POM có chỉ số cơ học vượt hơn hẳn. Có thể nói đây là một trong những chất dẻo có độ cứng cao nhất, ở nhiệt độ và độ ẩm cao nó vẫn duy trì được giá trị môđun đàn hồi cao. Sự thay đổi nhiệt độ không hề ảnh hưởng tới độ dai và đập của loại vật liệu này. Khi nhiệt độ hạ xuống -40°C không có hiện tượng co lại, nó vẫn giữ nguyên hình dáng kích thước, chứng tỏ đây là loại vật liệu chịu lạnh cao. Độ ẩm cũng không ảnh hưởng tới độ dai và đập của nó và cũng không ảnh hưởng tới kích thước hình dáng của sản phẩm. Tuy nhiên, khi độ ẩm đạt 100% , độ dai và đập mới giảm đi chút ít. Đây là loại vật liệu chịu nén tốt, với tải trọng nén 70 N/mm^2 , mẫu thử không hề biến dạng. Cũng giống như polyamid, polyoximetylen có độ chịu mài mòn cao và hệ số ma sát nhỏ.

Nếu ta trộn thêm $3 - 15\%$ bột grafit mịn cùng với MoS_2 là các phụ gia dẫn nhiệt, thì càng làm hoàn thiện thêm tính chất chống ma sát và dẫn nhiệt cho vật liệu POM và có thể dùng để thay thế cho các vật liệu kim loại màu, gỗ trong kỹ thuật.



Hình 2.11

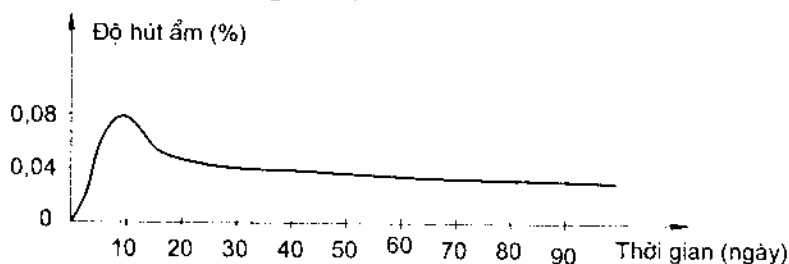
Biểu đồ 1 (hình 2.11) biểu diễn sự ảnh hưởng của lượng % disunfat Molibden (MoS_2) tới hệ số ma sát f_{ms} của nhựa POM.

Biểu đồ 2 (hình 2.11) thể hiện độ cứng bề mặt của POM phụ thuộc vào nhiệt độ và giới hạn sử dụng cho phép tối đa 120°C. Khi nhiệt độ tăng thì độ cứng giảm, độ từ biến tăng.

POM cũng là loại vật liệu có độ bền mỏi cao hơn hẳn các loại vật liệu khác. Độ ẩm và chất bôi trơn hầu như không ảnh hưởng đến độ bền mỏi của nó.

Mức độ hút ẩm của POM tối đa là 0.05% sau 6 đến 7 ngày, ta có thể thấy trên hình 2.12.

Do mức độ hút ẩm thấp nên nhựa POM có kích thước ổn định ngay cả khi được sử dụng trong môi trường có độ ẩm cao.



Hình 2.12. Mức độ hút ẩm của nhựa POM

1.2. Tính chất cách điện

POM là chất cách điện tốt. Điều đó được thể hiện qua các chỉ số về cách điện như sau:

- Điện trở kháng bề mặt, Ω : $2 \cdot 10^{13}$

- Điện trở kháng thể tích, $\Omega \cdot \text{cm}$: $6 \cdot 10^{14}$
- Tang góc hao tổn điện môi ($\leq 10^6 \text{Hz}$): 0,0045
- Độ thấm điện môi ϵ ($\leq 10^6 \text{Hz}$) : 3,3
- Điện thế đánh thủng kV/mm: 20 – 23

Độ hao tổn điện môi và độ thấm điện môi khá nhỏ và ổn định trong dải tần số và nhiệt độ khá rộng (-260°C – 150°C).

Điều quý giá nhất của nhựa POM ở đây là sự phối hợp hoàn hảo giữa tính chất cách điện và độ bền cơ của nó, vì vậy nó thường được sử dụng để chế tạo chi tiết khác nhau cho kỹ thuật điện tử, radio và truyền thông,...

1.3. Tính chất chịu nhiệt

Các chỉ số về nhiệt của POM:

- Nhiệt độ làm mềm : 150°C
- Nhiệt độ nóng chảy: 170°C – 180°C
- Độ bền nhiệt keo Vik: 160°C – 170°C
- Nhiệt dung, kcal/kg. $^\circ\text{C}$: 0,35
- Hệ số dẫn nở nhiệt, $1/^\circ\text{C}$: $8,1 \cdot 10^{-5}$
- Khoảng nhiệt độ làm việc :
 - + dài lâu: -60°C – 100°C
 - + tức thời : 120°C

Độ bền nhiệt của POM không cao lắm. Mặc dù sau khi trùng hợp nó đã được qua công đoạn ổn định polyme, nhưng do có mặt của độ ẩm khi $t^\circ > 100^\circ\text{C}$ POM bắt đầu phân đoạn các mạch phân tử do nhiệt và do oxi hoá, trong khi nhiệt độ gia công lại cao hơn nhiều. Sản phẩm chính của quá trình phân đoạn là khí CH_2O . Để tăng độ ổn định của POM ta cho thêm alhidricaxetat và các chất chống oxi hoá.

1.4. Tính chất hoá học

Người ta thử nghiệm POM với 406 chất của 27 nhóm khác nhau, song với nhiệt độ 50°C không loại vật liệu hoà tan và kết hợp với nó. Tăng nhiệt độ cao hơn một chút có một số dung dịch làm trương nở POM, một số khác làm hỏng vật liệu. Ở nhiệt độ 100°C – 150°C thì nhiều chất dung môi hoà tan được POM hoặc làm trương nở nó. Tuy nhiên, nếu ngâm POM trong dầu bôi trơn ở nhiệt độ 100°C với thời gian là 2000h thì tính chất cơ lý của nó hầu như không thay đổi. Mức độ thấm thấu của nhựa POM đối với các chất như:

rượu, cacbuahydro thơm, cacbuahydro béo nhỏ hơn so với nhựa PE, tuy nhiên đối với hơi nước thì độ thấm của nó gấp 10 lần PE.

2. Ứng dụng

Để tạo ra sản phẩm từ nhựa POM dùng công nghệ đúc phun, công nghệ đùn....

Trong công nghệ đùn có thể thu được các sản phẩm như ống, thanh định hình, lớp phủ bọc dây điện. Khi gia công ta cần lưu ý: nhiệt độ nóng chảy là 180°C nhưng tính ổn định nhiệt độ kém nên thành xilanh cần được giữ ở nhiệt độ 205°C . Dù ta có tăng nhiệt độ xilanh lớn hơn 205°C thì độ nhớt của vật liệu khi nóng chảy cũng không giảm dưới mức đã được với nhiệt độ $t^{\circ}\text{C} = 205^{\circ}\text{C}$.

Do khả năng nhanh đông cứng của vật liệu cho nên ta phải lấy sản phẩm ra nhanh hơn khi dùng công nghệ đúc. Khi thực hiện công nghệ đùn không cần làm nguội sản phẩm bằng nước quá lạnh để làm giảm nội ứng suất. Sau khi đúc phải dùng phương pháp ủ để giảm nội ứng suất. Với công nghệ đúc có thể tạo các chi tiết chống ma sát: ổ trượt, ống lót, vòng lăn của ổ lăn, còn dùng nó để sản xuất các chi tiết máy của thiết bị công nghệ thực phẩm nhất là các chi tiết có khả năng tự bôi trơn. Còn sử dụng POM để chế tạo các bánh răng, cả những bánh răng công nghiệp thay thế PA hay các bánh răng nhỏ trong đồng hồ đo điện, đo nước. Nhựa POM dùng làm thân van ngược, thân và chi tiết của máy bơm, khớp cầu của tay lái. Dùng để tạo ra các chi tiết bình phun, máy ảnh, máy quay, màn che cửa sổ, tay gạt, cần số ô tô...

Chương 3

CHẤT Dẻo NHIỆT RẮN

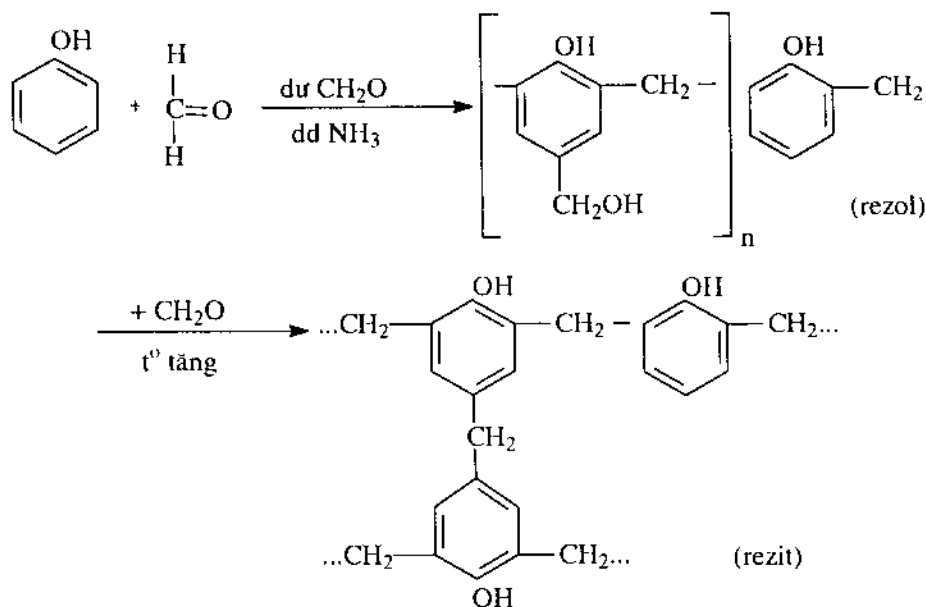
I – NHỰA PHENOL FORMALDEHID (PF)

1. Phương pháp tổng hợp và tính chất của nhựa PF

PF là chất dẻo nhiệt rắn do phản ứng trùng ngưng giữa phenol và formaldehyd tạo ra. Tùy theo tỷ lệ mol giữa phenol và formaldehyd (Ph/F) và môi trường phản ứng, ta có thể thu nhận được hai loại : nhựa rezol và nhựa novolac.

1.1. Nhựa rezol

Với tỷ lệ mol Ph/F < 1 và phản ứng xảy ra trong môi trường kiềm (thường dùng NH_3) ta thu nhận được chất lỏng màu vàng nâu hoặc nâu sẫm. Nhựa này tự đông rắn khi có nhiệt. Quá trình tự đông rắn xảy ra theo sơ đồ sau: rezol $\xrightarrow{t^\circ}$ rezitol (đặc sệt hoặc khô, không nóng chảy, không hoà tan, chỉ trương nở trong dung môi) $\xrightarrow{t^\circ}$ rezit (cứng, giòn và không nóng chảy, không hoà tan hoàn toàn). Phản ứng tạo ra rezol như sau:



Chỉ khi ở trạng thái rezit nhựa PF mới có các tính chất sử dụng cần thiết (độ bền cơ, tính cách điện, bền vững hoá học, bền vững với nhiệt độ...). Các chỉ số cơ lý của nhựa PF (xem bảng 3.1).

BẢNG 3.1. CÁC CHỈ SỐ CƠ LÝ CỦA PF

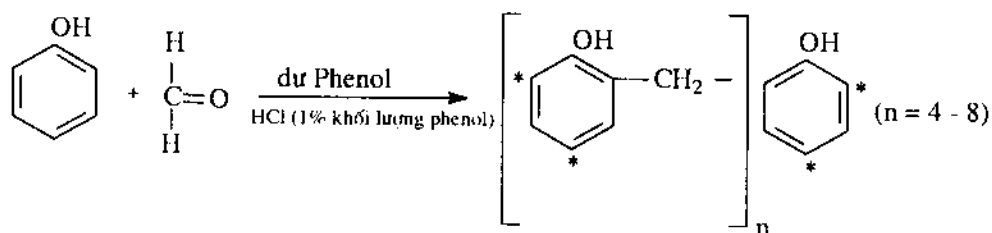
Tỷ trọng ρ , g/cm ³	1,14 – 1,30
Độ dai va đập, Ncm/cm ²	25 – 100
Trở kháng riêng, Ω	$1 \cdot 10^8 - 1 \cdot 10^{11}$
Độ cứng bề mặt theo Brinen, N/mm ²	200 – 250

Rezit bền vững với môi trường nước, axit yếu, xăng dầu và dung môi hữu cơ. Trong môi trường kiềm (nhất là kiềm đặc) thì nó bị phân huỷ do đoạn mạch. Với nhiệt độ $\approx 300^\circ\text{C}$ rezit bị đoạn mạch do nhiệt cho ta H_2O và phenol.

Ở nhiệt độ cao khi gia công, vật liệu hình thành cốc làm cho nó trở nên bền vững về cơ học. Độ cốc của rezit: 50 độ. Đây là điều rất đặc biệt của phenol formaldehyd so với các loại nhựa tổng hợp khác và làm cho nó không thể thay thế được trong một loạt lĩnh vực kỹ thuật mới.

1.2. Nhựa novolac

Với tỷ lệ mol Ph/F > 1 sử dụng chất xúc tác là axit: HCl, Osalic... hình thành ra dioxidiphenyl metan, hợp chất này khi kết hợp với phenol và andehid hình thành loại nhựa trong, cứng giòn màu vàng nâu, được gọi là novolac.



Novolac là nhựa nhiệt dẻo. Nó nóng chảy khi tăng nhiệt độ giống như chất dẻo nhiệt dẻo. Nó nóng chảy ở nhiệt độ $100 - 120^\circ\text{C}$, tan trong axeton và các chất dung môi khác. Để thu nhận các sản phẩm kỹ thuật. Novolac phải chuyển sang dạng rezit nhờ hexametyl entramin còn gọi là urotropin: $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ với liều lượng 10 – 15%. Khi tăng urotropin > 15% cũng không làm giảm thời gian đóng rắn của novolac mà còn tăng độ hút nước và giảm độ bền.

Đặc tính quan trọng nhất của phenolformaldehyd là khả năng phối hợp với các chất độn gia cường khác nhau hình thành một lớp chất dẻo phenol (phenolplast), có một dải rộng các chỉ số về độ bền, trong một số trường hợp đặc biệt có thể gần bằng độ bền của kim loại. Như độ dai va đập của vật liệu phân lớp gỗ được tẩm PF đạt tới 1000 Ncm/cm^2 còn của vật liệu phân lớp vải thuỷ tinh tẩm nhựa đạt tới 1500 Ncm/cm^2 . Nhựa phenolformaldehyd kết hợp với các loại amiăng để hình thành vật liệu ma sát, chế tạo ra các chi tiết chống ăn mòn,...

Phenolplast được gia công thành sản phẩm bằng phương pháp ép nóng ở nhiệt độ $160^\circ\text{C} - 200^\circ\text{C}$ với áp suất $1500 - 12000 \text{ N/cm}^2$. Sản phẩm có thể tẩy rửa kim loại đen hoặc màu. Trong quá trình ép, xảy ra quá trình chuyển đổi novolac và rezol sang trạng thái rezit dưới áp suất, nhiệt độ cao.

Trong một số trường hợp, việc đóng rắn phenolplast được tiến hành trong tủ sấy với nhiệt độ vào khoảng 200°C (bakelit hoá).

Sản phẩm từ phenolplast có tính cách điện cao, độ bền cơ học khá cao, bền nhiệt và chịu lạnh tốt. PF là loại vật liệu có khả năng làm việc lâu dài ở vùng nhiệt độ cao trong các điều kiện khí hậu khác nhau, kể cả vùng cực và vùng nhiệt đới, hiện tượng lão hoá xảy ra rất chậm.

Nhựa phenol formaldehyd có khả năng phối hợp với nhiều polyme, trong đó có cao su và một loạt các monome như với rượu phuryl,... Khi phối hợp với các vật liệu khác, tính phản ứng của chất dẻo vẫn bảo toàn, ngoài ra có thêm tính ưu việt của thành phần thứ hai.

Trên cơ sở nhựa phối hợp, người ta tạo ra một loạt các vật liệu ép mới, keo dính, bả trát, lớp phủ bền nhiệt và các vật liệu khác.

Các chỉ số cao về độ bền, tính cách điện, bền nhiệt, tính nhiệt phản ứng, khả năng làm việc lâu dài ở nhiệt độ cao và trong các điều kiện khí hậu khác: vùng cực, vùng nhiệt đới ít bị lão hoá. Vì vậy, phenolplast được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật radio điện tử, hàng không, công nghiệp ô tô và các lĩnh vực khác.

2. Vật liệu chống gỉ

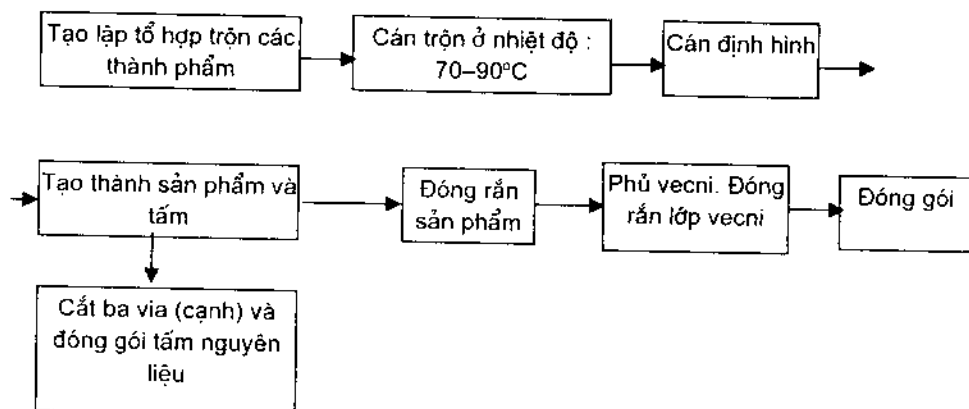
2.1. Phaolit

Chất dẻo có độ bền vững với axit, thu nhận từ PF lỏng với chất độn chịu được axit (amiăng, cát thạch cao,...).

Phaolit được sản xuất ở dạng sản phẩm chế sẵn từ phaolit được đóng rắn, cũng như ở dạng bán thành phẩm: tấm nguyên liệu, vật liệu ép, bả trát, matit.

Sản phẩm từ nguyên liệu phaolit có thể tạo thành ở nhiệt độ bình thường không cần sử dụng áp suất cao với đóng rắn tiếp theo (bakelit hoá) → ta có thể chế tạo được các sản phẩm có kích thước lớn không cần ép.

Sơ đồ công nghệ xem hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ

BẢNG 3.2. TÍNH CHẤT VẬT LIỆU PHAOLIT ĐÃ ĐÓNG RẮN

Tỷ trọng ρ , g/cm ³	1,5 – 1,6
Giới hạn bền, N/cm ²	
– σ_k	1200 – 3850
– σ_n	5800 – 9000
– σ_u	2600 – 6000
– τ_{cpez}	2400 – 2500
Độ dai va đập, Ncm/cm ²	≥20
Độ cứng Brinen, N/mm ²	200
Hệ số dẫn nhiệt 20– 200°C, $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$	$2 \cdot 10^{-5} - 3 \cdot 10^{-5}$
Hệ số dẫn nhiệt, kcal/m.h °C	0,25 (độn amiăng) 0,90 (độn grafit)
Độ bền nhiệt theo Mactin, °C	≥100
Nhiệt độ làm việc cao nhất, °C	≤130
Độ bền axit, %	1,25 – 1,5
Sự thay đổi khối lượng thanh mẫu, trong 1 ngày với HCl 20% t°C = 100°C (độ sôi của nước)	2 2–3
Độ co gót khi đóng rắn, %	
– vật liệu tấm	
– vật liệu ống	
Tấm nguyên liệu phaolit đặt ở tư thế nằm trong t°C ≤ 20°C thời hạn bảo quản 2 tháng	

2.2. Tecsto phaolit

Tecsto phaolit là vật liệu phaolit cốt vải bông tẩm nhựa rezol. Tính chất:

- $\rho = 1,5 - 1,55 \text{ g/cm}^3$
- $\sigma_k = 3000 \text{ N/cm}^2$
- $\sigma_n = 9000 \text{ N/cm}^2$
- Bền axit, không bền với kiềm và môi trường oxi hoá.

2.3. Antegmid

Antegmid là bột ép phi kim chống ma sát, dẫn nhiệt, bền hoá, dựa trên cơ sở các sản phẩm từ grafit và nhựa PF.

Sản phẩm được tạo hình bằng phương pháp ép nóng, với sản phẩm nhỏ từ antegmid ép như ép bột ép từ nhựa PF bình thường. Sản phẩm lớn tạo hình trong các khuôn mở, có sử dụng sự lên chặt bằng rung động.

Sau khi tạo hình, sản phẩm không cần tẩm thêm hay gia công cơ.

Để tăng độ bền hoá, bền nhiệt của vật liệu ta tiến hành nhiệt luyện nhưng độ bền cơ giảm.

Loại vật liệu này có độ dẫn điện, dẫn nhiệt cao so với vật liệu phi kim. Còn đối với kim loại thì có độ bền vững với môi trường hoạt hoá và bền nhiệt cao hơn.

Antegmid là vật liệu chống ma sát, tự bôi trơn. Nhược điểm cơ bản là độ bền cơ thấp và giòn.

Antegmid dùng để chế tạo thiết bị trao đổi nhiệt, lớp phủ lót, tấm, ống dẫn,...

2.4. Vật liệu grafit

Vật liệu grafit là loại vật liệu kết cấu dẫn nhiệt, dẫn điện, chống ma sát, chống gỉ, dựa trên cơ sở grafit hoặc than đá được tẩm hoặc không tẩm nhựa tổng hợp.

a) Vật liệu grafit dẫn nhiệt chống gỉ

Vật liệu than đá dẫn nhiệt kém hơn vật liệu grafit nên nó chỉ dùng trong việc chống gỉ đơn thuần. Để dẫn nhiệt chống gỉ cần dùng bột grafit.

Độ xốp của vật liệu grafit cao (30%) nên có độ thấm thấu khí và ga cao vì vậy tẩm nhựa PF có thể chống được hiện tượng đó.

Tấm nhựa được tiến hành trong nồi hấp với áp suất chỉ 4 atm, khi đó tất cả các lỗ rỗng và vết nứt của sản phẩm grafit được nhựa lấp đầy. Sau đó sản phẩm được gia nhiệt thêm để đông rắn nhựa, qua đó độ xốp và tính thấm thấu thực tế là ≈ 0 . Còn độ bền tăng 2 – 3 lần, độ bền hoá tăng, giảm ảnh hưởng nhiệt tới độ bền:

– Với $t^{\circ}\text{C} = -50^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ thì ổn định độ bền kéo.

– Với $t^{\circ}\text{C} = 150^{\circ}\text{C}$ độ bền kéo có thay đổi chút ít, còn độ bền nén thì không. Nó được dùng cho các thiết bị trao đổi nhiệt, dẫn nhiệt.

b) Vật liệu grafit chống ma sát

Sản xuất ổ đỡ, vòng găng cho pittông, đệm bít kín mặt đầu làm việc ở nhiệt độ $80^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ trong điều kiện ma sát khô, cho những nơi không được phép bôi trơn bằng dầu,... Ổ đỡ grafit làm việc trong môi trường chất lỏng và chất khí với tốc độ trượt khác nhau. Dùng nó thuận lợi hơn kim loại: không cần thêm đệm kín để ngăn cách môi trường khỏi dầu bôi trơn và ổ đỡ, có thể đặt trực tiếp cụm ma sát trong môi trường làm việc; làm giảm độ mòn, mới không cần thiết của ổ đỡ trong vùng nhiệt độ cao. Trong cặp ma sát grafit – kim loại, thường vật liệu grafit bị mòn nhiều

Để hoạt động trong các điều kiện nặng nề (áp suất cao, tốc độ lớn) phải tấm nhựa PF và các nhựa tổng hợp khác, cũng như tấm chì, habits, hoặc các kim loại và hợp kim khác. Chúng có thể chịu được áp suất $700 - 1000 \text{ N/cm}^2$. Chúng có thể được sử dụng ngay cả trong môi trường độ ẩm 100%.

Trong môi trường lỏng và điều kiện ma sát giống như môi trường thủy động thì hệ số ma sát $f = 0,001 - 0,005$.

c) Matít chống gỉ

Arzamid là dạng keo chống gỉ (matít chống gỉ).

Arzamid – matít chống gỉ, không thấm nước, cứng vững khi lạnh : gồm nhựa PF dạng rezol, chất độn dạng bột, chất đông rắn dạng axit.

Nó được sử dụng để phủ thiết bị, dính các lớp phủ che, dính kết các chi tiết chất dẻo với nhau. Có độ bám dính cao với gốm, chất dẻo, kim loại, tuy nhiên để tránh gỉ cho kim loại trước khi bôi matit cần phủ một lớp vecni dạng bakelit.

3. Vật liệu ép nhựa phenol

Đây là loại vật liệu tổ hợp từ nhựa phenol hoặc nhựa phenol biến tính cùng các chất độn và các phụ gia khác như: chất đông rắn, chất tạo màu, chất bôi trơn và được gia công bằng phương pháp cơ nhiệt.

– Dựa trên cơ sở nhựa phenol phân ra: vật liệu ép dạng rezol và dạng novolac.

– Dựa trên cơ sở chất độn phân ra:

+ Dạng bột hữu cơ, bột khoáng (than cốc, grafit, mùn cưa)

+ Sợi khoáng, sợi hữu cơ

+ Bột gỗ (mùn cưa) muốn tăng độ bền nước thì tẩm thêm rượu phenol.

+ Chất độn khoáng : bột thạch cao, cao lanh, mica, amiăng mịn,...

+ Sợi: sợi vải, vụn vải bông, sợi amiăng, sợi thủy tinh.

– Chất đông rắn : hexametylentetramin (urotrofin), vôi,...

– Chất bôi trơn : stearin, stearat, axit oleic.

– Chất tạo màu: nigrozin màu đen và các loại màu sẫm khác.

Một số vật liệu ép người ta sử dụng màu tự nhiên của nhựa (không có chất tạo màu), các sản phẩm này dần dần sẽ sẫm màu khi sử dụng.

3.1. Bột ép

Nhựa khô được nghiền nhỏ + bột độn + phụ gia theo liều lượng của đơn liệu được trộn đều trong máy trộn, được cán trộn trên máy cán hai trục với nhiệt độ 90°C – 120°C hoặc được trộn nhuyển trong máy dùn cùng với nhiệt độ đó.

Khi cán trộn hoặc trộn trên máy trục vít, tổ hợp vật liệu được đồng nhất hơn (nhuộm hoá). Thành phần nhựa tham gia vào tổ hợp bị trùng ngưng từng phần nhỏ và chuyển sang dạng rezitol thấm vào hoặc bao bọc chất độn. Đồng thời vật liệu ép được tạo màu đồng đều.

Dưới tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất cao, phần lớn các chất bay hơi (hơi nước và phenol, amoniac, formaldehyd) được thải hồi và tổ hợp đạt được dạng tấm, dải cứng, chắc. Tấm, dải được làm nguội nghiền thành hạt có kích thước từ 1 – 3mm, được đóng gói bảo quản.

3.2. Sợi ép

Chất độn dạng sợi được tẩm và được bọc bởi nhựa rezol, được trộn với chất bôi trơn và các chất phụ gia khác. Sau khi được sấy khô, vật liệu ép được đóng gói trong bao và bảo quản. Bảo quản vật liệu tại nơi khô ráo ở nhiệt độ 25°C thời hạn bảo quản là 6 – 8 tháng. Vật liệu ép được gia công bằng phương pháp ép nóng (ép trực tiếp và ép phun) để tạo ra sản phẩm ở nhiệt độ 160 – 200°C, áp suất 2000 – 12000 N/cm². Sản phẩm profil (ống, thanh, góc,...) thì được ép định hình (hai chiều).

Cũng có thể cấy hoặc lót kim loại đen hoặc kim loại màu vào trong sản phẩm khi gia công.

Nhựa phenol không bị gỉ và cũng không gây gỉ mọt cho kim loại được cấy lót trong nó.

Việc tạo ren (hoặc trong, hoặc ngoài) và in ấn chữ chìm, nổi trên sản phẩm được tiến hành khi tạo hình trong khuôn. Các sản phẩm đều có bề mặt nhẵn bóng.

Độ bền và tính cách điện của vật liệu ép thay đổi tùy thuộc vào điều kiện vận hành (sử dụng). Khi nhiệt độ và độ ẩm tăng thì các tính chất trên giảm và với nhiệt độ giảm thì độ bền tăng lên chút ít.

Có loại bột ép cho kỹ thuật chung và có loại có các tính chất đặc biệt: vật liệu ma sát.

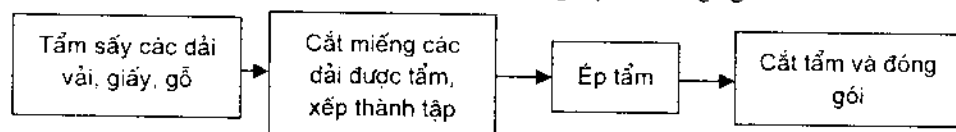
4. Tấm phân lớp

Tấm phân lớp là loại vật liệu được sản xuất bằng phương pháp ép nóng các dải vải, giấy, gỗ vụn được tẩm nhựa và xếp lớp với nhau.

Loại vật liệu này dùng để gia công ra sản phẩm bằng gia công cơ và có các bề dày khác nhau.

Nhựa PF hoặc crezol – formaldehyd hoặc PF được biến tính bởi một số nhựa khác.

Chất độn: dạng vải sợi, vải thủy tinh hoặc giấy cattông, gỗ.



Hình 3.2. Quy trình sản xuất tấm phân lớp

Quy trình sản xuất tấm phân lớp được tiến hành như sau (xem hình 3.2):

– Tẩm và sấy được tiến hành trên các máy cán thẳng đứng hoặc nằm ngang, gồm bể tẩm với các trục ép và hầm sấy lưu thông.

– Trữ lượng nhựa trong dải vật liệu được điều chỉnh nhờ thay đổi khe hở giữa hai trục cán. Trong trường hợp độ nhót chất dính kết cao cần nung nóng nhựa trong bể với nhiệt độ $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$.

– Sấy dải vật liệu ở nhiệt độ $\sim 90^{\circ}\text{C}$ cho tới khi trữ lượng chất bay hơi đạt được 0,5 – 0,7% tùy từng mức và chức năng của dải vật liệu.

– Cắt thành từng miếng theo kích thước, xếp lại thành từng tệp (tùy theo tính dày, mỏng của từng tấm).

– Quá trình ép tiến hành trên máy ép thủy lực nhiều tầng.

Các tệp phối liệu xếp cách nhau bởi các tấm thép không gỉ. Mỗi tầng có một số tệp nhất định tùy theo bề dày của tấm ép. Chất phối liệu lên các tầng ở khoảng nhiệt độ $40^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$. Lúc đầu khi các bản ép tiến gần nhau, ép với áp suất $400 - 600 \text{ N/cm}^2$, cần nung nóng nhanh tới $100 - 120^{\circ}\text{C}$. Sau đó giảm tốc độ nung trong 30– 40 phút cho tới khi đạt được nhiệt độ duy trì là $150^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$, ta tăng áp suất tới $P = 600 - 1200 \text{ N/cm}^2$ với thời gian duy trì từ 5 – 10 phút /1mm bề dày tùy theo loại tấm ép. Sau đó làm nguội tới $40 - 70^{\circ}\text{C}$ rồi dỡ tấm ra khỏi máy.

Trong quá trình có thể ép nhấn vài lượt, để giải thoát khí, bằng cách nâng lên hạ xuống các bản ép trong chốc lát.

Phải chia làm 2 cấp chế độ để tránh trào hết chất dính kết ra khỏi tấm.

Tấm được cắt cạnh vuông vắn rồi đóng vào trong các thùng gỗ, để nơi khô ráo và mát để không làm giảm chất lượng. Các tấm dùng cho vùng nhiệt đới ẩm cần phủ lớp bảo vệ đặc biệt. Đây là loại vật liệu phân lớp bền vững với các axit, có hệ số ma sát, bền mòn cao (ổ trượt cho trục cán có thời hạn sử dụng gấp 10 – 30 lần đồng thau).

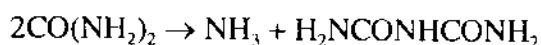
II – NHỰA UREFORMALDEHID (UF)

Nguyên liệu dùng để sản xuất ra nhựa ureformaldehyd gồm có ure và formalin. Ure dạng tinh thể không màu hình kim. Nó là axit cacbonic hai amin (cacbamid) và có công thức hoá học, tính chất như ở bảng 3.3.

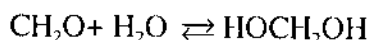
BẢNG 3.3. TÍNH CHẤT CỦA UF

$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{O} = \text{C} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Trọng lượng phân tử, g	60,06
	Hàm lượng Nitơ, %	46,65
	Tỷ trọng, g/cm ³	1,335
	Nhiệt độ nóng chảy, °C	132,7

Ure bền vững ở nhiệt độ 133°C, nhưng nếu tăng nhiệt độ lên cao hơn nữa (193°C) thì ure phân huỷ ra các chất khác như:

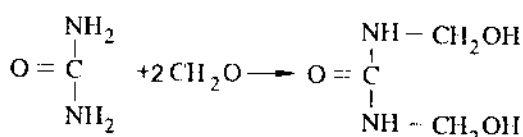


Formaldehyd có công thức hoá học là CH_2O . Nó là chất khí có mùi đặc biệt, nhiệt độ sôi ở -21°C , nhiệt độ nóng chảy ở -92°C , tỷ trọng ở -20°C là $0,815\text{g/cm}^3$. Formaldehyd tan trong nước, khi kết hợp với nước có thể chuyển thành dạng metylenglicol:



Cũng như phenolformaldehyd, nhựa ureformaldehyd được sản xuất theo phương pháp trùng ngưng giữa ure và formaldehyd theo tỷ lệ mol nhưng ở trong môi trường trung tính hay trong môi trường axit hoặc kiềm cực loãng. Vì vậy, phải kiểm tra cẩn thận độ pH của môi trường trong suốt quá trình phản ứng.

Ví dụ: Khi nhiệt độ môi trường là $20 - 35^\circ\text{C}$ và tỷ lệ mol giữa ure và formaldehyd là 1:2 sẽ có phản ứng sau:



Quá trình phản ứng cứ tiếp diễn trong môi trường kiềm yếu hoặc axit yếu, trung tính với nhiệt độ từ 20°C đến 100°C sẽ tạo được sản phẩm ureformaldehyd có tính chất cơ lý khác nhau.

Dưới tác dụng của chất đông rắn (urotropin, axit oxalic) và nhiệt độ,... Nhựa ureformaldehyd chuyển sang trạng thái không nóng chảy, không hoà tan.

Nhựa ureformaldehyd chưa đông rắn là một loại nhựa ưa nước, dễ hút ẩm và có thể trộn với nước ở bất kỳ tỷ lệ nào. Nhựa ureformaldehyd là nguyên liệu chủ yếu làm keo dán gỗ để sản xuất các tấm gỗ dán. Để sản xuất bột ép ureformaldehyd người ta thường dùng chất độn là bột xelulo. Bởi vì ureformaldehyd có màu sáng, có thể nhuộm được rất nhiều màu sắc tươi

sáng khác nhau. Do đó, chất độn cho nhựa này không nên dùng loại sẫm màu, ảnh hưởng đến màu sắc của nhựa.

Nhựa ureformaldehyd chủ yếu dùng làm keo dán gỗ và các sản phẩm gia dụng có màu sáng (khác hẳn phenolformaldehyd – màu sẫm). Các dạng tấm thường dùng làm mặt bàn, trang hoàng buồng lái máy bay, tàu thủy, toa tàu hoả, làm vỏ các dụng cụ âm thanh, âm nhạc,...

Nhựa ureformaldehyd bền vững với axit loãng và kiềm, dầu mỡ, cồn, axeton, xăng dầu và các chất dung môi khác. Nhưng với axit và kiềm mạnh nó dễ bị phá huỷ. Nhựa ureformaldehyd cũng bền với nấm mốc, bền vững với ánh sáng.

Tính chất cơ lý của nhựa ureformaldehyd được ghi ở bảng 3.4.

BẢNG 3.4. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA NHỰA UREFORMALDEHID

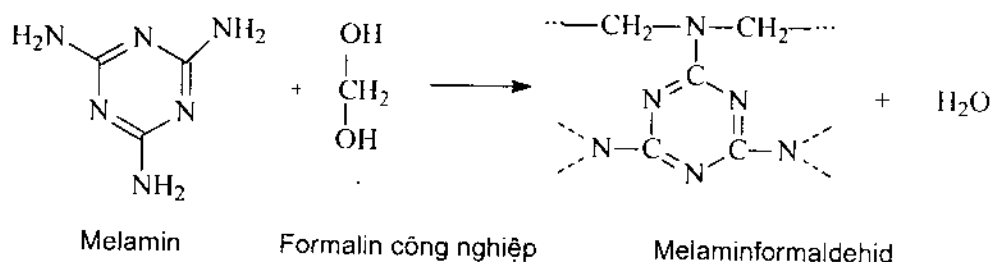
Tỷ trọng, g/cm ³	1,35 – 1,45
Độ bền N/mm ²	
– khi kéo	35–50
– khi nén	120–150
– khi uốn	60–90
Độ dai va đập kJ/m ²	5–8
Độ cứng Brinel, N/mm ²	30–35
Độ bền nhiệt dẻo theo Mactin, °C	100 – 120
Độ thấm nước, %	1,0–1,5
Độ thấm điện môi ở 50Hz	5–7
Tang góc hao tổn điện môi ở 50Hz	0,03–0,1
Điện trở riêng thể tích, Ω.cm	10 ¹¹ –10 ¹²
Điện trở riêng bề mặt, Ω	10 ¹⁰ –10 ¹¹
Điện thế đánh thủng, kV/mm	10–15

Đây là loại nhựa có độ cứng vững bề mặt cao, nhưng giòn, cách điện tốt, khó cháy. Nhược điểm của loại nhựa này là độ hút ẩm mạnh làm giảm độ bền của chi tiết. Các chi tiết từ nhựa ureformaldehyd hay bị nứt trong môi trường độ ẩm cao. Mặt khác khi gia công ra sản phẩm do phản ứng khâu mạch chưa hết, nên quá trình khâu mạch lại tiếp tục khi chi tiết được sử dụng, điều đó cũng gây ra hiện tượng nứt.

Để gia công các sản phẩm từ loại nhựa này người ta dùng phương pháp ép nóng hoặc đúc phun. Khi đông rắn, phản ứng trùng ngưng xảy ra, nên tốc độ khâu mạch chậm, làm cho chu kỳ ép, đúc thường kéo dài. Độ co ngót lại cao do phản ứng trùng ngưng.

III – NHỰA MELAMIN - FORMALDEHID (MF)

Cho trùng ngưng giữa melamin và formaldehyd ta nhận được nhựa MF và nước. Phương trình phản ứng như sau:



Cũng như nhựa UF, nhựa MF có màu sáng được sản xuất thành bột ép, tấm ép, sơn và keo dán. Để sản xuất bột ép có hai giai đoạn: lúc đầu sản xuất dung dịch nhựa, sau đó tấm phụ gia, sấy, nghiền thành bột và trộn đều để ép thành chi tiết.

Nhựa MF bền với nước nóng và chất tẩy rửa. Chất dẻo MF được dùng trong các sản phẩm kỹ thuật cần màu sáng, bền màu. Nhựa MF có độ chống hút ẩm cao, rất bền nhiệt, cách điện tốt, bền vững với tia lửa điện và tác động của sự rò rỉ điện (do có tạp chất) nên nó được sử dụng trong các chi tiết cách điện, chịu nhiệt và chịu tác động cơ học. Ví dụ: bảng mạch điện tử, tấm cách điện, công tắc, ổ cắm Chuối đèn,...

Nhựa MF không cháy nên cho phép được sử dụng trong các sản phẩm phòng hỏa, chịu nhiệt. Khi gia công các sản phẩm từ MF trên các máy ép hay máy đúc phun cần có chế độ công nghệ đặc biệt bởi vì nhựa có độ co ngót cao dễ sinh ra hư hỏng sau khi gia công (vì quá trình đông rắn của MF là quá trình trùng ngưng).

Sau đây ta sẽ so sánh tính chất ba loại nhựa nhiệt rắn nêu trên (xem bảng 3.5):

BẢNG 3.5. SO SÁNH TÍNH CHẤT NHỰA NHIỆT RẮN UF, MF, PF

Tính chất	Tên nhựa		
	UF	MF	PF
Khả năng nhuộm màu	Không hạn chế	Không hạn chế	Hạn chế
Nhiệt độ ép, °C	140 – 150	150 – 170	160 – 180
Thời gian ép sản phẩm, giây/mm	60 – 90	45 – 60	45 – 60
Độ thấm nước ở 20°C sau 24 giờ, %	0,75 – 2	0,3 – 0,6	0,4 – 1
Cách điện	Tốt	Tốt	Tốt
Điện thế xuyên thấu, kV/mm	10 – 15	12 – 18	10 – 18
Độ bền kéo, N/mm ²	40 – 50	50 – 60	40 – 50
Độ bền uốn, N/mm ²	60 – 70	80 – 90	70 – 80
Độ dai va đập, kJ/m ²	6 – 10	6 – 10	6 – 10

Qua bảng trên ta thấy vật liệu ép MF có các chỉ số kỹ thuật cao, không màu, bền ánh sáng, không độc và nhuộm màu tốt. Nhựa tấm MF đặc biệt là tấm với vải thủy tinh, sợi thủy tinh có giá rất lớn về mặt kỹ thuật vì độ bền cơ học rất cao, khả năng chịu nhiệt sẽ lớn. Nếu chất độn là giấy, xenlulo thì chủ yếu dùng làm vật liệu trang trí nội thất. Trong trường hợp làm keo dán gỗ thì MF vượt trội so với UF bởi có khả năng chịu được nước sôi trong một thời gian dài.

Nhựa MF dạng bột dùng làm đồ gia dụng (bát, đĩa, chén, tô, thìa, khay, gạt tàn thuốc lá,...) bởi màu sắc đẹp, độ cứng bề mặt cao và không độc. Chính vì vậy mà sản phẩm gia dụng từ nhựa MF được phát triển rất nhanh chóng ở Việt Nam.

IV – NHỰA POLYESTE KHÔNG NO

Vào những năm 1930 các nhà bác học Johnson, Bradley và Kropa đã bắt đầu nghiên cứu về nhựa polyeste không no. Nhưng mãi đến năm 1941 loại vật liệu này mới có tên trong thị trường và từ đó nó được sử dụng làm vật liệu nền cho vật liệu compozit. Nhựa polyeste không no thuộc nhóm chất dẻo có khả năng tạo thành mạng không gian nhờ có nhóm phản ứng $-COO-CH=CH-COO-$ trong mạch của nó. Bên cạnh các nhóm este trong các mạch phân tử của polyeste không no còn có các mối liên kết đôi – là mối

liên kết không bão hoà. Polyeste không no còn được sản xuất trong công nghiệp chất dẻo là các loại vật liệu dạng nhựa có phân tử lượng nhỏ ($M_n = 2000 - 3000$). Polyeste không no là kết quả đồng trùng hợp của chất trùng ngưng với các hợp chất của vinyl.

Polyeste được hình thành như các este thông thường bằng phản ứng giữa các axit hữu cơ và rượu. Để sản xuất các polyeste không no, một phần của các axit hữu cơ được sử dụng là hợp chất cacbon không no và phần còn lại là hợp chất cacbon no. Hợp chất cacbon không no có chứa các mối liên kết đôi có khả năng gây ra phản ứng hóa học. Số lượng các mối liên kết đôi của Polyeste được điều chỉnh bằng tỷ lệ thành phần của các axit hữu cơ no và không no. Khi tỷ lệ axit hữu cơ no mà tăng thì số mối các liên kết đôi trong phân tử polyeste sẽ giảm, do đó tính phản ứng sẽ kém đi.

Anhydrit malic được sử dụng như thành phần axit hữu cơ không no một cách thường xuyên nhất trong việc điều chế polyeste không no (đôi khi người ta cũng dùng axit malic). Ưu điểm của việc sử dụng anhydrit là trong quá trình trùng ngưng nước được hình thành sẽ bớt đi 1 phân tử gam.

Nhựa polyeste không no tạo thành ở dạng rắn, nhưng thông thường được sử dụng ở dạng dung dịch với styren (30 – 40%). Styren vừa là dung môi lại vừa là tác nhân khâu mạch. Nhựa polyeste không no chủ yếu được phân loại theo cấu trúc hoá học của anhydrit phtalic:

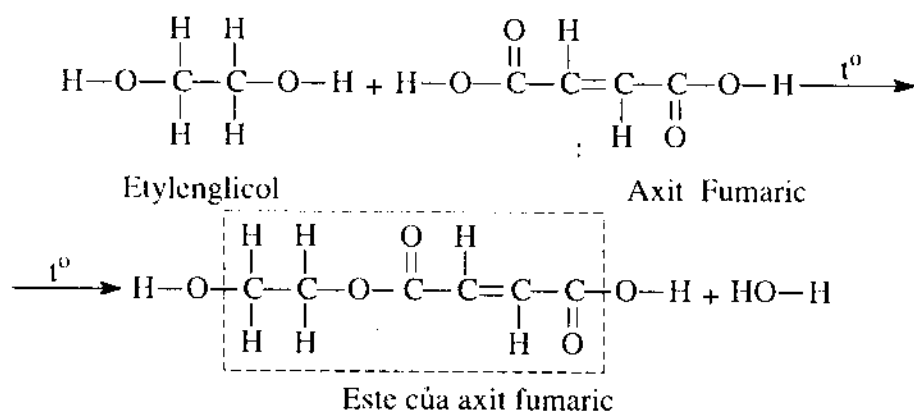
- Nhựa đi từ axit và anhydrit octophtalic (loại nhựa này phổ biến nhất và gọi là nhựa OCTO).

- Nhựa đi từ anhydrit tetrahydroptalic (loại này thường dùng trong công nghiệp tàu thuyền).

- Nhựa đi từ anhydrit izophtalic (loại nhựa này có khả năng chịu khí hậu, các môi trường ăn mòn tốt hơn loại nhựa OCTO và thường gọi là nhựa ISO).

Để đảm bảo tính không no cho nhựa polyeste bắt buộc phải dùng anhydrit maleic. Còn các polyol thường dùng nhất là propylenglycol và etylenglycol.

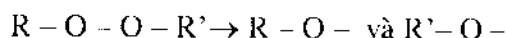
Ở nhiệt độ 150 – 200°C, giữa các dicarbonic axit và diol xảy ra phản ứng este hoá tạo thành nhựa polyeste không no. Ví dụ: trùng ngưng giữa axit fumaric và etylenglicol.



Nối đôi trong mạch chính là tác nhân đóng rắn nhựa nhờ phản ứng đồng trùng hợp với styren hoặc các monome không no khác như các loại acrylat có trong dung dịch nhựa. Từ nhựa polyester không no tạo thành vật liệu có cấu trúc lưới xảy ra trong quá trình đồng trùng hợp thực hiện khi gia công.

Quá trình đồng trùng hợp dẫn tới sự tạo thành mạch lưới có thể được bắt đầu với các chất đóng rắn nhiệt, hoặc với các hệ thống chất oxi hoá khử. Các chất đóng rắn nhiệt được sử dụng đóng rắn ở trạng thái nóng với khoảng nhiệt độ từ 100 đến 150°C. Để khởi động cho quá trình đồng trùng hợp khi đóng rắn nhựa polyester ở trạng thái nguội, người ta sử dụng các chất khơi mào mà sự phân huỷ của chúng không xảy ra dưới tác dụng của sự truyền nhiệt, mà xảy ra với sự cung cấp các chất hoạt hoá (còn gọi là chất kích hoạt).

Các chất khơi mào (còn gọi là chất tạo lưới) thường dùng cho nhựa polyester là các peroxit hữu cơ, có chứa mối liên kết oxi - oxi dễ phân huỷ khi có nhiệt hoặc chất hoạt hoá (kích hoạt) theo sơ đồ:



Một số chất khơi mào (initiator): metynetylketonperoxit (MEKPO); cyclohexanonperoxit (XHP); benzoilperoxit.

Để dùng cho đóng rắn nguội người ta thường dùng MEKPO hay XHP. Thông dụng nhất là MEKPO ở dạng dung dịch 50% trong metylphthalat (là chất hoá dẻo cho nhựa). Lượng dùng thường khoảng 1 - 2% so với nhựa.

Các chất khơi mào (tạo lưới) ở nhiệt độ cao thường dùng là benzoilperoxit với hàm lượng 1 - 2% dưới dạng bột nhão 55% trong crezylphosphat. Nhiệt độ đóng rắn trong khoảng 100 - 150°C.

Khi tạo lưới ở nhiệt độ bình thường, bên cạnh các chất khơi mào peroxit hoặc hydroperoxit người ta còn sử dụng các hợp chất dạng amin hoặc các muối kim loại có hoá trị thay đổi, ví dụ các chất hoạt hoá (chất kích hoạt) như:

- Dạng coban (Co)

- + Dung dịch coban octoat có 6% coban, màu xanh lơ, được dùng phối hợp với chất khơi mào nêu trên.

- + Dung dịch coban naphtenat cũng chứa 6% coban và được dùng như coban octoat.

- Dạng amin : 10% dietylanilin (DEA) hoặc dimetylanilin (DMA).

Cần lưu ý rằng: Khi sản xuất, nhựa cần phải cho vào trong polyeste không no khoảng từ 1 – 2% chất khơi mào peroxit hoặc hydroperoxit và 1% chất hoạt hoá dạng coban để giúp cho nhựa có điều kiện khâu mạch và tạo thành mạng không gian.

Nhựa polyeste không no có thể đông rắn ở nhiệt độ thấp và áp suất thấp hoặc nhiệt độ cao và áp suất cao. Trường hợp đông rắn ở nhiệt độ cao thì thời gian đông rắn sẽ xảy ra nhanh hơn.

Thông thường quá trình đông rắn (đồng trùng hợp) được tiến hành trong phân xưởng khi gia công bằng cách cho chất khơi mào vào trong hỗn hợp nhựa. Cần nhớ rằng trong hỗn hợp nhựa đã có đầy đủ các thành phần như: nhựa polyeste không no, styren, chất kích hoạt, chất hãm, và chất ổn định. Loại nhựa nguyên liệu này phải bảo quản ở nơi thoáng mát (khoảng 20°C), khô ráo (độ ẩm tương đối không quá 60%), và không có ánh sáng trực tiếp chiếu vào, không được để lâu quá 6 tháng.

Nhựa polyeste dùng làm vật liệu nền cho vật liệu composit để chế tạo ra các sản phẩm có kích thước lớn nhỏ khác nhau : từ vỏ ô tô, canô, tàu thủy cỡ nhỏ, tàu hoả, đến các chi tiết trong công nghiệp và dân dụng,...

Dựa vào tính chất của sản phẩm, chia ra làm 3 loại polyeste không no: loại nhựa mềm, loại nhựa tương đối cứng và loại nhựa cứng. Nhựa làm gelcoat là nhựa có phân tử lượng cao, khi đông rắn sẽ có độ cứng bề mặt cao, còn làm nền cho composit là loại nhựa cứng, có phân tử lượng thấp, nhưng độ dính kết lại cao, khi đông rắn cho ta trạng thái giòn.

Một số tính chất của vật liệu nhựa polyeste không no (xem bảng 3.6).

BẢNG 3.6. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU NHỰA POLYESTE KHÔNG NO

Tỷ trọng, g/cm ³	1,20
Môđun đàn hồi kéo, Gpa	2,8 – 3,5
Môđun đàn hồi uốn, Gpa	3 – 4
Độ bền kéo, Mpa	50 – 80
Độ bền uốn, Mpa	90 – 130
Độ bền nén, Mpa	90 – 200
Biến dạng phá huỷ kéo, %	2 – 5
Biến dạng phá huỷ uốn, %	7 – 9
Nhiệt độ uốn cong dưới tải trọng (1,8Mpa)	60 – 100°C

Sau khi đông rắn, nhựa polyeste không no là vật rắn, trong suốt, độ trong suốt của nó có thể cho phép 92% ánh sáng thực đi qua. Dưới tác dụng của các tia có độ dài bước sóng < 390μm nhựa chuyển sang màu vàng. Nhựa polyeste cách điện tốt, dễ cháy, chịu các axit, muối trung tính và dung môi có cực; nhưng không bền trong kiềm, xeton, dung môi clorua hoá, anilin, este và axit nóng.

Nhựa polyeste không no sau khi đông rắn, tính chất cơ lý của chúng chưa được ổn định nên cần phải giữ trong điều kiện bình thường khoảng 7 đến 10 ngày.

Nhựa polyeste không no có ưu điểm: cứng, ổn định kích thước, khả năng thấm thấu với các chất độn gia cường là rất tốt, dễ vận hành khi gia công, chống được nhiều tác dụng của môi trường hoá học, giá thành hạ.

Nhược điểm của polyeste không no là: dễ bị nứt khi làm việc (đặc biệt khi có tải trọng động), độ co ngót cao (khoảng 8 đến 10%), khả năng chịu nước nóng kém, dễ bị hư hại do tác dụng của tia cực tím, dễ bắt lửa, chịu nhiệt độ trung bình dưới 120°C. Polyeste không no, dễ cháy. Để làm giảm khả năng cháy của nhựa cần cho vào các chất có nguồn gốc vô cơ và hữu cơ như: oxit antimon, parafin có chứa clo, PVC và một số loại hợp chất chứa photpho,...

V – NHỰA EPOXY

1. Khái niệm

Nhựa epoxy được nghiên cứu từ những năm đầu của thế kỷ thứ XX. Năm 1934 nhà bác học Schlack (Đức) đã tổng hợp được nhựa epoxy từ bisphenol

A và epyclohydrin. Tiếp đó, các nhà bác học Mỹ, Thụy Sĩ, Nhật,... đã nghiên cứu tiếp và tìm ra nhiều loại epoxy khác nhau, có nhiều tính năng đặc biệt quý.

Cũng như nhựa polyeste không no, nhựa epoxy khi chưa đóng rắn có cấu trúc mạch thẳng (mạch sợi) và ở dạng chất lỏng đặc sệt. Trong phân tử của nó có nhóm epoxy.

Một trong những dạng epoxy thường gặp nhất là dạng sinh ra từ tác dụng của epyclohydrin hoặc diclohydrin glyxerin với diol, ví dụ difenilpropan.

Phân tử lượng của nhựa epoxy dao động trong khoảng 300 – 18000 tùy thuộc vào tỷ lệ mol giữa epyclohydrin (ECH) và diphenylolpropan (DPP), nhiệt độ, thời gian phản ứng và nồng độ NaOH.

Nhựa epoxy thương mại thường được đặc trưng bởi các thông số chủ yếu sau:

- Hàm lượng nhóm epoxy (HLE) là trọng lượng của nhóm epoxy có trong 100g nhựa

- Dương lượng epoxy (DDLE) là lượng nhựa tính theo thời gian, chứa trong một dương lượng nhóm epoxy.

- HLE và ĐLE liên quan với nhau theo công thức : $ĐLE = \frac{43 \times 10}{HLE}$

Ở đây 43 là phân tử lượng của nhóm epoxy.

Nhựa epoxy sau khi đóng rắn có cấu trúc vi mô dị thể dạng hình cầu (globular) và sự hình thành cấu trúc quan sát thấy ngay ở pha lỏng trong các giai đoạn đóng rắn ban đầu. Kích thước của các phân tử hình cầu phụ thuộc vào thành phần tổ hợp và điều kiện đóng rắn (kích thước các phân tử giảm khi tăng nhiệt độ). Khi giảm kích thước giữa các phân tử hình cầu thì tính chất cách điện tăng. Khoảng cách giữa các mắt lưới khi khâu mạch giảm sẽ làm tăng nhiệt độ thủy tinh hoá, tăng độ bền nén, tăng độ bền hoá học, tăng khả năng chịu nhiệt và khi đó độ giòn của vật liệu cũng tăng theo. Khi tăng hàm lượng nhân trong nhựa và tăng mật độ kết bó của các đoạn mạch cũng sẽ làm tăng độ bền cơ – lý – hoá của nhựa.

2. Chất đóng rắn

Nhựa epoxy bình thường ở dạng chất lỏng đặc sệt, khi tác dụng với chất đóng rắn nó chuyển sang trạng thái không nóng chảy, không hoà tan và có cấu trúc mạch không gian ba chiều.

Phản ứng chính của nhóm epoxy là công hợp (còn gọi là trùng khối) với các hợp chất chứa nguyên tử hydro linh động và trùng hợp nhóm epoxy theo cơ chế ion. Do vậy, chất đóng rắn được phân thành hai nhóm chính: chất đóng rắn cộng hợp và chất đóng rắn trùng hợp.

2.1. Chất đóng rắn cộng hợp

a) Chất đóng rắn amin

Chất đóng rắn amin là các hợp chất chứa nhóm amin bao gồm: amin thẳng, vòng, thơm, dị vòng và các sản phẩm biến tính của amin cũng như oligoamidamin có nhóm amin ở cuối mạch. Các chất amin hầu như có thể đóng rắn tất cả các loại nhựa epoxy, ngoại trừ epoxieste vì không có nhóm epoxy. Nhóm epoxy của nhựa epoxy mạch vòng nó có khả năng phản ứng hoá học rất yếu với nhóm amin.

Các chất amin có khả năng đóng rắn với nhựa epoxy ở nhiệt độ từ 0 – 150°C. Mặc dù vậy, nhưng nếu ở nhiệt độ thấp (0 – 20°C) thường phải bổ sung thêm chất kích hoạt như rượu, mecaptan, phenol, axit cacbonxilic.

Dưới đây là một số chất đóng rắn thường dùng trong công nghiệp:

– Polyamin mạch thẳng gồm có:

Diethylentriamin (DETA) : $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$

Triethylentetramin (TETA): $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$

Polycylen polyamin (PEPA): $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

Polyamin mạch thẳng có nhược điểm là dễ hút ẩm, mùi khó chịu và độc. Trong môi trường không khí ẩm dễ tạo thành cacbamat không hoà tan làm cho bề mặt vật liệu bị mờ đục.

– Polyamin mạch thẳng biến tính: Để khắc phục những nhược điểm của Polyamin mạch thẳng, trong công nghiệp người ta đã sản xuất ra nhiều loại dẫn xuất khác về hoạt tính hoá học. Những chất đó bao gồm: Adduct của DETA với butylacrylat, adduct của DETA với acrylonitril.

– Amin thơm: những amin thơm phổ biến nhất dùng để đóng rắn nhựa epoxy gồm có: m- phenylendiamin (MPD); diaminophenylmetal (DDPM); diaminophenylsunfon (DDPS)

Amin thơm có khả năng phản ứng thấp hơn polyamin mạch thẳng. Quá trình đóng rắn xảy ra ở nhiệt độ cao $\geq 150^{\circ}\text{C}$

b) Chất đóng rắn axit

So với các chất đóng rắn amin, chất đóng rắn axit ít gây ăn mòn da và ít gây toả nhiệt hơn. Nhựa sau khi đóng rắn có nhiệt độ biến dạng cao, các tính chất cơ lý, hoá và điện đều cao hơn. Nhưng khi tác dụng với kiềm thì độ bền kém hơn là đóng rắn với amin.

Cơ chế phản ứng khi đóng rắn bằng anhidrit khá phức tạp, song giai đoạn đầu là mở vòng anhidrit bằng nhóm hydroxyl. Nhóm hydroxyl cũng phản ứng với nhóm epoxy và khi đó sẽ có 5 phản ứng xảy ra gồm:

- Phản ứng của nhóm cacboxylic với nhóm epoxy
- Phản ứng của nhóm hydroxyl với nhóm epoxy
- Phản ứng của monoeste với nhóm hydroxyl
- Phản ứng thuỷ phân anhidrit tạo thành axit nhờ nước tách ra ở phản ứng 3.
- Phản ứng thuỷ phân monoeste bằng nước để tạo thành axit và alcol.

Phản ứng của cacboxylic với nhóm epoxy không có xúc tác thường xảy ra rất chậm, kể cả khi tăng nhiệt độ. Tuy thuộc vào yêu cầu của sản phẩm mà chế độ đóng rắn có thể kéo dài từ 16 – 32 giờ ở nhiệt độ $120 - 150^{\circ}\text{C}$. Muốn giảm nhiệt độ và thời gian đóng rắn, thường dùng các amin bậc 3 để làm xúc tác cho phản ứng. Chất thường dùng nhất là benzildimetylamin (BDA) và 2, 4, 6 tri (dimetylaminometyl) phenol (TDMAMP).

Các amin thơm nêu trên có khả năng chuyển axit cacboxylic thành anion thông qua tạo phức có chuyển dời điện tích. Thường sử dụng tỷ lệ cấu tử anhidrit/epoxy = 0,8/1,1mol. Lượng xúc tác bazơ hữu cơ (amin bậc 3) thường dùng vào khoảng 0,5 – 3%.

2.2. Chất đóng rắn oligomer

Chất đóng rắn dạng này là các oligome đa chức như nhựa phenolformandehit (novolac và rezol), ureformaldehyt. Nhìn chung nhựa epoxy đóng rắn bằng các loại chất đóng rắn này có các tính chất tốt về độ bền hoá học (đặc biệt đối với môi trường kiềm), tính chất tốt về bền nhiệt, bền điện (điện áp đánh thủng cao) nên được dùng nhiều trong kỹ thuật điện.

2.3. Chất đóng rắn trùng hợp

Loại chất đóng rắn này có tác dụng xúc tác mở vòng epoxy để thực hiện phản ứng trùng hợp cation và anion.

– Trùng hợp cation: được khởi đầu bằng axit Lewis như BF_3 , SnCl_4 Thường sử dụng rộng rãi các phức của triflobo, ví dụ như $\text{BF}_3\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$.

Cơ chế trùng hợp cation của nhóm epoxy có thể hình dung như sau: đầu tiên triflobo tạo phức với ion của vòng epoxy tạo thành phức không bền và phức này nhanh chóng tuyến thành ion cacboni hay oxoni. Trong thực tế, việc tạo thành ion cacboni có nhiều khả năng hơn và nó là trung tâm hoạt động tham gia vào phản ứng trùng hợp.

– Trùng hợp anion: Trùng hợp anion nhóm epoxy là quá trình dễ điều khiển hơn. Phản ứng được khởi đầu bằng các alcoglat kim loại kiềm và amin bậc ba.

3. Tính chất và ứng dụng của nhựa epoxy đã đóng rắn

Nhựa epoxy khi chưa đóng rắn trên cơ sở dioxidifenilpropan là sản phẩm nhiệt dẻo có màu vàng nâu, có độ nhớt từ chất lỏng đến cứng giòn. Nó rất dễ hoà tan trong xeton, este, diocxan, và trong clobenzen, đặc biệt dễ tan trong metyletylxeton, metylxiclohexanol, còn diaxeton. Nhựa có phân tử lượng thấp tan trong cồn và hydrocacbon thơm, còn nhựa có phân tử lượng cao không tan trong hai chất trên. Khi nhựa đã hoà tan trong dung môi có thể để trong thời gian dài vẫn không bị thay đổi tính chất.

Nhựa epoxy có thể kết hợp với ure melamin và phenolformaldehyd, nhựa polyeste và polysulfit, mà không kết hợp được với ete và este xelulo (etyl – nitrat – và axetatxelulo). Phân tử lượng lúc khởi đầu của nhựa epoxy sẽ quyết định tính chất của sản phẩm đã đóng rắn. Nhựa có phân tử lượng thấp sẽ được dùng làm keo, các sản phẩm đúc và chế tạo vật liệu composit, còn nhựa có phân tử lượng cao dùng để chế tạo sơn, lớp phủ bảo vệ.

Nhựa epoxy ở trạng thái đóng rắn có số mạch ngang không nhiều nằm trên đoạn dài giữa chúng, cho nên các đoạn mạch được nối với nhau có thể có dao động. Chính vì lý do đó mà nhựa epoxy có độ bền uốn cao và không giòn như nhựa phenolformaldehyd đã đóng rắn, vào khoảng 0,5% ở 100°C và 2,3% ở 200°C . Độ co của nhựa epoxy cũng nhỏ hơn độ co của nhựa phenolformaldehyd và nhựa polyeste không no.

Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh rằng: tính chất cơ - lý - hoá của vật liệu epoxy đã đóng rắn phụ thuộc vào thành phần của chất đóng rắn. Tính chất đó được biểu diễn ở bảng 3.7.

BẢNG 3.7. TÍNH CHẤT CỦA NHỰA EPOXY

	Amin	Anhydrit
Tỷ trọng, g/cm ³	1,19	1,23
Độ bền kéo, Mpa	0,56	0,8
Độ bền uốn, Mpa	1,5	1,2
Độ bền nén, Mpa	1,3	1,3
Độ bền nhiệt theo Maten, °C	80–90	120 – 140
Nhiệt độ phá huỷ, °C	–	340
Độ thấm nước sau 24 giờ ở 20°C, %	–	0,3

– Những ưu điểm của nhựa epoxy:

Độ ổn định kích thước cao, cơ tính cao hơn nhựa polyester không no. Chịu nhiệt độ cao, liên tục đến 150°C hoặc đôi khi lên đến 190°C. Độ bền hoá học cao. Độ co ngót thấp (0,5 đến 3%). Độ thấm thấu tốt với các chất độn gia cường. Độ bám dính tốt đối với kim loại và các loại vật liệu khác.

– Những nhược điểm của nhựa epoxy:

Thời gian đóng rắn dài, dễ bị nứt khi đóng rắn. Tính chất này của nhựa epoxy có thể thay đổi, nếu như cho thêm chất polyamid và polysulfite phân tử lượng thấp với vai trò chất đóng rắn. Giá thành cao hơn nhiều so với nhựa polyester không no.

Do những đặc tính cao hơn hẳn polyester không no, nên người ta dùng nhựa epoxy trong các ngành công nghiệp đòi hỏi phải có độ bền cơ học cao như công nghiệp tàu thủy, máy bay, tên lửa, dùng làm keo dán các kết cấu công trình, dùng chế tạo các sản phẩm cách điện, dùng sơn chống ăn mòn,...

VI – NHỰA SILIC HỮU CƠ

1. Khái niệm

Hợp chất hữu cơ silic đã được nghiên cứu sản xuất để dùng trong ngành công nghiệp chất dẻo chịu nhiệt độ cao, cao su, màng mỏng, keo dán, mỡ bôi trơn và chất lỏng để làm vật liệu chống thấm nước.

Silic có rất nhiều trên trái đất và nó lại dễ dàng kết hợp với các chất khác như oxi, hydro... Trọng lượng phân tử của silic là 28,09. Nó tồn tại cả trong hai dạng tinh thể và vô định hình. Nhiệt độ nóng chảy của nó là 1420°C. Nếu cacbon có khả năng tạo thành mạch dài từ những nguyên tử cacbon thì

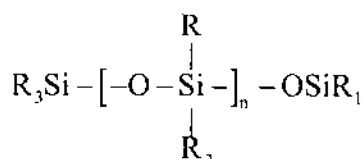
silic chỉ có thể tạo thành các mạch ngắn từ các nguyên tử silic – silic (vào khoảng 14 nguyên tử). Liên kết silic – silic không bền vững bằng cacbon – cacbon. Nhưng khi liên kết silic với các nguyên tố khác thì lại bền vững hơn liên kết cacbon với chúng (xem bảng 3.8).

BẢNG 3.8. NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA CACBON VÀ SILIC VỚI CÁC NGUYÊN TỐ KHÁC

Liên kết của silic			Liên kết của cacbon		
Liên kết	Năng lượng liên kết, kcal/mol	Khoảng cách giữa các nguyên tử	Liên kết	Năng lượng liên kết kcal/mol	Khoảng cách giữa các nguyên tử
Si – Si	42,5	1,90	C – C	56,8	1,54
Si – C	58,0	1,93	C – H	87,3	1,14
Si – H	75,0	1,64	C – F	104,0	1,35 – 1,42
Si – F	143,0	1,54	C – Cl	70,0	1,69 – 1,77
Si – Cl	85,0	2,00	C – Br	57,0	1,94
Si – Br	69,0	2,14	C – J	43,0	2,10
Si – J	51,0	2,43	C – O	75,0	1,43
Si – O	89,0	–			

Polyme silic hữu cơ có thể ở dạng mạch sợi hoặc mạch không gian:

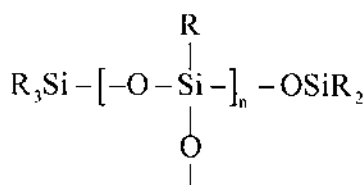
– Dạng mạch sợi:



Phân tử lượng thấp: n không lớn (n = 2...10), mạch phân tử ngắn.

Phân tử lượng cao: n là số lớn, mạch phân tử rất dài.

– Dạng mạch không gian:



Silic hữu cơ phân tử lượng thấp là chất lỏng. Tính chất của nó phụ thuộc vào phân tử lượng và dạng của các gốc R có trong thành phần của phân tử polyme (R có thể là CH_3 , C_2H_5 , C_6H_5).

Silic hữu cơ phân tử lượng cao có cấu trúc mạch sợi nhận được bằng cách thủy phân và ngưng tụ các hợp chất có chứa hai nhóm chức. Nếu tồn tại hợp chất đơn chức thì rất dễ cắt mạch siloxan của polyme, còn nếu tồn tại hợp chất có chứa ba nhóm chức trở lên thì sẽ dẫn đến việc tạo thành cấu trúc mạch không gian.

Silic hữu cơ phân tử lượng cao, mạch không gian nhận được bằng cách thủy phân và ngưng tụ (aril) của closilan hoặc thay etc của axit octosilic (giai đoạn 1) và đóng rắn sản phẩm nhận được bằng cách nung nóng (giai đoạn 2). Sản phẩm silic hữu cơ ngay sau khi thủy phân là chất lỏng không màu nếu tỷ lệ giữa $\text{CH}_3/\text{Si} = 1,25 - 1,5$; còn nếu ở dạng chất lỏng nhớt thì tỷ lệ đó $< 1,2$. Trường hợp thứ nhất đóng rắn ở nhiệt độ 100°C trong vòng 2 – 2,4 giờ, và trường hợp thứ hai có thể chuyển trạng thái không nóng chảy và không hoà tan ở nhiệt độ 20°C hoặc nung nóng chút ít.

2. Tính chất của nhựa silic hữu cơ

Tính chất của silic hữu cơ có liên quan đến cấu tạo hoá học, dạng tinh thể của phân tử. Liên kết silic với oxi: $-\text{O}-$ là đặc trưng của tính dẻo so với các liên kết $-\text{CH}_2-$; $-\text{NH}-$; $-\text{S}-$; ...

Nhóm mạch rẽ trong phân tử silicon có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của polyme. Nếu tăng số gốc mạch thẳng sẽ tăng độ mềm dẻo và độ hoà tan trong một số chất hoà tan và giảm độ cứng cũng như độ bền nhiệt. Silic hữu cơ chứa các nhóm metyl có độ bền với nhiệt vào khoảng 200°C , nhóm phenyl 250°C , nhóm etyl 144°C và nhóm propyl 120°C .

Độ bền nhiệt và bền oxi hoá của polyme silic hữu cơ phụ thuộc vào dạng gốc hữu cơ có liên kết với nguyên tử silic. Metyl, etyl và các nhóm mạch thẳng khác có xu hướng oxi hoá. Khi trong mạch cao phân tử có nhóm phenyl sẽ có độ bền nhiệt cao hơn.

BẢNG 3.9. SỰ PHÁ HỦY NHIỆT CỦA CÁC LOẠI SILIC HỮU CƠ

Loại polyme	Thời gian oxi hoá, h	Nhiệt độ thí nghiệm, °C	Số lượng HCOOH và CH ₂ O thoát ra, mol
Polydimetylsiloxan	168	200	17
	24	225	36
Polyfenylmetylsiloxan	168	200	Có vết
	168	225	3
	24	300	18

Khi nung nóng silic hữu cơ ở ngoài không khí sẽ có hiện tượng oxi hoá và ngắt mạch metyl. Cũng với loại vật liệu đó, khi nung nóng trong chân không ở 400°C polyme bị phân tách ra nhóm phân tử thấp, nhưng không quan sát thấy sự ngắt mạch metyl.

Khi có sự tác dụng của cơ học (quá trình cản chằng hạn) cũng dẫn đến sự phân huỷ của liên kết silic và tạo thành các gốc tự do.

Cho vào trong phân tử của silic hữu cơ các nhóm phenyl sẽ ảnh hưởng đến độ bền chặt của vật liệu và nhờ vậy mà ta có thể điều chỉnh được lực tác dụng tương hỗ giữa các phân tử. Điều đó dẫn đến khả năng chịu lạnh của polyme cũng sẽ khác nhau. Với cao su polydimetylsiloxan chịu được -60°C, trong khi đó nếu thay khoảng 7 – 15% nhóm metyl bằng nhóm phenyl thì khả năng chịu lạnh đạt được tới -77°C. Từ đó có thể nhận thấy rằng cho nhóm phenyl vào trong polyme silic hữu cơ sẽ làm giảm độ bền chặt mạch phân tử và giảm lực tác dụng tương hỗ giữa chúng.

Tất cả các vật liệu silic hữu cơ đều có độ bền cơ không lớn, đó chính là nguyên nhân của lực tác dụng tương hỗ giữa chúng không cao. Lực này được xác định bằng sự thay đổi độ trương nở của các polyme khác nhau và được biểu diễn dưới dạng năng lượng bám dính, được đưa ra dưới đây (cal/cm³):

Polydimetylsiloxan	54
Polyizobutylen	60
Polyetylen	62
Polyvinylclorid	90

3. Ứng dụng

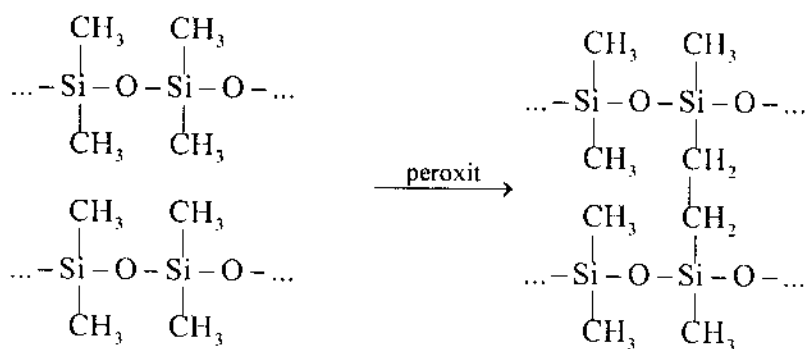
Liên kết Si – O là liên kết có cực, cho nên sản phẩm của silic hữu cơ có thể ở thể lỏng hoặc rắn. Và như vậy nó sẽ có cấu trúc mạch sợi, có chu kỳ lặp hoặc mạch không gian. Sản phẩm của silic hữu cơ có thể là mỡ, chất lỏng chống thấm, sơn, keo, cao su và chất dẻo nhiệt rắn để chế tạo vật liệu bọc lót, vật liệu ép và composit.

3.1. Keo và cao su

Nhựa silic hữu cơ có độ bám dính không cao, nhưng nếu được biến tính với các vật liệu khác nó sẽ được dùng để làm keo dán ở nhiệt độ cao.

Cao su silic hữu cơ là polyme có cấu trúc mạch sợi và phân tử lượng cao (100.000 – 800.000). Thông dụng nhất là cao su polydimetylsiloxan. Khi bảo quản, cao su polydimetylsiloxan trở thành dạng tinh thể nhanh hơn cao su thiên nhiên. Độ kết tinh của cao su silic trong khoảng nhiệt độ – 60 đến – 67°C và nhiệt độ thủy tinh hoá vào khoảng – 123°C, có nghĩa là thấp hơn nhiều các chất polyme hữu cơ.

Lưu hoá cao su có thể dùng peroxit hoặc hydroperoxit ở nhiệt độ cao (160°C – 200°C) để tạo thành mạng không gian. Thường dùng peroxit với tỷ lệ 1,5 – 3,0%. Khi nung nóng peroxit chuyển sang gốc tự do để làm ngắt mạch các nguyên tử hydro từ nhóm metyl và tạo thành các gốc polyme nối chúng với nhau ở các cầu ngang:

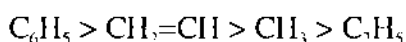


Cao su silic được dùng nhiều trong công nghiệp bọc trục cán, công nghiệp giấy, công nghiệp dệt, trong ngành y (do đặc tính không độc hại với cơ thể người) và các ngành trong công nghiệp khác dùng làm vật liệu đệm và bọc lót,....

3.2. Vật liệu ép

Tính chất của loại vật liệu ép silic hữu cơ có độ bền nhiệt cao, cách điện tốt ngay cả ở nhiệt độ cao, đặc biệt là chịu nước và chịu được thời tiết tốt.

Độ bền của silic hữu cơ mạng không gian dưới tác dụng của chất oxi hoá trong điều kiện nhiệt độ cao không bị thay đổi do có sự bền vững của mối liên kết silic. Dưới tác dụng của nhiệt độ và oxi không xảy ra hiện tượng ngắt mạch cao phân tử, mà tách gốc hydrocacbon tạo thành chất có phân tử lượng thấp bay hơi và nối với các gốc mới. Việc tạo thành các đại phân tử làm cho quá trình thâm nhập oxi vào sâu trong polyme gặp khó khăn, từ đó quá trình phá huỷ polyme sẽ chậm lại. Độ bền nhiệt của polyme silic hữu cơ sẽ giảm phụ thuộc vào đặc trưng của các gốc thay thế có liên quan đến nguyên tử của silic theo thứ tự sau:



Sự tách các gốc hữu cơ dưới tác dụng của oxi trong không khí đối với nhựa polymethylsiloxan bắt đầu rất chậm chạp ở 200°C – 250°C và chỉ khi 300°C mới xảy ra nhanh hơn. Gốc etyl tách ra dễ dàng hơn, gốc phenyl có độ bền nhiệt cao hơn, gốc halogen hoá oxi hoá khó khăn hơn và khi có nó trong silic hữu cơ thì sẽ không bị cháy.

Đối với silic hữu cơ có cấu trúc lưới không gian thì việc tách liên kết Si – C sẽ xảy ra ở nhiệt độ 450°C, còn liên kết Si – O giữ được ở nhiệt độ 450°C – 500°C.

Độ bền nhiệt của nhựa silic hữu cơ cao sẽ làm cho tính cách điện của nó cũng cao và hầu như không phụ thuộc vào nhiệt độ đến 250°C. Tính cách điện của màng nhựa silic hữu cơ: hiệu thế đánh thủng đạt được 100kV/mm, điện trở riêng thể tích $10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$, tang góc hao tổn điện môi ở 800Hz là $1,5 \cdot 10^{-2}$. Những đặc trưng về độ bền nhiệt và tính cách điện cao sẽ tạo cho nhựa silic hữu cơ có nhiều ứng dụng trong ngành điện. Sử dụng vật liệu composit trên cơ sở nhựa silic hữu cơ sẽ thuận lợi trong trường hợp không đòi hỏi độ bền cơ cao, nhưng lại cần bền nhiệt và bền điện lớn.

Khi sử dụng vật liệu silic hữu cơ với nhựa polyeste không no sẽ tăng được độ bền nhiệt hơn nhiều so với polyeste không biến tính.

Muốn tăng độ bền nhiệt, độ bền cơ và tăng độ bám dính của nhựa silic hữu cơ với sợi thủy tinh có thể biến tính nó với nhựa epoxy. Đóng rắn, cho nhựa epoxy kết hợp với nhựa silic hữu cơ có thể dùng ngay chất đóng rắn cho nhựa epoxy.

Như vậy, khi biến tính nhựa silic hữu cơ với các loại nhựa hữu cơ khác sẽ làm tăng tính chất của vật liệu nền, tăng tính chất cơ học và tính chất nhiệt của nhựa silic hữu cơ.

3.3. Nhựa silic xốp

Nhựa silic xốp được dùng nhiều trong điều kiện chịu nhiệt cao hơn các loại xốp polyme khác. Thành phần chất tạo xốp bao gồm: nhựa có phảng lượng thấp (thường dùng polymetylfenilsiloxan), chất tạo xốp, chất xúc tác quá trình đông rắn và chất độn. Tất cả chúng được cho vào trong máy trộn, trộn đều rồi cho nung đến nhiệt độ 160°C cho nóng chảy và sủi bọt. Khi tăng nhiệt độ tạo bọt sẽ tạo thành vật liệu xốp tỷ trọng nhỏ. Giai đoạn đông rắn hoàn toàn của vật liệu (chuyển sang trạng thái không nóng chảy, không hoà tan) sẽ xảy ra sau 80 giờ nung nóng ở nhiệt độ 250°C. Ví dụ, một loại đơn liệu silic xốp gồm các thành phần như sau: nhựa polymetylfenilsiloxan 100; diazoaminbenzol 2 –3; trientanolamin 0,005 – 1,0%; bột sợi thủy tinh 5.

Hỗn hợp được trộn trên máy trộn cán ở 100°C thời gian 10 – 12 phút, sau đó mang ra nghiền tinh và đưa vào khuôn kim loại và đặt vào trong lò 180°C với thời gian 30 phút, sau đó kéo dài 3 giờ từ nhiệt độ 180°C dần nâng nhiệt độ tới 250°C và duy trì trong 4 giờ. Vật liệu nhận được lại tiếp tục nung nóng trong nhiệt độ 250°C với thời gian 50 giờ.

Loại vật liệu xốp này có khả năng chịu nhiệt độ cao (250°C), không cháy, tính cách điện tốt.

Chương 4

VẬT LIỆU COMPOZIT VÀ CAO SU

I – POLYME COMPOZIT

1. Các khái niệm cơ bản

1.1. Định nghĩa

Vật liệu compozit là loại vật liệu tổ hợp từ hai vật liệu có bản chất khác nhau tạo thành một vật liệu có đặc tính trội hơn hẳn đặc tính của từng loại vật liệu thành phần.

1.2. Đặc tính chung

Trong trường hợp tổng quát, vật liệu compozit gồm một hay nhiều pha gián đoạn được phân bố trong một pha liên tục. Pha gián đoạn thường có cơ tính trội hơn hẳn pha liên tục. Pha liên tục gọi là nền, pha gián đoạn gọi là cốt.

Cơ tính của vật liệu compozit phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu thành phần, luật phân bố hình học của vật liệu cốt và sự tác dụng tương hỗ giữa các vật liệu thành phần... Độ tập trung của vật liệu cốt được xác định qua tỷ lệ thể tích hoặc tỷ lệ khối lượng. Đây là một thông số quan trọng quyết định tính chất của vật liệu compozit.

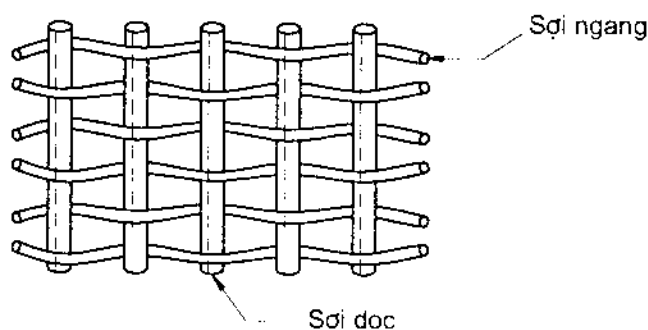
Theo bản chất của vật liệu nền ta sẽ có vật liệu nền hữu cơ, vật liệu nền kim loại, và vật liệu nền khoáng. Ở đây, chúng ta chỉ học vật liệu nền hữu cơ, vật liệu nền polyme. Chính vì vậy ta có tên gọi “vật liệu polyme compozit”. Vật liệu nền polyme bao gồm các loại nhựa dẻo và nhựa nhiệt rắn. Các loại nhựa này ta đã đề cập đến ở phần trên. Trong phần này ta chỉ luận bàn về vật liệu cốt.

Vật liệu cốt cho vật liệu compozit có hai loại : cốt sợi và cốt hạt.

- Cốt hạt dùng trong vật liệu compozit để làm tăng cơ, lý tính của nhựa. Ngoài ra hạt cũng dùng để làm giảm giá thành của vật liệu, làm tăng tính chất dẫn điện, dẫn nhiệt cho nhựa nền,...

-- Cốt sợi dùng trong vật liệu compozit sẽ tăng cường thêm tính chất cơ học của vật liệu. Các tính chất khác cũng tăng thêm như tính dẫn nhiệt, dẫn điện,...

Khi ứng dụng vật liệu cốt trong compozit ta cần chú ý đến các đặc trưng sau: cơ tính phải cao, tỷ trọng phải nhỏ hơn tương thích với nhựa nền, dễ vận hành khi chế tạo nhưng giá thành phải rẻ,... Tùy thuộc vào mục đích sử dụng, vật liệu cốt có thể có nguồn gốc khác nhau: Sợi thực vật, sợi khoáng, sợi nhân tạo, sợi tổng hợp,... Kết cấu vật liệu cốt có thể ở dạng sợi ngắn hoặc các sợi dài xếp thành búi, hoặc dệt thành vải. Các loại sợi ngắn tạo ra vật liệu có tính đồng phương. Các loại sợi dài hoặc vải sẽ cho vật liệu có tính dị hướng (có nghĩa là tính chất của chúng sẽ khác nhau theo các phương khác nhau). Vật liệu cốt trong compozit sẽ chiếm khoảng từ 30% đến 70% tùy theo bản chất của vật liệu và yêu cầu của sản phẩm.



Hình 4.1. Minh họa sợi dọc và sợi ngang của vải

Hình 4.2 minh họa các kiểu chéo sợi kinh điển hay sử dụng : lụa trơn, xatanh, kiểu dệt vân chéo, kiểu đồng phương, kiểu môđun cao.

Lụa trơn: Các sợi dọc là ngang qua nhau, xen kẽ đều đặn, ổn định nhưng biến dạng nhỏ. Kiểu treó sợi này làm cho tính chất cơ học của vải theo hai phương (dọc và ngang) như nhau (các sợi sử dụng phải như nhau).

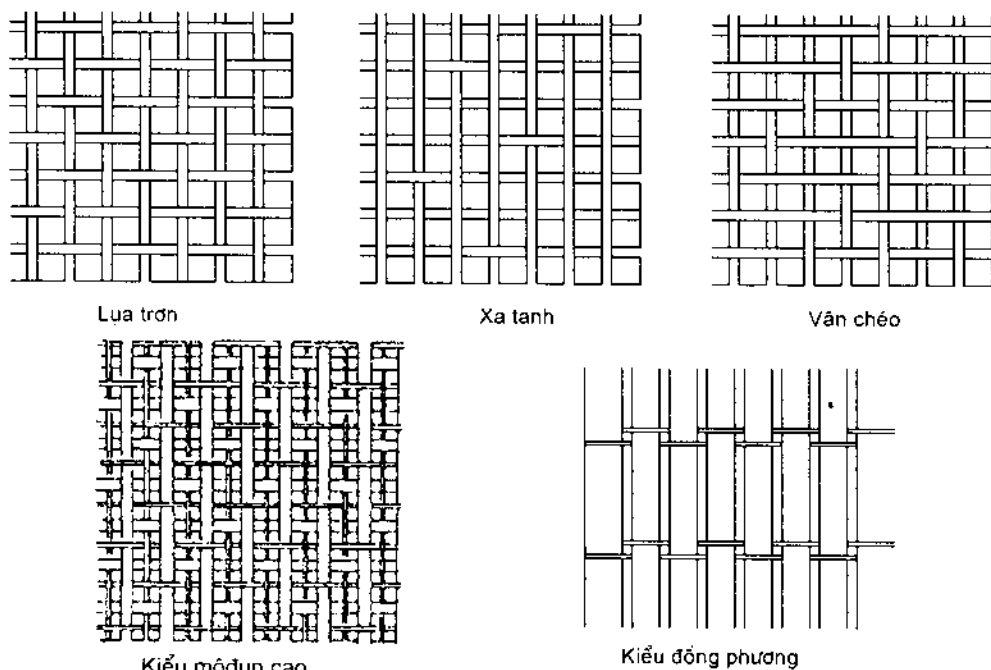
Xatanh: Sợi ngang không bắt chéo qua tất cả các sợi dọc. Mỗi xatanh được xác định bởi một số, thường là 4 hoặc 8, con số này cho biết sợi ngang bắt chéo qua 4 hoặc 8 sợi dọc. Sợi ngang đi dưới các sợi dọc.

Vân chéo: Kiểu dệt vân chéo gần giống kiểu xatanh, sợi ngang bắt chéo qua 3,4 hoặc 5 sợi dọc. Sợi ngang đi trên các sợi dọc. Kiểu đan chéo này khiến cho vải có những đường gân chéo, mềm và dày đặc hơn.

Vải môđun cao: Hai lớp sợi đặt chồng lên nhau không cần bắt chéo sợi, chúng hợp lại với nhau nhờ các sợi ngang và sợi dọc khác mịn, nhỏ hơn.

Những sợi mịn này, thực chất không tham gia vào việc cải thiện cơ tính của vải. Các sợi dọc và ngang không bắt chéo qua nhau nên ta không tính đến hiệu ứng cắt giữa chúng, vải cho cơ tính cao nhưng giá thành cao.

Kiểu đồng phương (dọc hoặc ngang): các sợi song song theo phương dọc hoặc phương ngang được hợp lại nhờ các sợi mịn, nhỏ. Các sợi mịn này không can thiệp vào cơ tính của vải.



Hình 4.2. Các kiểu chéo sợi hay dứng

Cơ tính của các loại vải phụ thuộc vào:

- Loại sợi tạo thành vải (sợi thủy tinh, sợi cacbon,...)

Kiểu dệt của vải (kiểu đồng phương, kiểu môđun cao cho cơ tính tốt nhất kiểu dệt xa tanh và vân chéo cho cơ tính kém hơn, nhưng vẫn trội hơn kiểu dệt lụa).

2. Các loại vật liệu cốt

2.2. Cốt sợi thủy tinh

Thủy tinh dưới dạng khối rất giòn, dễ bị nứt. Ngược lại, khi kéo thành sợi nhỏ với đường kính vài chục micromet, thủy tinh sẽ mất các tính chất trên

mà trở thành vật liệu mềm mại hơn và cơ tính sẽ cao hơn gấp trăm lần cơ tính của thủy tinh khối.

BẢNG 4.1. CƠ TÍNH CỦA SỢI THỦY TINH KHI MỚI RA LÒ

Đặc trưng	Thủy tinh E	Thủy tinh R
Tỷ trọng, kg/m ³	2600	2550
Mô đun đàn hồi, Gpa	73	86
Độ bền kéo, Mpa	3400	4400
Biến dạng phá hủy, %	4,4	5,2
Hệ số poisson	0,22	0,22

2.2. Cốt sợi cacbon

Khoảng 20 năm trở lại đây, xuất hiện một loại sợi có mô đun đàn hồi cao, đó là sợi cacbon. Cacbon theo nghiên cứu lý thuyết là loại đơn tinh thể có tính chất cơ lý cao. Mô đun đàn hồi là 1200 Gpa và độ bền kéo đứt là 20000 Mpa). Chúng có tỷ trọng không lớn (thấp hơn 200 kg/m³). Chính vì lẽ đó các chỉ số cơ tính riêng của nó rất cao. Tính chất của chúng không thay đổi ở nhiệt độ tới 1500°C.

Cơ tính riêng của các sợi cacbon so với sợi thủy tinh (xem bảng 4.2).

BẢNG 4.2. CƠ TÍNH RIÊNG CỦA SỢI CACBON VÀ SỢI THỦY TINH

Tính chất	Thủy tinh E	Cacbon HR
Tỷ trọng, kg/m ³	2600	1750
Đường kính sợi, μm	10	8
Mô đun đàn hồi, Gpa	73	220
Mô đun riêng, MNm/kg	28	120
Độ bền kéo, Mpa	3400	5000
Độ bền riêng, KNm/kg	1300	2860

3. Tính chất và ứng dụng của vật liệu polyme compozit

Vật liệu compozit các loại đã được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, dân dụng và quốc phòng. Đây là những loại vật liệu không thể thiếu được khi chế tạo các thiết bị máy móc trong hầu hết các ngành kinh tế quốc dân.

Nếu trong thực tế cần vật liệu chống ma sát và chịu mài mòn sẽ có compozit cacbon và teflon. Nếu cần chế tạo các loại thiết bị dạng tấm và vỏ

(ống và bể chứa) trong các ngành công nghiệp hoá chất, giao thông vận tải (vỏ canô, ô tô, máy bay cỡ nhỏ...) sẽ có compozit trên cơ sở sợi thủy tinh, nhựa polyeste không no và nhựa epoxy. Nếu cần cách điện có loại epoxy cao cấp,...

Một điều quan trọng khi ứng dụng vật liệu compozit là hai thông số về: độ bền riêng (ứng suất/khối lượng riêng) và môđun riêng (môđun đàn hồi/khối lượng riêng). Vật liệu nào có hai thông số đó lớn thì có ưu việt hơn trong khi sử dụng, đặc biệt trong ngành giao thông vận tải.

Hai thông số này của vật liệu compozit lớn hơn nhiều so với kim loại. Ví dụ, với thép đặc biệt có độ bền riêng là 23 daN/mm^2 và môđun riêng là 27.10^2 daN/mm^2 . Trong khi đó compozit cacbon/epoxy có độ bền riêng và môđun riêng tương ứng là: 90 daN/mm^2 và 84.10^2 daN/mm^2 .

Vật liệu compozit có độ bền cao trong môi trường nhiệt. Đó là loại vật liệu compozit thủy tinh/epoxy, cacbon/epoxy, kelve/epoxy và bore/epoxy.

Độ bền mỏi của compozit cũng tốt hơn vật liệu kim loại. Trong cùng một chế độ thử nghiệm như nhau, độ bền mỏi của vật liệu hợp kim nhôm chỉ còn lại 35% và hợp kim titan còn lại 50% so với độ bền tĩnh, trong khi đó vật liệu cacbon/epoxy còn lại 90%. Compozit cũng là loại vật liệu có tính dị hướng cao (xem bảng 4.2). Với compozit cacbon/epoxy dạng vải có độ bền kéo là 40 daN/mm^2 , trong khi đó cùng loại vật liệu này nếu kéo theo hướng dọc sợi thì độ bền kéo sẽ là 140 daN/mm^2 .

Kết cấu ba lớp compozit cũng là một thể mạnh dùng làm vỏ ô tô, máy bay, tàu thuyền và vỏ vệ tinh. Ví dụ, vệ tinh SYNDA của pháp dùng làm vỏ compozit 3 lớp đã giảm được 60% trọng lượng so với dùng vỏ kim loại.

Nhờ có tính chất tốt như vậy nên vật liệu compozit càng ngày được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp như tàu, thuyền, ô tô và hàng không vũ trụ,...

Vật liệu chất dẻo thuần nhất khi sử dụng trong các thiết bị máy móc thường bị hạn chế vì tính chất cơ lý của chúng không cao. Để khắc phục nhược điểm trên, người ta dùng nó làm vật liệu nền cho compozit và thu được nhiều kết quả tốt.

Các nước có nền công nghiệp nhựa tiên tiến như Mỹ, Anh, Pháp, Nhật,... đã nghiên cứu chế tạo nhiều loại compozit nhiệt dẻo trên cơ sở nhựa PA, PC, PP, PS,... Với các loại cốt như sợi thủy tinh, sợi cacbon, dầu silicon, bột

teflon, bột đồng và bột grafit,... Tất cả các loại vật liệu composit nêu trên đều có các tính chất cơ lý, nhiệt,... cao hơn hẳn vật liệu dẻo cùng loại.

Chúng ta có thể so sánh hai loại vật liệu chất dẻo cùng loại (PA6) có cốt tăng cường và không có cốt tăng cường để chứng minh cho điều đó. Chất dẻo PA6 thuần nhất có tích PV bằng 40.10^3 N/m.s và môđun đàn hồi $E = 27,6.10^8 \text{ Pa}$, nhiệt độ làm việc khoảng 60°C . Trong khi đó nếu chỉ thêm vào PA6 khoảng 15% bột PTFE và 30% sợi thủy tinh thì tính chất của vật liệu sẽ thay đổi rất nhiều. Tích PV bằng 473.10^3 N/m.s (tăng 12 lần), môđun đàn hồi $E = 86,2.10^8 \text{ Pa}$ (tăng 3 lần), nhiệt độ làm việc lên đến 200°C . Độ hút ẩm thấp, độ co ngót thấp hơn PA6 thuần nhất khoảng 10 lần.

Ngoài các tính chất nêu trên, vật liệu polyme composit còn có các tính chất quan trọng khác như dễ gia công, chống ăn mòn, bền môi trường và thời tiết, giảm tiếng ồn, giảm tải trọng thiết bị,... nên ngày càng được sử dụng nhiều và tỷ lệ sử dụng so với kim loại ngày càng cao trong các ngành công nghiệp hoá chất, tàu thủy, ô tô, xe máy,...

II – CAO SU

Chất dẻo nhiệt dẻo là loại vật liệu có tính chất cơ lý phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ, nó lại có tính chảy lạnh khi chịu tải. Để khắc phục các hiện tượng nêu trên, khi tạo hình sản phẩm từ một số chất dẻo có cấu trúc mạch sợi, người ta tăng cường thêm các mạch ngang thừa thốt – tạo ra mạng lưới thừa. Loại vật liệu này vẫn duy trì được tính mềm dẻo, tính biến dạng đàn hồi cao, ít phụ thuộc nhiệt độ hơn.

Vật liệu polyme có cấu trúc mạch sợi chuyên dùng để khi gia công chuyển hóa thành loại vật liệu cấu trúc mạch mạch lưới thừa, có tính chất đàn hồi cao, được gọi là cao su (nhựa cao su).

Cao su là loại vật liệu kỹ thuật có đặc tính đặc biệt là khả năng đàn hồi cao. Cao su là một polyme hữu cơ mà ở nhiệt độ thường nó ở trạng thái đàn hồi cao, khả năng biến dạng đàn hồi ở nhiệt độ trong phòng có thể đến 100% (trong lúc đó kim loại nhỏ hơn 1%). Môđun đàn hồi thấp $E = 1 - 10 \text{ N/mm}^2$. Cao su chịu kéo tốt nhưng chịu nén rất kém. Cao su không thấm khí, không thấm nước, ổn định trong các môi trường tẩy rửa, cách điện tốt, có tỷ trọng thấp.

Về cấu tạo, cao su giống như là polyme, có các mạch phân tử dài vô hạn, có chứa một số mạch đôi giữa các nguyên tử cacbon trong mạch đại phân tử. Phân tử lượng của cao su có thể đạt đến 400.000 – 450.000. Cấu tạo đại phân tử mạch thẳng hoặc mạch phân nhánh thưa và ngắn và gồm các mắt xích riêng biệt, có xu hướng gập lại thành cụm, chiếm thể tích nhỏ. Nhưng do bị cản trở bởi lực tác dụng tương hỗ giữa các đại phân tử nên các mạch phân tử cao su bị uốn thành hình ziczắc. Hình dáng của các đại phân tử cao su chính là nguyên nhân làm cho cao su có tính chất đàn hồi đặc biệt.

Về tính chất, cao su ứng xử như polyme nhiệt dẻo. Sự có mặt trong các mạch đại phân tử cao su các mối liên kết đôi hoặc phân nhánh bảo đảm bảo ở những điều kiện nhất định, giúp nó chuyển sang trạng thái ổn định nhiệt. Quá trình biến đổi cấu trúc mạch phân tử, chuyển từ mạch sợi sang mạch lưới thưa gọi là quá trình lưu hóa. Chất hỗ trợ cho quá trình đó gọi là chất lưu hóa, trong đó phổ biến nhất là lưu huỳnh S. Khi cho lưu huỳnh vào cao su, các nguyên tử lưu huỳnh (S) hóa trị 2 tách mỗi nối đôi giữa 2 nguyên tử cacbon trong mạch chính để nối các mạch cao su với nhau theo hướng cắt ngang, nguyên tử lưu huỳnh (S) đóng vai trò như “chiếc cầu” giữa các mạch phân tử dạng sợi của cao su, do đó nhận được cấu tạo mạch không gian gọi là cao su được lưu hóa. Phụ thuộc vào lượng lưu huỳnh đưa vào cao su, độ dày đặc của mạch lưới sẽ khác nhau. Khi lượng lưu huỳnh từ 1 – 5%, polyme sẽ tạo thành cao su mạch lưới thưa, có tính chất mềm, đàn hồi cao. Tăng lượng lưu huỳnh mạch không gian của cao su trở nên dày đặc hơn, tính chất cao su cứng hơn và khi lượng lưu huỳnh tối đa (30%) cao su bão hòa lưu huỳnh tạo nên vật liệu cứng, hầu như không đàn hồi được gọi là ebônít.

Ví dụ: đối với cao su thiên nhiên khi chưa lưu hóa, có độ bền $\sigma_b = 10 - 15 \text{ N/mm}^2$, sau khi lưu hóa $\sigma_b = 35 \text{ N/mm}^2$ đồng thời tăng độ cứng và tăng tính chống mài mòn. Hiện nay trong các ngành công nghiệp sử dụng hai loại cao su: cao su thiên nhiên và cao su tổng hợp.

Cao su tổng hợp lại có các cách phân loại khác nhau:

- Theo công dụng chia ra : cao su tổng hợp công dụng chung và cao su tổng hợp công dụng đặc biệt.
- Theo cấu tạo hóa học chia ra làm ba nhóm: cao su có cấu tạo điều chỉnh được, cao su đồng trùng hợp và cao đặc biệt.

Trong giới hạn của tài liệu này chúng tôi chỉ giới thiệu sơ qua về cao su.

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG

Chương 5

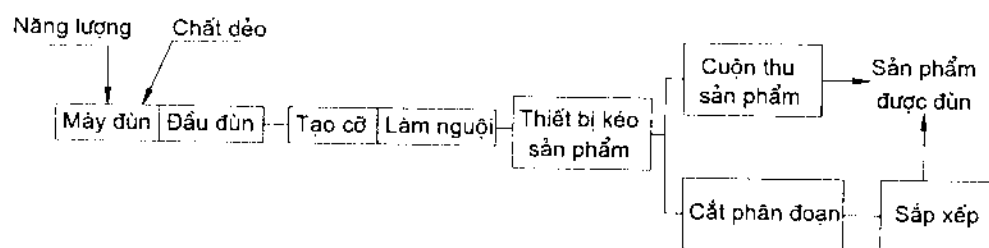
CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ ĐÙN

I – CÔNG NGHỆ ĐÙN

Dưới khái niệm “đùn” cho ta hiểu rằng từ vật liệu ban đầu là chất dẻo dạng hạt hoặc bột sản phẩm thu được là loại sản phẩm được sản xuất liên tục, như việc sản xuất ống chẳng hạn.

Quá trình công nghệ đùn như sau: Trục vít quay ở trong xilanh trụ tròn được nung nóng, cố định, trong khe rãnh giữa trục vít và xilanh chất dẻo được làm nóng chảy, làm nhuyễn, được trục vít vận chuyển lên phía trước và qua khe hở định hình của đầu đùn, nó được đẩy ra ngoài thành sản phẩm.

Máy đùn thực chất là một thành viên trong dây chuyền sản xuất. Một dây chuyền sản xuất bao gồm thiết bị tạo hình, bộ phận chỉnh hình, bộ phận kéo sản phẩm, bộ phận thu sản phẩm hoặc cắt sản phẩm thành từng đoạn nhất định (hình 5.1).



Hình 5.1. Dây chuyền sản xuất sản phẩm từ máy đùn

Ngoài máy đùn một trục vít ra, người ta còn sử dụng cả máy đùn nhiều trục vít.

Trong số các máy đùn nhiều trục vít thì máy đùn hai trục vít là có ý nghĩa đặc biệt cho gia công các chất dẻo có dạng bột, đặc biệt là đối với PVC.

Về nguyên lý mà nói, các chất dẻo nhiệt dẻo đều có thể gia công đùn được, song đối với khối chất dẻo nóng chảy cần phải có độ cứng nhất định, (độ nhớt cao) điều đó cần thiết vì khi sản phẩm ra khỏi đầu định hình trong một thời gian ngắn (cho tới khi nguội đi một chút ít) phải giữ được hình dáng tạo ra nó.

Các chất dẻo nóng chảy có độ cứng thấp (độ nhớt thấp) do cấu trúc hóa học của chúng. Ta chỉ có thể áp dụng phương pháp gia công đùn khi chất dẻo có độ trùng hợp khá lớn hoặc sự phụ trợ thêm của chất độn phù hợp.

Phương pháp đùn được sử dụng để gia công với sản lượng lớn chủ yếu các chất dẻo như PVC cứng, PVC mềm, PE và PP.

Dưới đây là bảng 5.1 trình bày tóm tắt về các chất dẻo nhiệt dẻo được gia công đùn một cách thường xuyên và có thể gia công ra các sản phẩm khác nhau bằng phương pháp đùn.

BẢNG 5.1. CÁC CHẤT DẺO ĐƯỢC SỬ DỤNG GIA CÔNG ĐÙN

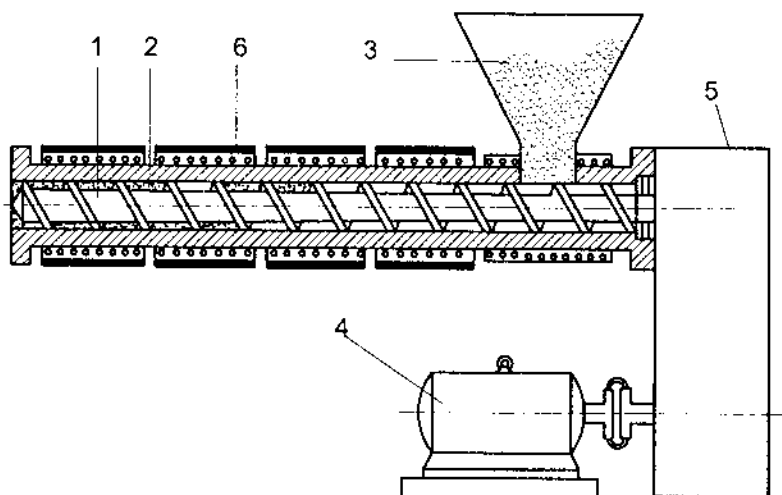
Tên hoá học	Ký hiệu	Nhiệt độ gia công	Các sản phẩm có thể gia công
1	2	3	4
Cellulo – axetat	CA	160–200	Các thanh định hình, màng, ống
Polystirol (bình thường)	PS	170 – 210	Màng, màng xốp
Copolymer Stiren – butadien	SB	170 – 220	Sản phẩm định hình, tấm
Copolymer Akrylnitril butadien – stiren	ABS	170 – 220	Ống, thanh định hình, tấm
Polyetilen cao áp	PE	130 – 200	Ống, tấm, màng cách điện, bọc dây, dây buộc
Polyetilen hạ áp	PE	140 – 220	Ống, tấm, màng, sợi bọc dây điện, dải băng
Polypropilen	PP 1	80 – 260	Ống, màng mỏng, tấm, sợi, dải băng
Polyvinhli clorid	PVC cứng	120 – 200	Ống, sản phẩm định hình, tấm
Các copolymer của Polyvinhli clorid	PVC	180 – 210	Ống, sản phẩm định hình, tấm
Polyvinhli clorid	PVC mềm	150 – 190	Ống, sản phẩm định hình, bọc dây điện, dây cáp, mang
Polymetyl metacrylat	PMMA	160 – 190	Tấm, sản phẩm định hình, ống
Polycarbonat	PC	300 – 340	Tấm, sản phẩm định hình
Polyamid	PA	260 – 300	Ống, bọc dây điện, sợi
Polyaxetat	POM	170 – 200	Ống, sản phẩm định hình

II – THIẾT BỊ ĐÙN

1. Máy đùn một trục vít

Các phần chính của máy đùn gồm:

- Động cơ
- Hộp giảm tốc
- Trục vít và xilanh
- Bộ phận cung cấp liệu (hình 5.2).



Hình 5.2. Máy đùn

1. Trục vít; 2. Xilanh; 3. Phễu liệu; 4. Động cơ dẫn động; 5. Hộp giảm tốc;
6. Hệ thống làm nguội.

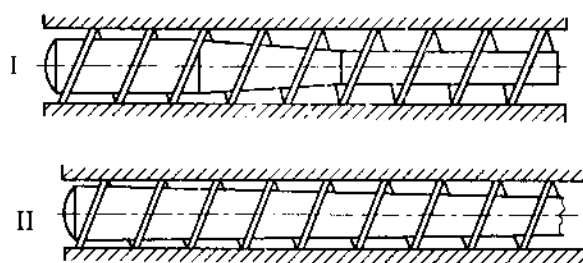
Ở trên xilanh được xếp đặt nhiều vùng gia nhiệt, trên mỗi vùng có thể xác định nhiệt độ cho trước một cách riêng biệt, đồng thời có thể điều chỉnh được.

Tùy từng trường hợp, bên cạnh các vùng gia nhiệt người ta cũng lắp thêm các bộ phận làm lạnh, phục vụ cho việc sản xuất điều chỉnh nhiệt độ được linh hoạt hơn.

Khoang cấp liệu thì luôn luôn được làm nguội để ngăn không cho chất dẻo bị cháy ở gần nó, tránh ảnh hưởng tới việc cung cấp vật liệu cho máy.

1.1. Trục vít

Một trong những chi tiết quan trọng của máy đùn là trục vít (hình 5.3), mà hình dạng hình học của nó có ảnh hưởng một cách thực sự đến hoạt động của máy đùn, do đó chỉ rất ít dạng trục vít có thể sử dụng được.



Hình 5.3. Trục vít

I – Trục vít có lõi tăng dần theo 3 đoạn; II – Trục vít có lõi tăng dần

Hình 5.4 giới thiệu cho chúng ta thấy một trong những trục vít sử dụng cho máy đùn (loại đường kính lõi tăng dần), mà trên nó phân làm ba đoạn.

Các thông số đặc trưng quan trọng của trục vít cần chú ý là:

– Chiều dài (L), đường kính (D), tỷ lệ L/D , chiều sâu rãnh vít ở đầu đoạn trục và ở cuối đoạn trục (h_1 , h_2).

– Bề dày cánh vít (e)

– Bước vít (t)

– Góc nghiêng của cánh vít (hình 5.4)

Đường kính trục vít, cũng như tỷ lệ L/D có ảnh hưởng lớn đến năng suất máy.

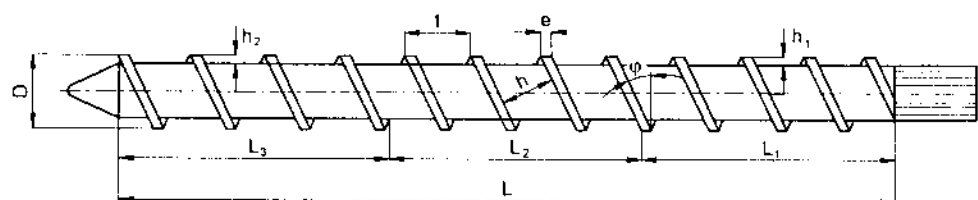
Mới đây người ta đã đề nghị sử dụng mômen quay thay cho đường kính trục vít.

Các nhà sản xuất thường chỉ sản xuất các máy có đường kính trục nhất định: 45, 60, 90, 120, 200, 250 mm và chiều dài của trục được xác định khoảng $15D$ đến $30D$.

Các kích thước h_1 , h_2 quyết định hệ số nén của trục vít.

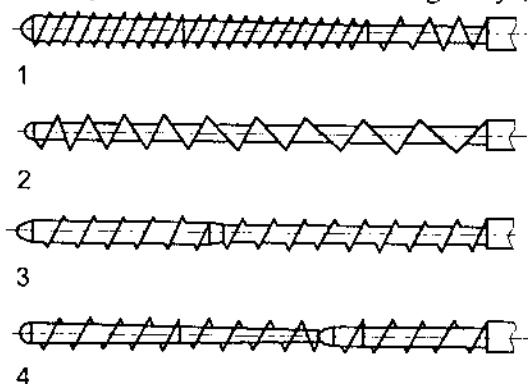
Cùng với vật liệu, không khí cũng tràn vào khoang làm nóng chảy vật liệu. Dưới tác dụng của áp lực được tạo thành, lượng không khí đó bị đẩy ra phía sau, thông qua khoang cấp liệu ra ngoài.

Bước vít và bề rộng cánh vít cũng được xác định thông qua đường kính trục vít $t = D$, và $e = 0,1D$.



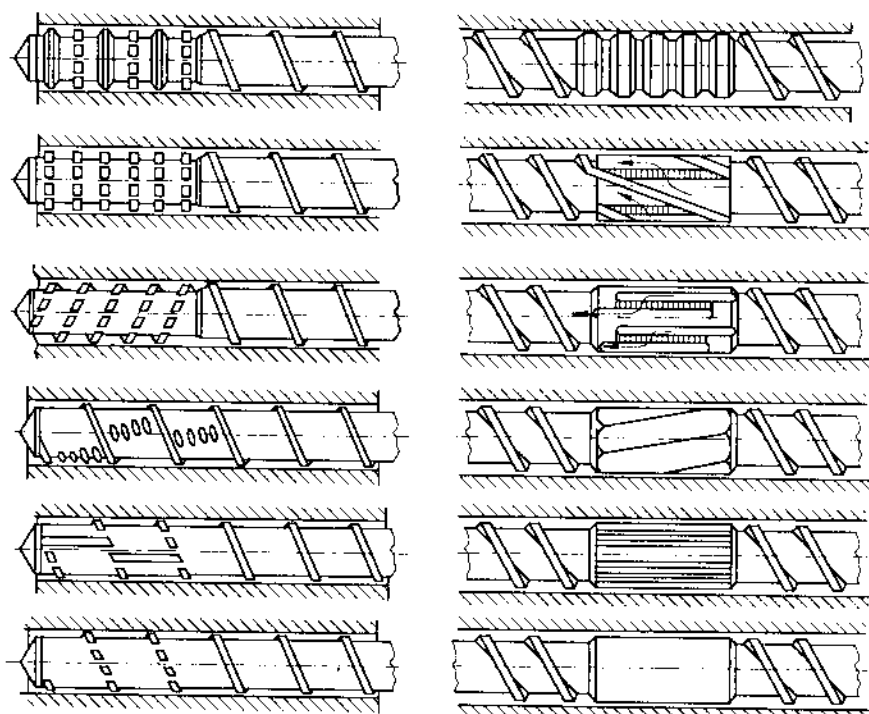
Hình 5.4. Các thông số hình học của dụng cụ cắt

Ngoài những điều đưa ra ở trên cùng với một trục vít thông thường, người ta cũng đã sử dụng các dạng trục vít khác nữa nhằm phục vụ cho các giải pháp đặc biệt, như trục vít có độ nén ngắn được sử dụng cho các chất dẻo mà có vùng nóng chảy hẹp, như trục vít làm sạch khí được sử dụng khi cần loại bỏ các thành phần chất bay hơi ra khỏi chất dẻo nóng chảy (hình 5.5).



Hình 5.5. Các loại cấu trúc khác nhau của trục vít

1. Đoạn cấp liệu đều, đoạn đẩy và ép liệu có hai đường ren; 2. Bước vít giảm dần, chiều sâu rãnh vít không đổi; 3. Trục vít bước vít đều, lõi vít có hai phần khác nhau; 4. Trục vít có chức năng thoát khí.



Hình 5.6. Trục vít có trang bị nhân tố nhào trộn

Để tạo độ nhuyển tốt hơn cho chất dẻo người ta cũng sử dụng các trục vít đặc biệt (hình 5.6).

Trục vít làm dẻo nhuyển nhựa thì ở khoang cấp liệu, trên xilanh người ta tạo ra các đoạn rãnh dọc trục để tăng cường dẫn liệu, còn ở phía đầu đoạn cấp liệu thường tạo dáng chóp cụt (tạo độ côn).

1.2. Xilanh

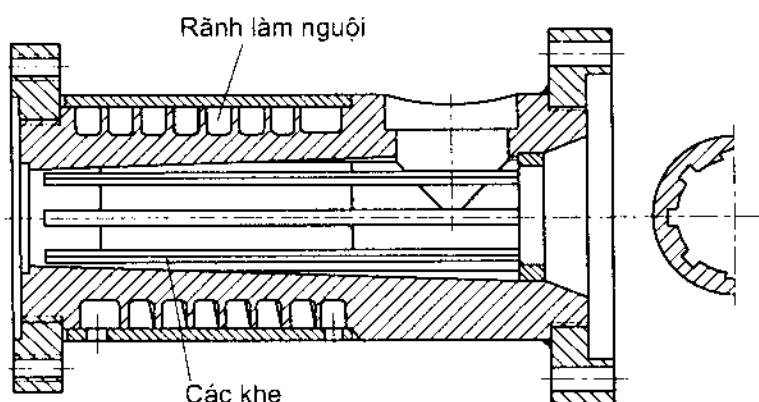
Trục vít và xilanh tạo thành cụm làm dẻo hóa nhựa của máy đùn.

Thực chất xilanh là một ống có thành rãnh được đặt cố định trên một giá đỡ và có cửa cấp liệu.

Giữa thành xilanh và đầu cánh vít có khe hở khoảng vài mm, như vậy xilanh cùng với trục vít không tiếp xúc với nhau. Trong quá trình quay (hoạt động) thực tế trục vít bôi trơn trong khối chất dẻo nóng chảy.

Đối với vật liệu của trục vít và xilanh phải tuân thủ yêu cầu về độ bền mòn, độ chống ăn mòn và độ bền cơ, do đó để chế tạo trục vít và xilanh người ta sử dụng các thép có độ bền cao và bề mặt làm việc thường được thấm nitơ.

Việc sử dụng đoạn nạp liệu có rãnh có độ côn cho phép ta tăng năng suất vận chuyển vật liệu của máy đùn. Chiều dài các rãnh của đoạn nạp liệu này thường là 3D và nên tạo nhiều rãnh. Các rãnh này có dạng cắt ngang hình lòng mo hoặc thẳng góc, rãnh thẳng góc thường được dùng nhiều hơn (hình 5.7).



Hình 5.7. Đoạn nạp liệu của xilanh máy đùn trục vít (có độ côn và rãnh)

Nhiệm vụ của các rãnh này là ngăn cản sự quay quán của vật liệu. Bằng cách đó đẩy cánh vít tốt hơn.

Đoạn nhập liệu cần được cách nhiệt khỏi các phần khác của xilanh và phải được làm nguội một cách tích cực. Các máy đèn có trang bị đoạn nhập liệu có rãnh có độ côn ngoài việc cho ta năng suất lớn còn cho ta sức nén lớn hơn. Nếu trang bị trục đèn có chi tiết khuấy trộn, khi đó vật liệu được đèn ra sẽ đạt được độ nhuyển tốt hơn.

1.3. Dẫn động cụm đèn

Để dẫn động cho máy đèn, người ta thường sử dụng động cơ điện, yêu cầu về công suất, cũng như về mômen quay của nó phụ thuộc vào đường kính của trục vít, ví dụ trục vít 45 thì động cơ 10 kW là đủ, song loại trục vít 250 thì lại cần phải tới động cơ loại 500 kW. Tùy thuộc vào dạng đầu đèn và chất dẻo được gia công mà người ta xác định tốc độ của trục vít, và do đó cần phải có các động cơ mà ta có thể xác định số vòng quay một cách vô cấp. Đó là những loại động cơ có dòng điện một chiều và có khả năng đổi chiều quay, người ta dùng chúng để truyền động cho máy đèn. Đối với máy đèn có kích thước nhỏ cũng có thể dùng bộ giảm tốc điều chỉnh vô cấp, với trường hợp này người ta sử dụng động cơ không đồng bộ xoay chiều làm động cơ truyền động.

Cũng có thể sử dụng động cơ thủy lực để truyền chuyển động cho các máy đèn nhỏ, tuy nhiên điều đó chỉ được đưa ra khi trên máy đèn đã có thiết bị thủy lực khác hoạt động.

Giữa động cơ và trục vít bao giờ cũng có hộp giảm tốc, vì số vòng quay cần thiết của trục vít thường ở khoảng 25 - 200 vòng/phút, số vòng quay của động cơ thì lại lớn hơn nó gấp bội.

1.4. Nung nóng và làm nguội

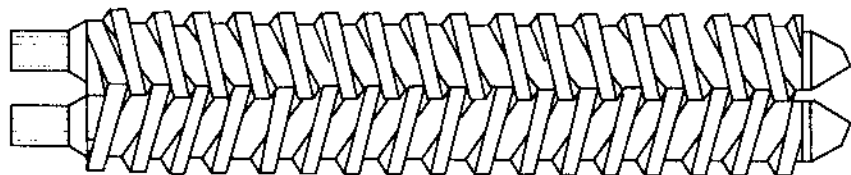
Để làm nóng chảy chất dẻo thì cần phải nung nóng xilanh. Trên thành xilanh người ta đặt các dải dây nung điện trở được chia ra nhiều vùng, như vậy một mặt có thể ấn định được nhiệt độ của từng vùng, mặt khác để đảm bảo sự ổn định về nhiệt cần thiết phải có khả năng điều chỉnh được.

Khi gia công các vật liệu có độ nhạy về nhiệt dễ cháy (như PVC chẳng hạn) phải đặt thêm bộ phận làm nguội để ngăn cản không cho nhiệt độ vượt quá mức cho phép. Nhân tố làm nguội có thể là nước hoặc không khí. Trường hợp dùng không khí làm nguội thì sử dụng quạt gió để cung cấp. Còn trường hợp dùng nước lạnh người ta sử dụng các vòng làm lạnh và cũng chia vùng.

Đối với các vật liệu có độ nhạy về nhiệt nếu cần thiết người ta cũng làm nguội cả trục vít. Làm nguội trục vít bằng nước hoặc dầu thông qua lỗ khoan dọc trục vít.

2. Máy dùn hai trục vít

Trong xilanh của máy dùn hai trục vít có lắp đặt hai trục vít cạnh nhau. Mặt cắt ngang bên trong của xilanh giống hình 5.8.



Hình 5.8. Hai trục vít ăn khớp với nhau

Vị trí tương đối so với nhau của các trục vít có thể như sau:

- Cánh vít của các trục hoàn toàn ăn sâu các rãnh vít của nhau (hình 5.8).
- Cánh vít của chúng chỉ phần nào ăn sâu rãnh vít của nhau.
- Đầu cánh vít tiếp xúc với nhau.

Chiều quay của các trục vít có thể cùng phía hoặc ngược nhau. Mỗi cách sắp đặt các trục vít, cũng như chiều quay của chúng đều có ưu điểm và nhược điểm (chúng ta sẽ xét ở phần sau).

Máy dùn hai trục vít theo phương diện kỹ thuật thường có kết cấu phức tạp, do đó phí tổn chế tạo cũng lớn hơn là máy dùn một trục vít.

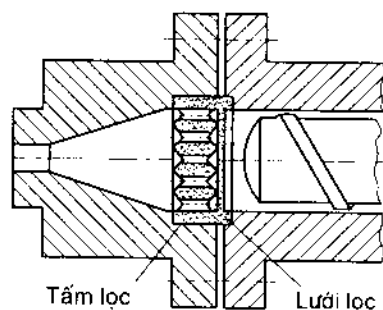
3. Các đầu tạo hình

Đầu tạo hình được lắp vào đầu dùn, mà hình dạng hình học của nó phụ thuộc vào sản phẩm cần sản xuất.

Yêu cầu quan trọng đối với đầu tạo hình là trên bất kỳ mặt cắt ngang nào dòng vật liệu phải dịch chuyển với tốc độ không đổi và các vị trí thay đổi không được phép đột ngột, bởi vì tại các vị trí này dòng chảy có thể bị ngừng trệ và sự phân hủy chất dẻo có thể xảy ra.

Để hình thành áp lực, ở khoảng giữa đầu tạo hình và đầu trục vít phải lắp thêm chi tiết tạo ra sức cản. Sức cản có thể có giá trị không đổi, ta thu hẹp mặt cắt ngang của dòng chảy hoặc có thể lắp thêm đĩa trụ tròn có khoan nhiều lỗ gọi là sen.

Ngoài ra người ta còn đặt thêm bên cạnh chi tiết cán hệ lưới lọc với mục đích chính là loại trừ các vật liệu cứng thô lẫn trong khối chất nóng chảy – làm sạch vật liệu, và đồng thời phần nào làm tăng được sức cản đối với dòng chảy (hình 5.9).



Hình 5.9. Tấm lọc và xilanh đùn

Bên cạnh chi tiết tạo ra sức cản có giá trị không đổi khi cần thiết có thể đặt thêm một chi tiết tạo ra sức cản điều chỉnh được. Để đạt được mục đích đó, ở khoảng giữa đầu tạo hình và đầu trục vít người ta thường lắp thêm chi tiết gọi là lõi phân liệu có khe hở làm lệch dòng chảy, mặt cắt ngang của khe hở đó có thể thay đổi được. Hoặc sử dụng sự dịch chuyển trục vít theo phương dọc trục để thay đổi khoảng hở giữa trục vít và đầu đùn.

Trong đầu đùn (cả đầu tạo hình) có thể phân biệt một cách cơ bản 3 giai đoạn:

- Giai đoạn chuyển dòng (vùng chuyển tiếp).
- Giai đoạn tạo hình (vùng tạo hình).
- Giai đoạn là phẳng (chuốt) (vùng là phẳng).

Giai đoạn chuyển dòng là giai đoạn mà chất dẻo nóng chảy được chuyển từ mặt cắt ngang hình vành khăn sang mặt cắt ngang gần với biến dạng bề ngoài của profin sản phẩm.

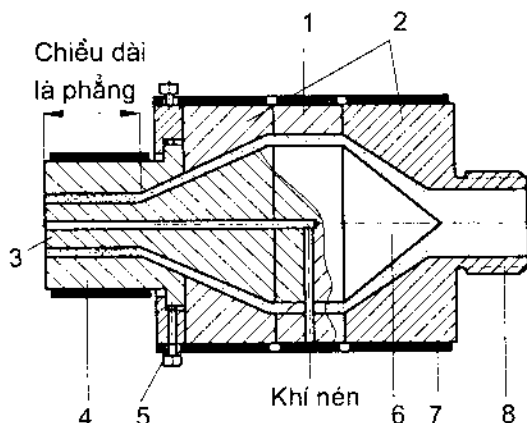
Nhiệm vụ của giai đoạn tạo hình là sao cho hình dạng của dòng chảy chất nóng chảy tiếp nhận hình dạng mặt cắt ngang của sản phẩm cần sản xuất.

Còn giai đoạn là phẳng (chuốt) phải làm cho hình dạng của dòng chất dẻo nóng chảy ổn định, như vậy sau khi ra khỏi đầu đùn (đầu tạo hình), sự trương nở của chất nóng chảy không gây ảnh hưởng làm xấu hình dạng của sản phẩm.

3.1. Đầu đùn ống và các sản phẩm định hình

Để sản xuất ống và các sản phẩm định hình rỗng người ta sử dụng các đầu tạo hình mà bên trong nó có lõi. Các lõi này được lắp ghép cố định vững chắc trong đầu tạo hình. Các chi tiết ghép cố định sẽ tách dòng chất nóng chảy ra và tạo ra sức cản dòng chảy. Dòng chất nóng chảy được tách ra sau

chi tiết ghép cố định đó (lỗ) lại hợp lại với nhau, song các vị trí chảy hợp lại đó (chỗ hàn với nhau) có thể tác dụng đến tính bất đẳng hướng về cấu trúc và độ bền. Để giảm bớt sự bất đẳng hướng đó có vô số cách giải quyết khác nhau được hình thành. Cách giải quyết đơn giản nhất là phía sau của lỗ, mặt cắt ngang của vật cần dòng chảy phải bé và hẹp lại.



Hình 5.10. Khe hở thu nhỏ trong đầu đùn

1. Định vị lỗ; 2. Thân đầu đùn; 3. Lỗ; 4. Tạo ống; 5. Chính tâm; 6. Đầu chóp; 7. Gia nhiệt; 8. Mỗi ren ghép vào xi-lanh.

Hình 5.10 cho chúng ta thấy đầu tạo hình của ống. Trên hình vẽ, chúng ta có thể quan sát thấy sự giảm của mặt cắt ngang dòng chảy cho tới vùng là phẳng dòng chảy. Sự đồng đều về bề dày thành ống được đảm bảo bằng vị trí đồng tâm cân xứng của lỗ.

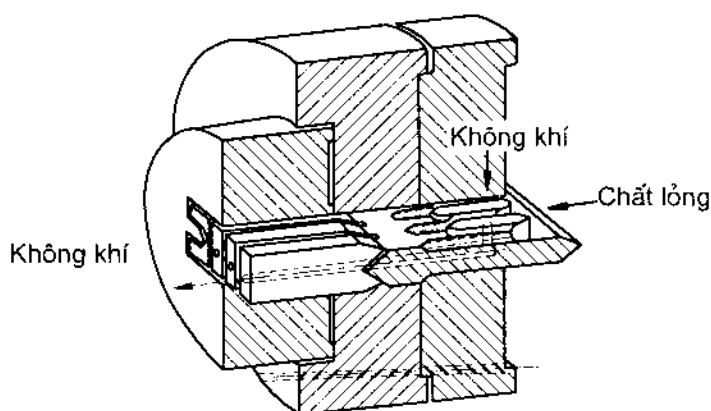
Việc xác định vị trí đồng tâm của lỗ có nhiều phương pháp. Khi sản xuất các ống có kích thước nhỏ và bề dày của thành ống lớn (loại có nhạy cảm ít hơn đối với sự lệch bề dày thành ống) thì sự lắp ghép đồng tâm của lỗ được đảm bảo bởi mặt tựa trên bề mặt còn của lỗ (có thể dùng cân đệm). Trường hợp các ống có kích thước lớn và ngược lại bề dày của thành ống mỏng thì cần phải điều chỉnh lỗ so với vỏ ở vị trí ổn định hoặc điều chỉnh vỏ, phần bên ngoài đầu tạo hình tương đối so với lỗ đã có vị trí ổn định.

Lượng không khí cần thiết cho việc tạo đường kính trong của ống bằng áp lực cao được dẫn qua lỗ xác định đường kính trong của ống.

Các sản phẩm định hình sản xuất bằng phương pháp đùn được phân ra làm 3 nhóm:

- Trắc diện rộng (mặt cắt ngang rộng).

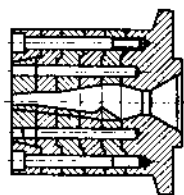
- Trắc diện mở (mặt cắt ngang mở).
- Trắc diện đặc (mặt cắt ngang đặc).



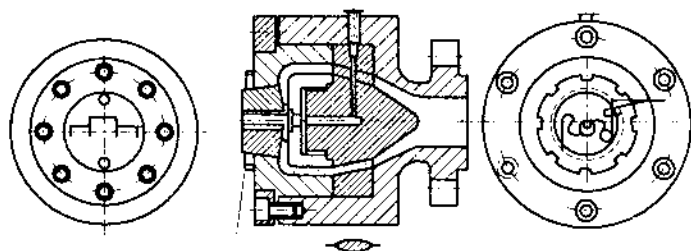
Hình 5.11. Mặt cắt phối cảnh của đầu đùn tạo ra profin

Hình 5.11 cho ta thấy mặt cắt phối cảnh của đầu tạo hình sử dụng để sản xuất sản phẩm có trắc diện rộng. Đối với sản phẩm có trắc diện mở thì người ta thường dùng đầu tạo hình được ghép tổng hợp từ nhiều mảnh để đảm bảo cho sự thay đổi mặt cắt ngang không bị đột ngột (thay đổi dần) (hình 5.12). Để gia công các sản phẩm có trắc diện có kích thước gần như nhau và hình dạng giống nhau có thể sử dụng một cách kinh tế đầu tạo hình có tấm đệm. Tất nhiên trong trường hợp này cũng cần tránh khỏi sự thay đổi lớn mặt cắt ngang của dòng chảy (sự thay đổi đột ngột) (hình 5.13).

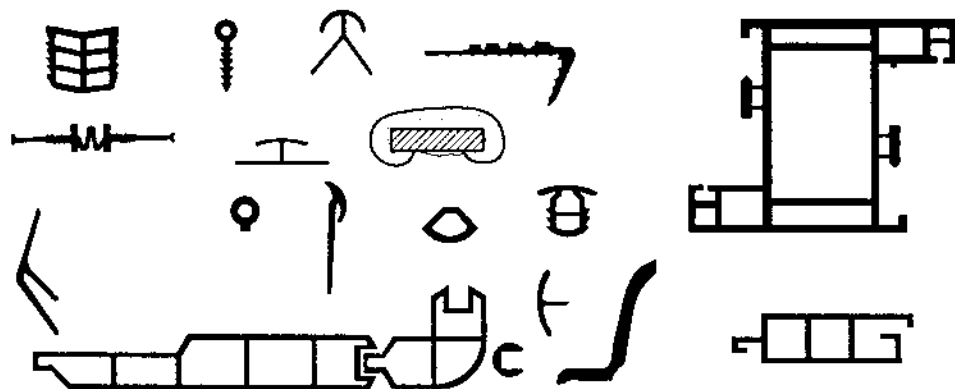
Khi sản xuất các thanh đặc thì việc sử dụng đầu tạo hình cũng có các yêu cầu như ở trên đối với sản phẩm có trắc diện mở. Số các sản phẩm định hình được sản xuất rất là lớn, để minh họa chúng tôi xin trình bày một số ví dụ mẫu trên hình 5.14.



Hình 5.12. Sự thay đổi mặt cắt ngang của dòng chảy theo bậc thang



Hình 5.13. Khuôn có khe hở có thể điều chỉnh được



Hình 5.14. Các loại prôfin chất dẻo từ PVC

3.2. Đầu tạo hình có khe phẳng để sản xuất tấm và màng

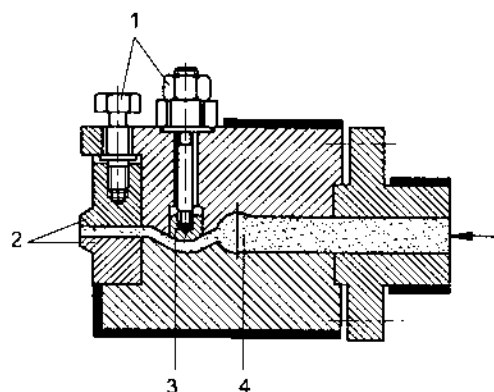
Để sản xuất tấm và màng thì cần phải dàn mỏng khối chất dẻo nóng chảy, bề rộng của nó có thể đạt tới 3m, đồng thời bề dày trong khoảng 1 – 10 mm.

Điều gây ảnh hưởng lớn nhất tới các vấn đề của việc thiết kế và chế tạo đầu tạo hình có khe phẳng là sao cho trong suốt bề rộng của khe tạo hình tốc độ dòng chảy phải đều như nhau. Trong thực tế người ta thường sử dụng hai kết cấu cơ bản để xử lý vấn đề nêu trên:

- Đầu tạo hình khe phẳng có thanh đẩy điều chỉnh.
- Đầu tạo hình có kênh phân phối.

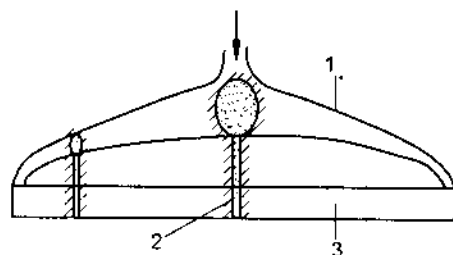
Đối với đầu tạo hình có thanh đẩy điều chỉnh (hình 5.15) chất nóng chảy được đẩy vào kênh có mặt cắt ngang tròn và trục vuông góc với đường tâm trục vít, nhờ sức cản dòng chảy nhỏ vật liệu được đẩy vào khe phẳng có hình dạng của sản phẩm. Dọc theo chiều dài của khe người ta lắp thanh đẩy đàn hồi. Với vít điều chỉnh có thể làm biến dạng thanh đàn hồi sao cho chất nóng chảy chảy với tốc độ đồng đều trên khắp chiều dài của khe nhờ sự thay đổi kích thước trên các vị trí của khe. Với sự điều chỉnh chi tiết được gọi là môi sẽ ấn định được bề dày của tấm.

Đầu tạo hình khe phẳng có kênh phân phối thường được sử dụng để gia công vật liệu PVC cứng, vật liệu có độ nhạy đối với nhiệt. Phải xác định mặt cắt ngang và chiều dài của kênh phân phối như thế nào đó để trong kênh đó độ giảm áp đạt được gần như nhau, bởi vì có như vậy mới đảm bảo tốc độ dòng chảy đồng đều trên toàn bộ chiều dài của khe tạo hình (hình 5.16).



Hình 5.15. Mặt cắt của đầu đèn khe phẳng

1. Vít điều chỉnh; 2. Tấm điều chỉnh khe;
3. Thanh đỡ; 4. Kênh phân liệu.

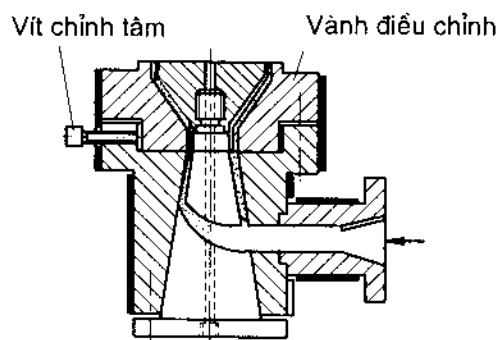


Hình 5.16. Đầu đèn khe phẳng

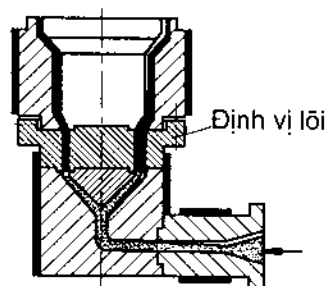
1. Kênh phân liệu; 2. Đoạn dẫn liệu;
3. Đoạn tạo hình.

3.3. Đầu đèn để thổi màng mỏng

Bộ phận tạo hình thổi màng mỏng thường lắp lên đầu đèn chữ thập. Chất nóng chảy khi ra khỏi khe hở có mặt cắt ngang hình nhẵn được thổi thành túi khí. Việc sắp xếp màng thổi có thể bằng cách kéo túi khí được thổi theo phương thẳng đứng hoặc lên trên hoặc kéo xuống. Trong thực tế người ta thường kéo lên.



Hình 5.17. Đầu đèn màng có dòng chảy vào theo hướng kính



Hình 5.18. Đầu đèn màng có dòng chảy vào chính tâm

Để thổi các túi màng loại nhỏ và trung bình, và chủ yếu đối với các chất dẻo ít có nhạy cảm về nhiệt người ta thường sử dụng đầu đèn thổi màng có dòng chảy vào của vật liệu theo phương hướng kính (hình 5.17).

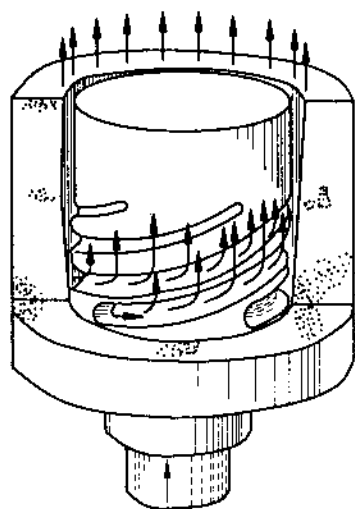
Trong cấu trúc này, dòng vật liệu từ máy đùn tới thẳng góc với lõi của đầu đèn, sau đó được chia làm hai hướng theo kênh phân phối có mặt cắt

ngang nhỏ dẫn bao quanh lõi đi lên khe định hình. Sự chênh lệch về sức cản dòng chảy có thể điều chỉnh được nhờ sự tăng mật cắt ngang của một trong những kênh dẫn.

Đầu đùn thổi màng có dòng chảy vào chính giữa chủ yếu dùng cho vật liệu có độ nhạy về nhiệt được trình bày trên hình 5.18.

Ngoài các đầu đùn được nhắc tới ở trên để thổi màng người ta còn chế tạo ra một loạt các đầu thổi màng khác.

Một loại cấu trúc được áp dụng rộng rãi, có kết quả tốt là loại phân phối dòng vật liệu theo kênh dẫn hình xoắn ốc có kích thước giảm dần, được gia công trên lõi đầu đùn (hình 5.19).

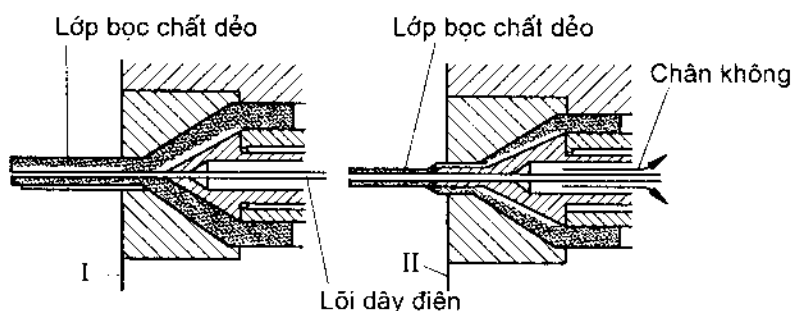


Hình 5.19. Rãnh xoắn ốc phân bố chất nóng chảy

Cách giải quyết được mô tả trên hình 5.19 cũng với một mục đích là điều hòa càng nhiều càng tốt các vị trí hợp lưu của dòng vật liệu vì chính những chỗ đó làm giảm chất lượng của màng và hay gây ra hiện tượng đứt màng khi thổi.

3.4. Đầu đùn để bọc dây điện

Để bọc dây điện bằng chất dẻo người ta sử dụng các đầu đùn có cấu trúc tương tự như cấu trúc của đầu đùn tạo ống.



Hình 5.20. Đầu bọc dây điện

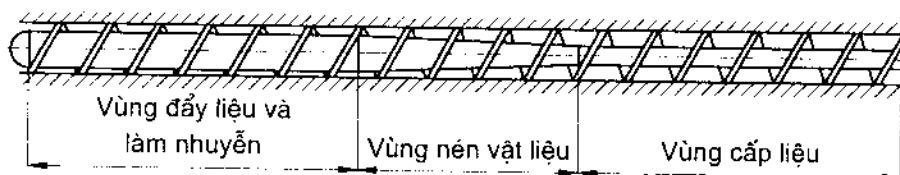
I – Bọc bên trong khuôn; II – Bọc bên ngoài khuôn.

Hình 5.20 chỉ cho chúng ta thấy nguyên lý của đầu đùn dùng để bọc dây điện. Trên hình vẽ ta thấy, việc co ép đồng nhựa phủ lên dây điện có thể xảy ra ở bên trong hoặc bên ngoài đầu đùn.

Lớp cách điện đầu tiên thường được phủ sao cho việc co ép đồng nhựa xảy ra ở bên trong đầu đùn. Nếu dây điện nhiều sợi hoặc dây đã được phủ nhựa cần được phủ thêm lớp nữa thì công đoạn co ép đồng nhựa phủ thực hiện bên ngoài đầu đùn có lợi hơn.

III – QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ ĐÙN

Nhiệm vụ của máy đùn là vận chuyển, làm dẻo và làm nhuyễn vật liệu chất dẻo. Các quá trình này được thực hiện trong khoảng không giữa trục vít và xilanh. Trục vít được chia ra làm nhiều vùng (hình 5.21).



Hình 5.21. Các vùng trên trục vít

1. Vùng cấp liệu

1.1. Máy đùn một trục

Trong máy đùn một trục, đoạn cấp liệu vận chuyển vật liệu cứng. Việc vận chuyển được thực hiện trên cơ sở lực ma sát được hình thành. Điều kiện cơ bản để vận chuyển vật liệu của máy đùn một trục là ma sát giữa vật liệu chất dẻo và trục vít phải nhỏ hơn ma sát giữa chất dẻo và xilanh.

Như vậy: Hệ số ma sát giữa chất dẻo và trục vít càng nhỏ hơn hệ số ma sát giữa chất dẻo và xilanh bao nhiêu thì việc vận chuyển chất dẻo trong máy đùn càng thuận lợi bấy nhiêu.

Ma sát giữa xilanh và chất dẻo phụ thuộc vào chất lượng bề mặt của xilanh và chủng loại chất dẻo được vận chuyển trong xilanh, như vậy công suất vận chuyển cũng sẽ bị hạn chế.

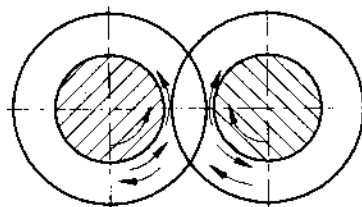
Để nâng năng suất vận chuyển của máy đùn, xilanh của đoạn cấp liệu được tạo rãnh vì rãnh sẽ ngăn cản sự quay theo trục của chất dẻo, như vậy rãnh thể hiện tác dụng giống như chúng ta đã làm tăng được hệ số ma sát giữa vật liệu và xilanh.

Các máy đùn có đoạn cấp liệu côn và được tạo rãnh được ứng dụng thành công trước tiên đối với công nghệ đùn vật liệu PE, PP, họ polyolefin.

1.2. Máy đùn hai trục vít

Các máy đùn hai trục vít mà cánh vít của chúng ăn sâu vào rãnh vít của nhau, hướng quay của chúng ngược nhau trên từng bước vít, và đẩy vật liệu lên trước trong thể tích khép kín, thực hiện sự vận chuyển cưỡng bức (hình 5. 22).

Trong trường hợp cùng hướng quay, trong máy đùn hai trục vít không tạo ra thể tích khép kín trên từng bước vít, song ngược lại công suất vận chuyển thỏa đáng vẫn có thể đạt được.



Hình 5.22. Các trục vít có chiều quay ngược nhau

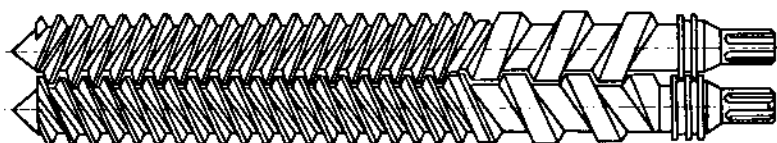
2. Vùng nén

Vật liệu chất dẻo đã được nóng chảy được đùn qua khe tạo hình của đầu đùn ra ngoài thành sản phẩm nhờ áp lực nhất định. Như vậy, trong máy đùn cần phải tạo ra áp lực. Cũng chính áp lực đó tạo điều kiện cho sự giải thoát không khí giữa các hạt cũng như giữa các bột chất dẻo.

Để tạo áp lực lớn thì vùng trung đoạn của trục vít chiều sâu rãnh vít phải được giảm dần.

Sự giảm dần của chiều sâu rãnh vít, dẫn đến sự tăng dần của lõi trục vít (trục vít có kích thước lõi tăng dần) hoặc bước vít nhỏ dần (trục vít có bước vít giảm dần) (xem hình 5.5). Trục vít lõi tăng dần được phổ biến hơn.

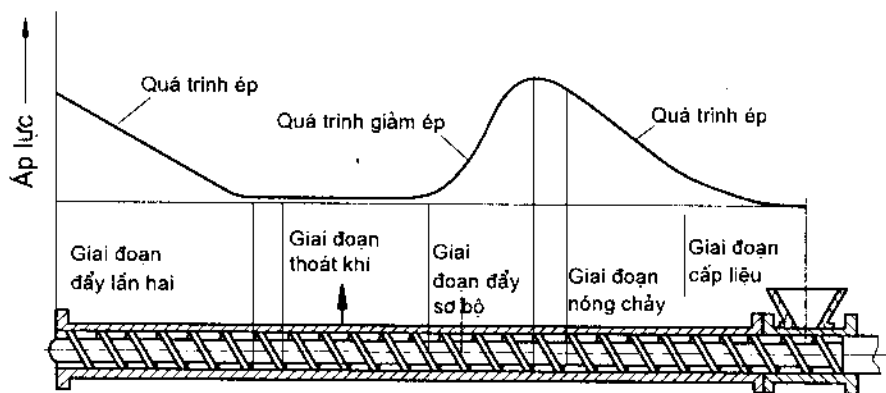
Đối với máy đùn hai trục vít việc tăng áp lực được thực hiện bằng việc giảm thể tích của rãnh vít, như ta thấy ở hình 5.23.



Hình 5.23. Hai trục vít có số ren vít thay đổi

Bằng loại trục vít được gọi là trục vít làm sạch khí, người ta có thể hoàn thiện được hiệu quả giải thoát không khí, và các chất bay hơi khác ra khỏi vật liệu trong máy đùn. Trong máy đùn làm sạch khí người ta sử dụng trục vít và xilanh đặc biệt. Chiều dài của loại trục vít này thường vào khoảng

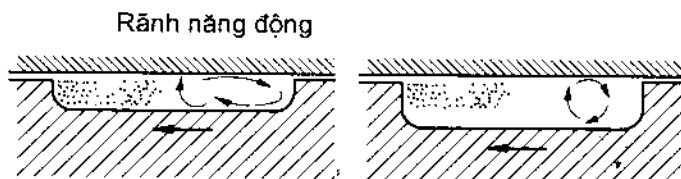
30D. Ở vùng trung đoạn của trục vít, thường được gọi là vùng giảm áp (decompression) sẽ xảy ra sự giải thoát các chất khí (hình 5.24).



Hình 5.24. Đường cong áp lực của trục vít có đoạn thoát khí

3. Vùng làm nóng chảy

Do kết quả nung nóng vật liệu, sự nóng chảy sẽ xảy ra trong vùng nén. Hiện tượng nóng chảy bắt đầu khi các hạt vật liệu chất dẻo tiếp xúc với bề mặt thành xilanh được nung nóng.



Hình 5.25. Quá trình nóng chảy trong các rãnh trục vít

Nhờ áp lực và trục vít quay tạo ra dòng chảy tuần hoàn trong rãnh vít, dòng chảy này sẽ làm tăng nhanh sự nóng chảy của vật liệu chất dẻo (hình 5.25). Điều này được giải thích trong phần nhuyển hoá vật liệu.

4. Sự nhuyển hóa chất dẻo nóng chảy

Sau khi làm nóng chảy chất dẻo, ta cần làm nhuyển hóa chúng.

Điều này có liên quan đến sự trộn đều các chất phụ gia với khối chất dẻo, cũng như đến nhiệt độ. Sau khi được làm nóng chảy thì nhiệt độ của vật liệu ở vùng gần với bề mặt trong của xilanh sẽ lớn hơn so với những vùng xa bề mặt đó.

Sự nhuyển hóa được tiến hành ngay sau vùng làm nóng chảy vật liệu, ở trong vùng xếp đặt vật liệu hay còn gọi là vùng đẩy vật liệu ra. Trong vùng

này của máy đun dòng chảy cực kỳ phức tạp. Sự nhuyển hóa vật liệu đều được ba dòng chảy: dòng chảy thuận, dòng chảy do áp suất và dòng chảy đảo hướng kính đảm bảo. Phương của dòng chảy thuận bắt đầu từ phễu cấp liệu đi về phía đầu đun. Dòng chảy này xuất hiện nhờ tác dụng đẩy của cánh vít. Ngược với dòng chảy thuận là dòng chảy ngược, mà sự hình thành của nó là do áp lực. Có nghĩa là hướng của dòng chảy đi về phía phễu cấp liệu. Còn dòng hướng kính là do tác dụng của hai dòng chảy trên, dòng chảy này cũng chịu ảnh hưởng của số vòng quay và thông số hình học của trục vít.

Ngoài ra còn hình thành một dòng chảy nữa được gọi là dòng chảy tràn, nó phụ thuộc vào khe hở giữa cánh vít và xilanh.

Như đã nói ở phần trước, với các máy đun có đoạn nhập liệu được tạo rãnh và độ côn, tùy thuộc vào từng điều kiện người ta tạo thêm nhân tố khuấy ở trên trục vít. Nhân tố khuấy vật liệu này sẽ hoàn thiện thêm tác dụng nhuyển hóa của trục vít. Vì vậy, giải pháp này ngày càng được sử dụng một cách phổ biến.

Đối với các máy đun hai trục vít mà các cánh vít của chúng không ăn sâu hoàn toàn vào rãnh vít của nhau thì tác dụng nhuyển hóa được hoàn thiện nhờ sự nhào trộn trong khe.

Trong các máy đun có kết cấu như vậy, sự nhuyển hóa được tăng cường vì thực tế trong rãnh của trục vít này vật liệu được cánh vít của trục kia “cán lẫn”, tạo ra dòng chảy cắt.

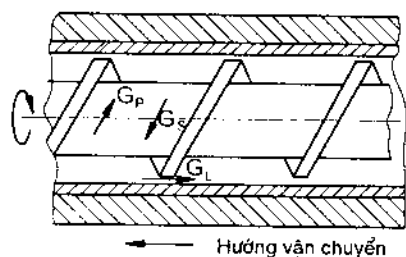
Trong quá trình nhuyển hóa, lực cắt sẽ tác dụng lên khối chất dẻo nóng chảy và làm cho các phần tử chất dẻo nóng chảy có trượt tương đối với nhau. Kết quả của quá trình cắt đó làm nảy sinh ra nhiệt ma sát (còn gọi là nhiệt cắt).

Nhiệt ma sát tỷ lệ thuận với số vòng quay của trục vít. Các trục vít quay với số vòng quay lớn, người ta chỉ cần dùng nguồn nhiệt bên ngoài để nung nóng vật liệu tới nhiệt độ gia công, còn sau đó không có nguồn nhiệt từ ngoài người ta vẫn có thể gia công được (các máy đun đó được gọi là các máy đun đoạn nhiệt). Tùy thuộc vào kích thước của trục vít, các máy đun đó có số vòng quay 200 – 500 vòng/phút. Sơ đồ về xilanh dẻo hóa vật liệu ta có thể nhìn thấy trên hình 5.26.

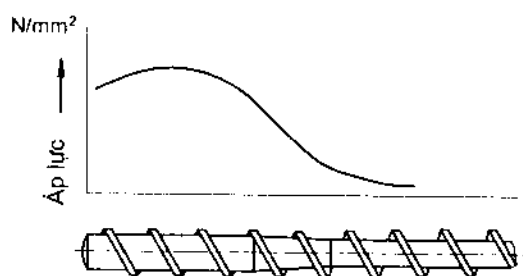
5. Sự hình thành áp lực trong máy đùn

Trong quá trình vận chuyển vật liệu bên trong máy đùn hình thành lực cản, lực cản này dẫn tới sự tăng áp lực trong máy đùn.

Mức độ hình thành của áp lực sẽ phụ thuộc vào độ lớn của sức cản theo phương của dòng chảy thuận, dòng chảy do áp suất và dòng chảy đảo hướng kính (hình 5.27).



Hình 5.26. Các dòng chảy thuận, dòng chảy do áp suất và dòng chảy đảo hướng kính trong rãnh vít



Hình 5.27. Sự thay đổi áp lực theo chiều dài trục vít

Theo sự mô tả sức cản trên đường đi của dòng vật liệu thì giá trị của áp lực và sự tạo thành điểm áp lực cực đại có thể thay đổi được.

Trên các máy đùn hiện đại, ngay sau đầu trục vít người ta lắp bộ phận ghi tín hiệu áp lực và tín hiệu nhận được sử dụng để theo dõi (kiểm tra) hoặc để điều chỉnh.

Sự hình thành áp lực trong trường hợp các trục vít làm sạch khí có thể thấy được trên hình 5.24.

Trong trường hợp như vậy hai điểm áp lực cực đại được hình thành và có thể thấy được một giai đoạn hạ áp (giảm nén) và chính ở vị trí hạ áp này tồn tại sự hút khí.

Trong máy đùn hai trục vít có chiều quay ngược nhau thì áp lực chỉ hình thành ở các bước vít cuối cùng, như vậy áp lực cực đại sẽ ở vị trí giữa gần cuối trục vít và đầu đùn. Trong trường hợp hai trục vít quay cùng chiều thì áp lực được hình thành ngay tại vùng làm nóng chảy, song áp lực lớn nhất trong trường hợp này cũng chỉ được hình thành tại khe hở giữa trục vít và đầu đùn.

IV – DÂY CHUYỀN CÔNG NGHỆ ĐÙN

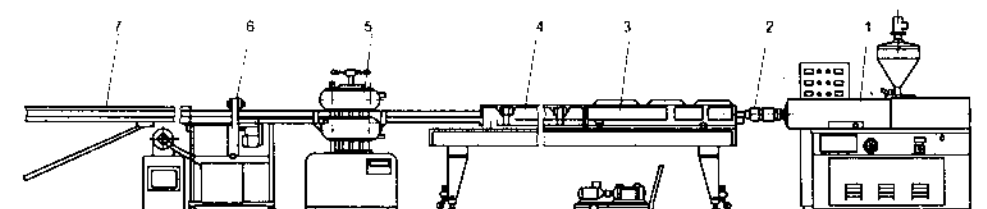
Dây chuyền sản xuất bao gồm: cụm máy đùn đầu đùn, thiết bị tạo cỡ, thiết bị làm nguội, thiết bị kéo, thiết bị cuộn sản phẩm hoặc cắt sản phẩm.

Ngoài các thiết bị trên, khi cần thiết có thể lắp thêm các dụng cụ và thiết bị khác nữa và dây chuyền như thiết bị đo độ dày sản phẩm, tạo nhãn, in các số liệu được quy định, thiết bị đục lỗ hoặc dán túi,...

1. Dây chuyền sản xuất ống và sản phẩm định hình

Dây chuyền để sản xuất ống và sản phẩm định hình bao gồm: máy đùn, đầu đùn ống hoặc đầu tạo hình profin, thiết bị tạo cỡ, máng làm nguội, cơ cấu kéo sản phẩm, thiết bị cắt sản phẩm, máng nhận sản phẩm (hình 5.28).

Vật liệu ban đầu cho dạng ống hoặc profin thường là PVC cứng, PVC mềm, PE, PP, PA, BS, ABS, PMMA và POM. Vật liệu dạng hạt thường dùng máy đùn một trục vít để gia công, còn vật liệu dạng bột thường dùng máy hai trục vít – sản phẩm cần sản xuất sẽ quyết định đến các loại thiết bị tạo cỡ, làm nguội, kéo sản phẩm, cắt sản phẩm.

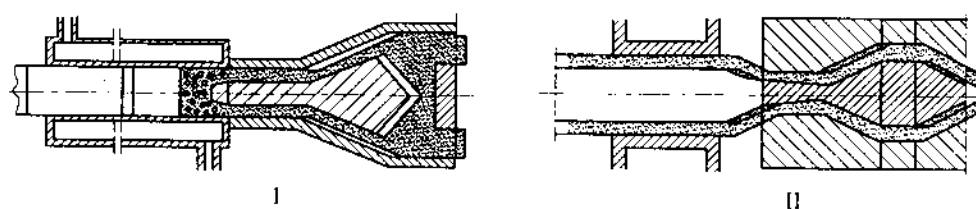


Hình 5.28. Dây chuyền đùn ống

1. Máy đùn; 2. Đầu đùn; 3. Cụm tạo cỡ; 4. Làm nguội bằng nước; 5. Cụm kéo bằng xích; 6. Cụm cắt sản phẩm; 7. Cụm đỡ sản phẩm.

Trong dây chuyền gia công ống, người ta cho ống ngâm trong máng nước, trong đó nước được thay đổi liên tục hoặc cho nước chảy trực tiếp vào ống để làm nguội. Sau nguyên công làm nguội là nguyên công tạo nhãn, có nghĩa là in kích thước, áp lực danh nghĩa và một loạt các dấu hiệu chất lượng khác. Ống có kích thước lớn người ta dùng nhiều cơ cấu kéo bằng xích để kéo. Các cơ cấu này được xếp đặt một cách đều đặn theo chu vi của ống và như vậy tạo thành thiết bị kéo sản phẩm. Thiết bị cắt phân đoạn sản phẩm hoạt động đồng bộ với thiết bị kéo. Các sản phẩm định hình (profin) được sản xuất từ vật liệu cứng, giòn cũng gia công như gia công ống. Thông

thường, thành của các prôfin mỏng hơn là của ống do đó việc tạo cỡ bằng chân không và làm lạnh bằng nước đơn giản hơn. Đôi khi người ta thay cho việc làm nguội bằng nước bằng cách cho sản phẩm chạy qua hầm lạnh, được làm lạnh bằng không khí và như vậy sẽ tránh được nội ứng suất trong sản phẩm. Xích kéo có chân xích làm bằng các loại cao su mềm hoặc xốp cao su như thế có thể tránh được tác dụng nén lên sản phẩm, nguyên nhân gây ra sự xước bề mặt. Ống và các chi tiết định hình từ xốp chất dẻo cũng được gia công bằng phương pháp đùn. Đầu đùn và thiết bị tạo cỡ tạo ra các sản phẩm này cũng tương tự như các đầu đùn và thiết bị tạo cỡ cho ống và prôfin chất dẻo thông thường. Người ta trộn thêm vào chất dẻo gốc một loại chất, mà khi đạt tới nhiệt độ gia công nó tạo thành chất khí và làm xốp khối chất dẻo nóng chảy – chất đó gọi là chất tạo khí. Trên hình 5.29 ta có thể thấy thiết bị tạo cỡ dùng cho ống và prôfin từ chất xốp dẻo.



Hình 5.29. Thiết bị tạo cỡ

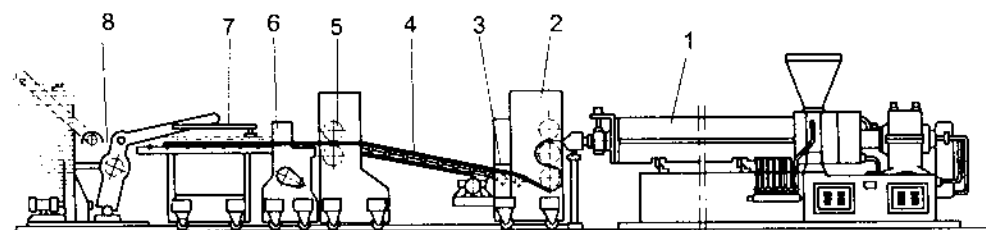
I – Prôfin xốp; II – Ống xốp.

2. Dây chuyền tạo tấm và màng phẳng

Dây chuyền sản xuất gồm: máy đùn, đầu đùn khe phẳng, cấp trục tạo cỡ, đường hầm làm nguội, cơ cấu kéo, cơ cấu cắt tấm và bàn thu nhận tấm (hình 5.30).

Để sản xuất tấm (bề dày ở khoảng 0,8 – 10 mm) người ta thường sử dụng các vật liệu sau: SB, ABS, PMMA, cellulose – este, PVC cứng, PE và PP. Khối chất dẻo nóng chảy đi ra khỏi đầu đùn khe rộng, sau khi được làm nguội phần nào bằng không khí được đưa tới khe giữa các trục trụ tròn để tạo cỡ.

Trong quá trình tạo cỡ, sản phẩm cần tiếp tục được làm nguội, do đó các trục tạo cỡ cũng phải được làm nguội. Từ trục tạo cỡ cuối cùng, tấm được đưa vào đường hầm làm nguội, tiếp theo là đến cấp trục cán dùng để kéo sau cùng là công đoạn cắt tấm.

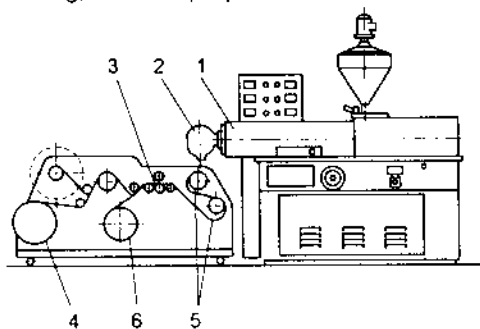


Hình 5.30. Dây chuyền đùn tấm

1. Máy đùn; 2. Trục cán tạo cỡ; 3. Tạo mép; 4. Cụm con lăn; 5. Cặp trục kéo; 6. Cắt phân đoạn; 7. Cụm hút bằng chân không; 8. Thiết bị xếp tấm.

Để sản xuất tấm lượn sóng, ngoài các thiết bị dùng cho dây chuyền tạo tấm phẳng, người ta còn phải thêm thiết bị tạo dạng lượn sóng.

Màng phẳng được tạo ra từ dầu đùn, qua hệ thống trục trụ tròn được làm nguội, và được cuộn lại thành cuộn (hình 5.31).



Hình 5.31. Dây chuyền đùn màng phẳng

Màng phẳng trước hết được sản xuất từ polyetilen và polypropilen.

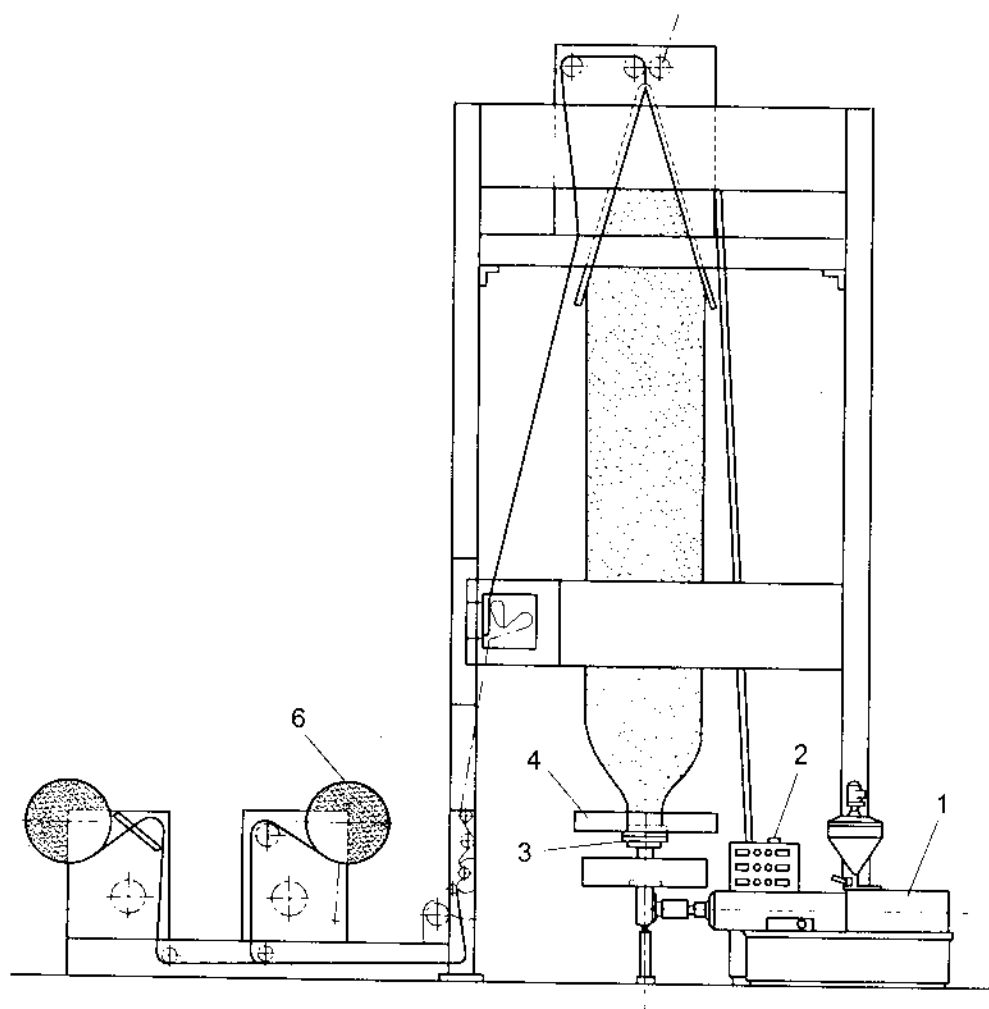
Khi sản xuất màng phẳng, vật liệu từ đầu đùn không theo phương nằm ngang mà được đùn thẳng xuống phía dưới đến trục được làm nguội. Màng chất dẻo hầu như ôm quanh lấy trục được làm nguội với mục đích tăng cường sự làm nguội của màng. Kích thước của khe hở đầu đùn miệng phẳng không thể điều chỉnh nhỏ một cách tùy ý được do đó trong quá trình sản xuất, màng mỏng được kéo căng theo chiều dài của nó. Điều đó có nghĩa là phải làm cho trục nguội quay nhanh hơn để tạo ra vận tốc dài trên mặt trục lớn hơn vận tốc của vật liệu khi ra khỏi đầu đùn. Màng mỏng trước khi được cuộn lại cần được đo kiểm tra bề dày và cắt hai bên mép.

3. Dây chuyền thổi màng

Thiết bị dùng để thổi màng gồm : máy đùn có lắp đầu thổi màng, vành làm nguội, thiết bị trải phẳng màng, hệ trục kéo màng, thiết bị cuộn (hình 5.32). Vật liệu thường được sử dụng để thổi màng là polycetylen, polypropilen.

Đối với công nghệ thổi màng, người ta thường sử dụng đầu đùn vuông góc (đầu chữ thập) và sản phẩm được kéo lên theo phương thẳng đứng. Với giải pháp như vậy các máy và thiết bị nặng đều đặt ở trên nền xưởng còn cấp trực kéo và thiết bị trải phẳng màng thì được lắp gá trên bộ khung phù hợp. Ưu điểm của giải pháp này là trọng lượng của màng sẽ không tác dụng (kéo) đến khối chất dẻo nóng chảy đã ra khỏi đầu đùn.

Từ đầu đùn thổi màng, chất dẻo được đùn ra ở dạng ống mỏng nóng dẻo, sau đó người ta thổi nó tới kích thước mong muốn. Không khí dùng để thổi được dẫn vào bằng ống thông qua lỗ đầu đùn.



Hình 5.32. Thiết bị đùn màng túi

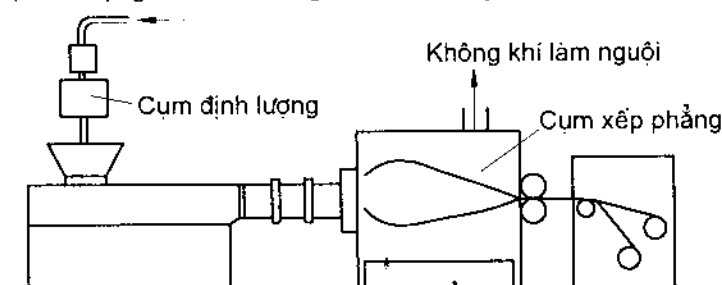
1. Máy đùn; 2. Cụm điều khiển; 3. Đầu thổi màng; 4. Vành làm nguội; 5. Cụm trục kéo; 6. Cụm cuộn màng.

Với mục đích tăng cường độ làm nguội thì không khí bị nung nóng ở bên trong túi màng cần được thay thế bằng không khí lạnh một cách liên tục.

Còn từ phía ngoài túi màng, người ta sử dụng vành làm nguội để cung cấp không khí lạnh cho việc làm nguội. Túi màng được làm nguội cần phải trải phẳng (chập lại thành dạng phẳng), nếu cần thiết phải chọc thủng, sau đó cuộn màng lại.

Ở những màng mà trước khi sử dụng để gói còn cần phải in, hàn lại, thì có thể cho phép độ dao động về chiều dày với giá trị rất nhỏ. Nhằm điều hòa sự thay đổi bề dày của màng, người ta quay đi quay lại hoặc cơ cấu kéo màng hoặc máy đùn trong góc khoảng 270° một cách từ từ. Việc quay đi quay lại như thế là cần thiết vì nếu như trên màng mỏng được cuộn lại ở vị trí như nhau xuất hiện sự tăng độ dày nó sẽ gây ra nhăn nhúm trên cuộn vật liệu.

Bằng công nghệ thổi màng người ta có thể sản xuất các loại màng có nhiều lớp, trong những trường hợp như thế tất nhiên cần phải có nhiều máy đùn, tiếp theo là cần có đầu thổi màng mà từ đó các dòng chất nóng chảy khác nhau được chồng lên nhau thành các lớp. Màng bằng xốp polystirol thường được thổi trên thiết bị theo phương nằm ngang. Thiết bị nằm ngang này cũng được sử dụng để thổi màng từ PVC cứng (hình 5.33).



Hình 5.33. Thiết bị thổi màng PVC

4. Thiết bị bọc dây điện

Các thiết bị được sử dụng cho công nghệ bọc dây điện bao gồm: cụm cung cấp dây điện, cụm làm thẳng dây, cụm nung sơ bộ dây điện, máy đùn có đầu đùn chữ thập (vuông góc) máng làm nguội (bể làm nguội), dụng cụ kiểm tra, cụm kéo sản phẩm và cơ cấu cuộn dây điện (hình 5.34).

Để bọc dây điện, người ta sử dụng các loại vật liệu sau: PE, PP, PVC. Tốc độ bọc dây phụ thuộc vào đường kính của lõi dây điện. Các dây điện có kích thước lớn thì vận tốc kéo gần 2 m/phút, còn loại dây mảnh thì gần

1200 m/phút. Để phù hợp với điều đó thì các thiết bị sản xuất cũng phải khác nhau.

Để bóc các lõi dây mảnh người ta sử dụng các tang đúng mà từ nó lõi dây được một tay quay tời ra, với một tốc độ rất lớn.

Các lõi dây lớn hơn và các dây cáp dày thì được tời ra từ tang quay có cơ cấu hãm.

Để nắn thẳng các chỗ cong sau khi tời ra, lõi dây điện được đưa vào thiết bị nắn, sau đó được nung sơ bộ bằng điện trở hoặc khí nóng.

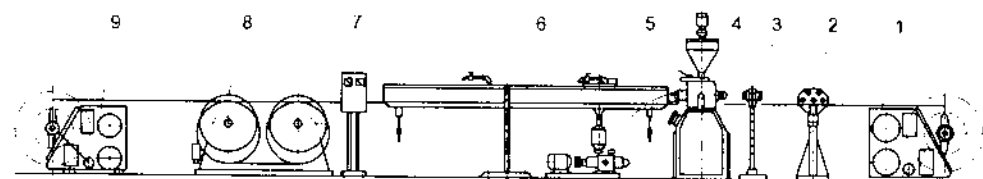
Công đoạn bóc nhựa được tiến hành trong đầu đùn dạng bao, lõi dây điện được kéo qua trục tâm đầu đùn để cho chất dẻo nóng chảy chảy bao quanh nó.

Sau đó, những phần dây được bóc đi vào máng làm nguội, tiếp theo là nguyên công cuộn thu sản phẩm. Nếu vận tốc kéo mà lớn thì chiều dài máng làm nguội cũng lớn, cho nên người ta thường dùng hệ con lăn chuyển hướng để sao cho dây điện được kéo đi kéo lại nhiều lần trong bể làm nguội để hạn chế chiều dài của máng.

Trước khi cuộn thành cuộn cần phải kiểm tra bề dày lớp phủ, độ đồng tâm của lõi và vỏ, độ bền của lớp phủ.

Dây điện dày thì dùng tang kéo còn dây cáp thì dùng xích để kéo. Các loại dây dày, mỏng được tời ra từ loại tang nào thì khi cuộn thu lại cũng được dùng loại tang đó.

Bằng phương pháp tương tự người ta cũng tiến hành bóc các sản phẩm không dễ uốn như các chi tiết đồ gỗ, hàng rào, tay vịn cầu thang. Song cần có thêm các thiết bị chuyên dùng bổ sung.

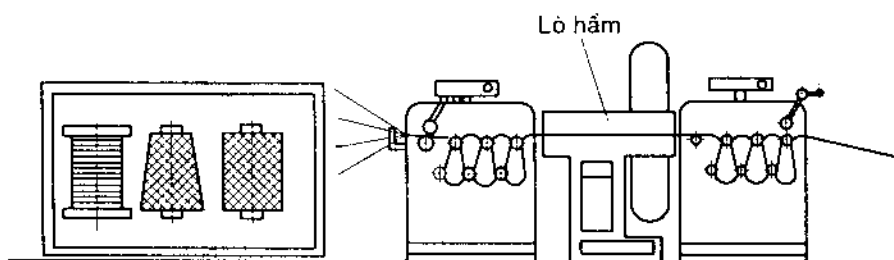


Hình 5.34. Dây chuyển bóc dây điện

1. Cụm tời lõi dây điện; 2. Cụm vuốt thẳng; 3. Nung sơ bộ; 4. Máy đùn; 5. Đầu bóc dây; 6. Bể làm nguội; 7. Thiết bị kiểm tra bề dày lớp bóc; 8. Kéo và cuộn dây; 9. Bơm chân không.

5. Các dây chuyên sản xuất khác

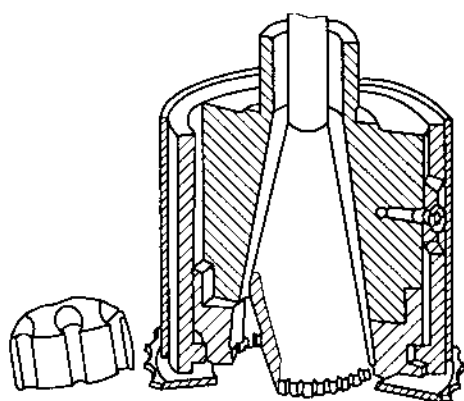
Ngoài các thiết bị kể trên, người ta còn dùng công nghệ đùn để sản xuất các sản phẩm đặc biệt như sợi, lưới, tạo lớp cho băng tải....



Hình 5.35. Dây chuyền tạo sợi

Trong quá trình đùn sợi, cần thiết phải có thiết bị kéo sợi khi nó ra khỏi đầu đùn. Thiết bị kéo sợi bao gồm: hai cụm kéo sợi và một lò hầm (hình 5.35). Dưới tác dụng của việc kéo sợi, vật liệu được định hướng theo chiều dài và tăng được độ bền.

Để sản xuất lưới liên tục người ta đã sử dụng đầu tạo hình mà trên nó ta có thể thấy nhiều lỗ hoặc rãnh tròn. Trong quá trình gia công phần ngoài của đầu đùn và lõi có chiều quay ngược nhau để tạo ra các đầu mối của những lỗ mắt cáo cho lưới (hình 5.36).



Hình 5.36. Đầu đùn tạo lưới

Chương 6

CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ ĐÚC ÁP LỰC

I – ĐÚC ÁP LỰC

1. Nguyên lý chung

Nguyên lý công nghệ: Vật liệu ban đầu thông thường ở dạng hạt hoặc bột, được dẻo hoá nhờ nhiệt độ đến trạng thái nóng chảy, sau đó được đưa vào khuôn tạo hình nhờ áp lực. Quá trình định hình sản phẩm xảy ra đồng thời với quá trình nguội vật liệu trong khuôn.

Việc đưa vật liệu nóng chảy vào khuôn dưới áp lực thông thường sử dụng phương pháp ép phun do đó người ta thường gọi công nghệ đúc áp lực là công nghệ ép phun hay đúc phun.

Vật liệu sử dụng trong công nghệ đúc dưới áp lực thường ở dạng hạt. Với phương pháp đúc dưới áp lực có thể gia công các chất dẻo nhiệt dẻo cũng như nhiệt rắn. Chất dẻo nhiệt dẻo được gia công ở dạng nguyên hoặc được phau mẫu, pha thêm phụ gia hoặc tạo thành xốp. Theo cấu trúc của chúng, ta cũng có thể phân ra chất dẻo dạng tinh thể và dạng vô định hình. Các chất nhiệt dẻo được sử dụng trong công nghệ này (xem bảng 6.1).

BẢNG 6.1. CÁC CHẤT DẺO SỬ DỤNG TRONG ĐÚC ÁP LỰC

Tên hoá học	Ký hiệu	Tên hoá học	Ký hiệu
Celluloz-axetat	CA	Polypropilen	PP
Celluloz-propionat	CP	poly (vinhilo-chlorid) cứng	PVC
Celluloz-aeto-butirat	CAB	poly(vinhilo-clorid) mềm	PVC
Polystirol	PS	Poly metyl metacrylat	PMMA
Styrol-acrylnitril	SAN	Polycarbonat	PC
Styrol-butadien	SB	Polyamid	PA
Acrylnitril-butadien- styren	ABS	Polyoximetylen	POM
Polyetylen mềm tỷ trọng thấp	PELD	Poly (etylen-tereftalat)	PET
Polyetylen cứng tỷ trọng cao	PEHD		

Chất dẻo nhiệt rắn dưới tác dụng của nhiệt mềm ra, sau đó tạo ra cấu trúc lưới chuyển sang trạng thái không hoà tan, không nóng chảy. Trong kỹ thuật, người ta sử dụng các vật liệu sau:

Phenolformaldehyd (nhựa phenol); melamin formaldehyd (nhựa melamin); carbamid-formaldehyd (nhựa cacbomid); polyurethan.

Phương pháp đúc áp lực có lợi về mặt kinh tế khi sử dụng nó để sản xuất các sản phẩm định hình với số lượng lớn. Nhiệt độ gia công thông thường ở khoảng 150 – 300°C, phụ thuộc vào vật liệu gia công trong khoảng nhiệt độ này các chất dẻo chuyển từ trạng thái rắn sang trạng thái nóng chảy thuận tiện cho việc dùng áp lực đẩy vật liệu vào khoang tạo hình của khuôn đúc.

Các chất dẻo được phối hợp đáp ứng tốt hơn yêu cầu về độ bền cao và ổn định về kích thước. Người ta sử dụng bột đá, hạt thủy tinh, sợi thủy tinh để phối hợp với chất dẻo với tỷ lệ $\leq 30\%$. Đối với các dẻo có độ nhớt cao người ta trộn thêm các chất phụ gia nhằm giảm độ nhớt khi gia công, đó là các chất bôi trơn, hoá dẻo.

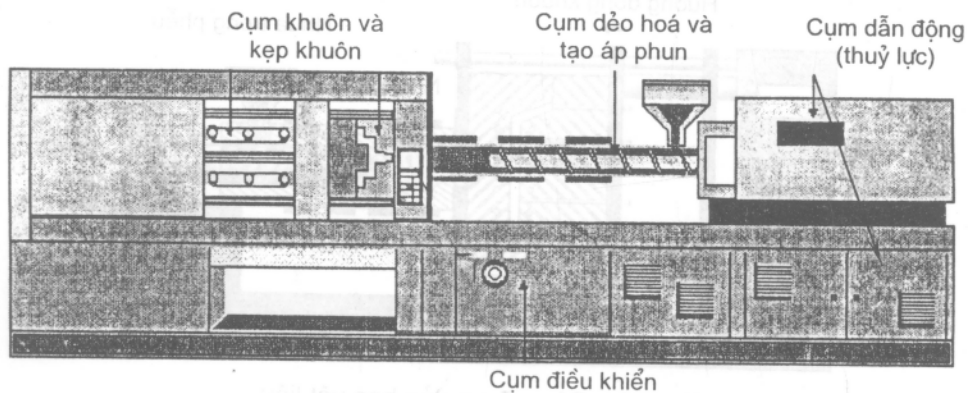
Người ta cũng sử dụng lớp cách khuôn như một chất phụ gia cho công nghệ đúc áp lực, chất này có tác dụng lấy sản phẩm khỏi khuôn một cách dễ dàng. Như vậy, các chất phối hợp và các chất phụ gia sẽ ảnh hưởng đến sự gia công của vật liệu và đến tính năng, trạng thái của sản phẩm trong quá trình sử dụng chúng.

2. Máy đúc áp lực

2.1. Cấu tạo

Để đáp ứng với nguyên lý công việc đúc áp lực, máy bao gồm các cụm thiết bị cơ bản sau:

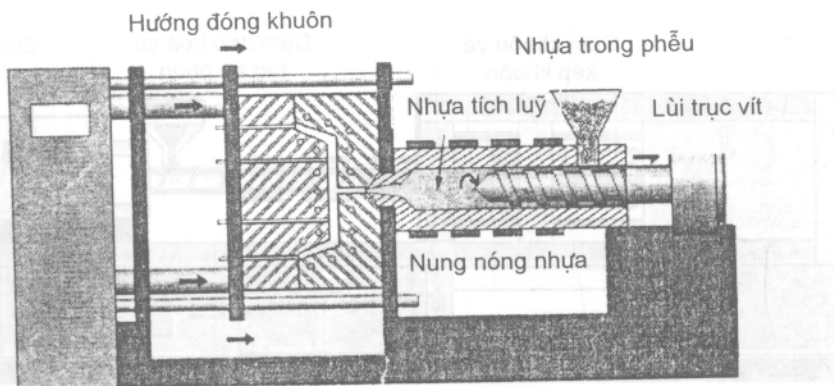
- Cụm dẻo hoá và tạo áp lực
- Cụm khuôn và kẹp khuôn
- Cụm dẫn động
- Cụm điều khiển.



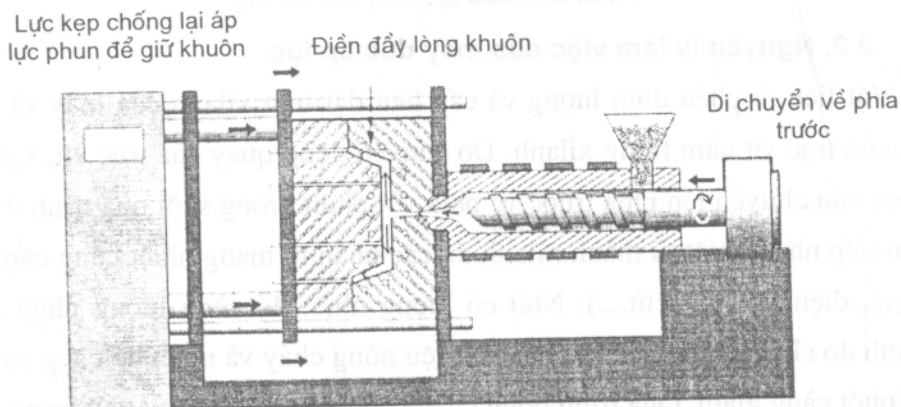
Hình 6.1. Cấu tạo máy đúc áp lực

2.2. Nguyên lý làm việc của máy đúc áp lực

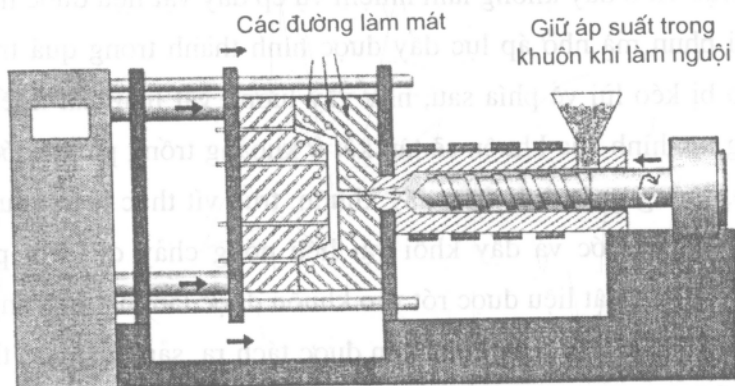
Vật liệu từ phễu định lượng và cấp liệu đặt trên xilanh của máy và rãnh vít của trục vít nằm trong xilanh. Do chuyển động quay của trục vít, vật liệu được vận chuyển lên phía trước về phía vòi phun, trong suốt quá trình đó vật liệu tiếp nhận nhiệt từ thành xilanh do các nhân tố mang nhiệt cung cấp (hơi nóng, điện trở, điện từ,...). Nhờ có lượng nhiệt đó cùng lượng nhiệt hình thành do chuyển động cơ học mà vật liệu nóng chảy và nhiệt độ càng cao thì độ nhớt càng giảm. Quá trình nóng chảy cũng xảy ra tương tự như trong máy đùn, song trục vít ở đây không làm nhiệm vụ ép đẩy vật liệu được nóng chảy về phía vòi phun mà nhờ áp lực đẩy được hình thành trong quá trình quay làm cho nó bị kéo lùi về phía sau, như vậy lượng vật liệu cần thiết để điền đầy khoang tạo hình của khuôn sẽ tập kết ở khoảng trống phía trước trục vít (hình 6.2a). Trong quá trình điền đầy khuôn, trục vít thực hiện chuyển dịch dọc trục về phía trước và đẩy khối vật liệu nóng chảy qua vòi phun vào khuôn (hình 6.2b). Vật liệu được rót vào khuôn được làm nguội trong khuôn, trở nên cứng, sau đó khi hai nửa khuôn được tách ra, sản phẩm có thể lấy ra được (hình 6.2c).



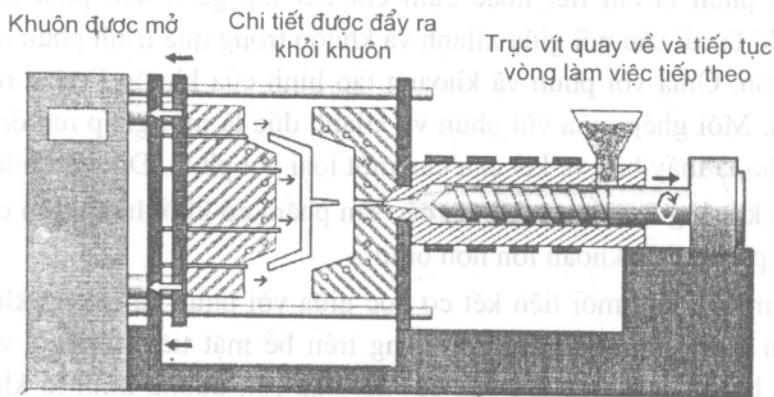
Hình 6.2a. Công đoạn dẻo hoá vật liệu



Hình 6.2b. Công đoạn ép phun



Hình 6.2c. Công đoạn làm nguội



Hình 6.2d. Công đoạn lấy sản phẩm

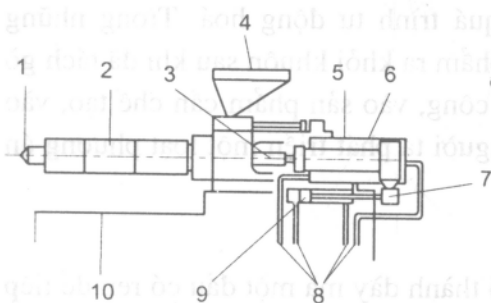
*** Cụm nhựa hoá vật liệu.**

Nhiệm vụ của cụm máy đúc là làm nóng chảy một lượng chất dẻo có thể tích nhất định, sau đó đẩy lượng chất dẻo này vào khuôn.

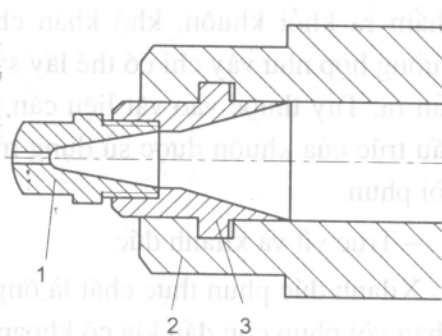
Trên hình 6.3 có thể thấy bản vẽ mô tả cụm nhựa hóa bao gồm các bộ phận sau:

– Xilanh mà trên nó có trang bị hệ thống nung nóng bằng điện để cung cấp nhiệt cho vật liệu.

– Trong xilanh có lắp trục vít thực hiện các chuyển động quay và chuyển động qua lại chuyển động của trục vít thực hiện nhờ động cơ điện hoặc động cơ thủy lực, còn chuyển động qua lại dọc trục, giai đoạn rót liệu vào khuôn được thực hiện bằng phương pháp thủy lực.



Hình 6.3. Nhựa hoá vật liệu



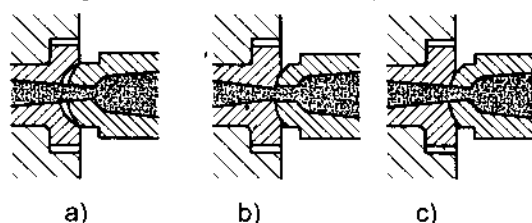
Hình 6.4. Vòi phun

1. Vòi phun; 2. Xilanh; 3. Trục vít; 4. Phễu liệu;
5. Pittông; 6. Xilanh thủy lực; 7. Xilanh thủy lực dịch chuyển cụm đúc phun; 8. Hệ thống ống dẫn;
9. Pittông thủy lực; 10. Bộ máy.

1. Vòi phun; 2. Xilanh; 3. Ngàm kẹp nhanh.

– Vòi phun là chi tiết hoặc cụm chi tiết lắp gá ở đầu phía trước của xilanh. Nó là cái cầu nối giữa xilanh và khuôn trong quá trình phun nhựa vào lòng khuôn. Giữa vòi phun và khoang tạo hình của khuôn là đầu rót và hệ kênh dẫn. Mối ghép giữa vòi phun và xilanh đúc là mối ghép ren ống. Hình 6.4 chỉ cho ta thấy bản vẽ kết cấu của một loại vòi phun. Đường kính của vòi phun vào khoảng 3 – 6mm đối với các sản phẩm có khối lượng lớn có thể sử dụng vòi phun có lỗ khoan lớn hơn 6mm.

Để đảm bảo cho mối liên kết cơ học giữa vòi phun và miệng khuôn kín khít, điều quan trọng là bán kính cong trên bề mặt tiếp xúc của vòi phun phải nhỏ hơn bán kính cong của bề mặt đầu rót, đường kính lỗ khoan vòi phun cũng nhỏ hơn đường kính kênh dẫn trên đầu rót.



Hình 6.5. Các cách tiếp xúc của vòi phun và miệng khuôn

Trên hình 6.5 cho ta thấy đường kính lỗ khoan và bán kính cong tiếp xúc phù hợp (c) và không phù hợp (a,b), giữa hai bán kính cong cần chênh lệch nhau khoảng 5–10mm.

Trong các trường hợp không phù hợp (hình 6.5a, b) cho ta thấy, vật liệu chảy ra ngoài và khi vật liệu đông cứng sẽ tạo gờ cản trở quá trình lấy sản phẩm ra khỏi khuôn, khó khăn cho quá trình tự động hoá. Trong những trường hợp như vậy chỉ có thể lấy sản phẩm ra khỏi khuôn sau khi đã tách gờ cản ra. Tùy thuộc vào vật liệu cần gia công, vào sản phẩm cần chế tạo, vào cấu trúc của khuôn được sử dụng mà người ta phát triển một loạt phương án vòi phun.

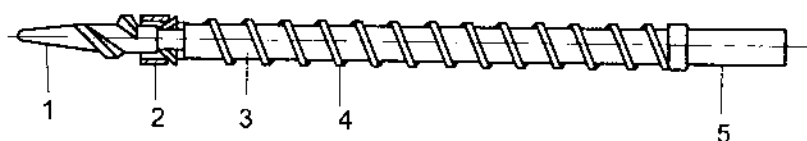
– Trục vít và xilanh đúc

Xilanh đúc phun thực chất là ống có thành dày mà một đầu có ren để tiếp nhận vòi phun còn đầu kia có khoang tiếp liệu cùng với phễu chứa liệu.

Vật liệu xilanh đúc có độ cứng lớn, có độ bền mòn cao. Dọc theo chiều dài của xilanh lắp hệ thống nung nóng bằng điện trở hoặc chia thành từng đoạn, để có thể nung xilanh đạt nhiệt độ cần thiết cho từng đoạn. Đoạn

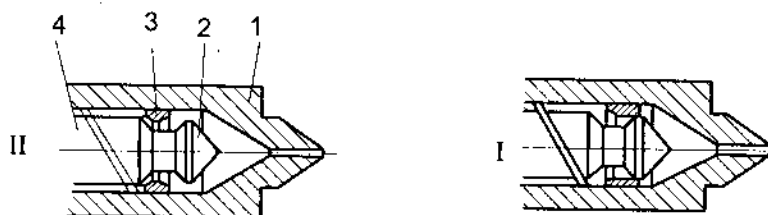
xilanh phần nạp liệu cần phải làm nguội bằng nước để ổ đỡ trục vít không bị nóng quá và để việc vận chuyển vật liệu trong xilanh được ổn định.

Trong xilanh có trục vít mà chúng ta biết có thể thực hiện chuyển động quay và tịnh tiến qua lại. Trong quá trình quay nó tiếp nhận vật liệu về phía mình và dưới tác dụng của áp lực đẩy hình thành trong xilanh nó bị kéo về phía sau. Chuyển động dọc trục về phía vòi phun của trục vít được thực hiện nhờ xilanh thủy lực. Vật liệu của trục vít cho máy đúc cũng là thép có độ cứng lớn, có độ bền mòn cao, chịu nhiệt và chống ăn mòn lớn. Một trong những dạng trục vít được sử dụng mà ta có thể thấy trên hình 6.6.



Hình 6.6. Trục vít pittông

1. Đầu trục vít; 2. Vành cản dòng chảy ngược; 3. Lõi trục vít; 4. Ren vít; 5. Cán trục vít.



Hình 6.7. Nguyên lý hoạt động của vành cản dòng chảy ngược

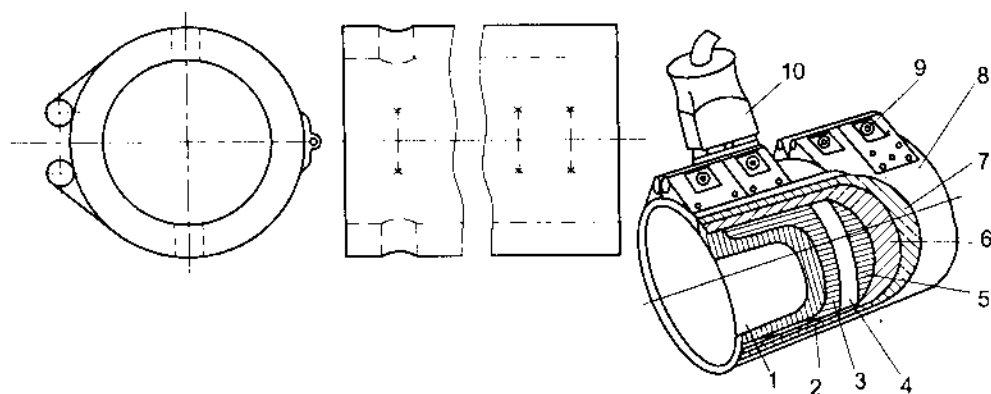
I – Dẻo hoá; II – Đúc phun và giữ dưới áp lực.

1. Xilanh; 2. Đầu trục vít; 3. Vành cản; 4. Trục vít.

Ở đầu trục vít đứng trước vòi phun người ta thường trang bị van cản dòng chảy ngược của chất nóng chảy ở giai đoạn nén cuối cùng. Van cản dòng chảy ngược ở đầu trục vít ta có thể thấy trên hình 6.7 (I) là vị trí mở để vật liệu được vận chuyển lên phía trước trong quá trình dẻo hoá. (II) là vị trí đóng khi đúc phun và giữ áp lực.

– Các phần tử nung nóng

Để nung nóng xilanh máy đúc phun người ta thường sử dụng phần tử nung bằng điện (hình 6.8).



Hình 6.8. Bộ nung nóng gia nhiệt

1. Lớp áo trong; 2. Lớp cách nhiệt; 3,5. Dây điện trở; 4,6. Lớp cách nhiệt; 7. Lớp áo giữa;
8. Lớp áo ngoài; 9. Vít ép; 10. Đầu nối điện.

Nhiệt lượng do điện trở được nung nóng sinh ra truyền vào thành xilanh.

Để thực hiện việc truyền nhiệt được tốt, dây điện trở phải được lắp sát vào thành xilanh đúc song giữa chúng phải có lớp cách điện và đồng thời phía ngoài cần được cách nhiệt với môi trường xung quanh để hạn chế việc truyền nhiệt ra ngoài.

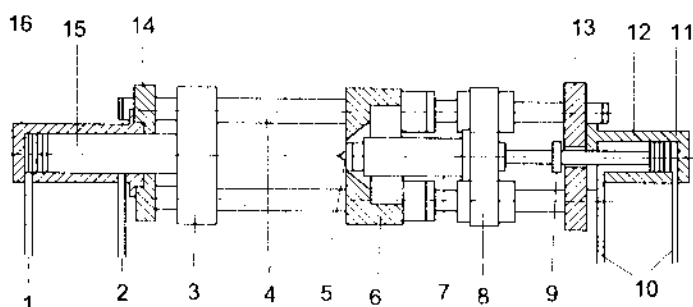
Để tiếp xúc giữa dây điện trở và xilanh được tốt người ta tạo chúng thành cụm như vỏ áo, sau đó dùng ốc kẹp để kẹp chúng lại trên thành xilanh sau khi nung lần thứ nhất lại xiết các ốc kẹp lần nữa.

Cần phải thường xuyên kiểm tra nhiệt độ gia công cho mỗi loại vật liệu trên xilanh đúc bằng thiết bị đo tín hiệu nhiệt độ. Tín hiệu đo được sử dụng để đóng, mở dòng điện cung cấp cho hệ thống nung do trung tâm điều chỉnh nhiệt độ tự động điều hành thông qua các hệ thống role. Người ta thường dùng thiết bị đo nhiệt bằng trở kháng hoặc cặp ngẫu nhiệt.

Nhiệt độ chất nóng chảy ảnh hưởng đến một loạt tính chất của sản phẩm được sản xuất, như vậy độ dao động của nhiệt độ chất nóng chảy cũng sẽ tác động đến độ dao động của các đặc trưng chất lượng, do đó việc đảm bảo sự ổn định nhiệt độ tối ưu là đặc biệt quan trọng. Trên các máy đúc áp lực (đúc phun) hiện đại, việc điều chỉnh nhiệt độ là do bộ điều chỉnh bằng điện tử hoặc máy tính điện tử giải quyết.

– Truyền động và dẫn động các máy đúc áp lực

Các máy đúc áp lực được khởi động và truyền động bằng một hay nhiều động cơ điện. Khi sử dụng các động cơ điện, người ta sử dụng các bộ phận tạo cũng như truyền lực và năng lượng bằng khí nén, thuỷ lực hoặc cơ khí. Sự truyền động bằng cơ khí chủ yếu bằng cơ cấu bánh răng hoặc cơ cấu bản lề. Trường hợp truyền động bằng thuỷ lực thì năng lượng được truyền đi nhờ dầu thuỷ lực chịu áp lực cao do bơm tạo nên. Còn trường hợp khí nén thì không khí có áp lực cao do máy nén khí tạo ra. Song phổ biến nhất vẫn là truyền động bằng thuỷ lực. Hình 6.9 ta có thể thấy truyền động của máy đúc áp lực dạng pittông kiểu cũ.



Hình 6.9. Sơ đồ máy đúc phun dẫn động bằng thuỷ lực

Máy đúc áp lực điều khiển bằng các thiết bị điện và điện tử. Để vận hành chúng cần có các cụm công tắc và điều khiển được lắp trong một tủ riêng.

Trục vít làm dẻo hoá (nhuyễn hoá) vật liệu được truyền động bằng động cơ điện hoặc động cơ thuỷ lực có điều chỉnh vô cấp thông qua hộp truyền động bánh răng. Các trục vít có kích thước lớn thường được truyền động bằng động cơ điện thông qua hộp giảm tốc phân cấp hoặc vô cấp. Trường hợp truyền động bằng động cơ thuỷ lực để thay đổi số vòng quay của động cơ người ta dùng van điều chỉnh lưu lượng chất lỏng.

Truyền động cho trục vít bằng động cơ điện một cách trực tiếp tiết kiệm được năng lượng hơn là dùng thuỷ lực. Trong kết cấu đóng mở khuôn của máy đúc áp lực, nửa khuôn động được dịch chuyển trực tiếp nhờ xilanh thuỷ lực hoặc kết cấu thuỷ cơ phối hợp. Các máy lớn thì dùng cụm đóng mở khuôn trực tiếp bằng xilanh thuỷ lực còn đối với máy nhỏ thì sử dụng cụm

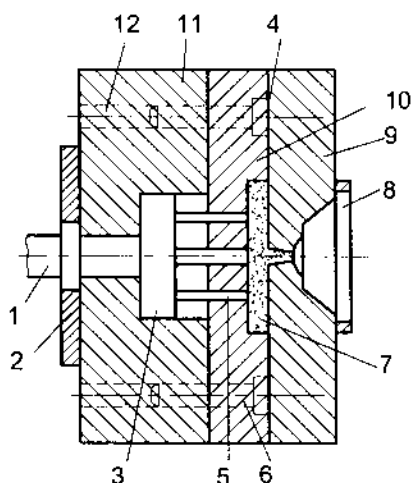
đóng mở khuôn thủy cơ phối hợp. Vận tốc đóng mở khuôn được điều chỉnh nhờ các van điều chỉnh lưu lượng.

Các máy đúc áp lực hiện đại người ta trang bị dẫn động (chỉ huy) điện tử, mà trong đó các mạch điện được lắp đặt trên các tấm có thể thay thế được, như vậy thì việc sửa chữa và bảo quản có thể dễ dàng mà hoạt động của máy được bảo đảm hơn. Ngày nay, phần quan trọng của các máy đúc áp lực được máy tính điều khiển. Cần chú ý rằng với nhịp điệu phát triển của kỹ thuật máy tính và kỹ thuật điện tử, sự điều khiển bằng máy tính trở nên thống trị trong lĩnh vực này.

** Cụm khuôn và cơ cấu kẹp khuôn*

Trước khi phun vật liệu vào khuôn người ta cần đóng khít hai nửa khuôn đúc lại với nhau. Nhiệm vụ của cụm đóng mở khuôn trên máy đúc áp lực là: dịch chuyển khuôn đúc, tạo ra lực đóng khuôn và giữ khuôn trong quá trình đúc phun cho đến khi mở khuôn.

Trên hình 6.10 có thể thấy bản vẽ mô tả một trong những khuôn đúc áp lực. Vận tốc đóng mở khuôn đúc có thể ấn định một cách độc lập đối với nhau nhằm mục đích giảm thời gian của một chu trình sản xuất.



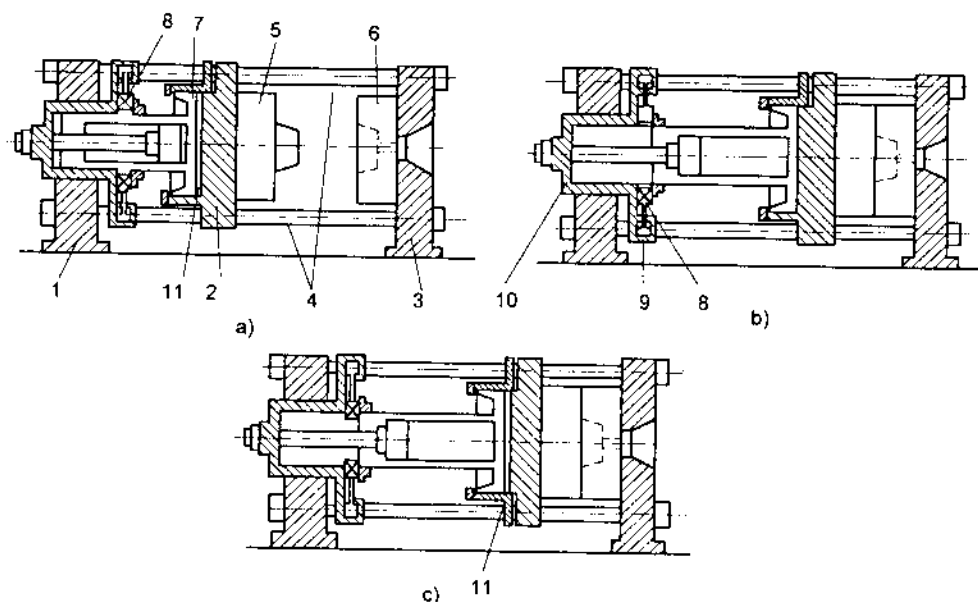
Hình 6.10. Bản vẽ phác khuôn đúc phun

1. Thanh đẩy; 2, 8. Vành định tâm; 3. Tấm đẩy; 4. Mặt phân khuôn; 5, 6. Thanh dẫn hướng; 7. Khoảng khuôn; 9. Nửa khuôn tĩnh tại; 10. Nửa khuôn động; 11. Mặt đế; 12. Bạc dẫn hướng.

Hình 6.11 cho chúng ta thấy cơ cấu đóng mở khuôn bằng thủy lực. Ngoài sự dịch chuyển khuôn ra, như đã nói ở trên, cơ cấu đóng mở khuôn cần phải tạo ra một lực đóng và kẹp khuôn với độ lớn nhất định. Nhiệm vụ của nó là giữ được khuôn kín khít chống được áp lực tạo ra trong khoang tạo hình của

khuôn. Lực đóng, kẹp khuôn cần phải lớn hơn sơ với lực mở khuôn, nếu áp lực trong khuôn lớn hơn lực đóng, kẹp khuôn thì khuôn bị tách ra, chất dẻo nóng chảy sẽ tràn ra ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Không cần yêu cầu lực đóng khuôn cực đại theo khả năng, vì nó sẽ ảnh hưởng xấu đến tuổi thọ của máy. Nếu khoang khuôn không đặt chính giữa thì khi đó các trụ đỡ và cơ cấu đóng khuôn sẽ chịu tải một phía và điều đó cũng có thể gây ra sự mở khuôn.



Hình 6.11. Cụm đóng mở khuôn bằng thủy lực

Vị trí mở khuôn (hình 6.11a): Tấm kẹp 1,3 gắn chặt với bàn máy, tấm kẹp khuôn 2 di động trên trục đỡ 4. Nửa khuôn 5 tách khỏi nửa khuôn 6. Pít tông 7 để chuyển dịch tấm kẹp 2.

Để làm giảm dầu, nếu khi khuôn được đóng người ta cài theo kiểu cơ học (hình 6.11b), pít tông 7 hoạt động nhờ then 8, thông qua nó lực kẹp sẽ truyền từ pít tông 7 đến tấm kẹp cố định 9,1. Với bạc có ren 10 có thể xác định độ cao của khuôn, đệm dầu 11 sẽ gây ra lực đóng kẹp khuôn (hình 6.11c).

Lực kẹp khuôn của cụm đóng mở khuôn không yêu cầu lớn hơn 80% khả năng vốn có. Song nó luôn luôn ở mức độ đòi hỏi phải lớn hơn lực mở khuôn.

2.3. Quá trình đúc áp lực (đúc phun)

Để xác định và điều chỉnh quá trình đúc áp lực chúng ta cần biết về máy đúc áp lực, về khuôn và các thông số áp lực, ở cuối mục này ta có thể thấy biểu dữ liệu công nghệ được giới thiệu bao gồm các dữ liệu về khuôn, và các thông số cần thiết phải đưa ra trong quá trình sản xuất.

Quá trình thiết kế công nghệ đúc áp lực cần phải có hàng loạt cách tính toán phức tạp mà chỉ có máy tính điện tử mới có thể thực hiện được một cách đảm bảo với độ chính xác thoả mãn. Thiếu sự thiết kế thì sau nhiều lần thử nghiệm lâu dài ta cũng chỉ thành công trong việc xác định quá trình sản xuất mà thôi, chưa chắc chắn được rằng đã tìm thấy được tổ hợp các thông số cùng công nghệ tối ưu. Sau đây xin giới thiệu những thông số và dữ liệu quan trọng.

Sản phẩm được đúc phun và thể tích của hệ thống đậu rót sẽ quyết định đến nhu cầu lượng vật liệu mà trong suốt mỗi quá trình đúc phun cụm hoá dẻo cần phải làm nóng chảy, sau đó phun đẩy nó vào khuôn. Để bù đắp cho co ngót xuất hiện do dự giảm thể tích nhựa tổng khuôn, trong quá trình tạo áp lực duy trì trục vít sẽ tiếp nhận lượng nhựa đệm, mà lượng nhựa này như một dữ liệu riêng cần được tham gia vào lượng vật liệu cần thiết cho mỗi lần đúc phun.

Để làm nóng chảy vật liệu, lượng nhiệt cần thiết sẽ được đảm bảo một phần do các phân tử nung nóng cấp, một phần do ma sát (nhiệt cơ học) tạo ra. Nhiệt độ cần thiết của xilanh cần được xác định trên các thiết bị điều khiển nhiệt độ. Cũng tương tự, các giá trị nhiệt độ cần được điều chỉnh là nhiệt độ khuôn, bởi vì nó quyết định đến tốc độ làm nguội của sản phẩm đúc phun, trường hợp nhiệt độ khuôn thấp thì sản phẩm bị nguội nhanh, như vậy năng suất sẽ lớn vì chu kỳ sản xuất ngắn, song làm nguội nhanh thì nội ứng suất cũng lớn. Với sự lưu ý tới chất lượng của sản phẩm cần phải xác định tốc độ làm nguội. Độ lớn của áp lực đúc và áp lực duy trì cũng như thời gian duy trì áp lực quyết định một cách cơ bản tới chất lượng sản phẩm đúc phun. Các đặc trưng đó tác dụng đến chất lượng sản phẩm theo các điểm sau:

Để điền đầy chất lỏng chảy vào trong khoang tạo hình của khuôn ít ra cần thiết có một áp lực bằng sức cản dòng chảy hình thành trong quá trình chảy của chất nóng chảy. Sức cản dòng chảy phụ thuộc vào mặt cắt ngang, chiều dài đoạn đường, độ nhớt của vật liệu và vào tốc độ dòng chảy. Trong giai

đoạn diễn dầy khuôn, quãng đường cần chảy của dòng vật liệu dài nên cần phải tăng áp lực để duy trì tốt sự diễn dầy khuôn.

Trên máy đúc, áp lực lớn nhất và vận tốc lớn nhất của pittông có thể điều chỉnh được, cho nên các nhà công nghệ đã coi các dữ liệu đó là cần thiết cho quá trình đúc phun sản phẩm. Tất nhiên trên máy đúc áp lực sẵn có cả vận tốc lớn nhất của pittông lẫn áp lực lớn nhất đều được giới hạn.

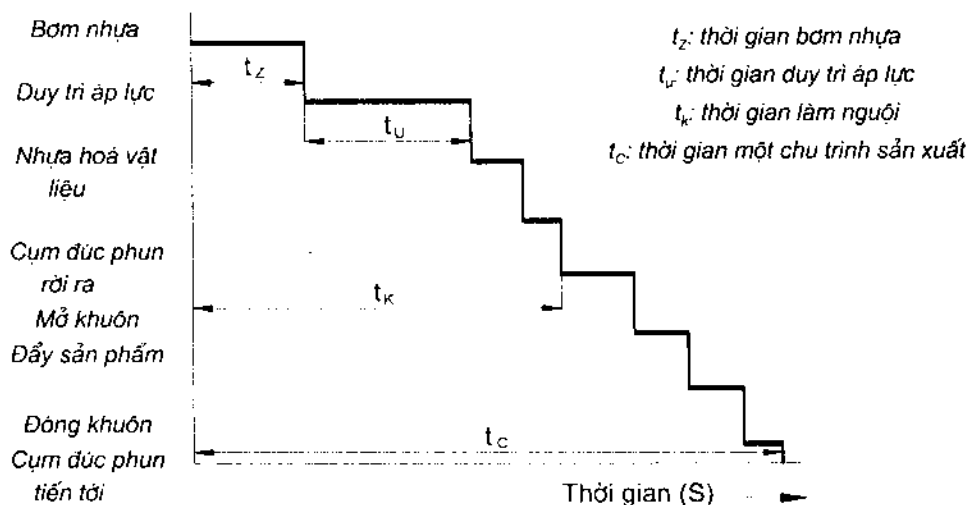
Trên các máy đúc phun hiện đại, trong quá trình diễn dầy khuôn không chỉ có thể điều chỉnh áp suất và vận tốc pittông cần thiết lớn nhất mà còn xác định cả tốc độ diễn dầy khuôn. Tốc độ này có thể được viết như một hàm số của thời gian đúc hoặc của chiều dài quãng đường cần cung cấp chất dẻo trong khuôn. Trong giai đoạn diễn dầy khuôn tính chất của sản phẩm trước hết chịu sự ảnh hưởng của tốc độ dòng chảy.

Như phần trên chúng tôi đã nhắc đến sự cần thiết của cái được gọi là vật liệu đệm để bù vào độ co ngót xuất hiện do kết quả của việc làm nguội trong giai đoạn duy trì áp lực người ta ép tiếp nó vào khuôn. Khoảng thời gian của giai đoạn duy trì áp lực có hiệu quả từ lúc kết thúc sự diễn dầy khuôn cho tới khi chất dẻo ở miệng đầu rót đông cứng lại. Hiển nhiên là vật liệu có thể ép vào khuôn trong giai đoạn duy trì áp lực càng nhiều thì giá trị của áp lực duy trì càng lớn và thời gian có hiệu quả của áp lực duy trì càng cao, tất nhiên với điều kiện có đủ lượng vật liệu đệm. Độ lớn và thời gian của áp lực duy trì cần được tối ưu hoá trong mỗi trường hợp của sản phẩm với sự chú ý đến nội ứng suất và sự xác định độ co ngót. Do kết quả của các điều kiện kể trên, áp lực duy trì cũng ảnh hưởng đến khối lượng thực của sản phẩm.

Như vậy áp lực duy trì có tác dụng bù vào độ co ngót, mà nó được hình thành khi làm nguội sản phẩm được đúc phun, do vậy nó cũng ảnh hưởng tới kích thước thực của sản phẩm.

Trong mối liên quan với nhiệt độ của khuôn, chúng tôi đã chỉ ra rằng cần xác định tốc độ làm nguội cũng như thời gian làm nguội cần thiết. Thông thường, thời gian làm nguội chủ yếu đối với các sản phẩm có thành dày là phần lớn nhất của khoảng chu kỳ sản xuất. Cần nhớ rằng, thời gian làm nguội có thể điều chỉnh trên máy đúc phun từ khi đúc phun đến khi mở khuôn chỉ tạo khả năng cho việc làm nguội điều đó chỉ có ý nghĩa là có bằng ấy thời gian để giảm nhiệt độ của sản phẩm trong khuôn. Nếu sản phẩm không được làm nguội đến nhiệt độ cần thiết thì khi đó sẽ xuất hiện các vấn đề của việc đẩy sản phẩm ra khỏi khuôn, như sự biến dạng chẳng hạn. Như

vậy, thời gian làm nguội không hoàn chỉnh sẽ ảnh hưởng đến vấn đề chất lượng, ngược lại thời gian làm nguội mà dài có thể tạo cho sản xuất tính phi kinh tế.



Hình 6.12. Chu trình đúc áp lực

Trên hình 6.12 ta có thể thấy quá trình trong đúc áp lực.

Quá trình đúc bắt đầu từ lúc đóng khuôn sau đó cùm đúc phun tiến lên phía trước, như vậy sẽ xuất hiện mối liên kết cơ học giữa vòi phun và khuôn. Mối liên kết của vòi phun và khuôn được công tắc cũ cho tín hiệu đoạn đường đi hoặc công tắc cho tín hiệu áp suất được lắp trong hệ thống thuỷ lực nhận biết và hệ thống điều khiển sẽ đưa lệnh cho việc đúc phun vào khuôn. Sau khi khuôn được điền đầy, sự chuyển giao sang giai đoạn duy trì áp lực có thể được tiến hành:

- + Trong sự phụ thuộc của thời gian.
- + Trong hàm phụ thuộc quãng đường đi của pittông trục vít.
- + Trong sự phụ thuộc của áp lực thuỷ lực.
- + Trong sự phụ thuộc của áp lực bên trong khuôn.

Ngày nay, giải pháp sử dụng thông dụng nhất là sự chuyển giao xảy ra trong sự phụ thuộc của quãng đường đi. Nếu khối lượng phần liệu được xác định đúng, độ chính xác của sự định lượng cũng tốt và vị trí chuyển giao của công tắc cũng được xác định tốt, thì khi đó sự chuyển giao sẽ xảy ra khi mà khuôn được điền đầy, như vậy áp lực duy trì sẽ đẩy lượng vật liệu dẽm vào khuôn.

Tuy nhiên, quá trình lặp lại và chất lượng sản phẩm tốt nhất được đảm bảo là sự chuyển giao giai đoạn nhờ áp lực trong. Điều kiện của nó là đầu đo tín hiệu áp suất thích hợp được lắp vào khuôn ở vị trí thuận lợi nhất. Trong trường hợp này, khi các giá trị áp lực được điều chỉnh và được xác định thì hệ thống sẽ chuyển giao từ trạng thái điền đầy khuôn sang trạng thái duy trì áp lực. Giá trị và khoảng thời gian duy trì áp lực trên hầu như có thể điều chỉnh được. Sau khi kết thúc giai đoạn duy trì có thể tiến hành nhựa hoá phần liệu tiếp theo, khi đó cụm đúc phun rời khỏi khuôn. Nếu từ khi bắt đầu phun đúc cho đến khi vòi phun rời khỏi khuôn trong khoảng thời gian đã trôi đi (t), sản phẩm bị nguội khi đó khuôn có thể mở. Khoảng thời gian đó, tuy nhiên nó chỉ đủ đối với quá trình gia công các sản phẩm có thành mỏng. Trường hợp các sản phẩm thành dày sau khoảng thời gian đã định sẵn trên role thời gian làm nguội của máy đúc phun khuôn mở ra, sau đó với việc đóng khuôn chu kỳ tiếp theo bắt đầu.

– Các khuyết tật khi gia công.

Trong quá trình gia công sản phẩm chất dẻo do nhiều nguyên nhân khác nhau có thể dẫn đến sản phẩm kém phẩm chất, bị khuyết tật, như kích thước không đúng, các lỗi bề mặt, vết cháy do biến dạng nứt, bị tộp,... có thể xảy ra. Nguyên nhân của sự kém phẩm chất có thể là sự tạo bọt hoặc thiếu liệu.

Độ chính xác về kích thước là một trong những đặc trưng quan trọng nhất, nó chịu sự ảnh hưởng không chỉ của hình dạng sản phẩm được đúc phun và vật liệu mà còn bị phụ thuộc vào công nghệ nữa.

Tác dụng gây ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước của vật liệu được sử dụng như phụ thuộc một cách quyết định vào cấu trúc vật liệu (cấu trúc tinh thể, cấu trúc vô định hình), phụ thuộc vào chất phối hợp, chất phụ gia. Trong số các thông số công nghệ được sử dụng, trước tiên cần phải kể đến sự tác dụng của nhiệt độ, áp lực và vận tốc tới độ chính xác của kích thước, tới sự tái sản xuất.

Khi thay đổi các dữ liệu công nghệ thì cần phải chờ thời gian đạt được của sự thay đổi đó, đặc biệt là liên quan đến sự thay đổi nhiệt độ và luôn luôn chỉ nên thay đổi một thông số thôi, bởi vì sự tác dụng tương hỗ cũng hình thành giữa một loạt các thông số mà hậu quả của nó có thể không cho ta kết quả mong muốn.

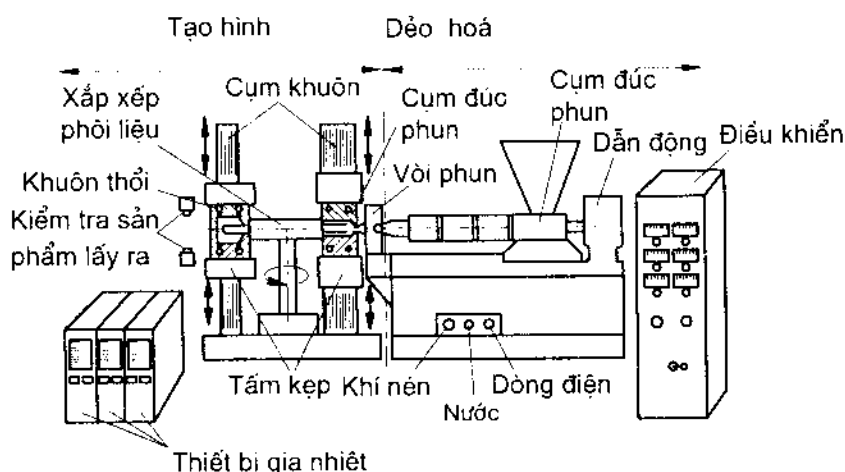
Các thông số công nghệ và các dữ liệu có liên quan đến máy đúc phun, đến khuôn đúc, và vật liệu cần được ghi vào biểu dữ liệu công nghệ. Số các dữ liệu cần ghi nhớ phụ thuộc vào sản phẩm cần sản xuất, song cũng có thể bị thay đổi bởi hệ thống được hình thành theo thói quen ở trong xưởng. Khi lại bắt đầu sản xuất một sản phẩm đã cho biểu dữ liệu công nghệ có các dữ liệu càng đảm bảo và cụ thể bao nhiêu thì càng ít gặp các trục trặc bấy nhiêu. Càng hoàn thiện hơn nếu ngoài các dữ liệu có thể cho bằng số ra các kinh nghiệm sản xuất cũng được ghi thành lời vào đó.

Chất lượng của sản phẩm như đã nói ở trên ngoài việc chịu ảnh hưởng của các tính chất riêng của vật liệu được sử dụng ra, nó còn chịu ảnh hưởng của các chất phối hợp cũng như các chất phụ gia được sử dụng như đối với vật liệu có xu hướng hút ẩm như polyamid chẳng hạn khi nó hút nước thì tính chất cơ học của nó và kích thước sản phẩm cũng thay đổi. Các chất tạo màu, đặc biệt cùng một lúc được sử dụng với chất hoá dẻo có khả năng di dịch trên bề mặt và như vậy màu của sản phẩm sẽ bị thay đổi theo thời gian.

II – ĐÚC THỐI

1. Máy đúc thổi

Các sản phẩm hình thể có thể được chế tạo trên máy phun thổi chuyên dùng bằng công nghệ đúc thổi (hình 6.13).



Hình 6.13. Sơ đồ máy đúc thổi tự động

Đúc thổi là một công nghệ phối hợp giữa đúc áp lực và công nghệ gia công vật thể rỗng. Sự phối hợp này tạo ra khả năng sử dụng các ưu điểm của cả hai phương pháp. Với công nghệ đúc thổi ta có thể gia công các sản phẩm mà không có phế liệu, hơn nữa phần cổ và đáy sản phẩm tránh khỏi các vấn đề liên quan tới mối hàn và bề dày thành sản phẩm sẽ đều hơn.

Thực chất máy đúc thổi giống như máy đúc áp lực mà ta đã nhắc tới ở mục trước tuy nhiên cần phải có khuôn chuyên dùng.

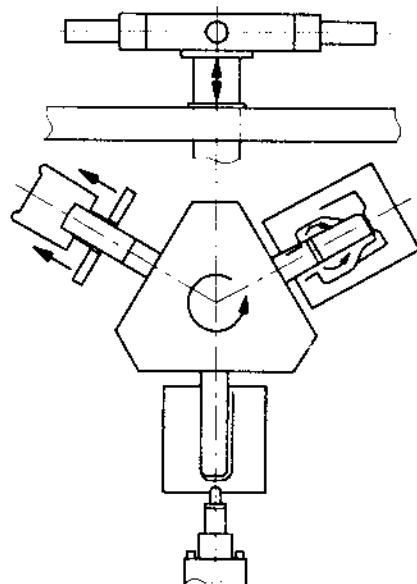
Như vậy, cụm hoá dẻo ở đây cũng bao gồm một xilanh mà trong nó có đặt trục vít – pittông, còn bên ngoài thì có các phần tử nung được chia thành từng vùng có thể điều chỉnh được. Sự tạo thành của trục vít trong quá trình vận chuyển vật liệu và quá trình hoá dẻo, không có gì khác biệt. Trong kết cấu của cụm đóng mở cũng có các cụm đóng mở bằng thuỷ lực và bằng thuỷ cơ.

Lực đóng mở khuôn của máy thường là 10 – 200 kN và thực chất chỉ có các dịch chuyển phối liệu là khác nhau. Hệ thống dịch chuyển phối liệu hoạt động nhờ hoặc cơ cấu bản lề, hoặc bằng thuỷ lực.

Trong thực tế các nước có công nghệ phát triển thường phổ biến các loại máy nhiều đầu có trục đứng, thực hiện được góc quay 120°. Chuyển dịch theo phương thẳng đứng, chuyển động quay ngang, cũng như quá trình tạo hình được mô tả trên hình 6.13 và 6.14.

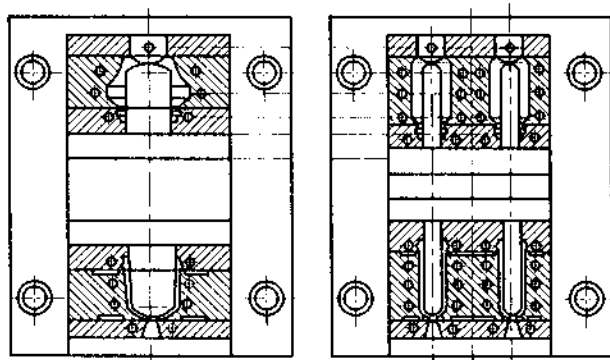
2. Khuôn đúc thổi

Khuôn đúc thổi có thể phân ra thành các nhóm khuôn đơn giản và các khuôn nhiều đầu thổi (hình 6.15). Khuôn đúc thổi đơn giản gồm: khuôn tạo phối liệu, khuôn tạo hình sản phẩm và một lõi.

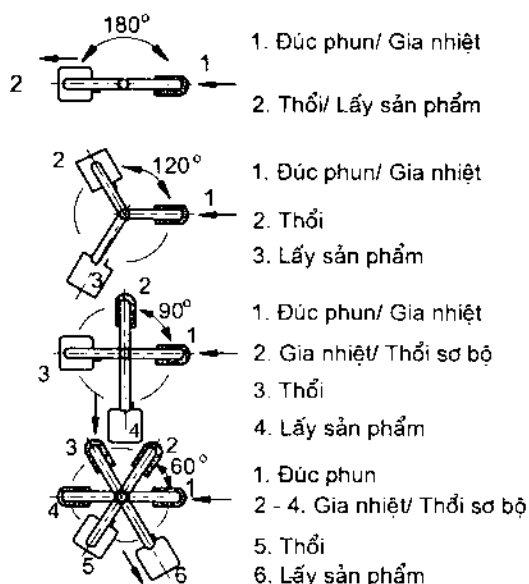


Hình 6.14. Quá trình đúc phun với sự dịch chuyển trục thẳng đứng trong hình chiếu đứng và hình chiếu bằng

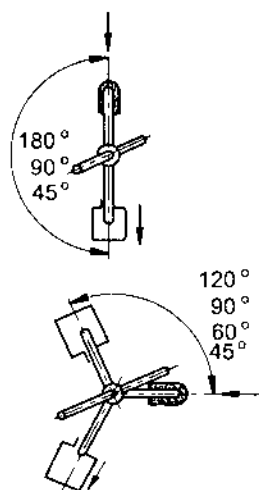
Khuôn tạo phôi liệu để tạo ra phôi liệu hay còn gọi là sản phẩm được tạo hình sơ bộ. Lõi khuôn được dịch chuyển giữa khuôn tạo phôi và khuôn tạo hình sản phẩm nhờ kết cấu kẹp lõi phụ thuộc vào cấu trúc của hai khuôn. Nhiệm vụ của cơ cấu kẹp lõi là giữ cho lõi ở chính tâm trong quá trình phun đúc phôi liệu.



Hình 6.15. Hình đúc thổi có các lõi khác nhau



Hình 6.16. Sơ đồ hệ thống dịch chuyển sản phẩm trên trục nằm ngang và trục thẳng đứng



Hình 6.17

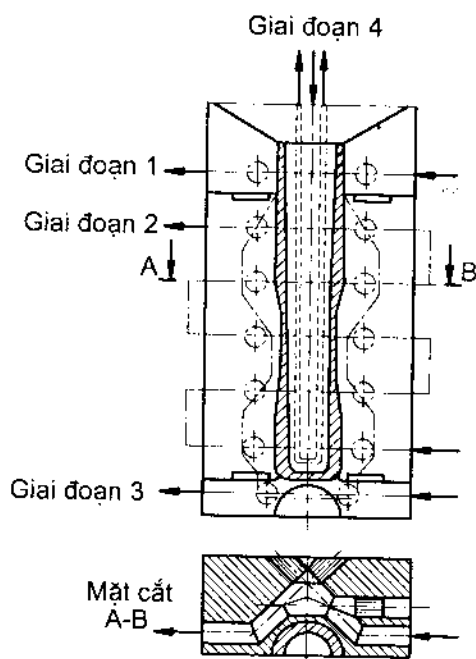
Nếu lõi không được giữ chính tâm thì bề dày thành phôi liệu sẽ không đều, như vậy sẽ gây sự kém phẩm chất trong quá trình thổi. Hình 6.16 và hình 6.17 mô tả sự sắp đặt của phôi liệu, tiếp theo là chuyển dịch của lõi quanh trục đứng và trục ngang.

Khuôn đúc thổi cũng có hệ thống đẩy sản phẩm, mà thường là tấm đẩy. Việc đẩy sản phẩm cũng có sự trợ giúp của luồng khí nén.

Khuôn thổi cần được gia nhiệt đến một nhiệt độ nhất định tùy thuộc vào sản phẩm được gia công và vật liệu được tạo ra sản phẩm. Việc gia nhiệt cho khuôn thổi tùy theo yêu cầu mà chia nhiều vùng, các vùng này có thể được vận hành không phụ thuộc vào nhau.

Hình 6.18 đưa ra một mẫu khuôn có 4 vùng gia nhiệt.

Vùng thứ nhất phục vụ cho việc làm nguội cổ chai ở đây cần có sự làm nguội tích cực vì phần này thường bị ngăn cách khỏi các phần còn lại bằng lớp cách nhiệt. Vùng thứ hai cần đảm bảo nhiệt độ tối ưu của phần được thổi. Vùng thứ ba lại cần thiết sự làm nguội tích cực vì tại đây là vùng đúc phun vật liệu vào và lượng nhiệt đưa vào do ống thổi cần được đưa đi. Vùng 4 phục vụ cho việc gia nhiệt lõi khuôn, ở đây hoặc cần làm nguội hoặc cần nung nóng.



Hình 6.18. Các giai đoạn gia nhiệt cho khuôn thổi

Giai đoạn 1: Nung cổ; Giai đoạn 2: Gia nhiệt cho phần được thổi; Giai đoạn 3: Làm nguội vị trí đầu rót; Giai đoạn 4: Gia nhiệt cho lõi.

3. Quá trình sản xuất các sản phẩm bằng đúc thổi

Khoảng thời gian cần thiết để gia công sản phẩm bằng phun thổi bao gồm:

- Thời gian dẻo hoá (thời gian định lượng) là khoảng thời gian cần thiết cho chất dẻo nóng chảy.
- Thời gian phun đúc và áp lực cuối là khoảng thời gian cần thiết cho việc điền đầy hoàn toàn khuôn đúc tạo phôi liệu.
- Thời gian gia nhiệt là khoảng thời gian cho sự gia nhiệt phôi liệu.
- Thời gian thổi sơ bộ là thời gian cần thiết để thổi sơ bộ.

- Thời gian thổi là thời gian cần cho quá trình thổi sản phẩm.
- Thời gian thông hơi là thời gian cần để giảm áp suất bên trong khuôn.
- Thời gian làm nguội.
- Thời gian mở khuôn.
- Thời gian đẩy tách sản phẩm.
- Thời gian đóng khuôn.

Trong quá trình gia công, một số khoảng thời gian chồng lên nhau, hoặc tiến hành song song với nhau, như trong quá trình dẻo hoá vật liệu, cùng gia nhiệt luôn phối liệu cùng thực hiện làm nguội sản phẩm đã được thổi. Ta có thể xác định khoảng thời gian cần thiết để gia công một sản phẩm từ khoảng thời gian trôi đi từ lúc bắt đầu đóng khuôn đến lúc mở khuôn, cần lưu ý đến số ổ khuôn. Việc sản xuất sản phẩm được bắt đầu từ việc làm nóng chảy vật liệu, sẽ là hợp lý nếu quá trình này được thực hiện ở nhiệt độ cho phép thấp nhất, nhiều nhân tố có ảnh hưởng tới quá trình sản xuất, trong số đó có ý nghĩa nhất là khuôn đúc phối liệu có thể diễn đạt một cách phù hợp. Cần phải giải quyết quá trình gia nhiệt của khuôn tạo phối sao cho trong đó phối liệu trong khoảng thời gian tối ưu sẽ được nguội đến nhiệt độ dẻo nóng. Việc thổi phối thực hiện trong khuôn đúc thổi, mà nhiệt độ của nó cũng ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng sản phẩm. Các vật thể rỗng có chất lượng tốt chỉ có thể được sản xuất từ các phối liệu không có vết nhưng bề mặt có nhiệt độ và hình dáng hoàn hảo. Việc thổi phối liệu thành một vật thể rỗng được tiến hành sao cho lõi của khuôn đúc thổi đóng vai trò vùi thổi vì nó có chứa lỗ khoan có kích thước phù hợp, trong quá trình đúc nó được một van đóng lại và chất nóng chảy không thể chảy vào kênh thổi. Trong giai đoạn thổi áp lực, không khí và lò xo có kích cỡ phù hợp sẽ mở khoá van đó, và vật liệu có trạng thái đàn nhớt (dẻo nóng) được luồng khí nén thổi ép vào khoang tạo hình của khuôn. Sau khi làm nguội sản phẩm không còn áp suất cao, tránh được sự biến dạng của sản phẩm. Sau khi mở khuôn sản phẩm được tách ra khỏi lõi bằng tấm đẩy, đôi khi có dòng khí nén phù trợ.

III – ĐÚC PHUN XỐP NHIỆT ĐÈO

1. Vật liệu

Với sự phát triển của chất dẻo nhiệt dẻo có chứa chất tạo xốp (bảng 6.2) đã tạo khả năng cho quá trình gia công các sản phẩm đúc phun có kích thước lớn có trọng lượng riêng nhỏ do kết quả của sự tạo xốp. Tồn tại nhiều phương pháp đúc phun xốp chất dẻo.

BẢNG 6.2. CÁC HỖN HỢP HOÁ HỌC TẠO XỐP

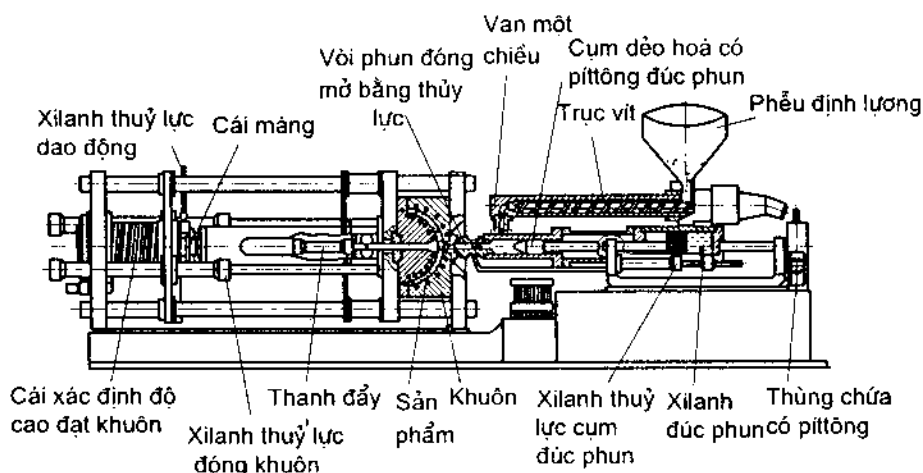
Tên hoá học	Nhiệt độ chảy cũng gọi là nhiệt độ phân huỷ, °C	Sự tạo khí thực sự ml/g	Khả năng ứng dụng
1	2	3	4
1. Chất tạo xốp giải phóng nitơ			
1.1. Hỗn hợp Azodicarbon amid Barium-azo-dicarbonat	210	220	PS, ABS, PE, PP, PA
1.2. Các hydrozin đifenil – sulfon 3,3 disulfo hidrazil	250	177	ABS, PP
4.4'. Oxi-bis (bezol-sulfo-hidrazid)	155	110	PE
Trihidrazino-triazin	150	125	PE
Acryl-bis (sulfo-hidrazid)	235	240	ABS, PE, PP, PA
1.3. Semicarbazid			
P-tolulien-sulfonyl-semi cacbozid	175	120	PE
4.4'. Oxi-bis (bezol-sulfonylsemicarbozid)	235	146	ABS, PE, PP, PA
1.4. Tetrazol			
5. Fenil-tetrazol	215	145	ABS, PE, PP, PA
2. Chất tạo xốp giải phóng Dioxid carbon			
Axit Irato anhidric	210 – 215	190	ABS, PPO, PC, PA
Axit izoftal-axit bis etil eszter anhidrid	210	125	ABS, PPO, PE, PP
Axit bis benzol-axit bis carbonic	190	75	PC
1,4 butadiol ester anhidrid	185	70	PPO, PC, PA, PBIP

Sản phẩm được sản xuất bằng phương pháp TSG thì phần bên trong có cấu trúc xốp còn lớp vỏ trên bề mặt không được tạo xốp. Trên thực tế, tất cả các chất dẻo nhiệt dẻo đều có thể xốp hoá được, như vậy về nguyên lý thì không có cản trở nào cho việc sản xuất sản phẩm có cấu trúc xốp từ bất kỳ loại vật liệu chất dẻo. Đóng vai trò nhân tố tạo xốp là các hợp chất hoá học, như azodicarbon amid, mà ở nhiệt độ nhất định chuyển sang trạng thái khí. Các chất tạo xốp được sử dụng thường ở dạng bột hoặc ở dạng hỗn hợp xốp trộn sơ bộ. Khối lượng của chất tạo xốp phụ thuộc vào chủng loại chất tạo xốp, chất dẻo cần gia công và mức độ xốp hoá cần đảm bảo.

Các chất tạo xốp hoặc được hãng sản xuất đưa vào vật liệu cơ sở hoặc được trộn với chất dẻo trong xưởng gia công. Trường hợp sau người ta thường sử dụng chất tạo xốp ở dạng bột hoặc đun trộn trước với chất dẻo hoặc với sự hỗ trợ của thiết bị định lượng cung cấp trực tiếp cho máy đúc phun. Hỗn hợp dạng bột nhão có thể định lượng vào một vùng xác định của trục vít.

2. Máy tạo xốp chất dẻo nhiệt dẻo

Để đúc xốp chất dẻo người ta đã phát triển các máy chuyên dùng, sau khi đã thu nhận được các kinh nghiệm cần thiết bằng việc sử dụng các máy đúc áp lực cổ truyền trong quá trình phun đúc các vật liệu có chứa các hợp chất tạo xốp. Máy đúc xốp có áp lực nhỏ được phát triển (hình 6.19) cũng tương tự như máy đúc phun áp lực cao mà ta đã biết, song ta có thể nhận thấy một loạt sự khác biệt.



Hình 6.19. Máy đúc xốp áp lực nhỏ

Trên máy đúc xốp, cấu trúc của cụm đóng mở khuôn khác hẳn áp suất bên trong nhỏ tạo điều kiện cho việc sản xuất ra sản phẩm có kích thước lớn, như vậy các tấm kẹp khuôn có kích thước lớn và quãng đường mở khuôn cũng dài trong khi lực đóng khuôn chỉ cần nhỏ.

Cụm đóng mở khuôn đường hoạt động nhờ các cơ cấu thủy cơ, tốc độ phun đúc cần lớn, vì như vậy có thể ngăn cản không cho chất tạo xốp mở trước thời hạn. Tốc độ phun đúc cần thiết ở vào khoảng 500 mm/s như vậy chỉ có dùng bơm công suất lớn hoặc sử dụng cái gọi là bộ tích áp mới có thể đảm bảo được.

Để thực hiện được tốc độ phun đúc lớn, mà không dùng bộ tích áp cần sử dụng bơm dầu có công suất lớn, mà hoạt động của nó thiên tính kinh tế hơn.

Các máy có bộ tích áp sẽ đảm bảo được tốc độ phun đúc lớn bằng cách: dầu chứa trong bộ tích áp được sử dụng khi phun đúc và sau đó lại được đổ đầy bình tích áp ở các giai đoạn công tác mà không cần đến dầu cho sự hoạt động của máy. Với trường hợp truyền động như vậy, bơm vào công suất tương đối nhỏ cũng đủ dùng.

Ngoài ra, các máy phun đúc xốp được biết cùng tồn tại các máy có chứa các cụm đóng mở khuôn và cụm đúc phun với các loại khác nhau. Để tăng số lượng sản phẩm trong mỗi lần đúc người ta đã sử dụng các máy có chứa nhiều khuôn, máy bàn tròn, máy đúc li tâm (máy đúc quay), mà cung cấp nhựa là một cụm đúc phun.

3. Quá trình đúc xốp

Các sản phẩm bằng xốp chất dẻo với sản phẩm chất dẻo thông thường là ở chỗ, tỷ trọng nhỏ và bề dày thành sản phẩm lớn ($\delta \geq 5\text{mm}$) như vậy độ cứng vững sẽ lớn và sức căng khi bị lạnh sẽ nhỏ. Sự ứng dụng xốp kết cấu gồm nhiều mặt, như để bảo quản máy quay đĩa, đồ gỗ, radio, các chi tiết ô tô hoặc các sản phẩm kỹ thuật đủ các loại khác nhau đều được bọc bằng xốp,... Điều khác biệt cơ bản so với đúc phun chất dẻo đặc là diện đầy khuôn hoàn toàn là do sự nở của chất tạo xốp tạo nên.

Quá trình sản xuất có thể được chia thành 5 giai đoạn:

- Làm nóng chảy vật liệu và định lượng.
- Bơm vật liệu.
- Quá trình tạo xốp trong khuôn.
- Làm nguội sản phẩm.

– Lấy sản phẩm khỏi khuôn.

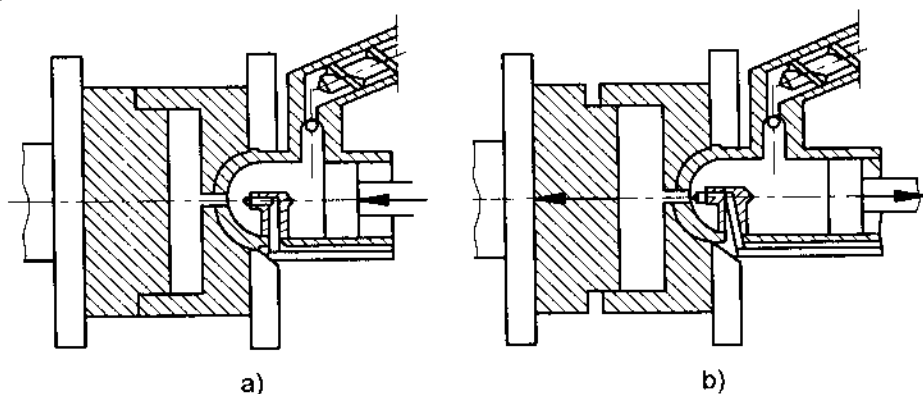
Trong nhiều trường hợp, các hạt chất dẻo đã có chứa các hỗn hợp chất tạo xốp, được cụm dẻo hoá làm nóng chảy. Chất nóng chảy được giữ trong xilanh dưới áp lực, mà áp lực này cần phải lớn hơn áp lực do chất tạo xốp gây ra. Trước khi bắt đầu quá trình phun đúc dòng vật liệu bị cản bởi vòi phun tự đóng. Quá trình điền đầy khuôn có thể tách ra làm hai giai đoạn:

– Chất nóng chảy được phun vào khuôn mà thể tích của nó nhỏ hơn so với thể tích khoang khuôn.

– Do kết quả của quá trình mở khí trong khuôn, khuôn được điền đầy hoàn toàn

Sản phẩm được xốp hoá cần được làm nguội tới mức sau khi nó được lấy ra khỏi khuôn đã không biến dạng được.

Ngoài phương pháp đúc xốp bằng áp lực nhỏ (TGS) ra còn có các phương pháp khác cũng được biết đến, như phương pháp TAF (Toshiba–Asahi–Foam) chẳng hạn, đã được người Nhật xây dựng nên, và nó khác với phương pháp TGS là ở chỗ khuôn được sử dụng là loại khuôn mà trong quá trình tạo xốp thể tích của nó được thay đổi (hình 6.20).

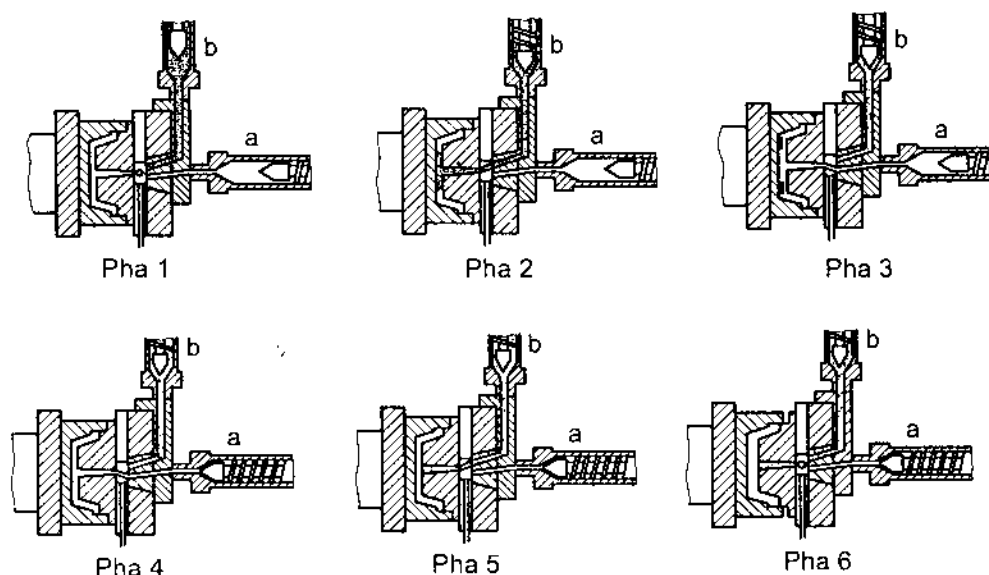


Hình 6.20. Sơ đồ nguyên lý tạo xốp theo phương pháp TAF

Phương pháp có tên gọi ICI sử dụng áp lực lớn sản xuất các sản phẩm có thêm là các vật liệu xốp và có lớp vỏ là các chất dẻo đặc (hình 6.21).

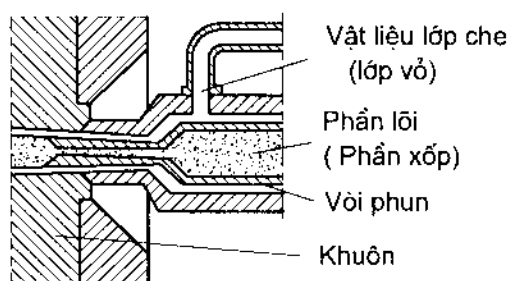
Dây chuyền sản xuất có chứa hai cụm dẻo hoá vật liệu lần lượt nối tiếp nhau phun đúc nhựa vào khuôn. Đầu tiên lớp chất dẻo đặc được đổ vào khuôn để tạo ra lớp vỏ, sau đó một lượng vật liệu được tạo xốp được phun đúc vào khuôn, kế tiếp là một lượng nhỏ chất dẻo đặc được dùng để khoá

bọc sản phẩm tại đầu rót. Sau khi khuôn được điền đầy, khuôn được nới rộng ra ở mức độ thích hợp, và như vậy quá trình tạo xốp được tiến hành.



Hình 6.21. Quá trình công nghệ đúc xốp có vỏ theo ICI

Hãng Hanning-Siemag đã đề xuất và sử dụng phương pháp hai thành phần áp lực nhỏ tương tự như phương pháp ICI ở trên. Song ở phương pháp này vật liệu xốp cũng như vật liệu đặc cùng một lúc được đúc phun vào khuôn thông qua một vòi phun chuyên dùng (hình 6.22). Bằng phương pháp này ta có thể gia công các sản phẩm có bề dày thành mỏng.



Hình 6.22. Phương pháp đúc xốp hai thành phần bằng vòi phun chuyên dùng

Bằng phương pháp được gọi là Varioterm, người ta có thể gia công các sản phẩm có bề dày nhẵn bằng cách sao cho bề mặt bên trong của khuôn trong hoặc sau quá trình phun đúc được nung nóng ở nhiệt độ làm mềm đến nhiệt độ lớn hơn, sau đó lại làm nguội.

Cấu tạo của hệ thống làm nguội và nung nóng sẽ làm cho khuôn trở nên đắt tiền hơn.

Phương pháp USM (United shoe machinery, USA) bằng việc sử dụng nhiệt độ để ngăn cản quá trình tạo xốp trước thời gian, sau đó trong quá trình chảy qua vòi phun lượng nhiệt lớn do ma sát gây ra sẽ tạo xốp cho vật liệu.

Ở Bungaria đã cho ấn hành phương pháp có áp lực cản khí, mà ở nó áp lực cản ngự trị trong khuôn sẽ cản trở sự tạo xốp của vật liệu khi phun đúc nó vào khuôn, sau đó người ta làm giảm áp lực khí trong khuôn và quá trình tạo xốp được tiến hành.

Chương 7

GIA CÔNG VẬT THỂ Rỗng

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Có nhiều cách tạo hình cho việc sản xuất vật thể rỗng: đùn, thổi, phun thổi, đúc li tâm, ghép hai nửa vỏ mà ta có thể chế tạo bằng phương pháp đúc phun, ép, tạo hình nóng,...

Phần lớn các vật thể rỗng được sản xuất từ phôi liệu được đùn ra với lý do phí tổn ít hơn, do đó chúng ta sẽ quan tâm đến phương pháp này một cách cận kề.

Công nghệ thổi vật thể rỗng được hiểu là: Người ta tạo hình sản phẩm từ đoạn ống chất dẻo nóng dẻo, được đùn ra từ máy đùn bằng khí nén áp lực cao từ phía trong lòng ống thành sản phẩm cần thiết. Khâu thổi sản phẩm được tiến hành trong khuôn rỗng hai nửa sao cho đoạn ống chất dẻo được đùn ra ở trạng thái dẻo nóng sẽ tiếp nhận biên dạng của khoang rỗng trong khuôn mẫu, sau đó được làm nguội.

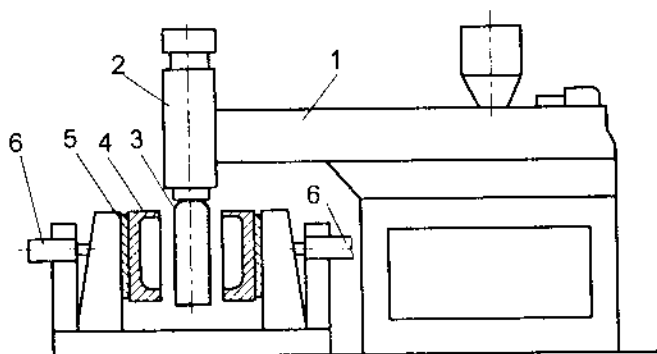
Với phương pháp này, quá trình sản xuất được chia làm hai bước: bước đùn ống tạo phôi và bước tạo hình sản phẩm.

Dựa trên cơ sở sản phẩm được chế tạo bằng phương pháp thổi, sự phân nhóm các thiết bị sản xuất như sau:

- Các vật thể rỗng để đóng gói với dung tích 5 lít trở xuống
- Các bình, can chuyên chở với dung tích từ 10 – 200 lít
- Các bình lớn có dung tích 600 – 3000 lít

Vật liệu cho các sản phẩm loại này trước tiên phải kể đến polyetylen (85%), các mặt hàng để đóng gói thực phẩm, vật phẩm để trang điểm thường được sản xuất từ PP, PVC. Còn các chất dẻo nhiệt dẻo còn lại rất ít sử dụng để thổi.

Máy thổi sản phẩm cũng như dây chuyền sản xuất bao gồm: máy đùn cùng đầu đùn chữ thập (vuông góc), khuôn, cụm dịch chuyển lõi, cơ cấu lật sản phẩm hoặc một loạt các thiết bị hỗ trợ khác (hình 7.1).



Hình 7.1. Hệ thống sản xuất vật thể rỗng

1. Máy dùn; 2. Đầu dùn; 3. Ống; 4. Khuôn thổi; 5. Tấm kẹp khuôn; 6. Cụm đóng mở khuôn.

Cần lưu ý rằng các máy dùn trong dây chuyền thổi, không khác gì các máy dùn đã nói ở phần công nghệ dùn. Thông thường là loại máy dùn một trục vít hay được sử dụng, cũng có trường hợp dùng loại có đoạn tiếp liệu có rãnh và độ côn.

II – ĐẦU ĐÙN SỬ DỤNG ĐỂ SẢN XUẤT PHÔI LIỆU

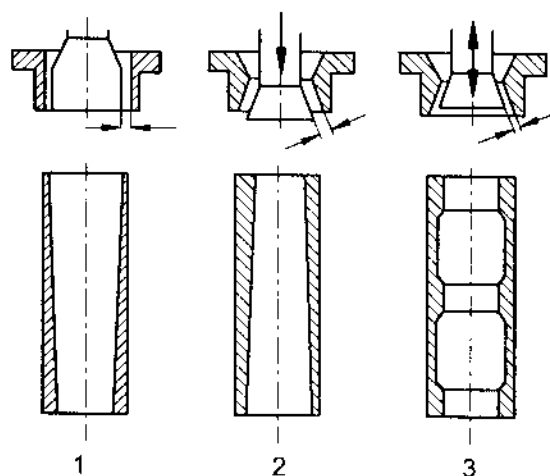
Để thực hiện công nghệ thổi ở đây người ta cũng sử dụng đầu dùn chữ thập (vuông góc) có cấu trúc y hệt trong trường hợp thổi màng mỏng. Dòng chất dẻo nóng chảy chảy ra khỏi đầu dùn theo phương thẳng đứng và hướng xuống phía dưới.

Đầu dùn tạo phôi được chia làm hai nhóm:

- Nhóm có thành dày không đổi.
- Nhóm có thành dày thay đổi.

Trong đầu tạo hình có lắp lõi dịch chuyển dọc trục để thực hiện sự thay đổi bề dày thành ống, lõi này có tác dụng làm giảm hoặc tăng bề dày thành ống ở những vị trí mong muốn trên đoạn ống làm phôi liệu.

Điều đó có thể thực hiện bằng cách làm dịch chuyển hoặc lõi hoặc miệng đầu tạo hình lên hay xuống tùy theo yêu cầu (hình 7.2).



Hình 7.2. Điều chỉnh bề dày của thành sản phẩm

1. Mặt cắt của vành định hình có kích thước không đổi; 2. Vành có kích thước tăng; 3. Vành có kích thước thay đổi được.

Sự thay đổi bề dày thành phôi liệu theo yêu cầu là quan trọng, vì trong trường hợp khi thổi vật thể rỗng dù sự kéo vật liệu do tác dụng của khí nén bị lệch thì bề dày thành phẩm vẫn gần như nhau.

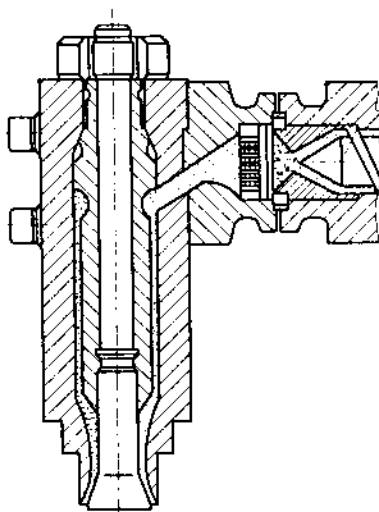
Ngoài ra, sự thay đổi bề dày thành ống sẽ làm giảm độ dẫn dài trước khi thổi của phôi liệu, hay nói cách khác là nó sẽ bù trừ cho nhau.

Đầu đùn để tạo ra phôi liệu cho vật thể rỗng có thể có dòng chảy vào theo hướng kính hoặc theo hướng trục.

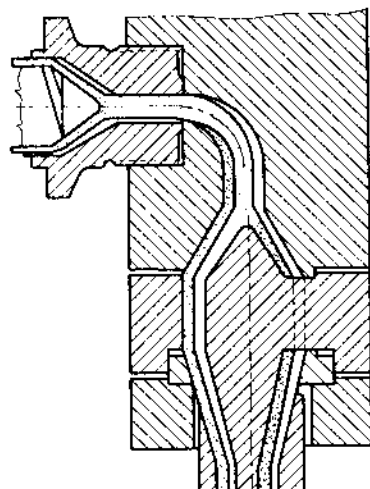
Khi gia công các bình có dung tích lớn người ta sử dụng giải pháp dòng chảy tích lũy. Cách này một mặt làm giảm khuyết tật do sự dẫn dài sinh ra, mặt khác thu hẹp sự chênh lệch về nhiệt độ do bị nguội không đều.

1. Đầu tạo hình được dùng để thổi sản phẩm từ polyetylen

Để sản xuất các sản phẩm từ PE người ta thường sử dụng đầu đùn có dòng chảy vào hướng kính (dòng chảy ôm, hình 7.3). Như vậy, vật liệu sẽ chảy trong kênh dẫn có dạng vành khăn hoặc đường cong hình tim ôm lấy lõi và ở phía đối diện với dòng chảy vào từ máy đùn vật liệu lại chảy hợp lưu. Tại vị trí chảy hợp lưu này được đánh giá là chỗ kém nhất. Cách điều hoà các vị hợp lưu trong trường hợp này cũng giống như trong trường hợp của đầu thổi màng.



Hình 7.3. Đầu tạo ống có dòng chảy vào theo hướng kính



Hình 7.4. Đầu tạo ống có dòng chảy vào theo hướng trục

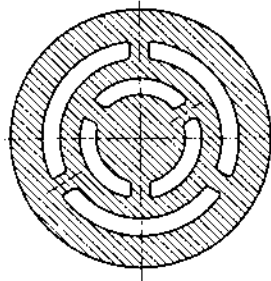
Khi sản xuất các phôi liệu có bề dày thay đổi người ta dịch chuyển lõi ngoài có dạng côn theo hướng trục. Để thực hiện dịch chuyển đó người ta sử dụng xilanh khí nén hoặc xilanh thủy lực.

2. Đầu tạo hình sử dụng để thổi sản phẩm từ PVC

PVC là loại vật liệu rất nhạy đối với nhiệt, do đó để gia công thổi nó thành sản phẩm người ta sử dụng đầu tạo hình có dòng chảy vào theo hướng trục (hình 7.4).

Để điều hoà các vị trí hợp lưu người ta đã sáng chế ra cấu trúc đặc biệt để định vị lõi trên đầu đùn đó là tạo vành giữ lõi có rãnh thoát liệu (hình 7.5).

Trong sản xuất các vật thể rỗng từ PVC, rất ít khi người ta sử dụng phôi liệu có bề dày khác nhau vì kích thước của chúng bị hạn chế (khoảng 2 lần), mặt khác độ nhớt của PVC nóng chảy lớn hơn của PE. Trường hợp cần thiết ta có thể sử dụng cách giải quyết đã được biết ở các phần trước.



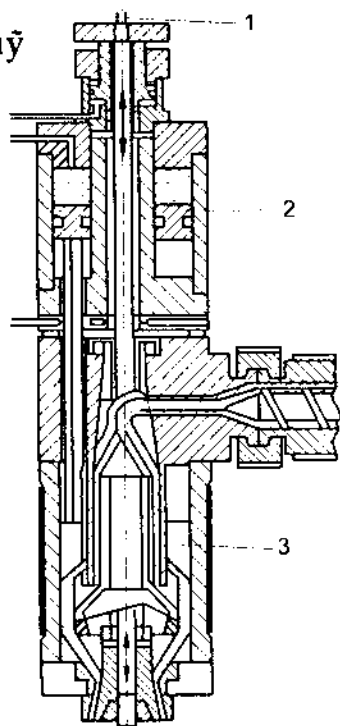
Hình 7.5. Vành giữ lõi có các rãnh thoát liệu

3. Đầu tạo hình có dòng chảy tích lũy

Để gia công các vật thể rỗng có dung tích lớn hơn 5 lít người ta thường sử dụng đầu đùn có dòng chảy tích lũy.

Ưu điểm của dòng chảy tích lũy là ở chỗ: Trong khi vật thể rỗng đang được thổi thì máy đùn vận chuyển chất lỏng chảy vào kênh tích lũy một cách liên tục, để sau đó bằng pittông thủy lực vật liệu được đẩy ra từ kênh tích lũy trong thời gian rất ngắn.

Đầu đùn có dòng chảy tích lũy có pittông dạng vành khăn được mô tả ở hình 7.6. Chất nóng chảy từ máy đùn tới, pittông vành khăn đang ở vị trí trên cho tới khi kênh tích lũy đầy vật liệu, pittông vành khăn hạ xuống đẩy vật liệu qua miệng khe của đầu đùn.



Hình 7.6. Đầu đùn tích lũy để thổi sản phẩm có kích thước lớn

1. Thanh điều chỉnh bề dày;
2. Xilanh thủy lực; 3. Vành pittông đẩy vật liệu.

III – CỤM THỔI SẢN PHẨM

Cụm thổi sản phẩm bao gồm khuôn tạo hình sản phẩm và cơ cấu đóng mở khuôn.

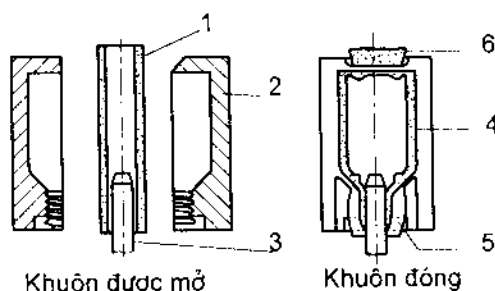
1. Khuôn thổi sản phẩm

Khuôn dùng để thổi vật thể rỗng thường là khuôn hai nửa và có khoang để tạo hình dáng sản phẩm.

Mặt phân khuôn thường chứa trục đối xứng của khuôn, như vậy hai nửa khuôn có hình dạng giống nhau sẽ tạo hình cho sản phẩm (hình 7.7). Để đảm bảo cho sự dẫn hướng chính xác của hai nửa khuôn người ta dùng hai hoặc bốn thanh dẫn hướng.

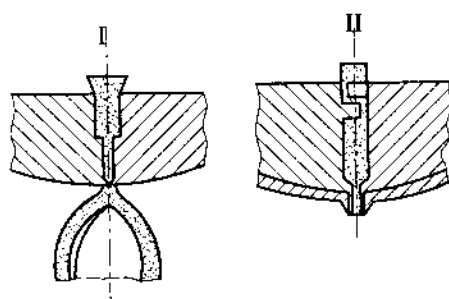
Cụm nút thổi cũng chỉ là một bộ phận của khuôn, mà ngoài việc dẫn khí nén vào lòng khuôn ra còn dùng để tạo cổ, miệng vật thể rỗng và tạo đường ren nếu sản phẩm cần.

Trước khi đóng hai nửa khuôn người ta thường định lượng phôi liệu ngay trong lòng hai nửa khuôn sao cho sau khi hai nửa khuôn đóng lại khoảng không được đóng kín cùng với nút thổi sẽ tạo nên hình dáng của sản phẩm. Trường hợp cần thiết, cấu trúc của khuôn cần phải đảm bảo rằng cho đến khi kết thúc thổi phải giữ được tại chỗ các chi tiết cấy, như tay cầm (cán), khoá van,... Các chi tiết cấy được ghép cứng với sản phẩm được thổi hoặc hàn lại. Nếu chúng ta muốn đảm bảo mối hàn giữa chi tiết cấy và sản phẩm thổi được tốt, khi hàn cần phải đảm bảo các điều kiện như: cùng loại vật liệu và nhiệt độ phù hợp.



Hình 7.7. Khuôn thổi cùng lõi thổi

1. Ống; 2. Khuôn thổi; 3. Lõi thổi; 4. Vật thể rỗng; 5. Tạo cơ thổi; 6. Vật liệu thừa.



Hình 7.8. Cạnh cắt (lưỡi cắt)

I – Bình thường; II – Có thanh lên liệu.

Khuôn thổi có thể chế tạo từ thép, hợp kim nhôm, hoặc chất dẻo. Khuôn chế tạo từ hợp kim nhôm có ưu điểm dễ chế tạo, đảm bảo sự làm nguội nhanh. Song điều chủ yếu ở khuôn bằng nhôm và chất dẻo là các chi tiết hay mòn cần phải tạo ra khả năng thay thế chúng dễ dàng, các chi tiết có thể thay thế thường được chế tạo bằng thép có độ chịu mòn tốt.

Các lưỡi cắt phía trên và phía dưới thường chịu mòn rất lớn do đó các chi tiết này yêu cầu phải thay đổi luôn, và chúng thường được chế tạo bằng thép có độ bền mòn tốt.

Trong mọi trường hợp, sự hình thành các lưỡi cắt để cắt và nén sản phẩm thường tùy thuộc vào cấu trúc của sản phẩm.

Trên cơ sở tính toán về kinh tế, cần phải đảm bảo sự chính xác của việc cắt bavia, bởi vì chỉ bằng cách đó, khi ra khỏi khuôn ta thu nhận được các sản phẩm không cần thiết phải gia công thêm.

Các lưới ép thường là các mặt phẳng nhất định có bề rộng 0,1 – 0,2mm tùy thuộc vào vật liệu được sử dụng, kích thước của sản phẩm và bề dày của thành sản phẩm.

Thế tích phục vụ cho sự tiếp nhận vật liệu quá chảy cần phải xác định sao cho trên lưới hàn tạo ra được áp lực phù hợp để đảm bảo chất lượng cho mỗi hàn. Người ta cũng sử dụng thanh dầy để tạo sự tăng áp lực trên lưới hàn (hình 7.8).

Bề mặt của khoang tạo hình sản phẩm cần được gia công theo chất lượng được đòi hỏi bởi sản phẩm, như có thể cần đánh bóng hoặc tạo bề mặt nhám nhờ phun cát. Mặt lòng khuôn được đánh bóng thường dùng để gia công PVC cứng.

Khi gia công polyetylen cứng và mềm thường sử dụng mặt lòng khuôn được tạo nhám, để thoát khí từ khoang tạo hình trong quá trình thổi sản phẩm được dễ dàng trên mặt phân khuôn người ta tạo các rãnh thoát khí.

Để đảm bảo chất lượng phù hợp của sản phẩm và năng suất ta cần phải nghĩ đến làm nguội khuôn. Làm nguội hay là dẫn nhiệt ra khỏi khuôn được đảm bảo bằng nước chảy trong các kênh dẫn được gia công trong thành khuôn. Trên phần đáy và cổ sản phẩm cũng như trong vùng lưới ép của khuôn khi thiết kế hệ thống làm nguội cần chú ý nhiều hơn, vì những vị trí này nhiệt độ có thể cao hơn rất nhiều so với các chỗ khác.

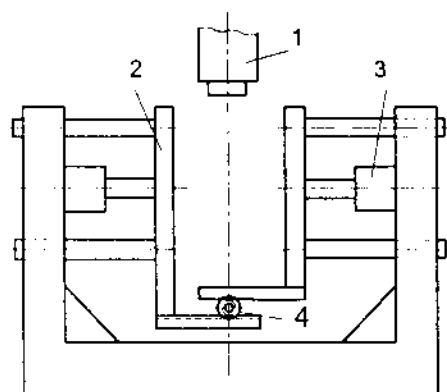
Trong một số dây chuyền thổi người ra sử dụng khí nitơ hoặc khí cacbonic để thổi, do đó trong quá trình thổi sản phẩm cũng đã được làm nguội sơ bộ bởi các khí này lạnh hơn không khí.

2. Cơ cấu kẹp, đóng mở khuôn

Nhiệm vụ của cơ cấu kẹp là xiết chặt hai nửa khuôn lại với nhau cũng như tách chúng ra và trong quá trình thổi sản phẩm phải cung cấp đủ lực để cân bằng với áp lực do khí nén tác dụng lên thành trong của khuôn, các nửa khuôn được gá lắp trên các tấm kẹp khuôn. Các tấm này chuyển động nhờ cơ học, xilanh thủy lực hoặc xilanh khí nén (trường hợp kích thước của sản phẩm nhỏ).

Trong quá trình sản xuất vật thể rỗng, ngoài dịch chuyển hai nửa khuôn ra còn một loạt các dịch chuyển khác cũng cần phải thực hiện, như dịch chuyển chốt thổi khí, dịch chuyển dao cắt ống, dịch chuyển để tách bavia.... do đó người ta thường dùng khí nén hoặc thủy lực để dẫn động.

Việc đóng hai nửa khuôn cần phải giải quyết sao cho hai nửa khuôn trong cùng một thời gian chuyển động với vận tốc như nhau, tiếp theo cần phải đảm bảo sự định vị của hai nửa khuôn. Để thực hiện ý đồ đó, người ta thường dùng cơ cấu bánh răng, thanh răng hoặc vítme để thực hiện (hình 7.9). Trong quá trình đóng hai nửa khuôn cần phải đảm bảo cho sự gặp nhau chính xác của các lưỡi cắt sắc trên hai nửa khuôn.



Hình 7.9. Dịch chuyển khuôn đối xứng
1. Đầu đùn; 2. Tấm kẹp khuôn; 3. Xilanh thủy lực; 4. Thanh răng bánh răng.

Độ chính xác của sự đóng hai nửa khuôn đòi hỏi rằng các cơ cấu dịch chuyển và giữ khuôn cần phải đủ cứng, tiếp theo là để lấy sản phẩm dễ dàng các thanh giữ khuôn phải sắp xếp sao cho chúng không cản trở việc lấy sản phẩm ra.

IV – HOẠT ĐỘNG CỦA CÁC MÁY THỐI

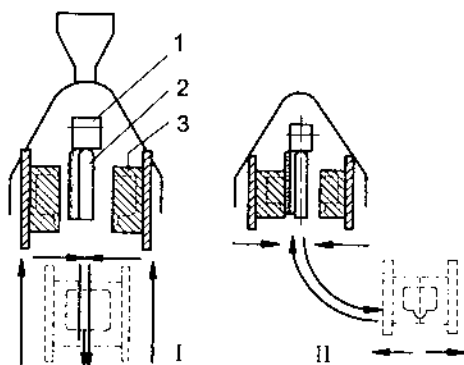
1. Các phương pháp cấp phối liệu

Quá trình tạo phối liên tục, khuôn thổi sản phẩm có thể không lưu lại một cách trực tiếp ở dưới đầu đùn. Quá trình sản xuất các vật thể rỗng có dung tích tới 1000cm^3 ta có thể thấy cách di chuyển của khuôn mẫu trên hình 7.10. Song đối với các sản phẩm lớn hơn thì người ta cất phối liệu và vận chuyển đến khuôn tạo hình sản phẩm (hình 7.11).

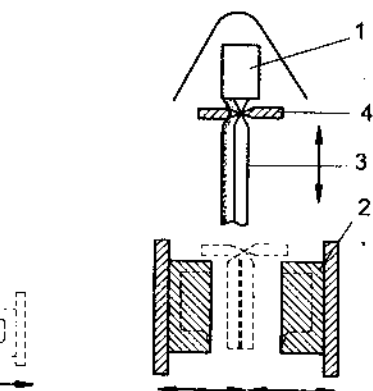
Trường hợp sử dụng đầu đùn có dòng chảy tích lũy thì khuôn tạo hình có thể lưu lại dưới đầu đùn một cách trực tiếp, bởi vì khối chất dẻo nóng chảy chỉ được đẩy ra khỏi vùng tích liệu khi mà hai nửa khuôn được mở ra tiếp nhận lấy phối liệu.

Chủ yếu trên máy đùn có công suất vận chuyển lớn, người ta sử dụng hệ khuôn thay đổi hoặc hệ khuôn lắp trên bàn quay. Khi sử dụng hệ khuôn thay đổi thì trong khi một khuôn đang được thực hiện công đoạn thổi hoặc làm nguội thì ở khuôn khác đang định lượng phối liệu. Còn trong hệ khuôn quay

thì trên bàn quay của thiết bị người ta gá lắp 4 – 6 khuôn, sau mỗi nguyên công nhất định, bàn lại tiếp tục quay. Như vậy, mỗi khuôn sẽ lần lượt qua các công đoạn của công nghệ. Cả dây chuyền hoạt động liên tục các công đoạn cùng đồng thời tiến hành trên các khuôn. Các biện pháp này được đưa ra với mục đích tăng năng suất của máy.



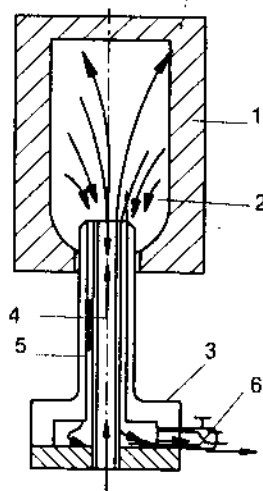
Hình 7.10. Sự dịch chuyển khuôn
I – Theo phương thẳng đứng; II – Sang bên cạnh. 1. Đầu đèn vuông góc; 2. Ống; 3. Khuôn thổi.



Hình 7.11. Sự dịch chuyển phôi liệu cùng dao kẹp
1. Đầu đèn vuông góc; 2. Nửa khuôn; 3. Ống; 4. Dao kẹp.

2. Các phương pháp thổi

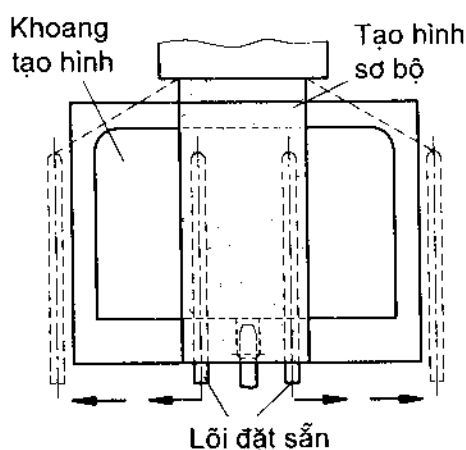
Các chai, bình, thùng chứa hoặc các sản phẩm tương tự khi tạo kích cỡ cần thiết phải có nút cho hình dáng của miệng cổ của vật thể. Thông qua nút người ta dẫn khí vào thổi, không khí có ở trong khoang rỗng của khuôn được dẫn ra (hình 7.12). Nút tạo thành hình cổ vật thể có thể đưa vào trước khi đóng khuôn đối với vật thể có kích thước lớn, sau khi đóng khuôn đối với loại kích thước nhỏ.



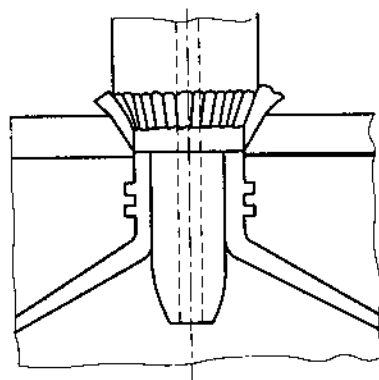
Hình 7.12. Nguyên lý thổi
1. Khuôn thổi; 2. Khoang khuôn; 3. Đầu thổi; 4. Dòng khí; 5. Dẫn khí ra.

Một số các sản phẩm kỹ thuật hoặc đồ chơi thường không cần cổ, miệng. Do đó, khâu thổi định hình thường dùng kim để dẫn khí, kim này được chọc vào ống ở một vị trí nhất định trên khuôn và sau khi khuôn đóng lại. Tùy thuộc vào sự sử dụng của sản phẩm vị trí chọc kim vào có thể hàn lại. Kim thổi cũng có thể được chọc vào vị trí mà sau đó cắt khỏi sản phẩm vì ở những chỗ đó không có vai trò chức năng gì của sản phẩm.

Để đảm bảo cho bề dày thành sản phẩm được đồng đều người ta thường sử dụng dụng cụ căng sơ bộ phôi liệu (hình 7.13). Hoặc thổi sơ bộ phôi liệu trong trạng thái khuôn còn đang mở, cách này hầu như cho ta sản phẩm có bề dày đều hơn cách trên. Đôi khi người ta phối hợp cả hai cách.



Hình 7.13. Thiết bị làm căng sơ bộ



Hình 7.14. Lỗ thổi có cổ nẹp

Thổi sơ bộ thường được áp dụng đối với sản phẩm có dung tích lớn và có thể giảm được thời gian sản xuất.

Trong dây chuyền sản xuất tự động, trong quá trình thổi, tại những mép hàn và phần cổ sản phẩm xuất hiện các bavaria, trước khi mở khuôn ta cần phải loại bỏ chúng đi. Để thực hiện điều đó người ta sử dụng dao cắt tự động hoặc bộ đồ vận tháo ra (hình 7.14).

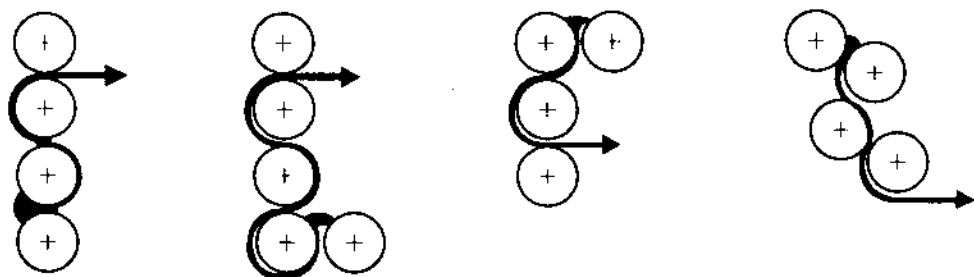
Chương 8

CÔNG NGHỆ CÁN

I – KHÁI NIỆM CHUNG

Cán là một trong những phương pháp sản xuất của công nghiệp gia công chất dẻo, mà trong đó vật liệu chất dẻo nhiệt dẻo được chế tạo thành tấm hoặc màng sau khi đi qua khe giữa các trục cán.

Đầu tiên, với phương pháp cán người ta dùng để chế tạo màng PVC. Màng mỏng PVC nhờ các tính chất của mình có thể dùng để đóng gói trong công nghiệp lương thực, thực phẩm. Người ta cũng sử dụng các màng mỏng PVC cả loại cứng lẫn loại mềm trong công nghiệp xây dựng, và dùng PVC cứng cũng như mềm để sản xuất đồ dùng dân dụng, đồ chơi,... được sử dụng thông dụng nhất là các máy cán có 4 hoặc 5 trục cán xếp theo dạng chữ I, L, F, Z (xem hình 8.1).



Hình 8.1. Các loại thiết bị cán dạng chữ I, L, E, Z

Sự sản xuất các mặt hàng khác nhau sẽ giải thích cho sự sắp xếp trục cán theo các dạng khác nhau. Ưu điểm của máy cán dạng chữ L là khe tạo hình vật liệu đầu tiên ở phía dưới, như vậy sẽ thuận tiện hơn về mặt tiếp liệu và đường tiếp liệu ngắn hơn. Do đó, máy cán này thường dùng để gia công loại PVC cứng. Còn nhược điểm của nó là khi gia công PVC mềm thành màng thì hơi nước của chất hoá dẻo sẽ tụ lại trên màng do đó làm cho chất lượng của màng giảm đi. Đó là nguyên nhân tại sao người ta thường dùng loại máy cán chữ F để chế tạo màng mỏng.

Để phủ bọc nhựa PVC lên vải hoặc giấy,... người ta thường dùng máy cán trục chữ Z, còn máy cán trục chữ I do việc tiếp liệu khó khăn nên rất ít dùng trong công nghiệp chất dẻo.

Khoảng bề dày của màng mỏng được sản xuất bằng phương pháp cán ở vào khoảng 0,03 – 0,08mm. Còn các tấm dày để làm sàn thì thường được chế tạo bởi máy cán đặc biệt (chuyên dùng).

II – CÁC CHẤT DẸO CÓ THỂ CÁN ĐƯỢC

Xét về nguyên lý thì hầu hết các chất dẻo có vùng chảy dẻo xác định rõ ràng độ nhớt đủ lớn phù hợp với phương pháp cán. Người ta thường dùng các chất nhiệt dẻo sau đây để cán, bởi lẽ những vật liệu đó người ta dùng để tạo ra màng mỏng, tấm,...

- PVC cứng và PVC mềm.
- Các copolymer từ PVC.
- Polystyrol dai và ABS.
- Các ete xelulo.
- Các chất polyolefin.

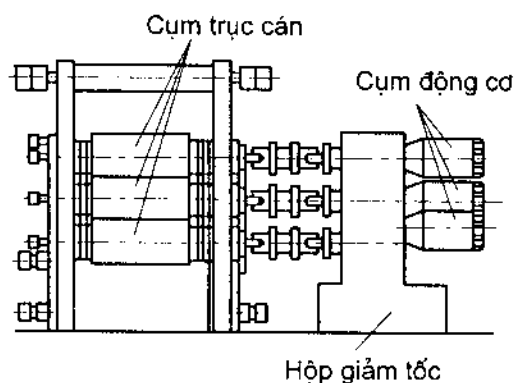
Trong các chất polyolefin chỉ có polyizobutilen dùng để chế tạo màng mỏng cho công nghiệp xây dựng bằng phương pháp cán. Còn PE suốt một thời gian dài người ta không thể tạo màng bằng phương pháp cán, ngày nay với việc sử dụng các chất phụ gia phù hợp mới có thể cán được, qua đó ta thấy rằng chế tạo màng PE bằng phương pháp đùn kinh tế hơn và đơn giản hơn.

Phương pháp cán sử dụng rộng rãi và có ý nghĩa nhất là để gia công PVC cứng, PVC mềm và các copolyme từ PVC. Lý do đầu tiên là các loại PVC có khoảng nóng chảy khá xác định. Lý do tiếp là chế tạo màng mỏng PVC bằng phương pháp cán kinh tế nhất.

III – KẾT CẤU CỦA TRỤC CÁN

Các trục cán được đặt trong một khung cứng, song song và quay trong các ổ lăn, như vậy có thể đạt được độ chính xác phù hợp. Các trục cán đều cách nhau một khoảng cách, như vậy khe hở trục cán có thể xác định một cách chính xác. Thông thường ở mỗi đầu trục có hệ thống cung cấp chất lỏng gia nhiệt, còn đầu kia thường là sự truyền động.

Các trục cán chuyển động nhờ các động cơ điện một chiều vô cấp thông qua cơ cấu truyền động (hình 8.2).



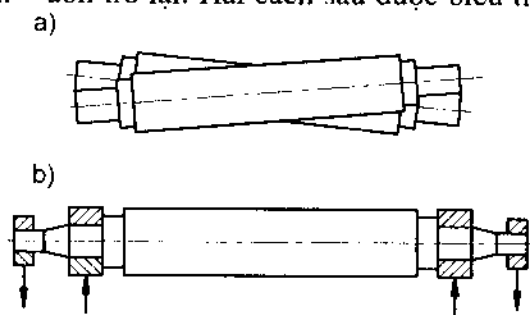
Hình 8.2. Máy cán

Trục cán chịu tải trọng uốn lớn do đó chúng cần thiết phải có sự đàn hồi và vỏ cứng, mặt khác cũng cần phải tạo cho chúng bề mặt có độ bền mòn tốt. Phần lớn các trục cán được chế tạo bằng thép đúc hoặc sử dụng các trục cán bằng thép được tôi bề mặt. Độ cứng bề mặt cần thiết khoảng 500 – 550 HB. Độ nhám bề mặt phụ thuộc vào yêu cầu (0,01 – 0,1mm).

Trong quá trình làm việc, trên các trục cán xuất hiện những lực khá lớn, như vậy các trục cán sẽ bị uốn cong và do đó các kích thước của sản phẩm sẽ bị thay đổi.

Để khử sự cong trục, trên thực tế người ta sử dụng 1 trong 3 cách giải quyết sau: mài định hình (tạo dạng bombê), các trục cán được đặt chéo nhau, tạo ra mômen chống cong trục cán – uốn trở lại. Hai cách sau được biểu thị bằng hình vẽ 8.3.

Phương pháp đặt chéo trục bằng cách: trục đứng trước trục cuối cùng sẽ được xoay đi một góc so với các trục khác, như vậy khe hở phía các đầu trục sẽ rộng hơn khe hở ở giữa.



Hình 8.3. Điều chỉnh khe hở trục cán

a) Đặt chéo trục; b) Uốn cong trục.

Còn phương pháp chống uốn được thực hiện ở trục cán cuối cùng bằng pittông thuỷ lực, bộ phận này được lắp vào ngồng trục được nối dài ra.

Với hai cách giải quyết này, chỉ có thể khử độ uốn hạn chế, do đó thông thường hai trục cuối cùng cần thiết phải có dạng bombê, việc mài tạo hình bombê được thực hiện trong trạng thái nung nóng, như vậy có thể thực hiện độ chính xác tốt nhất của dạng bombê (dưới 15 μ k).

IV- CÔNG NGHỆ CÁN

Máy cán là thiết bị đắt tiền, do đó sẽ không kinh tế nếu như nguyên công làm nhuyễn dẻo cũng thực hiện trên trục cán. Người ta thường hoá dẻo và trộn các chất độn trước khi cán bằng máy trộn hai trục hoặc bằng máy dùn trục vít.

Việc sản xuất màng PVC bằng máy cán thường được thực hiện bằng hai công đoạn:

- Công đoạn hoá dẻo (nhuyễn hoá).
- Công đoạn tạo màng.

Các đơn liệu cho màng PVC được thể hiện trong bảng 8.1

BẢNG 8.1. ĐƠN LIỆU CHO MÀNG PVC

Thành phần	PVC cứng	PVC mềm
PVC S hoặc E	100 phần	100 phần
Chất hoá dẻo	—	50 phần
Chất ổn định	2 phần	1,5 phần
Chất bôi trơn	1,5 phần	0,5 phần
Màu	2 phần	2 phần

Cụm đầu tiên của dây truyền cán là cụm định lượng giúp ta cung cấp cho vật liệu cán cán những liều lượng chất phụ gia thích hợp theo đơn liệu (ví dụ như đơn liệu kể trên của PVC cứng cũng như PVC mềm).

Các phần liệu đã cân được đưa vào máy trộn sau khi trộn là nguyên công hoá dẻo. Người ta có thể dùng các thiết bị dạng liên tục hoặc từng mẻ một.

Máy hoá dẻo từng mẻ có thể là thùng khuấy rôto hoặc có thể là máy trộn hai trục cán. Tuy nhiên, thuận tiện hơn cả là hoá dẻo bằng phương pháp liên tục vì nó đạt được độ nhuyễn tốt hơn và cho ta màng mỏng có chất lượng

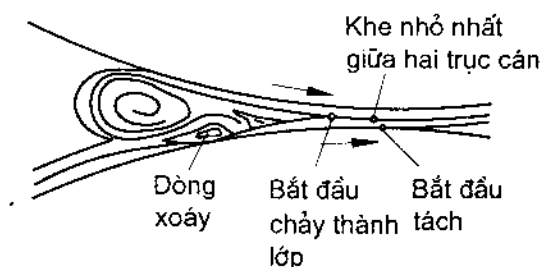
cao. Máy thường dùng cho phương pháp hoá dẻo liên tục này là máy trộn trục vít.

Chất dẻo sau khi được hoá dẻo phần lớn các trường hợp được băng tải chuyển sang máy trộn trục cán để tiếp tục trộn nhuyễn và làm sạch hơi nước ở bên trong lòng vật liệu. Các trục cán trên máy trộn này không song song với nhau, như vậy khối chất dẻo chảy dẻo sẽ được chuyển dịch từ đầu này sang đầu kia của trục cán. Và ở vị trí này, người ta dùng dao cắt vật liệu thành dải băng và dùng băng tải chuyển sang máy cán. Như vậy, khối lượng vật liệu được định lượng đưa vào trục cán sẽ đồng đều và vừa đúng với lượng mà trục cán có thể làm việc được: trường hợp ngược lại vật liệu sẽ bị chất đông trước trục cán và sẽ ngועi làm cho chất lượng của màng bị kém đi.

Thông thường để bảo vệ bề mặt trục cán khỏi bị kim loại làm hư người ta thường lắp ở phía băng tải một dụng cụ loại trừ các phân tử kim loại tồn trong khối vật liệu được hoá dẻo.

Để loại trừ các vật thể tạp ở trong chất dẻo (kim loại, đá, gỗ,...) ở khu vực gần trục cán người ta sử dụng máy trục vít có bộ phận lưới lọc.

Chất dẻo được đưa vào máy cán thường hay bị ùn lại trước cặp trục đầu tiên, đó là vùng xoáy (hình 8.4).



Hình 8.4. Dòng chảy trong khe giữa hai trục cán

Điều quan trọng là trong quá trình cán, vùng xoáy đó luôn luôn được luân chuyển và càng nhỏ càng tốt để tránh bị ngועi bề mặt vật liệu.

Chất dẻo sau khi được đưa vào khe trục cán sẽ dính lên trục cán có tốc độ nhỏ hơn hoặc nóng hơn, nhám hơn và cứ như thế nó được đưa vào khe trục tiếp theo. Trước mỗi khe trục đều phải xuất hiện vùng xoáy.

Tốc độ dài của trục theo phương kéo càng ngày càng lớn. Điều quan trọng là phải làm sao dọc theo chiều dài trục cán nhiệt độ phải ổn định đồng đều vì nếu có sự chênh lệch nhiệt độ sẽ xuất hiện sự thay đổi về đường kính

trục cán, dẫn đến bề dày của màng mỏng sẽ không đều. Các trục cán thường được nung bằng nước nóng dưới áp lực cao. Các kênh dẫn nước nóng thường đặt cách bề mặt của trục khoảng 50mm.

Màng PVC cứng thường được sản xuất bằng hai phương pháp khác nhau: phương pháp nhiệt độ cao và phương pháp nhiệt độ bình thường.

Phương pháp nhiệt độ cao, nhiệt độ vật liệu thường ở vào khoảng 180 – 220°C. Ở nhiệt độ này độ nhớt của khối nóng chảy PVC thường nhỏ, như vậy sự luân chuyển của vùng xoáy sẽ được đảm bảo hơn.

Để ngăn cản sự phân huỷ do nhiệt khi PVC ở nhiệt độ cao, người ta cho thêm chất ổn định.

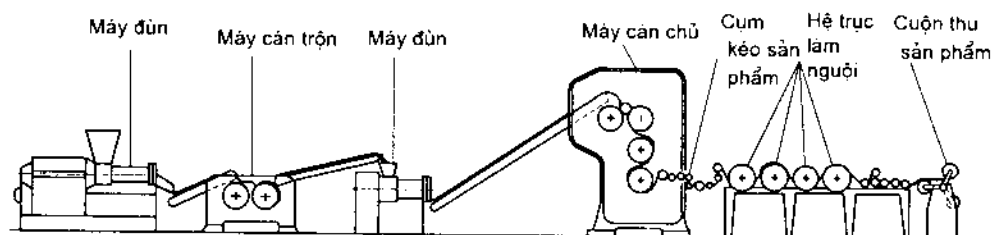
Phương pháp nhiệt độ bình thường dùng để sản xuất màng PVC cứng khi vật liệu có nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp ở khoảng 160 – 180°C. Như vậy, ở giai đoạn cuối của quá trình sản xuất phải gia nhiệt. Sự gia nhiệt đó được thực hiện như sau: màng mỏng sau khi ra khỏi khe cán cuối cùng được đưa đến một trục có nhiệt độ cao, làm như vậy để đảm bảo cho cấu trúc của màng được đều và tránh bị căng.

Phương pháp này không kinh tế, song nó được sử dụng để sản xuất các màng mỏng chịu tải trọng lớn.

Màng PVC mềm được sản xuất ở khoảng nhiệt độ 150 – 190°C. Màng được cán cần thiết phải được căng và theo hướng kéo. Sự căng đó được thực hiện ở trạng thái dẻo nóng hoặc đàn hồi nóng. Trục kéo căng được đặt sau máy cán. Sự kéo căng được tiến hành khi vận tốc dài của các trục kéo căng càng ngày càng lớn. Mức độ kéo căng phụ thuộc vào tốc độ dài của trục kéo căng. Tùy theo yêu cầu, sau máy cán có thể đặt trục tạo hoa văn. Trường hợp này thì các mẫu hoa ở trên trục nguội, mà trên đó màng mỏng đang ở trạng thái dẻo nóng sẽ được miết bằng một trục cao su, như vậy mẫu hoa cần thiết sẽ được in trên màng.

Tiếp theo đó màng mỏng được dẫn qua nhiều trục nguội, làm nguội đến 25°C. Hai bên mép màng dùng lưỡi dao quay để cắt, phần cắt bỏ được đưa trở lại thiết bị làm hoá dẻo. Sau trục trụ cuối cùng người ta thường đặt thiết bị đo bề dày hoặc đo liên tục hoặc đo sau mỗi thời gian nhất định nào đó. Phụ thuộc vào các giá trị được đo mà người ta điều chỉnh khe trục cuối cùng của máy cán, nếu số liệu đo được sai khác với bề dày đã định. Việc điều chỉnh đó có thể bằng tự động và cũng có thể bằng tay. Màng mỏng sau khi

được làm nguội được cuộn lại với tốc độ không thay đổi (hình 8.5). Để thực hiện điều đó cần có động cơ đặc biệt, mà có thể thay đổi được mômen quay và có bộ phận đo mômen đó. Màng mỏng vừa có sức căng không đổi vừa được cuộn vào. Tốc độ cuộn cho PVC cứng là 40– 60 m/phút cho PVC mềm 80–100 m/phút.



Hình 8.5. Dây truyền cán màng mỏng từ PVC mềm

Trong quá trình sản xuất màng mỏng, độ chính xác cần phải được tuân thủ, từ việc gia công sơ bộ cho đến khi cuộn màng mỏng luôn luôn phải có quá trình đo đạc và kiểm tra một cách liên tục và có hệ thống. Đó là cả quá trình phức tạp, đối với nền công nghiệp tiên tiến người ta sử dụng máy tính để giải quyết vấn đề đó.

V – HOÀN CHỈNH MÀNG MỎNG ĐƯỢC CÁN

Ngoài việc tạo hoa văn mà chúng ta đã nhắc đến phần trước là nguyên công mà ta có thể tách khỏi quy trình cán để thực hiện riêng biệt, ta còn có thể cần đến các nguyên công điều chỉnh cuối cùng khác.

Màng mỏng sau khi được cán, mặc dù yêu cầu rất ngặt nghèo về sự ổn định kích thước song cũng nên nhiệt luyện để giảm nội ứng suất.

Màng mỏng PVC thường dùng vào việc đóng gói và trang trí do đó các màng này trước hoặc sau khi tạo thành sản phẩm cuối cùng cần phải in ấn.

Việc in ấn thường được tiến hành trên máy in tipô như vậy trên màng mỏng sẽ được in chữ hoặc hình vẽ nhiều màu sắc.

Để đáp ứng các yêu cầu khác nhau cần phải tạo màng hai màu, hai lớp,... tạo màng hai lớp màu khác nhau có thể thực hiện trên cặp trục cuối cùng hoặc ở máy riêng biệt. Người ta cũng sử dụng máy cán để thực hiện công nghệ tráng (bọc nhựa) ghép màng.

Trong trường hợp này, chất dẻo nóng chảy được cán ép trên các tấm cốt bằng giấy vôi và thực hiện trên cặp trục cán cuối cùng. Để tạo ra độ dính bám tốt, vật liệu tạo cốt thường phải thấm được.

Tất nhiên, người ta cũng sản xuất các sản phẩm cho nhiều lĩnh vực ứng dụng khác nhau bằng máy cán như các tấm dạng lông tơ hoặc các màng xốp,...

Cán là một trong những phương pháp sản xuất quan trọng, chủ yếu nhất vẫn là dùng cho việc sản xuất màng PVC cứng và PVC mềm.

Do yêu cầu về vật tư khá lớn và hơn nữa do phí tổn đầu tư rất lớn cho máy cán, do đó phương pháp cán chỉ có thể thực hiện được ở những xí nghiệp lớn, vốn mạnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nhicolaiev A.F – *Polyme tổng hợp và vật liệu chất dẻo trên cơ sở của chúng* – NXB Hoá học Moscow, 1964 (tiếng Nga).
2. Garbar MI, Acutin MC, Egorov NM – *Sổ tay về vật liệu chất dẻo* – NXB hoá học Moscow, 1967 (tiếng Nga).
3. Vorobiev VA, Andrianov RA – *Công nghệ vật liệu polyme* – NXB Đại học – Cao đẳng Moscow, 1971 (tiếng Nga).
4. Schwaz-Ebeling-Liipke-Schelter – *Műanyag-feldolgozás* – Miiszaki Konyvkiadó Budapest, 1987.
5. Iakovlev AD – *Công nghệ sản xuất sản phẩm chất dẻo* – NXB Hoá học Leningrad, 1972 (tiếng Nga).
6. Otto Schwarz – *Uvegszál erősítésu műanyagok* – miiscaki konyvkiado Budapest, 1981.
7. Riabinin DD Lucatr Iu.E – *Máy trục vít để gia công chất dẻo và cao su* – NXB Chế tạo máy Moscow, 1965 (tiếng Nga).
8. Zavgorodnyi BK. Kilintrev EL. Makharinskyi EG – *Thiết bị của các xưởng gia công chất dẻo* – NXB Hoá học Leningrad, 1972 (tiếng Nga).
9. Phạm Minh Hải – *Vật liệu chất dẻo, tính chất và công nghệ* – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 1991.
10. Zavgoroduyi BK. Kalintrev EL. Maram EI – *Máy đúc dùng cho chất dẻo nhiệt dẻo và chất dẻo nhiệt rắn* – NXB Chế tạo máy Moscow, 1968 (tiếng Nga).
11. Zavgorodnyi BK – *Tự động hoá và cơ giới hoá quá trình gia công chất dẻo* – NXB Chế tạo máy Moscow, 1970 (tiếng Nga).

MỤC LỤC

	Trang
Phần thứ nhất. VẬT LIỆU POLYME	5
Chương 1. Các khái niệm tổng quát	5
I – Các khái niệm cơ bản	5
1. Chất dẻo	5
2. Polyme	6
3. Đặc tính chung của polyme	8
II – Phương pháp tổng hợp polyme	8
1. Sự trùng hợp	8
2. Sự trùng phối	9
3. Sự trùng ngưng	9
4. Đồng trùng hợp và các hỗn hợp polyme	9
III – Phân loại polyme	11
IV – Ứng xử vật lý của chất dẻo	14
1. Trạng thái vật lý của chất dẻo vô định hình	15
2. Trạng thái vật lý của chất dẻo tinh thể	16
3. Trạng thái vật lý của chất dẻo nhiệt rắn	17
V – Các đặc trưng của gia công	18
1. Phân tử lượng và độ trùng hợp	18
2. Tỷ trọng và hệ số lún chặt	19
3. Đặc trưng chảy của chất dẻo	19
VI – Một số cách nhận biết các chất dẻo thông thường	21
1. Dung môi thường gặp	21
2. Nhận biết chất dẻo nhiệt dẻo	22
3. Chất dẻo nhiệt rắn	23
Chương 2. Chất dẻo nhiệt dẻo	24
I – Polyetylen (PE)	24
1. Tổng quan về PE	24
2. Các loại polyetylen (PE)	25
3. Tính chất của polyetylen	26
4. Ứng dụng của polyetylen	29
II – Polypropylen (pp)	32
1. Tính chất của polypropylen	32
2. Ứng dụng của polypropylen	35
III – Nhựa polyizobutylen (PIB)	37

1. Tính chất của nhựa polyisobutylen	37
2. Ứng dụng của polyisobutylen	38
IV – Polystyren (PS)	39
1. Tính chất của polystyren	40
2. Ứng dụng của PS	43
V – Polyvinylclorit (PVC)	51
1. Tính chất	51
2. Ứng dụng của PVC	55
VI – Nhựa teflon - polytetrafluetylen (PTFE)	63
1. Tính chất của nhựa teflon	63
2. Tính chất gia công	66
3. Ứng dụng của teflon	69
VII – Nhựa polyamid (PA) (nylon)	71
1. Cấu trúc phân tử	72
2. Tính chất của polyamid	72
3. Ứng dụng của PA	75
VIII – Chất dẻo Acrylat	79
1. Khái niệm	79
2. Tính chất	80
3. Ứng dụng của polymethylmetacrylat	85
IX – Polyuretan (PU)	90
1. Tính chất của polyuretan	90
2. Ứng dụng	92
X – Polyetylenetereftalat (PET)	97
1. Tính chất của polyetylenetereftalat (PET)	97
2. Ứng dụng của polyetylenetereftalat	98
XI – Polycarbonat (PC)	101
1. Tính chất	102
2. Ứng dụng	107
XII – Polyoximetylen (POM)	109
1. Tính chất	109
2. Ứng dụng	113
Chương 3. Chất dẻo nhiệt rắn	114
I – Nhựa phenol formaldehyd (PF)	114
1. Phương pháp tổng hợp và tính chất của nhựa PF	114
2. Vật liệu chống gỉ	116
3. Vật liệu ép nhựa phenol	120
4. Tấm phân lớp	121
II – Nhựa ureformaldehyd (UF)	122

III – Nhựa melamin - formaldehyd (MF).....	125
IV – Nhựa polyester không no	126
V – Nhựa Epoxy	130
1. Khái niệm.....	130
2. Chất đông rắn	131
3. Tính chất và ứng dụng của nhựa epoxy đã đông rắn	134
VI – Nhựa silic hữu cơ.....	135
1. Khái niệm.....	135
2. Tính chất của nhựa silic hữu cơ	137
3. Ứng dụng	139
Chương 4. Vật liệu composit và cao su	142
I – Polyme composit	142
1. Các khái niệm cơ bản	142
2. Các loại vật liệu cốt.....	144
3. Tính chất và ứng dụng của vật liệu polyme composit	145
II – Cao su	147
Phần thứ hai. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG	149
Chương 5. Công nghệ và thiết bị đùn	149
I – Công nghệ đùn	149
II – Thiết bị đùn.....	151
1. Máy đùn một trục vít	151
2. Máy đùn hai trục vít.....	156
3. Các đầu tạo hình.....	156
III – Quá trình công nghệ đùn	163
1. Vùng cấp liệu	163
2. Vùng nén	164
3. Vùng làm nóng chảy	165
4. Sự nhuyển hóa chất dẻo nóng chảy	165
5. Sự hình thành áp lực trong máy đùn.....	167
IV – Dây chuyền công nghệ đùn	168
1. Dây chuyền sản xuất ống và sản phẩm định hình	168
2. Dây chuyền tạo tấm và màng phẳng.....	169
3. Dây chuyền thổi màng.....	170
4. Thiết bị bọc dây điện.....	172
5. Các dây chuyền sản xuất khác	173
Chương 6. Công nghệ và thiết bị đúc áp lực	175
I – Đúc áp lực	175
1. Nguyên lý chung.....	175
2. Máy đúc áp lực	176
II – Đúc thổi	190

1. Máy đúc thổi	190
2. Khuôn đúc thổi.....	191
3. Quá trình sản xuất các sản phẩm bằng đúc thổi	193
III – Đúc phun xốp nhiệt dẻo.....	195
1. Vật liệu.....	195
2. Máy tạo xốp chất dẻo nhiệt dẻo.....	196
3. Quá trình đúc xốp	197
Chương 7. Gia công vật thể rỗng	201
I – Các khái niệm cơ bản	201
II – Đầu đùn sử dụng để sản xuất phôi liệu	202
1. Đầu tạo hình được dùng để thổi sản phẩm từ polyetylen.....	203
2. Đầu tạo hình sử dụng để thổi sản phẩm từ PVC	204
3. Đầu tạo hình có dòng chảy tích lũy.....	205
III – Cụm thổi sản phẩm	205
1. Khuôn thổi sản phẩm.....	205
2. Cơ cấu kẹp, đóng mở khuôn.....	207
IV – Hoạt động của các máy thổi.....	208
1. Các phương pháp cấp phôi liệu	208
2. Các phương pháp thổi	209
Chương 8. Công nghệ cán	211
I – Khái niệm chung.....	211
II – Các chất dẻo có thể cán được.....	212
III – Kết cấu của trục cán.....	212
IV – Công nghệ cán.....	214
V – Hoàn chỉnh màng mỏng được cán.....	217

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc CTCP sách ĐH - DN TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập nội dung và sửa bản in:

NGUYỄN HÀ XUÂN

Trình bày bìa:

BÍCH LA

Thiết kế sách và chế bản:

NGUYỄN HÀ XUÂN

VẬT LIỆU PHI KIM VÀ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG

Mã số: 7B740Y9 – DAI

In 1.000 bản (QĐ : 65), khổ 16 x 24 cm. In tại Công ty Cổ phần In Phúc Yên.

Địa chỉ : Đường Trần Phú, thị xã Phúc Yên, Vĩnh Phúc.

Số ĐKKH xuất bản : 161 – 2009/CXB/17 – 208/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2009.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI
Website : www.hevobco.com.vn



VƯƠNG MIỆN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

TÌM ĐỌC

SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Vật liệu phi kim và công nghệ gia công | Phạm Minh Hải
Nguyễn Trường Kỳ |
| 2. Máy phay và thực hành gia công trên máy phay | Phí Trọng Hảo |
| 3. Nguyên lý cắt | Phùng Xuân Sơn |
| 4. Chi tiết máy | Nguyễn Xuân Ngọc
Nguyễn Xuân Ngọc |
| 5. Thiết kế môn học và thực hành thiết kế chi tiết máy | Nguyễn Văn Thiện
Lê Nguyên Minh |
| 6. Giáo trình công nghệ CNC | |
| 7. Bài tập nhiệt động kỹ thuật | |
| 8. Thực hành cắt gọt kim loại trên máy tiện và máy phay | Nguyễn Hùng Cường |

Bạn đọc có thể mua sách tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam :

- Tại TP. Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187 Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền.
- Tại TP. Đà Nẵng : 15 Nguyễn Chí Thanh ; 62 Nguyễn Chí Thanh.
- Tại TP. Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B - 453, Hai Bà Trưng - Quận 3 ;
240 Trần Bình Trọng - Quận 5.
- Tại TP. Cần Thơ : 5/5, đường 30/4.

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 984260



Giá: 30.500đ