

CÔNG NGHỆ COMPOSITE

Phần 1: Giới thiệu chung

I. Định nghĩa vật liệu Composite

Composite là vật liệu tổ hợp của nhiều loại vật liệu (thường là hai loại). Sự pha trộn các loại vật liệu này với nhau sẽ tạo ra một loại vật liệu mới có bản chất hoàn toàn khác so với các loại vật liệu thành phần ban đầu.

Thành phần của vật liệu Composite gồm có:

- ❖ Thành phần phân bố liên tục trong toàn thể tích vật liệu gọi là nền.
- ❖ Thành phần phân bố ngẫu nhiên trong vật liệu gọi là cốt.

Tùy theo bản chất của vật liệu nền người ta có thể chia vật liệu Composite thành các loại khác nhau:

- ❖ Vật liệu Composite nền polymer: PMC.
- ❖ Vật liệu Composite nền vô cơ ceramic: CMC.
- ❖ Vật liệu Composite nền kim loại: MMC.

Trong phần này ta chỉ đề cập đến loại PMC vì đây là loại Composite được nghiên cứu và ứng dụng nhiều nhất trong công nghệ Vật liệu Composite.

Vật liệu Composite FRP

FRP (Fiber Reinforced Plastic) là một trong những loại PMC phổ biến nhất trong các loại vật liệu Composite. Đây là loại Composite thuộc chất dẻo nhiệt rắn (thermosetting plastic), bao gồm hai thành phần chủ yếu là polymer và các loại sợi gia cường.

- ❖ Polymer: polyeste, vinyleste, epoxy...
- ❖ Các loại sợi: sợi thủy tinh, sợi cacbon, aramid (kevlar), polyeste...
- ❖ Các chất xúc tác, chất xúc tiến, phụ gia... với tỷ lệ trọng lượng tuy rất nhỏ nhưng không thể thiếu.

Có khá nhiều công nghệ Composite nói chung và công nghệ FRP nói riêng. Mỗi công nghệ đều có những giới hạn nhất định trong ứng dụng, nó phụ thuộc vào kích cỡ sản phẩm, kiểu dáng sản phẩm, số lượng sản xuất, sự gia cường thích hợp và loại resin sử dụng. Trong mọi công nghệ đều phải có khuôn, vì vậy dựa trên các đặc thù của thiết kế và khuôn, nhà sản xuất cần phải lựa chọn công nghệ cho thích hợp.

Dựa trên cơ sở nguyên lý tạo ra sản phẩm, ta có thể phân biệt các loại công nghệ sau:

- ❖ Công nghệ đúc tiếp xúc (Hand lay-up, Spray up).
- ❖ Công nghệ đúc chuyển resin RTM (Resin Transfer Moulding).
- ❖ Công nghệ đúc nén (Compression Moulding).
- ❖ Công nghệ cuốn sợi (Filament Winding).
- ❖ Công nghệ đúc kéo (Pultrusion).
- ❖ Công nghệ tạo lớp liên tục (Continuous Laminating).

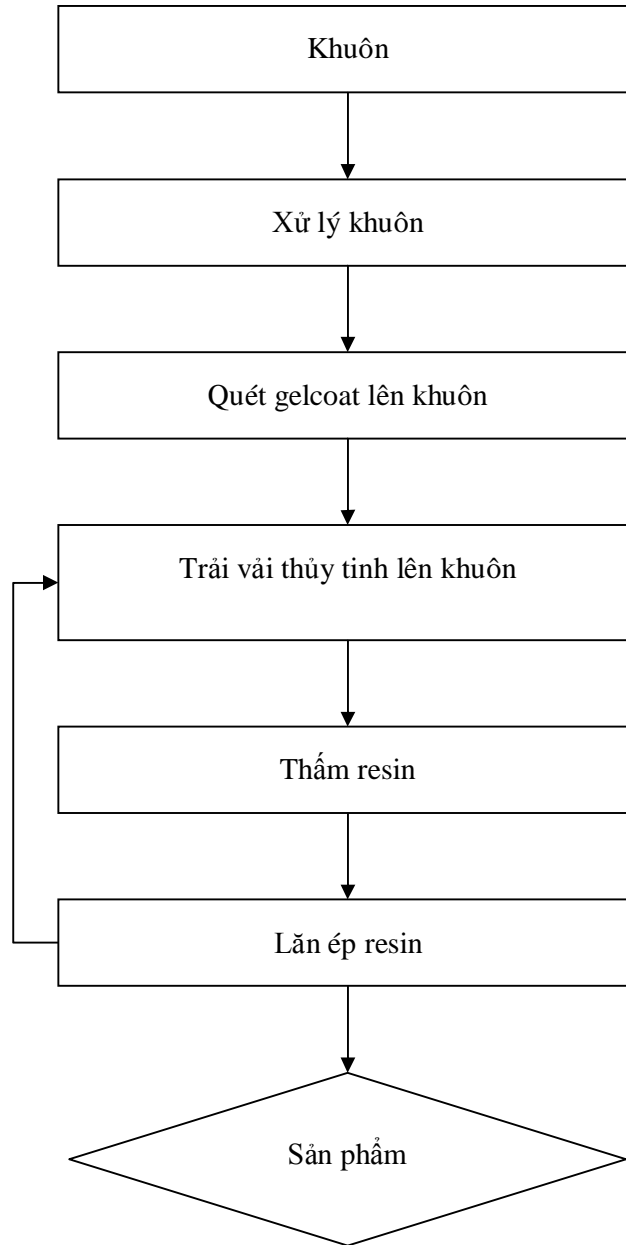
- ❖ Công nghệ đúc bằng vữa thủy tinh (Plasterglass).
- ❖ Công nghệ ép phun (Injection Moulding).
- ❖ Công nghệ đúc ép phun phản ứng RRIM (Reinforced Reaction Injection Moulding).
- ❖ Công nghệ đúc chuyển chân không (Vacuum Assisted RTM).
- ❖ Công nghệ đổ ly tâm (Centrifugal Casting).

Trong phần này chỉ trình bày công nghệ đúc tiếp xúc (Hand lay-up, Spray up) là công nghệ được áp dụng rộng rãi nhất.

Phần 2: CÔNG NGHỆ COMPOSITE

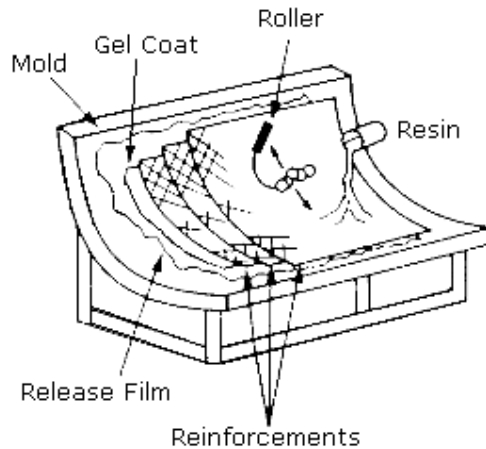
Chương I: Công nghệ lăn tay Hand lay up

I. Giới thiệu công nghệ



Hình 1-1 Quy trình công nghệ Hand lay-up

Đây là công nghệ chế tạo theo khuôn hở, hoàn toàn bằng tay ở tất cả các công đoạn từ hòa trộn nguyên liệu đến khi lấy sản phẩm ra từ khuôn. Các công đoạn trải vải thủy tinh và lăn thấm ép resin được lặp đi lặp lại theo số lượng lớp được dự kiến cho đến khi đạt được chiều dày của sản phẩm.



Hình 1-2 Công nghệ hand lay-up

Đặc điểm công nghệ:

❖ Ưu điểm

- Thông dụng dễ làm.
- Làm được các sản phẩm có hình dạng phức tạp, kích thước lớn.
- Thay đổi cấu trúc sản phẩm dễ dàng.
- Thiết kế tương đối thoải mái.
- Vật liệu làm khuôn đơn giản, dễ làm, không đắt tiền (gỗ, thạch cao).
- Không đòi hỏi thiết bị, dụng cụ phức tạp.
- Không đòi hỏi trình độ công nhân cao.
- Chi phí đầu tư thấp.

❖ Khuyết điểm

- Năng suất thấp, lao động nặng.
- Sản phẩm chỉ láng bóng một mặt (mặt tiếp xúc với khuôn).
- Vì sản phẩm làm bằng tay nên chất lượng không đồng đều.
- Phải xử lý cơ học sau khi lấy sản phẩm, gia công cơ, cắt bavia.

1.1. Chuẩn bị khuôn

Mặt khuôn phải hoàn toàn sạch, không có bất cứ tạp chất nào như: nước, dầu, mỡ, bụi...trên mặt khuôn.

Đánh bóng bằng sáp.

Xoa lớp tác nhân tách khuôn (để dễ lấy sản phẩm ra khỏi khuôn), sau đó để khô hoàn toàn.

Nếu chuẩn bị khuôn không tốt thì lớp tác nhân không đảm bảo vai trò bảo vệ hữu hiệu, đồng thời dễ bị dính khuôn.

1.2. Tạo lớp gelcoat

Điều kiện tạo các lớp cần đảm bảo:

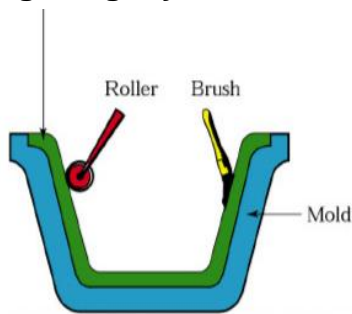
- Nhiệt độ môi trường tốt nhất từ $18^{\circ} \div 25^{\circ}\text{C}$. Nếu quá thấp hoặc quá cao đều không tốt.
- Môi trường phải sạch, không quá ẩm ướt... để tạo thuận lợi cho quá trình đóng rắn.
- Phải ước lượng khối lượng gelcoat cần thiết, tránh dư thừa nhiều.
- Phải ấn định gần đúng tỷ lệ màu và lượng gelcoat cho một lô hàng sản xuất cùng màu, nhằm đảm bảo độ đồng đều cho cả lô hàng.
- Tỷ lệ phần trăm xúc tác phải đảm bảo đều cho tất cả các lần pha trộn với gelcoat.
- Sau khi pha trộn phải sử dụng ngay.

Các lưu ý khi quét gelcoat

- Lớp gelcoat được quét bằng chổi mềm trên bề mặt khuôn.
- Khi quét chỉ sử dụng phần đầu chổi, quét nhẹ tay, liền một vệt thẳng dài không quá 1m theo một chiều.
- Không quét tới lui chông lên vệt vừa quét.
- Không quét theo đường cong, đường tròn.
- Các vệt tiếp theo song song chỉ chớm mí vệt trước, không gối đầu quá nhiều để đảm bảo chiều đồng đều của lớp gelcoat.
- Bắt đầu quét từ chỗ khó trước: rãnh, góc, cạnh... rồi lan ra vùng dễ cho đến khi phủ kín bề mặt khuôn.
- Khi lớp thứ nhất đông đặc và đóng rắn gần hoàn toàn (khô nhưng sờ tay còn hơi dính, không ăn ra tay) thì tiến hành quét lớp thứ hai theo chiều chéo hoặc thẳng góc với lớp thứ nhất để đảm bảo tính phủ kín.

Chiều dày lý tưởng của lớp gelcoat là $\approx 0.45\text{mm}$.

1.2.1. Tạo laminate gia cường bằng tay



Hình 1.3 Tạo các lớp laminate bằng tay

Trải vải thủy tinh và thấm ướt resin.

Sau khi lớp gelcoat đóng rắn (khô hoàn toàn nhưng hít tay) thì tiến hành tạo các laminate gia cường.

Vải thủy tinh bề mặt tiếp giáp với lớp gelcoat phải là loại tissue mềm, mịn hoặc loại MAT mỏng mềm ($200 \div 300\text{g/m}^2$).

Các lớp tiếp theo là MAT CSM kết hợp với roving dệt.

Resin để tạo lớp là loại không pha màu.

Chất xúc tác phải pha đúng tỷ lệ, khuấy đều nhẹ nhàng trong ca, gáo, chậu nhỏ theo chiều đập vào thành. Nếu resin có thêm chất độn thì phải khuấy đều xúc tác trước, rồi cho chất độn vào sau và khuấy đều chất độn. Sau khi pha xúc tác vào resin phải sử dụng ngay.

Quy trình tạo các lớp gia cường bằng tay:

- Trải vải thủy tinh phủ kín bề mặt khuôn, trên lớp gelcoat.
- Dùng chổi cọ mềm, con lăn bông thấm resin đã hòa xúc tác trên vải thủy tinh, đồng thời ấn nhẹ hoặc ấn con lăn bông trong khi lăn ép.
- Tại những chỗ hẹp, dùng góc con lăn sắt lăn ép. Quá trình lăn, ép nhằm làm cho resin thấm vào sợi thủy tinh, tạo sự liên kết các lớp và tránh bọt khí.
- Sau khi làm xong lớp này thì tiếp tục làm sang lớp khác cho đến khi đạt chiều dày sản phẩm.

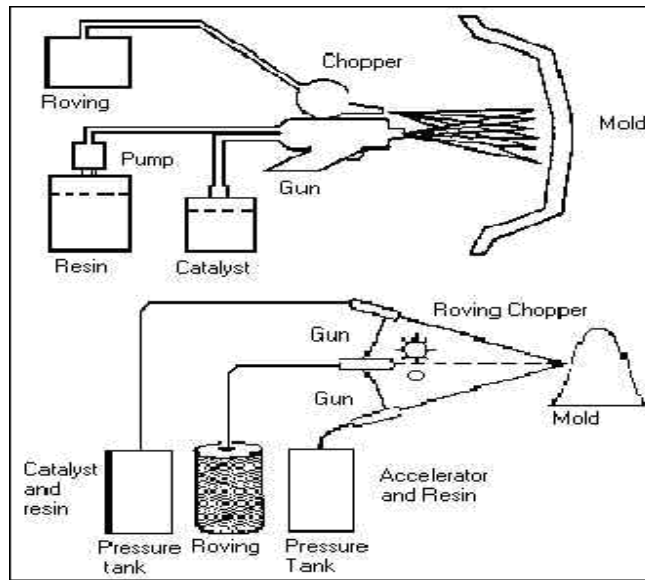
Cần lưu ý một số điểm sau:

- Bọt khí sẽ làm yếu laminate, cho nên phải đảm bảo resin thấm ướt đều, lăn ép thật kỹ để tránh bọt khí.
- Các mối ghép gối đầu của vải thủy tinh nên từ $3 \div 5\text{cm}$, nhưng các mối ghép sau phải cách xa mối ghép của lớp trước, tránh trùng lặp của các mối ghép.
- Có thể trải luôn vài lớp vải thủy tinh, nhưng không được quá nhiều, để đảm bảo thấm và lăn resin thật tốt.
- Với chiều dày của sản phẩm lớn, thì sau một số lớp nên để một thời gian cho nguội bớt rồi hãy tiếp tục các lớp sau.

Chất lượng của laminate ở phương pháp này hoàn toàn phụ thuộc vào quá trình lăn ép thấm resin không bọt khí, đảm bảo chất lượng resin và tỷ lệ xúc tác.

II. Công nghệ phun bắn Spray up

Trong phương pháp này, quá trình phủ gelcoat trên khuôn và tạo các lớp gia cường được thực hiện bằng thiết bị gọi là súng phun.

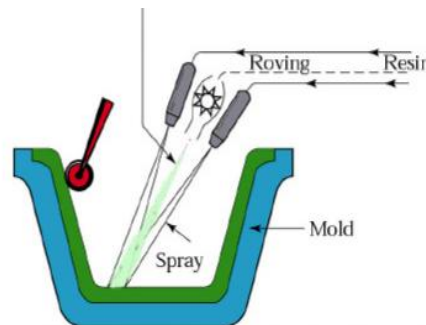


Hình 1-3 Công nghệ Spray up

Resin, chất xúc tác, và sợi thủy tinh, nhờ có đồng hồ đo lường đúng tỷ lệ được đưa đồng thời đến súng bắn, tại đây, sợi thủy tinh được dao cắt ngắn, resin và xúc tác được hòa trộn.

Sau đó sợi thủy tinh cắt ngắn và resin đã hòa xúc tác, dưới áp lực của khí nén qua họng súng được phun bắn lên bề mặt khuôn đã có phủ gelcoat. Bằng cách này tuần tự tạo ra các lớp cho đến khi đạt được chiều dày sản phẩm.

Sau khi đạt chiều dày, kết thúc việc tạo lớp thì dùng con lăn lăn ép bề mặt sau cùng để làm phẳng các resin và đầu sợi thủy tinh dư thừa để sau khi đóng rắn bề mặt trở nên phẳng, đẹp.



Hình 1-4 Tạo các lớp laminate bằng phương pháp Spray up.

Resin được cung cấp đến súng phun theo hai cách:

- Cách thứ nhất: dùng hai bình, một bình chứa resin hòa xúc tác, bình thứ hai có cùng dung tích chứa resin hòa chất xúc tiến. Lượng xúc tác trong bình thứ nhất đủ để đóng rắn cho cả hai thể tích chứa trong hai bình. Từ mỗi bình có ống dẫn riêng biệt để cung cấp resin cho súng phun. Hai loại resin được hòa trộn bên trong cơ cấu của súng phun rồi được phun

bắn cùng sợi thủy tinh lên khuôn. Cách này có ưu điểm là có thể cung cấp một lượng resin lớn mỗi lần nếu hòa trộn hợp lý, không phải sử dụng vòi phun xúc tác. Tuy nhiên thiết bị này có lỗ phun nhỏ, dễ bị tắc nghẽn nên thời gian đông và đóng rắn không chính xác, cần nhiều công lao động, bình resin hòa xúc tác phải sử dụng trong thời gian giới hạn.

- Cách thứ hai: chỉ có bình chứa resin hòa chất xúc tiến còn chất xúc tác được phun bằng vòi phun riêng biệt. Trong khi phun resin thì chất xúc tác cũng được phun làm những phân tử xúc tác hòa trộn với phân tử resin để khởi đầu phản ứng đông đặc và đóng rắn. Đây là phương pháp hòa trộn phân tán phân tử bên ngoài. Ưu điểm của phương pháp này là có thể định lượng được chính xác nên sự hòa trộn đều và tốt hơn. Nhược điểm là phải có hệ thống vòi phun và các ống mềm.

Yếu tố cơ bản đảm bảo chất lượng laminate là:

- Đảm bảo chuẩn xác tỷ lệ resin - sợi thủy tinh, chất xúc tác.
- Sự đồng đều chiều dày các lớp.
- Bọt khí tối thiểu.
- Tỏa nhiệt trung bình. Cần lưu ý không để nhiệt độ laminate quá cao vì ảnh hưởng đến tuổi thọ khuôn. Vì vậy khi chiều dày lớn thì sau một số lớp nên để cho nguội đến nhiệt độ phòng rồi mới tiếp tục tạo các lớp tiếp theo.

Ưu điểm của phương pháp súng phun:

- Quá trình tạo lớp hoàn toàn tự động, người vận hành chủ yếu điều khiển súng phun hướng về mặt khuôn ở khoảng cách thích hợp.
- Có hiệu quả với các loại bề mặt khuôn uốn lượn, cong, phẳng...
- Năng suất cao hơn hẳn.
- Tiết kiệm nhân công.
- Tiết kiệm resin và sợi.

Nhược điểm:

- Khó nhận biết từng lớp nên khó đảm bảo sự đồng đều chiều dày các lớp.
- Đòi hỏi công nhân vận hành phải được đào tạo huấn luyện và hiểu biết kỹ mỗi loại thiết bị phun khi sử dụng.

III. Thiết bị và dụng cụ cho xưởng chế tạo sản phẩm Composite

3.1. Nhà xưởng

Cần thoáng, rộng, đủ ánh sáng, quạt thông gió, không ẩm ướt.

Có một quày phun có ánh sáng tốt, có quạt hút, đủ diện tích đi lại quanh khuôn.

Có kho riêng với kệ, giá để vật liệu, dụng cụ.

Đầy đủ phương tiện an toàn về điện và phòng cháy theo quy định.

Nếu sử dụng thiết bị phun thì phải có quày phun để tạo lớp gelcoat.

3.2. Thiết bị

Máy khí nén: phục vụ cho phun gelcoat. Tách khuôn và các công cụ sử dụng khí nén. Công suất và dung tích khí nén phải phù hợp và cao hơn lưu lượng tiêu thụ.

Bình phun xịt: loại cầm tay, kèm theo bình chứa gelcoat, dùng phun gelcoat dưới áp lực khí nén.

Máy khuấy: cầm tay hoặc cố định, dùng trộn màu với gelcoat.

Máy khoan bàn: để khoan các chi tiết thích hợp.

Máy cưa lọng: phục vụ nhiều cho việc làm khuôn.

Máy cắt: cầm tay với các đĩa dao cắt dùng để cắt gọt sản phẩm.

Máy khoan cưa: cầm tay với lưỡi cưa tròn có thể khoan cưa các lỗ lớn đường kính đến 100mm, hoặc khoan lỗ bình thường.

Máy đánh bóng: cầm tay hoặc để bàn đánh bóng khuôn và bề mặt sản phẩm.

Máy bắn đinh: chủ yếu phục vụ làm khuôn.

Máy cưa gỗ: phục vụ cưa gỗ làm khuôn và gia cường.

Máy bào gỗ: phục vụ cho bào gỗ làm khuôn và gia cường.

Máy mài: phục vụ mài dụng cụ, có khi cả chi tiết sản phẩm.



Hình 1.6. G100-6 Gelcoat & Resin Spray Gun (Cup Gun)



Hình 1.7. G960 2L 2.5 Gelcoat & Resin Spray Gun



Hình 1.8. G960 9L 2.5 Gelcoat & Resin Spray Gun



Hình 1.9. G960 1L 2.5 Gelcoat & Resin Spray Gun

3.2.1. Thiết bị phun bắn - súng phun

Thiết bị phun bắn bao gồm

- Cơ cấu cắt sợi thủy tinh.
- Khoang hòa trộn xúc tác và resin.
- Họng súng (miệng súng).

Các bộ phận này được gắn liền hoàn với nhau tạo thành súng phun bắn.

Một số loại súng phun:



Hình 1.10. Một số loại đầu phun

3.2.2. Các loại dụng cụ

3.2.2.1. Các loại chổi cọ dẹt

Có chiều rộng thông thường là $2.5 \div 7.5$ cm, dùng để quét lớp gelcoat trên bề mặt khuôn. Chúng được làm bằng các lông mềm mại.

Với các bề mặt lớn có thể dùng con lăn bằng len để tạo lớp gelcoat.

Để tạo các lớp laminate gia cường cũng dùng chổi dẹt và con lăn trên, hoặc làm bằng lông cứng hơn và loại chổi tròn dài và cắt ngắn để dễ dàng vừa quét resin vừa ấn, chắm cho resin thấm vào sợi thủy tinh mà không làm sợi bị xô dạt.



Hình 1.11 Các loại chổi trong công nghệ lăn tay

3.2.1.2. Các loại con lăn

Sử dụng để lăn ép các lớp laminate vừa để chúng liên kết chắc hơn vừa loại trừ bọt khí. Vật liệu làm các loại con lăn là lông cừu, nilông, sợi cứng, dạng bánh răng dài, sợi polythen, nhôm, plastic, sắt thép...

Với công nghệ phun bắn thì con lăn nhôm và plastic là thích hợp.

Các con lăn mềm thường có đường kính $5 \div 7$ cm, chiều dài $15 \div 20$ cm hoặc dài hơn, có lõi cán bằng kim loại, chuôi cầm bằng gỗ hoặc plastic, thường được áp dụng cho những bề mặt rộng lớn như tàu thuyền, bể chứa lớn...Nhiều khi cán được nối dài để người công nhân có thể đứng thao tác trên diện rộng, cao, thuận tiện và năng suất lớn.

Các con lăn bằng kim loại: nhôm, sắt thép thường có đường kính $1.8 \div 3.8\text{cm}$ với chiều dài tương ứng $7.5 \div 17\text{cm}$, đôi khi cần loại đường kính nhỏ và ngắn hơn. Các con lăn kim loại thường được ghép từ các vòng đệm riêng biệt, phân cách nhau bằng các vòng đệm có đường kính nhỏ hơn và xung quanh lõi cán bằng kim loại, đầu cầm bằng gỗ. Cũng có thể làm bằng cách tiện các trục thép tròn với bước răng thích hợp và đầu răng được làm tù và nhẵn. Con lăn kim loại cứng và bền nhất nên được sử dụng rất phổ biến.

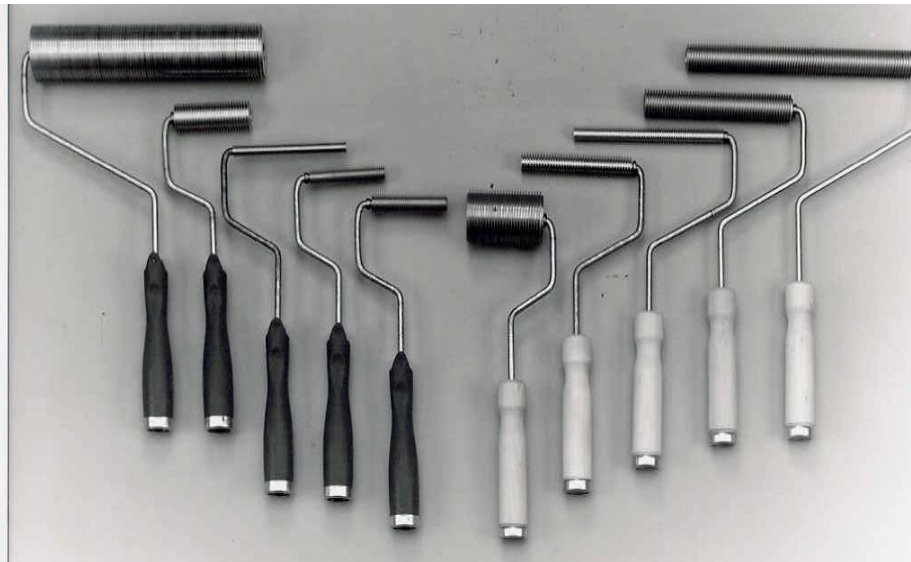
Còn có loại con lăn nhôm, có dạng như bánh xe với rãnh dọc theo chiều dài, đường kính tương tự như con lăn thép. Ngoài ra các con lăn bằng plastic như nilông hoặc polythen cũng được sử dụng. hai loại con lăn bằng nhôm và plastic thường được dùng làm phẳng bề mặt sau cùng trong công nghệ súng phun.

Trong trường hợp khuôn có rãnh, góc, hốc, người ta sử dụng con lăn kim loại với đường kính nhỏ, chiều dài ngắn hoặc con lăn chỉ có một vòng đệm hoặc bánh xe mỏng bằng plastic hoặc kim loại để có thể lăn ép các lớp.

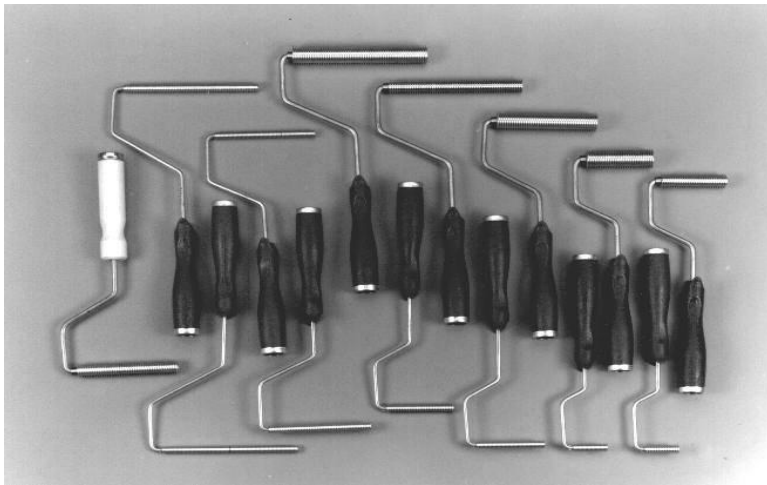
Các loại con lăn nêu trên thường được trang bị với nhiều kích cỡ khác nhau để thuận tiện trong sử dụng.

Tất cả các loại chổi cọ, con lăn phi kim loại đều được rửa sạch trong dung môi acetone, còn các con lăn kim loại ngoài cách rửa bằng dung môi còn có thể đem đốt nóng để keo nhựa cháy hết, sau đó cạo sạch. Sau mỗi ca làm việc phải tiến hành rửa sạch ngay, nếu không resin bám trên chổi cọ và con lăn đóng rắn, không thể sử dụng được nữa - đây là nguyên nhân gây lãng phí dụng cụ rất nhiều trong thực tế sản xuất.

Giới thiệu một số loại con lăn được ứng dụng trong công nghệ đúc tiếp xúc



Hình 1.12. Aluminum Quick Release Rollers



Hình 1.13. Aluminum Deluxe Rollers



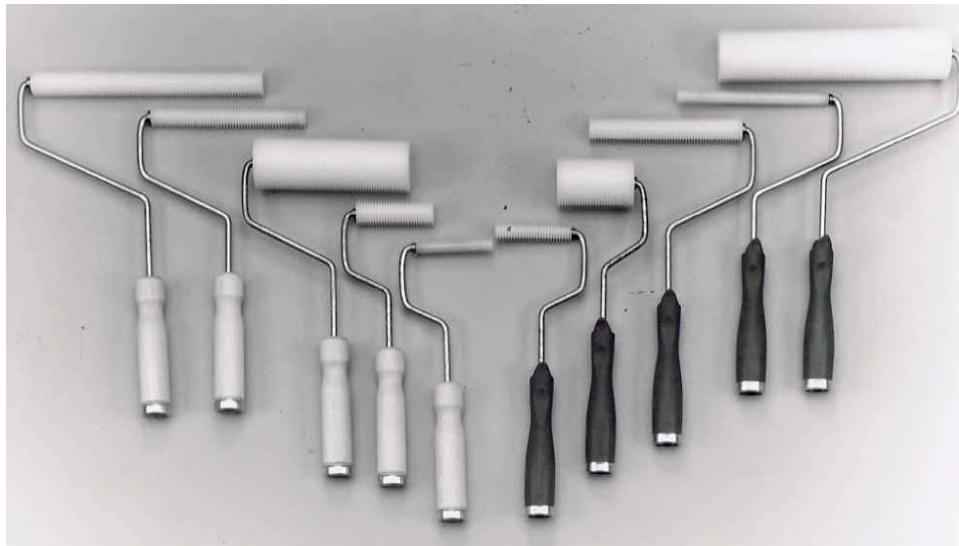
Hình 0-5 Deluxe & Quick Release Aluminum Paddle Rollers



Hình 0-6 Deluxe & Quick Release Slotted Aluminum Paddle



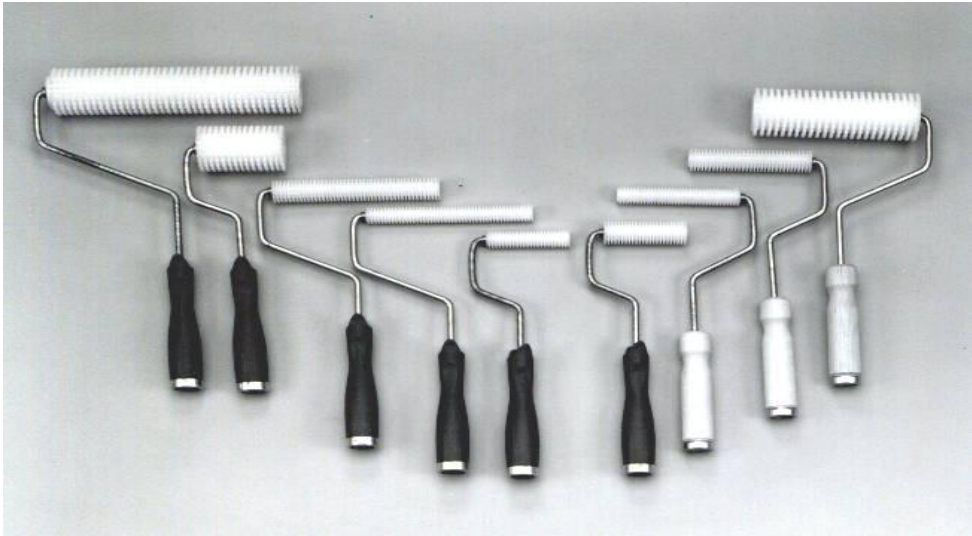
Hình 0-7 Deluxe & Quick Release Aluminum Bubble Buster



Hình 0-8 Plastic Quick Release Rollers



Hình 0-9 Plastic Deluxe Rollers



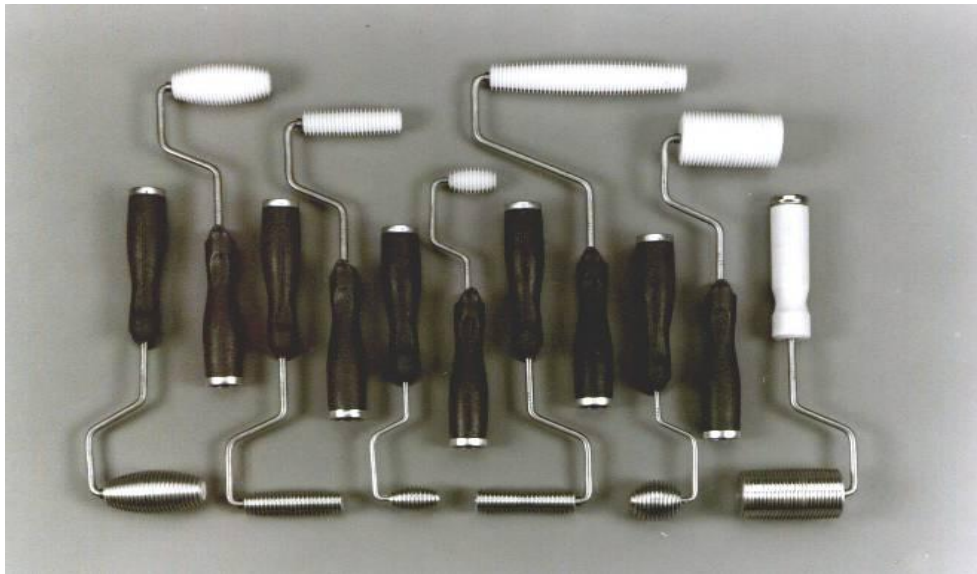
Hình 0-10 Quick Release Plastic Bubble Buster



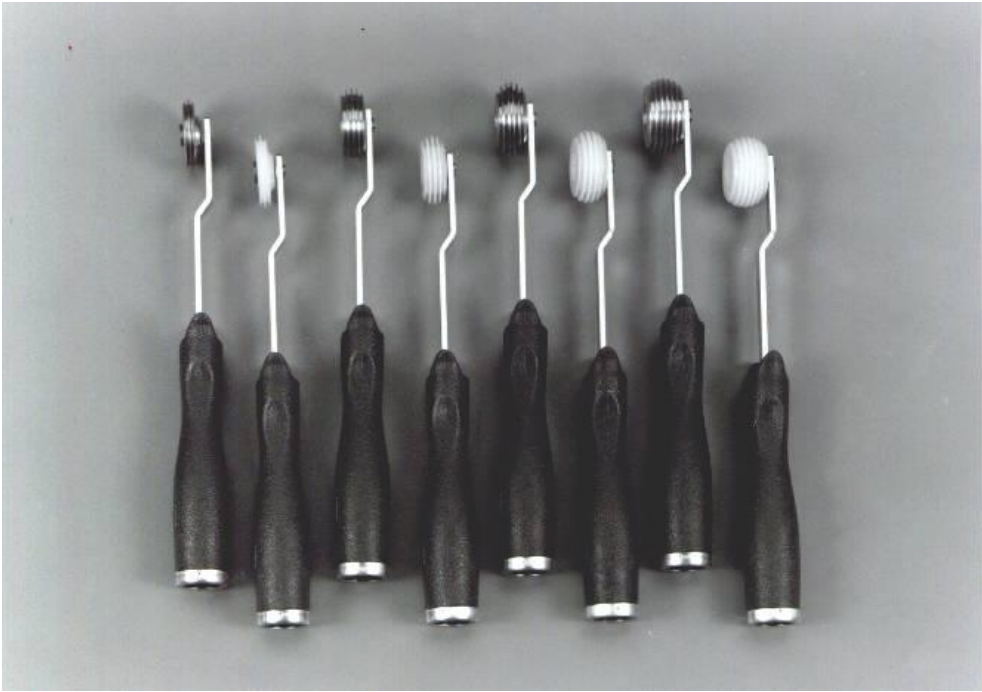
Hình 0-11 Bristle Rollers



Hình 0-12 Roller Sleeves



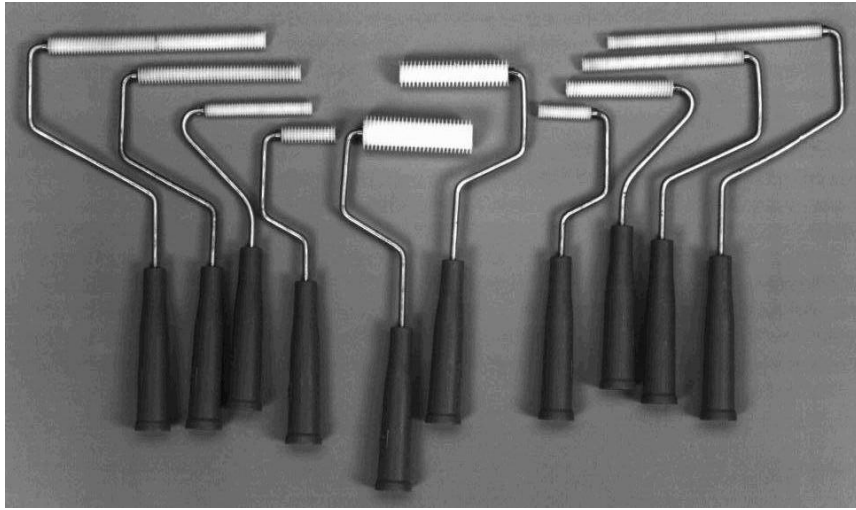
Hình 0-13 Aluminum & Plastic Radius (barrel) Rollers



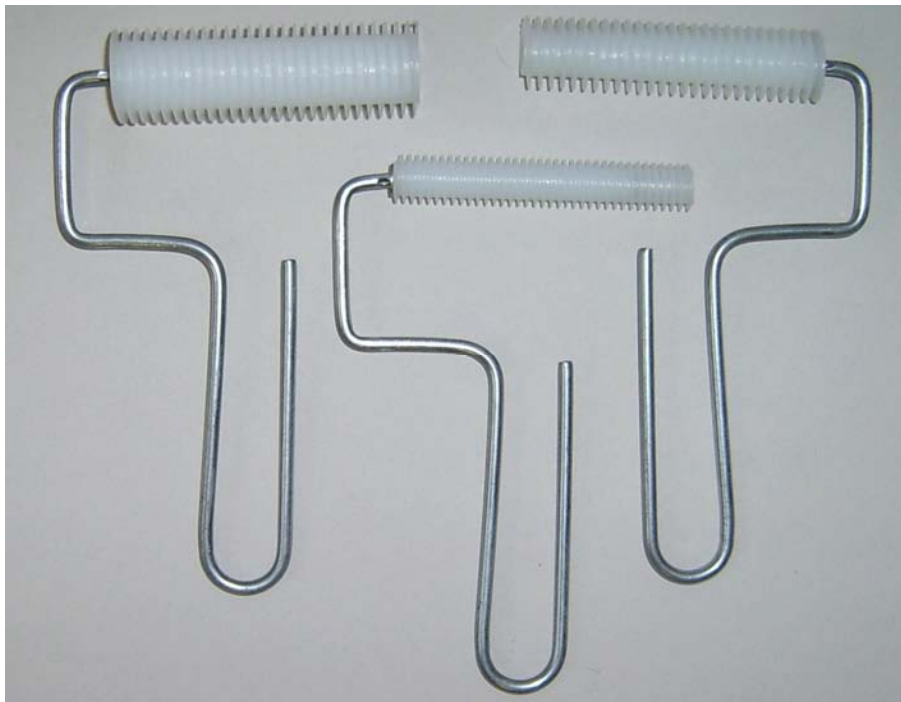
Hình 0-14 Aluminum & Plastic Corner (filet) Rollers



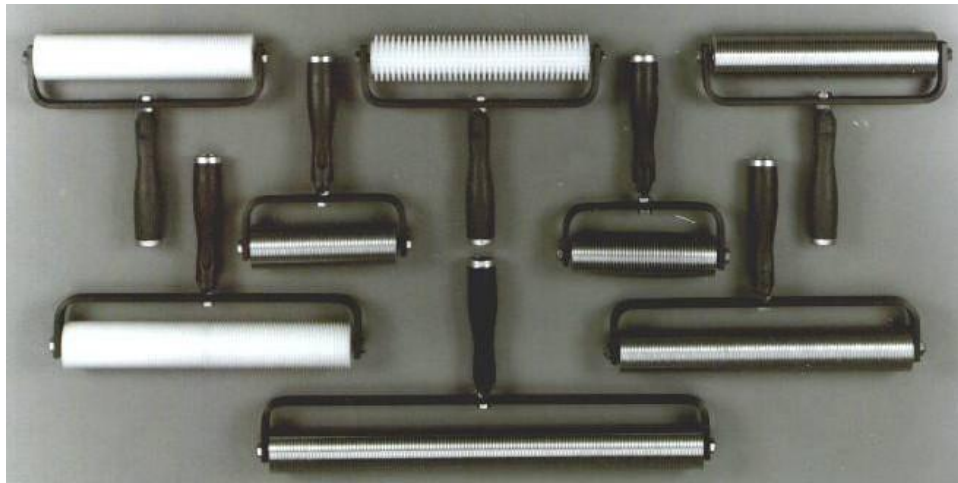
Hình 0-15 Aluminum Economy Rollers



Hình 0-16 Plastic Economy Rollers



Hình 0-17 Plastic Economy Rollers with Wire Handles



Hình 0-18 Panel Rollers

3.2.3.3. Các dụng cụ cắt

Các dụng cụ này bao gồm

- Dao: loại nhỏ, mỏng, mũi sắc dùng để cắt vải sợi thủy tinh trước khi trải lớp. Loại này có ngăn bấm sẵn để khi mũi dao cùn thì dùng kèm bẻ theo ngăn bỏ cái cũ để có mũi dao mới. Đây là loại dao xén giấy trong văn phòng.
- Kéo: chủ yếu dùng để cắt, sửa vải thủy tinh khi trải lớp cho phù hợp với góc cạnh của khuôn. Cắt bỏ các chỗ bọt khí khi lăn ép, hoặc cắt bỏ các cạnh dư thừa khi còn ướt, mềm.
- Cưa sắt: khi Composite đã đóng rắn thì rất cứng cho nên phải có cưa sắt để cắt bỏ các chỗ dư thừa nhỏ, mỏng ngắn; nếu dư lớn dày, dài thì phải dùng đến máy cắt cầm tay.
- Đĩa cắt mài: các đĩa này được gắn với các máy cắt, máy cầm tay với các đường kính khác nhau. Đĩa mài có độ cứng cao, mặt sau được phủ một lớp bột mài tho cứng. Chúng có thể để cắt gọt các chỗ dư thừa hoặc các tấm dài, dày hoặc cắt để tạo các lỗ hổng lớn trên sản phẩm như: cốt ống, cửa tròn của bồn chứa lớn... Ngoài ra còn dùng để mài các chỗ lồi của laminate, hoặc mài bỏ các chỗ bị thấm ướt để dễ thấm ướt các chỗ tiếp theo... Máy cắt mài và đĩa cắt mài là dụng cụ được sử dụng rất nhiều trong công nghệ Composite FRP.

Một số dụng cụ cắt



Hình 1.15. Scissors



Hình 1.16. Heavy Duty Fiberglass Scissors



Hình 1.17. Electric Cordless Cutter



Hình 1.18. Industrial Cordless Fiber Cutter



Hình 1.19. Electric Fiberglass Cutter

3.2.3.4. Các dụng cụ khác

- Dũa kim loại: loại dẹt, bán nguyệt, tròn, rất có tác dụng khi phải dũa gọt nhẵn các cạnh sắc, mép lỗ tròn, các chỗ lồi vừa và nhỏ.
 - Các loại dao bay: được sử dụng chủ yếu cho việc khuấy trộn resin với chất độn dạng bột, chất màu; sử dụng trong việc vá, trám sửa chữa hoặc trong quá trình làm khuôn.
 - Các loại mũi khoan: với lỗ nhỏ thì dùng mũi khoan kim loại, nhưng với đường kính lớn thì dùng mũi khoan dạng lưỡi cưa tròn chuyên dụng. Nếu khoan từ phía gelcoat vào, mũi khoan phải sắc, phía đối diện có đệm gỗ, nếu chiều dày lớn có thể dùng nước làm nguội và bôi trơn.
 - Các loại xô, chậu, gáo, can: thông thường làm bằng nhựa hoặc kim loại với dung tích khác nhau, thông thường từ 4 ÷ 20 lít, riêng gáo có thể dùng loại mức nước thông dụng. Xô, chậu, can dùng để chứa resin và vận chuyển đến chỗ thao tác. Gáo cầm tay để mức resin thao tác quét lớp. Riêng với công nghệ súng phun thì dùng các bình chứa có thang chia dung tích.
- Việc lựa chọn công nghệ có liên quan mật thiết với việc thiết kế sản phẩm. Một số dạng sản phẩm điển hình thường gặp trong thiết kế và những khả năng có thể hoặc không thể áp dụng cho các dạng sản phẩm được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng 0-1 Khả năng áp dụng công nghệ cho các dạng sản phẩm khác nhau

Dạng sản phẩm	Đặc điểm sản phẩm	Công nghệ																	
		Đúc chuyển resin RTM	Đúc ép phun (Injection Moulding)	Đúc kéo (Pultrusion)	Đúc phun phản ứng (RRIM)	Đúc tiếp xúc (Hand lay-up, Spray up)	Đúc nén (Compression SMC)	Cuốn sợi (Filament Winding)	Đúc nén (Compression BMC)	Tiền tạo dạng (Preform Moulding)									
A	Bán kính tối thiểu bên trong (mm)	0.25	0.062	0.06	0.125	0.25	0.06	0.125	0.06	0.125									
B	Lỗ:	Được	Được	Không	Được	Được	Được	Được	Được	Không khuyến khích									
	- Song song										- Thẳng góc	Có thể rắc rối	Có thể rắc rối	Có thể rắc rối					
C	Khe trong khuôn	Không	Không	Không	Được	Không	Được	Được	Được	Không									
D	Nhô ra trong lõi	Có thể	Được với lõi rút vào	Không	Được	Có thể	Có thể nhưng không khuyến khích	Có thể với lõi gấp được	Có thể nhưng không khuyến khích	Không									
E	Cắt dưới	Có thể với khuôn tách rời	Có thể với máng trượt	Được	Được với máng trượt	Có thể với khuôn tách rời	Có thể với máng trượt	Không	Có thể với khuôn tách rời	Không									
F	Chiều dày thành	2.0	1.0	2.0	2.0	1.5	2.0	1.0	1.5	1.25									
	- Tối thiểu (mm)										25	13.25	13	13	Trên 38	6	5	25	6
	- Tối đa (mm)										0.25	0.13	0.25	0.13	0.5	0.13	0.25	0.13	0.13
	- Sai lệch chiều dày (\pm mm) ⁴																		

Dạng sản phẩm	Đặc điểm sản phẩm	Công nghệ								
		Đúc chuyển resin RTM	Đúc ép phun (Injection Moulding)	Đúc kéo (Pultrusion)	Đúc phun phản ứng (RRIM)	Đúc tiếp xúc (Hand lay-up, Spray up)	Đúc nén (Compression SMC)	Cuốn sợi (Filament Winding)	Đúc nén (Compression BMC)	Tiền tạo dạng (Preform Moulding)
G	Góc nghiêng tối thiểu (độ)									
	- Chiều sâu dưới 6 inch - Chiều sâu trên 6 inch	1 3	2 4	0 - 2 0 - 2	1 - 3 3	0 - 2 0 - 2	1 - 3 4	3 3	1 - 3 4	1 - 3 3
H	Gợn sóng	Được	Được	Được	Được	Được	Được	Khó	Được	Được
I	Kim loại bên trong	Được	Được	Được	Được	Được	Được	Được	Được	Không khuyến khích
J	núm	Khó	Được	Không	Được	Được	Được	Không	Được	Không khuyến khích
K	Gân	Khó	Được	Được	Được	Không	Được	Không	Được	Không khuyến khích
L	Chữ chìm trên khuôn	Được	Không	Không	Không	Được	Được	Được	Được	Được
M	Số và chữ nổi	Được	Được	Không	Được	Được	Được	Không	Được	Được
N	Số bề mặt nhẵn bóng	2	2	2	2	1	2	2	2	2
	Chất lượng bề mặt có thể đạt được	Tốt - rất tốt	Xuất sắc	Trung bình - tốt	Xuất sắc	Tốt - rất tốt	Rất tốt - xuất sắc	Tốt	Tốt	Rất tốt

4. Các sự cố thường gặp và cách khắc phục

4.1. Những trục trặc của thiết bị phun bắn

Công nghệ phun bắn được áp dụng nhiều trong sản xuất sản phẩm Composite. Việc sử dụng thiết bị có hiệu quả đòi hỏi công nhân phải nắm vững các cơ cấu, chức năng, cách thao tác, bảo quản, bảo dưỡng thiết bị.

Nếu qua thử nghiệm khẳng định nguyên liệu đảm bảo chất lượng thì nguyên nhân của sự trục trặc thuộc về người vận hành hoặc thiết bị.

Những trục trặc của thiết bị phun spray up thường gặp được nêu trong bảng sau:

Bảng: Những trục trặc của thiết bị phun bắn, nguyên nhân và biện pháp khắc phục

Sự cố	Nguyên nhân và biện pháp khắc phục
Phân tán phân tử kém.	Kiểm tra áp suất khí nén, chiều dài và đường kính ống mềm, đầu cút phun mòn, chụp không khí mòn, van kiểm tra nghẹt, dòng chất lỏng quá nhiều, cơ cấu điều chỉnh không chính xác.
Xáo trộn trong dòng xúc tác.	Van đáy hầu như bị đóng và rung, phin lọc bị tắc, không đủ lưu lượng.
Phun xúc tác quá mức.	Van mở quá rộng, khép bớt van.
Xúc tác xáo trộn khi có áp lực.	Mức chất xúc tác quá thấp, không khí nằm trong ống.
Van xúc tác bị lỏng.	Lò xo yếu do tuổi thọ, kiểm tra đường xúc tác bị hỏng.
Sủi bọt trong bơm, khí bị hút vào bơm.	Địch chuyển xiphông, thả bơm trực tiếp trong resin (gelcoat) nếu do hệ thống xiphông bị rò rỉ; bơm quá nhỏ, resin quá lạnh hoặc quá đặc.
Cơ cấu cắt sợi không hoạt động hoặc chậm.	Mất khí nén, không đủ lưu lượng, bộ điều chỉnh không hoạt động, bánh cao su quá chặt.
Súng phun nhỏ giọt. - Giọt chất lỏng. - Giọt chất xúc tác. - Giọt dung môi.	- Ty cong, kẹt, mòn, cần chỉnh lại vị trí ty; súng phun quá mức; vỏ hoặc nút bị mòn, nổi bị lỏng. - Mòn, hỏng van khí; ty điều chỉnh hỏng; súng phun quá mức; chỗ nổi van hoặc nút bị kẹt; đầu súng và thân súng không thẳng hàng; quạt kiểm soát có thể bị dính xúc tác. - Van mòn hoặc bị tắc; nút mòn; ty hoặc núm bị dính dung môi.
Ống mềm bị quánh.	Cút chất lỏng kém, nút bị kém.
Chiều dài sợi thủy tinh cắt không đều.	Dao cắt kém, hỏng; bánh cao su mòn.
Mẫu cắt thủy tinh hẹp.	Góc dao cắt chưa đúng; khí nén cho dao cắt quá thấp.
Sợi thủy tinh chạy sang một bên.	Dao cắt tuột khỏi hàng; cút chất lỏng mòn hoặc bị tắc.
Tỷ lệ resin/sợi thủy	Khí nén cho bộ cắt chưa điều chỉnh tốt; không chú ý thấm ướt hoặc

Sự cố	Nguyên nhân và biện pháp khắc phục
trình không đều.	thấm ướt quá mức.
Lỗm đóm nóng.	Chất xúc tác hoặc resin trào.
Khoang cắt bị sợi thủy tinh cuộn.	Tốc độ motor quá chậm; quạt khí quá chậm; điện bị hư hỏng; thủy tinh bẩn.

Sự cố	Nguyên nhân và biện pháp khắc phục
Chất phun bị lệch sang một bên.	Một phần chụp khí bị tắc; nút hồng; ty của dòng chất lỏng bị uốn, mòn.
Màng lọc bị tắc.	Vón hạt hoặc một phần bị đông; cặn nguyên liệu.
Trục bơm nhỏ giọt và rung.	Bơm cũ.
Thời gian đông và đóng rắn chậm.	Kiểm tra dòng xúc tác và nguyên liệu. Ô nhiễm dầu hoặc nước; kiểm tra cò súng; kiểm tra bọt khí trong bơm.

4.2. Những khiếm khuyết của laminate

Bảng: Những khiếm khuyết của laminate thường gặp

Khiếm khuyết	Nguyên nhân	Giải thích và biện pháp khắc phục
Màu sắc khác nhau.	Laminate quá nóng hoặc quá lạnh.	Hòa, khuấy xúc tác tốt; giảm hàm lượng xúc tác; giảm resin ứ đọng và sợi thủy tinh ẩm.
Rạn - bèn va đập kém.	- Vải thủy tinh kém. - Do tách khuôn. - Lớp quá mỏng, resin yếu.	- Kiểm tra tỷ lệ sợi thủy tinh so với resin. - Sửa các chỗ gồ gề, giảm các chỗ uốn lượn của khuôn. - Tăng chiều dày, kiểm tra loại và cơ lý tính của resin.
Đóng rắn lâu hoặc sớm.	Có nhiều nguyên nhân khác nhau.	- Kiểm tra loại, tỷ lệ xúc tác, nhiệt độ, chiều dày laminate, thời gian đông đặc và sự ô nhiễm.
Các lớp không liên kết - Từ gelcoat. - Giữa các lớp gia cường.	- Ô nhiễm tạp chất. - Resin - Vải với thủy tinh. - Không đóng rắn hoàn toàn.	- Bụi bậm nhiều trong gelcoat; gelcoat đóng rắn quá lâu; sáp tách khuôn hòa tan trong gelcoat. - Thấm ướt kém, dùng resin không tốt; nhiều sáp trong resin. - Dùng MAT hoặc sợi cắt ngắn giữa các lớp. - Kiểm tra hàm lượng xúc tác, nhiệt độ.
Lớp gelcoat lốm gợn lẩn tẩn.	Có vật chất là trong laminate.	Kiểm tra MAT, có thể có chỗ có nhiều chất tằm hoặc có mặt xấu hơn mặt kia; có vật lạ trong resin.
Resin chảy - vũng. - Thủy tinh không khô.	- Nhiều resin.	- Kiểm tra tỷ lệ resin/sợi; tránh bị ướt.

- Thủy tinh khô.	- Resin quá loãng; thời gian đông đặc lâu.	- Kiểm tra resin, kiểm tra xúc tác, nhiệt độ.
------------------	--	---

Kiểm khuyết	Nguyên nhân	Giải thích và biện pháp khắc phục
Resin rạn nứt.	- Tách khuôn quá sớm. - Quá nóng.	- Tách sản phẩm khi chưa đông rắn hoàn toàn. - Quá nhiều xúc tác, tỏa nhiệt cao.
Thấm resin kém.	- Độ nhớt quá lớn. - Loại và đặc tính của sợi thủy tinh.	- Kiểm tra độ nhớt, độ lạnh, độ ẩm của resin. - Kiểm tra sợi thủy tinh.
Bọng khí.	Không khí xâm nhập.	- Lăn ép kém, thủy tinh thấm chậm; độ nhớt cao; chất độn cao; ứ đọng resin.
Sản phẩm cong vênh.	Không cân đối giữa các lớp.	Áp dụng trải lớp đối xứng.
Sợi thủy tinh in hằn trên lớp gelcoat. - Khi kéo sản phẩm ra. - Sau khi kéo sản phẩm ra.	- Co rút của resin hoặc do nhiệt. - Lớp gelcoat mỏng, chưa đông rắn hoàn toàn, quy trình tạo laminate có vấn đề. - Đông rắn cục bộ.	- Kiểm tra hàm lượng chất xúc tác, nhiệt độ; lớp gelcoat mỏng, đông rắn không hoàn toàn. - Điều chỉnh chiều dày gelcoat; kiểm tra xúc tác nhiệt độ; roving hoặc vải quá sát lớp gelcoat. - Hàm lượng xúc tác quá thấp; nhiệt độ quá thấp, resin tỏa nhiệt mạnh; tách khuôn quá sớm.
Lốm đốm nhẹ.	Không hòa trộn đều chất xúc tác.	Kiểm tra thiết bị, xúc tác và resin.
Đốm nóng.	- Quá nhiều xúc tác. - Có nhiều vùng resin. - Laminate không cân đối.	- Kiểm tra xúc tác cho đúng hàm lượng. - Giảm thành phần resin. - Kiểm tra chiều dày ở nhiều chỗ khác nhau.

4.3. Những kiểm khuyết của lớp phun gelcoat

Trong sản xuất sản phẩm Composite, cho dù trong những điều kiện tốt nhất vẫn có thể xảy ra những sự cố, kiểm khuyết không thể lường trước được. Để đảm bảo có những biện pháp hữu hiệu khắc phục các sự cố, cần phải quan tâm đến các vấn đề sau:

- Kiểm khuyết ấy là như thế nào? Xảy ra ở toàn bộ hay cá biệt ngẫu nhiên một vài chỗ? Toàn bộ sản phẩm hay chỉ một vài sản phẩm?
- Kiểm khuyết xảy ra khi nào: thời gian, thời tiết, độ ẩm khi phun, khi phun, khi làm laminate hay khi lấy sản phẩm khỏi khuôn?
- Kiểm khuyết xảy ra với cùng một thùng gelcoat hay với các thùng khác nhau? Trong một thùng thì có sản phẩm nào tốt ấy không?

- Chỗ khiếm khuyết ấy có trùng với chỗ khiếm khuyết trên khuôn hay không?

Có những thông tin trên, chúng ta dễ dàng tạo ra nguyên nhân và có biện pháp thích hợp để khắc phục. Một số dạng khiếm khuyết thường gặp được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng: Những khuyết điểm của lớp phun gelcoat

Khiếm khuyết	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục hoặc giải thích
Bọng khí.	Không khí xâm nhập do lăn ép.	Kiểm tra con lăn; cải tiến cách lăn ép cho tốt hơn.
Giộp vảy cá sấu. - Trước khi tạo lớp. - Sau hoặc trong khi lăn ép.	- Do chất xúc tác, dung môi, nước hoặc phun quá bị đóng rắn. - Gelcoat loãng, gelcoat đóng rắn không tốt.	- Kiểm tra sự rò rỉ hoặc sự phun quá; không được giảm bằng dung môi; kiểm tra độ ô nhiễm tạp chất; duy trì các đường phun ướt. - Áp dụng chiều dày ướt tối thiểu; màng gelcoat không liên tục; tỷ lệ xúc tác không chính xác, quá cao hoặc quá thấp; thời gian đông đặc quá chậm; nhiệt độ quá thấp; thời gian thực hiện các lớp không hợp lý; khuôn bị ẩm và dơ.
Vết màu.	Gelcoat chảy xệ, gelcoat đóng rắn quá mức.	Kiểm tra tránh không để gelcoat tươi chảy xệ; phun gelcoat tươi sớm hơn; phun màng màu mới phủ lên lớp còn đang ướt.
Gelcoat bị giộp. - Xuất hiện ngay sau khi tách khỏi khuôn, nhất là khi đặt dưới nắng. - Xuất hiện sau khi sản phẩm được lấy từ khuôn.	- Chất xúc tác còn đang phản ứng hoặc chưa đóng rắn hoàn toàn; dung môi nước hoặc dầu; bọng khí. - Chất xúc tác không phản ứng; dung môi, nước hoặc dầu.	- Kiểm tra tỷ lệ phần trăm chất xúc tác, khuấy trộn và sự rò rỉ; kiểm tra đường khí, nguyên liệu và các con lăn; kiểm tra việc lăn. - Kiểm tra mức chất xúc tác, chiều dày màng; kiểm tra đường khí, nguyên liệu và con lăn.
Bạc phần.	- Đóng rắn. - Tạp chất ô nhiễm. - Do khuôn kém.	- Ít hoặc quá nhiều chất xúc tác làm cho không đóng rắn hoàn toàn, kiểm tra mức chất xúc tác, chiều dày màng gelcoat, nước và dung môi. - Bề mặt nhiều bụi bẩn từ không khí; lau chùi chỗ đánh bóng bằng giẻ thấm dung môi. - Đánh bóng lại khuôn và sản phẩm để đạt yêu cầu tốt hơn.
Rạn bề mặt.	- Chất lượng màng gelcoat kém. - Bị chấn động từ phía các lớp. - Chiều dày màng	- Hơi nước hoặc chất lỏng lẫn trong màng gelcoat; kiểm tra nước, chất xúc tác; kiểm tra nước, dung môi; nhiệt độ. - Kiểm tra khi di chuyển hoặc tách khuôn. - Dùng đồng hồ đo kiểm tra.

	gelcoat quá lớn. - Khuôn.	- Khuôn bị khiếm khuyết.
Lỗ trống trong khi phun.	- Tạp chất lớn trong gelcoat. - Thiết bị phun.	- Bụi trong súng phun hoặc trong gelcoat; nguyên liệu để lâu. - Súng bị nghẹt, cần lau chùi; phân tán phân tử bằng khí chưa chuẩn xác.
Khiếm khuyết	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục hoặc giải thích
Rạn do va đập chính diện	Do va đập.	Tránh va đập.
Rạn do lực căng.	- Áp lực do cong vênh. - Khuôn.	- Chiều dày màng quá lớn; tách khuôn sớm, laminate chưa đóng rắn hoàn toàn. - Khuôn bị khiếm khuyết.
Không kết lớp - Phạm vi nhỏ. - Phạm vi rộng.	- Do tạp chất ô nhiễm. - Gelcoat đóng rắn quá mức. - Do ô nhiễm. - Laminate không cân đối.	- Kiểm tra bụi bặm, dung môi. - Kiểm tra tỷ lệ chất xúc tác cao. - Sáp tách khuôn nhiều hoặc trong gelcoat lẫn sáp. - Sợi thủy tinh khô.
Gelcoat bị lõm	- Ô nhiễm bản. - Nguyên nhân khác.	- Kiểm tra nước, dung môi, hoặc khuấy trộn xúc tác chưa đúng; phun quá; resin nhiều bụi bặm. - Nhiều chất tẩm ở sợi thủy tinh; laminate hoặc màng gelcoat mỏng; laminate quá khô; laminate đóng rắn cục bộ; không khí xâm nhập vào laminate.
Độ bóng đục - Xuất hiện trên gelcoat khi lấy sản phẩm ra khỏi khuôn - Sau khi lấy sản phẩm từ khuôn ra.	- Mặt khuôn không bóng - Sáp tích tụ nhiều trong khuôn. - Polystyren tích tụ dần - Bụi bản trong khuôn. - Dung môi hoặc nước. - Chất xúc tác. - PVA không nhẵn hoặc ướt; gelcoat hoặc laminate đóng rắn không tốt.	- Đánh bóng khuôn. - Rửa và đánh bóng lại khuôn. - Đánh nhám hoặc cạo bằng chổi cọ và dung môi mạnh, đọc cảnh báo về dung môi trước khi sử dụng. - Lau sạch khuôn bằng giẻ lau. - Kiểm tra về dung môi hoặc nước, nước thải xâm nhập. - Chất xúc tác từ súng phun bay ra ngoài khuôn. - Kiểm tra kỹ thuật phun; quá mức chất xúc tác, hoặc không đúng tỷ lệ trong gelcoat và laminate; chờ lâu hơn rồi hãy lấy sản phẩm ra; kiểm tra nhiệt độ (tối thiểu 15 ⁰ C); kiểm tra mức ô nhiễm, nước, dầu, dung môi.

Khiếm khuyết	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục hoặc giải thích
Đục hoặc lõm đốm nhẹ ngẫu nhiên.	<ul style="list-style-type: none"> - Gelcoat không phẳng. - Hòa trộn xúc tác không tốt trong gelcoat cũng như laminate. - Dung môi xâm nhập vào gelcoat hoặc laminate. - Nước xâm nhập trong gelcoat hoặc laminate. - Chất xúc tác chưa đảm bảo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phân tán không tốt. - Hòa trộn xúc tác cẩn thận, hoặc điều chỉnh thiết bị để hòa trộn tốt; thiết bị nghẹt (do bơm nguyên liệu hoặc khí nén); đặt mức xúc tác không chuẩn (cao hoặc thấp); súng phun quá gần khuôn. - Kiểm tra quá trình lau chùi; kiểm tra mức xúc tác. - Kiểm tra đường nước thải. - Điều chỉnh lại xúc tác.
Phai màu	<ul style="list-style-type: none"> - Gelcoat đóng rắn không tốt - Lau chùi hoặc dùng hóa chất chưa đúng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra đóng rắn và chiều dày gelcoat. - Không sử dụng chất lau chùi kiềm và acid mạnh.
Sợi thủy tinh in hằn trên gelcoat - méo - lõm.	<ul style="list-style-type: none"> - Đóng rắn chưa hoàn toàn. - Do khuôn. - Do vải thủy tinh. - Màng gelcoat quá mỏng. - Tỏa nhiệt từ laminate cao. 	<ul style="list-style-type: none"> - Điều chỉnh xúc tác; chờ lâu rồi hãy lấy sản phẩm; không được lấy sản phẩm khi còn nóng; kiểm tra nhiệt độ; kiểm tra ô nhiễm nước, dầu, dung môi. - Hoàn thiện lại khuôn. - Quá sát lớp gelcoat. - Tăng chiều dày. - Để đóng rắn chậm hơn; thực hiện laminate từng giai đoạn.
Mất cá.	<ul style="list-style-type: none"> - Ô nhiễm nước, dầu. - Khuôn bị bụi, bẩn. - Màng gelcoat quá mỏng. - Nguyên liệu đặc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra đường nước thải; kiểm tra sáp tách khuôn; kiểm tra dầu bôi trơn. - Dùng giẻ lau. - Điều chỉnh chiều dày. - Kiểm tra nguyên liệu, tránh để lâu.
Gelcoat đông đặc trong thùng chứa.	<ul style="list-style-type: none"> - Do tuổi. - Điều kiện lưu trữ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng thùng ít trước; giữ nắp đậy cho kín; lưu trữ luân phiên. - Áp dụng giới hạn cho phép lưu trữ.
Màu nổi lõm đốm.	<ul style="list-style-type: none"> - Do ô nhiễm. - Vật lạ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lau chùi sạch bơm và đường ống dẫn. - Giữ nguyên liệu trong bình kín; hạn chế phun quá mức; giữ khuôn sạch; súng phun phải thẳng góc với khuôn.
Màu bị phân tách.	Các phân tử màu bị phân tách nhau.	Kiểm tra ô nhiễm nước hoặc dung môi; thiết bị dính bụi bặm; phun nhiều và khô (giữ cho đường phun ướt; lớp gelcoat chảy xệ; tỷ lệ

		lượng phun cao tạo thành dòng chảy trên bề mặt khuôn.
Lỗ hỏng nhỏ	Phân tán phân tử không tốt, không toàn phần.	Lượng phun gelcoat cao; không đủ áp lực để phân tán.
Bề mặt nhám.	<ul style="list-style-type: none"> - Khí xâm nhập. - Xúc tác không đúng. - Chiều dày lớp gelcoat. - Độ nhớt resin. - Nước hoặc dung môi. - Sùi bọt của bơm. - Khuấy trộn quá nhiều. 	<ul style="list-style-type: none"> - Áp lực khí chưa đúng. - Kiểm tra khi mua vật liệu. - Quá dày, cần điều chỉnh. - Độ nhớt chưa chuẩn xác hoặc dùng resin rần; kiểm tra khi mua vật liệu. - Kiểm tra ô nhiễm. - Kiểm tra bơm và sự rò rỉ không khí. - Chỉ khuấy một lần mỗi ngày, trong 10 phút.
<p>Gelcoat bong sớm.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trong lúc đang đóng rắn. <p>- Xuất hiện sau khi đóng rắn.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lượng xúc tác cao hoặc thấp. - Màng gelcoat không phẳng hoặc quá dày. - Gelcoat đóng rắn quá lâu. - Đóng rắn không đều. - Dung môi xâm nhập. - Đóng rắn quá lâu. - Laminate đóng rắn quá nhanh. - Laminate đóng rắn không đều. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra thiết bị đo lường. - Kiểm tra chiều dày, đảm bảo chiều dày đồng đều. - Lớp gelcoat phải được lưu lại trong khuôn ít nhất vài giờ trước khi tạo laminate; nên tạo các lớp trong cùng một ngày. - Xúc tác phân tán không đều. - Kiểm tra ô nhiễm các chất như dầu, nước... - Tiến hành tạo laminate sớm hơn. - Kiểm tra tỷ lệ xúc tác. - Chiều dày laminate không đều; kiểm tra tỷ lệ sợi thủy tinh so với resin.
Resin chảy hoặc bị phân tách.	<ul style="list-style-type: none"> - Bột màu phân tách khỏi resin. - Do ứng dụng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra nguồn nước. - Kỹ thuật phun không chuẩn, gây ra các giọt và dòng; không cho phép phun quá và khô, cần giữ cho đường phun ướt.
Lỗm và vết.	<ul style="list-style-type: none"> - Nhiều gelcoat quá. - Kỹ thuật phun. - Độ nhớt thấp. - Sáp khuôn. - Nguyên nhân khác. 	<ul style="list-style-type: none"> - Điều chỉnh chiều dày. - Dùng khí nén phân tán phân tử gelcoat. - Không đủ resin; giảm nguyên liệu một cách không đúng. - Hàm lượng silicon quá cao. - Chấn động khuôn trước khi đông đặc.
Mềm.	Lớp gelcoat mềm dễ bị xóa.	Gelcoat đóng rắn không hoàn toàn; kiểm tra tỷ lệ xúc tác, ô nhiễm và chiều dày.

Khiếm khuyết	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục hoặc giải thích
Vết màu khác nhau (hiện tượng da gà).	<ul style="list-style-type: none"> - Phun quá mức. - Đường gói đầu không ướt. - Đóng rắn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Không phun quá để ngưng đọng. - Phun đường gói đầu tốt hơn. - Toàn bộ các màng gelcoat đóng rắn như một lớp thuần nhất tốt hơn là đóng rắn từng màng phun riêng biệt.
Lốm đốm nước.	<ul style="list-style-type: none"> - Thường do tiếp xúc nhiệt và độ ẩm quá mức. - Gelcoat đóng rắn không tốt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chỉ sử dụng nguyên liệu được khuyến cho ứng dụng cụ thể; co ngót. - Gelcoat chưa đúng chất lượng.
Gelcoat ngã vàng nhanh chóng và không đều khi đưa ra ánh nắng, nhiệt và độ ẩm.	<ul style="list-style-type: none"> - Polystyren hoặc sáp tích tụ dần trên khuôn và bám vào sản phẩm. - Gelcoat đóng rắn không toàn phần. - Gelcoat không đóng rắn hoàn toàn do ô nhiễm dung môi, độ ẩm dầu. - Gelcoat không đóng rắn toàn phần do nhiệt độ. - Gelcoat không đóng rắn hoàn toàn do nguyên liệu để lâu. - Bong tróc sớm. - Laminate chứa nhiều resin, nóng quá mức. - Gelcoat chảy. - Chiều dày màng không đều. - Lau chùi sản phẩm bằng vải lau dính kiềm. - Súng phun quá gần mặt khuôn. - Chỉ phun có một màng đơn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lau chùi sạch khuôn định kỳ, thường xuyên; không được lau khuôn với styren hoặc dung môi nhiễm bẩn. - Kiểm tra chất lượng gelcoat, tỷ lệ xúc tác. - Kiểm tra độ ẩm hoặc đường khí, dầu hoặc tạp chất trong dung môi. - Không sử dụng gelcoat ở nhiệt độ quá thấp (15⁰C). - Cần sự điều chỉnh nguyên liệu. - Có thể do chiều dày không đều, hòa trộn xúc tác không đều. - Cần tuân theo kỹ thuật tạo laminate. - Do phun quá mức thành dòng hoặc do ô nhiễm làm cho bột màu bị phân tách. - Tránh phun gelcoat thành tia (dòng). - Không được dùng chất kiềm mạnh để lau chùi. - Giữ đúng khoảng cách phun. - Phun nhiều lớp.

CHÖÔNG II: KỸ THUA ẮT COMPOSITE THEO CÔNG NGHỆ SMC

1. GIỚI THIỆU:

➤ SMC là dạng tấm phẳng liên tục và là vật liệu composite có chứa sợi và các loại chất nền nđộc phân tán trong nhđa nhiệt rắn. Nhđa trong tấm SMC chứa nđộc nóng rắn, nhđng có nhđa nhđt rất cao. Nđu nđộc nóng rắn khi gia công tạo sản phẩm cuối cùng bằng cách ép vào khuôn.

➤ SMC có thể dùng để sản xuất các bộ phận và các chi tiết composite có hình dạng phức tạp và thời gian nđnh hình trong khuôn là tổng nđa ngắn. Do nđu composite SMC là rất tiến lđi.

– Tính đa dạng: thành phần và loại sợi trong SMC có thể nđieu khiến một cách đa dạng để sản xuất ra các sản phẩm cuối cùng có tính chất cơ lý khác nhau phù hợp với mức nđích sử dụng.

– Các chi tiết nóng nhất: Các chi tiết SMC có thể nđộc nđnh trong khuôn với các gân, các phần lđi, phần uốn cong, các lđa và các phần lồng vào nhau. Sử dụng các nđc nđnh thiết kế này, một số các bộ phận có thể làm nóng nhất gồm một phần và một số các bộ phận phụ khác.

– Trọng lđng nhẹ: SMC composite có trọng lđng riêng nhđ hơn các cấu trúc kim loại. Kết quả là các chi tiết làm từ SMC sẽ nhđ hơn các chi tiết làm từ kim loại nếu cùng thiết kế. Tđ là về nđa bền trên khối lđng của composite SMC có thể so sánh với nhiều chi tiết làm từ kim loại.

– Sđi nđnh và kích thđc: Các chi tiết làm từ SMC cho thấy có sđi nđnh nhđ và kích thđc hơn là các chi tiết làm từ composite nhđa nhiệt rắn trong một khoảng rộng về nhiệt đđa và nđieu kiến mđi trđng. Thiết kế thay nđi theo nđng cong cũng có thể nđộc nđieu khiến bằng cách thêm vào một số phụ gia làm giảm co ngót. Hơn thế nđa, hệ số nđnh nhiệt của composite SMC có thể nđộc nđieu khiến khớp với thép và nhôm, vì thế các chi tiết làm từ SMC có thể tđng hợp với các chi tiết làm từ nhôm hay thép.

➤ Các ứng dụng của kỹ thuật này: làm các hộp nhiều khiên, máy thể dục, còi máy giặt, ghế mặt bàn, vỏ máy tính, pano ô tô....

➤ Quá trình sản xuất composite SMC có thể chia thành ba giai đoạn chính là Tạo hỗn hợp, ép vào khuôn. Trong giai đoạn tạo hỗn hợp, tấm SMC được sản xuất bằng cách bao sợi giữa hai tấm mang mỏng. Trong tấm SMC cuối cùng chứa một số thành phần nhỏ: nhũ, xúc tác, chất ổn định, và chất làm dẻo. Trong giai đoạn tạo hỗn hợp (ví dụ nhũ của nhũ bên trong nước cho phép tăng cao vì thế tấm SMC có thể cảm nhận được khi có thể nhũ vào gia công. Tùy thuộc vào thành phần trong phase nhũ mà giai đoạn ép có thể tiến hành ngay cho đến vài tháng. Trong giai đoạn ép khuôn, tấm SMC được cắt và đặt vào khuôn nóng. Dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất, màu tiền tấm SMC chảy và điền đầy khuôn và sau đó nguội rắn tạo thành bộ phận cứng. Trong phần ép nguội rắn xảy ra trong khuôn, các phần tử nhũ nước nguội rắn tạo mạng không gian ba chiều.

2. THÀNH PHẦN:

Các thành phần chính trong tấm SMC là nhũ, sợi, và chất ổn định. Một số thành phần khác nhỏ xúc tác, chất làm dẻo, chất ổn định, chất rời khuôn và phụ gia làm giảm co ngót được dùng với một lượng nhỏ. Tuy nhiên chúng đóng vai trò rất quan trọng trong suốt giai đoạn tạo hỗn hợp và ép khuôn.

VD: một công thức SMC nhỏ sau:

- polyester bất bão hòa	10.5
- styren	13.4
- phụ gia giảm co ngót	3.45
- chất ổn định	40.7
- chất làm dẻo	0.7
- xúc tác	0.25
- chất rời khuôn	1.0
- chất ổn định	-
- sợi thủy tinh	30.0

2.1 Nhựa:

➤ Các loại nhựa nômãng dung trong tấm SMC thông thường là nhựa polyester không no, Vinyl ester và nhựa epoxy cứng nômãng dung. Tuy nhiên, thời gian ép khuôn của nhựa epoxy lâu hơn so với nhựa polyester và vinyl ester. Trong thời gian gần đây, nhựa phenol cứng nômãng dung trong SMC, nhựa phenol trong SMC làm giảm khả năng cháy, giảm sô sinh khối và ổn định nhiệt cao hơn tấm SMC làm từ polyester.

➤ Các loại nhựa nômãng dung trong SMC như polyester hoặc vinyl ester nômãng trộn với styren với thành phần từ 30-50% về khối lượng. Phụ thuộc vào loại nhựa và thành phần styren trong nó mà nhiệt độ nômãng của hỗn hợp vào khoảng 300 đến 3000 °C. Với hàm lượng styren cao sẽ tạo sô thấm ô nhiễm môi trường và sô vì nhiệt độ của hỗn hợp thấp. Tuy nhiên, hàm lượng styren vượt quá giới hạn cho phép thì sẽ làm giảm độ bền và các tính chất nhiệt của nhựa sau khi nômãng rắn.

➤ Trong thời gian gần đây các loại nhựa ghép giữa polyester không no với urethane cứng nômãng sô dung. Trong các loại nhựa ghép này, polyester có trong lượng phần tử thấp phản ứng với diisocyanate với sô hiện diện của styren. Phản ứng này tạo ra một polymer mạch thẳng có trong lượng phần tử cao hơn tồn tại trong dung dịch styren. Polymer mạch thẳng này có thể nômãng rắn với xúc tác thông thường. Nhiệt độ và tính chất cơ lý của nhựa ghép có thể nômãng nhiều khi nômãng bằng cách thay đổi cấu trúc hóa học của polyester và diisocyanate. Ngoài ra loại nhựa này còn có một ưu điểm nữa là có hàm lượng styren thấp (dưới 25%).

2.2 Sợi:

➤ Loại sô nômãng dung trong công nghệ SMC thông thường là E-glass. Một số loại sô khác như S-2 glass, carbon, Kevlar 49 nômãng dung có giới hạn. Trong số các loại sô thì E-glass có mô đun đàn hồi thấp nhất và có khối lượng riêng tổng số cao. Tuy nhiên, giá thành của nó rẻ hơn các loại sô gia công khác. Do đó E-glass nômãng chấp nhận trong công nghệ SMC.

➤ Có hai dạng sô ngắn (không liên tục) và sô dài (liên tục) nếu nômãng dung trong công nghệ SMC. Sô ngắn (nômãng hòmng tối đa trong tấm phẳng) thông nômãng

dùng trong các ứng dụng yêu cầu tính chất nâng đỡ (cân bằng tính chất theo mọi hướng). Sợi dài, nhồi nhét trực tiếp trong tấm phẳng, tạo ra sản phẩm có độ bền và mô đun rất cao theo hướng nhồi nhét của sợi; tuy nhiên, độ bền và mô đun theo hướng ngược lại lại tương đối thấp. Nếu cần thiết độ bền và mô đun theo phương ngang thì người ta dùng kết hợp giữa sợi ngắn và sợi dài, trong trường hợp này sợi ngắn nhồi nhét hướng tối đa trong cấu trúc nhồi nhét của sợi dài.

➤ Trong công nghệ SMC thì sợi dài thông dụng là sợi roving và sợi ngắn thu nhồi bằng cách chắt sợi roving, kích thước của sợi ngắn khoảng chừng 1 inch. Thành phần sợi trong SMC rất đa dạng khác theo yêu cầu của ứng dụng. Thành phần sợi cao vào khoảng 50 – 70% và khối lượng, nhồi nhét nên sản xuất các chi tiết cần độ bền và mô đun cao. Chất nhồi sẽ không nhồi thêm vào tấm SMC có chứa nhiều hơn 60% sợi. Thông thường, độ nhồi của tấm SMC cao sẽ làm giảm khả năng chảy của nhồi trong khuôn, vì thế làm hạn chế quá trình nhồi nhét khuôn. SMC nhồi nhét kết theo dạng sợi đứt trong nhồi nhét nhồi nhét như sau:

- “SMC-R” trong nhồi R là sợi ngắn nhồi nhét tối đa.
- “SMC-CR” trong nhồi C là chắt sợi liên tục nhồi nhét và R là sợi ngắn nhồi nhét tối đa.
- “XMC” trong nhồi X là sợi ngắn chắt nhau của sợi dài trong tấm SMC.

Với SMC-R và SMC-CR thì các con số viết theo sau chắt thành phần của loại sợi nhồi nhét trong. Thí dụ: SMC-R40 là tấm SMC có chứa 40% sợi ngắn nhồi nhét tối đa; SMC-C30R10 là tấm SMC có chứa 30% sợi dài và 10% sợi ngắn. Thành phần sợi trong XMC vào khoảng 70% và phần lớn là sợi liên tục. Trong XMC cũng có thể chứa một lượng nhỏ sợi ngắn nhồi nhét ngẫu nhiên nếu cần tính chất cốt lõi theo phương ngang. Góc nhồi nhét giữa các sợi dài khoảng 5-7°.

II.2.3 Chất nhồi:

➤ Chất nhồi trong SMC có một số chức năng sau: làm giảm độ co ngót của nhồi, cải thiện khả năng nhồi nhét khuôn bằng cách làm cho quá trình chảy tốt hơn, và làm tăng chất lượng bề mặt sản phẩm. Các chất nhồi cũng làm giảm giá thành của sản phẩm, vì thế các chất nhồi rẻ hơn nhồi nhét và có thể thay thế cho nhồi.

➤ Calci carbonate là chất nền thông phổ dụng trong công nghệ SMC. Kaolin clay, talc, bột thủy tinh và aluminium trihydrate ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) là cũng phổ dụng nhờ chất nền. Aluminium trihydrate là loại chất nền có khả năng chống cháy cao bởi vì nó có trong phản ứng nhiệt phân giải phóng ra nhiệt độ $220^{\circ}C$. Vì vậy nó phổ dụng trong sản xuất các thiết bị điện, trong xây dựng ...

➤ Tỷ lệ giữa chất nền và nhựa trong tấm SMC tùy thuộc vào nhiệt độ của nhựa, nhiệt độ ảnh hưởng đến quá trình thẩm thấu sợi và tính cháy trong khuôn. Thông thường khi hàm lượng sợi cao thì nên dùng tỷ lệ nền trên nhựa thấp VD: SMC-R30, SMC-R50, SMC-R65 thì tỷ lệ nền là 1.5, 0.5, 0.

➤ Các loại chất nền có khả năng dẫn điện thành thạo dùng trong SMC gia công sợi thủy tinh để làm giảm số tích điện.

11.2.4 Xúc tác:

➤ Chức năng của xúc tác là khơi mào phản ứng nóng chảy ở nhiệt độ cao. Các xúc tác thông dụng là peroxide hữu cơ, như t-butyl perbenzoate (TBPB), chúng bị phân hủy ở nhiệt độ ép khuôn và sinh ra gốc tự do. Các gốc tự do này phản ứng với styren và polyester làm phá vỡ liên kết nối carbon-carbon, do đó khơi mào cho phản ứng nóng chảy.

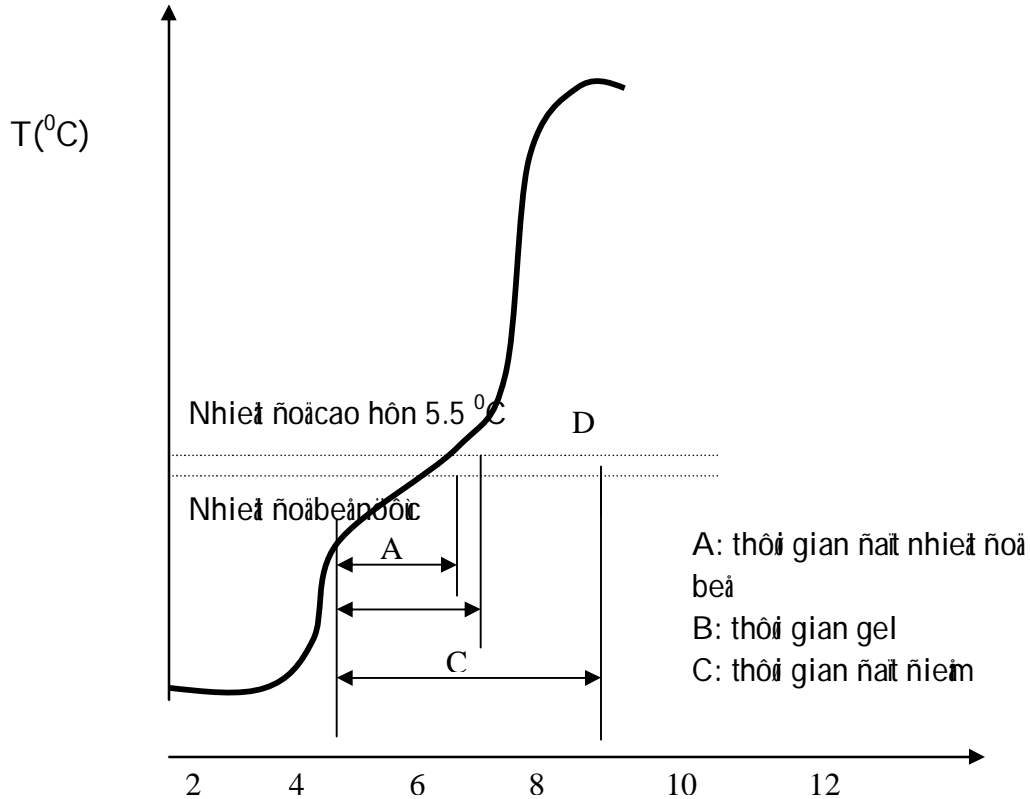
➤ Tốc độ phản ứng xúc tác cho ra gốc tự do tăng lên theo số tầng nhiệt độ xung quanh khuôn. Tốc độ phản ứng của xúc tác phổ biến theo $t_{1/2}$, là thời gian mà xúc tác phân hủy hết một nửa.

➤ Một loại xúc tác khác phổ biến sử dụng trong công nghệ SMC là các hợp chất azo. Các xúc tác này ít nguy hiểm hơn các xúc tác peroxide so về mặt hoạt tính.

➤ Nước nhậm nóng chảy của hệ nhựa-xúc tác thông phổ biến như bằng cách kiểm tra thời gian gel SPI. Trong phương pháp kiểm tra này, 10 gam nhựa với xúc tác trong một ống nghiệm tiêu chuẩn. Ống nghiệm này phổ biến ngâm trong bồn nước ở nhiệt độ $82^{\circ}C$, nhiệt độ tăng lên trong hỗn hợp phổ biến theo dõi bằng một nhiệt kế đặt trong ống nghiệm. Từ nồng độ công nhiệt độ theo thời gian, ta nhận được thời gian gel. Nhiệt sinh ra từ phản ứng nóng chảy tăng theo số tầng nhiệt độ của hỗn hợp, nó xúc tiến cho quá trình phân hủy xúc tác. Kết quả là tốc độ nóng chảy tăng lên và nhiệt độ cũng tăng lên, bởi vì nhiệt sinh ra từ phản ứng nóng chảy không phổ biến khuếch tán ra môi trường xung quanh. Nồng độ công thời gian gel SPI cho thấy nhanh nhiệt

(exothermic), tại đó cho ta biết phản ứng nóng rắn đã hoàn thành. Nhiệt độ của phản ứng xác định tốc độ nóng rắn, phụ thuộc chủ yếu vào hoạt tính của xúc tác. Thời gian mà ở nhiệt độ tăng lên 5.5°C so với nhiệt độ của bồn nhiệt độ xem như thời gian bắt đầu gel.

➤ Một cách dùng để giảm thời gian nóng rắn của nhựa là trộn một lượng nhỏ xúc tác ở nhiệt độ thấp, như TBPO, và với một lượng xúc tác ở nhiệt độ cao như TBPB. Hệ xúc tác kép làm giảm đáng kể thời gian gel và thời gian nóng rắn.



2.5 Chất ức chế

➤ Chất ức chế được thêm vào hỗn hợp nhựa làm SMC với một lượng theo yêu cầu của sản phẩm nhằm mục đích ngăn hay giảm phản ứng nóng rắn có thể xảy ra trong quá trình trộn, và lưu trữ. Việc này làm tăng thời gian lưu của tấm SMC trước khi đưa vào ép tạo sản phẩm. Khi tấm SMC được đặt vào trong khuôn nóng, phản ứng nóng rắn bắt đầu tiến hành xảy ra chậm lại do chất ức chế không có ảnh hưởng trong một thời gian ngắn kể từ lúc mới được trộn. Sau đó chất xúc tác bắt đầu hoạt động và phản ứng nóng rắn xúc tác tiến hành trong khuôn.

➤ Hydroquinon và parabenzoquinon là hai chất ức chế thông thường được dùng nhất trong công nghệ SMC. Bởi vì chất ức chế làm giảm tốc độ nóng chảy và phụ thuộc với số tầng nóng chảy ở giai đoạn đầu của quá trình ép khuôn, số chảy trong khuôn có thể nhiều khiến nước bằng cách lựa chọn chất xúc tác và chất ức chế chung với nhau.

2.6 Chất rời khuôn ngoài:

➤ Chức năng của chất rời khuôn là ngăn sự kết dính giữa nhôa và bề mặt khuôn, vì thế có thể loại sản phẩm từ khuôn. Chất rời khuôn ngoài được trộn trong phase nhôa và thông cho hiệu quả tốt. Tuy nhiên, nó với những chi tiết lạnh thì cần phải phun chất rời khuôn lên bề mặt khuôn trước khi thực hiện ép.

➤ Lựa chọn chất rời khuôn là dựa vào nhiệt chảy của chúng, nhiệt nóng chảy của nó phải thấp hơn nhiệt nóng chảy của khuôn. Thông dụng chất rời khuôn là kẽm stearate (mp 130°C) và calcium stearate (mp 150°C). Chúng có thể sử dụng ở nhiệt nóng chảy lên đến 155-165°C. Cả hai loại chất bôi trơn này có dạng bột ở nhiệt nóng chảy những hòa tan dễ dàng trong nhôa. Chúng được thêm vào với một lượng nhỏ thông thường chỉ 2% trên tổng khối lượng của hỗn hợp. Nếu dùng quá nhiều chất rời khuôn ngoài thì sẽ làm giảm độ bền kéo của sản phẩm.

2.7 Chất làm dày:

➤ Vai trò của chất làm dày là làm tăng độ nhớt của nhôa vì thế làm SMC có thể cầm nước, cát, chong, và nhất là trên bề mặt khuôn. Ở trạng thái này, nhôa chứa nước nóng chảy, những độ nhớt vào khoảng 30×10^6 đến 100×10^6 cp. Ở nhiều kiện này, làm SMC khó và cảm thấy không dính, những có thể uốn nước.

➤ Các loại chất làm tăng độ dày cho nhôa polyester và vinyl ester là oxid và hydroxide của kim loại kiềm nhóm 2A nhỏ: MgO, CaO, Mg(OH)₂. Các oxide và hydroxide này phản ứng với nhôa qua hai giai đoạn. Nước cho trong ví dụ dưới đây.

➤ Muối trung hòa hình thành trong phản ứng này có trong lượng phần tử cao hơn nhôa. Nó có thể trở lại phản ứng với muối bazơ làm tăng trong lượng phần tử và vì thế làm tăng độ nhớt của phase nhôa.

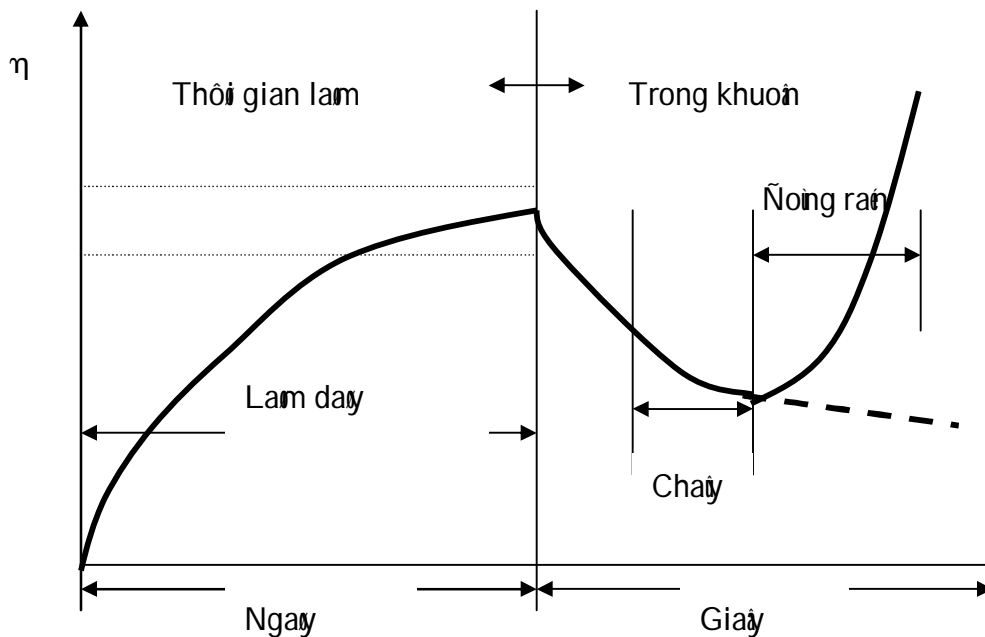
➤ Oxid và hydroxide kim loại phản ứng ngay lập tức với nhôa khi nước trộn vào trong thành phần nhôa. Độ nhớt của hỗn hợp tăng lên nhanh tại thời điểm bắt

nhàu và nứt mẻ. Sau mỗi lần gia nhiệt khoảng 1 giờ, sau mỗi khoảng thời gian và mỗi lần gia nhiệt thời gian ủ. Tốc độ gia nhiệt nhiều khiến nước bằng cách thêm vào các chất làm tăng độ nhớt khác nhau. Cũng có thể làm tăng độ nhớt bằng cách tăng độ ẩm của nhớt. Tuy nhiên, nếu độ nhớt tăng lên quá nhanh sau khi trộn hỗn hợp, thì sẽ không thể thấm ướt nhớt tốt vì vậy làm giảm tính chất cơ lý của sản phẩm.

➤ Khi tấm SMC gia nhiệt trong khuôn thì độ nhớt giảm, vì các phân tử trong lồng cao của muối trung hòa bị hòa tan thành các phân tử nhớt ở nhiệt độ của khuôn. Ở giai đoạn này trong khuôn, trước khi nóng chảy, nhớt phải có độ nhớt thấp nếu có thể chảy tốt trong khuôn. Ngược lại, thì khuôn không thể nhớt nên này, hoặc tạo bọt khí trong sản phẩm. Và nếu cũng nói tới một áp suất nén lớn nên ép sản phẩm.

➤ Áp suất khuôn và độ nhớt giảm một khoảng trong suốt quá trình ép, phụ thuộc vào độ nhớt cuối cùng của tấm SMC trước khi ép. Độ nhớt cuối cùng thì phụ thuộc vào loại và hàm lượng chất làm dày. Trong ví dụ chất làm dày là magie oxide và magie hydroxide nước dùng cho hệ nhớt cơ ngót thấp. Magie oxide ở nhiệt độ thấp, làm tăng độ nhớt này cao hơn magie hydroxide. Tuy nhiên, sau đó thì tốc độ tăng độ nhớt thấp hơn trong quá trình làm chín.

➤ Một ghi chú quan trọng là độ nhớt cuối cùng của tấm SMC vào khoảng 50×10^6 đến 130×10^6 cp thì sẽ tạo ra sản phẩm tốt. Nếu độ nhớt cuối cùng nhỏ hơn 50×10^6 cp thì nhớt có xu hướng tách rời sẽ sôi trong quá trình ép khuôn, còn nếu độ nhớt lớn hơn 130×10^6 cp thì nhớt khó nhện này khuôn.



2.8 Phủ gia giảm co ngót:

➤ Phủ gia giảm co ngót là các loại bột nhồi nhiệt dẻo, chúng nóng chảy trong nhồi polyester và vinyl ester nên nhiều khi cần nhồi vào composite SMC. Cả hai loại nhồi này giảm nhồi co ngót theo chiều dài từ 5-9% bởi vì có sự kết hợp co ngót do nóng chảy trong khuôn và co ngót nhiệt do làm nguội ở ngoài khuôn. Bên cạnh nội số thay đổi kích thước của sản phẩm, co ngót còn thể hiện biến dạng một số mặt nhỏ dài, ngắn, lõm, lồi, ...

➤ Sợi co ngót trong composite SMC có thể giảm bằng cách thêm vào 10-20% nhồi nhiệt dẻo như polyvinyl acetate, polycaprolacton, polyacrylate copolymer, cellulose acetate butyrate, polystyren và polyethylen. Polyvinyl acetate là có hiệu quả nhiều khi cần co ngót cao nhất; tuy nhiên, nó không chấp nhận mau tốt. Polyethylen và polystyren là có hiệu quả nhiều khi cần co ngót thấp nhất nhưng chúng chấp nhận các loại bột mau rất tốt. Một số loại nhồi nhiệt dẻo nóng chảy tan trong styren trước khi trộn với nhồi nền. Một số loại nhồi khác nóng chảy trực tiếp vào trong nhồi nền. Các loại nhồi chừa phủ gia giảm co ngót còn nóng chảy là loại nhồi có nhồi co ngót thấp.

➤ Theo Atkin thì các phôi gia nhôa nhiệt để phản tain và hình thành phase phản tain thoi hai trong nhôa nê n tai thời niêm nôi ng rân mánh mẽ Phase nhôa nhiệt để nay háp phôi môt lôi ng nôi styren và nhôa nê n chôi nôi ng rân. Sôi giân nôi nhiet cao của nhôa nhiệt để và áp suất hôi của styren háp phôi trong nôi khãng côi lai sôi co ngoi do nôi ng rân của nhôa nê n. Các lôn hoi li ti nôi c hình thành trong phase nhôa nhiệt để do sôi trung hoi của nhôa và của styren con dô. Khi các sản phẩm ép khuôn nôi c lam nguôi ôi bên ngoai khuôn, các nhôa nê n và nhôa nhiệt để phản tain trong nôi co lai. Tuy nhiên, nhiệt nôi chuyên thuytinh của nhôa nê n nôi nôi ng rân cao hôn nhiệt nôi chuyên thuytinh của nhôa nhiệt để, tốc nôi co rút nhiệt của nhôa nê n nôi nôi c nôi ng rân lai hôn so với phase nhôa nhiệt để. Sôi khác biệt giũa hai tốc nôi co ngoi gây ra các lôn hoi và hình thành các vết rân nôi li ti ôi tai be măt tiếp xúc giũa hai phase, các lôn hoi và vết rân nay sẽ bu vào phần co rút nhiệt của nhôa nôi ng rân.

➤ Ross và công sôi thì cho rằng các phôi gia giâm co ngoi côi kết quai với môt lôi ng lôn styren và nhôa hoat tính cao. Ham lôi ng styren là quan trọng bôi vì nôi giân nôi cung với phase nhôa nhiệt để nê n bu lai nôi c sôi co ngoi do trung hoi. Nhôa hoat tính cao cho phép hoi hoi rân chât của phase liên tức trong trôi ng hoi nôi nôi ng rân thâp. Nhiệt nôi tâng nhanh tai niêm hoan tât nôi ng rân, tai nay sôi giân nôi nhiet tâng nhanh và hình thành các lôn hoi li ti trong phase nhôa nhiệt để.

2.9 Màu:

Các màu hoi côi và voacô, ôi đing bôt và nôi c thêm vào tain SMC nê n tai màu cho sản phẩm. Màu voacô, nhô titan oxide hoac sắt oxide, côi khoi lôi ng riêng cao, háp phôi dôi thâp và nôi nôi nhiet cao hôn các loai chât màu hoi côi.

2.10 - Các loai phôi gia khác:

Môt số loai phôi gia nôi c cho vào phase nhôa nhô : chât chống chây, chống UV và tâng và nâp. Môt số phôi gia rất cần thiết nôi là phôi gia lam tâng và nâp nhô các elastomer nhô acrylonitrine và styren-butadien copolymer, nôi c thêm nôi c sôi háp thu nôi ng lôi ng và nâp. Các loai chât tâng khâi nôi ng và nâp nay thôi ng thêm vào phase nhôa ôi đing lôi ng. Tuy nhiên, trong composite nôi nôi ng rân, chúng tồn tai dôi đing các hạt cao su riêng biệt côi kích thôi c từ 5-25 μm và lam cho nhôa nê n dai nhô lam nhôa khãng và nâp cao PS.

3 SẢN XUẤT TẤM SMC:

Các bước trong sản xuất tấm SMC là trộn, tạo hỗn hợp, ủ và lưu trữ Phase nhôa nôiic chuẩn bị trong giai đoạn trộn. Sôi nôiic thêm vào phase nhôa trong giai đoạn tạo compound, sau đó nhôa thêm ôit sôi trong giai đoạn làm cứng. Cả hai công đoạn tạo hỗn hợp và làm cứng cho SMC-R và SMC-CR là nôiic thực hiện trên máy SMC (hình 2.6), nôiic với XMC, hai công đoạn này nôiic tiến hành trên máy cuốn sôi. Cuối cùng, giai đoạn ủ nôiic dung để làm tăng độ nhôa của phase nhôa trong tấm SMC nên mỗi giai đoạn phù hợp cho việc gia công trên khuôn.

3.1 - Trộn hỗn hợp:

Nhiều thành phần trong công thức SMC nôiic chia thành hai phần:

1. Phần (A) chứa nhôa, phụ gia giảm co ngót, xúc tác, chất ôic che phủ chất roic khuôn và phần lõi chính.
2. Phần (B) chứa chất làm dày trong nhôa chứa ôit nhôa cao, bột màu và phần còn lại của chất nhôa.

Các thành phần trong mỗi phần nôiic trộn phần này trong một máy trộn mạnh liêt. Trong phần thôn nhất, nhôa nhiệt độ nôiic thêm vào nhôa nên trộn tiến và trộn rung nặng một khoảng thời gian vài năm chung nhau phần này trong nhôa nên. Phần B nôiic trộn với phần A ngay lập tức trộn khi phase nhôa nôiic chuyển vào máy SMC. Sôi dung cần không trong suốt quá trình trộn để giảm sôi hình thành bọt khí bên trong phase nhôa.

Một số công thức tham khảo trong kỹ thuật SMC:

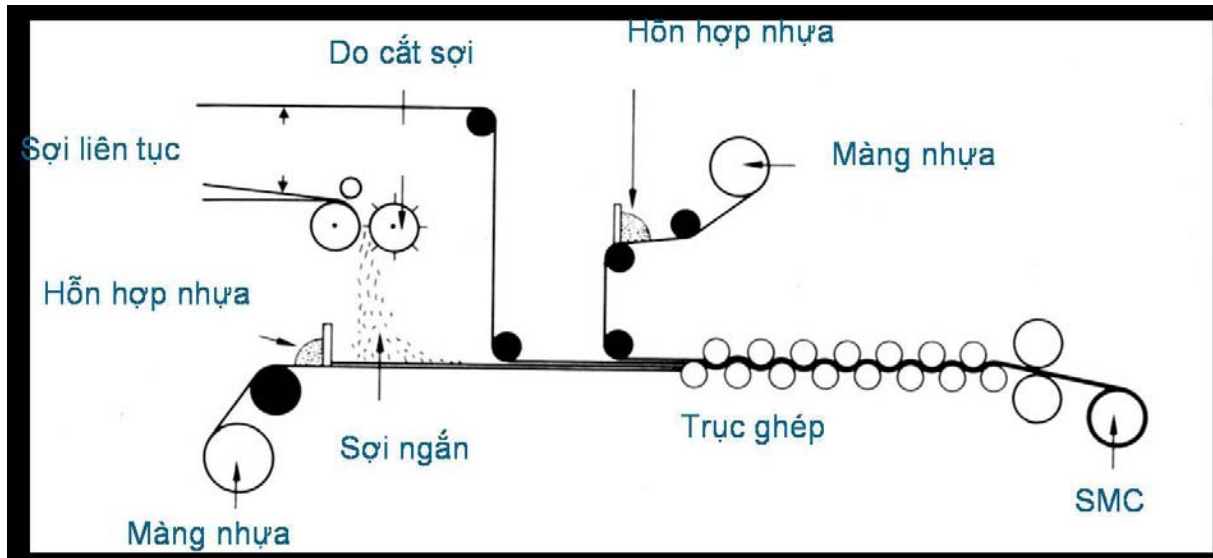
Thành phần	SMC-R30	SMC-R50	SMC-R65
Nhôa	100	100	100
Nhôa nhiệt độ	15	15	0
Phụ gia			
Xúc tác	1	1	1
Chất roic khuôn	5	3	3
Chất nhôa	100	20	0
Chất làm dày	5	6	6
Sôi	97	145	204

3.2 - Tạo compound:

Phase nhöa ñöôc ñoàhoac phun leïn taám mang polyethylen dày khoảng 0.05mm ôitai hai dao ñình löông. Coitheñieù khieïn ñöôc ñoàday của nhöa trên hai taám mang bằng dao nay. Söi lieïn tuc ñöôc ñoà qua may chat dai theo yeu cau. Các söi ngay röi trên taám mang ñöôc phuïnhoà ôibeïn döôi möt cach töi do. Nöi vöi sản phẩm SMC-CR thì löp söi lieïn tuc ñöôc ñaät trên löp söi ngay xap seép töi do. Mang ethylen ôitren ñañoöôc phuïmöt löp nhöa möing ñöôc gaïn ket vöi mang döôi ñaicoïnhoà vaø söi. Cấu trúc sandwich nay ñöôc keò qua böaphaïn ep lam cöng, ôiñoösöi ñöôc tham ööt vöi phase nhöa.

3.3 - Cöng ñoàn ep lam cöng:

Cöng ñoàn neïn ep thöông ñöôc thöc hieïn vöi möt chuoái trúc röng vöi khoảng cach giöa hai cäp trúc gaïm dai cho ñeïn böaphaïn cuoïn. Các trúc nay ñöôc lam bằng thep hoac nhôm vaøñöôc phuïmöt löp Teflon vaøcoitheñieù nhaim hoac xoan ñeïlam taäng söi tham ööt. Äp suät neïn giöa hai trúc lam cho quatrình tham ööt giöa nhöa vaø söi töt hôn. Möt söá trúc, trong ñoäi ñaët laø trúc cuoái ñöôc gia nhieät ôibeïn trong ñeä ñieù khieïn nhieät ñoätren beamaät. Söi taäng nhieät ñoä của taám SMC lam cho ñoänhöit của nhöa gaïm vaølam gaïm thöi gian uü Ñoänhöit của nhöa gaïm lam taäng ñoätham ööt giöa söi vaønhöa. Möt hay nhieù trúc trong phaïn neïn ep nay coisöidung thieät bö chaim löa cho löp mang polyethylen cho pheép các böi khí thoät ra. Keò taám SMC qua möt trúc cain löi ôicuoái böaphaïn ep coitheñieùlam gaïm hôn nöa các böi khí bằng cach ep chat lam cho không khí ñi ra ngoäi.



Quy trình sản xuất tấm SMC

3.4 - Giai đoạn ủ

Cuộn SMC nóng ủ trong một môi trường nóng kiểm soát. Nhiệt độ ủ khoảng 29-32°C, thời gian ủ từ 1-7 ngày tùy thuộc vào sợi kết hợp của nhựa và chất làm dày. Sau giai đoạn này, cuộn SMC nóng di chuyển ra khỏi phòng ủ và có thể đem vào gia công hoặc cắt giũa tiếp ở nhiệt độ phòng trong một vài ngày hoặc vài tháng. Thời gian cắt giũa phụ thuộc vào sợi kết hợp giữa chất ức chế và chất xúc tác hoặc nhiệt độ.

4 KỸ THUẬT GIA CÔNG EP THÀNH PHẨM:

4.1 Giới thiệu:

Ép khuôn là kỹ thuật lâu đời nhất trong công nghiệp gia công nhựa. Truyền thống, thông số dùng ép nhựa nhiệt rắn nhờ phenol và alkyl ôđiđing boát và hỗn hợp cao su. Tuy nhiên, công nghệ ép phun có giới hạn là hoặc cho nhựa nhiệt dẻo hoặc cho nhựa nhiệt rắn.

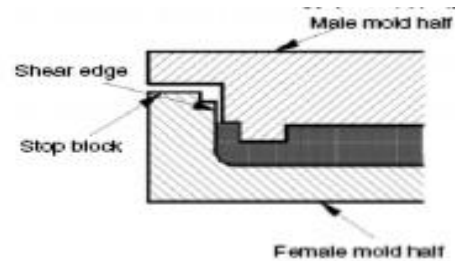
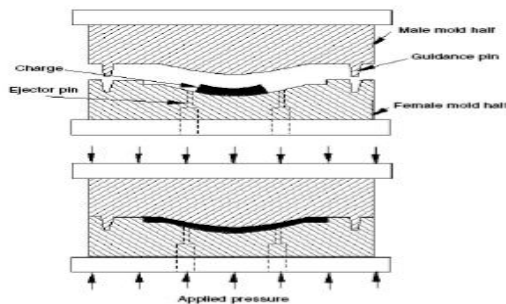
Công nghệ ép khuôn có một số thuận lợi hơn công nghệ ép phun. Nội dung gia công trong các thiết bị đơn giản không có rãnh, runner hoặc cổng. Kết quả là vật liệu ít bị lãng phí trong gia công. Có thể gia công dạng ôđiđing sôi cao, sôi dài trong khi phương pháp ép phun giới hạn ở mức độ sôi thấp và độ dài sôi nhỏ hơn 3mm. Vì vậy, tính chất cơ lý của các sản phẩm composite làm từ phương pháp

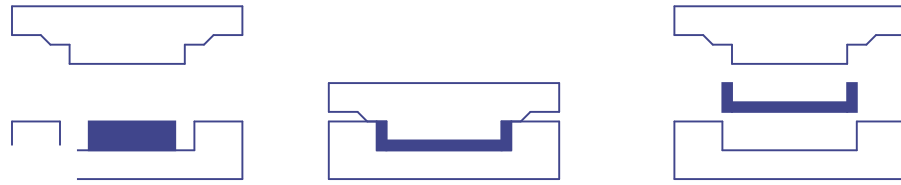
pháp ép khuôn là rất tốt. Áp suất khuôn trong phòng pháp ép khuôn lớn hơn hẳn trong phòng ép phun vì vậy phòng pháp ép khuôn phù hợp cho việc gia công các sản phẩm có diện tích bề mặt lớn hơn trong phòng pháp ép phun.

4.2 khuôn trong kỹ thuật SMC

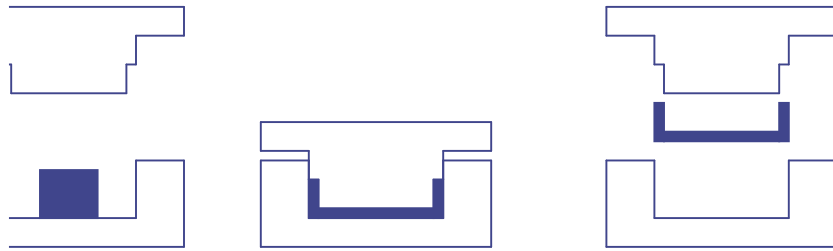
- a. Nhiệm vụ: Tạo hình sản phẩm
- b. Yêu cầu về hình kết cấu khuôn
 - Hình dạng sản phẩm
 - Tính chất vật liệu
 - Yêu cầu qui trình công nghệ
- c. Khuôn kết hợp (khuôn nén)

Bằng cách sử dụng cấu dạng khuôn âm và dương, người ta thực hiện khuôn nén. Với khuôn nén, việc hợp khuôn rất quan trọng khi sản xuất các phần chính xác. Các khuôn này thông thường quét nhõa và gia công trước khi nhồi chất lại. Nhõa đổ nhõo ép hết ra, làm giảm các chỗ trống, sản phẩm sẽ bóng láng ở cả hai mặt. Khuôn nén có thể biến nhõa nhõa dung bơm hoặc phun nhõa vào khuôn.

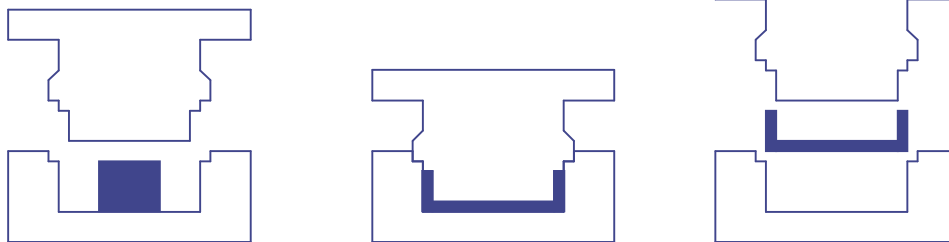
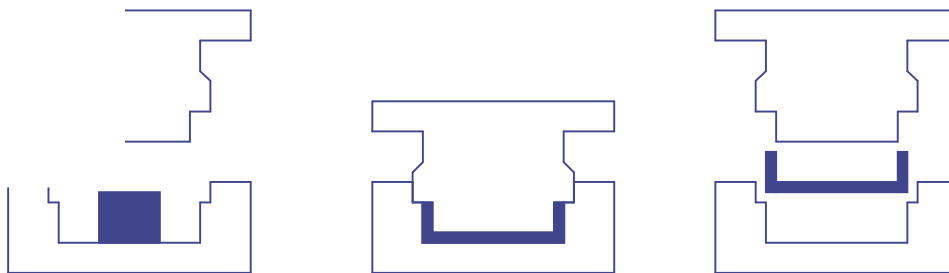




Khuôn hở



Khuôn kín



Khuôn nửa kín

d. Vật liệu làm khuôn trong kỹ thuật SMC

- Kim loại

Kim loại là vật liệu cần thiết trong chế tạo khuôn composite, nhất là các khuôn yêu cầu sản xuất lâu dài, bền, chắc. Khuôn kim loại dẫn nhiệt cao nên dễ dàng gia nhiệt và giải nhiệt cho khuôn trong quá trình gia công. Nó cũng chịu được khả năng mài mòn cao, vì vậy có thể sử dụng khuôn này để sản xuất liên tục mà vẫn đảm bảo kích thước sản phẩm. Các kim loại thông dụng trong sản xuất khuôn là nhôm (Al), đồng (Cu), kẽm (Zn), thép...

Bảng tính chất nhiệt của một số vật liệu kim loại

Tính chất	Be	Mg	Al	Ti	Fe	Cu
Nhiệt nóng chảy (°C)	1277	650	660	1668	1536	1083
Hệ số dẫn nhiệt (W/m.K)	146	153	222	171	75	393
Hệ số giãn nở nhiệt ($\mu\text{m} / \mu\text{m} / ^\circ\text{C}$)	0.29	0.68	0.59	0.21	0.30	0.41
Nhiệt dung riêng (J/kg.K)	1883	1046	900	519	460	385

- Nhôm (Aluminum)

Nhôm có hệ số giãn nở nhiệt tổng cộng nhỏ vật liệu composite dạng tấm mỏng và gấp khoảng 2 lần so với thép. Khuôn nhôm dễ bảo trì hơn hoặc khi sử dụng với PVC và một số chất tạo xốp. Nhôm là kim loại mềm dẻo, độ cứng không cao, do đó trong một số trường hợp cần độ bền và độ cứng cao người ta thay nhôm bằng thép. Ngoài ra, nhôm có thể hợp kim hóa với một số kim loại khác tạo thành AlZnMgCu có hệ số dẫn nhiệt lớn gấp 4 lần so với thép và có tỷ trọng khoảng 2.75.

Khuôn nhôm thông dụng sử dụng trong khuôn thổi, khuôn nhiệt nhôm hình, khuôn mẫu,...

- Đồng (Copper)

Hợp kim đồng có thể sử dụng thay thế nhôm, các loại nhỏ đồng-niken, đồng-beri cũng sử dụng chủ yếu trong khuôn thổi. Mặc dù có độ cứng cao hơn nhiều so

với nhôm những hộp kim nóng van không rỉ nhôm bền và khả năng chịu mài mòn nhỏ thép nó với các khuôn sản xuất lâu dài trong ep phun vật liệu composite.

- Kẽm (Zinc)

Hộp kim kẽm với nhôm, nhôm, magie là những dung phổ biến để sản xuất các khuôn sử dụng trong thời gian ngắn. Loại này mềm, dẻo và các góc cạnh phải được bảo vệ bằng cách chen và nhồi tránh ứng suất tập trung. Tính chất cơ học của hộp kim kẽm sẽ giảm nhiều ở nhiệt độ khoảng 100°C. Vì tính chất dễ gia công, để làm khuôn nên hộp kim kẽm là vật liệu quan trọng dùng làm khuôn composite và khuôn đúc. Khuôn kẽm được sử dụng vô hạn qua 500.000 lần tùy thuộc vào mức độ phức tạp của khuôn và sai số cho phép.

Hầu hết các kim loại nhỏ nhôm, nhôm và hộp kim kẽm là những nguyên liệu rẻ tiền dùng cho các loại khuôn làm việc ở áp suất thấp và khuôn đúc. Các loại khuôn thông thường là giàn nhôm, boi xếp hoa hoặc, khuôn thổi, nhiệt nhôm hình, nắp tay, súng phun, ... Các kim loại này cũng được sử dụng cho một số phương pháp lắng kim loại trong làm khuôn. Đây là quá trình của sự lắng kim loại nóng chảy trên khuôn chính bằng thép hoặc trên trục. Lớp phủ kẽm trên nhôm lấy ra và nhôm làm nguội dần để tăng độ bền. Các khuôn và các trục này được sử dụng lại để sản xuất nhiều khuôn giống nhau.

- Thép

Thép là loại vật liệu quan trọng, dùng làm các khuôn sản xuất lâu dài với độ chính xác cao, sản phẩm chất lượng, chịu được mài mòn và có độ bền nhiệt cao. Ta có thể lựa chọn các loại thép khác nhau dựa vào tính chịu mài mòn, chống sốc và khả năng gia công. Người ta thường phân biệt thép làm 3 loại: thép không gỉ, thép hộp kim và thép công dụng đặc biệt.

◆ Thép không gỉ

Thép không gỉ là thép chứa ít carbon, hàm lượng carbon trong thép rất khác nhau có thể lên tới 2%. Thông thường hàm lượng carbon trong thép thấp thì thép có độ bền và nắp tốt, thép có nhiều carbon chịu mài mòn cao.

◆ Thép hộp kim

Thép hộp kim là thép có thêm các nguyên tố hợp kim (hàm lượng các nguyên tố hợp kim thêm vào phải < 5%). Những nguyên tố này được thêm vào để khác

phức các khuyết điểm của thép carbon. Thép nitril hòa nước sôi dùng để chống lại sôi mài mòn của vật liệu composite. Hơn nữa, chúng cũng chịu nước ăn mòn và chịu nhiệt độ 427°C. Nếu cần tính gia công của thép, đôi khi người ta thêm các nguyên tố nhỏ như lưu huỳnh, chì, mangan trong thời kỳ kết hợp với quá trình ủ và thông hòa trong quá trình gia công. Selen nước cho vào thép không cần cần tính gia công và nhiệt độ.

Tài dung của các loại thép hợp kim

Kim loại	%	Tài dung
Nhôm	< 2	Hoạt rôi cho quá trình nitrat hòa, chất khử oxy hòa
Crom	0.3 - 4	Gia tăng nhiệt độ, chịu nước mài mòn và chống ăn mòn.
Chì	0.05 - 0.3	Cải thiện khả năng gia công
Mangan	0.3 - 2	Gia tăng nhiệt độ và chịu nước mài mòn
Molypden	0.1 - 0.5	Gia tăng nhiệt độ, tăng độ bền nhiệt, bền rão.
Niken	0.3 - 5	Tăng nhiệt độ, độ dẻo dai và chịu nước mài mòn
Photpho	0.05 -	Tăng khả năng gia công, nhiệt độ, chịu mài mòn
Silic	0.15	Tăng nhiệt độ, độ dẻo dai, chống ăn mòn
Lưu huỳnh	0.2 - 3	Cải thiện khả năng gia công cùng với mangan
Vanadium	0.07 - 0.3 0.1 - 0.3	Tăng nhiệt độ, độ dẻo dai và chịu nước mài mòn

Nói chung, thép có hàm lượng carbon và crom cao nước dùng làm khuôn lõi (làm cốt khuôn), khuôn ép phun, khuôn ép nén, dao cắt kỹ thuật, nĩa nũa.

◆ Thép đặc biệt

Thép đặc biệt cũng là thép hợp kim, trong hàm lượng của một số nguyên tố hợp kim sẽ cao hơn trong thép hợp kim thông thường tùy theo mục đích và công dụng riêng. Loại thép cứng, độ gia công và độ dẻo dai thì thích hợp cho làm khuôn. Hai nguyên tố hợp kim nước sôi dùng nhiều trong loại thép đặc biệt là crom, mangan. Nói với thép làm khuôn cho composite ta nên chú ý loại thép ngoài chịu nước nhiệt độ, độ bền phải chịu nước ăn mòn hóa học.

e. Gia công khuôn

- ❖ Mục đích gia công khuôn: làm tăng tuổi thọ của khuôn, khuôn không bị cong vênh, giảm bớt kích thước khuôn chính xác.
- ❖ Vật liệu gia công gồm có: kim loại, gỗ PMMA, PVC xốp,
 - Nếu vật liệu gia công không tương thích với nhựa polyester không no thì vật liệu nội phải cùng hỗn hợp vật liệu composite (kim loại, gỗ).
 - Nếu vật liệu tương thích với nhựa polyester không no thì ta dùng PMMA, PVC xốp, ... (chất phân cực).

Một số nghiên cứu đã cho thấy rằng ảnh hưởng của các thông số khuôn đến tính chất cơ lý của sản phẩm rất đáng kể. Các kết quả nghiên cứu được tóm tắt dưới đây.

Thời gian nóng chảy: Mallick và Raghupathi đã cho thấy rằng thời gian nóng chảy không tương đồng giữa các lớp. Vì thế tạo ra các ứng suất khác nhau ngang qua sản phẩm dày.

Bảng 3.5 : Các thông số có bản trong quy trình ép

Thông số khuôn:	Thông số thiết bị
Nhiệt độ khuôn	Thiết kế khuôn
Áp suất khuôn	Góc trượt
Tốc độ nóng chảy khuôn	Van
Hình dạng khối nguyên liệu	He ép
Thông số vật liệu:	Nồng độ phân chia
Công thức pha chế nhựa	Bản vẽ
Hoạt tính nhựa-xt-ơic chế	Vật liệu làm thiết bị
Thời gian ủ	Bề mặt cuối cùng
Nhiệt độ của tấm SMC	
Nhiệt độ của tấm SMC	

Tính chất cơ lý của sản phẩm SMC:

Tính chất	Giá trị
Ứng suất kéo (psi)	12.000 – 20.000
Modun kéo (psi)	$0.9 \times 10^6 - 2 \times 10^6$
Ứng suất uốn	25.000 – 40.000
Modun uốn (psi)	$1.25 \times 10^6 - 10 \times 10^6$
Ứng suất nén (psi)	15.000 – 30.000
Ứng suất va đập (ft.lb/in)	8 - 20
Ứng suất Barcol	40 - 80
Hàm lượng sợi (%)	35

4.3 Quy trình gia công ép nén:

Quy trình gia công theo phương pháp ép nén được phân ra thành ba công đoạn như sau:

a) Công đoạn chuẩn bị:

Chọn tấm SMC cho phù hợp với nội dung yêu cầu và đặt vào khuôn đã gia nhiệt. Tấm SMC được cắt theo hình dạng và kích thước mong muốn từ cuộn SMC đã được cuộn chặt, mang ethylen được lót ra ở mọi mặt và chồng trên nhau trước khi cho vào khuôn.

Nhiệt độ của mỗi lớp được chọn che phủ khoảng 60-70% bề mặt khuôn. Khoảng cách của khối nguyên liệu được xác định trước khi đặt vào khuôn, vì khoảng cách của khối nguyên liệu của mỗi sản phẩm là phải nhỏ nhau. Vị trí của khối SMC đặt trong khuôn là một yếu tố quyết định đến chất lượng sản phẩm vì nó ảnh

hồông nên sôi ñình hồông của sôi trong khuôn, sốlồông các loấtrống vàsôi ñan chet,
b) Sôi ñình khuôn:

Sau khi ñặt khối SMC vào ñĩa khuôn dõõ, ñĩa khuôn trên ñõõc ñình nhanh ñến vị trí tiếp xúc với khối nguyên liệu. Rồi giảm tốc ñĩa ñình khuôn lại khoảng 5-10mm/s. Cùng với sôi tăng nhiệt ñĩa của khối nguyên liệu, ñĩa ñhõt của tấm SMC giảm. Áp suất khuôn tiếp tục tăng cho ñến khi ñình khuôn hoàn toàn, tấm SMC chảy ra và ñiền ñầy khuôn, không khí seõthoấ ra ngoài qua các cánh hoặc van. Nếu ñhõ khuôn ñình qua ñhõ, thì lớp trên bề mặt của khối nguyên liệu ñình rắn trước khi ñiền khuôn hoàn toàn. Trong trường hợp khác, nếu tốc ñĩa ñình khuôn quá nhanh thì không khí cũitheấbõ giữ lại. Vì thế tốc ñĩa ñình khuôn cũng là một thông số ảnh hưởng ñến tính chất của sản phẩm sau cùng.

Áp suất khuôn nằm trong khoảng 1-40MPa và phụ thuộc vào hình dạng sản phẩm, ñĩa chảy dài, và ñĩa ñhõt của tấm SMC tại nhiệt ñĩa khuôn. Thông, nhiệt ñĩa của bề mặt khuôn vào khoảng 149⁰C. Cả hai ñĩa khuôn là rắn ñình và ñhõ ñõõ duy trì thay ñổi trong khoảng +/- 5⁰C so với nhiệt ñĩa yêu cầu. Sôi chảy trong phõng pháp ép khuôn này là ñõõ ñĩa ñhõ ñình phõng pháp ép phun. Tuy nhiên, ñĩa vẫn là một thông số quan trọng, ñĩa quyết ñịnh ñến chất lõõng sản phẩm. Ngoài ra, thông số này cũng ñiền khiến ñõõc ñiền tạo bọt khí và sôi ñình hồông sôi trong sản phẩm, do ñĩa ñiền ảnh hưởng ñến tính chất cơ lý của sản phẩm.

c) Sôi ñình rắn:

Sau khi ñiền ñầy, khuôn vẫn còn ñình cho ñến khi tạo ñõõc sản phẩm rắn chắc. Thời gian ñình rắn ñõõng kể dài vài phút và phụ thuộc vào một số yếu tố ñhõ hoạt tính của ñhõa-chất xúc tác-chất ñiền chế ñĩa ñiền sản phẩm và nhiệt ñĩa khuôn. Tại cuối thời ñiền ñình rắn, khuôn trên ñõõc mở ra và sản phẩm ñõõc lấy ra khỏi khuôn dõõ bằng ñhõ. Phần sản phẩm này ñõõc làm nguội bên ngoài khuôn, trong khi ñĩa làm sạch các mảnh vỡ cũn lại trong khuôn và phun chất rắn khuôn ngoài trên bề mặt khuôn chuẩn bị cho chu trình ép tiếp theo.

Phần sản phẩm ñõõc làm nguội ngoài khuôn, ñĩa tiếp tục ñình rắn và cũn ngoài. Bởi vì, áp suất giữ ñiền cũn ñiền ñiền lại ñiền ñõõng này, sản phẩm cũitheấbõ cong vẹo hoặc sinh ra ñõõng suất ñĩa ñĩa do một ñĩa ngoài ñiền của các phần trong sản phẩm

khác nhau; tuy nhiên, các hiện tượng này chịu ảnh hưởng rất nhiều từ khâu thiết kế sản phẩm.

Trong những năm gần đây, việc cải thiện hiệu suất trong gia công ép khuôn hoặc nâng cao chất lượng của sản phẩm. Quá trình sản xuất tiến hành theo ba bước sau:

1. Gia nhiệt trước khối nguyên liệu: khối nguyên liệu nóng gia nhiệt trước nên nhiệt độ dưới nhiệt độ nóng chảy thì sẽ làm giảm thời gian ép và tăng hiệu suất gia công. Có thể gia nhiệt khối nguyên liệu bằng nhiệt trời bên ngoài khuôn vì thể tích toàn bộ khối nguyên liệu nóng gia nhiệt một cách nhanh chóng để cung cấp nhiệt độ

2. Dung áp suất chân không: Ống dùng chân không trong suốt quá trình chảy của tấm SMC trong khuôn nóng sẽ làm giảm hiện bọt khí trong sản phẩm giảm hiện tượng rò rỉ trên bề mặt, và cải thiện một số tính năng cơ lý của sản phẩm.

3. Dung lớp phủ trong khuôn: Lớp phủ trong khuôn nóng dùng để che chắn bề mặt trên bề mặt trong sản phẩm ép, nhờ góp sóng trên bề mặt, rõ ràng. Phương pháp thông dụng nhất là phủ toàn bộ khuôn một lớp polyester mềm dẻo hoặc polyester ghép với urethane dày từ 0.2-0.5mm giữa hai chu trình ép kế tiếp, nóng khuôn lại và nóng chảy áp suất khuôn bình thường. Lớp phủ nóng chảy nên cần thêm thời gian, vì thế làm tăng thời gian một chu kỳ ép. Phương pháp thứ hai là phủ khuôn dung áp suất cao nên phun lớp phủ vào nên không cần môi trường nóng khuôn.

d) Chu trình nóng chảy:

Phần ống nóng chảy xảy ra trong khuôn chuyển tấm SMC thành sản phẩm cũng bằng cách tạo liên kết ngang giữa các phần tử. Nhiệt độ nóng chảy xác định bằng số lượng liên kết ngang, nó ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của sản phẩm. Thông thường, độ bền kéo, modulus, kháng nhiệt và hóa chất tăng lên theo số lượng liên kết ngang. Thời gian cần thiết để sản phẩm nóng chảy được gọi là chu trình nóng chảy. Trong quá trình ép khuôn, chu trình nóng chảy là một giai đoạn chính của chu trình ép khuôn. Vì thế giảm chu trình nóng chảy thì làm tăng hiệu suất sản xuất. Giảm thời gian nóng chảy bằng cách thay đổi thành phần trong công thức phối trộn cũng nhờ hoạt tính cao của hệ nhũ-xúc tác- chất ức chế hoặc thay đổi các thông số gia công nhờ nhiệt độ khuôn.

4.4 - Ảnh hưởng của nhiệt độ

a) Sôi phản biến nhiệt nóng chảy thời gian nóng rã:

Khi khối nguyên liệu nóng chảy vào khuôn, nhiệt nóng của lớp bề mặt tăng nhanh nên nhiệt nóng của bề mặt khuôn, trong khi nội nhiệt nóng của các lớp trong thì tăng lên tổng nóng chảy. Vì thế thông qua trình nóng rã bất kỳ lớp ngoài vào hõng vào trong. Nhiệt sinh ra từ phản ứng nóng rã ở mỗi lớp thúc đẩy quá trình khô mao nóng rã các lớp trong và làm tăng nhiệt sinh ra của khối nguyên liệu. Tuy nhiên, phản ứng nóng rã vẫn tiếp tục, nhiệt sinh ra từ phản ứng nóng rã các lớp trong không di chuyển ra ngoài bề mặt khuôn vì nó dẫn nhiệt của vật liệu SMC là rất kém. Do tính không cân bằng giữa nhiệt nóng sinh ra và truyền nhiệt ra lớp ngoài tạo ra sôi tăng nhiệt nóng trong lớp trong và có thể cao hơn nhiệt nóng của khuôn. Khi phản ứng nóng rã gần hoàn thành, nhiệt sinh ra giảm và nhiệt nóng của lớp trong giảm chậm nên nhiệt nóng khuôn.

b) Nứt tính chảy:

Sôi chảy của vật liệu SMC trong khuôn là hiện tượng phổ biến; tuy nhiên, nó là vấn đề nghiêm trọng nhất quyết định tính chất của sản phẩm. Nó không những quyết định nên phẩm vì chảy trong khuôn, mà còn ảnh hưởng đến nội hình hõng của sôi, phản biến sôi, sôi ở trên bề mặt, và nội biến dạng trên bề mặt sản phẩm.

c) Sôi nội hình hõng sôi:

Theo quan niệm thì sôi nội hình hõng sôi trong vật liệu SMC là tối do, bởi vì sản phẩm thể hiện tính năng hõng với tính chất cơ lý cân bằng theo các hõng trong sản phẩm composite. Tuy nhiên, nội với các sản phẩm có tính chảy phổ biến, trong quá trình ép tạo hình sản phẩm thì sẽ dẫn đến quá trình nội hình hõng sôi, sôi nội hình hõng này làm cho sản phẩm mảnh hơn theo hõng sôi nội hình hõng, những yếu hơn theo hõng ngược lại.

5 khuyết điểm:

Quá trình ép tạo sản phẩm có thể tạo ra rất nhiều khiếm khuyết trên bề mặt và trong sản phẩm. Những khuyết điểm trên bề mặt như là gợn sóng, lõm vào co rút, tạo ra bề mặt không phù hợp với ứng dụng. Các khuyết tật trên bề mặt có thể khắc phục bằng cách sơn bên ngoài khuôn hoặc phủ một lớp phủ trên bề mặt khuôn trong suốt quá trình ép sản phẩm. Các khuyết tật bên trong sản phẩm như là bọt khí, vết nứt,

và sợi nhồi hình sợi, có thể ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của sản phẩm. Chúng có thể được nhận thấy bằng các kỹ thuật nhỏ: phát xạ X, siêu âm.

5.1 Hiện tượng bọt

➤ Bọt là kết quả của các bọt khí tồn tại trong khuôn sản phẩm. Các bọt khí sinh ra trong quá trình tạo hỗn hợp và tồn tại trong SMC, chúng tồn tại trong phase nhồi, trên bề mặt liên diện giữa nhồi và sợi, và giữa các sợi. Không khí cũng bị giữ lại trong lớp tiếp xúc của khuôn nguyên liệu SMC hay nhồi trong quá trình nóng khuôn. Trong quá trình chảy, các bọt khí nổi lên ra các van và góc của khuôn, có thể dùng chân không để tránh bọt khí này. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ của SMC ở nhiệt độ khuôn quá cao hoặc tốc độ nóng khuôn không đúng thì các bọt khí trong sản phẩm sẽ tăng lên. Các khuyết hoặc các van không đồng thích trong khuôn cũng làm tăng bọt khí trong sản phẩm.

➤ Có thể giảm các bọt khí trong tấm SMC theo một số cách nhỏ: trộn hỗn hợp nhồi trong áp suất chân không, kiểm soát sợi tăng nhiệt độ của phase nhồi trước khi tạo compound, tăng nhiệt độ của nhồi và van trong sợi để tăng nhiệt độ ép khuôn bọt khí. Bởi vì có rất nhiều bọt khí trên bề mặt liên diện nhồi và sợi. Chúng ta có thể thêm các phụ gia vào trong phase nhồi để làm giảm sức căng bề mặt trên liên diện và vì thế có thể cải thiện nhiệt độ của nhồi và van tăng khả năng loại bỏ bọt khí trên bề mặt sợi.

6. Ưu điểm

Sợi đã được: Kiểm soát nhiệt độ sợi trong tấm SMC nên kiểm soát nhiệt độ tính năng cơ lý

Sợi nóng nhất: Sản phẩm nhồi hình trong khuôn nên dễ dàng tạo gợn, là vào các chi tiết phức tạp.

Trọng lượng nhẹ: Sản phẩm SMC có trọng lượng nhẹ hơn các chi tiết kim loại.

Ưu điểm kích thước: Sản phẩm SMC có thể có nhiều kích thước trong các nhà máy kiến thiết và mọi trường hợp khác nhau..

Có thể nhiều khi nhiệt độ của sợi rút bằng cách thêm vào các phụ gia thích hợp.

Kỹ thuật ép nên có thể thuận lợi hơn các kỹ thuật ép phun là Tiết kiệm vật liệu. Giá công nhiệt sản phẩm lớn. Dễ gia công với hàm lượng sợi cao. Thiết bị đơn giản

CHÖÔNG III: KYÖTHUAÄT HUÏT CHÄÄN KHOÄNG

1 Giöi thiäu:

Kyöthuaät huït chän khöng laophöông phap taö sain phaim composite gia cöông söi trong khuön nön cho cáukhuön nöic hay khuön cái. Thieät bö lam cho sain phaim taö hình theo khuön lam möa mang meän deäp. Khi huït heä khöng khí taäi khöng gian giöa mang vaokhuön thì áp suất khí quyén seätaö áp löc ñeäu leän beämat ngoai lam cho nhöä, söi ñình hình trong khuön. Áp suất taö ra nhömoät mäy huït chän khöng coäi áp löc khöng 0.068 – 0.1 MPa lañuic cho ñoä chät vaö ñoä ñình höông töäi hôn so vöi phöông phap ñáp tay. Veä thöic chät quy trình nhanh hôn ñuic khuön thöng thöông nhöng thöic teäñoä khi cän lam chäm hôn ñeäköp huït vaokhöng bö ñöng räñ nhöä tröäic khi nhöä köp tham vaö söi.

Coimöa söälöi ích sau cho vieäc söidung phöông phap huït chän khöng.

- Do coäi áp löc duy trì trong suöt thöi gian ñình hình trong khuön, nhöä bö ép chät ñeäu loang ñeäu do ñoä coäitheäsöidung lööng söi thuyé tinh cao hôn, lam cho cô tính của sain phaim töäi hôn.
- Vieäc khöi böi khí töäi, deä dang hôn so vöi ñáp tay lam cho sain phaim töäi ngay cái khi công nhân coätay ngheäthap.
- Ñeäu töäi thap hôn so vöi cáic phöông phap ép bang áp löc hoacé chän khöng khacé. Tuy nhiên kyöthuaät nay khöng kinh teäkhi chäsöidung möa khuön. Cáic sain phaim coäikích thöäic löin coäitheäñöäic sain xuaät hang löäi. Cáic truc sandwich ñeäuñöäic öng dung mäc duäicoäsöi khöng ñöng ñeäu möa chuit veäbeäday löi. Coäinhieu kyöthuaät vaö thuituäc khacé nhau trong quy trình huït chän khöng.

2. THIEÄT BÖ VAÖDUNG CUI

2.1 Khuön:

➤ Trong kyöthuaät huït chän khöng, công cü khaiñön giain khi so sainh vöi cáic kyöthuaät ñuic khuön khacé. Loäi khuön nöäic löäi chöin cän coäi vaö beämat naö của sain phaim cän ñöäic kiäm soät chính xaic. Ví dụ: ñeäu ép möa mäi che, phän beän ngoai của ñoäcän pháñ nhäñ, ta löäi loäi khuön röng (khuön löim) ñeätaö hình, khi läy ra sain phaim seäcoäimat ngoai taö hình giöng vöi beämat trong của khuön. Ngöäic läi khi lam möa mäi gheäthì pháñ dung khuön nöic (khuön löäi).

- Vì vật liệu nômoc bat nàu ep khuôn ôpha loing varap suat nômoc duy trì trong suot quaitrinh tao hình, nômoc rân, do vậy chat löông sain phẩm cuoi phui thuoc rat nhiều vào beamat khuôn.
- Vật liệu lam khuôn tuy thuoc vào rat nhiều yeu toatốsoáchi tiet nômoc ep, loai nhôa nômoc söüduing, nhiet nômoc nômoc rân, beamat can thiet sain phẩm cuoi, vaithôi gian nômoc rân. Rat nhiều loai vật liệu lam khuôn coithenômoc söüduing, thông thômoc các vật liệu nay gom: thep, khuôn bang epoxy hoac phui epoxy, goi thach cao, nhôm, vật liệu ket hop (goi kim loai...)
- Them vào các vung nhôa tao hình trên nômoc khuôn con can phai môi roing them các phần nhô mat bích, mat phang neigán mang nômoc hình, các loai hut chain không... nômoc khi con can them các thiet bö gia nhiet bên trong.
- Viec phân bo các niem hut chain không nhâm tao ra söi loang neiu của dong nhôa chay trên toan bo sain phẩm. Vì dong nhôa chay theo các vong tron nômoc tam do nômoc nói lúc can phai hoatroi bang con lain cao su neinhôa nhôa nein các goic xa của sain phẩm.

2.2. Các bo phân, vật liệu lam kín khí

- Nhô nômoc tại ôit trên, ky thuat hut chain không söüduing moät mang phui kín trên khuôn röi rút khí trong khuôn ra. Áp suat khí quyên xung quanh ep chat khuôn trong thôi gian nômoc neipolymer hoai. Neicho quaitrinh nay coihieu quai quan trong nhất la chain không nômoc duy trì trong suot quaitrinh nômoc rân. Neinhät töi nômoc nay rat nhiều phông pháp nômoc söüduing neilam kín mang, baib nômoc không cho không khí xam nhap vào bên trong.
- Thiet bö thông nômoc söüduing nhất seicoi moät vật liệu nhay nômoc söüduing lam mat lien ket giöa mang vaikhoan. Öng cao su nômoc söüduing nhô nômoc hut chain không coithenômoc nap bang môi Silicon tai cho vào neinhômoc baib kín khí. Sau khi nômoc rân xong, mang nômoc löi ra khoi khuôn vaideidang lam sach.
- Moät thuit thoi hai la söüduing gan ket co khí, tai vö trí xung quanh khuôn tao rân thông thômoc coikích thômoc röing 1.2 cm sâu 1.2 cm. Sau khi nômoc mat mang can than neitrinh hien tööng cang không neiu, nômoc moät bo phân la öng cao su coinhômoc

kính ngoài lại 1.2 cm nằm lên trên rãnh (mang nằm giữa ống và khuôn) và đổing chất vào rãnh.

➤ Nhiều hệ thống khác cũng sử dụng gồm có hút 2 mặt, bằng nháy nhiệt nước biển dung gia công tấm phẳng mỏng, thổi khí dung các thanh gỗ đặt lên trên mang và kẹp lại bằng kẹp chốt C. Sợi lựa chọn phương pháp rất rộng rãi và phụ thuộc chủ yếu vào kích thước sản phẩm, loại khuôn, số sản phẩm trong một khuôn và một số liệu kiến kinh tế Mực nính chính là làm sao để rút khí ra hoàn toàn con sử dụng phương pháp nào thì không quan trọng nếu nhớ một số điều sau

2.3. Các vật liệu rút trích khí.

➤ Mang để cách ly khuôn với không khí xung quanh trong quá trình rút chân không thông bằng PVA, PVAc, hoặc các mang mềm dẻo tổng hợp. Với việc rút chân không nóng thổi với tác dụng nén ép của khí quyển bên ngoài có khuynh hướng làm mang ép tới làm kín gây cản trở cho dòng không khí bên trong khuôn nên thoát nước. Kết quả là làm cho túi bù rúm lại và tại các vị trí này mang không ép chặt nước sản phẩm.

➤ Nếu hàn chế các hai này, một lớp trung gian nước đặt giữa lớp vật liệu và mang. Các vật liệu vải thô lỗ, vải thủy tinh để thỏa, mặt thủy tinh rất thích hợp cho công việc này. Chúng nước xem nhớ vật liệu rút khí vì cho phép khí rút trích ra qua chúng và không cho mang tới làm kín.

➤ Nếu hàn chế các vật liệu trích khí không dính vào sản phẩm, có thể thêm một lớp mang có các lỗ giữa sản phẩm và vật liệu trích khí. Kỹ thuật này cho phép thoát khí và nước thỏa, không gây khó khăn cho việc làm sạch sau khi nóng rắn xong. Mang này làm cho việc tách phủ liệu khỏi khuôn một cách nhẹ nhàng ít tốn công.

➤ Một vật liệu khác nước sử dụng nước xem nhớ “lớp vải tách”, nó là lớp vải để dày khoảng 0.01 – 0.02 mm nước phủ silicon hoặc vật liệu không dính khác, lớp vải tách thông có màu (thông màu hồng) để giúp dễ nhận khi tiến hành làm sạch.

3.4 Vật liệu làm mang.

• Ta có thể lựa chọn rất nhiều các vật liệu sử dụng làm mang ngăn không khí với sản phẩm. Thông thì việc lựa chọn vật liệu nào sẽ tuân theo tính kinh tế Khi

sản xuất số lượng lớn ta chọn mạng có thể sử dụng lại nhiều lần còn khi chế sản xuất một vài sản phẩm ta chọn loại mạng rẻ tiền nhất.

- Phương pháp gia công nồi autoclave cũng quyết định việc chọn loại mạng. Ví dụ: nếu sản xuất 1 sản phẩm sử dụng phương pháp nóng chảy tia cực tím hoặc ánh sáng mặt trời, không cần nhiệt độ cao có thể chọn vật liệu nylon giãn còn nếu sử dụng nhiệt độ cao hoặc autoclave thì cần loại mạng ổn định hơn.

- Một điểm cần lưu ý là nếu cho sản phẩm nồi nếu vật có chất lỏng toát, thông ta phải quan sát và thổi giúp quy trình (ví dụ như lan không đều, bọt khí không rút hết) bằng con lăn. Vì vậy ta phải chọn loại mạng trong suốt. Một số vật liệu trong suốt thông dụng có mạng cellophane, mạng PVA, mạng PVC mạng PET, mạng PE...

- Mạng Cellophane: thông số rất thích hợp cho sản phẩm phẳng ít cong. Tuy nhiên chúng dễ rách, không chịu nhiệt, không phù hợp cho sản phẩm có nồng độ cong kép.

- Mạng PVA: thông dày khoảng 0.08mm, nồi sử dụng cho nhiều loại nhựa khác nhau do rẻ tiền, mềm dẻo. Tuy nhiên chúng là vật liệu tan trong nước nên không phù hợp với nhựa phenolic là các nhựa thoát hơi nước khi nóng chảy.

- Mạng PVC: nồi sử dụng với độ dày khoảng 0.1 – 0.2 mm chúng rẻ hơn PVA nhưng có khả năng dễ chế việc nóng chảy của một số nhựa.

- Mạng PET: thông nồi sử dụng với độ dày 0.1 – 0.2 mm. Mạng này có khả năng chịu nhiệt rất tốt, tạo bề mặt bóng đẹp. Tuy nhiên giá thành hiện nay khá cao.

- Mạng PE: sử dụng với độ dày khoảng 0.2 mm. Mạng này có giá thành rẻ nhưng nó không thể chịu được nhiệt độ cao ra trong quá trình nóng chảy. Nó chỉ có thể sử dụng cho sản phẩm mỏng và lượng xúc tác dùng rất ít.

Khi sử dụng phương pháp nóng chảy trong autoclave, các mạng cần nồi làm từ vật liệu chịu nhiệt tốt hơn. Có rất nhiều loại làm từ cao su tổng hợp nồi sử dụng trong phương pháp này.

3.5. Kẹp vacô cấu kẹp

Rất nhiều thiết bị có thể sử dụng để kẹp mang vào khuôn khi khuôn có cấu trúc không thích hợp với việc sử dụng past hay băng dính. Khi sản xuất nhiều cần phải cần nhắc hiệu quả kinh tế và giá thành và nhân công nên chọn loại giá thành và sức lực. Các thiết bị này có thể là khung sắt hoặc nhôm và với chu vi của khuôn, chúng có thể kẹp bằng kẹp chốt C (cứng), kẹp non khuy, kẹp lổ xo hoặc vài loại tông tời. Chúng có thể gắn liền hoặc kẹp nhanh trong vài giây. Bất cứ khi nào hút chân không ngay khi kẹp và làm kín xong.

3.6 Thiết bị hút chân không

– Nhờ năng suất thích hợp cho kỹ thuật của hút chân không là rút khí trong vùng giữa mang và lớp sản phẩm, nên nó áp suất khí quyển khoảng 0.1MPa sẽ tạo nên lực toàn bộ các vùng trên mang ép chặt sản phẩm trong suốt quá trình nóng rắn. Nếu rút không hết khí hoặc bị thủng, sản phẩm sẽ không được ép chặt và không có chất lỏng tốt. Nếu khuôn bị rò rỉ hoặc máy hút chân không không phù hợp nên gây ra các lỗi kết trên. Bởi qua việc rò rỉ của khuôn vì có thể có các phức tạp khác ta phải lựa chọn máy hút chân không cho phù hợp.

– Việc lựa chọn máy hút chân không tùy thuộc vào kích thước và khả năng của máy. Máy phải đủ sức tạo nên áp suất chân không tối thiểu là 635 mm thủy ngân. Áp lực bên ngoài ép vào sẽ khoảng 0.08 MPa. Máy hút cũng phải đủ lớn để đáp ứng được cho số khuôn cần vận hành trong thời.

– Tại điểm nối giữa ống hút với khuôn cần phải đặt một bẫy nước để tránh nước hút vào máy bơm.

Các thông số kỹ thuật của máy hút chân không:

- Nhãn hiệu : BECKER
- Năng suất: 1000
- Vận tốc: 1420 vòng/phút
- Công suất: 2.2 KW
- Lưu lượng : 100m³/giờ

3.7. Các dụng cụ khai

Ngoài các dụng cụ, vật liệu kết trên còn cần một số dụng cụ nhỏ để giúp cho việc vận hành nhanh chóng và có lỗi. Các công cụ này gồm các công cụ cầm tay và các thiết bị thổi.

- Con lăn: Bằng cao su hoặc kim loại dùng để lăn nhòa đồ ở trung tâm về phía ngoài và ngược lại.
- Máy sấy cầm tay: sử dụng trong trường hợp muốn rút ngắn thời gian gia công trên sản phẩm lớn.
- Các công cụ xử lý sản phẩm: dao, lưỡi cạo, cưa, máy mài, khoan....
- Bình nóng an toàn: nếu dùng MEKP, acetone, chlorua methyl, styren và các dung môi hữu cơ, giấy, khăn, vải khô để lau vết dính.

* quy trình thao tác

1. Kiểm tra khuôn sách sẽ có ở thùng mang khuôn: Khuôn phải được kiểm tra thông xuyên để tránh các trường hợp bề mặt khuôn bị nứt, rách... các dấu vết nứt chân không bị rò rỉ.
2. Thoa kỹ chất tạo khuôn: Sử dụng chất tạo khuôn nhỏ : wax, PVAc. Đây là quy trình rất quan trọng trong những lần đầu tiên cần phải nhả chất khuôn nhiều lần để tránh trường hợp sản phẩm sau khi nóng rắn bị bám dính vào khuôn gây hỏng khuôn và sản phẩm
3. Trải các tấm SMC: tấm SMC được nhả lỏng sẵn và cắt theo hình dạng khuôn để có thể nhả vào khuôn và không bị quá độ.
4. Trải lớp lót trích khí.
5. Kiểm tra chui sách các chất tạo khuôn quanh lưỡi trích khí, nắp lớp kín mang (cao su bằng, nệm) quanh khuôn, trên vùng vữa làm sạch. Kiểm tra kỹ các lỗ hút khí phải hoàn toàn thông.
6. Trải lớp mang qua toàn bộ các phần vữa lấp nứt.
7. Kiểm tra xem nắp hoàn toàn kín chừa, kẹp chặt mang lại
8. Môi van hút chân không. Kiểm tra lại cuối xem khí có bị rò rỉ hay không
9. Môi van cho nhòa vào từng vùng lại một ít nhòa trên màu van
10. Dùng con lăn giúp cho nhòa từng phần bỏ nhòa về phía các lỗ hút.

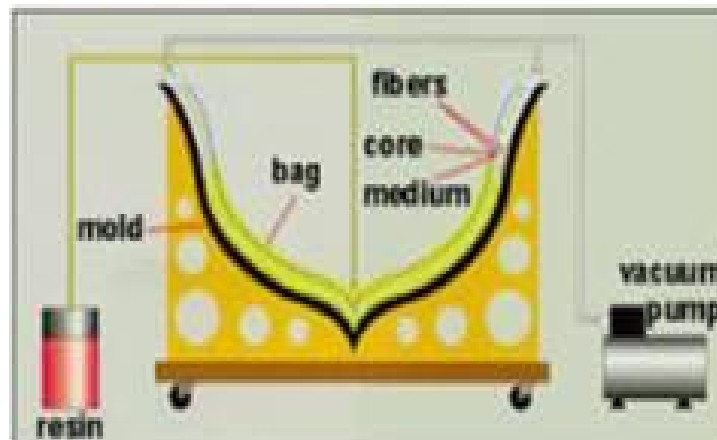
11. Quan sát dòng chảy nếu nhiều chất áp suất chân không phù hợp nhằm tránh hiện tượng mất nhớt nhiều qua các lỗ hút hoặc nhớt không thấm vào các góc xa do áp suất chân không thấp.

12. Kiểm tra lại các niêm tiếp xúc vào bề mặt của màng, cuộn nhớt hay thùng không, nếu có lỗ thủng chùi sạch và sửa chữa ngay bằng cách dán băng keo nhớt suất. Sau khi xong sẽ thay ngay.

13. Cho vào sản phẩm nóng chảy. Cho thể nhớt trong lò sấy, phơi nắng hoặc dùng máy sấy để nóng chảy nhanh hơn.

14. Sau khi sản phẩm nóng chảy, tháo màng, tháo sản phẩm vào các phụ kiện. Làm sạch khuôn cần thiết cho sản phẩm sau.

Treân đây là quy trình hút chân không ở nhiệt độ bình thường. Nếu sử dụng các phương pháp khác như: nóng chảy bằng tia cực tím, nóng chảy trong autoclave... thì quy trình sẽ có thể khác thay đổi cho phù hợp hơn.



Mô hình kỹ thuật dùng chân không bơm nhớt nhớt khuôn

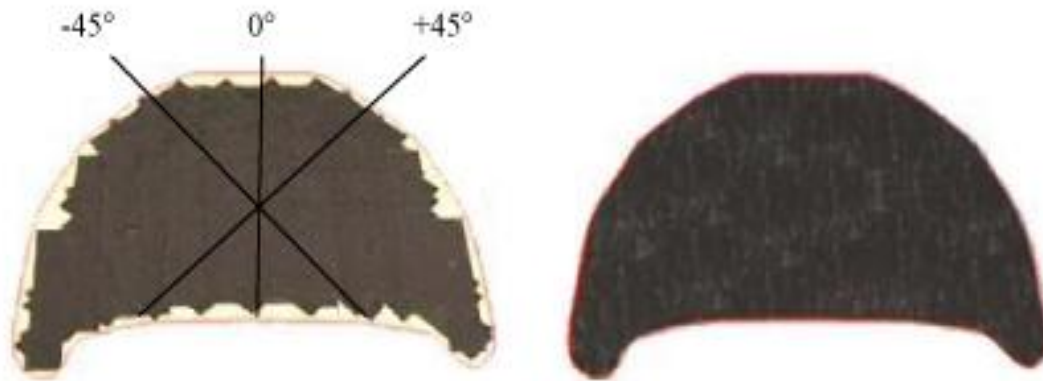
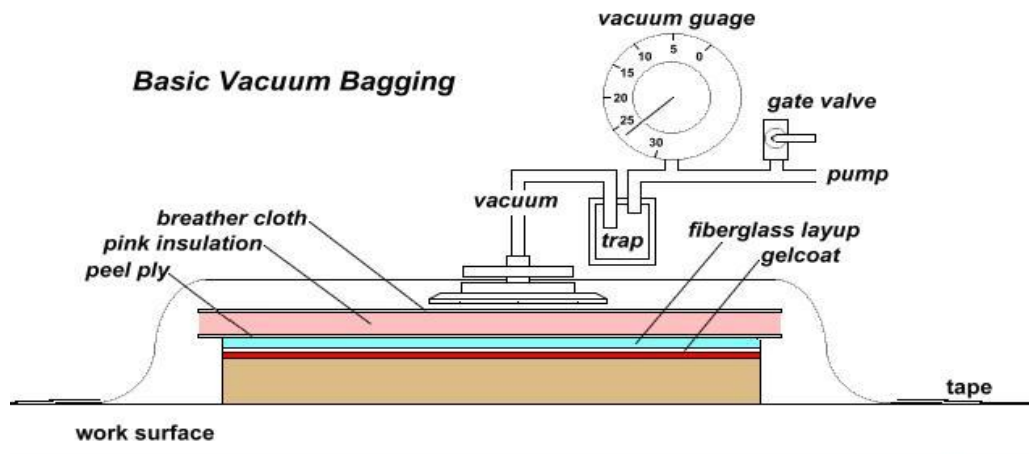
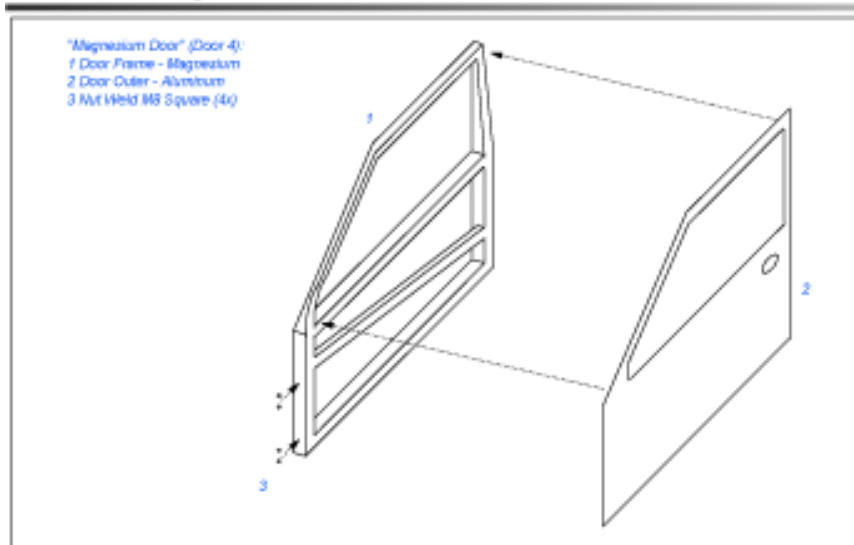




Fig. 4 Molding and remolding of experimental decklid

ASMC					
Application		Surface		Structural	
Orientation		*quasi-isotropic ¹		*quasi-isotropic ¹	unidirectional ²
Density	g/cm ³	1,64	1,64	1,47	1,47
Young's modulus	GPa	31	67	33	72
Tensile strength	MPa	251	464	347	582
<p>¹ With ASMC properties depend much on orientation of fibres and set up of individual plies. The given figures represent typical values for a material suited for body panel applications.</p> <p>² Values given for single plies and unidirectional orientation</p>					

Door with Magnesium Frame and Aluminum Outer



Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts

MSL
Materials Systems Laboratory

Chương IV. CÔNG NGHỆ RTM VÀ VARTM

I. NỀN NHỰA

RTM (resin transfer molding) là phương pháp dùng áp suất thấp nhả nhựa vào trong khuôn kín, tạo sản phẩm composite có sợi kiểm soát chất che và hình dạng preform (sợi) và nhựa. Sản phẩm có hàm lượng sợi cao chiếm 40-50%. RTM có thể tạo sản phẩm tổ ong giãn, tính năng thấp nên sản phẩm phức tạp có tính năng cao, tổ sản phẩm có kích thước nhỏ nên kích thước rất lớn. Phương pháp rất thuận lợi khi nhả vào sản xuất lớn.

Phần sợi gia công trước nhả hình sản (preshape) và nhả vào trong khuôn trước. Một công nghệ nối phần khuôn với nhựa sẽ bơm nhựa thêm một phần sợi gia công trong khuôn, sau đó xây ra phần ống nóng rắn nhựa.

Nhận nhả phương pháp:

Ưu điểm:

- Sợi dùng nhựa có độ nhớt thấp khoảng 100 - 300 cP. Hệ nhựa thông thường bao gồm 2 thành phần: A (nhựa) và B (xúc tiến), tỷ lệ trộn tùy theo hệ nhựa. Hai thành phần này được trộn bằng thiết bị trộn tính ở áp suất thấp.
- Sản phẩm có thể sử dụng gia công bằng các khung, lõi, hoặc các preform.
- RTM tạo sản phẩm nhẹ, không có công suất bavia nên tiết kiệm nhiên liệu, nhiều mặt láng và quan trọng là ít gây hại cho môi trường.
- Có thể tạo ra những sản phẩm lớn bằng cách nhả nhiều lần phun nhựa, tuy nhiên phải tính toán vị trí nhả nhiều lần phun để đảm bảo thấm nhựa đồng đều.
- Chi phí nhả từ tổng nhả thấp (so với tính năng sản phẩm).

Nhược điểm:

- Chi phí khuôn mẫu cao.

- Tốc độ gia công một sản phẩm kéo dài.
- Muốn tăng năng suất thì phải dùng nhiệt độ nóng chảy và dung nhiều khuôn.
- Cần phải nhiều chày để xử lý chính xác. Trình nóng chảy ngay màu trộn với hệ nóng chảy nguội.

Với các ưu điểm trên, ngày nay có các nước phát triển công nghệ này nhờ ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp hàng không, ô tô, đóng tàu biển và trong ngành hàng không và lĩnh vực quân sự.

Còn nhiều phương pháp tổng hợp như RTM: VARTM, RIM, HSRTM ... Trong tài liệu này sẽ giới thiệu thêm phương pháp VARTM.

VARTM (vacuum assisted resin transfer molding)

Trong phương pháp này ngoài việc dùng áp suất để đưa nhựa vào trong khuôn còn có sự hỗ trợ của chân không. Chân không sẽ hút nhựa từ ống nạp liệu trong thời gian này bọt khí ra ngoài.

So với phương pháp RTM, VARTM có một số ưu điểm sau:

- Sản phẩm có thể định hình trên khuôn nên và một mặt nhờ phun bằng một tấm màng nhựa trong giúp dễ dàng quan sát quá trình thấm nhựa vào sợi.
- Phun nhựa kết hợp với chân không giúp cho việc thấm nhựa vào sợi tốt hơn và không bị hiệu quả như.
- Năng suất thấp hơn do sử dụng áp suất chân không

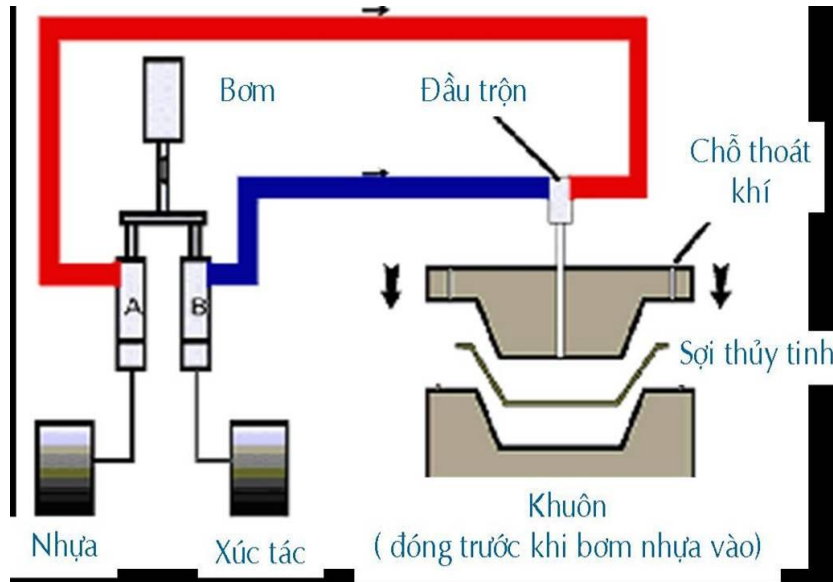
II. MÔ TẢ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

1. SƠ BỘ HỆ THỐNG

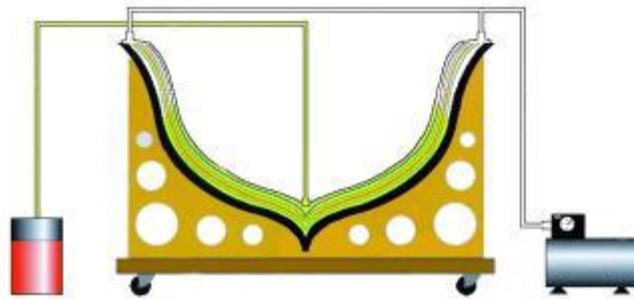
Hệ thống gồm các cụm chức năng:

- Hệ thống bơm (nguồn nhựa)
- Hệ thống xylanh nén lỏng (bơm nén lỏng)

- Hệ thống bơm trộn
- Hệ thống chân không (VARTM)
- Hệ thống van chuyển hướng
- Khuôn và hệ thống kẹp khuôn và chuyển đổi khuôn



Hình: Mô hình công nghệ RTM



Hình: Mô hình công nghệ VARTM

1.1 Giai đoạn chuẩn bị

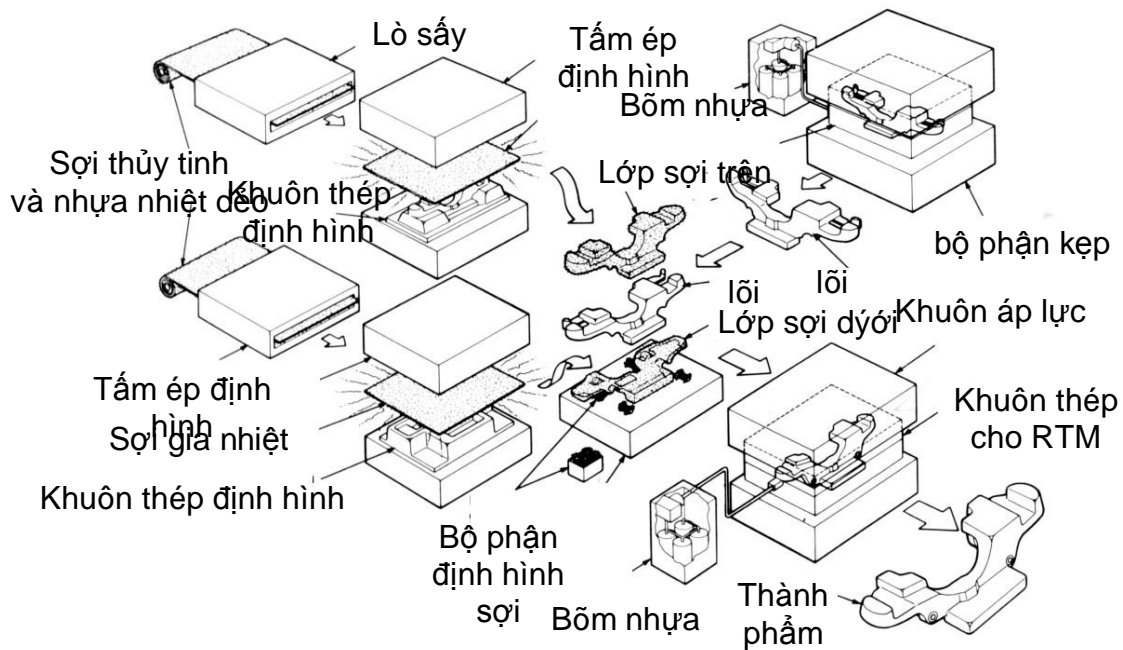
- Lắp các van hình hướng sao cho các thành phần (xúc tác – nhựa) tuần hoàn và gần chừa.
- Môi trường bơm hình lồng
- Tiến hành nổ các thành phần hồi lâu

- Hiệu chỉnh bơm nhồi lỏng nên rất cần thiết

1.2 Giai đoạn thực hiện

- Chuyển van nhồi cho chảy xuống khuôn, đồng thời môi bơm trên.
- Môi hệ thống hút chân không.
- Khi nhồi nên này khuôn:
 1. Chuyển van chuyển hướng cho về trạng thái hoàn hộp.
 2. Khóa van.
 3. Môi hệ thống về sinh bơm trên.

MO HÌNH DÂY CHUYỀN RTM



1.3 Vệ sinh

Sau khi nhồi bơm này khuôn ta phải tiến hành hệ thống bơm trên. Việc vệ sinh nhồi thực hiện bằng cách chèn cho nhồi vào hệ thống bơm trên và xả ra ngoài.

2. KHẢ NĂNG THIẾT KẾ VÀO HÌNH DẠNG HÌNH HOẶC CỦA SẢN PHẨM

Nhìn chung RTM có thể làm nên các sản phẩm có tất cả các hình dạng hình học. Tuy nhiên, có một số sản phẩm khi làm bằng phương pháp gia công khác sẽ có hiệu quả kinh tế hơn.

RTM có ưu điểm trong việc tạo các sản phẩm lớn vì áp suất nén khuôn thấp dưới 10 psi (0.703 kg/cm³). Trong phương pháp VARTM áp suất còn thấp hơn. Vì vậy, lực kẹp khuôn sẽ thấp. Ngoài ra, RTM còn thích hợp để tạo sản phẩm có độ sâu vài ít/khoảng ba via do khuôn kín, nên nhiệt thấp nên thẩm thấu dễ dàng và giảm thiểu các cho rỗng trong sản phẩm.

Tuy nhiên nó vẫn phải có hình dạng phức tạp (có gân, rãnh) nên hạn chế sử dụng RTM. Nếu các phức khối khác này ta có thể thay nó thiết kế nếu sản phẩm có gân sẽ thay bằng phần lõi (tăng cứng cho sản phẩm), tạo cấu trúc ba chiều. Vì áp suất phun thấp nên có thể sử dụng xốp có tỷ trọng thấp 0.064 – 0.0096 g/cm³ mà không gây biến dạng.

Trong một vài trường hợp đặc biệt, phải dùng phương pháp RTM (một mảnh khuôn trong khi các phương pháp khác phải dùng khuôn nhiều mảnh) nhờ phần phía trước của xe hơi (hình).

Các phôi tung gắn giữa phần composite và các bộ phận khác thông qua một khối khác nối với vật liệu composite. Trong RTM, các phôi tung này phải được nhả vào trong khi thiết kế preform, phải gắn liền tức trong khối kết cấu nên phải đảm bảo ứng suất phần ghép lý. Ngoài ra các RTM còn có thể gắn dính và kết hợp với các chi tiết kim loại khác. Trong khi phương pháp ép khuôn (compression molding), những chi tiết này phải chịu tải và trí nhất chính xác và kiểm soát số di chuyển của sợi trong khi ép.

3. THIẾT BÒ GIA CÔNG

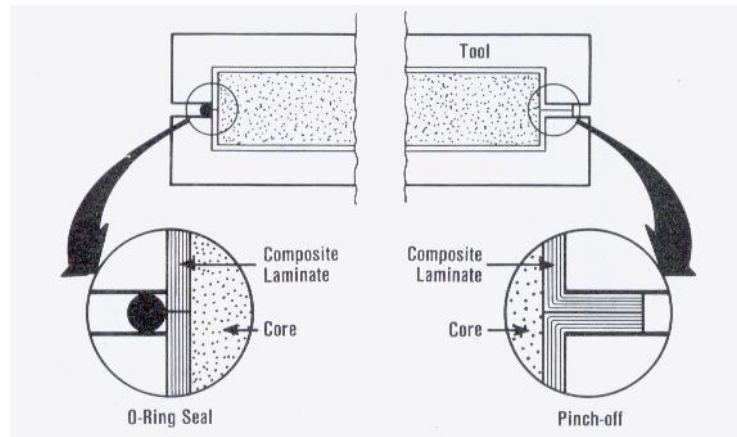
3.1 Khuôn (Tooling)

Trước khi thiết kế khuôn, phải xem xét một số yêu cầu của nó. Việc thiết kế phải cân bằng các yếu tố như tính chất của khuôn, chi phí và thời gian chế tạo khuôn. Việc cân nhắc này sẽ làm giảm các phát sinh có thể có liên quan với kết quả cuối cùng.

Khuôn sử dụng trong phương pháp RTM còn nhiều thuận lợi. Do phương pháp thực hiện ô tô sản xuất khai thác, nên làm giảm chi phí và nỗ lực tập cho khuôn. Khi lựa chọn vật liệu và phương pháp làm khuôn, cần phải xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí của khuôn và chất lượng bề mặt khuôn mong muốn. Có thể sử dụng khuôn làm bằng epoxy, nikel, hợp kim, thép Tuy nhiên, khuôn phải kín trong quá trình niên nhôa.

✓ Khuôn epoxy:

- Khuôn epoxy còn nhiều thuận lợi nhờ giảm chi phí, kháng hóa chất, tiết kiệm thời gian, khối lượng thấp, ít sử dụng máy móc.
- Bề mặt trong của khuôn làm từ epoxy có chất lượng, chống trầy xước. Có thể có những phần rãnh trong hai mảnh khuôn.
- Bề dày khuôn khoảng 1 inch (2.54 cm), khuôn nôm gia có bằng vải, sợi và vải ep nên tăng cường. Các nôm gia làm ngoài hay gia nhiệt nôm gia gắn ô tô mặt sau khuôn.
- Khả năng truyền nhiệt kém. Nếu với khuôn epoxy phải chú ý khi lựa chọn hệ nhôa nên tránh sử dụng quá nhiệt quá mức có thể gây hư hại bề mặt khuôn.
- Giới hạn sử dụng khuôn epoxy khoảng vài ngàn sản phẩm. Tuy theo nỗ lực tập của sản phẩm mà giới hạn này có thể giảm xuống do khuôn bị mài mòn và bị nứt vỡ khi nhôa preform.
- Có hai phương pháp làm kín khuôn: nếu với các sản phẩm có hình dạng đơn giản, cần ghép hai mảnh khuôn lại. Nếu với sản phẩm có hình dạng phức tạp dùng vòng chôn nhôa làm kín khuôn.



Hình: Phương pháp lam kín khuôn

- Khí thoát ra từ mọi ghep khuôn, hay có thể thoát khí trên khuôn. Loại thoát khí (vent) thông nhất ở trên cao (nếu khí dễ dàng thoát). Vent khí nước lam vệ sinh sau mỗi sản phẩm, do nó không phải nước thiết kế nên dễ bảo dưỡng.
- ✓ Khuôn nikel:
 - Bề mặt khuôn tốt và bền hơn khuôn epoxy. Truyền nhiệt tốt hơn và chịu áp suất cao hơn
 - Chịu nước nhiệt độ cao ngay cả khi phản ứng toàn nhiệt quá nhiều nên có thể dùng nóng rất nóng.
 - Khuôn có thể làm một nửa từ nikel một nửa từ epoxy. Tuy nhiên hai nửa khuôn không khớp với nhau.
 - Khi thêm loại thoát khí hỗn hợp với khuôn epoxy.
 - Chu kỳ sử dụng mỗi khuôn có thể lên đến 20.000 – 40.000 sản phẩm
- ✓ Khuôn đúc tổng hợp kim

Kim loại là vật liệu cần thiết trong chế tạo khuôn composite, nhất là các khuôn yêu cầu sản xuất lâu dài, bền, chắc. Khuôn kim loại dẫn nhiệt cao nên dễ dàng gia nhiệt và giải nhiệt cho khuôn trong quá trình gia công. Nó cũng chịu nước khá lâu mà không bị ăn mòn, vì vậy có thể sử dụng khuôn này để sản xuất liên tục mà vẫn đảm bảo

kích thước sản phẩm. Các kim loại thông dụng trong sản xuất khuôn nhôm (Al), đồng (Cu), kẽm (Zn), thép...

Bảng 1. Tính chất nhiệt của một số vật liệu kim loại

Tính chất	Be	Mg	Al	Ti	Fe	Cu
Nhiệt nóng chảy (°C)	1277	650	660	1668	1536	1083
Hệ số dẫn nhiệt (W/m.K)	146	153	222	171	75	393
Hệ số giãn nở nhiệt ($\mu\text{m} / \mu\text{m} / ^\circ\text{C}$)	0.29	0.68	0.59	0.21	0.30	0.41
Nhiệt dung riêng (J/kg.K)	1883	1046	900	519	460	385

Nhắc nhở:

- Nồi nấu chảy khi sản phẩm có kích thước trung bình.
- Khi thêm chất thoát khí hỗn hợp với khuôn epoxy không để khuôn nhôm.
- Nồi nấu kẽm nhôm phải cẩn thận trong khâu thao tác khuôn vì khuôn có nhiều lớp xốp làm dính sản phẩm. Nhôm là kim loại mềm dẻo, nở cũng không cao, do đó trong một số trường hợp cần nở bền và nở cũng cao người ta thay nhôm bằng thép.
- Hộp kim kẽm với đồng, nhôm, magie nồi nấu chảy phải sản xuất các khuôn nấu chảy trong thời gian ngắn. Tính chất cơ học của hộp kim kẽm sẽ giảm nhiều ở nhiệt độ khoảng 100°C. Vì tính chất dễ gia công, dễ làm khuôn nên hộp kim kẽm là vật liệu quan trọng dùng làm khuôn composite và khuôn đúc.
- Thép là loại vật liệu quan trọng, dùng làm các khuôn sản xuất lâu dài với độ chính xác cao, sản phẩm chất lượng, chịu nồi nấu chảy và chịu nhiệt cao. Ta có thể lựa chọn các loại thép khác nhau dựa vào tính chịu mài mòn, chống sốc và khả năng gia công. Khuôn thép có giá thành cao nhưng chu kỳ nấu chảy là 500.000-1.000.000 sản phẩm/khuôn

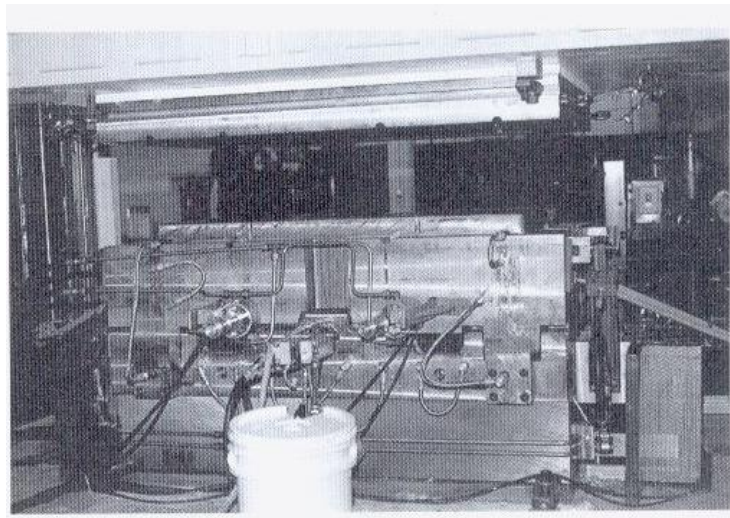
3.2 Máy ép (press):

RTM là phương pháp gia công ô tô áp suất thấp nhưng lại tạo nên sản phẩm có lỗi về mặt kinh tế khác biệt là những sản phẩm lớn. Sản phẩm gồm những phần có độ sâu và phần có xếp ô bên trong ... Máy ép sẽ có hình dạng của sản phẩm. Lọc ép phụ thuộc vào áp suất nên này khuôn và die tích sản phẩm.

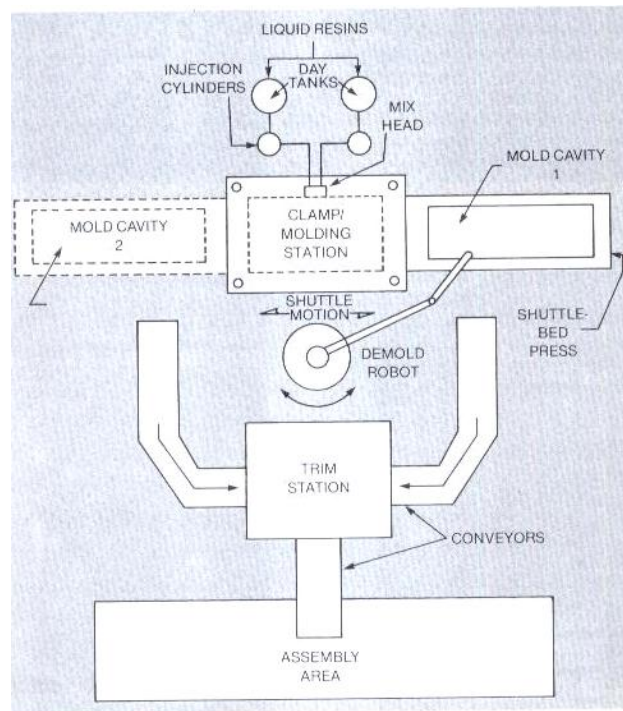
Máy ép ngoài việc tải áp suất phun nước, nó còn có vai trò trong môi trường và giới khuôn kín trong suốt quá trình phun. Có thể dùng chương trình mô phỏng bằng máy tính để tính toán áp suất cần thiết để nén khuôn.

Có nhiều loại máy ép áp suất thấp dùng RTM :

- Máy ép túi khí (airbag press): sử dụng nhiều túi cao su để tạo áp lực lên khuôn. Máy ép này thích hợp cho những sản phẩm nhỏ hay tạo sản phẩm mẫu (prototype). Tuy nhiên khuyết điểm của máy ép này là không thể nâng nóng khuôn trên lên khi tháo khuôn vì vậy phải dùng thêm một máy ép xylanh áp suất thấp để kéo nóng khuôn trên lên nên chi phí sẽ tăng lên.



- Máy ép thủy lực: hệ thống kẹp và tải phía trên nước nên việc bơm thủy lực, tốc độ nhanh hơn những chi phí cao hơn máy ép túi khí. Khi dùng máy ép áp suất cao cho những sản phẩm nhẹ phải thận trọng trong việc kiểm soát áp suất để tránh quá áp.



Hệ thống máy ép phun làm tăng năng suất

3.3 Hệ thống chặn không:

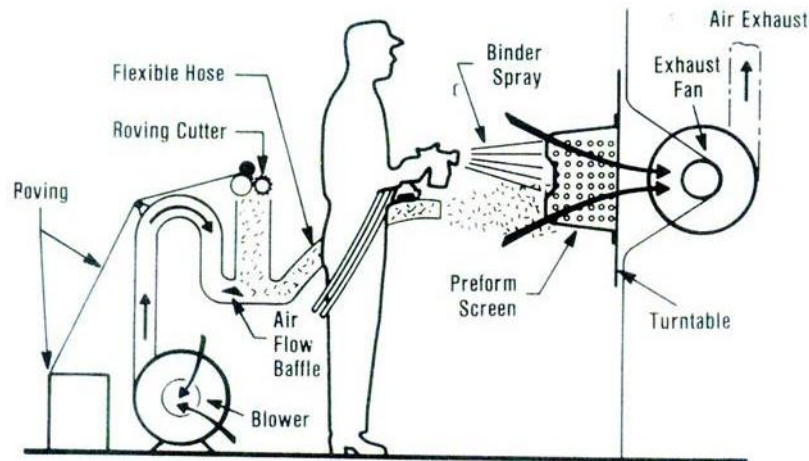
Chức năng của các thiết bị trong hệ thống:

Máy bơm chặn không	Tạo môi trường chặn không cho hệ thống
Van 1 chiều	Tránh hiện tượng mất áp khi máy ngừng hoạt động
Bình chứa chặn không	Giúp duy trì áp lực chặn không trong khoảng thời gian gia công
Bẫy nhớt	Tách nhớt dơ ra khỏi hệ thống chặn không

3.4 Sản xuất vớ hình hình sợi

Do vận tốc nhện này khuôn nhanh và nhớt chảy trong khuôn theo dòng nên dễ làm xoắn lệch hoặc cuốn sợi. Thông thường người ta thông dụng sợi dạng roving, dạng dệt và dạng sợi mặt liên tục. Khi dùng dạng mặt người ta có thể nhện và văng kết sợi bằng nhớt nhiệt dẻo (khoảng 3 – 5% theo khối lượng).

Sợi sau khi nhện lỏng nhớt sắp xếp vào trong khuôn.



Mô hình tạo preform bằng phun sợi

❖ Nhình hình sợi:

Nếu thời gian hình sợi trước khi cho vào khuôn ngoài ta dùng sợi dạng mat hoặc kết dính bằng nhựa nhiệt dẻo. Quá trình hình sợi thực hiện theo trình tự gia nhiệt, hình sợi. Nó có với sản phẩm có cấu trúc không gian 3 chiều ngoài ta thông dụng các loại xốp tạo các sản phẩm sandwich.

❖ Thiết bị tạo preform:

Sự phát triển của phương pháp tạo hình (preforming) hiệu quả là yếu tố quan trọng trong phương pháp RTM. Việc lựa chọn chính xác kỹ thuật tạo preform, vật liệu gia công (reinforcement) và thiết bị tạo preform sẽ quyết định sợi thành công của công nghệ RTM.

Có nhiều phương pháp tạo preform: cắt - dán, súng phun, ép, để nguội

✓ Cắt – Gấp (Cut and sew):

Là phương pháp dùng ít thiết bị nhất nhưng năng suất thấp. Phương pháp bao gồm: cắt sợi bằng tay và bán cắt, hay có thể dùng máy để cắt sợi bằng cách thêm vào máy cắt bằng thép. Sau đó dán preform bằng tay hay tự động. Quá trình tự động nếu tạo những sản phẩm ứng dụng trong không gian vuô trui những kỹ thuật tạo preform này rất tốn kém và chế thích hợp làm các sản phẩm nhỏ và phức tạp nơi đòi hỏi tính năng cao.

✓ Súng phun (Spray-up):

Phương pháp này tạo preform có dạng lõi, năng suất cao. Thiết bị lớn nên chiếm nhiều diện tích nhưng chi phí thấp. Phương pháp này có thể tạo nòng sản phẩm rất lớn. Tuy nhiên súng phun chế tạo preform có sẵn nên tính năng sản phẩm không cao.

✓ Dập (stamping)

Là phương pháp tạo preform có năng suất rất cao. Tạo preform từ sợi liên tục nên có tính sản phẩm cao. Tuy nhiên preform tạo ra phải nòng sọc chừa (cắt gọt) sau khi ép.

✓ Dệt, quấn (braiding, filament winding):

Là phương pháp tạo sản phẩm có hình dạng nón giản.

Dệt: tạo sản phẩm theo 3 chiều nên sản phẩm có độ bền kéo và độ cứng cao.

Quấn: tạo sản phẩm có cấu trúc tốt theo một phương, hình hình chính xác hơn. Năng suất thấp hơn phương pháp dệt nhưng thiết bị phức tạp hơn nên giá thành cũng cao hơn.

Tuy nhiên cả hai phương pháp này tạo preform qua chất nên làm nhòa khối thấm ướt hơn.

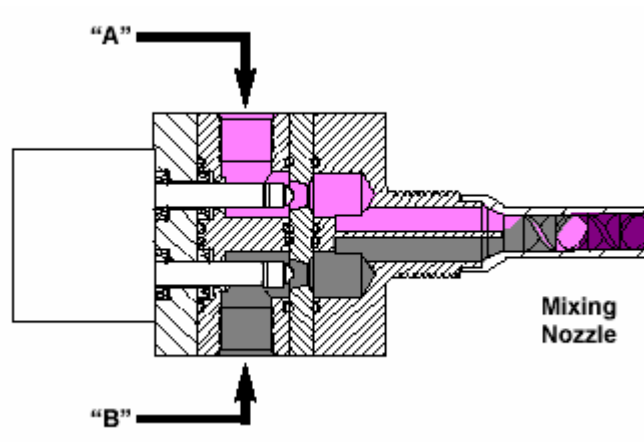
3.5. Thiết bị phun nhòa:

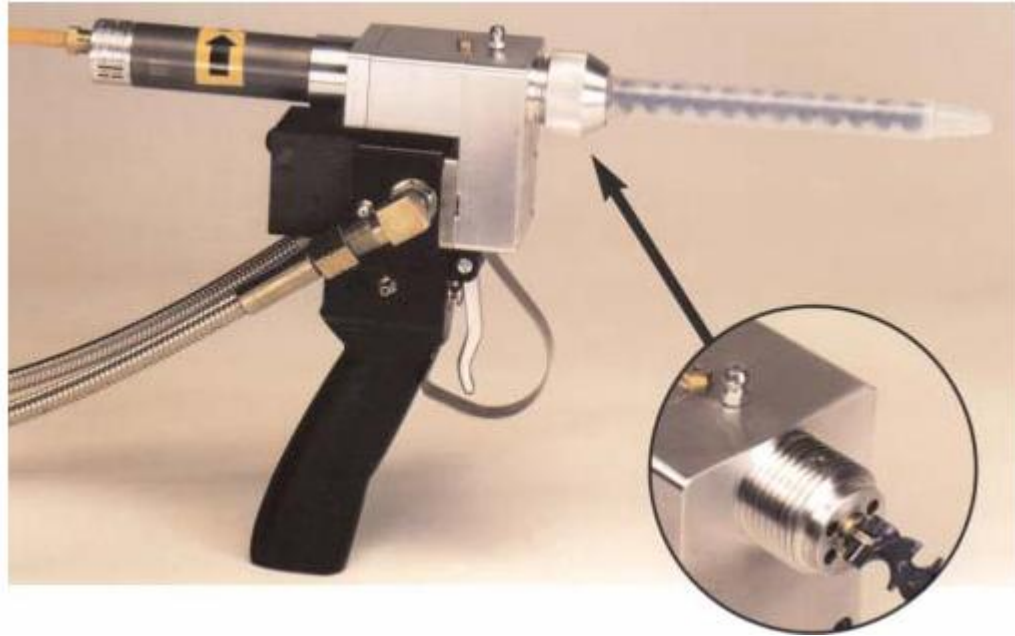
Mô hình nón giản nhất của RTM là sử dụng hệ nhòa một thành phần (one-component resin system) vào một bình áp suất để phun nhòa (hình 5.28). Nòng với nhòa nóng rắn ở nhiệt độ phòng, bình áp suất phải nòng làm vệ sinh sau mỗi lần phun để loại bỏ nhòa đã nóng rắn còn lại trong hệ thống. Bồn chứa nhòa nên làm bằng thép không gỉ hoặc nhôm (tránh gây ra một số phản ứng không mong muốn vì bồn có chứa tạp chất).

Cách tốt nhất để làm tăng năng suất và giảm chu kỳ làm vệ sinh thiết bị là dùng nhòa 2 thành phần (two-component resin system) (Hình 5.29). Hai thành phần sẽ nòng trộn với nhau bằng thiết bị trộn tĩnh (static mixer) trước khi phun vào khuôn. Thời gian trộn phải tính toán để hỗn hợp phản ứng tốt vào nhau mà không gây ra phản ứng nóng rắn trong thiết bị trộn. Sau mỗi lần phun máy trộn phải nòng vệ sinh.



Thiết bị phun nhõa vao khuôn gồm hai loai: súng phun dạng cầm tay (hand-held gun) và nhõa phun cố định (fixed injection nozzle).





Trong thiết bị phun nước ngoài nông nghiệp này vào khuôn com có dòng dung môi và không khí khô để làm sạch bề mặt sau mỗi lần phun. Nó với nước phun có hình tia phải dùng nước làm nguội khi khuôn có gia nhiệt để tránh nóng chảy ra ô nhiễm phun.

Tuy nhiên khâu của phương pháp này phải xử lý lượng nước và dung môi sau thải ra khi làm sạch nước phun. Cần phải tách riêng và chôn cất để thu hồi dung môi.

4. LAM SẴN PHẨM MẪU BẰNG PHƯƠNG PHÁP RTM (PROTOTYPING WITH RTM)

RTM là sự lựa chọn tuyệt vời để làm sản phẩm mẫu cho các phương pháp khác vì tạo ra sản phẩm có độ chính xác cao mà giá thành tổng nó thấp.

Khi tạo sản phẩm mẫu, nước sử dụng phải có hoạt tính thấp để kéo dài thời gian nên này và thoát khí. Khuôn làm từ epoxy hay các vật liệu trơ khác nhờ giá thành cao. Tạo preform bằng phương pháp "cut and sew". Kích thước sản phẩm từ nhỏ đến rất lớn có cấu trúc 3 chiều phức tạp.

Bảng 2: Tính chất vật lý của một số vật liệu RTM (nhựa Dow 411-C50 vinyl ester)

	Sợi thủy tinh (%)	Não bền kéo (ksi)	Modulus kéo (Mpsi)
R-35	37.7	18.0	1.24
R-40	43.1	24.5	1.48
R-50	48.2	26.2	1.66
C-10/R-40 (0°)	49.3	35.5	2.08
C-20/R-30 (0°)	50.6	37.7	2.68
C-40/R-20 (0°)	57.3	70.0	3.67
C-10/R-40 (90°)	49.3	19.3	1.56
C-20/R-30 (90°)	50.6	15.7	1.46
C-40/R-20 (90°)	57.3	10.0	1.38

5. NÂNG SUẤT

Chu kỳ làm sản phẩm RTM có thể ảnh hưởng đến đáp ứng các yêu cầu về năng suất.

✓ Chu kỳ dài (năng suất thấp):

- Giảm thanh vữa ở phía trên của thiết bị sẽ giảm năng suất
- Dùng khuôn epoxy và nhựa một thành phần có thời gian nóng rắn 1-2 giờ. Sau khi nhựa nguội này, có thể nghiêng hay lắc khuôn để tăng quá trình thấm ướt.
- Nói với sản phẩm quá lớn, trên khuôn sẽ có các quan sát để kiểm tra sợi thấm ướt. Với thời gian dài ta sẽ có thời gian làm sạch thiết bị trong khi chờ sản phẩm nóng rắn.

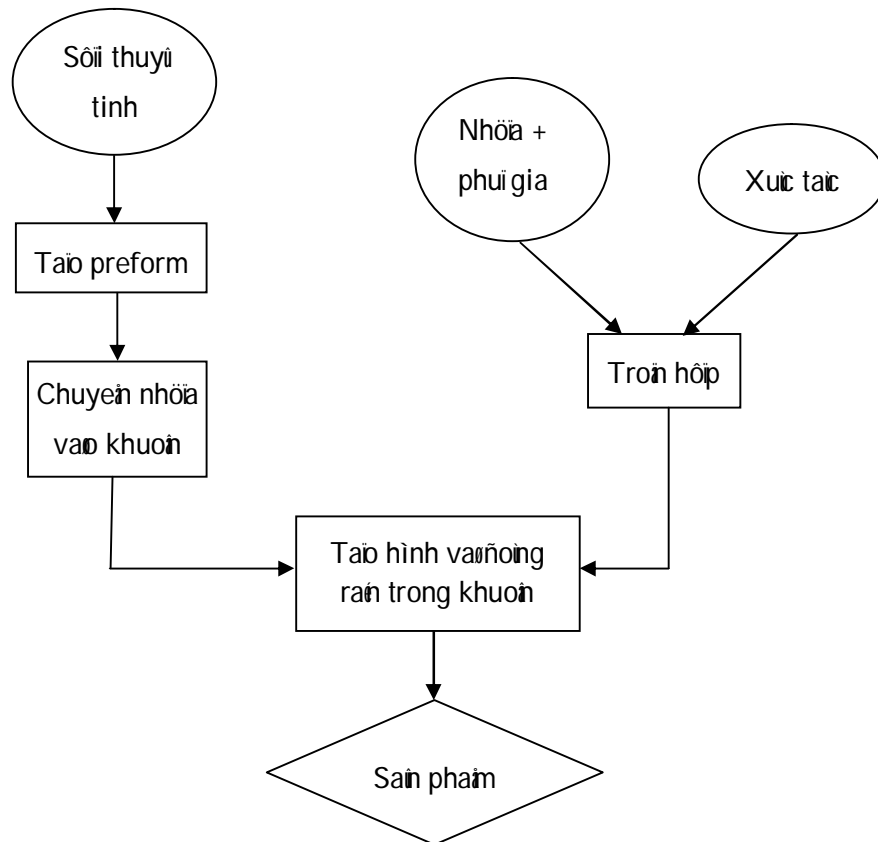
- Tổng quát, nếu thời gel là t_{gel} thì thời gian nóng chảy sẽ là $4-5 \times t_{gel}$, tức là nếu thời gian là 1 giờ thì cần thời gian khuôn sau 4-5 giờ
- ✓ Chu kỳ ngắn (năng suất cao)
- Tạo sản phẩm có kích thước vừa và nhỏ
- Thay đổi hoạt tính của nhựa, dùng nhựa hai thành phần và tăng nồng độ tạp của thiết bị.
- Khuôn làm từ kim loại và phải được gia nhiệt

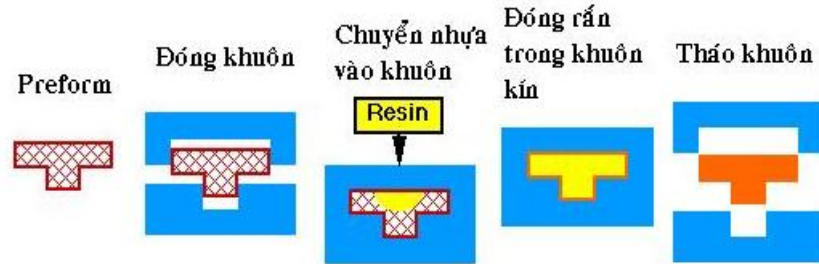
Còn hai vấn đề cần phải ảnh hưởng đến năng suất là quá trình nóng chảy thêm (postcure) và xử lý phế liệu. Một vài hệ nhựa nói chung phải có quá trình postcure để đạt tính chất cơ lý tối ưu, khi nào đây chuyên phải bảo đảm giữ cố định nếu không làm thay đổi kích thước sản phẩm. Việc kiểm soát phế liệu có ý nghĩa lớn trong việc bảo đảm tính kinh tế trong công nghệ RTM.

III. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ

Sơ đồ trình bày các bước thực hiện tóm tắt như sau:





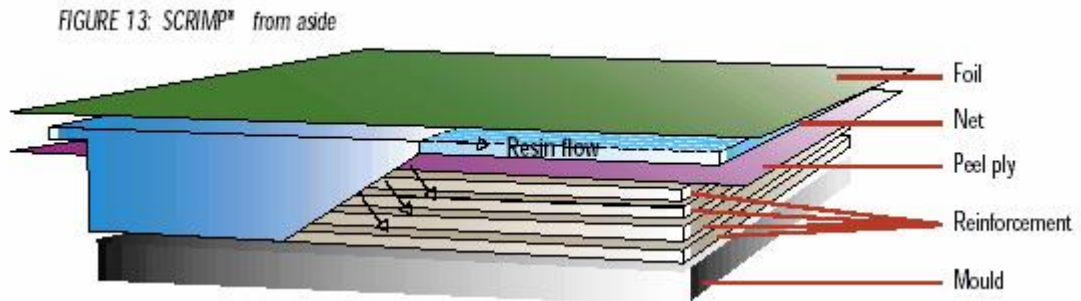
Hình 19. Sơ đồ biểu diễn quá trình tạo sản phẩm RTM

Sợi thủy tinh (preform) được đặt vào khuôn. Đóng khuôn. Nhựa được trộn với xúc tác được chuyển vào khuôn, quá trình nóng rắn xảy ra trong khuôn. Tùy theo yêu cầu khuôn có thể được gia nhiệt hoặc nóng rắn ở nhiệt độ phòng. Quy trình công nghệ RTM được mô tả theo sơ đồ trên với các giai đoạn sau:

- Chuẩn bị preform:
 - + Tạo hình dạng và hình học preform.
 - + Khả năng thấm ướt của preform.
- Chuẩn bị khuôn:
 - + Vệ sinh khuôn.
 - + Thoa chất rời khuôn.
 - + Phủ lớp bề mặt (peel ply) là lớp sợi có khả năng thấm nhựa tốt (để thấm nhựa) cho phép phân phối nhựa đồng nhất. Trên cùng sẽ là lớp phân bố SCRMP (Seemann composite resin infusion molding process) có dạng lưới giúp nhựa di chuyển nhanh hơn và đồng đều hơn. Lớp này không dính vào khuôn khi nóng rắn nên có thể lấy ra khi tháo khuôn.
 - + Chuyển preform vào khuôn.
 - + Đóng khuôn.
- Chuyển nhựa vào khuôn:
 - + Kiểm tra nhựa, xúc tác nóng rắn.
 - + Kiểm tra hệ thống chuyển nhựa, màu trộn.

- + Nhiệt ñoàkhuôn (nếu cần).
- + Chuyển ñhĩa vào ñkhuôn.
- Ñoàng rañ:
 - + Kiểm tra ñhĩa ñiên ñày ñkhuôn.
 - + Kiểm tra nhiệt ñoàkhuôn vàbieñ phap giai nhiệt cho ñkhuôn.
 - + Thời gian ñoàng rañ.
- Tháo ñkhuôn
 - + Nhiệt ñoàkhuôn.
 - + Cách lấy sản phẩm.

MOÀT SÒÁ HÌNH ẢNH VEÀ CÔNG NGHỆ VARTM



Cấu trúc sản phẩm làm ño công nghệ VARTM

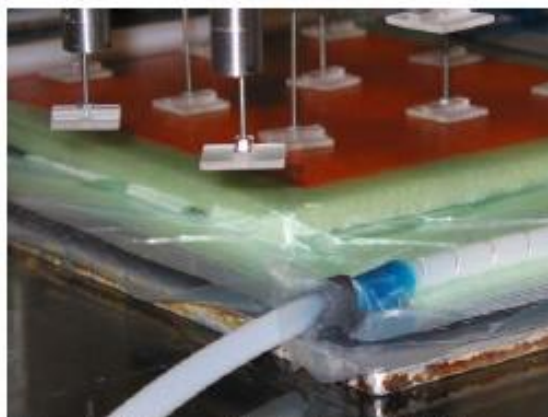


Figure 2-Vacuum tube in the VARTM process

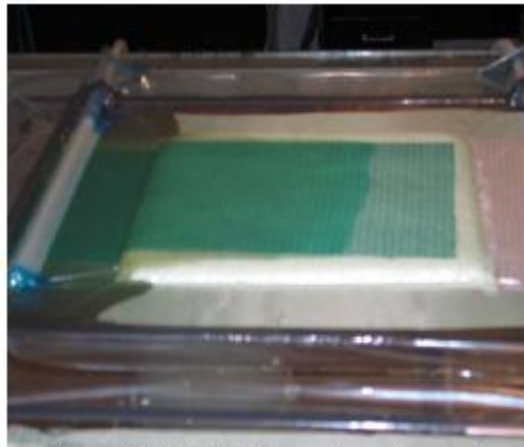
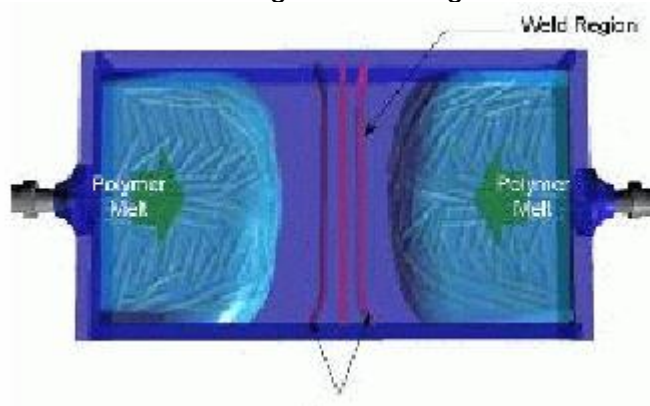
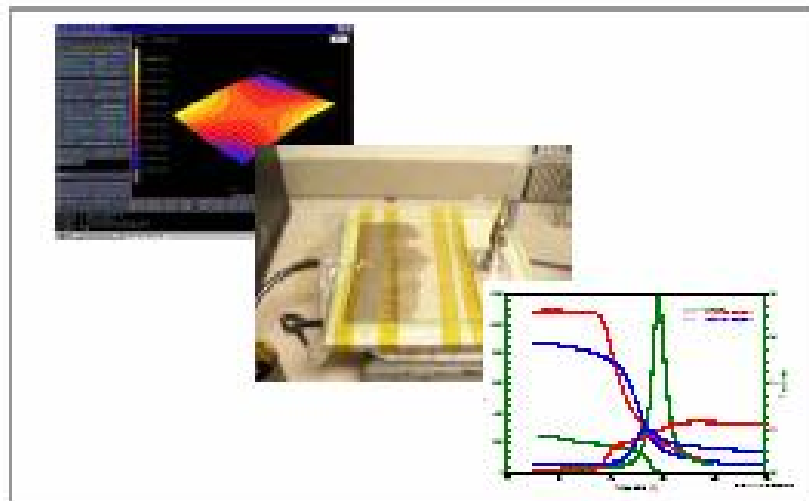


Figure 3- SCRIMP layer channeling resin

Ống chân không



Hai vị trí bơm nhựa



Modeling, processing and characterization

Moãphoãng quaitrinh thãm oõt nhõia

MOI T SOA HINH ANH VE A CONG NGHE ARTM

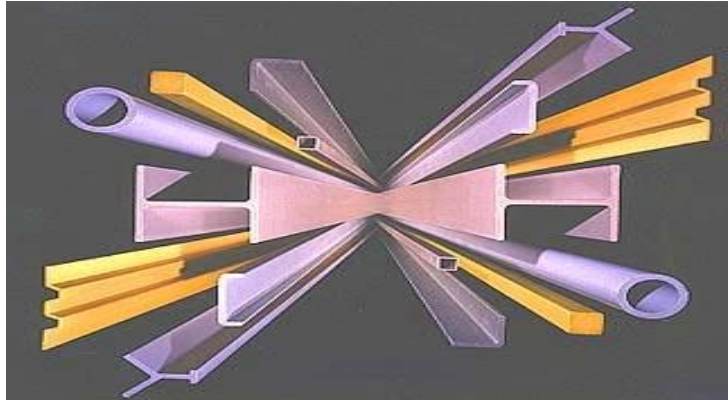


Chương V: Công nghệ Pultrusion

I. Giới thiệu.

I.1 Giới thiệu công nghệ pultrusion.

Quy trình pultrusion là một quy trình liên tục, tự động, dùng để sản xuất các sản phẩm FRP dạng profile (ví dụ thanh hình chữ U, thanh hình chữ I, thanh hình chữ O...). Sản phẩm có được các tính chất vật lý, tính chất hoá học tốt và có khả năng thay thế các sản phẩm profile làm từ các vật liệu truyền thống như sắt thép, nhôm, gỗ....



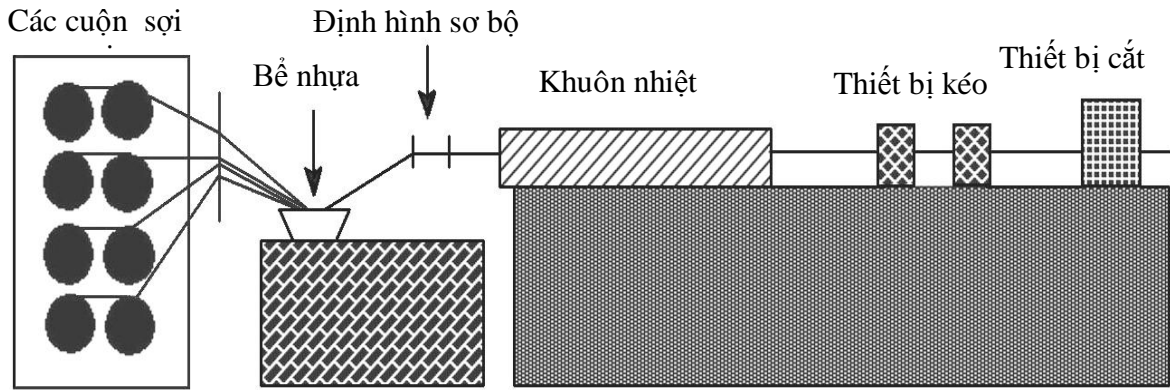
Hình 1.1: một số sản phẩm của phương pháp pultrusion .

Một vài đặc trưng của phương pháp pultrusion như sau:

- Sản xuất được các profile có hình dạng phức tạp với độ dài liên tục.
- Tỷ lệ phế liệu thấp.
- Sự phân bố của vật liệu gia cường với vị trí chính xác.
- Có thể chọn lựa rộng rãi các loại nhựa và vật liệu gia cường để sản xuất.
- Cường độ lao động từ thấp đến trung bình.
- Giá khuôn từ thấp đến trung bình
- Tốc độ sản xuất phụ thuộc vào hình dạng profile và vật liệu sử dụng.

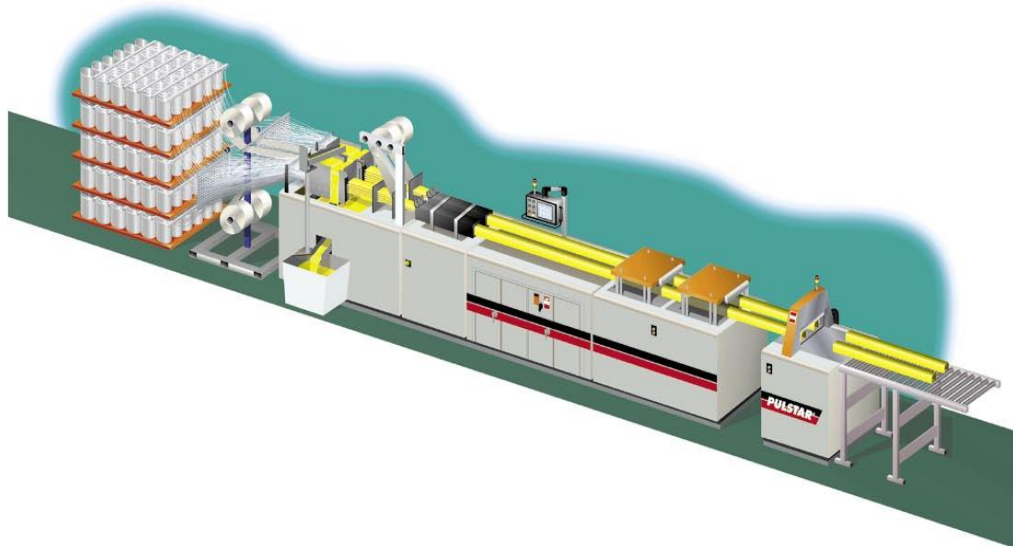
Pultrusion đã kết hợp thành công nhiều loại nhựa sợi khác nhau để sản xuất ra các sản phẩm profile có tính chất dao động trong khoảng rất rộng do đó đáp ứng được yêu cầu về tính chất của vật liệu trong rất nhiều ứng dụng.

Quy trình pultrusion cơ bản như sau.



Quy trình cơ bản hoạt động như sau:

Quy trình pultrusion bắt đầu bằng cách kéo một bó sợi dài liên tục qua một bể nhựa để thấm ướt bó sợi. Công đoạn này đòi hỏi nhựa phải thấm ướt hoàn toàn bên ngoài lẫn bên trong của sợi. Tiếp theo, bó sợi đã được thấm nhựa sau đó được kéo xuyên qua bộ phận dẫn hướng vào khuôn định hình sơ bộ để sắp xếp vị trí sợi phù hợp với thiết kế sản phẩm và bó sợi sẽ có hình dạng tiết diện mặt cắt ngang như mặt cắt ngang của lỗ khuôn (ví dụ hình chữ I). Tiếp theo, bó sợi-nhựa đã được định hình sẽ được kéo xuyên qua khuôn nhiệt để phản ứng đóng rắn trong nhựa xảy ra, chuyển nhựa từ trạng thái lỏng thành trạng thái rắn. Bây giờ, hỗn hợp sợi-nhựa trở thành composite rắn chắc, có hình dạng là một thanh dài với tiết diện mặt cắt ngang như tiết diện mặt cắt ngang của khuôn. Tiếp theo, thanh composite được kéo ra khỏi khuôn để làm nguội. Cuối cùng, thanh composite được cắt thành các đoạn thanh có chiều dài theo yêu cầu. Đến đây là kết thúc quy trình sản xuất sản phẩm composite pultrusion.



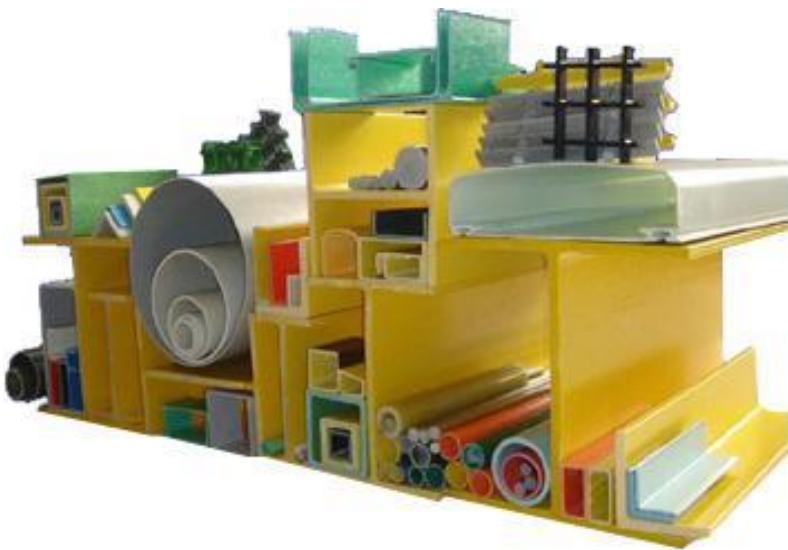
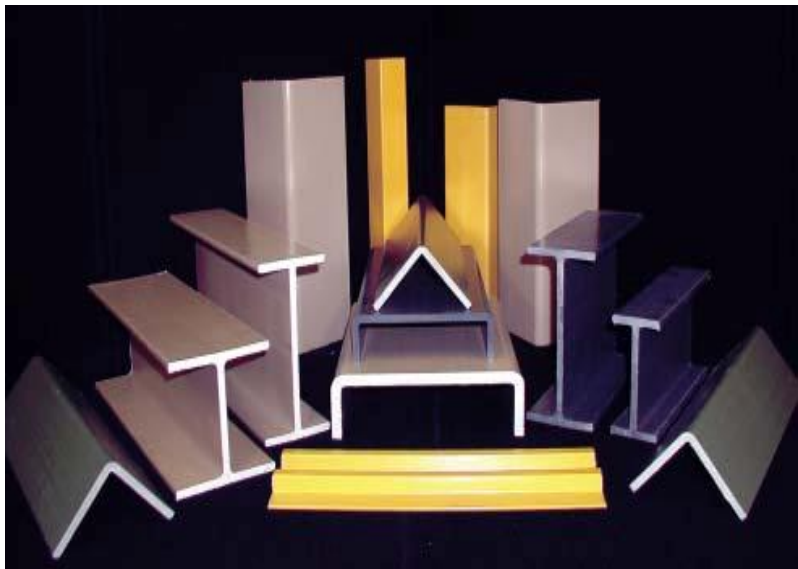
Hình 1.2: mô hình thực tế của máy pultrusion.



Hình 1.3: máy pultrusion dùng để chế tạo Thanh dầm.

I.2 Sản phẩm

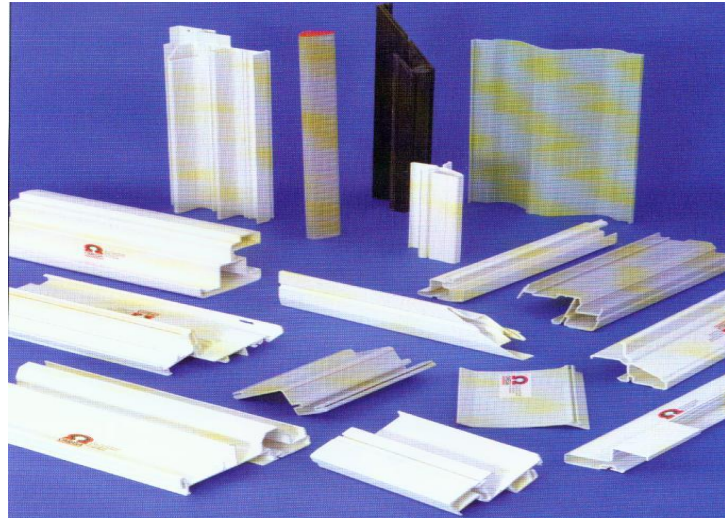
Sản phẩm của công nghệ pultrusion là các profile hình chữ I, chữ U, chữ và, chữ L, hình tròn, hình vuông ...các profile này thường dùng trong các kết cấu công trình xây dựng



Các loại profile này thường dùng để thay thế các profile làm từ vật liệu truyền thống như thép, nhôm. Trên hình bên có các profile dùng thay thế các profile thép hình

vuông, profile thép hình tròn, ống nước, máng nước...

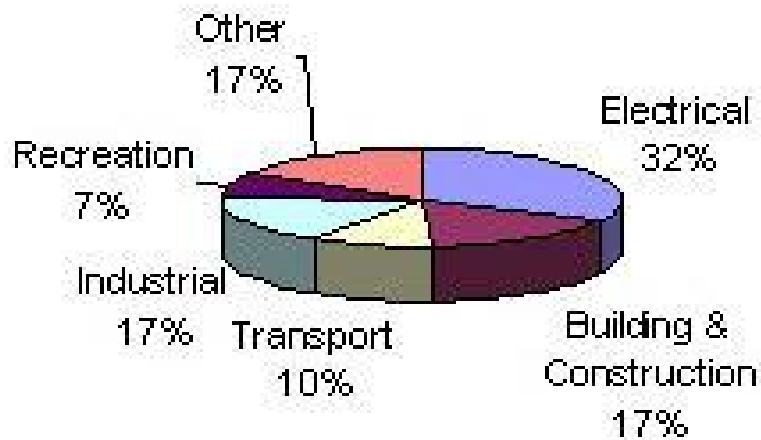
Đây là các loại profile dùng để lắp ráp kết cấu của các loại cửa, tủ...các loại profile này thường làm bằng vật liệu nhôm. Tuy nhiên, các profile pultrusion có thể thay thế các profile làm từ vật liệu truyền thống nhôm mà tính chất sản phẩm không hề thua kém nhôm.



I.3. Ứng dụng của sản phẩm

Phạm vi ứng dụng của sản phẩm composite pultrusion khá rộng. Gồm các ngành sau:

- Ngành điện : 32 %
- Ngành xây dựng : 17%
- Ngành công nghiệp : 17%
- Ngành vận tải : 10%
- Ngành giải trí : 7%
- Ngành khác : 17%



Sau đây là một số hình ảnh minh họa cho các ứng dụng của composite pultrusion

Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm kết cấu công trình xây dựng thay thế cho các loại thép kết cấu truyền thống. Ưu điểm của vật liệu FRP pultrusion trong ứng dụng này là: độ bền uốn, bền kéo cao, dễ thi công lắp đặt, chống phá hủy môi, bền môi trường và giá rẻ hơn vật liệu kim



loại truyền thống.

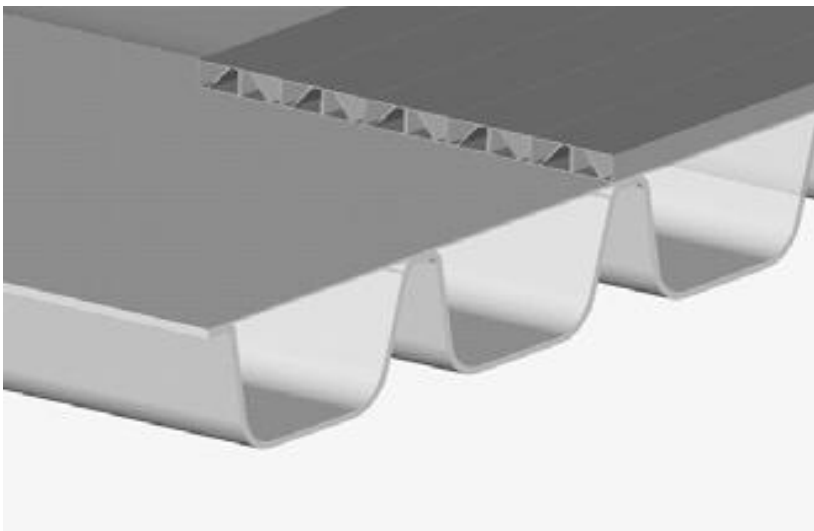
Trong ứng dụng này, vật liệu composite pultrusion được dùng làm tay vịn của thành cầu thang ngoài trời. Ưu điểm khi dùng vật liệu FRP pultrusion cho ứng dụng này là tránh bị hư hại do môi trường, một điều mà các vật liệu truyền thống như kim loại khó có được.





Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được dùng làm kết cấu của cầu có tải trọng nhẹ. Ưu điểm của FRP pultrusion dùng trong ứng dụng này là: vật liệu nhẹ dễ thi công lắp đặt nơi hiểm trở, chi phí thấp hơn cầu gỗ, bê tông, sắt. Chi phí bảo dưỡng thấp do bền môi trường cao, bền cơ học cao.

Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được dùng làm cột buồm cho tàu thuyền. Ưu điểm của vật liệu FRP dùng trong ứng dụng này là: chống ăn mòn của nước biển, chống mối do gió ngoài biển, vật liệu nhẹ giúp cho thuyền nhẹ và chạy nhanh hơn.



Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm tấm lợp trần nhà và tấm lót sàn chịu lực thay cho bê tông. Ưu điểm của vật liệu FRP pultrusion trong ứng dụng này là tính bền chắc và tính cách nhiệt của vật liệu FRP pultrusion .

Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm cán của các vật dụng gia đình và cán của các vật dụng thể thao như: cán cây lau nhà, cán xẻn, cán chổi, cán của gậy đánh gôn, cán của gậy khúc côn cầu. Ưu điểm của vật liệu FRP pultrusion trong các ứng dụng này là độ bền chắc, vật liệu nhẹ.



Trong ứng dụng này vật liệu composite pultrusion được sử dụng làm ống đi cáp cho các loại dây cáp điện, cáp viễn thông sử dụng trong môi trường đất ngầm cũng như ngoài trời, nhằm bảo vệ cho dây cáp không bị hư hại. Ưu điểm của vật liệu composite pultrusion dùng trong ứng dụng này là độ bền môi trường cao, ít cần bảo dưỡng, độ bền cơ học của đường ống cao.



Trong ứng dụng này, vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm dây cáp treo cho các công trình cầu treo. Ưu điểm của vật liệu FRP trong ứng dụng này là: độ bền kéo của FRP pultrusion không thua gì thép, FRP không bị ăn mòn bởi tác động của môi trường mưa, gió, chống tác động của tia UV bằng phụ gia chống UV.

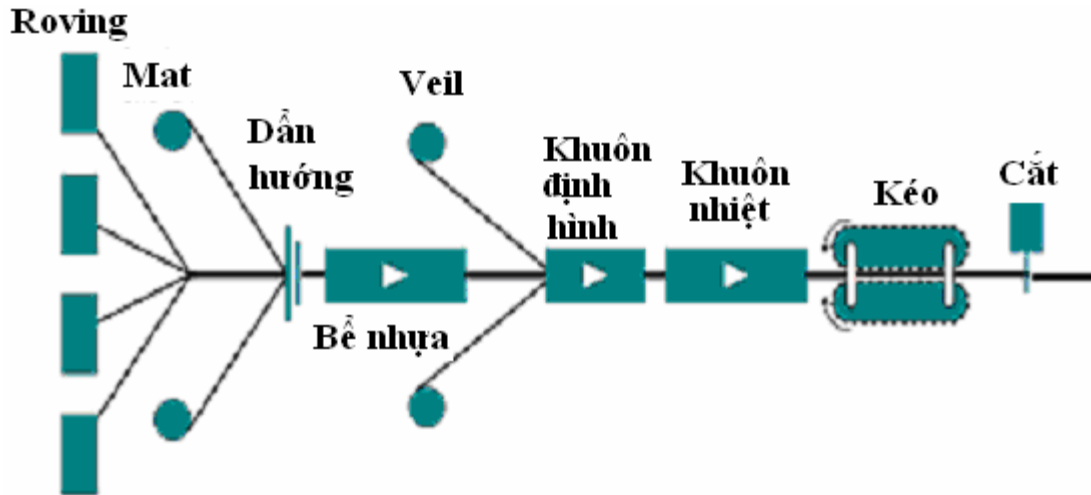
Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm vật liệu thiết kế trang thiết bị nội thất trong máy bay. Ưu điểm của FRP pultrusion trong ứng dụng này là tận dụng ưu thế tỷ lệ độ bền trên trọng lượng cao hơn nhôm, thép. Tính chất này giúp máy bay nhẹ hơn và tiết kiệm nhiên liệu



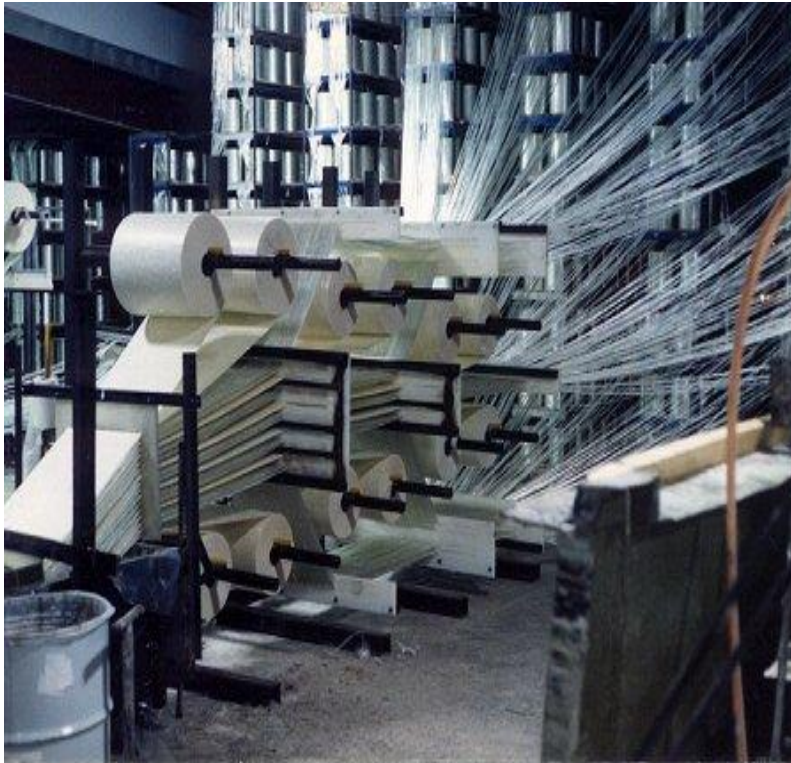
Trong ứng dụng này vật liệu FRP pultrusion được sử dụng làm kết cấu cho các công trình biển như giàn khoan dầu. Ưu điểm của FRP trong ứng dụng này là: tỷ trọng nhẹ giúp giảm áp lực cho công trình, độ bền cao, chống ăn mòn của nước biển, chi phí bảo dưỡng thấp.

IV Quy trình công nghệ pultrusion

Thiết bị bao gồm có 6 bộ phận chính : bộ phận cấp sợi, bể nhựa, khuôn định hình, khuôn nhiệt, máy kéo, máy cắt.



IV.1 Bộ phận cấp sợi



Bộ phận cấp sợi là phần đầu của quy trình pultrusion, làm nhiệm vụ dự trữ cung cấp các loại sợi cho hệ thống. Tại đây các loại sợi như roving, mat, fabric, veil được kéo qua các thiết bị dẫn hướng theo đúng yêu cầu sản phẩm. Vì pultrusion là quy trình liên tục nên các loại sợi thường cung cấp dưới dạng cuộn từ 15-25 kg. Mỗi bộ phận cấp sợi có thể chứa từ 15-45 cuộn sợi.

Sợi roving được kéo theo phương tiếp tuyến với cuộn và sau đó hướng tới bộ phận gom sợi trước khi sợi đi vào bể nhựa hoặc khuôn định hình. Sợi được kéo căng qua các hệ thống dẫn hướng hoặc các trục. Nếu sợi được kéo theo phương trục tâm của cuộn sợi thì sợi sẽ bị xoắn. Các sợi khi kéo cần phải điều

chính sao cho độ kéo căng của sợi phải đồng đều để tránh sự kéo căng không đồng đều, sự cọ sát giữa các sợi. Đặt sau bộ phận cấp sợi roving là các bộ phận cấp sợi đặc biệt dùng để cung cấp các loại sợi như Mat, Fabric, Veil.

IV.2 Bộ phận thấm nhựa



Hầu như mọi quy trình pultrusion đều dùng bể thấm nhựa để thấm nhựa vào trong cấu trúc sợi.

Trong bộ phận này, sợi được dẫn qua một chuỗi các trục lăn hoặc thanh nhằm làm cho sợi được kéo căng và dàn trải đều trên bề mặt trục. Sự kéo căng giúp sợi không bị chùn xuống, sợi sẽ không bị rơi vào nhau và cũng dễ để điều chỉnh hướng sợi. Sự dàn trải giúp diện tích bề mặt sợi tiếp xúc nhựa nhiều hơn, giúp sợi thấm lên bề mặt nhiều. Đặc biệt ở bề mặt tiếp xúc của sợi với trục, nhựa sẽ được giữ lại nhiều hơn do sức căng bề mặt. Ngoài ra các trục này còn có tác dụng nén ép sợi, giúp cho nhựa được nhào trộn và nén ép sâu vào bên trong sợi. Tốc độ thấm ướt sợi phụ thuộc vào việc xử lý sơ bộ bề mặt sợi và công thức nhựa. Việc thấm ướt cũng bị ảnh



hường bởi các chất hồ trên bề mặt sợi, sự còn sót lại của các chất bôi trơn trên bề mặt vải và cuối cùng là các chất kết dính bên trong Mat, Veil.

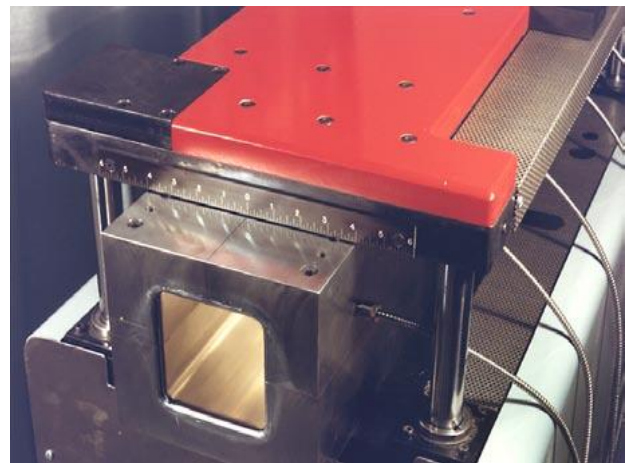
3. Khuôn định hình



Có hai loại khuôn được sử dụng trong pultrusion là khuôn định hình và khuôn gia nhiệt. Sự định hình thường được hình thành sau quy trình tẩm nhựa. Một vài trường hợp roving, mat vào khuôn định hình trong điều kiện khô trước khi trước bước tẩm nhựa, lớp Veil khô này có tác dụng bao bọc lớp nhựa bên ngoài là tăng thể tích nhựa trong bó sợi. Khuôn định hình thường kết nối với khuôn gia nhiệt để đảm sự kết nối chính xác bước định hình và gia nhiệt.

Kích thước khe trong khuôn định hình để tránh kéo căng sợi quá mức. Trong giai đoạn này sợi yếu và dễ dẫn đến đứt sợi, mat và fabric có thể bị xô lệch. Khuôn định hình cũng được thiết kế để loại bỏ lượng nhựa dư thừa, điều này ngăn cản áp lực thủy tĩnh cao bất thường tại cổng vào khuôn gia nhiệt.

4. Khuôn gia nhiệt



Khuôn gia nhiệt phải được đặt vững chắc trên khung của máy pultrusion để chống lại lực kéo. Lực kéo thường trong khoảng 6-8 tấn, tuy nhiên những máy sản xuất các bộ phận rộng 1,52m cao 0,6m có thể yêu cầu lực kéo lên đến 8-20 tấn, khuôn phải được lắp ráp thẳng hàng, đúng tâm với lực kéo.

Sự điều khiển nhiệt độ khuôn là thông số quan trọng nhất trong quy trình pultrusion. Profile nhiệt độ khuôn sẽ điều khiển tốc độ polymer hóa của hệ thống nhựa và vị trí của điểm gel đối với khuôn. Nó cũng ảnh hưởng profile toả nhiệt của nhựa qua các độ dày khác nhau của sản phẩm pultrusion .

Khuôn thường được gia nhiệt bằng các cặp nhiệt điện hoặc bằng dầu nóng. Việc đóng rắn nhiệt bằng hai phương pháp cấp nhiệt này khá chậm bởi thép công cụ làm khuôn có tốc độ truyền nhiệt kém và hạn chế sự đóng rắn đồng nhất. Năng lượng nhiệt cần để đóng rắn composite phải được cấp qua mặt ngoài của composite. Việc đưa nhiệt vào yêu cầu phải làm đông đặc toàn bộ composite. Khi composite pultrusion có bộ phận dày thì việc cấp nhiệt phải lâu hơn và điều này làm chậm tốc độ của quy trình. Việc tăng tốc độ gia nhiệt để tăng tốc độ kéo là giải pháp không cần thiết cho vấn đề này và kết quả đưa đến là sự đóng rắn quá nhanh của lớp ngoài với sự quá nhiệt ở lớp bề mặt và làm nứt mặt ngoài của sản phẩm. Điều kiện nhiệt độ khuôn có thể điều chỉnh bằng cách đặt vào trong khuôn các cặp nhiệt điện và điều này có thể giúp ta điều chỉnh nhiệt độ từng đoạn của khuôn.

Cần phải làm lạnh ngay tại đầu vào của khuôn để tránh nhựa bị gel sớm. Như đã đề cập profile nhiệt độ trong Khuôn là thông số quan trọng nhất để điều khiển tốc độ quy trình. Người ta cũng đã dùng sóng radio để gia nhiệt sơ bộ cho quy trình. Việc sử dụng sóng radio cùng với phương pháp gia nhiệt khuôn truyền thống có thể làm tăng đáng kể tốc độ của quy trình. Công nghệ này bị hạn chế là không được dùng đối với composite sợi cacbon.

5. Máy kéo



Máy kéo dùng để kéo profile pultrusion trong toàn bộ quy trình. Các vấn đề cần quan tâm trong máy kéo là lực kéo và tốc độ kéo. Tốc độ kéo nhanh thì tốc độ của quy trình nhanh. Tuy nhiên tốc độ kéo còn phụ thuộc nhiều vào các quá trình đóng rắn của nhựa trong khuôn.

6. Máy cắt



Máy cắt làm nhiệm vụ cắt profile pultrusion thành đoạn có kích thước theo yêu cầu. Để đảm bảo tốc độ của quy trình, khi cắt bộ phận cắt sẽ di chuyển cùng với tốc độ kéo của quy trình.

V. Các yếu tố ảnh hưởng đến chế độ gia công trong pultrusion

V.1 Quá trình chuyển trạng thái của nhựa trong khuôn

Trong những năm gần đây đã có việc sử dụng của nhựa epoxy và phenolic trong công nghệ pultrusion. G.a Hunter của công ty shell đã so sánh tính chất của các hệ nhựa như sau.

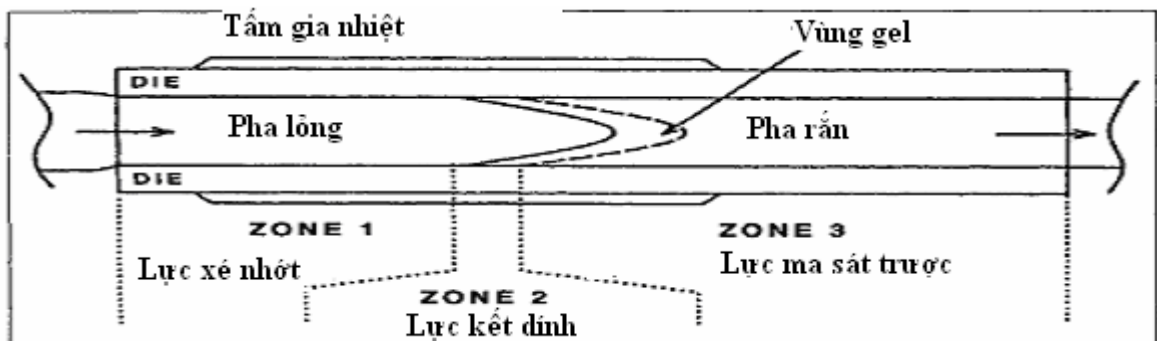
Hunter cung cấp một mô hình có ba vùng trong khuôn pultrusion. Khi so sánh các hệ thống nhựa cần chú ý đến diễn biến bên trong khuôn, profile nhiệt độ của khuôn và nhựa, và sự chuyển trạng thái của nhựa khi nó bắt đầu đi qua khuôn. Mô hình cho thấy ba vùng của khuôn nhiệt và sự chuyển pha của nhựa từ trạng thái lỏng ở vùng 1 sang trạng thái gel ở vùng 2 và thành trạng thái rắn ở vùng 3.

Trong vùng 1, tại đây vật liệu vào khuôn ở nhiệt độ phòng, trương nở khi nó hấp thụ nhiệt và đây chính là nguyên nhân khiến áp suất ở vùng này tăng lên.

Khi vật liệu tiến vào vùng 2 hay còn gọi là vùng gel, nó hấp thụ nhiều nhiệt hơn, bắt đầu tạo liên kết ngang giữa các mạch polymer và chuyển trạng thái từ lỏng nhớt sang trạng thái vật liệu đặc không chảy, và sau đó giống như cao su.

Khi chuyển vào vùng 3 mật độ nối ngang tăng lên, vật liệu chuyển sang trạng thái rắn, sự co thể tích bắt đầu xuất hiện làm giải phóng áp suất và hình dạng sản phẩm co lại tách rời mặt trong của khuôn. Trong vùng này, vì sự tách của bề mặt sản phẩm và bề mặt khuôn nên ma sát trực là rất thấp.

Dựa trên độ dày khe của khuôn và tốc độ quy trình mà đầu mũi hình viên đạn sẽ giãn ra hoặc thu nhỏ lại



Hình: mô hình chuyển trạng thái của nhựa trong khuôn

V.2 Lực kéo

Trong vùng 1 chỉ sinh ra lực xé rách. Trong vùng gel (vùng 2) lực kết dính bắt đầu xuất hiện trong khối vật liệu và vật liệu chuyển sang trạng thái gần như cao su, khối vật liệu dạng gel này bám sát vào thành khuôn và đây chính là nguyên nhân gây ra lực masát đáng kể. Khi sang vùng 3 nhựa cứng và co lại làm bề mặt sản phẩm tách khỏi bề mặt khuôn làm cho lực masát giảm đáng kể. Rõ ràng là lực kéo là do lực masát sinh ra giữa bề mặt tiếp xúc của nhựa và khuôn và điều này được quyết định bởi kích thước vùng gel. Đặc biệt khi tốc độ quy trình tăng lên làm kích thước vùng gel dài ra và kết quả là lực kéo tăng lên đáng kể.

V.3 Áp xuất

Hunter đã chứng minh rằng áp xuất thất thoát trong vùng 3 trước khi vật liệu được làm lạnh. Vì vậy không có sự co do giảm nhiệt nhưng độ co thể tích là do đóng rắn nhựa.

Vì vậy sự tương tác của áp xuất và độ co thể tích giữ một vai trò quan trọng trong động lực học pultrusion. Áp xuất không đủ gây nên vấn đề tróc lớp. Độ co không đủ gây nên lực kéo cao quá mức. Tốc độ co rút nhựa tác động đến tốc độ giảm áp xuất và hai điều này điều này bị quyết định bởi tốc độ đóng rắn nhựa. Vì vậy sự cân bằng nhạy cảm giữa áp xuất, tốc độ đóng rắn và độ co rút phải đạt được để quy trình pultrusion diễn ra nhanh hơn.

Hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu làm khuôn cũng được chú ý đến. với sự chênh lệch nhiệt độ khoảng 120 độ, đường kính của phần có nhiệt độ cao nhất của khuôn pultrusion có sẽ lớn hơn 0,3% so với đầu vào.

V.4 Độ co rút

Hunter đã tiến hành các thí nghiệm về độ co trên nhựa polyester và epoxy. Kết quả cho thấy rằng nhựa polyester hầu như co gấp hai lần nhựa epoxy. Tuy nhiên Hunter báo cáo rằng profile của độ co quan trọng hơn độ co.

Polyester tiếp tục giãn nở sau điển gel, sau đó tốc độ co tăng nhanh và hình thành trên profile của độ co một mũi như búp măng. So với epoxy, nhựa epoxy co trước khi nó gel và tiếp tục co với tốc độ đều đều cho đến khi nó đóng rắn hoàn toàn. Thông tin này đã đưa ra một quan niệm mới giúp hiểu rõ hơn đặc tính pultrusion của nhựa epoxy so với nhựa polyester.

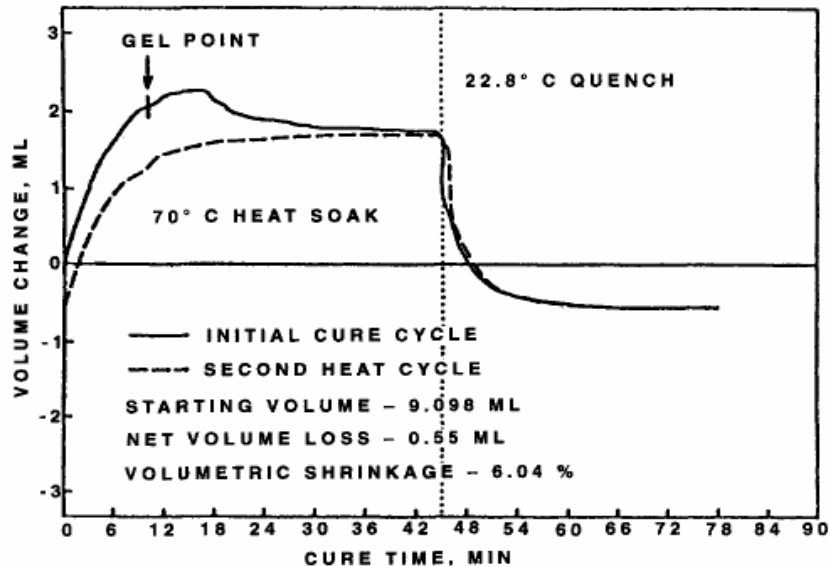
Trong hầu hết các quy trình sản xuất composite, việc áp dụng áp xuất trong khi đóng rắn pha luôn luôn có lợi cho phẩm chất của sản phẩm. Pultrusion không ngoại lệ với quy luật này và việc tăng lên của áp xuất trong khuôn pultrusion cho đến khi nhựa

đóng rắn hoàn toàn là rất có ích cho phẩm chất sản phẩm. Tương tự như vậy áp suất trong pha gel đảm bảo rằng sản phẩm được giữ chặt với bề mặt khuôn và vì vậy bề mặt phẳng láng sẽ được tạo ra vì áp suất giúp ngăn cản sự tróc ra của lớp bề mặt.

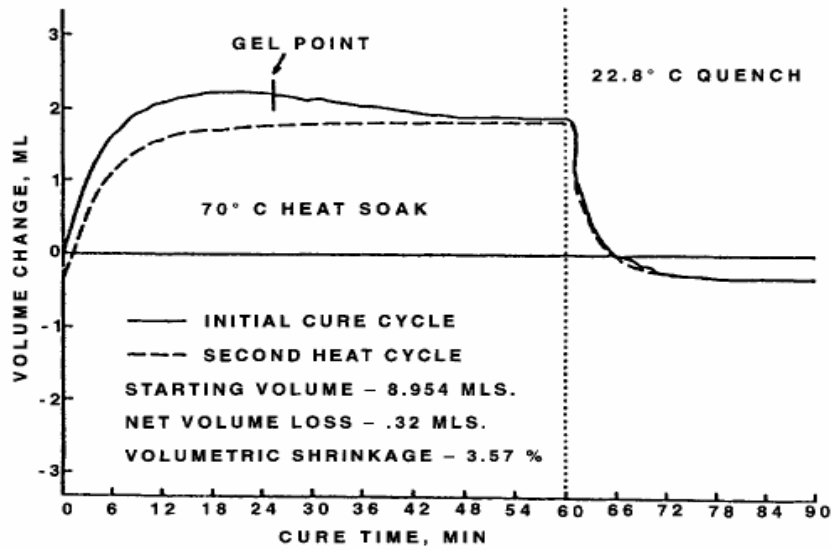
Vì vậy từ việc so sánh kết quả, nó chỉ ra một điều hiển nhiên rằng profile độ co của polyester tốt hơn so với epoxy trong điều kiện gel và đóng rắn dưới áp suất. Ngoài ra tốc độ co tăng đột ngột sau khi gel của polyester có lợi cho việc áp suất giảm nhanh và vì vậy lực ma sát cũng giảm nhanh.

Với epoxy, nhựa bắt đầu co cùng với sự tiến triển của quá trình gel và gel dưới điều kiện suy giảm của áp suất. Vì vậy nhiều áp suất bị mất trong thời gian gel bởi sự co thể tích. Sau khi gel tốc độ co rất chậm. Vì vậy lực ma sát chỉ giảm dần dần. Vì vậy vùng gel của nhựa epoxy không đủ áp suất để chống lại sự bong tróc ở bề mặt. Điều này giải thích tại sao vấn đề này thường xuyên bắt gặp khi nhựa epoxy được thay thế trực tiếp cho nhựa polyester mà không chú ý đến vấn đề đóng rắn và co thể tích. Hunter đã đề nghị một giải pháp đơn giản để bù đắp cho đặc tính co rút này của epoxy. Sự hiện diện của chất độn dưới dạng sợi hay bột trong hệ thống nhựa cũng làm giảm một phần sự co thể tích của nhựa.

Ngoài ra áp suất từ việc giãn nở nhiệt cũng tương ứng với thể tích của độn và sợi gia cường. Việc tăng lượng gia cường trong tỷ lệ nhựa sợi sẽ làm giảm khuynh hướng co và đồng thời áp suất cũng tăng. Thậm chí dù nhựa epoxy có co trước khi vào vùng gel, áp suất vẫn đủ để tránh bong tróc bề mặt. Điều này giải thích tại sao tỷ lệ sợi/nhựa cao thường có lợi cho nhựa epoxy trong quy trình pultrusion hơn nhựa polyester.



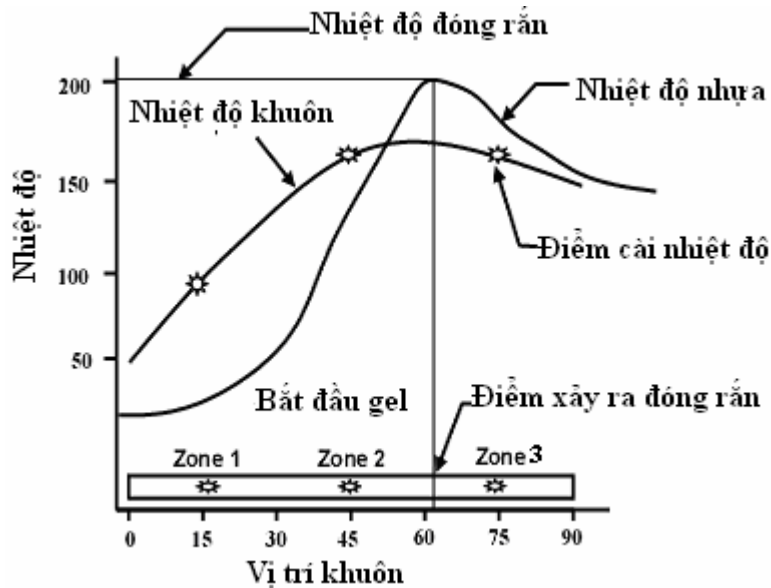
Hình : sự thay đổi thể tích trong khi đóng rắn của nhựa polyester



Hình: sự thay đổi thể tích trong khi đóng rắn của nhựa epoxy

V.5 Nhiệt độ khuôn

Trong pultrusion có thể sử dụng các thí nghiệm để xác định chế độ cài đặt nhiệt độ để sản xuất các sản phẩm có chất lượng như mong muốn. Chế độ cài đặt dựa trên nhiệt độ phản ứng trong quá trình đóng rắn.



Hình: profile nhiệt độ nhựa và profile nhiệt độ khuôn

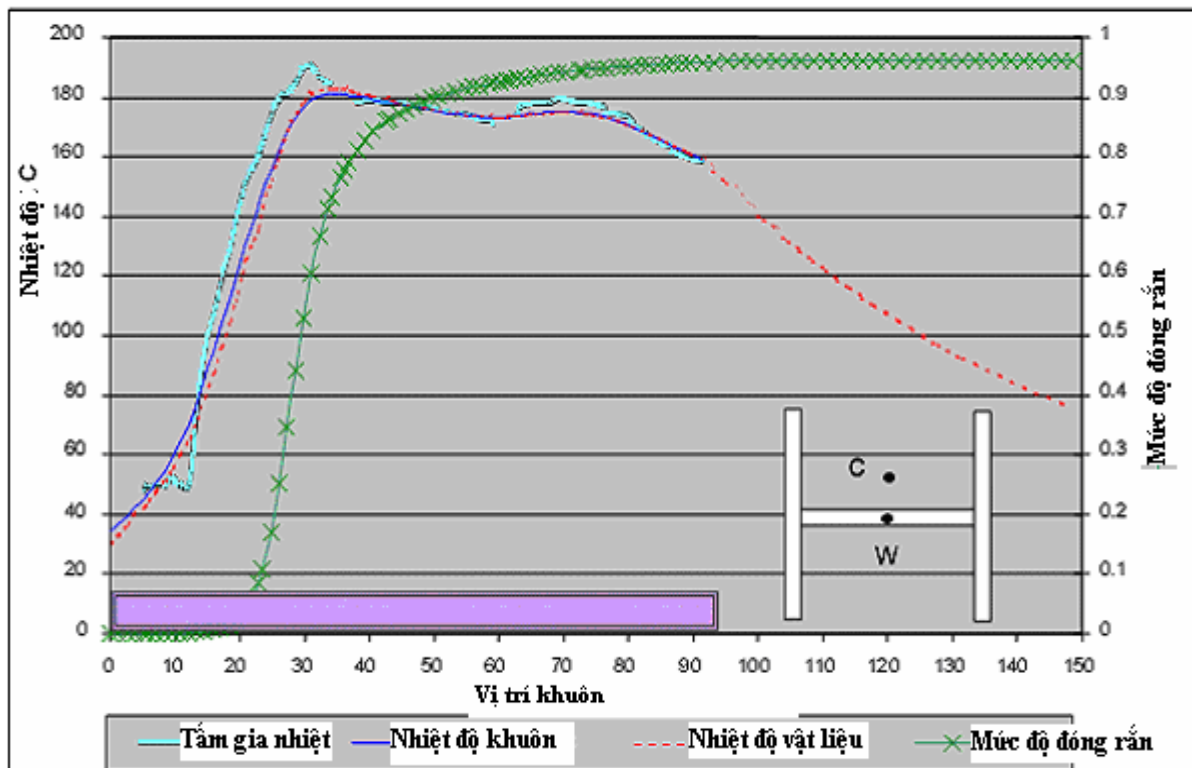
Hình 5.4 mô tả profile nhiệt độ nhựa và profile nhiệt độ khuôn dọc theo chiều dài của khuôn. Trong quá trình cài đặt profile nhiệt độ khuôn cần phải chú ý tốc độ thay đổi nhiệt độ từ đầu khuôn đến điểm xảy ra đóng rắn, tốc độ tăng nhiệt độ của profile không được quá nhanh so với tốc độ truyền nhiệt của nhựa vì nếu nhiệt độ tăng quá

nhanh làm chên lệch nhiệt độ quá lớn giữa lớp bề mặt và lớp giữa của profile, làm sinh ra hiện tượng đóng rắn khuôn đồng đều, quá nhiệt trên bề mặt profile, cơ tính sản phẩm không tốt.

Nhiệt độ cài đặt khuôn tại điểm xảy ra đóng rắn cần phải thấp hơn nhiệt độ đóng rắn vì phản ứng đóng rắn toả nhiệt làm cho nhiệt độ tăng cao đột ngột tại điểm đóng rắn. Sau khi qua điểm đóng rắn nhiệt độ khuôn giảm với tốc độ chậm dần và nhiệt lượng còn lại sẽ giúp nhựa đóng rắn hoàn toàn.

Nhiệt độ tại đầu vào của khuôn cần giữ ở nhiệt độ phòng để cho profile có đủ thời gian ổn định kích thước và giãn nở nhiệt.

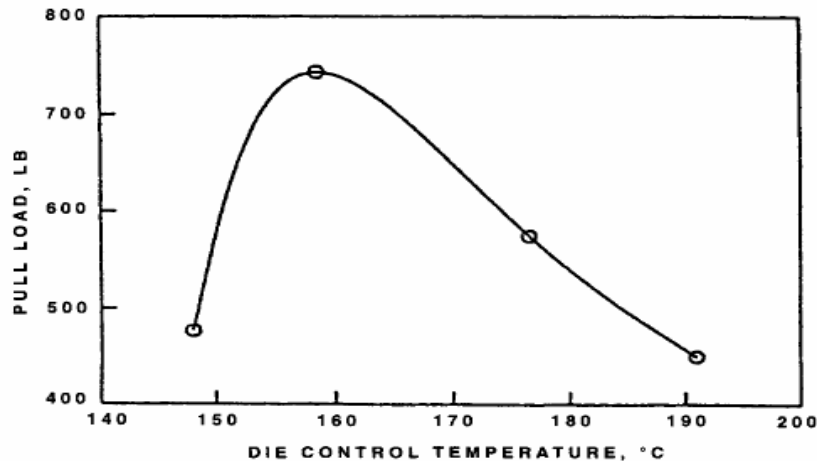
Hình 5.5 biểu diễn các profile nhiệt độ khuôn, tấm gia nhiệt, nhựa và profile đóng rắn của nhựa dọc theo chiều dài khuôn sản xuất profile hình chữ I



Hình: các profile nhiệt độ khuôn, tấm gia nhiệt, nhựa và profile đóng rắn của nhựa dọc theo chiều dài khuôn

Nếu nhiệt độ cài đặt quá cao: ví dụ đối với pultrusion epoxy nhiệt độ không được vượt quá 225°C trong vùng nóng nhất của khuôn và composite. Tại nhiệt độ này quá trình vòng hoá nội phân tử sẽ xảy ra bên trong hệ thống nhựa epoxy và nhựa sẽ không cần chất đóng rắn để kích thích quá trình đóng rắn. Tính chất cơ học và vật lý của nhựa sẽ bị giảm cấp dưới điều kiện này.

Nếu nhiệt độ cài đặt thấp, tốc độ đóng rắn sẽ giảm xuống và điều này làm cho kích thước của vùng gel tăng lên. Đồng thời tốc độ co và tốc độ suy giảm áp suất bị giảm và điều này đưa đến kết quả kích thước vùng gel lớn và áp suất trong vùng gel lớn và điều này làm tăng lực kéo. Khi nhiệt độ khuôn tăng, điều kiện bắt đầu làm giảm lực kéo. Hình 5.6 mô tả mối quan hệ của lực kéo và nhiệt độ cài đặt trong hệ nhựa epoxy.

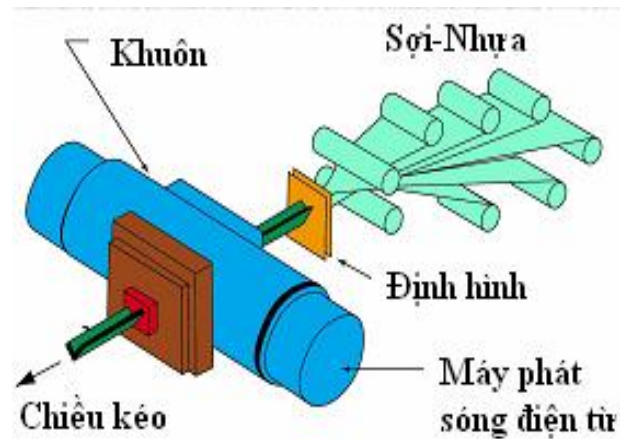


Hình: tương tác giữa lực kéo và nhiệt độ khuôn

Đối với những profile mỏng(dưới 12,7 mm), thời gian truyền nhiệt vào nhựa ngắn cho nên tốc độ tăng nhiệt độ của profile nhiệt độ khuôn sẽ nhanh, chiều dài khuôn ngắn, kích thước vùng gel ngắn, lực kéo thấp và điều quan trọng là tốc độ quy trình sẽ nhanh hơn profile dày.

Đối với những profile dày trên 12,7 mm, cần gia nhiệt sơ bộ bằng tần số radio để ngăn chặn sự cracking bên trong nhựa. Tuy nhiên, tốc độ kéo sẽ thấp hơn nhiều so với profile mỏng. Trong trường hợp này Phương pháp gia nhiệt sơ bộ bằng tần số radio làm tốc độ quy trình pultrusion nhanh hơn mà không làm cracking.

Gia nhiệt sơ bộ làm giảm sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và trung tâm của composite, thời gian cấp nhiệt cho nhựa giảm xuống, kích thước vùng gel nhỏ hơn đưa đến giảm lực kéo. Việc tăng tốc độ quy trình sẽ mang áp suất, kích thước vùng gel trở lại điều kiện bình thường. Đây là lý do tại sao phương pháp gia nhiệt sơ bộ bằng tần số radio làm cho tốc độ quy trình nhanh hơn mà không phải tăng lực kéo quá cao. Hình 5.7 biểu diễn mô hình đóng rắn bằng sóng điện từ.



Hình: mô hình đóng rắn bằng sóng điện từ

V.6 Tốc độ đóng rắn

Như đã trình bày ở trên tốc độ co thể tích chịu sự ảnh hưởng của tốc độ đóng rắn nhựa. Tốc độ co thể tích cao làm áp suất giảm nhanh và giảm lực masát. Từ những điểm này, việc nhựa có tốc độ đóng rắn nhanh là rất quan trọng. Điều này làm cho chiều dài vùng gel ngắn hơn và do đó tốc độ quy trình cũng nhanh hơn.

Tốc độ đóng rắn polyester thay đổi bằng cách thay đổi lượng và loại xúc tác peroxide dùng để khơi mào cho phản ứng. Việc thay đổi tốc độ đóng rắn của epoxy là không đơn giản.

Việc lựa chọn tác nhân đóng rắn cho nhựa epoxy dựa trên cơ sở của những thông số biểu hiện cần có trong sản phẩm composite. Thời gian sống của nhựa cũng tác động đến sự chọn lựa này. Chất xúc tiến nhiệt cũng có thể được sử dụng trong trường hợp này. Tuy nhiên hiệu quả làm tăng tốc độ đóng rắn của chất xúc tiến có thể làm giảm thời gian sống của nhựa.

Nếu tốc độ đóng rắn chậm mà kéo với tốc độ cao sẽ đưa đến hậu quả là nhựa chỉ đóng rắn ở lớp bên ngoài, không kịp đóng rắn lớp ở bên trong. việc này đưa đến kết quả xuất hiện sự tách lớp bên trong composite, làm giảm phẩm chất của composite

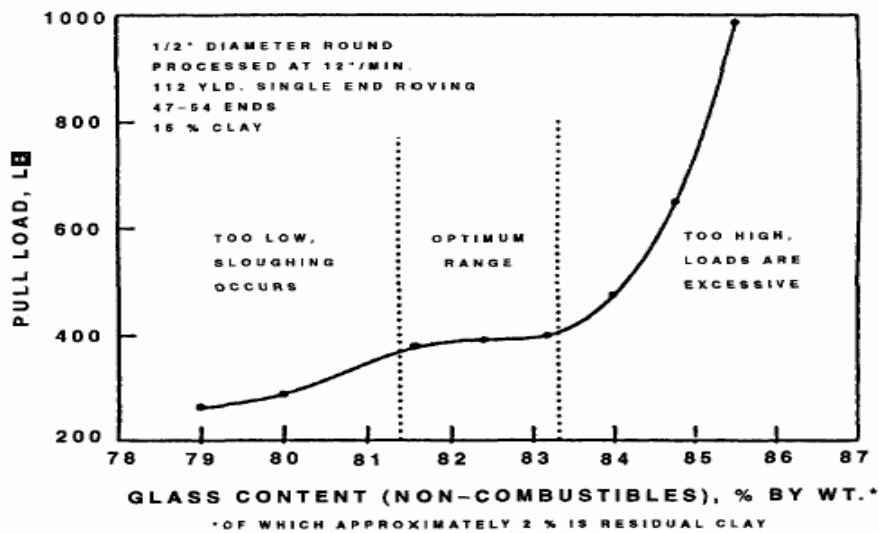


Hình: sự tách lớp do kéo với tốc độ quá cao

V.7 Thể tích vật liệu gia cường

Mối quan hệ tổng quát giữa hàm lượng sợi và lực kéo trong hệ nhựa epoxy được biểu diễn trong hình. Trên đường cong tải trọng ta thấy có một đoạn nằm ngang rộng khoảng 2% so với trục hàm lượng sợi. Đây là khoảng hàm lượng sợi tối ưu cho sản phẩm pultrusion epoxy dạng que có đường kính 12.7 mm. Bên dưới khoảng tối ưu, sự bong tróc xuất hiện trên bề mặt sản phẩm vì áp suất không đủ tại điểm gel. Bên trên khoảng tối ưu, áp suất quá cao trong vùng gel và sau vùng gel làm tăng lực kéo quá mức.

Cả hai hệ nhựa epoxy và polyester phản ứng tương tự đối với các loại vật liệu gia cường khác nhau. Đối với hai hệ thống nhựa này, hàm lượng vật liệu gia cường tối thiểu “để chống lại sự bong tróc” khi sử dụng mat và roving thấp hơn so với khi sử dụng tất cả là roving.



Hình 5.9 : ảnh hưởng của thể tích vật liệu gia cường đến lực kéo

V.8 Trộn nhựa

Khi các thành phần như xúc tác, xúc tiến, pigments, chất trợ nhót, chất trợ phân tán, độn được thêm vào nhựa, hỗn hợp được trộn với thời gian ngắn nhất có thể. Chất đóng rắn được để ra ngoài hỗn hợp cho đến khi hỗn hợp sẵn sàng để cho vào bể nhựa thì mới được thêm vào. Việc trộn các vật liệu độn nên trộn với lực cắt xé cao và nên hạn chế thời gian trộn vì khi trộn nó sinh ra một lượng nhiệt đáng kể trong nhựa. Chỉ khi trước khi bắt đầu sử dụng, chất đóng rắn mới được thêm vào và được trộn với tốc độ trộn rất thấp. Sau khi hệ thống bắt đầu hoạt động, nhựa bổ xung nên được thêm vào để đảm bảo tốc độ của quy trình. Nếu tốc độ tiêu thụ nhựa là 2 galon mỗi giờ thì thêm 2 galon mỗi giờ. Thì sự thêm vào này sẽ trợ giúp thời gian sống của nhựa và pha loãng nhựa cũ với nhựa mới thường xuyên. Nếu bể nhựa nhỏ, hiệu quả pha loãng của vật liệu thêm vào sẽ cao. Dựa trên kích thước của bể, công nghệ này sẽ làm tăng thời gian sống của bể nhựa lên đến 800% hoặc hơn. Một bể chứa nhựa lớn có thể được trộn và đặt bên cạnh dây chuyền sản xuất. Bể chứa này không có chất đóng rắn có thể ổn định trong 3 ngày. Chất đóng rắn chỉ có thể được trộn với nhựa trong bể chứa tại một bể nhỏ khác trước khi được cho vào bể nhựa của hệ thống.

CÔNG NGHỆ RRIM

I. NỀN NGHÓA

RRIM (reaction reinforced injection molding) là phương pháp đúc cải tiến từ phương pháp RIM. Phương pháp RIM là phương pháp dùng áp suất cao phun hỗn hợp nhồi hai thành phần vào trong khuôn kín.

Phương thức cải tiến hơn so với phương pháp RIM ở chỗ là có sử dụng thêm sợi gia công để tăng thêm đặc tính cơ lý của sản phẩm. Phương pháp RRIM, sợi gia công nhồi trộn chung với nhồi và nhồi phun nóng thổi vào trong khuôn thông qua hệ thống bơm nhồi lỏng và nhồi phun trộn.

RRIM có thể tạo sản phẩm từ nhồi gần như sản phẩm đúc tại, các sản phẩm có tính năng cao, có kích thước vừa phải và thông số đúc trong ngành công nghiệp ô tô.

Phương pháp RRIM là một lựa chọn phù hợp khi cần sản xuất với số lượng sản phẩm lớn trong thời gian ngắn.

Sợi lựa chọn hỗn hợp nhồi hai thành phần cần phải đáp ứng tuân theo những điều kiện sau:

- Tốc độ phản ứng hay nóng rắn tổng quát nhanh.
- Nhiệt độ của sản phẩm tạo thành phải tổng quát thấp và tăng nhanh theo thời gian.
- Tuân theo các ràng buộc về kinh tế máy móc thiết bị.
- Nhiệt độ bền cơ lý và tính thẩm mỹ nhất định.
- Chu kỳ sản phẩm tổng quát ngắn để sản xuất số lượng nhiều.

Thông thường hỗn hợp phản ứng nhồi lựa chọn là Polyol và Isocyanate để tạo nên sản phẩm thuộc dòng Polyurethane (viết tắt là PU)

Một hình thức khác (biến thể của công nghệ RRIM) là SRIM với niềm khác biệt cơ bản là ở công nghệ SRIM, sợi nhồi tạo hình trước (do nó có thể nhồi nóng sợi

trước, tạo kết cấu sợi, tăng khả năng cô lập nhiệt (phức hợp nhũ tương RRIM) và sợi nhũ tương nhả vào khuôn trước rồi mới phun hỗn hợp nhả vào khuôn.

Một vài sản phẩm dùng công nghệ RRIM:



Photo: Hennecke GmbH

Train bath



Nhà vệ sinh phòng tắm:

Ưu điểm:

- Sử dụng hỗn hợp nhả hai thành phần có độ nhớt tổng số thấp khoảng 100 - 1000 cP. Hỗn hợp thông thường bao gồm 2 thành phần: A (Polyol) và B (Isocyanate), tỷ lệ trộn tùy theo yêu cầu chất lượng của sản phẩm và tỷ lệ thông thường là 1:1.

- Nếu hình lỏng tách hai thành phần trộn chính xác cần có sợi trộn giúp của một thiết bị nào biệt như hệ thống bơm hình lỏng với nhả chính xác cao.
- RRIM tạo sản phẩm nếp, không có bọt khí cat bavia, láng cả hai mặt và sản phẩm sản xuất ra là sản phẩm cuối cùng và quan trọng là ít gây hại cho môi trường.
- Công nghệ RRIM và SRIM là công nghệ của tốc độ chu kỳ sản phẩm thông thường 2 phút nên rất thích hợp cho các nhà sản xuất với số lượng lớn.
- Do phản ứng giữa Polyol và Iso là phản ứng tỏa nhiệt giúp trộn giúp tiến trình gia nhiệt khuôn. Tuy nhiên vẫn cần cung cấp nhiệt cho khuôn để bảo đảm sôi tốc độ nguội giữa bề mặt sản phẩm và lõi khuôn.
- Năng suất của qui trình RRIM và SRIM rất cao.
- Riêng công nghệ SRIM có thể khác phức tạp hơn của công nghệ RRIM về các sợi gia công (có thể tăng lên 50%) và sợi nóng hình thành nên có thể tạo kết cấu sợi và nâng cao độ bền cơ lý của sản phẩm.

Nhược điểm:

- Chi phí đầu tư hệ thống máy móc, khuôn cao.
- Hạn chế về chủng loại nguyên liệu nhả và (hỗn hợp nhả hai thành phần)
- Riêng công nghệ SRIM chưa tạo được bề mặt láng bóng, cần phải gia công bề mặt thêm.
- Kích thước sản phẩm có phần bị hạn chế thông dụng nếu tạo các sản phẩm có kích cỡ trung bình.
- Công nghệ RRIM có hạn chế là cần dùng nước sôi gia công rất ngắn, đôi khi bọt hay sôi ngắn nếu bảo đảm hỗn hợp nhả sôi không bị nghẹt

trong nông nghiệp của hệ thống nén tính công nghệ của sản phẩm trên công nghệ
RRIM có phần hạn chế về tính công nghệ

II. MÔ TẢ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

1. SƠ LƯỢC HỆ THỐNG

Hệ thống gồm các cụm chính như sau:

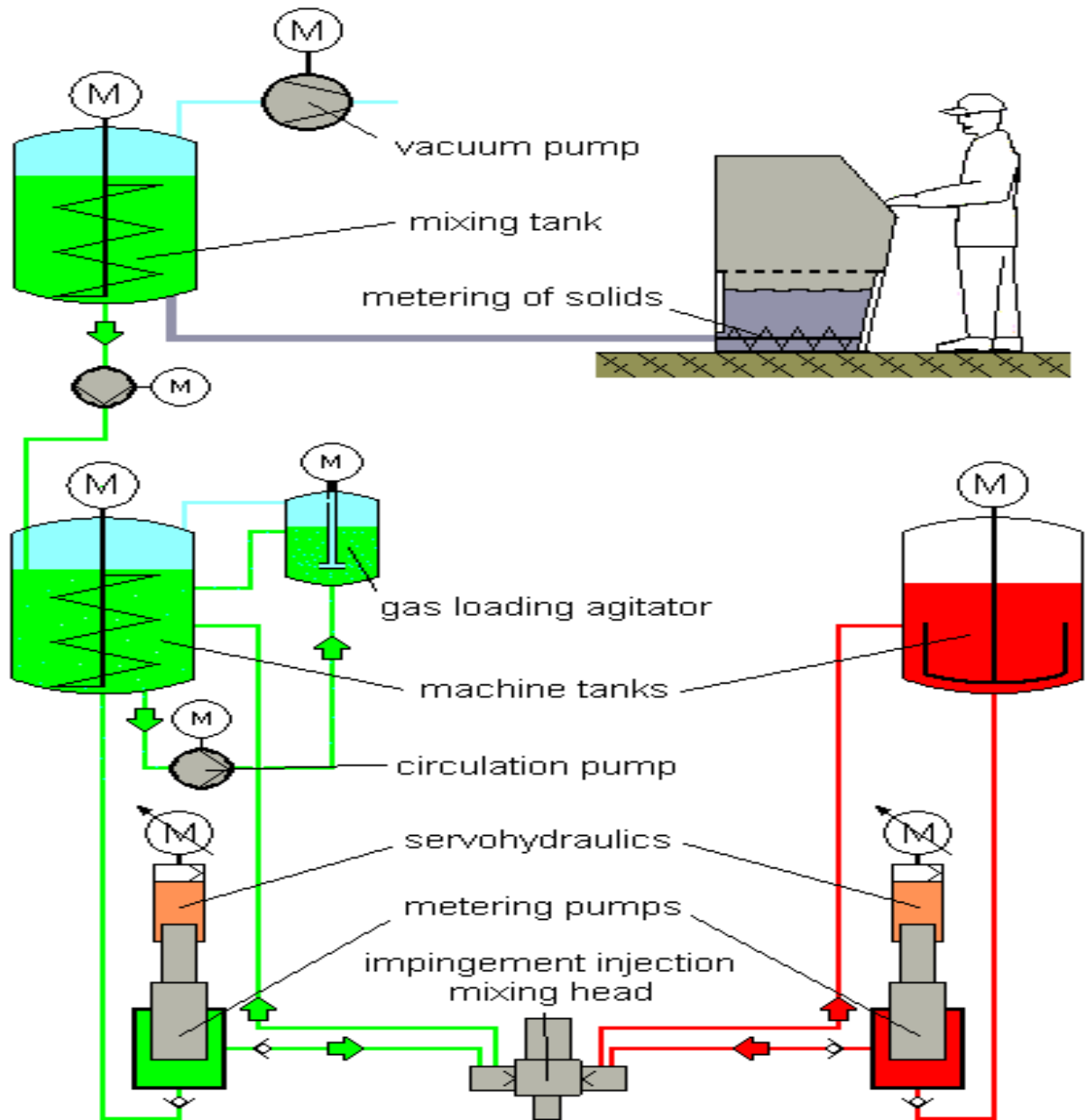
- Hệ thống bồn chứa Polyol và Isocyanate (ngăn chứa)
- Hệ thống bơm xylanh piston (bơm piston)
- Hệ thống bơm trộn
- Nồi phun trộn
- Khuôn và hệ thống nóng khuôn.

Polyol và Isocyanate được bảo quản riêng rẽ trong hai bồn chứa. Lưu ý rằng Isocyanate là chất nhạy cảm với hơi nước.

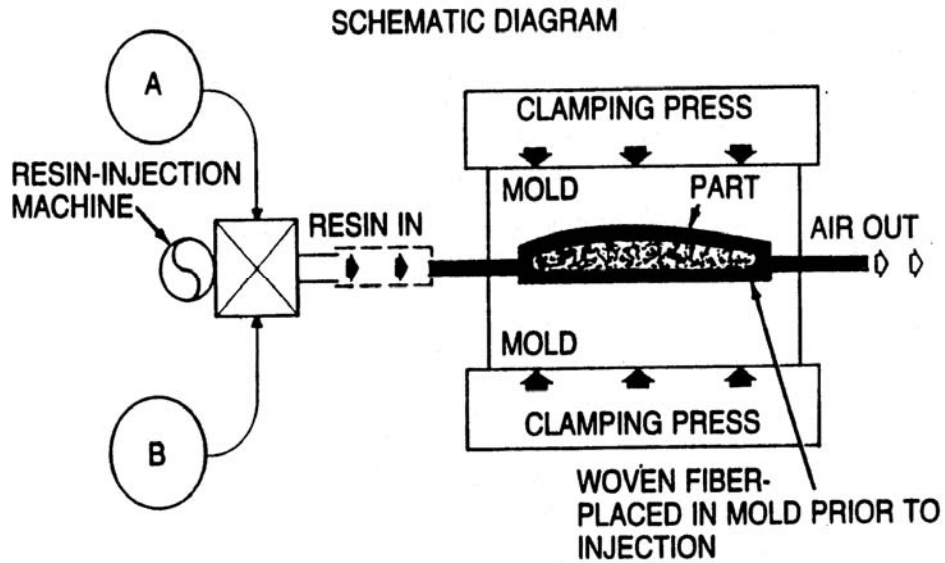
Sợi gia công thông qua trộn chung với Polyol.

Nhờ hệ thống bơm piston hoạt động và bơm piston mà dòng nhớt của Polyol và Isocyanate trộn với nhau rất chính xác nhằm đảm bảo tạo ra hỗn hợp phản ứng.

Flow diagram of a RRIM machine



Hình: Mô hình công nghệ RRIM



Model công nghệ SRIM

- Các van hình hồ bơi cho các thành phần (xúc tác – nhũ) tuần hoàn về an toàn.
- Môi trường bơm hình lồng
- Tiến hành nổ tã le các thành phần hồi lâu
- Hiệu chỉnh bơm hình lồng nếu cần thiết

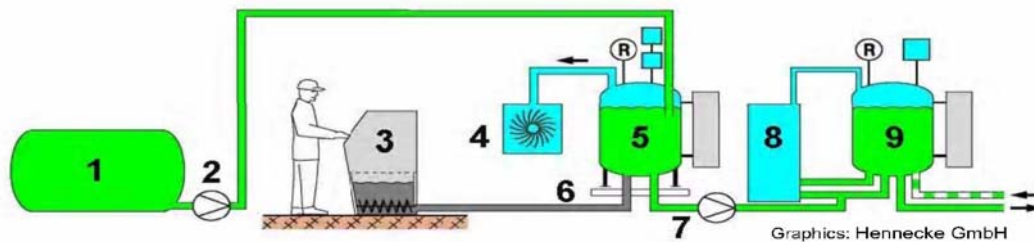


Fig 6: Functional diagram of the filler preparation system

- 1 Polyol storage
- 2 Polyol feed pump
- 3 Filler extraction station
- 4 Vacuum turbine
- 5 Mixing tank with special stirrer
- 6 Electronic scale with formulation computer
- 7 Transfer pump for the polyol/filler mix
- 8 AEROMAT – GU gas-loading device
- 9 Work tank with automatic refilling system

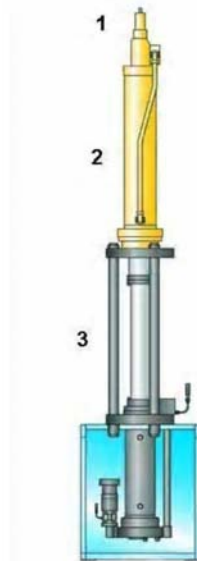
2. CÁC YẾU TỐ QUAN TRỌNG TRONG QUI TRÌNH:

2.1 Bơm nhồi lõi:

Thiết bị bơm nhồi lõi sử dụng boả khuấy nhồi gồm có 3 phần:

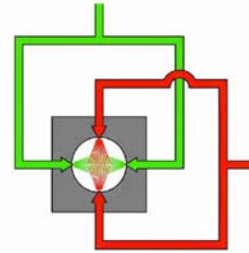
- + 1) Nồi công bố
- + 2) Boả khuấy nhồi
- + 3) Bơm nhồi lõi

Các tín hiệu xung phát từ boả nhồi khiến máy nhồi biến đổi boả khuấy nhồi sẽ kích cho bơm hoạt động (bằng cách sử dụng nồi công bố). Nước nhồi của quá trình này là có thể nhồi nhồi chính xác rất cao. Tổng xung riêng lẻ tổng cộng với một nồi công bố trong bơm nhồi lõi. Tần số xung (tùy loại máy mà có thể nhồi tới 10kHz) quyết định tốc độ bơm vào nhồi quyết định năng suất.



2.2 Nhồi trộn: (Mixhead)

Nước nhồi khiến bằng hệ thống máy tính nên tính tới nhồi hoạt động
Hỗn hợp nguyên liệu nhồi vi nhồi lõi
thêm một lần nữa nhồi nhồi trộn.



Chức năng của máy trộn: chuyển các thành phần vào phun hỗn hợp nhồi hai thành phần với tốc độ cao vào khuôn.

Máy trộn hoạt động với hệ thống bơm định lượng.

Hiện nay có rất nhiều loại máy trộn tùy theo mức độ và yêu cầu của sản phẩm, ví dụ: máy trộn 2, 4 màu.

3. KHẢ NĂNG THIẾT KẾ VÀ HÌNH DẠNG HÌNH HỌC CỦA SẢN PHẨM

RRIM có thích hợp để tạo sản phẩm có độ sâu và độ dày khoảng ba via do khuôn kín, nhiệt độ thấp nên tránh ô nhiễm và giảm thiểu các khuyết tật trong sản phẩm.

Trong một vài trường hợp đặc biệt, phải dùng phương pháp RRIM (một mảnh khuôn trong khi các phương pháp khác phải dùng khuôn nhiều mảnh) nhờ phần phía trước của xe hơi (hình).

Các phôi tung gắn giữa phần composite và các bộ phận khác thông qua một khối kết nối với vật liệu composite. Trong SRIM, các phôi tung này phải nhồi vào trong khi thiết kế preform, phải giữ tính liên tục trong khối kết cấu để đảm bảo tính ổn định của phần ghép nối. Ngoài ra các SRIM còn có thể gắn dính vào kết hợp với các chi tiết kim loại khác. Trong khi phương pháp ép khuôn (compression molding), những chi tiết này phải chú ý tới vị trí đặt chính xác và kiểm soát số đo chuyển của sợi trong khi ép.

4. THIẾT BÒ GIA CÔNG

4.1 Khuôn (Tooling)

Trước khi thiết kế khuôn, phải xem xét một số yêu cầu của nội Việc thiết kế phải cân bằng các yếu tố như tính chất của khuôn, chi phí và thời gian chế tạo khuôn. Việc cân nhắc này sẽ làm giảm các phát sinh có thể có liên quan với kết quả cuối cùng.

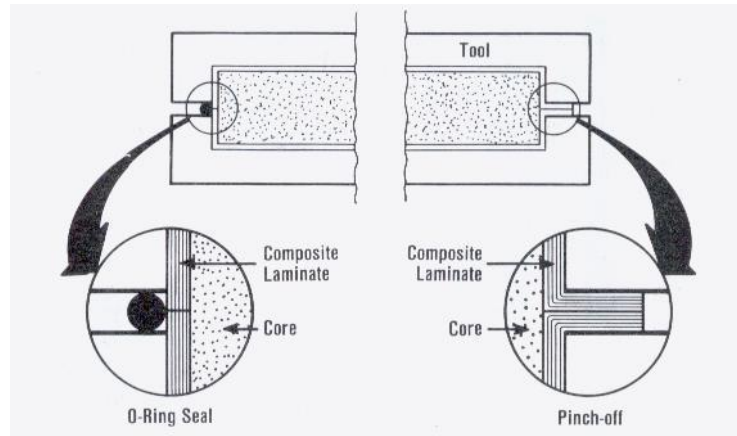
Khuôn sử dụng trong phương pháp RRIM còn hiệu quả hơn. Khi lựa chọn vật liệu và phương pháp làm khuôn, cần phải xem xét các yếu tố như chiều dài của bề mặt khuôn và chất lượng bề mặt khuôn mong muốn. Có thể sử dụng khuôn làm bằng epoxy, nikel, hợp kim, thép Tuy nhiên, khuôn phải kín trong quá trình nhả nhô.

Tuy nhiên, do các nhả nhô quá trình làm phun hỗn hợp nhô với áp suất lớn vào khuôn nên cần chú ý thiết kế bề mặt nhả nhô.

✓ Khuôn epoxy:

- Khuôn epoxy còn hiệu quả hơn nhờ giảm chi phí, kháng hóa chất, tiết kiệm thời gian, khối lượng thấp, ít sử dụng máy móc.
- Bề mặt trong của khuôn làm từ epoxy có chất lượng, chống trượt tốt. Có thể có những phần rời rạc trong hai mảnh khuôn.
- Bề dày khuôn khoảng 1 inch (2.54 cm), khuôn nhô gia công bằng vải, sợi và van ép nhô cùng. Các nhô làm nguội hay gia nhiệt nhô gắn ở mặt sau khuôn.
- Khả năng truyền nhiệt kém. Nếu với khuôn epoxy phải chú ý khi lựa chọn hệ nhô nhô tránh sợi to nhiệt quá mức có thể gây hư bề mặt khuôn.
- Giới hạn sử dụng khuôn epoxy khoảng vài ngàn sản phẩm. Tuy theo nhô phức tạp của sản phẩm mà giới hạn này có thể giảm xuống do khuôn bị mài mòn và bề mặt nhô nhô khi nhô nhô preform.

- Có hai phương pháp làm kín khuôn: nối với các sản phẩm có hình dạng đơn giản, chèn ghép hai mảnh khuôn lại. Nối với sản phẩm có hình dạng phức tạp dùng vòng chèn O để làm kín khuôn.



Hình: Phương pháp làm kín khuôn

- Khí thoát ra từ mối ghép khuôn, hay có thể thoát khí trên khuôn. Loại thoát khí (vent) thông nhất ở trên cao (nếu khí dễ dàng thoát). Vent khí nước làm vệ sinh sau mỗi sản phẩm, do nó có phải nước thiết kế để dễ dàng đổ.
- ✓ Khuôn nikel:
 - Bề mặt khuôn tốt và bền hơn khuôn epoxy. Truyền nhiệt tốt hơn và chịu áp suất cao hơn
 - Chịu nước nhiệt độ cao ngay cả khi phản ứng toàn nhiệt quá nhiều nên có thể dùng nóng rất nóng.
 - Khuôn có thể làm một nửa từ nikel một nửa từ epoxy. Tuy nhiên hai nửa khuôn không khớp với nhau.
 - Không thể thoát khí hơn so với khuôn epoxy.
 - Chủ yếu sử dụng một khuôn có thể làm nên 20.000 – 40.000 sản phẩm
- ✓ Khuôn nước tổng hợp kim

Kim loại là vật liệu cần thiết trong chế tạo khuôn composite, nhất là các khuôn yêu cầu sản xuất lâu dài, bền, chắc. Khuôn kim loại dẫn nhiệt cao nên dễ dàng gia nhiệt và giải nhiệt cho khuôn trong quá trình gia công. Nó cũng chịu được khả năng mài mòn cao, vì vậy có thể sử dụng khuôn này để sản xuất liên tục mà vẫn đảm bảo kích thước sản phẩm. Các kim loại thông dụng trong sản xuất khuôn là nhôm (Al), đồng (Cu), kẽm (Zn), thép...

Bảng 1. Tính chất nhiệt của một số vật liệu kim loại

Tính chất	Be	Mg	Al	Ti	Fe	Cu
Nhiệt nóng chảy (°C)	1277	650	660	1668	1536	1083
Hệ số dẫn nhiệt (W/m.K)	146	153	222	171	75	393
Hệ số giãn nở nhiệt ($\mu\text{m} / \mu\text{m} / ^\circ\text{C}$)	0.29	0.68	0.59	0.21	0.30	0.41
Nhiệt dung riêng (J/kg.K)	1883	1046	900	519	460	385

Nhắc nhở:

- Nhiệt sử dụng khi sản phẩm có kích thước trung bình.
- Khi thêm chất hoạt khí hỗn hợp với khuôn epoxy không để khuôn nikel
- Nếu với kẽm và nhôm phải cẩn thận trong khâu tháo khuôn vì khuôn có nhiều lỗ xốp làm dính sản phẩm. Nhôm là kim loại mềm dẻo, nở cũng không cao, do đó trong một số trường hợp cần nở bền và nở cũng cao người ta thay nhôm bằng thép.
- Hộp kim kẽm với đồng, nhôm, magie nhiệt dung phải biến để sản xuất các khuôn sử dụng trong thời gian ngắn. Tính chất cơ học của hộp kim kẽm sẽ giảm nhiều ở nhiệt độ khoảng 100°C. Vì tính chất dễ gia công, dễ làm khuôn nên hộp kim kẽm là vật liệu quan trọng dùng làm khuôn composite và khuôn đúc.
- Thép là loại vật liệu quan trọng, dùng làm các khuôn sản xuất lâu dài với độ chính xác cao, sản phẩm chất lượng, chịu được mài mòn và có độ bền nhiệt cao. Ta có thể lựa chọn các loại thép khác nhau dựa vào tính

chịu mài mòn, chống sốc và khả năng gia công. Khuôn thép có giá thành cao nhưng chu kỳ sử dụng là 500.000-1.000.000 sản phẩm/khuôn

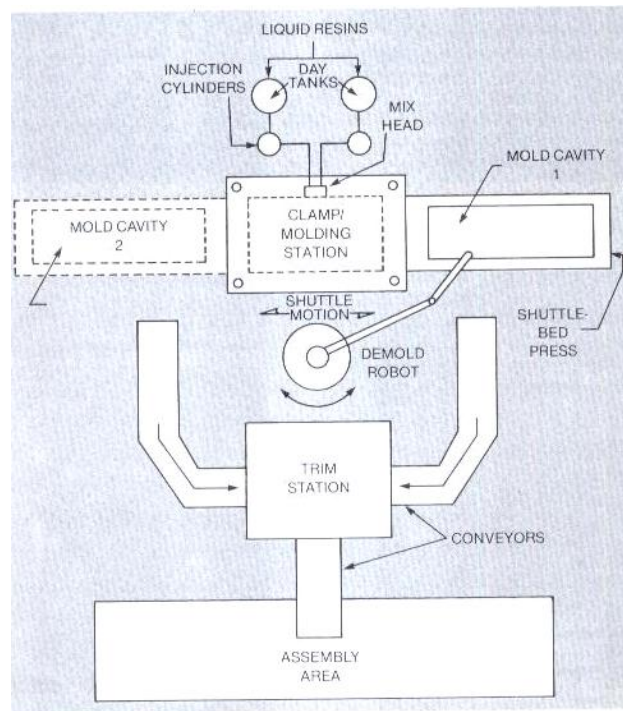
4.2 Ngâm khuôn (press):

Ngâm khuôn có vai trò trong môi trường và giới hạn khuôn kín trong suốt quá trình phun. Do công nghệ phun RRIM (phun với áp lực lớn 12 Mpa), SRIM (3-4 MPa) nên cần có hệ thống ngâm khuôn chất.

Có thể dùng các loại ngâm sau :

- Máy ép túi khí (airbag press): sử dụng nhiều túi cao su để tạo áp lực lên khuôn. Máy ép này thích hợp cho những sản phẩm nhỏ hay tạo sản phẩm mẫu (prototype). Tuy nhiên khuyết điểm của máy ép này là không thể nâng nóng khuôn trên lên khi tháo khuôn vì vậy phải dùng thêm một máy ép xy lanh áp suất thấp để kéo nóng khuôn trên lên nên chi phí sẽ tăng lên.
- Máy ép thủy lực: hệ thống kẹp và tải phía trên nhờ nhiều khiên bằng thủy lực, tốc độ nhanh hơn nhưng chi phí cao hơn máy ép túi khí. Khi dùng máy ép áp suất cao cho những sản phẩm nhẹ phải thận trọng trong việc kiểm soát áp suất để tránh quá áp.

-

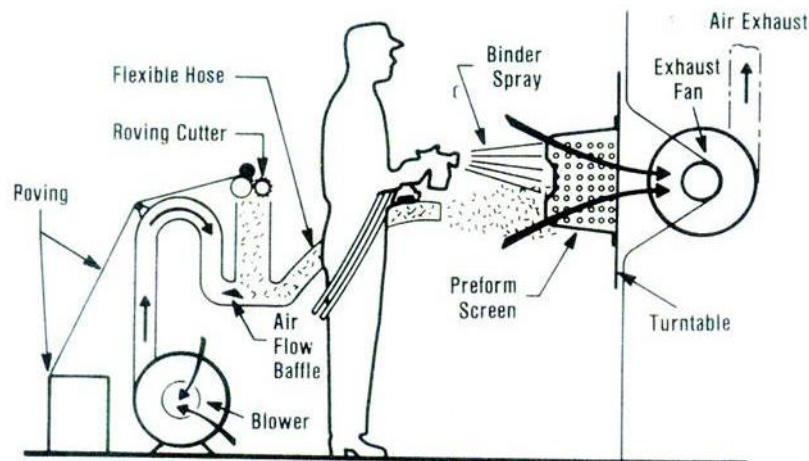


Hệ thống máy ép phun làm tăng năng suất

4.3 Sản xuất van hình sợi

Do vận tốc nền này khuôn nhanh van hóa chảy trong khuôn theo dòng nên dễ làm xoắn hoặc cuốn sợi. Thông thường người ta thông dụng sợi dạng bó nhỏ với RRIM. Riêng nhỏ với công nghệ SRIM, ta phải hình sợi trước nên có thể dùng dạng mat (người ta có thể nhón và vắn kết sợi bằng nhớt nhiệt dẻo).

Sợi sau khi nhón lỏng sắp xếp vào trong khuôn.



Model tạo preform bằng phun sợi trong công nghệ SRIM

❖ Thiết bị tạo preform:

Sợi phát triển của phương pháp tạo hình (preforming) hiệu quả là yếu tố quan trọng trong phương pháp SRIM. Việc lựa chọn chính xác kỹ thuật tạo preform, vật liệu gia công (reinforcement) và thiết bị tạo preform sẽ quyết định sợi thành công của công nghệ SRIM.

Có nhiều phương pháp tạo preform: cắt - dain, súng phun, ép, dệt quán

✓ Cắt – Ghep (Cut and sew):

Là phương pháp dùng ít thiết bị nhất nhưng năng suất thấp. Phương pháp bao gồm: cắt sợi bằng tay và ban cắt, hay có thể dùng máy cắt sợi bằng cách thêm vào máy cắt bằng tay. Sau đó dain preform bằng tay hay tự động. Quá trình tự động nếu tạo những sản phẩm ứng dụng trong không gian vu trui những kỹ thuật tạo preform này rất tốn kém và chế thích hợp làm các sản phẩm nhỏ và phức tạp nơi đòi tính năng cao.

✓ Súng phun (Spray-up):

Phương pháp này tạo preform có dạng lỏng, năng suất cao. Thiết bị đơn nên chiếm nhiều diện tích nhưng chi phí thấp. Phương pháp này có thể tạo được sản phẩm rất lớn. Tuy nhiên súng phun chế tạo preform có sợi ngắn nên tính năng sản phẩm không cao.

✓ Dập (stamping)

Là phương pháp tạo preform có năng suất rất cao. Tạo preform từ sợi liên tục nên có tính sản phẩm cao. Tuy nhiên preform tạo ra phải chờ sợi chĩa chĩa (cắt gọt) sau khi ép.

✓ Dệt, quán (braiding, filament winding):

Là phương pháp tạo sản phẩm có hình dạng nón giản.

Dệt: tạo sản phẩm theo 3 chiều nên sản phẩm có độ bền kéo và độ cứng cao.

Quán: tạo sản phẩm có cấu trúc tổ ong theo một phương, hình hình chính xác hơn. Năng suất thấp hơn phương pháp dệt nhưng thiết bị phức tạp hơn nên giá thành cũng cao hơn.

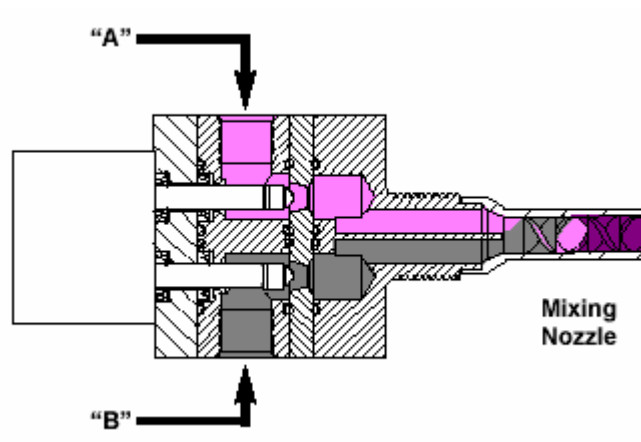
Tuy nhiên cái hai phương pháp này tạo preform qua chất nền làm nhòa khối thán ôit hên.

4.4 Nồi phun nhòa : (Mixhead)

Do hệ thống sôi dưỡng nhòa hai thành phần, hai thành phần sẽ trộn lẫn với nhau bằng thiết bị trộn tĩnh (static mixer) trước khi phun vào khuôn. Thời gian trộn phải tính toán để hỗn hợp phản ứng tốt vào nhau mà không gây ra phản ứng nóng ran trong thiết bị trộn. Sau mỗi lần phun máy trộn phải được vệ sinh.

Cách tốt nhất để làm tăng năng suất và giảm chu kỳ làm vệ sinh thiết bị là dùng nhòa 2 thành phần (two-component resin system) (Hình 5.29).

Thiết bị phun nhòa vào khuôn gồm hai loại: súng phun cầm tay (hand-held gun) và nồi phun cố định (fixed injection nozzle).



Trong thiết bị phun nhòa ngoài dòng nhòa đi vào khuôn còn có dòng dung môi và không khí khi nhòa làm sạch nồi trộn sau mỗi lần phun. Nếu với nồi phun cố định ta phải dùng nước làm nguội khi khuôn có gia nhiệt để tránh nóng ran xảy ra ở nồi phun.

Tuy nhiên khâu khâu của phương pháp này phải xử lý lượng nhòa và dung môi sau thải ra khi làm sạch nồi phun. Cần phải tách riêng và chôn cất để thu hồi dung môi.

5. LÀM SẪN PHẨM MẪU BẰNG PHƯƠNG PHÁP RRIM (PROTOTYPING WITH RRIM)

RRIM là sợi lựa chọn tuyệt vời để làm sản phẩm mẫu cho các phương pháp khác vì tạo ra sản phẩm cuối chính xác cao mà giá thành tổng nhỏ nhất.

Khi tạo sản phẩm mẫu, nhớt sử dụng phải có hoạt tính thấp để kéo dài thời gian niên này và thoát khí. Khuôn làm từ epoxy hay các vật liệu trơ khác nhờ giá thành cao. Tạo preform bằng phương pháp "cut and sew". Kích thước sản phẩm từ nhỏ đến rất lớn có cấu trúc 3 chiều phức tạp.

6. NÂNG SUẤT

Chu kỳ làm sản phẩm RRIM mang lại niềm sau:

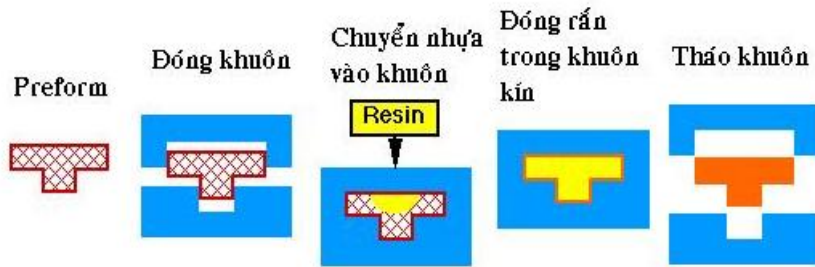
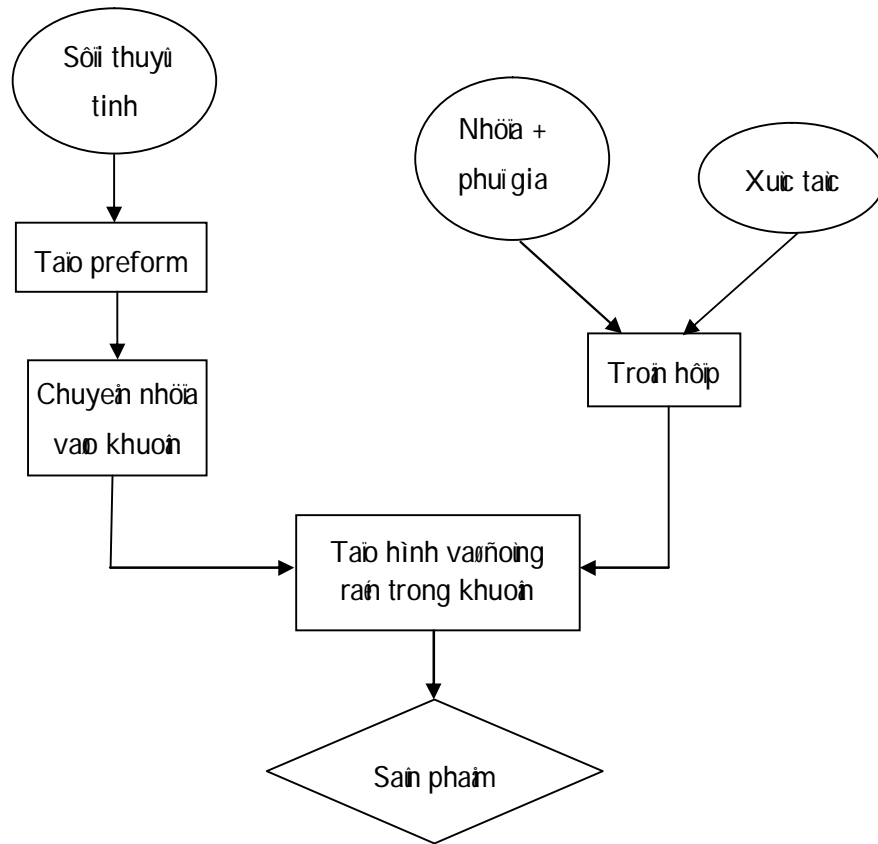
Chu kỳ ngắn (nâng suất cao)

- Tạo sản phẩm có kích thước vừa và nhỏ
- Dùng nhớt hai thành phần và tăng độ phức tạp của thiết bị.
- Khuôn làm từ kim loại và phải nhớt gia nhiệt

Còn hai vấn đề ảnh hưởng đến nâng suất là quá trình nóng rắn thêm (postcure) và xử lý phế liệu. Một vài hệ nhớt mới có quá trình postcure để nâng tính chất cơ lý tối ưu, khi nòng chảy chuyển phải bảo quản giờ có nhớt để không làm thay đổi kích thước sản phẩm. Việc kiểm soát phế liệu có ý nghĩa lớn trong việc bảo quản tính kinh tế trong công nghệ RRIM.

IV. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ SRIM QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ SRIM

Sơ đồ trình công nghệ điển hình tóm tắt như sau:



Hình 20. Sơ đồ biểu diễn quá trình tạo sản phẩm SRIM

Sợi thủy tinh (preform) được đặt vào khuôn. Nóng khuôn. Nhựa trộn với xúc tác được chuyển vào khuôn, quá trình nóng rắn xảy ra trong khuôn. Tùy theo yêu cầu khuôn có thể được gia nhiệt hoặc nóng rắn ở nhiệt độ phòng. Quy trình công nghệ RTM được mô tả theo sơ đồ trên với các giai đoạn sau:

- Chuẩn bị preform:

- + Tạo hình dạng và hình học preform.
- + Khả năng thẩm thấu của preform.
- Chuẩn bị khuôn:
 - + Vệ sinh khuôn.
 - + Thoa chất rời khuôn.
 - + Phôi lớp bề mặt (peel ply) là lớp sợi có khả năng thẩm thấu tốt (để thẩm thấu) cho phép phân phối nhựa nóng nhất. Trên cùng sẽ là lớp phân bố SCRMP (Seemann composite resin infusion moldind process) có dạng lõi giúp nhựa di chuyển nhanh hơn vào trong nếu hơn. Lớp này không dính vào khuôn khi nóng rắn nên có thể lấy ra khi tháo khuôn.
 - + Chuyển preform vào khuôn.
 - + Nóng khuôn.
- Chuyển nhựa vào khuôn:
 - + Kiểm tra nhựa, xúc tác nóng rắn.
 - + Kiểm tra hệ thống chuyển nhựa, nấu trộn.
 - + Nhiệt nóng khuôn (nếu cần).
 - + Chuyển nhựa vào khuôn.
- Nóng rắn:
 - + Kiểm tra nhựa trên này khuôn.
 - + Kiểm tra nhiệt nóng khuôn và biện pháp giải nhiệt cho khuôn.
 - + Thời gian nóng rắn.
- Tháo khuôn
 - + Nhiệt nóng khuôn.
 - + Cách lấy sản phẩm.

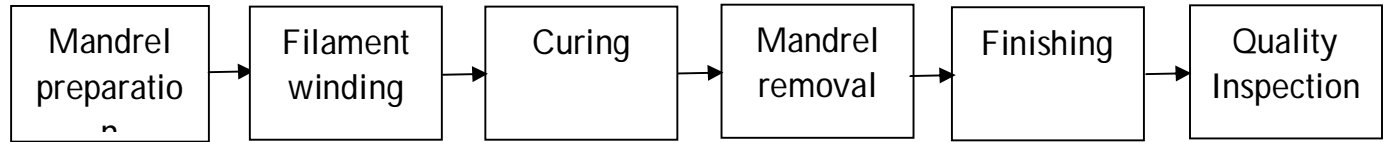
Chương VI: Công Nghệ Quấn Sợi (Finlement winding)

I. GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP QUẤN SỢI

- Hệ thống nhựa và sợi gia cường được cung cấp liên tục lên một lõi quay.
- Góc nạp sợi được xác định bởi mối quan hệ giữa trục quay và sự di chuyển của bộ phận chuyển động ngang
- Sợi được kéo căng, tạo ứng suất, do đó làm giảm bọt khí → sản phẩm có cơ tính tốt.
- Nhựa được đóng rắn ở nhiệt độ thường hoặc có thể được gia nhiệt tùy thuộc vào quy trình sản xuất và polymer được sử dụng.
- Tháo sản phẩm, hoàn tất sản phẩm.
- Filament Winding là quá trình cuốn sợi, một dải sợi liên tục (sợi đơn hoặc sợi xe) đã được tẩm nhựa lên bề mặt của một lõi quay đã được tạo hình chính xác, sau đó được lưu hóa ở nhiệt độ phòng hoặc gia nhiệt để tạo ra sản phẩm. Trong khi lõi cuốn quay, một đầu cấp sợi định vị chính xác trên bề mặt lõi. Lõi quấn có thể là hình trụ, hình tròn hoặc bất kỳ hình dạng nào mà không bị gồ ghề lượn sóng đều được.
- Độ bền cơ học của sản phẩm không những phụ thuộc vào thành phần của vật liệu mà còn phụ thuộc vào các thông số của quá trình như : góc cuốn, độ căng sợi, thành phần hóa học của nhựa và thời gian đóng rắn.
- Sợi sử dụng là loại sợi bền liên tục như sợi Carbon, Sợi thủy tinh.... Cấu trúc tạo ra có tính chất bền hơn thép và có trọng lượng nhẹ hơn nhiều so với thép.
- Ngày nay, hầu hết các máy dùng trong phương pháp Filament Winding được điều khiển tự động với nhiệt độ làm việc và độ tự do cao hơn, sợi được xếp theo vị trí mong muốn theo yêu cầu thiết kế sản phẩm có hình dáng phức tạp. Hướng của sợi sẽ quyết định đến độ bền của vật liệu composite.

II. QUY TRÌNH SẢN XUẤT

Một quy trình sản xuất composites bằng phương pháp quấn sợi bao gồm 6 giai đoạn như sau:



- Giai đoạn chuẩn bị lõi quấn
- Giai đoạn quấn sợi
- Giai đoạn đóng rắn cho sản phẩm sau khi quấn
- Giai đoạn lấy lõi quấn ra khỏi sản phẩm
- Giai đoạn hình thành sản phẩm cuối cùng
- Giai đoạn kiểm tra chất lượng

Trong phần này, ta chỉ giới thiệu 4 giai đoạn đầu: giai đoạn chuẩn bị lõi quấn, giai đoạn quấn sợi, giai đoạn đóng rắn cho sản phẩm sau khi quấn và giai đoạn tháo lõi.

II. 1. Giai đoạn chuẩn bị lõi quấn

Bộ phận để quấn lớp sợi đã được thấm nhựa lên trên đó được gọi là lõi quấn. Lõi quấn là một bộ phận quan trọng vì nó tạo ra hình dạng của sản phẩm. Những lõi quấn thường được dùng trong phương pháp quấn sợi chủ yếu loại cát có khả năng hòa tan trong nước, thạch cao đối với những sản phẩm có dung tích nhỏ, loại lõi gồm nhiều khúc đoạn, có thể gập lại được đối với những sản phẩm dạng hình ống, đối với sản phẩm không tháo lõi như những thùng chứa chất lỏng hay khí nén thì thường được làm bằng kim loại có thể chịu được tải.

Loại lõi làm từ cát có thể hòa tan bằng nước được dùng trong trường hợp motor rocket và lớp phân cách hầu hết luôn luôn lắp sẵn với lõi. Trục quấn, bộ phận điều chỉnh và những thiết bị khác được lắp sẵn, dung dịch cát có thể hòa tan trong nước được đúc vào khuôn. Khi cát đóng rắn, hai nửa của lõi sẽ được ráp lại và gắn chặt với nhau. Hai nửa lớp phân cách được nối với nhau

bằng cao su chưa lưu hóa mà chúng có thể đóng rắn đồng thời với nhau. Bề mặt lớp phân cách gồ ghề và được làm sạch bằng dung môi. Dùng một loại gel coat để phủ lên bề mặt chất phân cách đóng vai trò như là một chất kết dính giữa lớp phân cách và composite. Cách sử dụng màng kết dính trong lớp nhựa gel coat trở nên thông dụng hơn. Điều này cho phép ta có thể điều chỉnh được độ dày của lớp kết dính với những đặc tính lặp lại nhưng giá thành rất cao.

Đối với loại lõi làm từ thạch cao cung cấp một bề mặt chịu lực cao bằng cách quét lớp thạch cao trên một thiết bị có khả năng di chuyển hoặc có khả năng gấp lại. Thạch cao đóng rắn, sau đó phủ lên lớp Teflon hoặc một loại màng phân cách, cùng với quá trình đóng rắn thiết bị tháo dỡ, thạch cao bị vỡ và lấy lớp màng phân cách ra và để lại đường nét bên trong.

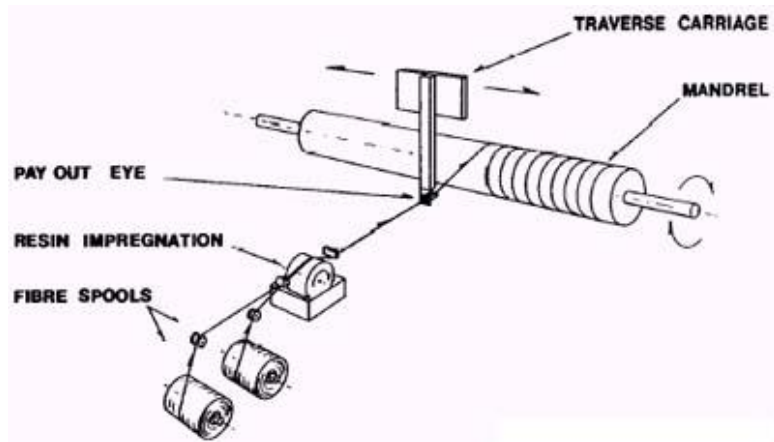
Đối với loại lõi có dạng khúc đoạn, có thể gấp được là trường hợp đặc biệt và đắt, nhưng giá thành sẽ được điều chỉnh bởi sản phẩm áp dụng cao vì khả năng sử dụng được và quá trình quấn liên tục. Chuẩn bị bề mặt trước khi quấn bao gồm quá trình mở khuôn và lớp gel coat lớn để bề mặt bên trong liên tục. Lớp gel coat trong trường hợp này dùng để tạo ra chướng ngại mềm dẻo để ngăn chặn lỗ hổng ở ứng suất thấp.

Đối với loại lõi dạng ống được dùng trong một vài ứng dụng như là lõi kim loại dạng tròn, trong đó composite được đẩy hoặc kéo ra sau khi đóng rắn, điều này yêu cầu thiết bị phải có chất lượng cao không gây vấn đề khi sử dụng. Thiết bị mạ crom để có độ cứng và có bề mặt bóng láng để giúp quá trình tháo lõi dễ dàng. Sử dụng một dây mỏng đặt theo chiều dài lõi là điều cần thiết và có lợi.

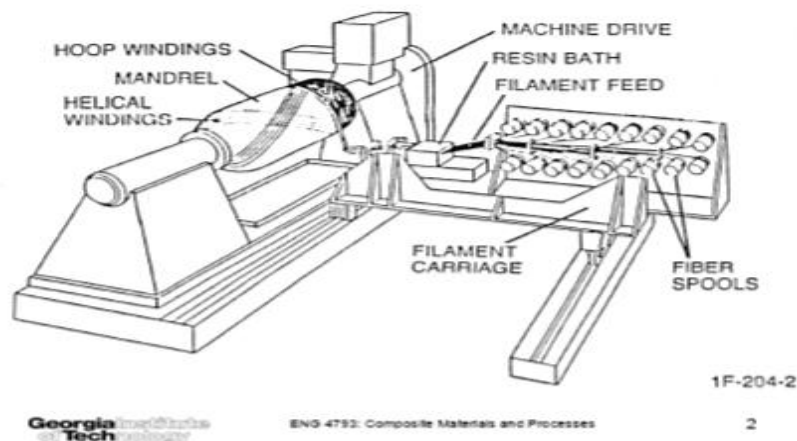
Lớp kim loại bên trong của thùng chứa khí có một độ bền –tỉ trọng cao thuận lợi để quấn một composite lớp mỏng không thấm nước. Đây là một loại lõi không cần tháo dỡ sau khi đóng rắn. Theo quan điểm này, khí có trọng lượng phân tử thấp áp lực lớn như Helium hoặc Hydrogen có thể được chứa đựng mà không bị rò rỉ. Lớp kim loại bên trong là một phần quan trọng trong bình chứa khí. Sự chuẩn bị lõi là thay đổi loại chất kết dính giữa lớp kim loại bên trong và lớp composite bên ngoài.

II. 2. Giai đoạn quấn sợi

Quá trình quấn được bắt đầu như sau : một lượng gồm nhiều bó sợi hoặc sợi roving được kéo từ một dãy các cuộn sợi, gồm nhiều đầu sợi từ các cuộn sợi, được kéo qua máng nhúng nhựa (đã có xúc tác và các thành phần cần thiết như màu, chất kháng tia UV...). Khi bắt đầu vận hành máy, các đầu sợi được công nhân thao tác cho kéo qua máng nhựa, dao gạt nhựa dư và qua các lược chia sợi. Sợi được kéo căng và cho qua đầu hướng sợi, sau đó công nhân sẽ cố định đầu sợi vào lõi quấn và cho máy vận hành. Quá trình quấn liên tục làm cho các vòng sợi kế tiếp sẽ giữ cho sợi được cố định trên lõi quấn được siết chặt cho đến khi hình thành sản phẩm, sau đó tháo lõi quấn ra và tiếp tục quá trình đóng rắn để được sản phẩm cuối cùng.



II.2.1.Mô hình máy quấn sợi:

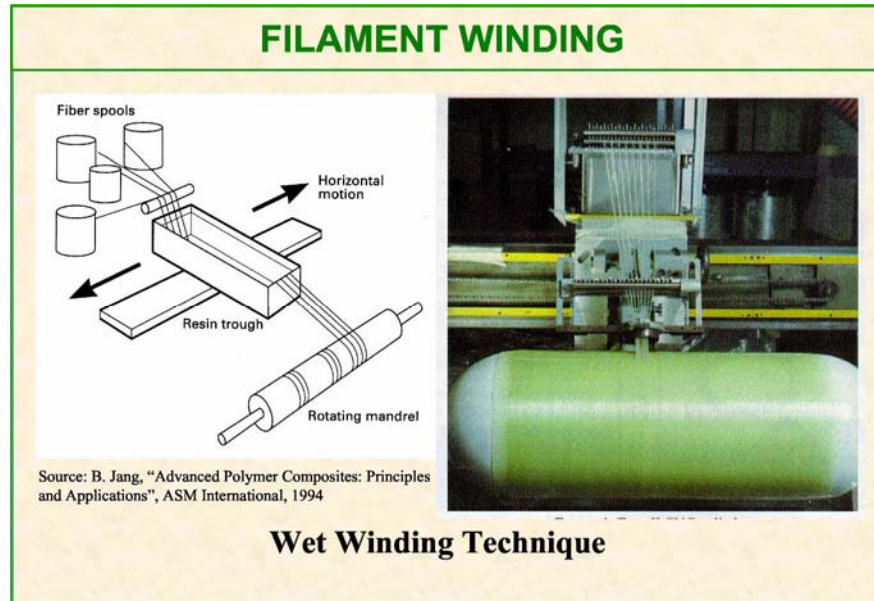


Hình 1. Mô hình quy trình quấn sợi

II.2.2. Những phương pháp quấn sợi:

Có 2 phương pháp quấn sợi:

II.2.2.1. Phương pháp quấn ướt (Wet winding)

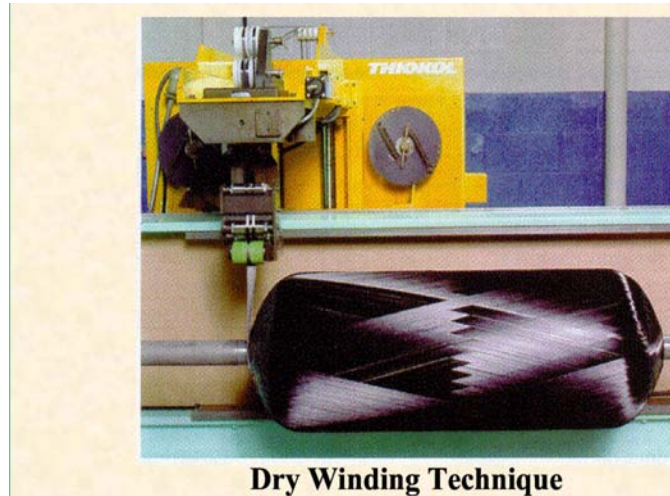


Hình 2. Phương pháp quấn ướt

Sợi Roving khô được kéo qua một bồn chứa hỗn hợp nhựa lỏng, sau đó được cung cấp liên tục cho bộ phận cuốn bởi đầu một cấp sợi. Được tạo hình trên một lõi quay để đạt được hình dạng mong muốn. Quá trình đóng rắn xảy ra ở nhiệt độ thường hoặc được đưa vào lò gia nhiệt để đóng rắn nóng.

Phương pháp wet winding thường được dùng để sản xuất những loại composites sử dụng nhựa nhiệt rắn. Bởi vì, phương pháp wet winding có những ưu điểm sau: giá thành vật liệu thấp, thời gian quấn ngắn và dễ dàng tạo ra hỗn hợp nhựa theo yêu cầu. Trong phần này, chúng ta chỉ đề cập đến quy trình sản xuất composites bằng phương pháp quấn sợi sử dụng phương pháp wet winding.

II.2.2.2. Phương pháp quấn khô (Prepreg winding)



Hình 3. Phương pháp quấn khô

Sợi gia cường và nhựa được cung cấp đồng thời : bó sợi được tẩm nhựa (Towpreg).

Ban đầu, prepreg được tạo ra như sau : dung dịch nhựa ở dạng dung dịch lỏng hoặc dạng chảy nhớt, đã được tính toán công thức cho vào bể chứa. Kế tiếp nhúng sợi gia cường vào cho đến khi bão hòa nhựa, sau đó con lăn ép kéo sợi bão hòa nhựa lên và sợi tiếp tục đi qua lò sấy để tạo ra dạng prepreg. Sau đó, prepreg được cuộn lại thành cuộn, trong khi cuộn prepreg thì có chèn các lớp giấy hoặc màng poly vào để nó không dính lại với nhau.

Nhựa trong hệ thống Towpreg được hóa cứng dần và dính chưa hoàn toàn với nhau, nhưng chỉ đóng rắn từng phần.

*** Phương pháp thấm nhựa vào sợi** (dùng trong phương pháp quấn khô):

Đây là giai đoạn thấm hỗn hợp nhựa và tác nhân đóng rắn lên sợi nhựa gia cường, giai đoạn này tạo ra sự liên kết giữa nhựa và sợi gia cường.

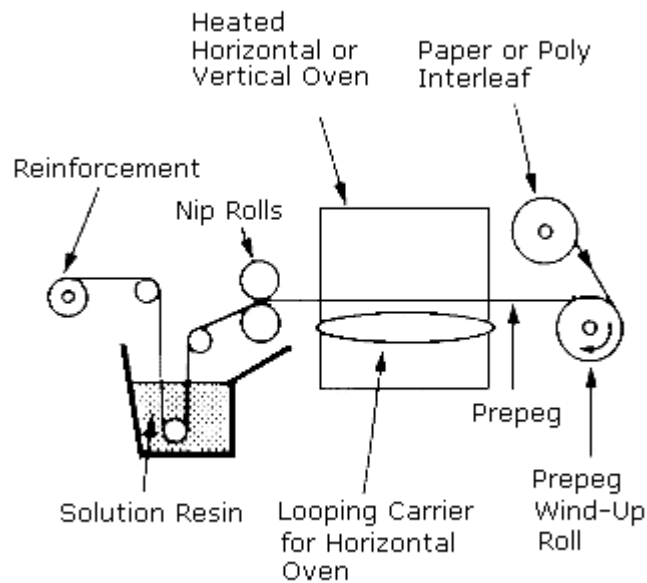
Đầu tiên, ta chuẩn bị hỗn hợp nhựa để thấm lên sợi gia cường. Hỗn hợp này được tạo ra bằng cách trộn nhựa với một số chất phụ gia khác như tác nhân đóng rắn, chất xúc tiến, chất xúc tác, dung môi pha loãng, bột màu...

Sợi gia cường được dùng thường là những loại sau: sợi đã thiêu dệt thành tấm, cuộn sợi và tấm sợi có định hướng một cách ngẫu nhiên.

Có 2 cách thấm nhựa lên sợi gia cường

Cách 1: dùng nhựa dạng dung dịch (solution form)

Quy trình thấm nhựa vào sợi gia cường diễn ra theo sơ đồ như sau:

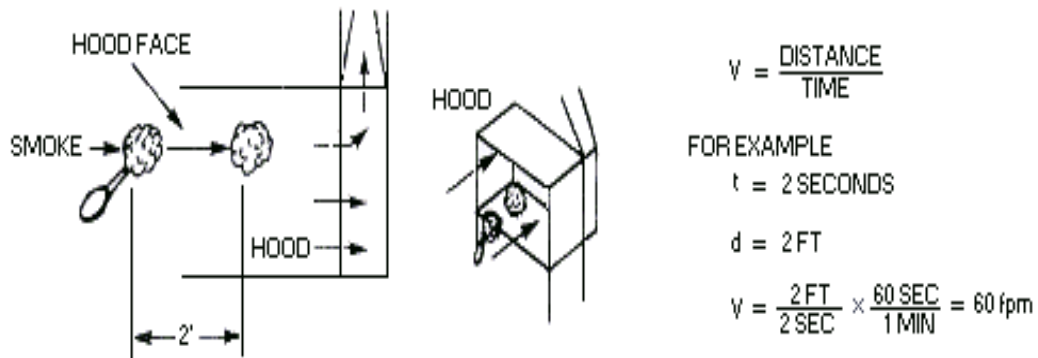


Hình 4. Quy trình nhúng sợi

Sợi gia cường được thấm sâu vào trong dung dịch nhựa

Cách 2: dùng nhựa dạng nóng chảy (hot melt form)

Sợi gia cường được thấm nhựa bằng cách dùng nhiệt & áp suất



Hình 5. Quy trình nhúng sợi

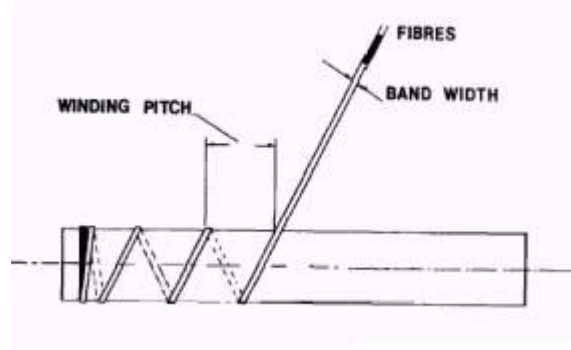
Khi hỗn hợp nhựa được thấm lên sợi gia cường thì phải lưu giữ lạnh đến khi tiến hành quấn sợi. Điều này giúp ngăn chặn những phản ứng hóa học xảy ra quá sớm làm hư hỏng sợi.

II.3. Các kiểu quấn sợi:

Có 3 kiểu quấn sợi : helical , hoop và polar winding.

II.3.1. Helical winding

Mô hình quấn sợi theo kiểu Helical winding:



Hình 6. Mô hình quấn sợi kiểu Helical

Vòng quấn chuyển động qua lại song song như mô hình, đây là kỹ thuật thông dụng nhất dùng để tạo ra những cấu trúc hình ống. Bằng cách điều chỉnh tỉ lệ giữa tốc độ quay và tốc độ đổi hướng để điều chỉnh góc quấn của sợi.

Một số kỹ thuật quấn được sử dụng: một hoặc nhiều vòng quấn không thay đổi trong khi lõi quấn chuyển động quay và đổi hướng, vòng quấn chuyển động quay quanh lõi quấn không đổi và chuyển hướng quanh trục của nó...

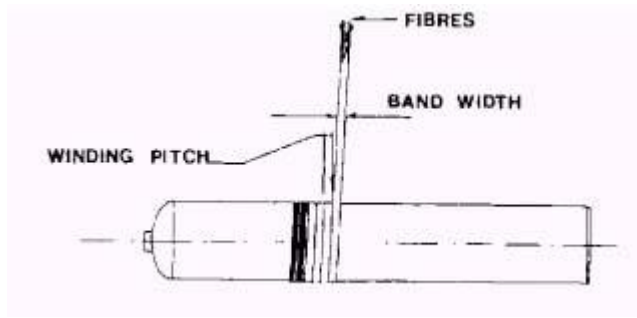
Helical winding là phương pháp sử dụng chiếm ưu thế hiện nay. Nó thích hợp cho những hình dạng dài mỏng như là ống áp lực và ống thở dưới nước, có góc quấn từ 20-90°. Hầu hết các loại ống quấn ở góc 54.7°

Đối với những cấu trúc lớn, phải đặc biệt chú ý đến thiết kế lõi quấn. Trọng lượng lõi quấn là nguyên nhân dẫn đến sự hao mòn trục quay.

Những góc quấn rất nhỏ (0-10°) thường không dùng trong trường hợp tỉ lệ chiều dài-đường kính lớn. Với những cấu trúc có đường kính lớn như rocket motor có tỉ lệ chiều dài-đường kính là 2:1 hoặc lớn hơn, thì quấn với góc nhỏ là cần thiết để hấp thụ ứng suất theo chiều dọc của cấu trúc.

II.3.2. Hoop winding:

Mô hình quấn sợi theo cách thức Hoop winding như sau:



Hình 7. Mô hình quấn sợi kiểu Hoop

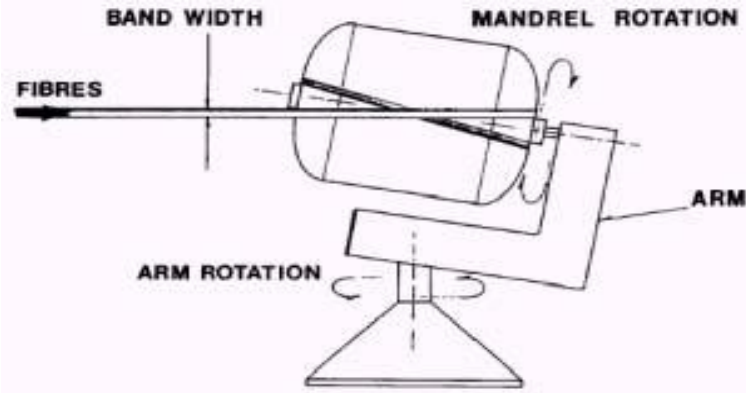
Vòng quấn không thay đổi mà chỉ di chuyển theo chiều dài của lõi quấn theo tỉ lệ độ rộng của dải sợi trên số vòng quấn, lõi quấn quay quanh trục. Hoop winding là một trường hợp đặc biệt của Helical winding có góc quấn là 90°

Hoop winding thường được dùng chung với Helical và Polar winding. Đối với loại máy Polar winding, hoop winding sẽ được tiến hành bằng cách lõi quấn chuyển động để tạo kết cấu quấn theo kiểu Hoop. Đối với trường hợp máy Helical thì dễ dàng hơn vì trong chế độ cài đặt theo kiểu Helical thì có thêm vào chế độ cài theo kiểu Hoop winding. Hoop winding được dùng với 2 mục đích. Mục đích thứ nhất là để chống lại ứng suất tròn của hình trụ, bởi vì ứng suất này là ứng suất chủ yếu xảy ra theo chiều dọc đối với những loại thùng chứa khí, chất lỏng. Mặt khác, những lớp quấn theo kiểu Hoop winding được dùng để nén chặt những lớp Helical hoặc Polar winding khi những lớp này được quấn trên một cấu trúc sản phẩm

Sản phẩm tạo thành có những hình dạng như sau: vòng tròn, dẹt (tròn hình đĩa), loại ống ngắn, khúc nối hoặc một vài dạng khác.

II.3.3. Polar winding

Mô hình quấn sợi theo kiểu Polar winding:



Hình 8. Quy trình quấn sợi kiểu Polar

Kiểu quấn này bao gồm một vài quy trình quấn khác nhau, nó cũng có những chuyển động gilôi như là kiểu quấn Helical nhưng trực ngắn nhất là trực chuyển động. Kỹ thuật quấn này bao gồm hai chuyển động quay. Trong suốt quá trình lõi quấn quay quanh trục của nó và vòng quấn vuông góc với trục thẳng đứng. Trong kiểu quấn này, hệ thối phân phát sợi quay theo một hướng có nghĩa là hướng sợi hoặc là phân bố theo chiều dọc hoặc là theo chiều ngang, lõi quấn quay liên tục trong mặt phẳng. Máy quấn theo kiểu Polar cơ bản thì rất đơn giản so với máy quấn theo kiểu Helical. Gồm 2 mức độ là sự chuyển động của lõi quấn và sự chuyển động xung quanh lõi quấn của cánh tay thẳng đứng.

Quy trình Polar winding đặt dải sợi đang quấn gần kề với dải sợi đã quấn trước. Những dải tiếp theo được quấn tiếp theo tạo thành mạng hoặc cấu trúc dạng kim cương gilôi như Helical winding. Vì vậy những điểm bắt đầu quấn của dải sợi là toàn bộ mặt lõi ở đầu hoặc là cuối của lõi quấn (Trong trường hợp Helical, điểm bắt đầu quấn sợi là trong vùng hình trụ)

Dải sợi được quấn theo hướng tiếp tuyến với mặt lõi ở hai đầu của lõi quấn. Quy trình này có thể tạo ra 2 mặt lõi có kích thước khác nhau, điều kiện quấn tốt nhất sẽ là 2 mặt lõi có kích thước đồng nhất.

Nhược điểm của kiểu quấn này khung đựng cuộn sợi không thể đặt cố định trong quá trình quấn. Để ngăn chặn dải sợi xoắn lại với nhau cũng như là chuyển động quay của cánh tay quanh chiều dọc của lõi quấn, khung chứa cuộn sợi phải được đặt trên khung với cánh tay. Kết quả là chiều rộng của dải

quần thường giới hạn khoảng 25mm (1 inch), gồm 8 cuộn sợi. Một sự cân nhắc nữa là máy quần không thích hợp để quần theo kiểu Hoop winding. Tốt nhất là đặt cánh tay nằm ngang và sau đó di chuyển chậm trục cánh tay về vị trí thẳng đứng.

Quy trình này dùng để tạo ra những bình chứa có kích thước hai đầu khác nhau.

II.4. Đóng rắn

Trong phương pháp quần sợi, yêu cầu về thời gian sống dài của nhựa và khô mạng nhanh là mâu thuẫn nhau. Nhìn chung, các loại nhựa có thể giữ được độ nhớt khi quần trong một thời gian dài-khoảng một vài giờ đến một ngày-sẽ có đòi hỏi hoặc là thời gian đóng rắn dài hơn ở nhiệt độ thấp hoặc là nhiệt độ bắt đầu cao hơn nhiều, điều này phụ thuộc vào chất xúc tiến và chất xúc tác. Nhiệt độ đóng rắn cao hơn có thể tạo ra những vết rạn nhỏ trong lớp của sản phẩm cuối cùng. Những nguyên nhân khác tạo nên những vết rạn nhỏ này còn phụ thuộc vào hệ số giãn nở nhiệt giữa lõi quần, sợi và nhựa, tốc độ nung nóng và làm nguội, độ co ngót của nhựa khi đóng rắn và khô mạng, định hướng của sợi.

Với năng lượng vi sóng, quá trình đóng rắn được bắt đầu hoặc là ở bên trong hoặc là ở bên ngoài bề mặt, điều này phụ thuộc vào vị trí của nguồn nhiệt. Cả hai phương pháp đều có những ưu điểm. Khi đóng rắn bên trong bề mặt, hàm lượng sợi cao hơn bởi vì nhựa có thể bị đẩy ra ngoài. Vì vậy hàm lượng bọt khí sẽ giảm, do đó xu hướng tạo ra nhiều lỗ hổng không khí giảm. Với phương pháp đóng rắn từ bề mặt bên ngoài, hàm lượng nhựa có thể cao hơn và có thể tránh được sự chảy nhỏ giọt của nhựa.

Trong phương pháp quần sợi, thường thì hệ thống đóng rắn đặt sẵn tại nơi sản xuất. Nhựa phải được sử dụng với hàm lượng vừa đủ.

Các phương pháp đóng rắn: lò, dầu nóng, đèn, hơi nước, nồi hấp chân không, vi sóng

II.4.1. Đóng rắn bằng lò

Thường dùng lò gas hoặc lò điện để đóng rắn. Ưu điểm là giá thành rẻ và có thể đóng rắn được những sản phẩm có kích thước lớn. Aùp suất đóng rắn

thêm vào sử dụng túi chân không (hoặc shrink tape). Trong nhiều trường hợp, đối với dạng hình ống hoặc hình tròn, quay sản phẩm trong quá trình đóng rắn để tránh hiện tượng sản phẩm bị cong và chảy nhựa. Năng lượng tiêu tốn nhiều hơn so với những phương pháp khác bởi vì ngoài lượng nhiệt cho phần sản phẩm thì còn cho môi trường không khí xung quanh và thiết bị như là lõi quấn và bộ phận nâng đỡ.

II.4.2. Đóng rắn bằng dầu nóng

Hệ thống dầu nóng dùng đóng rắn loại nhựa có đặc tính đóng rắn nhanh, thông thường khả năng đóng rắn ít hơn 15 phút. Sử dụng dầu nóng đảm bảo giảm nhiệt độ của lõi quấn một cách nhanh chóng và không cần phải đóng rắn bằng lò. Trong hệ thống dầu nóng, dòng dầu nóng chảy qua lõi quấn làm lõi nóng lên trước tiên, nhiệt độ sẽ tạo ra môi trường nóng đến điểm nhiệt mà composite bị nóng lên và đóng rắn và kết hợp với điều kiện giãn nở. Sau đó khi dừng dòng dầu nóng và nhiệt độ lõi giảm xuống, độ co rút do composite đóng rắn và điều này cho phép ta tháo lõi một cách dễ dàng. Nhiệt độ của dầu nóng thường 150-240°C

II.4.3. Đóng rắn bằng đèn

Là sự kết hợp giữa đèn nhiệt với bề mặt phản chiếu và sự quay của lõi, có thể cung cấp nhiệt độ ở khoảng 171°C. Đèn nhiệt thường có thể di chuyển hoặc có thể dự trữ. Bởi vì nguồn có tính định hướng cao sẽ tăng khả năng cung cấp nhiệt đóng rắn toàn bộ các vùng của sản phẩm.

Đèn hồng ngoại thường được dùng cung cấp nhiệt để đóng rắn nhựa trong composite. Tuy nhiên loại đèn này thì hiếm khi sử dụng đủ cho quá trình sản xuất. Chuyển đổi nhựa từ trạng thái A sang trạng thái B-stage. Đây là cách thực hiện thông dụng dùng một dây đèn có một hình dạng thuận lợi sao cho hệ thống nhận được năng lượng nhiệt, hệ thống quay tròn khi cung cấp nhiệt. Cuối cùng nhựa chuyển sang trạng thái B-stage và đông lại nhưng vẫn có thể có khả năng điền đầy và khâu mạng trong quá trình cuối cùng. B-stage ngăn chặn sự chảy và sự rút nhựa trong cấu trúc hình trụ, tạo ra trạng thái có thể cầm nắm được.

Sử dụng những loại đèn khác thì có khả năng phóng điện như đèn Xenon. Để xúc tiến quá trình đóng rắn khi sử dụng loại đèn này, phải sử dụng một chất nhạy quang trong hỗn hợp nhựa.

Một trong những bất lợi của hệ thống đóng rắn bằng đèn thường hình thành một lớp ố phía trên bề mặt nhựa và lớp này ngăn chặn sự truyền nhiệt xa hơn đến hệ thống đóng rắn.

II.4.4. Đóng rắn bằng hơi

Một số quy trình sản xuất ống thì sử dụng hơi nóng để đóng rắn nhựa. Hai đầu của lõi kim loại có một thiết bị để dẫn hơi và nước. Sau khi ống được quấn, hơi nóng đi qua lỗ rỗng của lõi. Khi quá trình đóng rắn hoàn tất, lõi được làm lạnh bằng nước để có thể vận chuyển và tạo ra độ co rút vừa đủ để tháo lõi.

II.4.5. Đóng rắn bằng nồi hấp chân không

Khi sản xuất những sản phẩm có chất lượng sử dụng trong không gian vũ trụ thì cần phải có độ phức tạp tinh vi, các loại nhựa như epoxy, bismaleimide hoặc polyimide được dùng, điều này rất cần thiết để đóng rắn sản phẩm trong nồi hấp chân không. Nồi hấp dùng để đóng rắn có thể cung cấp một áp suất khoảng 1.4-2.1Mpa với nhiệt độ cao 371°C. Nhược điểm cơ bản của cách đóng rắn này là thời gian đóng rắn lâu, phụ thuộc vào kích thước sản phẩm và loại nhựa epoxy sử dụng.

Nồi hấp chân không dùng để đóng rắn những bộ phận của máy bay. Đối với tên lửa, thì một số phần sẽ được quấn từ cuộn sợi đã được thấm nhựa từ trước, phụ thuộc vào từng loại nhựa có thể đòi hỏi quy trình hấp và đóng rắn thật kỹ lưỡng và sự loại trừ bọt khí.

II.4.6. Đóng rắn bằng vi sóng

Đóng rắn bằng vi sóng có những thuận lợi lớn đối với composite làm từ sợi thủy tinh và sợi aramid. Năng lượng vi sóng hấp thụ rất nhanh bằng cả nhựa và sợi, kết quả là quá trình đóng rắn có thể xảy ra trong vòng vài phút so với quá trình đóng rắn xảy ra trong vòng vài giờ như trước đây. Mức năng lượng yêu cầu cho phương pháp này thì cao; do đó quy trình rất tốn kém. Tuy nhiên

hạn chế chính của quy trình này là không có thể dùng phương pháp đóng rắn bằng vi sóng cho những loại sợi có tính dẫn như là sợi cacbon. Vì lý do này, loại sợi dùng làm composite đặt biệt quan trọng trong quá trình đóng rắn bằng vi sóng, vì vậy người sản xuất chỉ dùng phương pháp này như là một phương pháp hỗ trợ để gia tăng nhiệt độ.

II.5. Tháo sản phẩm

- Đối với lõi làm từ cát có thể hòa tan bằng nước thì hầu hết rất dễ lấy ra, nước được cho vào trực quần, cát bị tan ra và sau đó tháo dỡ các thiết bị lắp ráp ra. Quá trình tháo lõi sẽ gặp nhiều khó khăn nếu nếu thiết bị có nhiều khúc đoạn hoặc có thể gặp lại được. Đối với lõi bằng thạch cao có thể làm vỡ bằng tay. Quá trình này đòi hỏi phải hết sức cẩn cù và phải đủ mạnh để phá vỡ thành phần
- Hoàn tất sản phẩm cuối cùng: machinel, cut, assemble (lắp ráp)
- Kiểm tra chất lượng

III. Nguyên liệu

Phương pháp quần sợi yêu cầu sợi gia cường liên tục và hỗn hợp nhựa liên kết lại với nhau. Có một vài loại nguyên liệu có thể được sử dụng trong quy trình gia công. Sự lựa chọn nguyên liệu cho sản phẩm dựa vào tính kinh tế, ảnh hưởng của môi trường, khả năng chống ăn mòn, trọng lượng giới hạn và độ bền của sản phẩm hình thành.

III.1. Một số loại sợi gia cường: sợi gia cường yêu cầu phải có độ liên tục. Sợi là thành phần góp phần tạo ra độ cứng và độ bền của composite. Một vài loại sợi có tính thương mại như: E-glass, S-glass, aramid và carbon/ graphite. Sợi dùng trong phương pháp này chủ yếu là có hình dạng cuộn sợi:

III.1.1. Sợi thủy tinh:

Trong phương pháp quần sợi hầu hết là sử dụng sợi thủy tinh, đây là loại sợi có tính thương mại với ba loại như E-glass, S-glass và R-glass. Sợi thủy tinh được dùng cho phương pháp này là do loại sợi này có giá thành thấp, ổn định kích thước, có độ bền và modul vừa phải, vận chuyển dễ dàng.

Sợi thủy tinh dùng cho phương pháp quấn sợi thường là dùng loại cuộn “single-end” hoặc là dùng cuộn “multistrand”. Cuộn “single-end” là cuộn sợi thu được từ bó rời rạc trong suốt quá trình quấn sợi (cuộn đơn). Mỗi cuộn thường có chiều dài từ 47 đến 747m/kg.

E-Glass: loại sợi này có độ bền kéo tốt (3450MPa), modul kéo thấp (70GPa), có giá thành thấp nhất, có nhiều dạng, tỉ trọng 2.60g/cm³, độ giãn dài khoảng 5%, sử dụng rộng rãi cho các sản phẩm thương mại và công nghiệp, hầu hết là dùng trong phương pháp quấn sợi.

S-Glass: loại sợi này có độ bền cao (4600MPa), có modul kéo cao hơn E-glass (85GPa), giá thành đắt hơn, tỉ trọng 2.55g/cm³, được dùng trong lĩnh vực không gian vũ trụ và các loại bình chứa khí nén.

III.1.2. Sợi Aramid

Sợi aramid theo Pont's Kevlar được sử dụng rộng rãi. Tùy thuộc vào loại cuộn và sợi mà mỗi cuộn sợi aramid dài từ 124 đến 9540m/kg. Với phương pháp quấn sợi, mỗi cuộn sợi dài từ 1307 đến 1626m/kg đối với cuộn đơn và từ 261 đến 406m/kg đối với cuộn đa.

Sợi Aramid có độ bền tốt (2750MPa), modul kéo cao hơn loại sợi E-glass và S-glass, hệ số biến đổi thấp nên dễ tạo ra sản phẩm có kích thước như thiết kế ban đầu, có giá thành cao hơn, có tỉ trọng rấ thấp (bằng một nửa của sợi thủy tinh), có những đặc tính kháng va đập và phá hủy rất tốt, có độ bền nén và xé thấp nên không được sử dụng để sản xuất các loại bình chứa khí nén.

III.1.3. Sợi Carbon/Graphite

Sợi Carbon/Graphite có độ bền trong khoảng (2050 đến 5500MPa), modul cao nhất (210 đến 830GPa), loại sợi này có giá thành cao nhất, tỉ trọng trung bình, độ kháng va đập và phá hủy kém, có độ bền và độ cứng tốt nhất. Lượng graphit hóa càng tăng làm tăng modul và độ dẫn điện – nhiệt cao hơn.

Cuộn sợi carbon cho phương pháp quấn sợi thường là loại 3000, 6000, 12000 và 50000 sợi. Mỗi cuộn sợi carbon dài 996, 498, 294 và 62m/kg. Sợi carbon không có cuộn đa. Sợi carbon khác so với sợi thủy tinh và sợi aramid, chúng giòn, dễ bị mài mòn và gãy vỡ.

III.2. Một số loại nhựa

Nhựa đòng vai trò là chất nền gắn kết mọi thứ lại với nhau, cung cấp một cơ cấu truyền tải giữa sợi. Bên cạnh đó, chất nền còn cung cấp độ kháng ăn mòn, bảo vệ cho sợi khỏi sự phá hủy ở bên ngoài, tạo độ dai composite khi va đập bề mặt, cắt, mài mòn và khi vận chuyển. Chất nền gồm nhiều loại, sự lựa chọn phụ thuộc vào cấu trúc hình thành, có tính thương mại, ảnh hưởng đến môi trường hoặc là ảnh hưởng của môi trường đối với sản phẩm, đặc biệt khả năng kết dính với nhựa là đặc tính quan trọng của chất nền. Một vài loại nhựa thông dụng dùng trong phương pháp này là polyester, epoxy, vinyl ester, Bisphenol-A Fumarate, Chlorendic, Phenolic. Trong đó polyester, epoxy, vinyl ester là ba loại nhựa sử dụng rộng rãi nhất.

III.2.1. Polyester

III.2.2. Epoxy

Đây là loại nhựa được sử dụng rộng rãi, có độ bền tốt nhất, đóng rắn ở nhiệt độ cao, có khả năng kháng hóa chất tốt, độ nhớt cao, giá thành cao hơn.

III.2.3. Vinyl Ester

Loại nhựa này là sự kết hợp của epoxy và polyester, khả năng kháng ăn mòn cực kì tốt, giá thành cao, có những độ bền và dai rất tốt, được sử dụng rộng rãi cho những sản phẩm FRP chống ăn mòn.

III.2.4. Bisphenol-A Fumarate, Chlorendic:

Đây là loại nhựa có khả năng chống ăn mòn tốt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, có giá thành cao, khả năng chịu được nhiệt độ cao...

III.2.5. Phenolic:

Loại nhựa này có đặc tính kháng cháy cực kì tốt, độ phát tán khói thấp, có giá thành cao, độ giãn dài thấp, có độ bền trung bình, ứng dụng vào lĩnh vực chống cháy.

Bảng tóm tắt các loại nhựa ứng dụng trong một số lĩnh vực như sau:

Công nghệ	Loại nhựa
Ân mòn	Polyester (mạch thẳng hoặc mạch nhánh), Vinyl ester
	Polyester (mạch thẳng hoặc mạch nhánh), Vinyl ester, Epoxy, Phenolic
Dầu mỡ	Epoxy, Phenolic
Giấy và bột giấy	Vinyl ester, Epoxy
Cơ sở hạ tầng, dân dụng	Polyester (mạch thẳng hoặc mạch nhánh), Vinyl ester, Epoxy
Bình chứa khí nén	Polyester (mạch thẳng hoặc mạch nhánh), Vinyl ester, Epoxy
Không gian vũ trụ, hàng không	Epoxy, Bismelamide (BMI), Phenolic, Vinyl ester
Hàng hải	Epoxy
Thể thao và giải trí	Epoxy

III.3. Chất phụ gia

Bằng cách sử dụng những loại phụ gia khác nhau trong nhựa mà có thể tạo ra những đặc tính sản phẩm thích hợp.

Chất độn là phụ gia có nhiều nhất trong hỗn hợp nhựa nền. Loại chất độn thông dụng nhất là calcium carbonate, alumina silicate (clay) và alumina trihydrate. Calcium carbonate dùng để tăng thể tích tạo ra một loại nhựa nền có giá thành thấp. Alumina trihydrate là loại phụ gia tạo ra khả năng chống cháy và ngăn chặn sự tạo khói. Chất độn có thể trộn vào nhựa nền với hàm lượng trên 50% tổng hàm lượng nhựa (một chất độn trên một nhựa hay tỉ lệ 1:1). Sự

giới hạn thể tích tổng thường dựa trên độ nhớt, điều này phụ thuộc kích thước hạt và đặc tính của nhựa.

Ngoài ra còn một số chất phụ gia khác như: chất chống tia UV để cung cấp độ bền thời tiết cho sản phẩm, antimony oxide tăng độ kháng cháy, bột màu cung cấp màu sắc cho sản phẩm và chất hỗ trợ bề mặt giúp bề mặt sản phẩm bóng đẹp...

IV. THIẾT BỊ

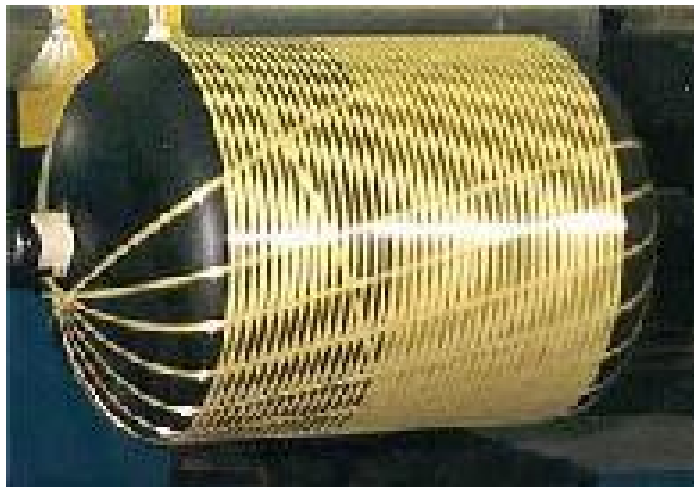
IV.1.Lõi (Trục quấn)

Các lõi có cấu trúc hình học dựa vào hình dạng của vật. Nhưng nó phải đạt được những điều kiện là không đóng rắn trong quá trình quấn và không biến dạng trong quá trình đóng rắn.

Lõi có thể phân làm nhiều loại : cố định. có thể sử dụng nhiều lần, có thể tháo rời...

IV.1.1.Lõi cố định

Được sử dụng cho những can thùng chịu áp suất. Đó là sự kết hợp giữa tính chịu lực, chống thấm ướt của kim loại và ưu điểm tỷ trọng nhẹ của composite. Những sản phẩm này dùng để chứa các loại khí có áp suất cao và trọng lượng phân tử nhỏ như: Helium, Hydrogen... mà không bị rò rỉ. điều này cho thấy rằng lớp kết nối trở thành một phần quan trọng của loại vật liệu chịu áp suất này.



Hình 10: Lõi bằng kim loại

IV.1.2.Lõi có thể tháo rời.

Lõi cát có thể hoà tan trong nước. sau khi đóng rắn định hình sản phẩm thì lõi được xịt nước và tan ra.

Lõi bằng thạch cao, chân nhện (như hình 2, 3). Sản phẩm sau khi đóng rắn được tách rời bằng cách gập khung chân nhện và tháo lõi, thạch cao làm thẩm mỹ và tạo hình cho sản phẩm.

Framework for Plaster Mandrel

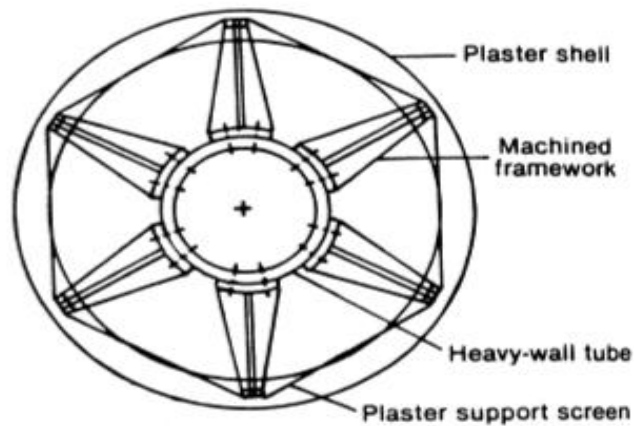


Fig. 8 Framework for plaster mandrel

24

Hình 11: LÕI CHÂN NHỆN ĐƯỢC TRÉT

THẠCH CAO



Hình 12: Lõi bằng chân nhện

IV.2. Hệ thống điều khiển sức căng của sợi.

Sức căng của sợi trong phương pháp quấn sợi là 1 phần không thể thiếu của quy trình và nó là chìa khóa cho việc tối ưu hóa cấu trúc của vật liệu composite.

Bởi vì sợi gia công nóng cuộn thành từng cuộn, sức căng nóng thể hiện ở cuộn. Những thiết bị kéo cân bao gồm những thanh ma sát hoặc tờ (hình 4) hay sự nhả cuộn bằng điện (hình 5) và những thanh kéo.



Hình 14: Hệ thống điều khiển sức căng bằng điện.

IV.3. Bể nhúng sợi và hệ thống phân phối sợi.

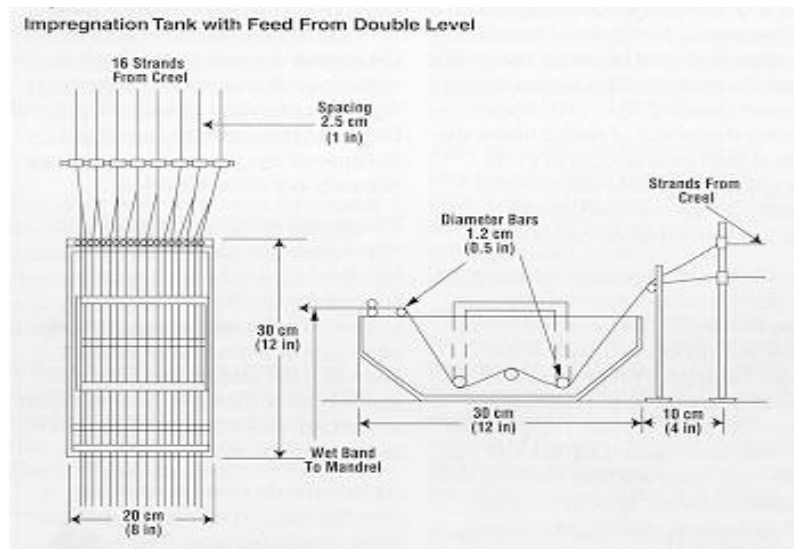
Hiện nay có 2 loại bể nhựa được sử dụng phổ biến: bể nhúng, bể lăn.

IV.3.1. Bể nhúng sợi.

Sợi từ các cuộn chỉ được qua các lược rồi nhúng sâu vào trong bể nhựa để thấm ướt hoàn toàn sợi được mô tả như hình 6 và 7.



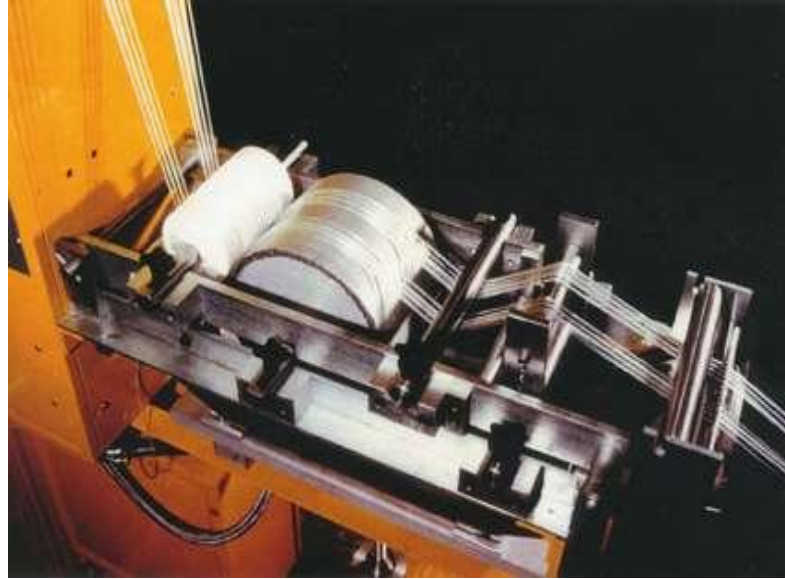
Hình 15: Bể để nhúng sợi



Hình 16: Sơ đồ sợi nhựa đi qua bể nhúng

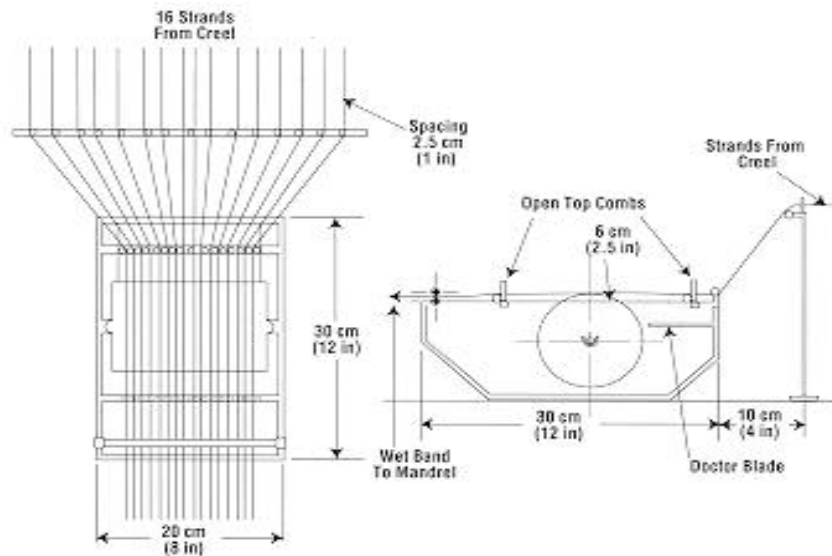
IV.3.2. Phương pháp lăn

Sợi không được nhúng vào trong sợi mà chạy qua trên một cái trống, cái trống này được nhúng vào bể nhựa và mang theo nhựa lên để tẩm vào sợi như hình 7 và 8.



Hình 17: Sợi được tằm trên con lăn.

Metering Roll Impregnation with Feed From Single Level



Hình 18 Quy trình đường đi của sợi trong phương pháp lăn.

IV.4. Các loại lược phân phối sợi.

IV.4.1 Cung phân phối sợi

Độ rộng của cung được thiết kế cho số lượng sợi và độ rộng của dải. Kích thước chuẩn phụ thuộc vào số lượng rãnh của lược trong bể nhựa và số lược phân phối

IV.4.2. Lược phân phối sợi hình cung.

Hệ thống lược được đặt trực tiếp ngay sau cung phân phối sợi. Hệ thống này nó định hướng chính xác sợi từ cung phân phối sợi để không phá hủy sợi. Hệ thống lược này nó điều khiển độ rộng của dải sợi bởi các đỉnh của lược, vị trí của lược và khoảng cách từ cung phân phối đến lược phân phối như hình 10.



Hình 20 Lược phân phối sợi

IV.5. Hệ thống đóng rắn.

Trong phương pháp quấn sợi hệ thống đóng rắn đóng một vai trò quan trọng. Hệ thống nhựa phải được chọn để phù hợp với thời gian đóng rắn. Một số phương pháp thông dụng sử dụng đóng rắn là: Lò, đèn, hơi, vi sóng, dầu nóng...

IV.5.1 Lò: sản phẩm sau khi quấn xong được cho qua lò liên tục ở thời gian và nhiệt độ xác định tùy thuộc vào từng hệ nhựa.

V. Đặc điểm của phương pháp quấn sợi

V.1. Đặc Điểm :

- Quá trình sản xuất được tự động hóa cao.
- Sự sắp đặt sợi có tính đều đặn cao, sắp xếp hết lớp này đến lớp khác, hết phần này đến phần khác.

- Khả năng sử dụng sợi liên tục trên toàn bề mặt vật liệu và có thể định hướng sợi theo hướng của tải trọng.
- Có thể làm được các sản phẩm lớn dạng tròn xoay.
- Làm được sản phẩm có lượng sợi cao.
- Giá thành thấp khi làm với số lượng nhiều.
- Đây là phương pháp chính xác để tạo ra vật liệu có nhiều lớp.
- Sản phẩm kháng ăn mòn tốt, tính chất điện trở tốt.
- Đây là phương pháp tốt để sản xuất những sản phẩm dạng tròn xoay (như ống, tube, bình, thùng chứa...) với độ bền rất cao vì sợi ở dạng liên tục.
- Có thể sản xuất những bộ phận có những hình dạng mà có những phần cắt nhau không đều (như dạng ống hình chữ nhật, vuông).
- Sợi được kéo căng trong quá trình quấn, do đó làm giảm bọt khí --> sản phẩm có cơ tính tốt.
- Độ kéo sợi và góc quấn sợi có ảnh hưởng nhiều đến độ bền cơ của sản phẩm.
- ☞ Chi phí đầu tư vốn cao.
- ☞ Yêu cầu máy móc thiết bị phức tạp.
- ☞ Khó khăn để quấn dọc trục lõi quay.
- ☞ Khi quấn ở những góc cong thì khó khăn
- ☞ Thay đổi đường dẫn sợi khó
- ☞ Hình dáng sản phẩm phải giống với lõi quấn để có thể tháo ra.
- ☞ Thay đổi bồn chứa nhựa nhúng sợi khó.
- ☞ Phải có lõi cuốn, điều này phức tạp và giá thành cao khi sản xuất số lượng ít.
- ☞ Bề mặt ngoài không láng, gây cản trở về mặt khí động.
- 🚦 **Đặc điểm của wet winding :**
- ✓ Độ nhớt nhựa thấp

- ✓ Thời gian sống của nhựa dài
- ✓ Nhựa có thể bị gel trên đường dẫn tới lõi quấn.
- ✓ Ảnh hưởng môi trường.
- ✓ Quá trình một giai đoạn, giá thành giảm.
- ✓ Điều chỉnh nhựa khó.
- ✓ Kế hoạch trộn nhựa phải theo sự hoạt động của máy.

Đặc Điểm Của Dry Winding :

- ✓ Độ nhớt nhựa cao.
- ✓ Đóng rắn từ từ.
- ✓ Không phải trộn nhựa theo kế hoạch của máy hoạt động.
- ✓ Tốc độ sản xuất tự động hóa cao hơn.
- ✓ Giá thành cao hơn.
- ✓ Yêu cầu lên vật liệu vào cuộn prepreg.

V.2. Lĩnh Vực Ứng Dụng :

- Sản xuất những thùng chịu áp suất hình trụ, hình cầu. Làm sản phẩm dạng ống, các ống dẫn Oxy, gas và khí khác.
- Làm vỏ động cơ phản lực, cánh máy bay trực thăng, các bộ phận của tàu vũ trụ.
- Những thùng chứa rất lớn đặt ngầm dưới đất (để chứa xăng, dầu, muối, acid, kiềm, nước v.v...)
- Có thể làm những cấu trúc đối xứng trục như những sản phẩm dạng lăng trụ, hoặc những cơ cấu phức tạp hơn như : cổ nối T, co nối có thể được cuốn trên những máy được trang bị nhiệt độ và độ tự do thích hợp.
- Những máy cuốn hiện đại được vận hành với nhiệt độ và độ tự do cao hơn để tạo ra những lớp gia cường chính xác.

- Những sản phẩm ống bằng vật liệu composite được sản xuất theo phương pháp Filament Winding được thay thế tốt hơn cho ống thép và ống kim loại,

được sử dụng trong ngành cấp nước, gas và xăng dầu vì nó chịu môi trường tốt.composite

- o Việc nâng cấp và sửa chữa tất cả các đường ống trong đô thị để dẫn nước và hệ thống cống rãnh là rất cần thiết. Ống bằng vật liệu composite làm việc lâu bền, không bị ăn mòn, giảm sự phá hủy đường ống ngay cả ở áp suất cao.