

PHÂN TÍCH CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO LỚP BẢO VỆ NHIỆT TRONG THIẾT BỊ BAY

TRẦN NGỌC THANH

Tóm tắt: Đảm bảo cho các kết cấu tên lửa, thiết bị bay có khả năng làm việc ổn định, đúng chức năng, dưới tác dụng của nhiệt độ cao là vấn đề khó khăn và phức tạp. Các phương pháp bảo vệ nhiệt cơ bản như: nhiệt dung, cách nhiệt, vách hấp thụ nhiệt, dẫn nhiệt... đã được giới thiệu, phân tích. Trên cơ sở đó đã chỉ ra các loại lớp phủ cơ bản, thường được sử dụng để bảo vệ nhiệt cho các kết cấu của tên lửa và thiết bị bay. Các yêu cầu đối với lớp phủ bảo vệ nhiệt này đã được tổng hợp; công nghệ chế tạo chúng cũng đã được chỉ ra cụ thể.

Từ khóa: Công nghệ chế tạo máy, Công nghệ tên lửa, Lớp bảo vệ nhiệt.

MỞ ĐẦU

Trong quá trình hoạt động, các kết cấu của thiết bị bay bị nung nóng do tác động va đập khí động bên ngoài thân cánh, cũng như do tác động của dòng sản phẩm cháy bên trong động cơ phản lực. Tác động nung nóng khí động có thể làm nhiệt độ bề mặt của các chóp mũi, đầu cánh vượt quá nhiệt độ nóng chảy của tất cả các chất, nhiệt độ dòng sản phẩm cháy trong động cơ có thể lên đến 2500...3000 °C [1,3,4]. Để bảo đảm các kết cấu hoạt động ổn định, cần có các phương pháp bảo vệ nhiệt cho tên lửa và thiết bị bay.

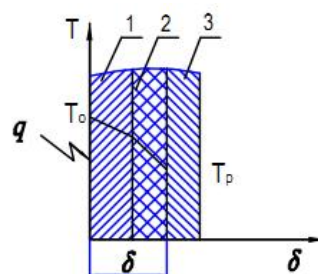
Các lớp bảo vệ nhiệt trong thiết bị bay có chức năng bảo đảm các kết cấu chịu lực có khả năng làm việc tin cậy đến một nhiệt độ nhất định. Mặc dù là vấn đề quan trọng, song ở Việt Nam, thiết kế chế tạo lớp bảo vệ nhiệt cho tên lửa, thiết bị bay hiện nay vẫn còn rất nhiều điều mới mẻ. Bài báo này sẽ tập trung phân tích các phương pháp bảo vệ nhiệt có thể sử dụng cho thiết bị bay, các chủng loại lớp bảo vệ nhiệt và công nghệ chế tạo chúng trong thực tế.

1. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO VỆ NHIỆT

Để bảo vệ nhiệt cho kết cấu thiết bị bay, thường sử dụng hai hệ thống bảo vệ nhiệt cơ bản: hệ thống bảo vệ nhiệt bị động và hệ thống bảo vệ nhiệt chủ động.

Hệ thống bảo vệ nhiệt bị động sử dụng các môi chất công tác dạng lỏng hoặc khí để làm nguội cưỡng bức cho kết cấu cần bảo vệ nhiệt. Thuộc về hệ thống này điển hình có các phương pháp: làm nguội đối lưu; làm nguội bằng dẫn nhiệt.

Phương pháp đối lưu được mô tả trên hình 1. Nhiệt bị hấp thụ vào vỏ bị nung 1 rồi truyền vào chất lỏng (hoặc khí) làm nguội 2 nằm sát tới thành kết cấu cần được bảo vệ nhiệt 3. Trong hệ thống làm nguội đối lưu có thể là đối lưu kín và đối lưu không kín. Động cơ tên lửa nhiên liệu lỏng thường dùng hệ thống đối lưu không kín. Khi này chính nhiên liệu lỏng được sử dụng với tư cách là chất làm nguội, sau đó đi vào và cháy tại buồng đốt của động cơ.



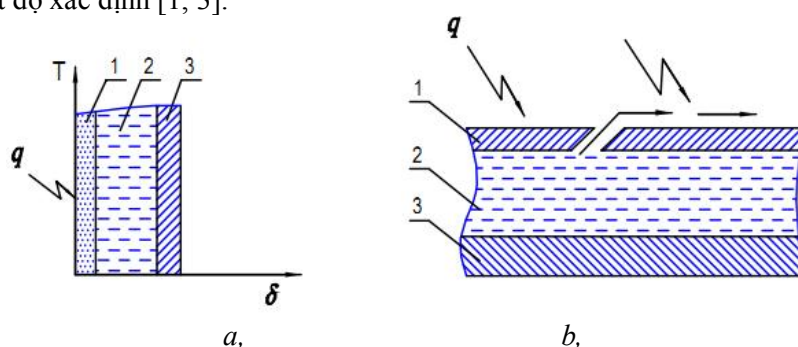
Hình 1. Sơ đồ làm nguội đối lưu:

- 1- Vỏ bị nung, 2- Vắt lỏng làm nguội,
- 3- Thành kết cấu được bảo vệ.

Có thể sử dụng các chất làm nguội dạng khí (H_2 , He...), dạng lỏng (nước, rượu...). Để làm mát ở nhiệt độ cao, có thể sử dụng các kim loại ở dạng nóng chảy như (Na, Li) [5].

Phương pháp làm nguội bằng dẫn nhiệt có thể ở dạng làm nguội bốc hơi (hình 2.a)

hoặc là màng nguội (hình 2.b). Phương pháp làm nguội bốc hơi có hiệu quả cao. Dưới tác dụng của áp suất nhất định, chất làm nguội 2 sẽ điền đầy vào các lỗ khoan của vỏ 1 và khoảng không gian giữa vỏ 1 với kết cấu cần được bảo vệ nhiệt 3. Khi đi qua các lỗ khoan, chất làm nguội sẽ thu hồi nhiệt từ bề mặt vỏ bị nung nóng, làm giảm cường độ trao đổi nhiệt giữa dòng khí nóng và vỏ bị nung. Nếu làm mát bằng chất lỏng, thì ẩn nhiệt chuyển pha khi nó bị bay hơi sẽ làm hấp thụ nhiệt. Lượng làm nguội được tính phụ thuộc vào lượng nhiệt hấp thụ. Một dạng của phương pháp làm nguội này được gọi là tự làm nguội. Trong đó, ví dụ điển hình là sử dụng lớp lót trong tiết diện tới hạn của loa phụt động cơ tên lửa nhiên liệu rắn từ wolfram xốp. Các lỗ xốp này được điền đầy bằng các chất làm nguội như bạc, đồng, kẽm... Khi có dòng sản phẩm khí cháy đi qua, các chất làm nguội nói trên sẽ bị cháy, bay hơi nên sẽ hấp thụ nhiệt và bảo đảm cho kết cấu của loa phụt làm việc ở nhiệt độ xác định [1, 3].



Hình 2. Sơ đồ làm nguội bốc hơi (a) và màng nguội (b):

1- vỏ được khoan lỗ, 2- chất làm nguội, 3- kết cấu được bảo vệ nhiệt.

Khi sử dụng màng nguội, thành kết cấu được bảo vệ nhiệt sẽ được cách ly khỏi dòng nóng bằng lớp (màng) khí lạnh. Màng lạnh thường được sử dụng như là cách bổ sung để bảo vệ nhiệt vỏ buồng đốt và loa phụt động cơ tên lửa nhiên liệu lỏng [5].

Hệ thống bảo vệ nhiệt bị động sử dụng khả năng ngăn cản quá trình truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt của một số chất (phương pháp cách nhiệt), hoặc sử dụng khả năng hấp thụ nhiệt do tổ hợp quá trình lý – hóa của một số chất ở nhiệt độ cao (phương pháp nhiệt dung, phương pháp phủ bảo vệ nhiệt bị phá hủy).

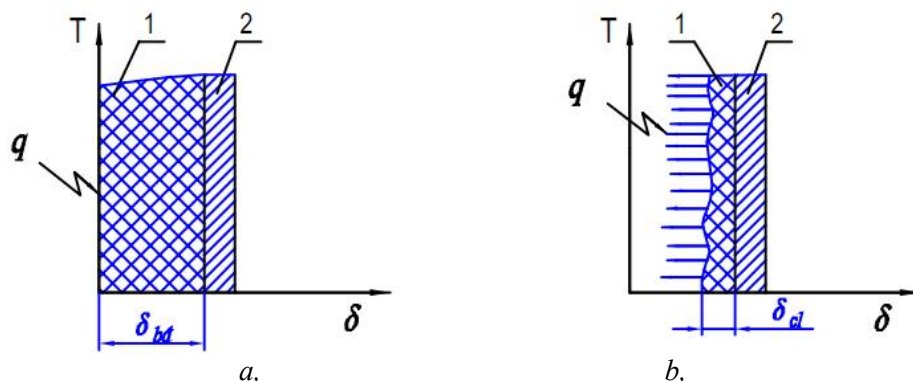
Phương pháp cách nhiệt, sử dụng vật liệu chế tạo các lớp phủ có độ dẫn nhiệt thấp. Phương pháp này chỉ được sử dụng khi dòng nhiệt tác động lên kết cấu không lớn. Vật liệu sử dụng phù hợp nhất khi này là nhựa xốp, bông hay vải thủy tinh.

Phương pháp nhiệt dung được hình thành trên cơ sở tính hấp thụ và bị nung nóng nhiệt của vật liệu. Khi này, các vật liệu sẽ làm việc ở nhiệt độ thấp hơn điểm nóng chảy của chúng. Hiệu quả của phương pháp này càng cao, nếu như nhiệt dung riêng và nhiệt độ nóng chảy của vật liệu làm lớp bảo vệ càng cao. Phương pháp nhiệt dung riêng được sử dụng khi thời gian tác động của dòng nhiệt lên kết cấu ngắn, công suất không cao (thấp hơn $2,5 \cdot 10^5 \text{W/m}^2$). Việc bảo vệ nhiệt cho kết cấu có thể được thực hiện bằng một lớp phủ mỏng. Phương pháp này thường sử dụng để bảo vệ nhiệt các khoang khô của tên lửa hay các khí cụ bay [5, 6].

Lớp phủ bảo vệ nhiệt bị phá hủy bị mất dần lớp bề mặt để giữ chế độ nhiệt thuận lợi cho kết cấu cần được bảo vệ nhiệt. Lớp bề mặt bị phá hủy do kết quả các chuyển biến lý hóa khác nhau dưới tác động của dòng nhiệt. Hao hụt khối lượng của lớp phủ là do quá trình thăng hoa (nhựa gốc flo, polyetylen, ...), nóng chảy (textolit thủy tinh, textolit amian), hay là các phản ứng hóa học (cốc hóa, graphit hóa, textolit...).

Lớp bảo vệ dạng tan mòn thuộc loại lớp bảo vệ nhiệt bị phá hủy. Lớp bảo vệ nhiệt này bị bào mòn nhiệt và bào mòn khối lượng khi bề mặt bị nung nóng. Trong các vật liệu của

lớp bảo vệ nhiệt này có ảnh hưởng nóng chảy, ảnh hưởng bay hơi và các quá trình lý hóa khác dưới tác dụng nung nóng của dòng nhiệt. Kèm theo các quá trình đó là quá trình hấp thụ nhiệt, sinh khí, phong tỏa dòng nhiệt và bào mòn lớp biên. Chiều dày của lớp bảo vệ nhiệt bị giảm dần như mô tả trên hình 3.



Hình 3. Sơ đồ lớp bảo vệ nhiệt dạng tan mòn với dạng ban đầu (a) và bị bào mòn một phần lớp bảo vệ nhiệt (b):

1- lớp bảo vệ nhiệt, 2- kết cấu chịu lực, δ_{bd} – chiều dày ban đầu của lớp bảo vệ nhiệt, δ_{dl} – chiều dày còn lại của lớp bảo vệ nhiệt.

So với các phương pháp bảo vệ nhiệt khác, hệ thống bảo vệ nhiệt bị phá hủy có ưu điểm về đặc trưng khối lượng và công nghệ chế tạo. Phương pháp này thường được sử dụng để bảo vệ nhiệt cho kết cấu ốp che (chóp) trong các khoang của thiết bị bay, các kết cấu cần bảo vệ nhiệt trong động cơ nhiên liệu rắn [4, 8].

2. PHÂN LOẠI CÁC LỚP BẢO VỆ NHIỆT

Các lớp bảo vệ nhiệt trên tên lửa và các thiết bị bay có thể được phân loại theo các dấu hiệu khác nhau. Theo vị trí: bảo vệ nhiệt bên ngoài, bảo vệ nhiệt bên trong; theo thành phần tổ chức có các lớp bảo vệ nhiệt dạng: đồng nhất, bột, len, được cốt hóa; theo chức năng có các lớp bảo vệ nhiệt: cách nhiệt, xuyên thấu điện từ, bền xói mòn...

Lớp phủ cách nhiệt sử dụng để bảo vệ các kết cấu của tên lửa và thiết bị bay trên phần quỹ đạo chủ động, bảo vệ các chi tiết bị nung dưới tác dụng của dòng khí cháy của động cơ. Nhiệt độ làm việc của lớp phủ này đến 1500°C . Trong các lớp phủ cách nhiệt, thường sử dụng nhựa xốp, thủy tinh bột, bột côrunduon, vải thủy tinh, bông thủy tinh... Tính chất của một vài vật liệu cách nhiệt được trình bày trong bảng 1. Các lớp phủ cách nhiệt mỏng (chiều dày khoảng 1-2 mm) chứa bột gỗ và chất kết dính là nhựa nhân tạo. Chúng được quét lên bề mặt kết cấu ở dạng bột nhão hay dạng nhũ tương. Nhựa xốp, thủy tinh bột được phủ riêng lên bề mặt cần bảo vệ nhiệt. Bông thủy tinh có thể được sử dụng ở dạng MAT để phủ lên vùng cần bảo vệ nhiệt. Các lớp cách nhiệt được sử dụng để bảo vệ khoang đuôi, khoang thiết bị, nắp cửa, đáy thùng nhiên liệu... của tên lửa và thiết bị bay [3,6].

Bảng 1. Một vài tính chất của vật liệu cách nhiệt [4].

Vật liệu	Khối lượng riêng, g/cm^3	Độ bền khi nén, MPa	Mô đun đàn hồi, GPa	Hệ số dẫn nhiệt, $\text{W}/(\text{m.K})$ Nhiệt dung riêng, $\text{kJ}/(\text{kg.K})$	Nhiệt độ sử dụng cực đại
Nhựa xốp	0,02...0,8	0,02...7 0	0,001...7	$\frac{0,02...0,6}{0,5...0,9}$	373...503
Gốm xốp	0,2...2,5	80...280	10...40	$\frac{0,02...80}{0,1...2,5}$	1773...3273

Gốm sợi nhẹ	0,08..0,45	0,04...2	0,015... 0,035	$\frac{0,04...0,02}{0,1...1,0}$	1643.....1873
-------------	------------	----------	-------------------	---------------------------------	---------------

Lớp phủ cách nhiệt vách chân không là một dạng của lớp phủ cách nhiệt. Lớp phủ dạng này được phủ bên ngoài của thiết bị phóng, các khối, các khoang độc lập của thiết bị bay. Lớp phủ cách nhiệt vách chân không bao gồm các vách mỏng có khả năng phản xạ cao. Giữa các vách có thể có các lớp đệm có độ dẫn nhiệt thấp. Các vách mỏng được chế tạo từ các lá kim loại (nhôm, niken, titan...) có chiều dày 0,01...0,02 mm, hoặc là từ màng phi kim (lapxan, polimid...) có một hoặc cả hai mặt được phủ lớp phản xạ (nhôm, vàng...). Lớp lót có độ dẫn nhiệt thấp được làm từ vải thủy tinh, từ các voan lưới mỏng. Phụ thuộc vào loại vật liệu được sử dụng mà các lớp phủ cách nhiệt vách chân không có thể làm việc ở dải nhiệt độ từ 200⁰C đến 1000⁰C [1, 3].

Lớp phủ bảo vệ nhiệt xuyên thấu điện từ bảo đảm chức năng bảo vệ nhiệt và khả năng làm việc bình thường của các thiết bị thu phát sóng điện từ trong tên lửa. Chúng thường được chế tạo từ vật liệu compozit cốt vải cacbon nền polyme. Các lớp này thường dùng cho các ốp che anten của thiết bị bay [8].

Lớp phủ bền xói mòn được sử dụng để bảo vệ các kết cấu khối tác động của dòng khí cháy có các phần tử rắn. Các lớp này cũng được sử dụng để bảo vệ các chi tiết trong động cơ phản lực nhiên liệu rắn, đặc biệt là trong khối loa phụt. Các lớp phủ này thường được chế tạo từ vật liệu có tính đàn hồi cao (cao su), được cốt hóa bằng các vật liệu chịu nhiệt. Với tư cách là vật liệu nền, người ta sử dụng nhựa phenol-phormadehyl, phenol-furfural, cao su nitryl. Vật liệu cốt được sử dụng là: vải, lưới cacbon, một vài chất vô cơ, hữu cơ khác.

Lớp phủ bảo vệ nhiệt dạng tan mòn thuộc về lớp phủ có công dụng chung. Chúng thường là vật liệu compozit. Trong đó vật liệu nền là nhựa tổng hợp, thường thấy nhất là phenol-phormadehyl (bakelit) và epoxy. Cốt thường dùng là sợi hay vải (amian, thạch anh, cacbon, graphit, kaprol, lapxan, polypropylen...), các bột khó chảy của các ôxít, cacbit, nitrit, borit, bột gỗ, SiO₂, ZrO, silicat. Tính chất của một số lớp phủ tan mòn được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất nhiệt lý của các lớp bảo vệ nhiệt dạng tan mòn [4].

Đặc trưng nhiệt lý	Cốt vải thủy tinh nền nhựa phenol	Cốt vải thủy tinh nền nhựa cơ silic	Cốt vải thủy tinh nền nhựa êpoxy	Cốt vải amin nền nhựa phenol-phormadehyl
Khối lượng riêng, 1.10 ⁻³ kg/m ³	1,48	1,50	1,63	1,60
Hệ số dẫn nhiệt ở 20 ⁰ C, W/(m.K)	0,27	0,26	0,37	0,4
Nhiệt dung riêng ở 20 ⁰ C, kJ/(kg.K)	1.05	0,88	1,10	1,55

Để phủ bảo vệ nhiệt kết cấu chịu lực, cần tính chiều dày lớp phủ sao cho sau khi bị bào mòn, vẫn đủ bảo đảm khả năng bảo vệ nhiệt. Trong trường hợp chung, chiều dày bị bào mòn của lớp bảo vệ nhiệt được tính theo công thức [1]:

$$\delta_p = \frac{1}{\gamma} \int_0^{\tau} \frac{q d\tau}{H_h}, \quad (1)$$

trong đó: q- dòng nhiệt, τ- nhiệt độ tác dụng của dòng nhiệt, γ - khối lượng riêng của vật liệu bảo vệ nhiệt, H_h – entanpi hiệu dụng của vật liệu bảo vệ nhiệt (lượng nhiệt cần để bào mòn một đơn vị khối lượng vật liệu bảo vệ nhiệt).

Tổng chiều dày lớp bảo vệ nhiệt là: $\sigma = \delta_p + \delta'$, với δ' là chiều dày bảo đảm khả năng làm việc (chịu nhiệt) của kết cấu. Trong thực tế, chiều dày lớp bảo vệ nhiệt có thể được xác định theo công thức bán thực nghiệm [3]:

$$\delta = \frac{Q}{\gamma H h}, \tag{2}$$

trong đó: Q- nhiệt lượng.

Như vậy, để xác định chính xác chiều dày của lớp phủ chịu nhiệt, cần có đủ thông tin đầy đủ về dòng nhiệt và các ảnh hưởng của nó đến chế độ nhiệt của kết cấu cần được bảo vệ nhiệt. Các thông tin này thường được xác định theo phương pháp thực nghiệm [2].

3. CÔNG NGHỆ PHỦ CÁC LỚP BẢO VỆ NHIỆT

3.1. Các yêu cầu cơ bản của lớp phủ bảo vệ nhiệt

Các yêu cầu lớp bảo vệ nhiệt cho kết cấu tên lửa và thiết bị bay được trình bày trên bảng 3 [1,3,4,5,6]. Trong thực tiễn, không có vật liệu nào đáp ứng được toàn bộ các yêu cầu như vậy. Do đó, để bảo vệ nhiệt các kết cấu của tên lửa và thiết bị bay, người ta có thể sử dụng các lớp phủ khác nhau và có thể phối hợp chúng với nhau để bảo đảm thỏa mãn tốt nhất các yêu cầu cơ bản sau: có cùng thành phần trên bề mặt lớp phủ; khối lượng riêng của vật liệu không đổi; không tạo rỗ xốp, tách lớp; có khả năng gia công cơ và tự động hóa trong quá trình chế tạo.

Bảng 3. Các yêu cầu đối với lớp bảo vệ nhiệt.

STT	Yêu cầu	STT	Yêu cầu
1	Khối lượng riêng nhỏ	6	Độ bền, bền nhiệt đạt yêu cầu
2	Độ dẫn nhiệt thấp	7	Mài mòn đồng đều theo bề mặt
3	Nhiệt dung riêng cao	8	Không ăn mòn, xâm thực bề mặt kết cấu được bảo vệ
4	Entanpi hiệu dụng phá hủy cao	9	Tính công nghệ tốt
5	Khả năng sinh khí tốt	10	Không độc trong chế tạo

3.2. Các phương pháp phủ và tạo hình lớp bảo vệ nhiệt

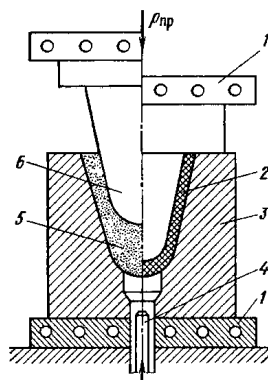
Lớp bảo vệ nhiệt có thể được phủ trực tiếp hoặc tạo hình riêng trên khuôn rồi dán vào bề mặt kết cấu cần được bảo vệ. Tạo hình lớp bảo vệ nhiệt có thể được thực hiện bằng các công nghệ cơ bản như sau: công nghệ thủ công bằng tay, công nghệ ép, công nghệ lát và công nghệ quấn.

Tạo hình lớp bảo vệ nhiệt bằng tay dùng cho các lớp phủ bảo vệ dạng cách nhiệt mỏng, từ nhựa xốp hay thủy tinh xốp. Dụng cụ có thể sử dụng là bay nhỏ hay súng phun tùy thuộc vào độ sệt ban đầu của vật liệu. Các nguyên công phủ lớp cách nhiệt trên cơ sở nhựa xốp bao gồm: chuẩn bị bề mặt kết cấu, chuẩn bị nguyên vật liệu để phủ, phủ hai lớp keo lên bề mặt kết cấu, nhựa xốp và vải lát mặt được sấy trong khoảng 20 phút, dán phiê nhựa xốp đợi 3...5 phút rồi phủ lớp keo thứ hai, sấy trong 24 giờ rồi kiểm tra chất lượng lớp cách nhiệt. Lớp cách nhiệt có thể được phủ bằng phương pháp phun huyền phù phối hợp với sấy khô trong khoảng thời gian 16 giờ ở nhiệt độ 150...170⁰C. Huyền phù bao gồm từ hỗn hợp bột gỗ và nhựa bakelit BK-2. Chiều dày lớp phủ có thể đến 4 mm. Bên ngoài lớp phủ được bọc bằng lưới thủy tinh [3, 5].

Công nghệ ép được sử dụng để chế tạo các phần của lớp bảo vệ nhiệt, sau đó sẽ được ghép chặt lên kết cấu cần được bảo vệ. Quá trình chế tạo bảo vệ nhiệt bằng công nghệ này tương tự giống như quá trình ép chế tạo các chi tiết từ vật liệu composit (xem hình 4).

Hình 4. Công nghệ ép trực tiếp lớp bảo vệ nhiệt từ composit cốt sợi thủy tinh dạng AF-4B:

- 1- tấm nung, 2- lớp bảo vệ nhiệt, 3- khuôn, 4- ty đẩy, 5- phôi liệu ban đầu, 6- chày ép



Các nguyên công cơ bản để tạo hình riêng lớp bảo vệ nhiệt theo công nghệ lát được trình bày trong bảng 4 [3, 5].

Bảng 4. Bảng tiến trình công nghệ lát chế tạo lớp bảo vệ nhiệt.

STT	Tên nguyên công	STT	Tên nguyên công
1	Chuẩn bị cốt và nền	9	Chuẩn bị bề mặt thân vỏ (kết cấu)
2	Cắt cốt vải và khâu phôi	10	Chuẩn bị keo
3	Tẩm cốt vải và phôi	11	Phủ lớp keo lên thân vỏ, sấy khô
4	Chuẩn bị khuôn	12	Phủ lớp đệm đàn hồi lên thân vỏ, sấy
5	Lát phôi lên khuôn	13	Phủ một lớp keo
6	Đóng rắn	14	Dán lớp bảo vệ nhiệt lên, sấy khô
7	Kiểm tra chất lượng	15	Gia công cơ
8	Tháo lớp phủ khỏi khuôn	16	Kiểm tra chất lượng

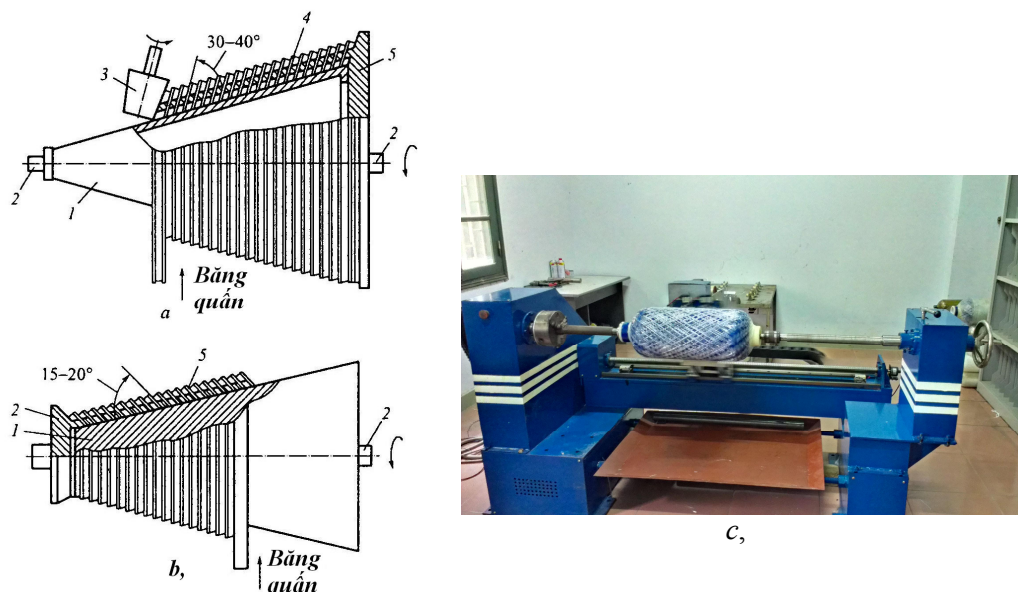
Trong quá trình chuẩn bị, cốt vải cần được sấy khô, nhựa nền được pha trộn đến độ nhớt phù hợp. Cốt vải có thể được cắt, rồi khâu thành dạng bao phủ lên bề ngoài bề mặt của kết cấu. Quá trình tẩm cốt vải có thể tiến hành trước khi cắt và được thực hiện trên máy tẩm. Cốt vải sau tẩm cần có hàm lượng nhựa nền 30-55%, hàm lượng chất dễ bay hơi 3...16%. Chuẩn bị bề mặt thân vỏ bao gồm phun cát (hoặc đánh giấy ráp), sau đó tẩy sạch dầu mỡ để làm sạch bề mặt. Đóng rắn lớp phủ được tiến hành trong lò nung ở nhiệt độ 140...160 °C.

Các nguyên công cơ bản trong quá trình quản chế tạo lớp bảo vệ nhiệt trên thân vỏ được trình bày trên bảng 5 [7].

Bảng 5. Tiến trình công nghệ quản chế tạo lớp bảo vệ nhiệt.

STT	Tên nguyên công	STT	Tên nguyên công
1	Chuẩn bị bề mặt thân vỏ	6	Đóng rắn
2	Phủ lớp keo lót	7	Gia công cơ
3	Phủ lớp đệm đàn hồi	8	Kiểm tra chất lượng lớp bảo vệ nhiệt
4	Quấn các băng sợi	9	

Phủ lớp keo lót có thể tiến hành bằng phương pháp quấn băng keo dạng BK-3. Băng quấn thường được sử dụng là tectolit amian, băng sợi thủy tinh, sợi cacbon. Quá trình quấn được thực hiện trên máy quấn có chương trình điều khiển (xem hình 5).



Hình 5. Công nghệ quấn lớp bảo vệ nhiệt:

a- quấn trên khuôn quấn, b – quấn trực tiếp trên kết cấu được bảo vệ, c- máy quấn tự động có 4 trục được điều khiển tự động; 1- kết cấu cần được bảo vệ nhiệt hoặc khuôn quấn, 2- ngông trục để kẹp trên máy quấn, 3 – con lăn quấn, 4 – lớp quấn, 5 vành công nghệ.

Vận tốc quấn nằm trong khoảng 2...10 vòng/phút. Quá trình đóng rắn có thể tiến hành trực tiếp trên máy quấn bằng cách quay đều thân vỏ trong vùng chiếu tia hồng ngoại. Nhiệt độ nung vào khoảng 135⁰C với vận tốc quay 4 vòng/phút. Thời gian giữ nhiệt khoảng 15...20 phút cho 1 mm chiều dày lớp phủ. Quá trình đóng rắn cũng có thể được tiến hành trong lò nung [3,7].

Việc kiểm tra chất lượng lớp phủ bảo vệ thường bao gồm các nội dung: kiểm tra khối lượng riêng bằng cân và đo đặc; kiểm tra các kích thước cơ bản, chiều dày lớp phủ; kiểm tra độ đồng nhất (xốp, tách lớp) bằng phương pháp siêu âm hay các phương pháp kiểm tra không phá hủy khác; xác định hàm lượng nền bằng phương pháp thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1000⁰C; kiểm tra mức độ đóng rắn với yêu cầu độ polyme hóa không dưới 93...95%; kiểm tra độ bền khi kéo, uốn, nén...[1,3,8].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu thiết kế chế tạo lớp bảo vệ nhiệt cho các kết cấu trong tên lửa và thiết bị bay là vấn đề khá khó khăn và phức tạp. Trong thực tế vấn đề này bao gồm nhiều bài toán cần giải quyết: tính toán hoặc thực nghiệm xác định dòng nhiệt tác dụng lên kết cấu cần bảo vệ; lựa chọn phương án và vật liệu bảo vệ nhiệt; mô hình hóa quá trình làm việc của lớp bảo vệ nhiệt nhằm xác định được chiều dày tối ưu; chế tạo và kiểm tra thử nghiệm lớp bảo vệ nhiệt.

Lớp bảo vệ nhiệt cho kết cấu của tên lửa, thiết bị bay chỉ được nghiên cứu thiết kế chế tạo thành công khi các phần nói trên được giải quyết toàn bộ và thống nhất. Vì vậy cần có sự đầu tư nghiên cứu đồng bộ, sự hợp tác của nhiều chuyên gia trong nhiều lĩnh vực khác nhau với thời gian liên tục và đủ dài.

Nghiên cứu thành công lớp bảo vệ nhiệt phù hợp với khả năng trang thiết bị hiện có trong nước và đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật của động cơ tên lửa nhiên liệu rắn cần chế tạo trong giai đoạn tới thực sự là một yêu cầu cấp bách hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ю. В. Полежаев, Ф. Б. Юревич “Теплова защита,” Издательство «Энергия» 1976 г. 392с.
- [2]. Ю.В. Полежаев, С.В. Резник, А. Н. Баранов и др. “Материал и покрытия в экстремальных условиях. – Т.3. Экспериментальные исследования,” Издательство МГТУ им. Баумана, Москва 2002 г., - 264с.
- [3]. Е.А. Джур, С.И. Вдовин, Л.Д. Кучма и др. “Технология производства костисеских ракет,” Издательство ДГУ 1992 г. с. 82-88.
- [4]. В.А. Калинин, Д.А. Ягодников, “Технология производства ракетных двигателей твердого топлива,” Издательство МГТУ им. Баумана, Москва 2011 г. 687с.
- [5]. Воробей В.В., Логинов В.Е. “Технология производства жидкостных ракетных двигателей,” Учебнику-М.; Издательство МАИ, 2001 г. – 496с.
- [6]. Камалов В.С. “Производства костисеских аппаратов,” Издательство «Машинностроение», 1982 г. –280с.
- [7]. М.А. Комвков, В.А. Тарасов. “Технология намотки композитных конструкций ракет и средство поражения,” –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. -431с.
- [8]. И.Г. Грутовник, и др. “Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков,” –М.: Изд-во «Мир». 2003. – 368с.

ABSTRACT

ANALYSIS OF METHODS AND MANUFACTURING TECHNOLOGIES OF THERMAL PROTECTION COATINGS IN FLYING EQUIPMENTS

To ensure that structures of missile and flying equipments can function stable and properly under the effect of high temperatures is a difficult and complex issue. Basic methods of thermal protection as heat capacity, thermal insulation, heat absorbing wall, thermal conductivity...has been introduced and analyzed. On that basis, the basic types of coatings, commonly used for thermal protection for the structure of missiles and flying equipments has been pointed out. The requirements for thermal protection coating have been synthesized and manufacturing technologies have been specified.

Keywords: Mechanical engineering technology, Missile technology, Thermal protection coatings.

Nhận bài ngày 20 tháng 9 năm 2014

Hoàn thiện ngày 10 tháng 4 năm 2015

Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 4 năm 2015

Địa chỉ Phòng Công nghệ - Viện Tên lửa.