



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003307

(51) **C08L 9/00; C08L 23/16; B82B 3/00; C08L**
2020.01 21/00

(13) **Y**

(21) 2-2020-00636

(22) 11/12/2020

(45) 25/08/2023 425

(43) 25/02/2021 395

(73) Đại học Bách khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thanh Liêm (VN); Nguyễn Phạm Duy Linh (VN); Nguyễn Huy Tùng (VN);
Bùi Chương (VN); Bạch Trọng Phúc (VN); Đỗ Quốc Việt (VN); Hồ Phi Vinh (VN).

(54) **QUY TRÌNH SẢN XUẤT VẬT LIỆU CAO SU CHỊU NHIỆT VÀ BÁM DÍNH VỚI CÁP THÉP**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt và bám dính với cáp thép cao trên cơ sở blend cao su etylen-propylen-dien (EPDM) với cao su styren butadien (SBR) với một lượng nhỏ chất trợ tương hợp EPDM-g-MA. Bằng phương pháp trộn ngược ở công đoạn phối hợp hỗn hợp EPDM với than đen N330 để chế tạo hợp phần 1 và trộn chéo để chế tạo vật liệu cao su bền nhiệt và bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR. Vật liệu cao su thu được cho thấy có đặc tính bền nhiệt, tính năng cơ lý cao và khả năng bám dính vượt trội với hệ số già hóa ở 150°C trong thời gian 7 ngày là 0,83 với độ bền kéo khi đứt là 18,3 MPa, độ giãn dài khi đứt 432%, độ cứng và độ bền kéo rút với cáp thép đạt được 63,2 N/mm.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực vật liệu cao su blend có độ bám dính cao với cáp thép, cụ thể là đề cập tới quy trình chế tạo vật liệu cao su trên cơ sở blend của cao su etylen-propylen-dien monome (EPDM) và cao su styren butadien (SBR) sử dụng phụ gia trợ tương hợp bằng phương pháp trộn hai công đoạn. Vật liệu này có khả năng bền nhiệt và độ bám dính với cáp thép vượt trội so với vật liệu trên cơ sở cao su EPDM cũng như blend của chúng được chế tạo theo các phương pháp thông thường.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Cao su etylen-propylen-dien monome có khả năng bền nhiệt cao, bền ozon, ánh sáng tử ngoại, v.v., song tính năng cơ học thấp và do là cao su không cực nên khả năng bám dính với các cốt gia cường đặc biệt là thép thấp (độ bám dính thông qua độ bền kéo rút thấp, chỉ đạt dưới 10 N/mm). Mặt khác, giá thành cao su này lại cao do vậy khả năng ứng dụng của nó trong các lĩnh vực kỹ thuật như để chế tạo băng tải cốt thép còn bị hạn chế, thông thường sẽ cần đến keo dán cao su kim loại khi muốn sử dụng cao su EPDM với cáp thép.

Để nâng cao tính năng cơ lý, mở rộng khả năng ứng dụng của cao su EPDM, thường người ta biến tính nó bằng một số loại cao su khác như cao su thiên nhiên (CSTN), nhựa polypropylen (PP), polyetylen (PE), cao su bromobutyl (BIIR), v.v. hoặc gia cường bằng các loại phụ gia cỡ nano, micro khác nhau như than đen, nano silica, ống nanocarbon (CNT), nhựa phenolic, v.v.. Tuy nhiên, các loại vật liệu chế tạo được có tính năng cơ lý chưa được cao, hệ số già hoá thấp và đặc biệt là độ bám dính với chất gia cường như mảnh polyeste, kim loại thấp (hệ số già hóa nhiệt ở 150°C trong thời gian 7 ngày mới chỉ đạt quanh mức 0,6; độ bền kéo khi đứt cũng chỉ khoảng 9-10 MPa, độ bám dính với kim loại chỉ đạt 12-15 N/mm và do vậy chưa đáp ứng được yêu cầu chế tạo các sản phẩm cao su cần tính năng cơ học cao như các loại băng tải chịu nhiệt độ cao, phụ tùng ô tô, máy bay, v.v..

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên bằng cách

tạo ra vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR có sử dụng tác nhân trợ tương hợp. Theo đó, giải pháp hữu ích đề cập tới quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt có tính năng cơ học cao, bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép và vật liệu cao su bền nhiệt, tính năng cơ học cao và bám dính cao với cáp thép thu được từ quy trình này. Quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt có tính năng cơ học cao, bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép theo giải pháp hữu ích trên cơ sở trộn hợp cao su etylen-propylen-dien với cao su styren butadien và than đen N330 cùng với tác nhân tương hợp giữa cao su EPDM với anhydric maleic viết gọn là EPDM-g-MA và các phụ gia khác như trong đơn phối liệu.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt, tính năng cơ học cao và bám dính cao với cáp thép, trong đó quy trình này bao gồm 4 công đoạn:

1) Chuẩn bị vật liệu bao gồm các thành phần theo tỷ lệ phần khối lượng như các bảng dưới đây:

Bảng 1: Thành phần đơn phối liệu ban đầu cao su EPDM (hợp phần 1)

Thành phần	Hàm lượng (phần khối lượng)
cao su EPDM	100
axit stearic	1,2 – 1,5
ZnO	2,0 – 5,0
than đen N330	40 – 50
chất phòng lão TMQ (2,2,4-trimetyl-1,2-dihydroquinolin)	0,5 – 2,0
chất phòng lão 6PPD (N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl-1,4-benzenediamine)	0,5 – 2,0
chất xúc tiến CBS (N-cyclohexyl-2-benzothiazol sunfenamit)	1,0 – 3,0
vulcuren	0,8 – 1,2
dầu parafin	9,0 – 12,0
EPDM-g-MA	2,0 – 2,5
Coban boroaxylat	0,8 – 1,2

Cohedur RDL	1,8 – 2,2
Dicumyl peroxit	1,5 – 3,0

Bảng 2: Thành phần đơn phối liệu ban đầu cao su styren butadien (hợp phần 2)

Thành phần	Hàm lượng (phần khối lượng)
cao su SBR	100
axit stearic	1,5 – 2,0
ZnO	2,0 – 5,0
than đen N 330	40 – 50
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0
chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5
vulcuren	0,5 – 1,5
lưu huỳnh	1,5 – 3,0

2) Chế tạo hợp phần cao su theo đơn pha chế của từng loại như bảng 1 và bảng 2 theo các công đoạn dưới đây:

a) Chế tạo hợp phần cao su trên cơ sở cao su EPDM và các phụ gia bằng phương pháp trộn ngược ở công đoạn phối hợp với than đen N330

Ở phương pháp trộn truyền thống, cao su được đưa vào trước, và liên tục sơ luyện cùng với một phần dầu gia công, sau khi đạt độ dẻo cần thiết tiếp tục cho các hóa chất vào theo thứ tự chất hóa dẻo, chất phòng lão, axit stearic, chất độn gia cường (than đen), và sau cùng là chất xúc tiến và chất lưu hóa. Khi hàm lượng cao su đưa vào liên tục tăng thì thể tích tự do trong buồng trộn giảm xuống dẫn tới mômen xoắn tăng lên. Sau khi được đưa vào, cao su bị cắt mạch, dẻo hóa dưới sự tác động của chất hóa dẻo. Ngay sau đó có sự kết hợp giữa cao su với than làm mômen xoắn tăng lên. Trong quá trình trộn vừa có sự cắt mạch cao su vừa có sự kết hợp với than làm cho mômen xoắn dao động mạnh, liên tục và không ổn định cho thấy độ nhớt của cao su cao dẫn đến khả năng phân tán hóa chất kém vì EPDM ban đầu rất rời rạc (bở). Chính vì vậy, quy trình này không phù hợp khi phối trộn hợp phần trên cơ sở EPDM với các phụ gia, đặc biệt

với than đen. Chính vì vậy, hợp phần cao su EPDM (hợp phần 1) chế tạo bằng phương pháp trộn ngược theo các công đoạn sau:

- Cắt mạch sơ bộ cao su nền và tạo hỗn hợp cao su EPDM bằng cách cắt cao su thành miếng nhỏ cho dần dần vào máy trộn kín (ở nhiệt độ 90-100°C) với tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 5 phút.
- Tiếp tục bổ sung axit stearic, một phần dầu parafin (5 pkl), chất phòng lão TMQ, phòng lão 6PPD, oxit kẽm, phụ gia vulcuren, tác nhân tương hợp EPDM-g-MA, muối coban boroaxylat, tác nhân tăng bám dính cohedur RDL và trộn trong thời gian 5 phút cho đều ở nhiệt độ 90-100°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút.
- Hỗn hợp được lấy ra, để nguội, cắt nhỏ rồi cho dần vào máy trộn kín bên trong đã có than đen N330 và 5 pkl dầu parafin còn lại. Trộn đều ở nhiệt độ 90-100°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 8 phút.
- Để nguội xuống dưới 50°C, cho các chất xúc tiến CBS và chất khâu mạch dicumyl peroxit và trộn tiếp trong thời gian 5 phút cho đều. Chú ý nhiệt độ trộn không chế không được vượt quá 90°C.

Từ đây, thu được hợp phần cao su trên cơ sở EPDM và các phụ gia (hợp phần 1) để chuẩn bị phối trộn với hợp phần 2 để chế tạo vật liệu cao su trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn chéo.

b) Chế tạo hợp phần cao su trên cơ sở cao su styren butadien (SBR) (hợp phần 2) theo phương pháp trộn thông thường (truyền thống) trong máy trộn kín gồm các công đoạn:

- Cắt mạch sơ bộ cao su nền và tạo hỗn hợp cao su SBR bằng cách cắt thành miếng nhỏ cho dần dần vào máy trộn kín (ở nhiệt độ 80-90°C) với tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 5 phút.
- Tiếp tục bổ sung axit stearic, chất phòng lão TMQ, chất phòng lão 6PPD, oxit kẽm, phụ gia vulcuren, than đen N330 và trộn trong thời gian 10 phút cho đều ở nhiệt độ 80-90°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút.
- Để nguội xuống dưới 50°C, cho chất xúc tiến DPG và lưu huỳnh và trộn tiếp trong thời gian 5 phút. Chú ý, nhiệt độ trộn không chế không được vượt quá 90°C.

Thu được hợp phần cao su trên cơ sở SBR và các phụ gia (hợp phần 2) để chuẩn

bị phối trộn chế tạo vật liệu cao su bám dính trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn chéo (phối hợp hai hợp phần với nhau theo tỷ lệ yêu cầu).

3) Chế tạo bán thành phẩm cao su bám dính trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn chéo

Ở công đoạn phối hợp chế tạo cao su blend theo tỷ lệ của hai loại cao su tính ra tỷ lệ của hợp phần tương ứng, căn cứ đơn pha chế (bảng 1 và bảng 2) cho thấy cứ 172,5 phần khối lượng (pkl) hợp phần 1 thì có 100 pkl EPDM và 156,5 pkl hợp phần 2 thì có 100 pkl SBR. Như vậy, để có tỷ lệ hỗn hợp trộn EPDM/SBR là 85/15 thì cứ 100 pkl hợp phần 1 (có 57,971 pkl cao su EPDM) thì phối hợp với 16,01 pkl hợp phần 2 (có 10,230 pkl SBR). Thành phần chế tạo vật liệu cao su bám dính trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR (85/15) như sau:

Hợp phần 1 (từ EPDM và các phụ gia):	100 pkl
Hợp phần 2 (từ SBR (cao su styren butadien) và các phụ gia):	16,01 pkl

Các hợp phần cao su sau khi chế tạo xong ở công đoạn 1, lấy ra khỏi máy trộn, để nguội xuống khoảng 50°C, cắt thành miếng nhỏ. Định lượng theo tỷ lệ 100 pkl hợp phần 1 sẽ phối hợp với 16,01 pkl hợp phần 2. Cho vào máy trộn kín để trộn kín ở nhiệt độ 80-90°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút trộn trong thời gian 6 phút cho đều (chú ý: nhiệt độ không chế để không vượt quá 90°C). Lấy bán thành phẩm cao su ra, xuất tấm (độ dày tùy yêu cầu chế tạo mẫu hoặc sản phẩm), thu được bán thành phẩm cao su bền nhiệt, bám dính cao trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR (85/15), để ở nhiệt độ thường khoảng 24 giờ.

4) Lưu hóa, thu vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao

Cho bán thành phẩm vào khuôn lưu hóa ở nhiệt độ 160°C, áp suất 6kg/cm² trong thời gian 20 phút (đối với mẫu dày 3mm). Sau khi lưu hóa, ta được vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR (85/15).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ công nghệ chế tạo hợp phần cao su trên cơ sở EPDM và các phụ gia (hợp phần 1);

Hình 2 là ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học bề mặt cáp thép khi sử dụng cao su EPDM (a) và hỗn hợp cao su EPDM/SBR (85/15) (b);

Hình 3 là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét bề mặt cáp thép khi sử dụng cao

su EPDM (a) và hỗn hợp cao su EPDM/SBR (85/15) (b);

Hình 4 là hình vẽ mô tả phương pháp kéo rút;

Hình 5 là hình ảnh của mẫu đo độ bền kéo rút với thép của cao su trước (a) và sau (b) khi rút;

Hình 6 là ảnh phổ EDX bề mặt cao su blend sau kéo rút với cáp mạ đồng-kẽm; và

Hình 7 là ảnh EDX thể hiện sự phân bố các nguyên tố S, Fe, Cu trên bề mặt cao su blend EPDM/SBR sau khi kéo rút với thép mạ đồng-kẽm.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Dưới đây, giải pháp hữu ích mô tả chi tiết các phương án thực hiện và các ví dụ cụ thể, tuy nhiên, các phương án này chỉ nhằm mục đích để bộc lộ giải pháp hữu ích chứ không nhằm mục đích hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Theo đó, giải pháp hữu ích đề cập tới quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt tính năng cao và vật liệu cao su nanocompozit thu được từ quy trình này. Quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao theo giải pháp hữu ích trên cơ sở trộn hợp EPDM, SBR có 2,0 pkl EPDM-g-MA. Vật liệu thu được có khả năng làm việc lâu dài ở nhiệt độ cao và tính năng độ bám dính với cáp thép vượt trội so với vật liệu trên cơ sở EPDM cũng như blend của EPDM hiện có.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt, tính năng cao, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn: 1) Chuẩn bị nguyên vật liệu theo đơn pha chế của từng loại; 2) Chế tạo hợp phần cao su theo đơn pha chế của từng loại; 3) Chế tạo bán thành phẩm cao su trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn chéo; 4) Lưu hóa, thu vật liệu cao su nanocompozit bền nhiệt, bám dính với cáp thép cao.

Trong công đoạn chuẩn bị vật liệu, các thành phần nguyên liệu được sử dụng để sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao theo giải pháp hữu ích bao gồm các thành phần theo tỷ lệ phần khối lượng cho các hợp phần như sau:

Hợp phần 1:

cao su EPDM	100 pkl
axit stearic	1,2 – 1,5 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl

than đen N330	40 – 50 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl
chất xúc tiến CBS	1,0 – 3,0 pkl
Vulcuren	0,8 – 1,2 pkl
dầu parafin	9 – 12 pkl
EPDM-g-MA	2,0 – 2,5 pkl
Coban boroaxylat	0,8 – 1,2 pkl
Cohedur RDL	1,8 – 2,2 pkl
Dicumyl peroxit	1,5 – 3,0 pkl

Hợp phần 2:

cao su SBR	100 pkl
axit stearic	1,5 – 2,0 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl
than đen N330	40 – 50 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl
chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5 pkl
Vulcuren	0,5 – 1,5 pkl
lưu huỳnh	1,5 – 3,0 pkl

Hợp phần 1 từ cao su etylen-propylen-dien monome (EPDM) được chế tạo bằng phương pháp trộn ngược (ở công đoạn phối hợp hỗn hợp cao su với than đen) như sơ đồ hình 1. EPDM sử dụng theo giải pháp hữu ích là loại cao su tổng hợp với lượng dien từ etylden norbornen (ENB) thấp và độ nhớt Mooney trung bình. Các loại cao su EPDM thích hợp được sử dụng theo giải pháp hữu ích là các loại cao su có bán trên thị trường, ví dụ cao su có tên thương mại Keltan 5260 Q của hãng Lanxess, Đức. Đây là loại cao su EPDM bán kết tinh có các chỉ tiêu cơ bản như sau: Hàm lượng ENB: 2,3 %; Khối lượng riêng: 0,86 g/cm³; Độ nhớt Mooney ML (1+4) 125°C: 55 MU; Hàm lượng etylen: 62%; Hàm lượng chất bay hơi: < 0,5%; Hàm lượng dầu: 0%.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hoàn toàn có thể sử dụng các loại cao su thương phẩm trên thị trường với các thông số tương đương hoặc điều chỉnh các thông số tương ứng để sử dụng làm vật liệu ban đầu theo giải pháp hữu ích. Tỷ lệ hàm lượng cao su etylen-propylen-dien (EPDM) sử dụng theo giải pháp hữu ích nằm trong khoảng từ 85 pkl. Theo một phương án ưu tiên, lượng cao su etylen-propylen-dien (EPDM) sử dụng theo giải pháp là 85 pkl so với 100 pkl cao su.

Sản phẩm ghép EPDM-g-MA được chế tạo bằng cách ghép anhydrit maleic (MA) lên bề mặt cao su EPDM theo quy trình thông thường tại Trung tâm công nghệ polyme composit và giấy (Đại học Bách khoa Hà Nội). Tỷ lệ hàm lượng EPDM-g-MA sử dụng theo giải pháp hữu ích nằm trong khoảng từ 2,0-2,5 pkl (so với cao su). Theo một phương án ưu tiên, hàm lượng EPDM-g-MA được sử dụng theo giải pháp hữu ích là 2,0 pkl so với cao su.

Các thành phần bao gồm axit stearic, phòng lão TMQ, phòng lão 4020, oxit kẽm, than đen N330, dầu parafin, các chất xúc tiến CBS, dicumyl peroxit (DCP) là các hóa chất đã biết và được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực sản xuất cao su, các chất đó đóng vai trò chất bổ sung nhằm tăng cường độ bền nhiệt, khả năng phân tán, đặc tính của cao su, giúp cao su bền trong điều kiện môi trường hoặc trợ giúp cho quá trình lưu hóa. Ví dụ về than đen N330 với lượng từ 40-50 pkl (so với cao su, tốt nhất là 45pkl, và đóng vai trò làm chất độn gia cường). Dicumyl peroxit, oxit kẽm và các hóa chất khác có thể mua được từ hãng Lanxess (Đức) hoặc của hãng Kumho (Hàn Quốc). Tỷ lệ hàm lượng dicumyl peroxit để lưu hóa cao su nằm trong khoảng từ 1,5-3 pkl so với cao su, theo một phương án ưu tiên, tỷ lệ dicumyl peroxit dùng trong hợp phần này là 2,0 pkl so với cao su (EPDM).

Chất phụ gia như N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylene diamin còn được gọi là chất phòng lão 6PPD hay 4020, Poly (2,2,4-trimetyl-1, 2-dihydroquinolin) còn được gọi là TMQ hay HS/LG là loại hóa chất được sử dụng làm các chất phòng chống oxy hóa giúp ngăn quá trình lão hóa cho cao su và được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực kỹ thuật này. Các chất xúc tiến được sử dụng nhằm tăng tốc độ lưu hóa cao su, ví dụ dibenzothiazol disulfite (DM) và tetrametyl thiuram disulfite còn được gọi là chất xúc tiến TMTD, N-Cyclohexyl-2-benzothiazol Sulfenamid được gọi là CBS là chất xúc tiến. Các chất xúc tiến này có thể mua được trên thị trường, ví dụ các chất xúc tiến DM, TMTD, CBS có thể mua từ Đức hoặc Trung Quốc. Các chất phòng lão TMQ và 6PPD được sử

dụng với hàm lượng từ 0,5-2,0 pkl so với cao su, các chất xúc tiến như CBS được sử dụng với hàm lượng từ 1,0-3,0 pkl so với cao su. Theo một phương án ưu tiên, các chất phòng lão và xúc tiến được sử dụng là 1,5% phần khối lượng so với cao su EPDM.

Hợp phần 2 từ cao su styren butadien (SBR) được chế tạo bằng phương pháp trộn truyền thống (đã trình bày rõ ở phần đầu). Cao su SBR có khối lượng riêng: 0,94 g/cm³; Độ nhớt Mooney ML (1+4) 125°C: 50 MU; Hàm lượng styren: 23%; Hàm lượng chất bay hơi: < 0,5%; Hàm lượng axit hữu cơ: 6,0%. Loại SBR sử dụng trong giải pháp hữu ích là SBR SE 1500 của hãng Lanxess (sản xuất tại Bỉ). Chất xúc tiến diphenyl guanidine (DPG-Hãng Lanxess) có các thông số kỹ thuật chính như sau: Nhiệt độ nóng chảy: > 143°C; Khối lượng riêng: 1,2 g/cm³; Hàm lượng dầu: 1,5%; Hàm lượng kẽm: 13-15%.

DPG là chất xúc tiến thuộc họ guanidine là chất xúc tiến chậm, tạo nên vận tốc kết mạng ở mức trung bình. Thường trong công nghiệp cao su hàm lượng DPG sử dụng từ 0,5-1,5 pkl so với cao su. Chất xúc tiến DPG dùng trong giải pháp này là của hãng Lanxess với hàm lượng 1,0 pkl so với cao su. Tỷ lệ hàm lượng lưu huỳnh để lưu hóa cao su nằm trong khoảng từ 1,5-3 pkl. Theo một phương án ưu tiên trong giải pháp, tỷ lệ lưu huỳnh là 1,5 pkl so với cao su. Còn các phụ gia khác đã được nêu rõ ở phần trên.

Mặc dù nhiều thành phần thường được sử dụng trong quá trình phát triển vật liệu, đặc biệt là vật liệu tổ hợp cao su, tuy nhiên, để thu được đặc tính cao su mong muốn, việc điều chỉnh thành phần, tỷ lệ và các chất phụ gia là rất quan trọng. Các tác giả đã nghiên cứu, trên cơ sở điều chỉnh, lựa chọn các thành phần, đặc tính vật liệu thích hợp. Do đó, đã đưa ra được tỷ lệ tối ưu các thành phần nguyên liệu để sản xuất vật liệu cao bền nhiệt và có độ bám dính cao trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn ngược với hợp phần từ EPDM (ở giai đoạn phối hợp hỗn hợp cao su với than đen) và trộn chéo để chế tạo bán thành phẩm vật liệu.

Trong công đoạn tạo các hợp phần cao su nền, tiến hành cắt thành phần cao su EPDM và SBR thành miếng nhỏ và đưa vào thiết bị trộn kín để cắt mạch sơ bộ. Thiết bị tốt nhất có tốc độ trộn 50 vòng/phút. Sau khi gia nhiệt đến nhiệt độ 80°C-90°C và trộn đều thành phần cao su, tiếp tục bổ sung thành phần axit stearic, phòng lão TMQ, phòng lão 6PPD, dầu gia công, ZnO, EPDM-g-MA, vulcuren, v.v..

Riêng hợp phần 1 (từ EPDM) đến đây thì dừng lại, cắt thành miếng để trộn tiếp với than đen N330 và một phần dầu gia công bằng phương pháp trộn ngược. Còn hợp phần 2

từ cao su SBR thì trộn tiếp với than đen N330 cho đều. Các hỗn hợp cao su sau khi phối trộn đều với các phụ gia (trừ các chất xúc tiến và lưu hóa) thì để nguội xuống dưới 50°C tiếp tục cho các chất xúc tiến, tác nhân lưu hóa trộn tiếp trong 5 phút cho đều. Lấy ra ta được các hợp phần cao su và các phụ gia. Hợp phần 1 là cao su EPDM và các phụ gia, hợp phần 2 là cao su SBR và các phụ gia.

Trong công đoạn chế tạo bán thành phẩm cao su nanocompozit trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bằng phương pháp trộn chéo, các hợp phần cao su được cắt thành miếng, cho vào máy trộn kín ở tỷ lệ 100 pkl hợp phần 1 trộn với 16,01 pkl hợp phần 2 ở nhiệt độ 80-90°C ở tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 6 phút cho các cấu tử trộn đều vào nhau. Dừng máy, lấy hỗn hợp cao su ra, cán xuất tấm được bán thành phẩm cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR. Để ổn định tấm hỗn hợp cao su EPDM/SBR (85/15) trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng.

Trong công đoạn lưu hóa, thu vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép cho bán thành phẩm vào khuôn lưu hóa ở nhiệt độ $160 \pm 2^\circ\text{C}$, áp suất 6 kg/cm^2 trong thời gian 20 phút (đối với mẫu dày 3mm). Sau khi lưu hóa, ta được vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR (85/15) gia cường phối hợp 45 pkl than đen N330 và 2 pkl EPDM-g-MA.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó các thành phần để sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR bao gồm 2 hợp phần cao su trên cơ sở EPDM (hợp phần 1) và hợp phần cao su trên cơ sở SBR (hợp phần 2) và các thành phần khác theo tỷ lệ phần khối lượng như sau:

Hợp phần 1:

cao su EPDM	100 pkl	100 pkl
axit stearic	1,2 – 1,5 pkl	1,5 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl	5,0 pkl
than đen N330	40 – 50 pkl	45,0 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl	0,75 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl	0,75 pkl
chất xúc tiến CBS	1,0 – 3,0 pkl	1,5 pkl
Vulcuren	0,8 – 1,2 pkl	1,0 pkl
dầu parafin	9 – 12 pkl	10,0 pkl

EPDM-g-MA	2,0 – 2,5 pkl	2,0 pkl
Coban boroaxylat	0,8 – 1,2 pkl	1,0 pkl
Cohedur RDL	1,8 – 2,2 pkl	2,0 pkl
Dicumyl peroxit	1,5 – 3,0 pkl	2,0 pkl

Hợp phần 2:

cao su SBR	100 pkl
axit stearic	1,5 – 2,0 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl
than đen N330	40 – 50 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl
chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5 pkl
Vulcuren	0,5 – 1,5 pkl
lưu huỳnh	1,5 – 3,0 pkl

Theo một phương án ưu tiên, trong đó hai hợp phần cần trộn riêng ở công đoạn 1 vì một mặt hệ lưu hóa khác nhau, mặt khác do EPDM bở, khó phối trộn nên cần phải phối trộn theo quy trình ngược (ở công đoạn cho chất gia cường than đen). Sau đó mới phối trộn hai hợp phần để chế tạo bán thành phẩm vật liệu cao su bền nhiệt, tính năng cao theo tỷ lệ hợp phần 1 là 100 pkl và hợp phần 2 là 16,01 pkl.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề cập đến vật liệu cao su bền nhiệt và bám dính cao với cáp thép, trong đó vật liệu này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ phần khối lượng được tính từ thành phần các hợp phần ra như sau:

cao su EPDM	85 pkl
cao su SBR	15 pkl
axit stearic	1,2 – 1,5 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl
than đen N330	40 – 50 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl
chất xúc tiến CBS	1,0 – 3,0 pkl

chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5 pkl
Vulcuren	0,5 – 1,5 pkl
dầu parafin	9,0 – 12,0 pkl
EPDM-g-MA	2,0 – 2,5 pkl
Coban boroaxylat	0,8 – 1,2 pkl
Cohedur RDL	1,8 – 2,2 pkl
Dicumyl peroxit	1,5 – 3,0 pkl
lưu huỳnh	1,5 – 3,0 pkl

Vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép theo giải pháp hữu ích có tính năng cơ học rất cao với độ bền kéo khi đứt tới 18,3 MPa, độ giãn dài khi đứt tới 432%, độ cứng 56 Shore A và đặc biệt còn có khả năng bền nhiệt cao với hệ số già hóa ở 150°C sau thời gian 168 giờ là 0,83 cùng với khả năng bám dính với cáp thép rất cao, đạt đến 63,2 N/mm. Vật liệu này có thể ứng dụng trong chế tạo các loại băng tải chịu nhiệt độ cao, tải trọng lớn với lớp cốt gia cường là cáp thép.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Sản xuất vật liệu cao su bền nhiệt bám dính cao với cáp thép trên cơ sở blend cao su EPDM/SBR

Công đoạn 1: Cân 14,91 kg cao su EPDM loại Keltan 5260Q của hãng Lanxess, cắt miếng đưa vào máy trộn kín ở nhiệt độ 90-100°C tốc độ trộn 50 vòng/phút để cắt mạch sơ bộ trong 5 phút. Bổ sung 0,22 kg axit stearic; 0,75 kg oxit kẽm; 0,11 kg phòng lão TMQ Poly (2,2,4-trimetyl-1, 2-dihydroquinolin); 0,11 kg phòng lão 6PPD (N-(1,3-Dimetylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin); 0,745 kg dầu dầu parafin; 0,15 kg vulcuren (1,6-Bis(N,N'-dibenzyl- thiocarbamoyldithio)-hexan); 0,3 kg EPDM-g-MA; 0,15 kg muối coban boroaxylat; 0,15 kg Cohedur RDL (1/3 resorcinol, 1/3 hexamethoxymetylmelamin ete (HMMM), 1/3 silica). Tiến hành trộn trong 5 phút để thu được hỗn hợp cao su nền từ EPDM đồng nhất. Lấy ra, để nguội, cắt miếng.

Cho 6,71 kg than đen N330 cùng với 0,745 kg dầu parafin còn lại vào buồng trộn, nâng nhiệt lên 90°C; cho hỗn hợp cao su EPDM đã cắt miếng ở trên vào trộn tiếp ở nhiệt độ 90-100°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 8 phút cho đều.

Để nguội vật liệu thu được đến 50°C. Tiếp đó, bổ sung 0,22 kg N-Cyclohexyl-2-

benzothiazol Sulfenamid (xúc tiến CBS) và 0,3 kg dicumyl peroxit. Tiến hành trộn kín với tốc độ quay của trục trộn là 50 vòng/phút trong 5 phút (lưu ý nhiệt độ không vượt quá 90°C). Sau khi trộn được hợp phần 1 lấy ra cắt miếng chuẩn bị chế tạo bán thành phẩm cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép.

Công đoạn 2: cân 2,63 kg cao su SBR loại SE 1500 của hãng Lanxess (Bỉ), cắt miếng cho vào máy trộn kín ở nhiệt độ 80-90°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút trong 5 phút để cắt mạch sơ bộ. Bổ sung 0,04 kg axit stearic; 0,13 kg oxit kẽm; 1,18 kg than đen loại N330; 0,02 kg phòng lão TMQ Poly (2,2,4-trimetyl-1, 2-dihydroquinolin); 0,02 kg phòng lão 6PPD (N-(1,3-Dimetylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin); 0,03 kg vulcuren (1,6-Bis(N,N'-dibenzyl- thiocarbamoyldithio)-hexan). Tiến hành trộn trong 10 phút cho đều.

Để nguội hỗn hợp vật liệu thu được đến 50°C sau đó bổ sung 0,03 kg xúc tiến DPG (diphenyl guanidin) và 0,04 kg lưu huỳnh. Tiến hành trộn kín với tốc độ quay của trục trộn là 50 vòng/phút trong 5 phút (lưu ý nhiệt độ không vượt quá 90°C). Sau khi trộn ta được hợp phần 2. Cắt miếng chuẩn bị chế tạo bán thành phẩm cao su bền nhiệt và bám dính cao với cáp thép.

Công đoạn 3: Chế tạo bán thành phẩm cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép: Các hợp phần 1 và 2 thu được ở phần trên được cắt miếng cho vào máy trộn kín ở nhiệt độ 80-90°C, trộn ở tốc độ 50 vòng/phút trong thời gian 6 phút cho đều (lưu ý nhiệt độ không được quá 90°C). Ta thu được bán thành phẩm cao su bền nhiệt, bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR. Xuất tấm, để ổn định trong 24 giờ trước khi đem ép lưu hóa.

Bán thành phẩm này được lưu hóa ở nhiệt độ $160 \pm 2^\circ\text{C}$ trong thời gian 20 phút, áp suất 6 kg/cm² để tạo hình, thu được vật liệu thành phẩm.

Đánh giá đặc tính vật liệu cao su với tỷ lệ thành phần cao su khác nhau

Để xác định hàm lượng tối ưu của hàm lượng các cao su thành phần tới tính chất cơ lý của vật liệu được khảo sát các tỷ lệ EPDM/SBR là 92,5/7,5 đến 80/20 pkl và sau đó là khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ đó lên độ bền của sản phẩm thu được, từ đó, xác định được hàm lượng thích hợp của các cao su thành phần cho hỗn hợp trộn EPDM/SBR. Tiến hành sản xuất các vật liệu như nêu trên. Các phương pháp đánh giá bao gồm:

- Tính chất kéo (độ bền kéo đứt, độ giãn dài khi đứt) được xác định theo tiêu

chuẩn ASTM D412 : 2016, thực hiện trên máy INSTRON (Mỹ).

- Độ cứng cao su được xác định theo tiêu chuẩn ISO 7619 : 2010 được xác định bằng dụng cụ đo độ cứng shore A Teclock 709N (Nhật Bản).
- Hệ số già hoá được xác định theo tiêu chuẩn ISO 188 : 2011 trong điều kiện nhiệt độ 150⁰C sau 168 giờ.
- Độ bền kéo rút với cáp thép được xác định theo tiêu chuẩn JIS 6369 : 2007 với cáp thép mạ hỗn hợp đồng/kẽm có đường kính cáp là 3 mm.

Độ bền kéo rút được tính theo công thức:

$$\delta = \frac{F}{a}, \text{ N/mm}$$

Trong đó:

- F: Lực lớn nhất cần thiết để tách cao su ra khỏi thép, N
- a: Độ dài của vùng cao su bao phủ dọc sợi thép, mm

Kết quả khảo sát được thể hiện trong các bảng 3 dưới đây.

Bảng 3: Ảnh hưởng của tỷ lệ EPDM/SBR tới tính chất cơ học của vật liệu

EPDM/SBR, pkl	Độ bền kéo, MPa	Độ giãn dài khi đứt, %	Độ cứng, Shore A	Hệ số già hoá	Độ bền kéo rút, N/mm
92,5/7,5	20,2	445	59	0,76	46,8
90/10	19,2	457	58	0,78	52,4
87,5/12,5	19,0	469	58	0,80	59,1
85/15	18,3	432	56	0,83	63,2
82,5/17,5	17,5	402	55	0,79	58,7
80,0/20,0	16,9	361	55	0,73	56,5

Căn cứ kết quả bảng 3 cho thấy, tỷ lệ EPDM/SBR 85/15 tạo cho vật liệu có tính chất cơ lý cao đi kèm với khả năng bám dính với cáp thép cao nhất đạt 63,2 N/mm.

Đánh giá khả năng bền nhiệt, độ bám dính với cáp thép và thành phần nguyên tố trên bề mặt của vật liệu.

Vật liệu có thành phần tối ưu thu được được đánh giá có tính chất cơ học cao nhất và do vậy sẽ có cấu trúc đều đặn và chặt chẽ cũng như khả năng bền nhiệt cao nhất. Đã xác định khả năng bền nhiệt, độ bám dính với cáp thép và thành phần nguyên tố trên bề mặt cao su ở vị trí tiếp xúc với cáp thép.

- Khả năng bền nhiệt của vật liệu được đánh giá theo Hệ số già hoá và được xác định theo tiêu chuẩn ISO 188 : 2011 trong điều kiện nhiệt độ 150°C sau 168 giờ trong tủ sấy Memert (CHLB Đức).

- Thành phần nguyên tố trên bề mặt của vật liệu thực hiện theo phương pháp đo EDX trên máy Nano SEM của hãng Hitachi (Nhật Bản).

Kết quả đánh giá được trình bày trong các bảng 4 và hình 5, 6.

Bảng 4: Hệ số già hóa của vật liệu trong môi trường không khí ở nhiệt độ 150°C sau thời gian 168 giờ

Mẫu	Độ bền kéo khi đứt, MPa	Độ giãn dài khi đứt, %	Hệ số già hóa
Ban đầu	18,3	432,0	-
Sau 168 giờ thử nghiệm	15,6	349,9	0,83

Kết quả bảng 4 cho thấy rằng, sau 07 ngày thử nghiệm, tính chất cơ học của vật liệu vẫn còn đạt ở mức cao, độ bền kéo duy trì ở 15,6 MPa tương ứng hệ số già hóa của vật liệu vẫn còn khá cao với giá trị là 0,83. Như vậy có thể thấy vật liệu cao su trên cơ sở blend của cao su EPDM/SBR (85/15) gia công theo quy trình trên có độ bền nhiệt rất cao.

Khi sử dụng blend EPDM/SBR (85/15) với cáp thép mạ đồng/kẽm thì có hiện tượng là hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh không xuất hiện trong phổ trong khi nguyên tố sắt và đồng tăng mạnh tương ứng là 38,96% và 61,04%. Khi sử dụng lớp mạ đồng-kẽm, trong quá trình lưu hoá đã xảy ra các liên kết Cu-S, Zn-S hay Fe-S giữa nguyên tố lưu huỳnh trong cao su với nguyên tố đồng và sắt có trên bề mặt cáp thép, qua đó làm tăng độ bền bám dính của blend với cáp.

Do tạo các liên kết như vậy nên có thể thấy hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh có trên bề mặt cao su blend bị tiêu hao hết (từ 94,08% đối với khi sử dụng riêng cao su EPDM xuống còn 0%).

Vật liệu cao su bền nhiệt bám dính cao với cáp thép trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR chế tạo được có tính năng cơ học vượt trội với độ bền kéo khi đứt đạt được

18,3 MPa, độ giãn dài khi đứt 432% trong khi các vật liệu từ EPDM chỉ đạt độ bền kéo khi đứt dưới 10 MPa và độ giãn dài khi đứt khoảng 270%. Đặc biệt, hệ số già hóa ở 150°C trong môi trường không khí sau 07 ngày đạt 0,83 (trong khi các vật liệu cao su khác chỉ đạt dưới 0,6). Vật liệu chế tạo được đáp ứng yêu cầu chế tạo các sản phẩm cao su kỹ thuật ứng dụng trong công nghệ cao như bền nhiệt, bền oxy hóa và bám dính cao với cáp thép có khả năng chịu tải trọng cao như các loại băng tải chịu nhiệt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất vật liệu cao su chịu nhiệt và bám dính với cáp thép, trong đó quy trình này bao gồm các công đoạn sau:

(i) chuẩn bị vật liệu bao gồm các thành phần theo tỷ lệ phần khối lượng tính theo 100 phần khối lượng cao su etylen-propylen-dien monome (EPDM) và cao su styren butadien (SBR) như dưới đây:

hợp phần 1 (từ EPDM và các phụ gia) :

thành phần	hàm lượng (phần khối lượng)
cao su EPDM	100
axit stearic	1,2 – 1,5
ZnO	2,0 – 5,0
than đen N330	40 – 50
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0
chất xúc tiến CBS	1,0 – 3,0
Vulcuren	0,8 – 1,2
dầu parafin	9,0 – 12,0
EPDM-g-MA	2,0 – 2,5
coban boroaxylat	0,8 – 1,2
Cohedur RDL	1,8 – 2,2
dicumyl peroxit	1,5 – 3,0

hợp phần 2 (từ SBR và các phụ gia):

thành phần	hàm lượng (phần khối lượng)
cao su SBR	100
axit stearic	1,5 – 2,0
ZnO	2,0 – 5,0
than đen N330	40 – 50

chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0
chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5
Vulcuren	0,5 – 1,5
lưu huỳnh	1,5 – 3,0

(ii) chế tạo các hợp phần cao su theo đơn pha chế của từng loại như nêu trên theo các công đoạn dưới đây:

- chế tạo hợp phần cao su trên cơ sở cao su EPDM (hợp phần 1) bằng cách trộn ngược ở công đoạn phối hợp với than đen, bao gồm các công đoạn: đầu tiên EPDM được cắt mạch sơ bộ, phối trộn với axit stearic, chất phòng lão, chất hóa dẻo, oxit kẽm, EPDM-g-MA và một phần dầu parafin; lấy ra, để nguội, cắt nhỏ, cho tiếp vào máy trộn kín bên trong đã có than đen N330 và một phần dầu parafin ở 90-100°C, trộn đều với tốc độ 50 vòng/phút trong thời gian 8 phút rồi để nguội xuống dưới 50°C, cho chất xúc tiến, chất lưu hóa, trộn đều, lấy ra thu được hợp phần 1 (trộn ngược ở công đoạn phối hợp hỗn hợp cao su với than đen N330);

- chế tạo hợp phần cao su trên cơ sở SBR (hợp phần 2) theo phương pháp thông thường (truyền thống) gồm các công đoạn: cắt mạch sơ bộ SBR; bổ sung axit stearic, phòng lão và các phụ gia khác; để nguội xuống dưới 50°C, cho chất xúc tiến, chất lưu hóa, trộn đều, lấy ra thu được hợp phần 2;

(iii) chế tạo bán thành phẩm cao su nanocompozit trên cơ sở hỗn hợp trộn các hợp phần cao su trên cơ sở EPDM và SBR bằng phương pháp trộn chéo:

ở công đoạn phối hợp chế tạo cao su blend theo tỷ lệ của hai loại cao su EPDM/SBR là 85/15, từ đó tính ra tỷ lệ của hai hợp phần tương ứng là:

hợp phần 1 (từ EPDM và các phụ gia): 100 phần khối lượng

hợp phần 2 (từ SBR và các phụ gia): 16,01 phần khối lượng

cho vào máy trộn kín trộn đều ở nhiệt độ 80-90°C, tốc độ trộn 50 vòng/phút trong thời gian 6 phút cho đều; xuất tẩm, được bán thành phẩm cao su bền nhiệt, tính năng cao; và

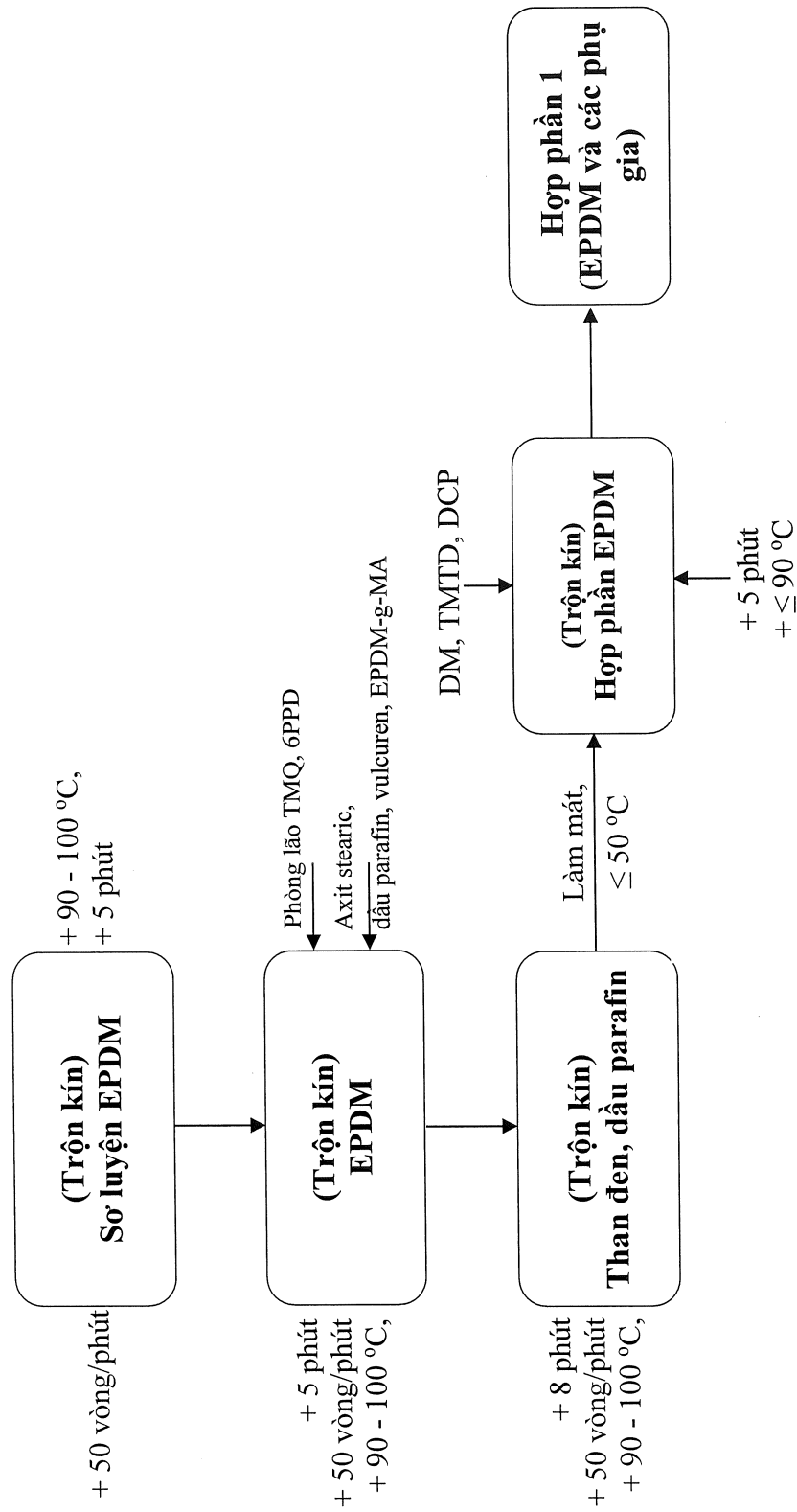
(iv) lưu hóa, thu vật liệu cao su bền nhiệt, bám dính cao

cho bán thành phẩm cao su vào khuôn lưu hóa ở nhiệt độ 160°C, áp suất 6kg/cm² trong thời gian 20 phút (đối với mẫu dày 3mm); sau khi lưu hóa, ta được vật liệu cao su bền nhiệt, tính năng cao trên cơ sở hỗn hợp trộn EPDM/SBR (85/15) với 2 pkl EPDM-g-MA.

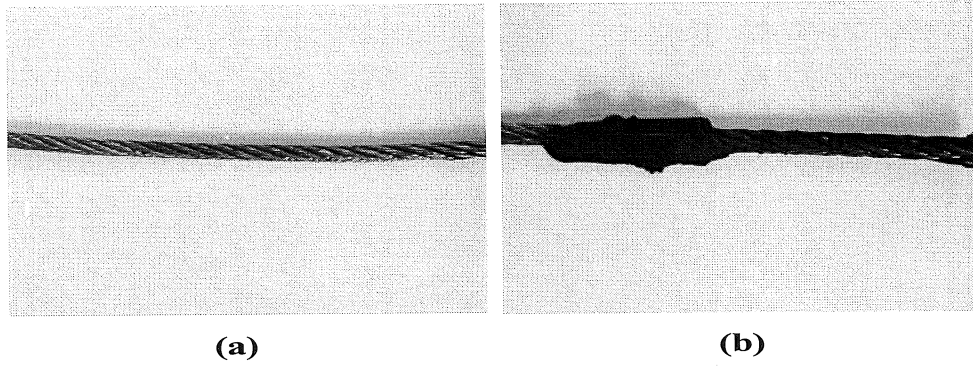
2. Quy trình theo điểm 1, trong đó các thành phần theo tỷ lệ phần khối lượng (pkl) để sản xuất vật liệu cao su chịu nhiệt và bám dính cao với cáp thép được thể hiện như sau:

cao su EPDM	85 pkl
cao su SBR	15 pkl
axit stearic	1,2 – 1,5 pkl
ZnO	2,0 – 5,0 pkl
than đen N330	40 – 50 pkl
chất phòng lão TMQ	0,5 – 2,0 pkl
chất phòng lão 6PPD	0,5 – 2,0 pkl
chất xúc tiến CBS	1,0 – 3,0 pkl
chất xúc tiến DPG	0,5 – 1,5 pkl
Vulcuren	0,5 – 1,5 pkl
dầu parafin	9,0 – 12,0 pkl
EPDM-g-MA	2,0 – 2,5 pkl
Coban boroaxylat	0,8 – 1,2 pkl
Cohedur RDL	1,8 – 2,2 pkl
Dicumyl peroxit	1,5 – 3,0 pkl
lưu huỳnh	1,5 – 3,0 pkl

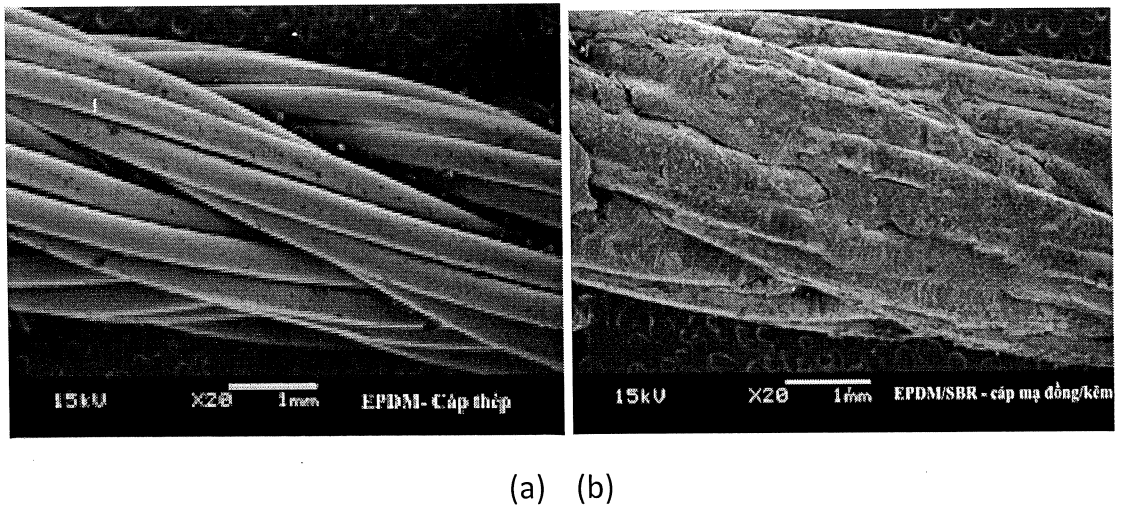
3. Quy trình theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chất lưu hóa dicumyl peroxit (DCP) là 2,0 phần khối lượng so với cao su EPDM và lưu huỳnh (S) là 1,5 pkl so với cao su SBR tính theo tỷ lệ pkl EPDM/SBR là 85/15, tốt hơn là chất trợ tương hợp EPDM-g-MA là 2,0 pkl để làm tăng cường liên kết giữa EPDM với SBR và độ bám dính với cáp thép.



Hình 1

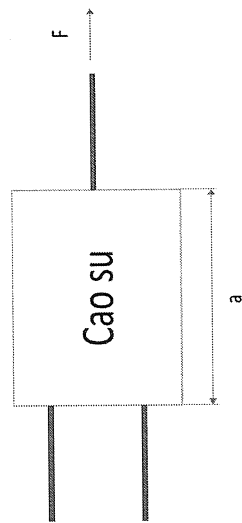
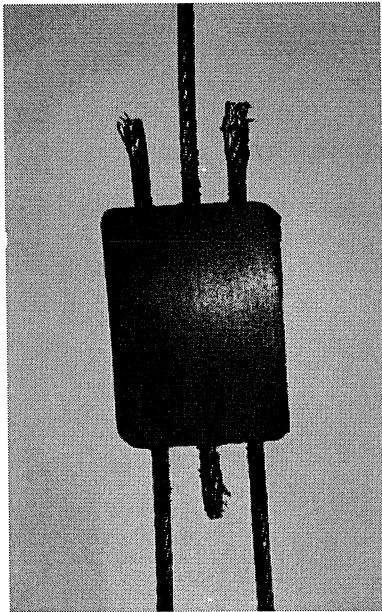
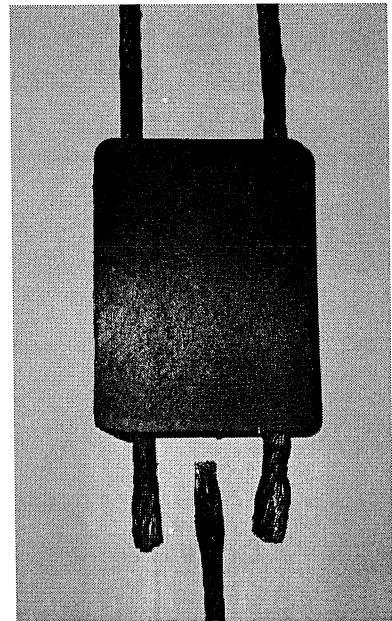


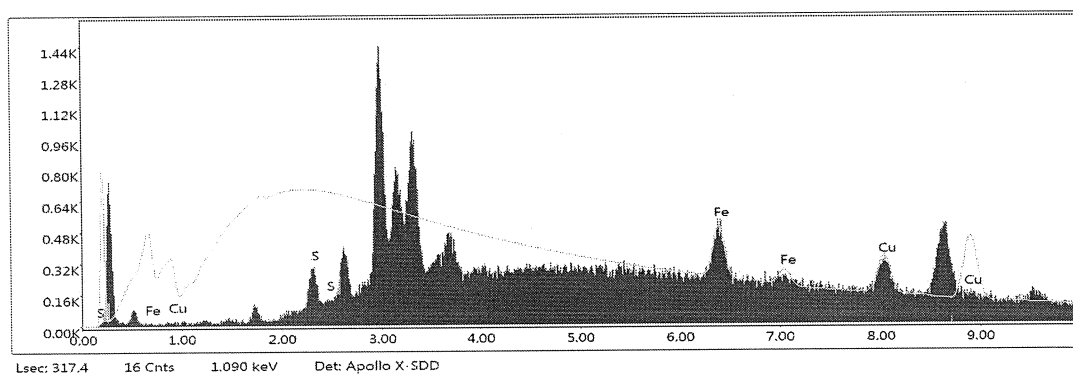
Hình 2



(a) (b)

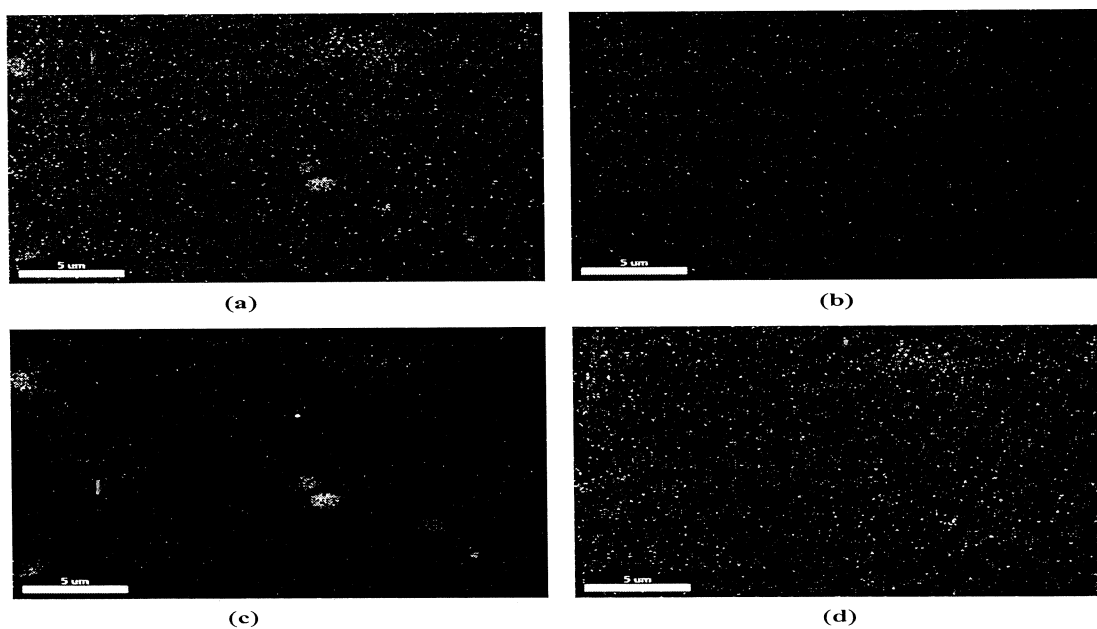
Hình 3

**Hình 4****a****b****Hình 5**



Nguyên tố	Trọng lượng %	Nguyên tử %	Net Int.	Sai số %	Krati o	Z	A	F
S K	0,00	0,00	0,00	99,99	0,0000	1,1845	0,6587	1,0091
FeK	35,94	38,96	12,70	9,97	0,4065	1,0254	0,9938	1,1099
CuK	64,06	61,04	9,80	6,69	0,6152	0,9847	0,9728	1,0026

Hình 6



Hình 7