

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT CƠ HỌC VÀ ĐỘ CHẬM CHÁY CỦA KEO DÁN ĐI TỪ XỐP PHẾ THẢI

STUDY ON POLYMER AND POTENTIAL INGREDIENTS OF POLYESTER FOR WASTE DISCHARGE

Nguyễn Tuấn Anh^{1*}, Bùi Thị Thương¹

TÓM TẮT

Một trong các loại rác thải công nghiệp khá lớn là xốp phế thải đi theo các thiết bị điện tử viễn thông (ví dụ: Tivi, điện thoại thông minh, đồ gia dụng...) - xốp polystyrene (PS). Nghiên cứu chuyển xốp phế thải, xốp tái chế sang dạng vật liệu mới tiện ích không những ít độc hại hơn đến sức khỏe con người, dễ dàng kiểm soát hơn về vấn đề môi trường mà còn tạo ra một sản phẩm hữu ích phục vụ đời sống con người, tạo ra sản phẩm hàng hóa có khả năng cạnh tranh trên thị trường. Nghiên cứu này đã chế tạo keo đi từ nguyên liệu tái chế xốp phế thải, có bổ sung các chất chống cháy nhằm cải thiện khả năng chậm cháy. Ở Việt Nam đây là một những nghiên cứu mới có nhiều tiềm năng ứng dụng trong công nghiệp.

Từ khóa: Xốp polystyrene, chống cháy, nhôm hydroxit, khả năng chống cháy, chỉ số oxy giới hạn.

ABSTRACT

Polystyrene (PS) is one of the types of industrial waste that is quite large that is the spongy waste of electronic telecommunications equipment (eg TVs, smart phones, home appliances...) is polystyrene (PS). Research into converting spongy waste, recycled sponges into new utility materials is not only less harmful to human health, making it easier to control environmental issues but also creates a useful product to serve human life and commodity products that are competitive in the market. In this study, the material was made from recycled waste sponge, with the addition of flame retardants to improve the fire retardancy. In Vietnam this is a new research has great potential applications in the industry.

Keywords: Polystyrene, fire retardancy, aluminium hydroxide, flame retardancy, Limiting oxygen index.

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: nguyentuananh@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/01/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 30/03/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. MỞ ĐẦU

Phương pháp xử lý chất thải rắn như xốp, nhựa,... hiện nay phổ biến là đốt và chôn lấp, đây là hai phương pháp thất bại về cả kinh tế và môi trường. Nước thải chảy ra từ rác thải chôn lấp ngấm xuống làm ô nhiễm đất và mạch nước ngầm, xây dựng hệ thống ngăn chặn hiện tượng này

là rất tốn kém, khi chôn xuống đất chất thải rắn như xốp (nhựa PS) phải mất từ 300 năm đến 1000 năm mới phân hủy hoàn toàn và trở nên vô hại trong đất. Khi đốt, lượng CO₂, Dioxin, chì, cadmium,... sinh ra trong quá trình đốt rác là nguyên nhân gây ra hiện tượng hiệu ứng nhà kính, nguyên nhân gây ra các bệnh đường hô hấp, các dị tật và chứng bệnh ung thư dẫn đến tử vong.

Lượng xốp (nhựa PS) trôi nổi trong nước không được xử lý phải mất hàng trăm năm mới được phân hủy hoàn toàn và trở nên vô hại trong nước. Trong thời gian này những sinh vật như cá, baba, tôm, cua,... có thể hiểu nhầm là thức ăn, động vật ăn phải gây chết hoặc lưu lại những chất độc hại trong cơ thể mỗi ngày, những chất độc hại này có thể sẽ lại đi trực tiếp đến bàn ăn của con người. Vì vậy, chuyển xốp phế thải, xốp tái chế sau đựng thức ăn sang dạng keo không những ít độc hại hơn đến sức khỏe con người, dễ dàng kiểm soát hơn về vấn đề môi trường mà còn tạo ra một sản phẩm hữu ích phục vụ đời sống con người, tạo ra sản phẩm hàng hóa có khả năng cạnh tranh trên thị trường. Việc nghiên cứu chuyển xốp phế thải, xốp tái chế sang dạng vật liệu mới tiện ích là rất cần thiết. Bài báo này tiến hành nghiên cứu tái chế xốp phế thải PS sử dụng làm keo dán thông dụng.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Xốp phế thải qua hình thức thu gom được làm sạch bằng các phương pháp cơ học bình thường, dung môi acetone (CH₃)₂CO (Trung Quốc); N-Butyl Acetate C₆H₁₂O₂ (Trung Quốc); Nhôm Hidroxit - Al(OH)₃ (Trung Quốc).

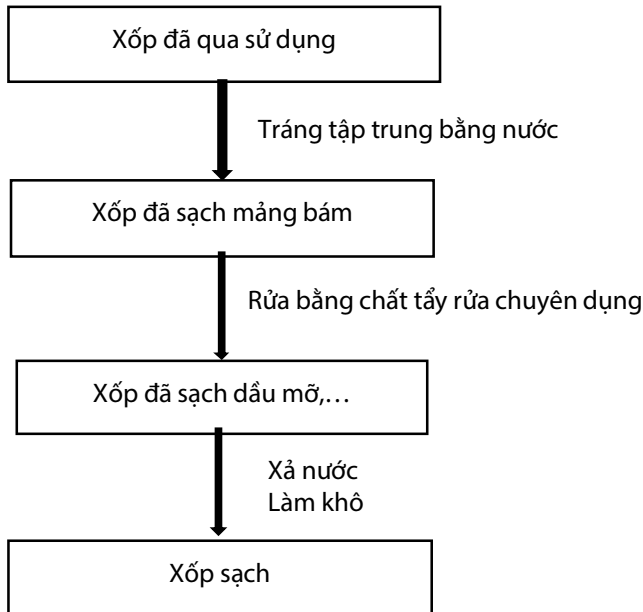
2.2. Quy trình làm sạch xốp phế thải sau sử dụng

Quy trình làm sạch nhựa PS (xốp) đã qua sử dụng khá dễ dàng (hình 1), tuy nhiên việc làm sạch lượng nhựa PS (xốp) đã qua sử dụng đòi hỏi phải kỹ lưỡng để khi sử dụng vào công trình chế tạo keo dán không còn lẫn các phụ gia hoặc chất bẩn làm ảnh hưởng đến chất lượng keo hoặc độ chuyên nghiệp của sản phẩm.

2.3. Phương pháp xác định tính chất cơ học của màng phủ

Độ bền va đập: Độ bền va đập của màng polyme được xác định theo tiêu chuẩn ASTM-2794 trên dụng cụ Erichsen model-304. Độ cứng tương đối: Độ cứng tương đối được xác

định theo tiêu chuẩn ISO-1522 trên dụng cụ Erichsen model 299. Độ ép dần: Độ ép dần được xác định theo tiêu chuẩn ISO 1520-1973(E) trên thiết bị Erichsen model 200. Độ bền cào xước: Độ bền cào xước của màng sơn được đo theo tiêu chuẩn ISO 1518 trên dụng cụ Erichsen model 239/l.



Hình 1. Quy trình làm sạch xốp phế thải

2.4. Phương pháp xác định độ chống cháy màng, độ bền nhiệt

Chỉ số oxy giới hạn để đốt cháy vật liệu (LOI)

Chỉ số oxy giới hạn (LOI) là nồng độ oxy [O₂] tối thiểu cần để đốt cháy vật liệu trong hỗn hợp cháy của oxy và nitơ [O₂/N₂]. Công thức tính LOI (%): $LOI = \frac{[O_2]}{[O_2] + [N_2]}$.

Đánh giá theo tiêu chuẩn quốc tế ASTM D2863-17:

- LOI < 21%: vật liệu dễ cháy.
- LOI = 21%: biên ổn định.
- 21% < LOI < 28%: vật liệu chậm cháy.
- 28% < LOI < 100%: vật liệu tự dập tắt ngọn lửa.

Tốc độ cháy UL94HB (mm/phút)

Khả năng chống cháy của mẫu vật liệu được thử nghiệm theo tiêu chuẩn UL 94 HB (Mỹ) tại Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu polyme, Đại học Bách khoa Hà Nội theo tiêu chuẩn ASTM D 635-17. Đây là phương pháp thông dụng cho các loại vật liệu và được mô tả như sau: các mẫu có kích thước 1,25cm x 12,5cm được kẹp vào giá theo phương nằm ngang (hoặc nghiêng 45°). Trên mẫu được đánh dấu 2 vạch tại các vị trí 2,5 và 10cm. Quá trình đốt mẫu được thực hiện trong 30 giây hoặc đến khi mẫu cháy đến vạch 2,5cm thì bắt đầu tính thời gian cháy.

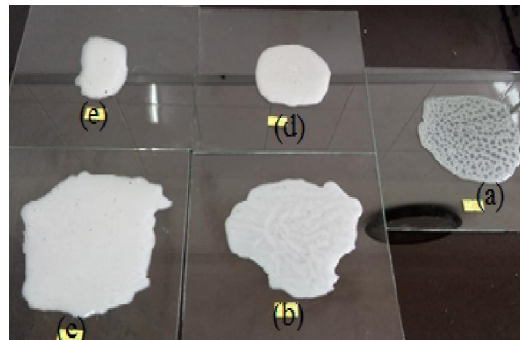
Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA)

Được thực hiện trên máy TGA DTG-60H ở 10°C/phút với không khí có lưu lượng với tốc độ 80 ml /phút.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng sự hòa tan bão hòa nhựa PS (xốp) trong các dung môi Acetone, N-Butyl Acetate ở nhiệt độ phòng

Ở mỗi tỷ lệ thể tích, hỗn hợp dung môi acetone và n- butyl acetate khi hòa tan xốp phế thải thu được một dung dịch có những đặc điểm riêng biệt về màu sắc dung dịch, độ nhớt, độ vón, độ trong của màng, khả năng hòa tan xốp, khả năng kết dính và độ chảy. Vì vậy, bước đầu cần tìm ra những tỷ lệ thể tích thích hợp để thỏa mãn đầy đủ những yêu cầu cho một sản phẩm keo dán thông thường theo quy định. Kết quả hòa tan bằng các dung môi acetone thể tích cố định 10ml và dung môi n- butyl acetate từ 3,1ml đến 3,5ml được thể hiện bằng hình ảnh thực tế được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Hình ảnh keo dán: a-3,1ml n- butyl acetate; b-3,2 ml n- butyl acetate; c-3,3 ml n- butyl acetate; d-3,4 ml n- butyl acetate; e-3,5 ml n- butyl acetate

Công trình đã nghiên cứu quá trình hòa tan xốp tái chế sử dụng các dung môi acetone và n- butyl acetate ở những thể tích khác nhau đã thu được kết quả như trình bày trong bảng 1.

Khả năng kết dính các màng vật liệu của keo dán phụ thuộc vào thể tích dung dịch acetone có mặt trong dung dịch, khi thể tích n- butyl acetate đạt 100% thì dung dịch có khả năng hòa tan nhựa PS (xốp) tuy nhiên dung dịch tạo thành không có khả năng kết dính. N- butyl acetate đóng vai trò như một dung môi giúp hòa tan nhựa PS (xốp), tạo độ lỏng sánh, chống đục, dễ dàng trải mỏng và khiến thời gian khô của màng keo được rút ngắn hơn. Do hai dung môi là acetone và n- butyl acetate là hai dung môi có tốc độ bay hơi lớn nên trong quá trình chế tạo keo không cần phải sử dụng chất đóng rắn, tiết kiệm chi phí sản xuất. Dựa vào kết quả hình 2 và bảng 1 tỷ lệ phối trộn phù hợp Acetate (ml)/ N- butyl acetate (ml) = 10/3,3.

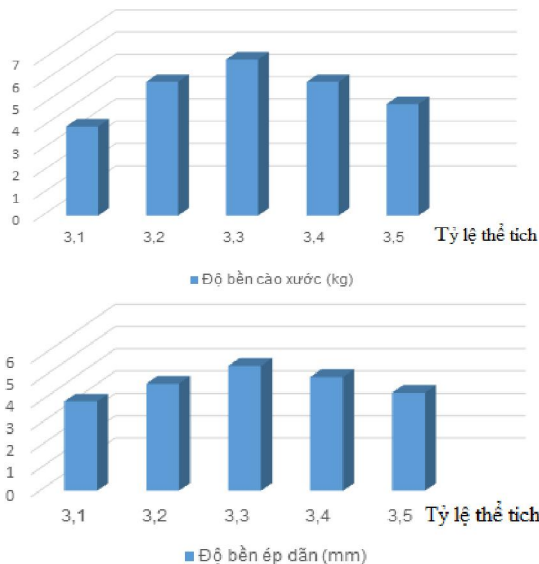
Bảng 1. Kết quả khảo sát độ tan của xốp phế thải ở các nồng độ dung môi khác nhau

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Acetate (ml) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| N- butyl acetate (ml) | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 |
| Khả năng kết dính | Có | Có | Có | Có | Có |
| Thời gian đóng rắn (phút) - Gỗ | 35 | 32 | 30 | 28 | 25 |
| Thời gian đóng rắn (phút) - Giấy | 18 | 17 | 15 | 14 | 12 |
| Hiệu suất kết dính | Dung dịch lỏng, sánh kết dính làm thay đổi bề mặt vật liệu khi dán. | Dung dịch lỏng, sánh kết dính làm thay đổi bề mặt vật liệu khi dán. | Dung dịch lỏng, sánh kết dính không làm thay đổi bề mặt vật liệu khi dán. | Dung dịch lỏng, sánh kết dính làm thay đổi bề mặt vật liệu khi dán. | Dung dịch lỏng, sánh kết dính làm thay đổi bề mặt vật liệu khi dán. |

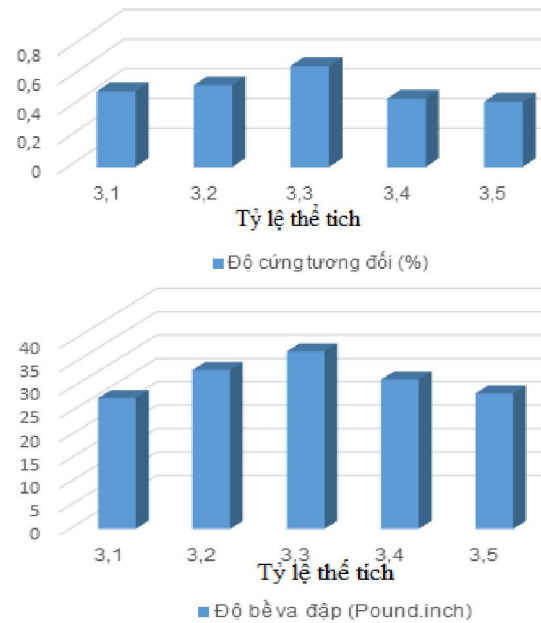
3.2. Khảo sát tính chất cơ học màng của xốp trong dung môi Acetone và N-Butyl Acetate

Khảo sát tính chất cơ học của màng ta tiến hành đo các thông số về độ bền va đập, độ bền cào xước, độ bền ép dãn và độ cứng tương đối của màng keo dưới các dung môi với tỷ lệ khác nhau.

Từ kết các hình 3, 4 nhận thấy, cố định thể tích của acetone và tăng dần thể tích của n- butyl acetate thu được dung môi hòa tan nhựa PS (xốp) hiệu quả với khối lượng xốp hòa tan đến bão hòa tạo keo. Thể tích Acetone ở 10 ml và n-butyl acetate ở 3,3 ml đo được độ cơ học phù hợp hơn các mẫu còn lại: độ bền va đập (38 pound.inch), độ bền cào xước (7 kg), độ bền ép dãn (5,6 mm) và độ cứng tương đối (0,68 %). Đây là những tỷ lệ hoàn toàn phù hợp với TCVN về chất lượng keo.



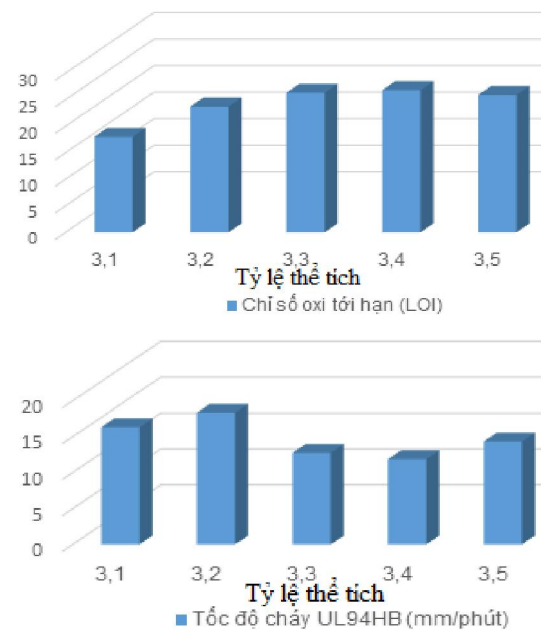
Hình 3. Độ bền cào xước (kg) và độ bền ép dãn (mm) của màng keo dán



Hình 4. Độ cứng (%) và độ bền va đập (Pound.inch) của màng keo dán

3.3. Khảo sát độ chống cháy màng với keo dán đi từ xốp phế thải có mặt phụ gia nhôm hydroxit

Nhôm hydroxit là một chất lưỡng tính được sử dụng như chất phụ gia chất chậm cháy trong một loạt các nhựa và cao su, compozit phổ biến bởi khả năng chống cháy cao mà không ảnh hưởng nhiều đến sự suy giảm tính chất cơ học của vật liệu. Trong công trình này, nhóm nghiên cứu đã trộn hợp 30% khối lượng nhôm hydroxit [5] phân tán vào màng keo dán.

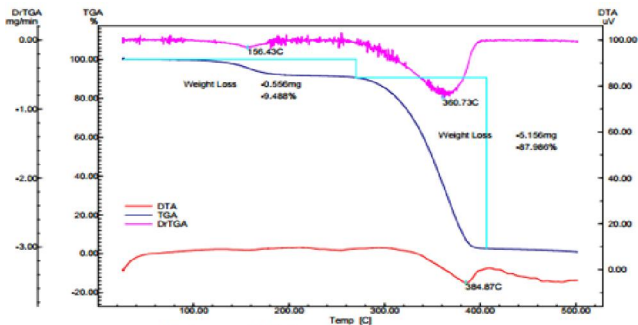


Hình 5. Chỉ số oxy tới hạn LOI (%) và Tốc độ cháy UL94HB (mm/phút)

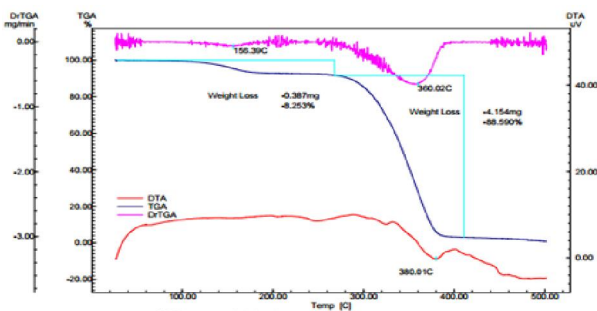
Trong quá trình đốt cháy của vật liệu, $Al(OH)_3$ tiến hành phản ứng phân hủy thu nhiệt, khiến nhiệt của quá trình cháy giảm. Cùng với các sản phẩm của sự phân hủy $Al(OH)_3$, oxit nhôm (Al_2O_3) được tạo thành trên bề mặt vật liệu, chúng có vai trò như một lớp bảo vệ, ngăn cách vật liệu

khỏi khu vực cháy. Hơi nước được giải phóng ra sẽ thay thế lớp oxy không khí tiếp xúc với bề mặt vật liệu, cản trở quá trình cháy của vật liệu. Khi sử dụng bắt đầu từ 3,2 ml n-butyl acetate thì chỉ số LOI và tốc độ cháy tăng, với 3,3 ml chỉ số LOI đạt 26,3% và tốc độ cháy 9,77 mm/phút (hình 5).

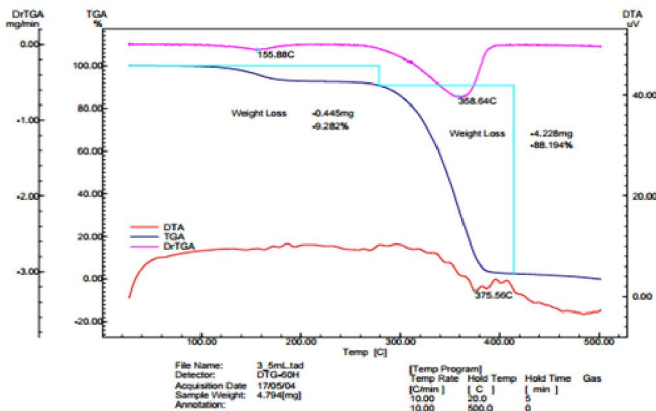
3.4. Nhiệt trọng lượng TGA



(a)



(b)



(c)

Hình 6. Giảm độ TGA của các mẫu: a- thể tích acetone/ n-butyl acetate: 10ml/3,3ml; b- thể tích acetone/ n-butyl acetate: 10ml/3,4ml; c- thể tích acetone/ n-butyl acetate: 10ml/3,5ml

Để xác định tính chất nhiệt TGA của các mẫu keo khác nhau ở các tỷ lệ dung môi hòa tan khác nhau. Kết quả nhận được trình bày trên hình 6.

Từ giảm độ hình 6 ta thấy, thể tích acetone/n-butyl acetate: 10ml/3,3ml ở 156,43°C tại 100% khối lượng khảo sát đã mất đi 9,488% khối lượng, ở 360,73°C đã mất

87,986% khối lượng. Thể tích acetone/n-butyl acetate: 10ml/3,4ml ở 156,39°C tại 100% khối lượng khảo sát đã mất 8,253% khối lượng và đến 360,02°C đã mất 88,590% khối lượng... Như vậy, khi tăng thể tích n-butyl acetate trong hỗn hợp dung môi tại cùng một khoảng nhiệt độ xác định lượng mất mát tại những mẫu có lượng thể tích n-butyl acetate lớn hơn là lớn hơn. Đối chiếu các thể tích với kết quả thu được cho thấy khối lượng mất mát của mẫu thể tích acetone/n-butyl acetate: 10ml/3,3ml là hoàn toàn phù hợp với chỉ tiêu chất lượng keo dán ban đầu.

4. KẾT LUẬN

Đã tìm được tỷ lệ thích hợp hệ dung môi acetone/n-butyl acetate = 10ml/3,3ml để hòa tan xốp PS phế thải cho hiệu quả tốt nhất.

Đã xác định các tính chất cơ học của màng keo như: độ bền cào xước, độ bền va đập, độ ép dãn, độ cứng tương đối ở các tỷ lệ dung môi hòa tan khác nhau. Kết quả cho thấy tỷ lệ acetone/n-butyl acetate = 10ml/3,3ml đạt giá trị lớn nhất.

Đã xác định tính chất nhiệt và độ chậm cháy của các hệ keo khi phối trộn phụ gia chống cháy nhôm hydroxit với 30% khối lượng. Kết quả cho thấy ở tỷ lệ 10ml/3,3ml cho kết quả tốt nhất với tốc độ cháy UL94HB 9,77mm/phút, chỉ số oxy tới hạn (LOI) 26,3%.

Lời cảm ơn: Công trình này được sự tài trợ bởi khoa Công nghệ Hóa - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hollingbery, LA, Hull TR, 2010. "Polymer Degradation and Stability". The Fire Retardant Behaviour of Huntite and Hydromagnesite - A Review.
- [2]. Hollingbery, LA, Hull TR, 2010. "The Thermal Decomposition of Huntite and Hydromagnesite - A Review". Thermochemica Acta.
- [3]. Hollingbery, LA, Hull TR, 2012. "Polymer Degradation and Stability". The Fire Retardant Effects of Huntite in Natural Mixtures with Hydromagnesite.
- [4]. Hollingbery, LA, Hull TR, 2012. "The Thermal Decomposition of Natural Mixtures of Huntite and Hydromagnesite". Thermochemica Acta.
- [5]. Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Quang Tùng, 2017. Study the effect of aluminum hydroxide on flame retardancy and mechanical durability of composite materials based on unsaturated polyester resin. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, số 38, Tr 48-52.
- [6]. Hull, TR, Witkowski A, Hollingbery LA, 2011. "Polymer Degradation and Stability". Fire Retardant Action of Mineral Fillers.