

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HOA LƯ
KHOA SƯ PHẠM TRUNG HỌC

Ngô Thị Thủy

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGHIÊN CỨU TÁI CHẾ PHẾ THẢI XỐP THÀNH KEO DÁN
ỨNG DỤNG LÀM VẬT LIỆU COMPOSITE

Mã sinh viên: 2552470009

Ngành: Khoa học Tự nhiên

NINH BÌNH, 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HOA LƯ
KHOA SƯ PHẠM TRUNG HỌC

Ngô Thị Thủy

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGHIÊN CỨU TÁI CHẾ PHẾ THẢI XÓP THÀNH KEO DÁN
ỨNG DỤNG LÀM VẬT LIỆU COMPOSITE

Mã sinh viên: 2552470009

Ngành: Khoa học Tự nhiên

Người hướng dẫn: ThS. Nguyễn Thiết Kế

NINH BÌNH, 2025

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan: Bản khóa luận tốt nghiệp Đại học này là kết quả nghiên cứu thực sự của tôi, dưới sự hướng dẫn khoa học của Thạc sĩ Nguyễn Thiết Kế. Các số liệu trong khóa luận là hoàn toàn trung thực. Những kết luận nêu trong khóa luận chưa từng được công bố ở bất kì công trình khoa học nào khác.

Ninh Bình, ngày tháng năm 2025

Người thực hiện

Ngô Thị Thủy

XÁC NHẬN CỦA NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

Đề tài “*Nghiên cứu tái chế phế liệu xốp thành keo dán ứng dụng làm vật liệu composite*” là công trình nghiên cứu của sinh viên Ngô Thị Thủy, nội dung trong đề tài chưa công bố trong bất kì công trình nào khác. Trong đề tài có sự tham khảo một số tài liệu có nguồn gốc và được trích dẫn rõ ràng.

Ninh Bình, ngày tháng 05 năm 2025

Người hướng dẫn

ThS. Nguyễn Thiết Kế

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài.....	1
2. Tổng quan tình hình nghiên cứu	1
2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới.....	1
2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước.....	2
3. Mục tiêu nghiên cứu và nhiệm vụ nghiên cứu	3
3.1. Mục tiêu nghiên cứu.....	3
3.2. Nhiệm vụ nghiên cứu	3
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	4
4.1. Đối tượng nghiên cứu.....	4
4.2. Phạm vi nghiên cứu.....	4
5. Phương pháp nghiên cứu	4
5.1. Phương pháp nghiên cứu lý luận.....	4
5.2. Phương pháp thực nghiệm	4
6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn.....	4
6.1. Ý nghĩa khoa học.....	4
6.2. Ý nghĩa thực tiễn	5
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	6
1.1. Tìm hiểu về hệ keo	6
1.1.1. Cách phân loại hệ phân tán	6
1.1.1.1. Theo kích thước hoặc đường kính của hạt phân tán	6
1.1.1.2. Theo trạng thái hợp pha của hệ	7
1.1.1.3. Theo cường độ tương tác giữa hạt phân tán và môi trường của hệ	8

1.2. Tìm hiểu vật liệu composite	9
1.2.1. Lịch sử phát triển vật liệu composite	9
1.2.2. Chất nền.....	11
1.2.3. Vật liệu cốt	12
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM	14
2.1. Nguyên liệu	14
2.2. Hóa chất, thiết bị, máy móc	14
2.3. Xác định hệ dung môi thích hợp	14
2.4. Các bước thực nghiệm điều chế hệ keo từ xốp thải.....	14
2.5. Thực hiện chế tạo vật liệu composite	15
2.6. Khảo sát các chỉ số cơ lí của vật liệu composite.....	16
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	17
3.1. Điều chế hệ keo từ xốp thải.....	17
3.2. Kết quả các chỉ số cơ lí của vật liệu composite đã chế tạo	19
3.3.1. Khảo sát độ bền kéo	19
3.3.2. Khảo sát độ bền xé	21
3.3.3. Kết quả khảo sát độ cứng	22
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	25
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	26

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Thông số hiệu quả khi sử dụng vật liệu thay thế composite... ..	10
Bảng 3.1: Kết quả điều chế hệ keo từ xốp thải với các hệ dung môi	17
Bảng 3.2: Các chỉ số của hệ keo xốp và Etylaxetat + Axeton 5:1.....	18
Bảng 3.3: Độ bền kéo hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi.	19
Bảng 3.4: Độ bền xé hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi...	21
Bảng 3.5: Độ cứng của hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi.....	22
Bảng 3.6: Ảnh hưởng đồng thời của hàm lượng xốp tái chế và cốt sợi đến độ nhớt keo và tính chất cơ học của composite.....	24

DANH MỤC HÌNH VẼ, HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Sự lan truyền vết nứt giữa vật liệu composite và vật liệu chỉ có vật liệu nền.....	11
Hình 2.1: Mẫu vật liệu đo tính chất cơ lý.....	16
Hình 3.1. Thể hiện mối quan hệ giữa độ nhớt keo và hàm lượng xốp tái chế.....	18
Hình 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng xốp và cốt sợi đến độ bền kéo của vật liệu composite.....	20
Hình 3.3: Ảnh hưởng của hàm lượng xốp và cốt sợi đến độ bền xé của vật liệu composite.....	21
Hình 3.4. Biến thiên độ cứng vật liệu composite theo hàm lượng xốp và cốt sợi.....	23

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, bảo vệ môi trường và xử lý rác thải đang là vấn đề cấp bách được nhiều quốc gia ưu tiên và cũng là chủ đề nóng ở Việt Nam. Việt Nam là một đất nước nhỏ bé chỉ với hơn 90 triệu dân nhưng lượng tiêu thụ các sản phẩm bằng nhựa rất đáng quan ngại, đứng thứ 4 trên 20 quốc gia ở top đầu về lượng rác thải nhựa. Theo thống kê từ Bộ Tài nguyên và Môi trường, mỗi năm Việt Nam thải ra khoảng 1,8 triệu tấn rác thải nhựa, mỗi năm cả nước phát sinh thêm khoảng 25.000 tấn rác thải sinh hoạt, tổng lượng rác thải sinh hoạt phát sinh từ các đô thị có xu hướng tăng trung bình từ 10% - 16%. Trong đó, tỷ lệ thu gom rác thải tại các đô thị bình quân trên cả nước chỉ đạt khoảng 70% - 85%. Trên toàn quốc lượng chất thải sinh hoạt ở các khu đô thị phát sinh 38.000 tấn mỗi ngày, tỷ lệ thu gom, xử lý hơn 85%. Con số này ở nông thôn là 32.000 tấn mỗi ngày và chỉ thu gom được khoảng 55%. Rác thải sinh hoạt có ảnh hưởng tới nhiều mặt của môi trường, là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường ở nước ta. Nhà nước đã ban hành các luật, nghị định về bảo vệ môi trường và xử lý chất thải. Bài toán xử lý bột thải thành hệ keo đã được nhiều nhà nghiên cứu đề cập nhưng mới chỉ dừng lại ở mức độ sản xuất và ứng dụng chứ chưa đưa ra được quy trình tối ưu cũng như bộ dữ liệu thực nghiệm đáng tin cậy. Đồng thời, hệ thống kết dính có thể sản xuất được chưa được phát triển để tạo ra vật liệu tổng hợp sử dụng nguồn bột thải từ đời sống hàng ngày và công nghiệp để bảo vệ môi trường. Xuất phát từ ý nghĩa trên, đây chính là lý do tôi chọn nghiên cứu đề tài **“Nghiên cứu tái chế phế liệu xốp thành keo dán ứng dụng làm vật liệu composite”**

2. Tổng quan tình hình nghiên cứu

2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Tác giả Myers đã chỉ ra việc phát thải khí formaldehyde có thể quan sát qua nhóm hydrolysis. Việc sử dụng chất xúc tác acid để thúc đẩy liên kết làm tăng tỷ lệ nhóm OH và giải phóng formaldehyde. [3]

Tác giả Myers đã chỉ ra một số phương pháp giảm hàm lượng formaldehyde tự do trong ván như thay đổi công thức của keo U-F, sử dụng tỷ lệ mol F và U thấp F/U 1:1,8- 1:1,03; Đưa chất phản ứng vào liên kết với Formaldehyde trong keo; phân chia tạo nhóm Formaldehyde phản ứng trong quá trình hoàn thiện gỗ; Xử lý tấm gỗ sau khi sử dụng keo giảm formaldehyde. [4]

Tác giả Qi-Ning Sun, Chung-Yun Hse, Todd F. Shupe đã nghiên cứu trên 4 loại chất xúc tác H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 , $NaOH/NH_4OH$. Quá trình tổng hợp keo 3 giai đoạn. Giai đoạn 1 formaldehyde (3mol), urea (1 mol) với chất xúc tác H_2SO_4 và HCl 1,25; H_3PO_4 : 1,6, $NaOH/NH_4OH$: 5,0. Phản ứng duy trì 30 phút ở nhiệt độ $70^{\circ}C$. Giai đoạn 2, pH là 5,0 cho melamine vào duy trì nhiệt độ $70^{\circ}C$, trong 15 phút. Giai đoạn 3 đưa nhiệt độ lên $80^{\circ}C$, cộng nốt còn lại urea (1,17 mol) trong 60 phút, sau đó làm lạnh 10 phút. Trong quá trình tổng hợp keo MU-F, 3 chất xúc tác H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 làm cải thiện độ dài polyme keo, chất xúc tác $NaOH/NH_4OH$ hạn chế tạo dài mạch. Keo MU-F với tỷ lệ tổng hợp F/U/M 1,38/1/0,074 là cho giá trị tính chất đạt yêu cầu. [5]

2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Tác giả Trần Văn Chứ nghiên cứu tạo keo urea formaldehyde đặc biệt dùng trong công nghệ sản xuất ván Laminated veneer lumber đã đưa ra thông số công nghệ tạo U-F với tỷ lệ F/U 1,6 - 2,0. Tính chất keo phù hợp cho sản xuất ván LVL, tuy nhiên hàm lượng formaldehyde tự do chưa được quan tâm.[6]

Tác giả Phạm Đức Thắng, Đào Hùng Cường, nghiên cứu biên tính keo U-F bằng melamin. Tác giả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất keo MU-F, như ảnh hưởng của nhiệt độ, giá trị pH đến phản ứng tổng hợp MU-F, ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn thành phần, tác giả chọn tỷ lệ phối trộn M/U = 2,38/95; 4,67/90; 7,14/85; 9,52/80.[7]

Kết quả cho thấy việc sử dụng melamine biến tính làm tăng khả năng chịu nước, tính chất cơ học màng keo U-F. Phản ứng biến tính thực hiện ở

nhệt độ 80-95 °C, pH từ 7,0-7,5. Tỷ lệ melamine càng nhiều thì tính chất keo MU-F càng tăng.

Th.s. Vũ Tất Đạt, Nguyễn Văn Định, Phạm Văn Tiến nghiên cứu sản xuất keo dán gỗ thay thế keo nhập khẩu, phục vụ công nghiệp chế biến lâm sản. Đề tài Nghiên cứu tổng hợp keo U-F phục vụ trong ngành công nghiệp sản xuất ván dăm, Đề tài đã lựa chọn việc thay đổi tỷ lệ mol giữa 5 U/F làm căn cứ chính để điều chỉnh lượng hóa chất khác và làm biến số để theo dõi kiểm tra chất lượng của từng loại keo. Trong quá trình nghiên cứu đề tài đó tiến hành tổng hợp thử nghiệm 3 loại tỷ lệ mol của U/F từ 1/2,5; 1/2,0 và 1/1,6.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng khô, độ nhớt, giá trị pH, đáp ứng được tiêu chuẩn sử dụng phục vụ cho sản xuất ván nhân tạo. Đề tài tiến hành thử tính chất dán dính ván dăm đối với keo có tỷ lệ U/F 1/2,0 và 1/1,6. Kết quả cho thấy tính chất dán dính tương đối phù hợp cho ván dăm. Tuy nhiên nghiên cứu cho thấy hàm lượng formaldehyde tự do chưa đáp ứng được yêu cầu cho sản xuất ván nhân tạo hiện nay về mặt an toàn môi trường theo tiêu chuẩn cho phép Châu Âu, Mỹ, Quốc tế. Giá thành của keo U-F tuy chưa giảm nhiều so với các loại keo Trung Quốc và các loại keo tư nhân trên thị trường nhưng so với keo U-F của hãng DYNO thì giảm nhiều. Đề tài đã tiến hành thiết kế và thuê chế tạo thiết bị tổng hợp keo (công suất 100kg keo/mẻ) và thiết bị làm khô keo theo nguyên lý cô đặc sử dụng hút áp chân không với hệ thống điều khiển nhiệt độ tự động. Hai thiết bị này hoạt động rất ổn định trong quá trình sản xuất thử nghiệm keo U-F của đề tài.[8]

3. Mục tiêu nghiên cứu và nhiệm vụ nghiên cứu

3.1. Mục tiêu nghiên cứu

- Nghiên cứu tái chế phế liệu xốp thành keo dán ứng dụng làm vật liệu composite.

3.2. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Khảo sát và điều chế hệ keo từ xốp thải và các hệ dung môi

- Chế tạo vật liệu composite từ hệ keo vừa điều chế được và đo các tính chất cơ lý như độ nhớt, độ bền xé, độ bền kéo, độ cứng.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu

- Xốp thải và các hệ dung môi, chế tạo vật liệu composite từ hệ keo vừa điều chế được và đo kết quả.

4.2. Phạm vi nghiên cứu

- Xốp thải dùng trong bảo vệ linh kiện
- Thời gian nghiên cứu: từ tháng 12 năm 2024 đến tháng 4 năm 2025

5. Phương pháp nghiên cứu

5.1. Phương pháp nghiên cứu lý luận

Phân tích, tổng hợp, so sánh, hệ thống hóa các nội dung liên quan đến đề tài nghiên cứu (các tài liệu, bài báo, sách khoa học cùng các tài liệu có liên quan....) làm cơ sở cho việc nghiên cứu tái chế phế liệu xốp thành keo dán ứng dụng làm vật liệu composite

5.2. Phương pháp thực nghiệm

Thực hiện các thí nghiệm để chế biến xốp thải thành keo dán gỗ, bao gồm lựa chọn nguyên liệu, phương pháp chế biến và điều kiện thí nghiệm

Đo lường các chỉ số hóa lý và cơ lý của keo như độ nhớt, độ trong suốt, độ bền kéo, độ bền xé, độ cứng.

6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

6.1. Ý nghĩa khoa học

- Nghiên cứu này góp phần vào lĩnh vực tái chế vật liệu, giúp giảm thiểu chất thải và tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên.
- Việc biến xốp thải thành sản phẩm hữu ích đòi hỏi phải phát triển các công nghệ xử lý mới, có thể mở ra những ứng dụng mới trong ngành vật liệu.
- Hiểu được các quá trình hóa học xảy ra khi biến xốp thải thành keo dán gỗ có thể cung cấp thông tin có giá trị về đặc tính của vật liệu.

6.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Tìm ra được hệ dung môi thích hợp để tạo thành hệ keo từ xốp thải và bước đầu chế tạo vật liệu composite góp phần bảo vệ môi trường và tái chế rác thải.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Tìm hiểu về hệ keo

Hệ keo là một hệ phân tán, những chất phân bố ở dạng các hạt nhỏ có kích thước lớn hơn những phân tử ion đơn giản, gọi là các hạt keo. Tuy nhiên, các hạt keo vẫn không bị giấy lọc giữ lại, chúng chỉ bị giữ lại bởi các màng tế bào sinh vật.

Do chất phân tán ở dạng các hạt keo có những đặc điểm khác với hệ phân tán khác.

1.1.1. Cách phân loại hệ phân tán

1.1.1.1. Theo kích thước hoặc đường kính của hạt phân tán

Trong cách phân loại này, các hệ phân tán được chia thành 3 loại chính sau:

Hệ phân tán phân tử:

Trong hệ, chất phân tán ở dạng những phân tử rất nhỏ, kích thước nhỏ hơn 10^{-7}cm , chúng là những phân tử và ion đơn giản. Các hệ phân tán phân tử được gọi là dung dịch thật hay dung dịch thuộc loại hệ đồng thể và đã được nghiên cứu nhiều. Ví dụ: các dung dịch phân tử và điện ly.

Hệ phân tán keo:

Gồm các hạt phân tán có kích thước 10^{-7} đến 10^{-4} cm , gọi là các hạt keo. Hệ phân tán keo thường được gọi là hệ keo hoặc son (sol).

Ví dụ: keo AgI, keo protide... trong nước.

Trong các dung dịch loãng, mỗi phân tử protide cũng như phân tử polymer khác giống như một hạt có kích thước hạt keo. Mỗi hạt keo nói chung gồm hàng nghìn đến hàng trăm phân tử, ion đơn giản tạo thành.

So với phân tử, ion đơn giản thì hạt keo có kích thước lớn hơn, nhưng chúng ta không nhìn thấy bằng mắt thường. Để quan sát được các hạt keo đặc biệt là các hạt có kích thước khoảng 10^{-7}cm người ta dùng kính siêu hiển vi điện tử. Vậy hệ keo là hệ phân tán siêu vi dị thể, trong đó hạt phân tán có kích thước khoảng từ 10^{-7} đến 10^{-4} cm . Các hệ keo là đối tượng nghiên cứu của hoá keo.

Hệ phân tán thô:

Gồm các hạt có kích thước lớn hơn 10^{-4}cm , thường gọi là hệ thô. Nói chung hệ thô là hệ vi dị thể không bền vững. Chẳng hạn, trong môi trường lỏng có hạt phân tán rắn kích thước lớn hơn 10^{-4} cm , thì hạt có thể sẽ nhanh chóng lắng xuống hoặc nổi lên trên bề mặt lỏng (tùy theo khối lượng riêng của hạt và của môi trường) nghĩa là tách khỏi môi trường của hệ.

Trong hệ thô có 2 loại quan hệ quan trọng là huyền phù và nhũ tương. Huyền phù là hệ thô gồm các hạt rắn phân bố trong môi trường lỏng như: nước phù sa... Nhũ tương là hệ thô gồm các hạt hoặc giọt lỏng phân bố trong môi trường lỏng như: các hạt dầu mỡ trong nước.... Trong nhiều trường hợp phải thêm chất làm bền vào huyền phù và nhũ tương để các hệ phân tán đó bền vững.

Các huyền phù và nhũ tương dùng trong thực tế là những hệ vi dị thể tương đối bền. Các hệ đó có bản chất của hệ keo nên có thể coi là các hệ keo khi nghiên cứu và sử dụng.

1.1.1.2. Theo trạng thái hợp pha của hệ

Phương pháp đơn giản cho cách phân loại này là dựa vào pha môi trường của hệ để phân loại các hệ vi dị thể.

Môi trường phân tán khí.

Gọi chung là son khí (aerosol) gồm các hệ: Hệ L/K (các giọt lỏng phân bố trong pha khí) như: mây, sương mù... Hệ R/L (các hạt rắn phân bố trong pha khí) như: khói, bụi... (Hệ K/K là hệ phân tán phân tử).

Môi trường phân tán lỏng

Gồm các hệ: Hệ K/L (Các bột khí phân bố trong pha lỏng) như: bột xà phòng trong nước... Hệ L/L (các giọt lỏng phân bố trong pha lỏng) như: huyền phù, keo vô cơ... trong nước.

Trường hợp hệ gồm các hạt phân tán rắn, lỏng hoặc khí, có kích thước của hạt keo, trong môi trường lỏng thì gọi chung là sol lỏng (lyosol), trong môi trường nước, rượu ... thì tương ứng có các hệ hydro sol, alcol sol...

Đối tượng nghiên cứu chủ yếu của chúng ta là các hệ keo gồm những hạt phân tán rắn trong môi trường nước.

Môi trường phân tán rắn:

Gồm các hệ: Hệ K/R (các hạt khí phân bố trong pha rắn) như: bột khí trong thủy tinh, các vật liệu xốp..... Hệ L/R (các giọt lỏng phân bố trong môi trường rắn) như những giọt lỏng trong mô động, thực vật... Hệ R/R (các hạt phân tán rắn trong pha rắn) như: thủy tinh màu, hợp kim...

Khi các hạt phân tán rắn, lỏng hoặc khí, có kích thước hạt keo, trong pha rắn thì gọi là hệ sol rắn (xerosol).

1.1.1.3. Theo cường độ tương tác giữa hạt phân tán và môi trường của hệ

Các hệ vi dị thể trong môi trường lỏng được chia làm 2 loại là các hệ keo ghét lưu và hệ keo ưa lưu.

Hệ keo ghét lưu.

Hệ gồm các hạt phân tán hầu như không liên kết với môi trường thì được gọi là hệ keo ghét lưu hoặc hệ keo ghét dung môi (lyophobic), nếu môi trường nước thì gọi là hệ keo ghét nước (hydrophobe). Hệ keo ghét lưu thường gặp là các hệ keo vô cơ trong nước. Ví dụ: các keo AgI, As₂S₃, keo kim loại, keo oxide kim loại... trong nước.

Các hệ keo điển hình hầu hết là các hệ ghét lưu, do trong hệ có bề mặt phân cách pha rõ ràng giữa hạt phân tán và môi trường của hệ. Hệ keo ghét lưu thuộc loại hệ dị thể, nhiều tính chất bề mặt như tính hấp phụ, tính chất điện ... biểu hiện rất rõ rệt.

Hệ keo ưa lưu:

Hệ gồm các hạt phân tán liên kết chặt chẽ với môi trường của hệ được gọi là hệ keo ưa lưu hay hệ keo ưa dung môi (lyophile), nếu môi trường nước thì gọi là hệ keo ưa nước (hydrophile).

Mỗi hạt keo ưa lưu được bao bọc bởi lớp sonvat hoá gồm các phân tử môi trường, nên hệ keo ưa lưu thuộc loại hệ đồng thể và thường được gọi là dung dịch. Hệ keo ưa lưu thường gặp là dung dịch cao phân tử. Ví dụ: các dung dịch nước của protide, glucid...

Hệ keo ưa lưu cũng có tính chất của dung dịch thật như: sự thẩm thấu ... vì là hệ đồng thể, những cũng có những tính chất của hệ keo ghét lưu vì hạt keo có kích thước lớn hơn so với phân tử đơn giản.

Tuy nhiên, không có ranh giới tuyệt đối giữa 2 loại hệ keo nêu trên. Ví dụ: hệ keo gồm các hạt keo được tạo thành từ các phân tử chất bán keo (như xà phòng $C_{17}H_{35}COONa$) gọi là hệ bán keo, có tính chất bề mặt trung gian giữa hệ keo ưa lưu và hệ keo ghét lưu nhưng hệ bán keo rất gần với hệ keo ghét lưu.

1.2. Tìm hiểu vật liệu composite

Composite là vật liệu tổ hợp của nhiều loại vật liệu (thường là 2 loại). Sự pha trộn của các loại vật liệu này với nhau tạo ra một loại vật liệu mới có bản chất hoàn toàn khác so với các loại vật liệu hình thành ban đầu. Từ composite xuất phát từ tiếng Anh có nghĩa là “hỗn hợp, tổng hợp, phức hợp,...”. Trong nhiều tài liệu khoa học, thuật ngữ “vật liệu mới” đồng nghĩa với vật liệu composite.

1.2.1. Lịch sử phát triển vật liệu composite

Vật liệu composite đã xuất hiện từ rất lâu trong cuộc sống. Sự phát triển của vật liệu này đã được khẳng định và mang tính đột biến vào những năm 1930 khi mà Stayer và Thomas đã nghiên cứu, ứng dụng thành công sợi thủy tinh; Fillis và Foster dùng gia cường cho polyester không no và giải pháp này đã được áp dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp chế tạo máy bay, tàu chiến phục vụ cho chiến tranh thế giới thứ II.

Năm 1950 bước đột phá quan trọng trong ngành vật liệu composite đó là sự xuất hiện của nhựa Epoxy và các sợi gia cường như polyester, nylon. Từ năm 1970 đến nay vật liệu composite nền chất dẻo đã được đưa vào, sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và dân dụng, y tế, thể thao, quân sự.

Với mục tiêu tạo ra loại vật liệu ra loại vật liệu tốt nhất nhưng chi phí lại thấp nhất, đáp ứng các yêu cầu trong đời sống, công nghiệp, kỹ thuật, nên quá trình tạo ra composite là sự tiến hóa trong ngành vật liệu. Cụ thể trong từng lĩnh vực, khi các vật liệu khác như vật liệu kim loại – hợp kim, vật liệu

Silicat, vật liệu Polymer chưa đáp ứng được hoàn toàn trong việc sử dụng (ví dụ như chi phí, khối lượng, khả năng bền nhiệt, khả năng chịu lực, khả năng chống ăn mòn) thì vật liệu composite được nghiên cứu và phát triển thay thế vật liệu khác.

Thống kê ở bảng 1 sau cho thấy ví dụ về hiệu quả của việc dùng composite polymer sợi carbon (CPSC) cho máy bay tàu lượn AN-124 của Nga .

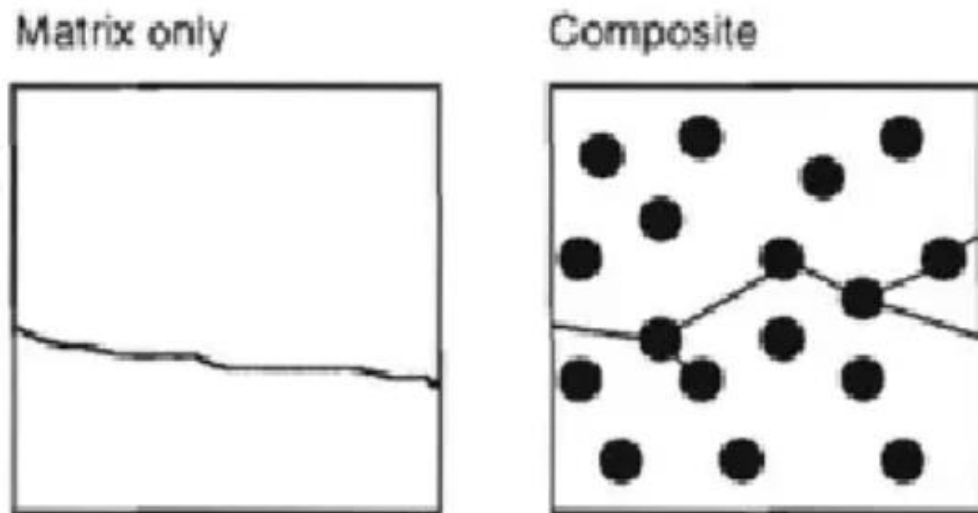
Bảng 1.1. Thông số hiệu quả khi sử dụng vật liệu thay thế composite

Hiệu quả	Giá trị
Giảm được trọng lượng máy bay (kg)	800
Tăng hệ số sử dụng vật liệu (%)	85
Giảm số lượng các chi tiết (%)	120
Giảm mức độ phức tạp khi chế tạo (%)	300
Tiết kiệm hợp kim nhôm (kg)	600
Tăng khối lượng chuyển tải (tấn.km)	1.10^6
Tiết kiệm nhiên liệu (tấn)	$1,2.10^4$

Vật liệu composite gồm 2 thành phần chính: vật liệu nền và vật liệu cốt (hay còn gọi là vật liệu gia cường). Có 3 loại vật liệu chính là polymer, kim loại và ceramic. Vật liệu nền đóng góp rất nhiều vào đặc tính của vật liệu composite vì đây là pha liên tục, chiếm tỷ lệ nhiều nhất trong vật liệu tổng hợp. Do đó, việc lựa chọn vật liệu cốt quyết định rất nhiều đến độ bền, độ cứng và mật độ của vật liệu composite. Vật liệu cốt gồm hai dạng chính là dạng sợi và dạng hạt.

Theo như thành phần của vật liệu composite, tính chất của nó phụ thuộc vào tính chất của vật liệu nền; tính chất và sự phân bố vật liệu cốt; tính chất của liên kết giữa vật liệu nền và vật liệu cốt. Khi quan sát cấu trúc vật liệu composite ở cấp độ vi mô, ta thấy vật liệu nền bao quanh các vật liệu cốt và phân tách chúng với nhau. Điều này rất có lợi cho vật liệu composite chống lại sự hỏng hóc so với các vật liệu chỉ có vật liệu nền vì hỏng hóc xảy ra khi có đủ năng lượng được tích tụ trong vật liệu và năng lượng đó sau khi bị tiêu

tán dưới dạng vết nứt. Càng nhiều năng lượng được thêm vào vật liệu thì vết nứt xuất hiện càng nhiều và làm vật liệu bị hỏng hóc. Nhờ có vật liệu nền bao bọc các vật liệu cốt nên tải trọng có thể được truyền đến bề mặt vật liệu cốt. Do có sự phân tách vật liệu cốt, các vết nứt không thể chạy từ vật liệu cốt này sang vật liệu cốt khác. Kết quả là khi vết nứt lan truyền trong vật liệu, nó va vào vật liệu cốt và buộc phải đổi hướng để đi vòng qua vật liệu cốt làm cho khoảng cách di chuyển của vết nứt lớn hơn nghĩa là nhiều năng lượng hơn hấp thụ bởi vật liệu composite. Sự so sánh việc lan truyền vết nứt giữa vật liệu composite và vật liệu chỉ có vật liệu nền được thể hiện bởi hình sau:



Hình 1.1. Sự lan truyền vết nứt giữa vật liệu composite và vật liệu chỉ có vật liệu nền

1.2.2. Chất nền

Chất nền là thành phần chiếm tỉ lệ cao nhất trong vật liệu composite, nó là một pha đồng nhất nơi mà các vật liệu gia cố sẽ được nhúng vào và cố định ở đó. Chất nền có một số vai trò sau:[7],[8].

Chất nền giúp vật liệu cốt ổn định vị trí đồng thời phân bố trong nó tạo ra một mạng lưới cản trở sự lan truyền của các vết nứt trong vật liệu. Ví dụ khi một số sợi riêng lẻ bị hỏng, sự đứt gãy tổng hợp sẽ không thể xảy ra cho đến khi có một số lượng đủ các sợi gần đó bị hỏng và tạo thành một cụm sợi hỏng có kích thước tới hạn.

Chất nền là môi trường truyền tải trọng từ các lực bên ngoài tới vật liệu cốt cũng như truyền tải trọng ấy giữa các vật liệu cốt, điều này cho phép các vật liệu cốt sử dụng hết khả năng của chúng.

Chất nền giúp bảo vệ vật liệu cốt không bị hư do tác động cơ học gây mài mòn hoặc tác động hóa từ môi trường. Ngoài ra, chính bản thân vật liệu nền sẽ quyết định đến độ bền nhiệt, một phần tính chất cơ học, vật lý và một số đặc tính khác của vật liệu composite được tạo ra.

Cuối cùng, chất nền cung cấp một khuôn mẫu cho vật liệu composite, hỗ trợ xử lý trong quá trình sản xuất sản phẩm. Điều quan trọng trong việc chọn chất nền chính là độ bền liên kết giữa sợi và chất nền. Lực liên kết này phải cao để giảm thiểu hiện tượng kéo sợi. Độ bền sau cùng của vật liệu composite đa phần phụ thuộc vào độ lớn liên kết này và một số liên kết thích hợp là điều cần thiết để tối đa hóa truyền ứng suất từ chất nền yếu đến các sợi mạnh. (9)

1.2.3. Vật liệu cốt

Vật liệu cốt hay còn gọi là vật liệu gia cường (Reinforced composite): có thành phần bất liên tục, nó giúp cho vật liệu composite gia tăng các cơ lý tính. Ví dụ: sợi thủy tinh, sợi carbon, sợi Bơ, sợi cacbua silic, sợi amide..., hạt silica, CaCO_3 , vảy mica, vảy kim loại, bột khoáng, cao lanh, đất sét, bột talc, graphite, carbon.... Hình dạng, kích thước, hàm lượng và sự phân bố vật liệu cốt là những yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu composite.

Về cơ bản, có hai kiểu vật liệu cốt là composite cốt hạt, composite cốt sợi. Việc bổ sung các thành phần gia cường không liên tục, đặc biệt là các dạng sợi, vào vật liệu nền giúp cải thiện đáng kể các tính chất cơ học của composite. Các sợi này liên kết với nền tạo thành cấu trúc hỗn hợp có khả năng tăng cường độ cứng và độ bền theo một phương nhất định, đặc biệt hiệu quả khi sợi được bố trí theo phương chịu lực dọc. Ngoài ra, sự kết hợp giữa sợi gia cường và nền polymer còn góp phần cải thiện các tính chất vật lý khác của vật liệu, bao gồm: tính dẫn nhiệt và điện được nâng cao, hệ số giãn nở nhiệt tốt, khả năng ăn mòn và kháng hóa chất trong môi trường khắc nghiệt,

chịu được nhiệt độ cao. Trong các dạng gia cường, sợi kéo thẳng (không xoắn) là dạng được sử dụng phổ biến nhất do các ưu điểm vượt trội như: dễ phân tán đều trong nền composite; giảm thiểu hiện tượng tạo bọt khí khi gia công với các loại nhựa có độ nhớt cao; hỗ trợ quá trình tạo hình khuôn đúc dễ dàng; đóng vai trò như những điểm chịu ứng suất tập trung, giúp truyền và phân tán lực hiệu quả; một số loại sợi còn thân thiện với môi trường, góp phần hướng tới phát triển bền vững.

Nhờ vào những đặc tính trên, sợi gia cường đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng và độ bền của vật liệu composite, được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật như xây dựng, ô tô, hàng không và điện tử.

CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu: Xốp thải

2.2. Hóa chất, thiết bị, máy móc

- Dụng cụ: Cốc thủy tinh loại 50ml, cân kỹ thuật, đĩa thủy tinh, máy khuấy từ, tủ sấy, bản mã (thép) 100x150x0.2mm, máy ép thủy lực
- Hóa chất: Axeton, etylaxetat, Cloroform, xăng A-95
- Máy móc: Máy đo độ trong suốt WTM-1300, máy đo độ nhớt DVPlus Brookfield, máy đo cường lực QC – TECH, máy đo độ cứng Asker A, M, máy ép thủy lực.

2.3. Xác định hệ dung môi thích hợp

- Kiểm tra độ trong suốt đồng nhất: Dùng máy đo độ trong suốt WTM-1300 tại phòng thí nghiệm Hóa trường Cao đẳng công nghiệp cao su Bình Phước
- Độ nhớt: Dùng máy đo độ nhớt DVPlus Brookfield tại phòng thí nghiệm Hóa trường Cao đẳng công nghiệp cao su Bình Phước
- Hàm lượng rắn: Cân 5g mẫu cho vào tủ sấy ở nhiệt độ 60⁰ C trong thời gian 24h sau đó đem cân lại

2.4. Các bước thực nghiệm điều chế hệ keo từ xốp thải

Bước 1: Chuẩn bị nguyên liệu và hóa chất

- Nguyên liệu chính: xốp thải (thường là polystyrene - PS).
- Dung môi: hỗn hợp Etyl axetat và Axeton theo tỷ lệ 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 (tổng 10 ml).
- Dụng cụ: cốc thủy tinh 50 ml, đĩa thủy tinh, máy khuấy từ, cân kỹ thuật.

Bước 2: Hòa tan xốp thải vào hệ dung môi

- Cân chính xác lượng xốp thải (1g → 5g tùy mẫu).
- Rót hệ dung môi Etyl axetat + Axeton vào cốc thủy tinh.
- Cho từ từ xốp thải vào dung môi và khuấy đều bằng máy khuấy từ hoặc đĩa thủy tinh.

- Quan sát hiện tượng: xốp tan dần trong dung môi, tạo thành hỗn hợp dạng keo nhót.

- Tiếp tục khuấy cho đến khi thu được hệ keo đồng nhất và trong suốt (thường mẫu 5 có độ trong và đồng nhất cao nhất).

Bước 3: Xác định các chỉ số hệ keo

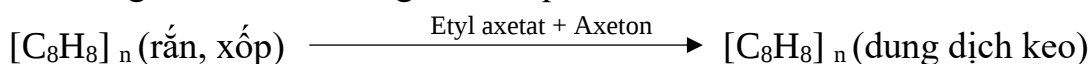
- Độ nhớt: đo bằng máy DVPlus Brookfield.
- Độ trong suốt: đo bằng máy WTM-1300.
- Hàm lượng rắn:
 - o Cân 5g keo → cho vào tủ sấy ở 60°C trong 24h
 - o Sau đó đem cân lại → tính tỉ lệ phần trăm rắn còn lại:

$$H = M_1/M_2 \times 100\%$$

Trong quá trình này, không có phản ứng hóa học thực sự xảy ra, mà chủ yếu là quá trình hòa tan vật lý:

- Xốp thải (polystyrene) là một polymer hữu cơ có thể bị hòa tan trong các dung môi hữu cơ phân cực yếu như Etyl axetat, Axeton, Cloroform, Xăng.

- Phương trình mô tả đơn giản cho quá trình hòa tan như sau:



Trong đó:

- $[C_8H_8]_n$ là công thức tổng quát của polystyrene.
- Dưới tác dụng của dung môi, chuỗi polymer bị phá vỡ lực liên kết giữa các chuỗi, tạo thành hệ phân tán cao phân tử (keo nhót).

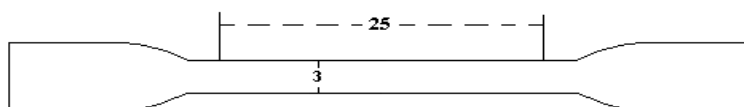
2.5. Thực hiện chế tạo vật liệu composite

- Tráng keo lên bản mã 100x150x0.2mm, phết keo lên bản mã sau đó dùng đĩa thủy tinh gạt đều phủ lên toàn bộ bản mã, với vật liệu composite không có cốt sợi phủ dần để đạt độ dày 5mm. Với vật liệu composite có cốt sợi, lớp đầu phủ 0.2mm, sau đó cho cốt sợi dày, tiếp tục lặp lại sao cho độ dày đạt 5mm sau đó chờ khô ép dưới máy thủy lực 1000Kg

2.6. Khảo sát các chỉ số cơ lí của vật liệu composite.

Chế tạo vật liệu composite từ hệ keo điều chế được với các mẫu không có cốt sợi và mẫu có gia cố cốt sợi đay sau đó đem đo các tính chất cơ lí của các mẫu ta có các kết quả như sau:

Cắt mẫu thành hình má chèo hoặc hình cánh bướm và đo trên máy đo kéo theo tiêu chuẩn TCVN 4509 - 88 (để đo độ bền kéo và độ bền xé).



Hình 2.1: Mẫu vật liệu đo tính chất cơ lí

Độ bền kéo được tính theo công thức: $S_d = \frac{F}{B.h}$

Trong đó: S_d : độ bền kéo (MPa) hay N/mm^2

F: lực kéo đứt mẫu (N)

B: bề rộng mẫu (chỗ nhỏ nhất) trước khi kéo (mm)

h: chiều dày mẫu (chỗ nhỏ nhất) trước khi kéo (mm)

Các mẫu khi đo được ký hiệu như sau với cả hai vật liệu có và không có cốt sợi:

Mẫu	1	2	3	4	5
Hàm lượng xốp khi chế tạo keo (g)	1	2	3	4	5

Xác định bền uốn, bền kéo được đo bằng máy đo cường lực QC – TECH, máy đo độ cứng Asker A, tại phòng thí nghiệm Hóa trường Cao đẳng công nghiệp cao su Bình Phước.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Điều chế hệ keo từ xốp thải

Đề tài đã điều chế và khảo sát với các hệ dung môi kết quả được trình bày trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Kết quả điều chế hệ keo từ xốp thải với các hệ dung môi

STT	Hệ dung môi	Kết quả
1	Etylaxetat + Axeton theo tỷ lệ: 2:1	Hệ keo không đồng nhất và màu đục có độ tan tối đa 7g xốp
2	Etylaxetat + Axeton theo tỷ lệ: 3:1	Hệ keo không đồng nhất và màu đục có độ tan tối đa 8g xốp
3	Etylaxetat + Axeton theo tỷ lệ: 4:1	Hệ keo không đồng nhất và màu hơi đục có độ tan tối đa 8.5g xốp
4	Etylaxetat + Axeton theo tỷ lệ: 5:1	Hệ keo đồng nhất và màu trong suốt có độ tan tối đa 9.5g xốp
5	Xăng, dầu	Hệ không đồng nhất bị phân pha nên không đạt
6	Clorofom	Hệ không đồng nhất bị phân pha nên không đạt

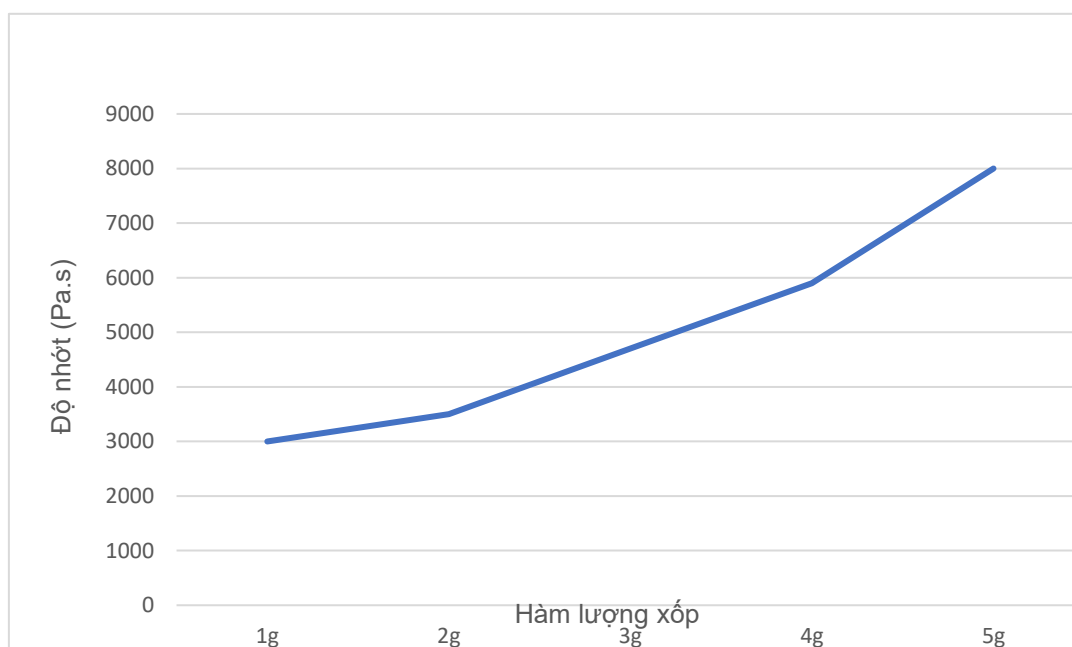
Trong quá trình thực nghiệm, các mẫu keo được đánh số từ 1 đến 5 tương ứng với lượng xốp thải khác nhau được sử dụng là 1g, 2g, 3g, 4g và 5g. Các mẫu này đều được hòa tan trong cùng một loại dung môi là hỗn hợp Etylaxetat và Axeton theo tỷ lệ cố định 5:1. Khi thay đổi khối lượng xốp trong khi giữ nguyên loại và tỷ lệ dung môi giúp đánh giá được ảnh hưởng của hàm lượng xốp đến tính chất của keo và vật liệu composite sau khi chế tạo. Vì lượng xốp khác nhau nên các mẫu keo có độ nhớt, độ đồng nhất, hàm lượng rắn và các chỉ số cơ lý khác cũng thay đổi. Đây là cơ sở để xác định lượng xốp phù hợp nhằm tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt nhất. Kết luận: Bằng màu sắc ta có thể thấy hệ keo được điều chế từ xốp và Etylaxetat

+ Axeton 5:1 đạt yêu cầu trong suốt về màu sắc của hệ keo epoxy nên ta chọn hệ keo này để khảo sát và chế tạo vật liệu composite. Đo chỉ số của các hệ keo này ta thu được kết quả.

Bảng 3.2. Các chỉ số của hệ keo xốp và Etylaxetat + Axeton 5:1

Mẫu	1	2	3	4	5
Độ nhớt	3000 – 5000 Pa.s	3500 – 6000 Pa.s	4700 – 6900 Pa.s	5900 – 9500 Pa.s	8000 – 13000 Pa.s
Độ trong suốt	98.5%	98.1%	97.2%	96.7%	96%
Độ đồng nhất	95.5%	96.3%	97.2%	97.9%	98.5%
Hàm lượng rắn	0.93	1.85	2.74	3.82	4.73

Từ bảng trên ta có thể thấy mẫu 5 là phù hợp với các chỉ số của hệ keo epoxy như: Độ nhớt: Mẫu 5: 8000 – 13000 Pa.s phù hợp TCVN 7952-1:2008, độ trong suốt đạt 96%, độ đồng nhất 98.5%. Hàm lượng rắn: Sau khi sấy khô trong tủ sấy đem cân đạt 4,73 g.



Hình 3.1. Thể hiện mối quan hệ giữa độ nhớt keo và hàm lượng xốp tái chế

Kết quả: Độ nhớt của keo tăng phi tuyến tính khi hàm lượng xốp tăng từ 1g đến 5g, từ khoảng 4000 Pa.s lên hơn 10000 Pa.s.

- Giải thích:

- Xốp tái chế, sau khi hòa tan, tạo ra hệ polymer có hàm lượng chất rắn và mức độ liên kết phân tử cao hơn, dẫn đến tăng mật độ mạng lưới polymer.

- Hàm lượng xốp càng lớn, hệ keo càng trở nên nhớt do hiện tượng *giảm khoảng cách giữa các chuỗi polymer* và tăng tương tác phân tử (van der Waals, liên kết hydro, v.v).

- Nhận xét: kiểm soát lượng xốp là rất quan trọng nhằm duy trì độ nhớt phù hợp cho quá trình gia công composite

3.2. Kết quả các chỉ số cơ lí của vật liệu composite đã chế tạo

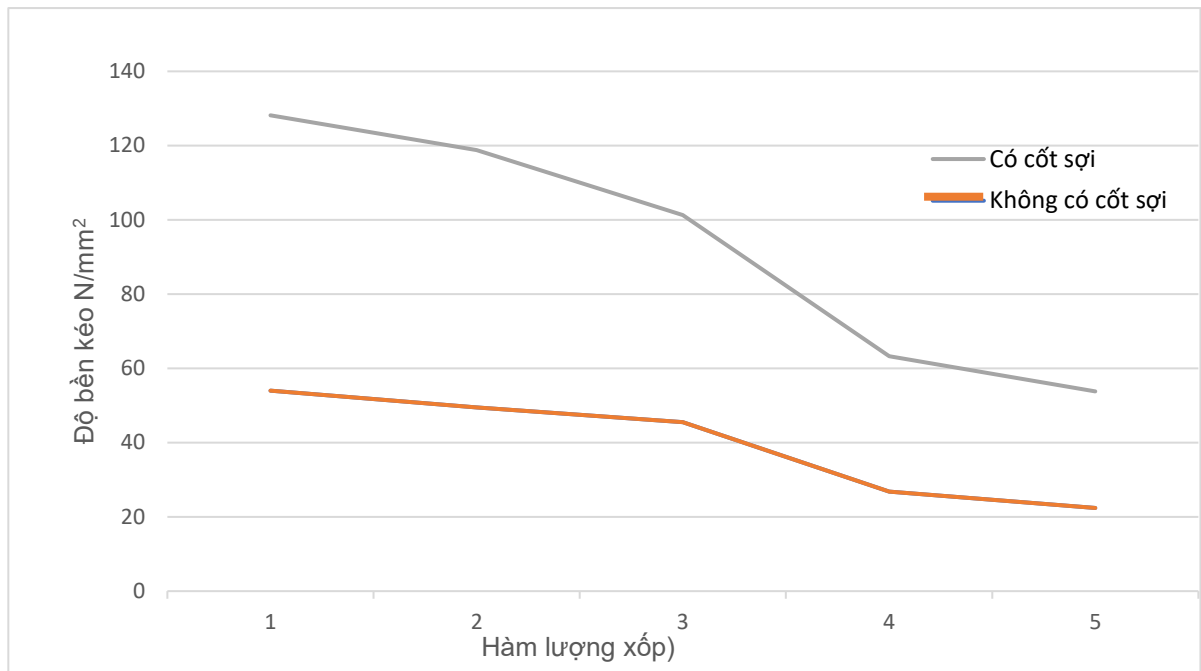
Chế tạo vật liệu composite từ hệ keo điều chế được với các mẫu không có cốt sợi và mẫu có gia cố cốt sợi đay sau đó đem đo các tính chất cơ lý của các mẫu ta có các kết quả như sau.

3.3.1. Khảo sát độ bền kéo

Bảng 3.4. Độ bền kéo hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi

Mẫu	Độ bền kéo (N/mm ²)	
	Không có cốt sợi	Có cốt sợi đay
1	54,0	74,15
2	49,5	69,25
3	45,5	55,75
4	26,8	36,5
5	22,4	31,4

- Từ trên ta thấy độ bền kéo tăng dần khi cùng hệ dung môi khi khối lượng xốp điều chế hệ keo tăng lên. Độ bền kéo cũng tăng dần và tăng hơn so với mẫu không gia cường cốt sợi. Độ bền kéo đạt giá trị lớn nhất ở các mẫu 1,2.



Hình 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng xấp và cốt sợi đến độ bền kéo của vật liệu composite

- Kết quả:
 - Độ bền kéo giảm rõ rệt theo hàm lượng xấp, đặc biệt là từ mẫu 3 đến mẫu 5.
 - Mẫu có cốt sợi dày có độ bền kéo cao hơn mẫu không có cốt từ 30–40%.
- Giải thích
 - Hàm lượng xấp tăng có thể làm giảm tính liên tục và độ đồng đều của keo kết dính, dẫn đến sự suy giảm khả năng truyền tải lực giữa các lớp vật liệu composite.
 - Cốt sợi dày đóng vai trò là pha gia cường, phân tán ứng suất tốt hơn trong nền polymer, giúp tăng cường khả năng chịu kéo của vật liệu.

Nhận xét:

- Tăng lượng xấp giúp tận dụng chất thải nhưng làm suy giảm tính cơ học cần tối ưu hóa lượng xấp sử dụng.

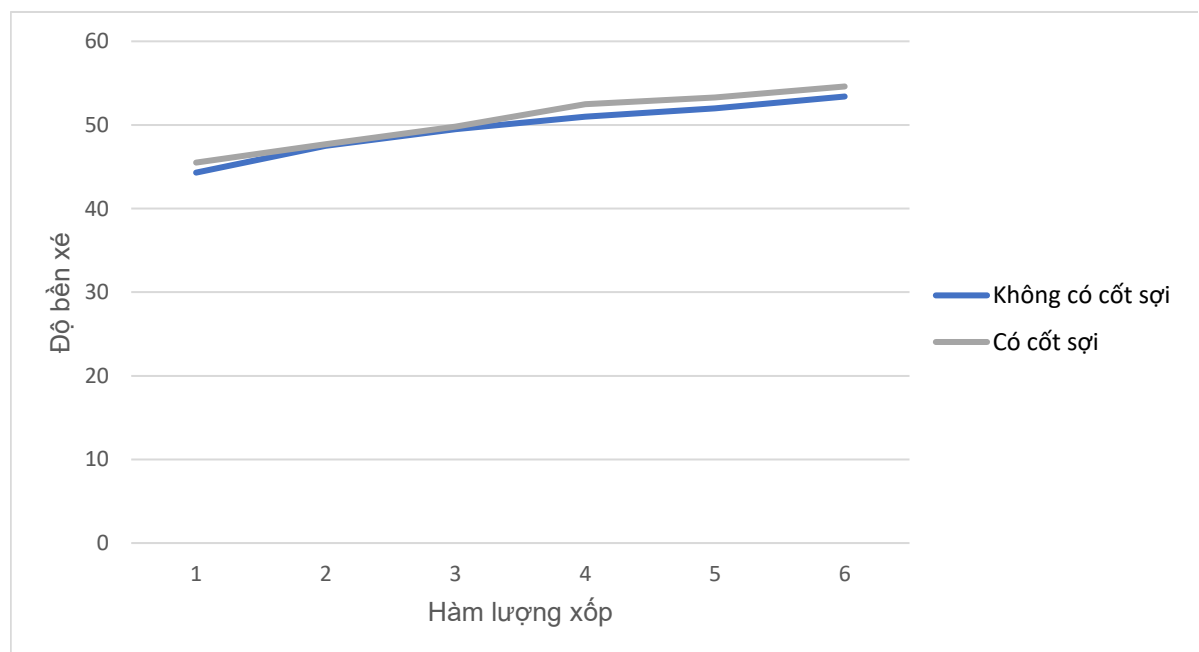
- Việc sử dụng sợi gia cường là rất hiệu quả để bù đắp sự suy giảm do tăng hàm lượng xốp.

3.3.2. Khảo sát độ bền xé

Bảng 3.5. Độ bền xé hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi

TT	Độ bền xé (N/mm ²)	
	Không có cốt sợi	Có cốt sợi đay
1	25,6	32,7
2	22,2	31,8
3	16,1	29,3
4	15,5	29,1
5	15,1	28,6

- Từ trên ta thấy độ bền xé tăng dần khi cùng hệ dung môi nhưng khối lượng xốp điều chế hệ keo tăng lên và giảm mạnh ở các mẫu 3,4,5. Ta cũng nhận thấy ở mẫu có cốt sợi có độ bền xé tăng mạnh



Hình 3.3: Ảnh hưởng của hàm lượng xốp và cốt sợi đến độ bền xé của vật liệu composite

- Kết quả:
 - Độ bền xé giảm theo xu hướng tăng hàm lượng xốp.
 - Mẫu có cốt sợi giữ được độ bền xé cao hơn đáng kể (từ 28–33 N/mm² so với 15–27 N/mm²)
- Giải thích
 - Cấu trúc xốp trong nền polymer làm suy yếu khả năng hấp thụ năng lượng khi xuất hiện vết nứt, dẫn đến hiện tượng *tập trung ứng suất* và dễ bị xé rách.
 - Cốt sợi hoạt động như các điểm neo giữ, cản trở sự lan truyền vết nứt, từ đó cải thiện độ bền xé.

Nhận xét: Với ứng dụng cần khả năng kháng phá hủy cơ học, việc kết hợp cốt sợi là yếu tố then chốt để đảm bảo chất lượng vật liệu composite tái chế.

Từ trên ta thấy độ bền xé tăng dần khi cùng hệ dung môi nhưng khối lượng xốp điều chế hệ keo tăng lên và giảm mạnh ở các mẫu 3,4,5. Ta cũng nhận thấy ở mẫu có cốt sợi có độ bền xé tăng mạnh

3.3.3. Kết quả khảo sát độ cứng

Độ cứng của vật liệu xác định theo tiêu chuẩn TCVN 1595 - 88.

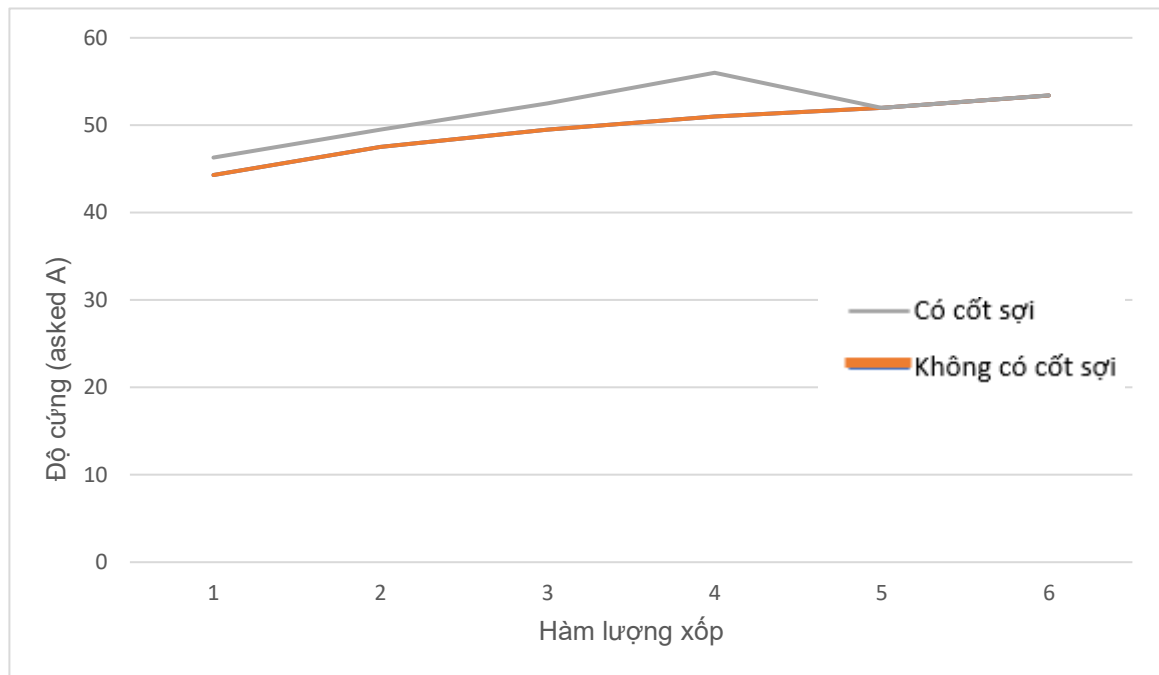
Độ cứng của vật liệu được đo bằng máy TECLOCK kí hiệu Jisk 6301A.

Cách đo: lau sạch bề mặt mẫu, đặt mẫu lên mặt phẳng nằm ngang. Đọc và ghi giá trị hiện trên đồng hồ hiển thị sau các giây.

Bảng 3.6. Độ cứng của hai loại composite có cốt sợi và không có cốt sợi

TT	Độ cứng (asker A)	
	Không có cốt sợi	Có cốt sợi đay
1	44,3	45,5
2	47,5	47,7
3	49,5	49,8
4	51,0	52,5
5	52,0	53,3
6	53,4	54,6

- Từ kết quả trên ta nhận thấy độ cứng của mẫu có cốt sợi lớn hơn mẫu không có cốt sợi, độ cứng tăng dần theo hàm lượng xốp trong mẫu.



Hình 3.4. Biến thiên độ cứng vật liệu composite theo hàm lượng xốp và cốt sợi

- Kết quả:
 - Độ cứng tăng dần theo hàm lượng xốp, từ khoảng 47–48 Shore A lên 54–55 Shore A.
 - Mẫu có cốt sợi luôn có độ cứng cao hơn mẫu không cốt.
- Giải thích
 - Khi tăng hàm lượng xốp, lượng polymer rắn dư thừa trong keo làm gia tăng mức độ kết mạng và mật độ vật liệu, từ đó nâng cao độ cứng.
 - Cốt sợi phân bố trong nền polymer tạo ra cấu trúc bền vững hơn, làm giảm khả năng biến dạng đàn hồi dưới lực nén nhẹ

Nhận xét: Việc điều chỉnh hàm lượng xốp và tỷ lệ cốt có thể tùy biến để đạt độ cứng mong muốn trong các ứng dụng cụ thể như vỏ bao, vật liệu xây dựng nhẹ, đệm kỹ thuật.

Bảng 3.6. Ảnh hưởng đồng thời của hàm lượng xốp tái chế và cốt sợi đến độ nhớt keo và tính chất cơ học của composite

Tính chất	Khi tăng hàm lượng xốp	Vai trò cốt sợi
Độ nhớt	Tăng mạnh	-
Độ cứng	Tăng vừa phải	Tăng thêm
Độ bền kéo	Giảm mạnh	Cải thiện đáng kể
Độ bền xé	Giảm vừa phải	Cải thiện tốt

Bảng 3. Ảnh hưởng đồng thời của hàm lượng xốp tái chế và cốt sợi đến độ nhớt keo và tính chất cơ học của composite

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Chế tạo được keo từ xốp thải với hệ dung môi Etylaxetat + Axeton 5:1
- Độ nhớt: 8000 – 13000 Pa.s phù hợp TCVN 7952-1:2008, độ trong suốt đạt 96%, độ đồng nhất 98.5%
- Hàm lượng rắn: Sau khi sấy khô trong tủ sấy đem cân đạt 4.73g:
$$H = M1/M2.100\% = 4.73/5.100\% = 94.6\%$$
- Từ hệ keo epoxy điều chế được đã chế tạo được vật liệu composite có cốt sợi và không có cốt sợi. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi mẫu có cốt sợi đạt các tính chất cơ lý tốt hơn so với mẫu không có cốt sợi.

2. Kiến nghị:

Do điều kiện thời gian và thiết bị phòng thí nghiệm còn hạn chế, tác giả xin nghiên cứu thêm khi có điều kiện, như ảnh hưởng của nhiệt độ, tốc độ khuấy đến tính chất cơ lý của hệ keo và vật liệu composite.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1]. Luật số 72/2020/QH14 của Quốc hội: Luật Bảo vệ môi trường
- [2]. Phạm Đức Thắng, Đào Hùng Cường (2017), “Nghiên cứu biên tính keo UF bằng Melamin”, *Tạp chí KH và Công nghệ* Đại học Đà Nẵng, số 3
- [3]. Nguyễn Tuyên, Nguyễn Thị Vương Hoàn, Nguyễn Phi Hùng, (2015), *Giáo trình hoá keo*, NXBKHKHT, Hà Nội.
- [4]. Trần Văn Chứ (2007), “Nghiên cứu tạo keo UreaFormaldehyde đặc biệt dùng trong công nghệ sản xuất ván Laminated veneer lumber”, *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, số 15,
- [5]. Thái Hoàng, (2007), *Vật liệu polyme blend*, trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ Quốc gia.c
- [6]. Nguyễn Hoa Thịnh (2002), *Vật Liệu Composite Cơ Học & Công Nghệ* NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [7]. Vũ Tất Đạt (2013), *Trung tâm NC và CGCN Công nghiệp rừng, Nghiên cứu sản xuất keo dán gỗ thay thế keo nhập khẩu, phục vụ công nghiệp chế biến lâm sản*. Đề tài Bộ NN và PTNT,

Tiếng Anh

- [8]. Myers, G.E, Composite boards products for furnitUreaand cabinet-Innovations in ManufactUreaand Utilazation, Advances in Methods to reduce Formaldehyde Emission, 1989
- [9]. Qi-Ning Sun, Chung-Yun Hse, Todd F. Shupe, Effect of Different Catalysts on Urea–Formaldehyde Resin Synthesis, *Journal of Applied polymer science*, 2014.
- [10]. Myers trong cuốn Wood adhesive, 1985: Status ans Needs Forest Prod. Res. Soc.Madison, WI, 1986