

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT HÓA HỌC**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU NHẸ ỨNG
DỤNG TRONG XÂY DỰNG**

**GVHD: Nguyễn Thúc Bội Huyền
SVTH: Võ Minh Quý
MSSV: 15128054**



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7/2019

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH



HCMUTE

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU NHE
ỨNG DỤNG TRONG XÂY DỰNG**

MÃ SỐ KHÓA LUẬN : PO.19.09

SVTH: Võ Minh Quý

MSSV: 15128054

GVHD: TS. Nguyễn Thúc Bội Huyền

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7 năm 2019

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG NGHỆ HÓA HỌC VÀ THỰC PHẨM
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT HÓA HỌC

NHIỆM VỤ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Võ Minh Qui

MSSV: 15128054

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật Hóa học

1. Tên đề án: Nghiên cứu chế tạo vật liệu nhẹ ứng dụng trong xây dựng
2. Nhiệm vụ của đề án:
Tận dụng nguồn phế phẩm xơ mướp từ nông nghiệp và xốp PU từ công nghiệp để chế tạo vật liệu composite nhẹ.
3. Ngày giao nhiệm vụ đề án: 01/03/2019
4. Ngày hoàn thành đề án: 20/07/2019
5. Họ tên người hướng dẫn: TS. Nguyễn Thái Bội Huyền

Nội dung và yêu cầu đề án tốt nghiệp đã được thông qua bởi
Trưởng Bộ môn Công nghệ Kỹ thuật hóa học


Tp.HCM, ngày 20 tháng 7 năm 2019

Trưởng Bộ môn



Bui Thi Nhu

Người hướng dẫn



Nguyễn Thái Bội Huyền

PHIẾU ĐÁNH GIÁ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT HÓA HỌC
KHÓA 2015

(NGƯỜI HƯỚNG DẪN)

I. Thông tin chung

Họ và tên người hướng dẫn: Nguyễn Thái Bội Huyền
Đơn vị công tác: Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM
Học hàm, học vị: Tiến sĩ Chuyên ngành: Vật liệu polymer & composite
Họ và tên sinh viên: Võ Minh Quân
MSSV: 151220674 Chuyên ngành: Công nghệ kỹ thuật Hóa học
Tên đề tài: Nghiên cứu chế tạo vật liệu nhẹ ứng dụng trong xây dựng
Mã số khóa luận: PO.19.09

II. Nhận xét về khóa luận

2.1. Hình thức:

Tổng số trang: 80 ; Số chương: 3 ; Số bảng: 15 ; Số hình: 54
Số tài liệu tham khảo: 29 ; Phần mềm tính toán:
Bố cục: Đúng
Hành văn: Đúng
Sử dụng thuật ngữ chuyên môn: Tốt

2.2. Mục tiêu và nội dung:

Nghiên cứu nghiên cứu đã tận dụng phế phẩm để chế tạo
vật liệu nhẹ, phù hợp với mục tiêu đề tài

2.3. Kết quả đạt được:

Chế tạo các mẫu vật liệu composite
Xử lý số đo các phế phẩm
Đo kiểm soát của vật liệu
Tìm hiểu vật liệu composite nhẹ

2.4. Ưu điểm của khóa luận:

Chọn một số phế phẩm công nghiệp để chế tạo vật liệu
nhẹ
Ứng dụng mẫu chế tạo vào thực tế ngành xây dựng

2.5. Những thiếu sót của khóa luận:

Nên bổ sung các điểm của số liệu.
Bổ sung phần ứng dụng hợp PU

III. Nhận xét tinh thần và thái độ làm việc của sinh viên

Sinh viên này chuyên cần
là nhiều cố gắng trong quá trình làm khóa luận

IV. Đề nghị và đánh giá của người hướng dẫn

+ Đề nghị của người phân biện

Được bảo vệ

Bổ sung thêm đề được bảo vệ

Không được bảo vệ

Bảo vệ vào đợt khác

+ Đánh giá của người hướng dẫn:

STT	Nội dung đánh giá	Điểm tối đa	Điểm đánh giá
1	Chất lượng bài viết	30	20
	Hình thức trình bày (đẹp, rõ ràng, tài liệu tham khảo đầy đủ/đa dạng...)	20	15
	Bố cục của bài viết (chặt chẽ, cân đối)	10	5
2	Nội dung khóa luận	60	60
	Phương pháp nghiên cứu phù hợp, đảm bảo độ tin cậy, xử lý số liệu	20	20
	Nội dung thực hiện, kết quả của đề tài đảm bảo tính khoa học, công nghệ	20	20
	Kết luận phù hợp với mục tiêu, nội dung nghiên cứu	10	10
	Hiệu quả ứng dụng và chuyển giao công nghệ	10	10
3	Kỹ năng, thái độ của sinh viên	10	10
	Kỹ năng thực nghiệm, xử lý tình huống	5	5
	Thái độ làm việc nghiêm túc	5	5
	TỔNG	100	90

Tp.HCM, ngày 12 tháng 7 năm 2019

Cán bộ hướng dẫn

TS Nguyễn Thuộc Bội Huyền

Tp.HCM, ngày tháng năm

PHIẾU ĐÁNH GIÁ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT HÓA HỌC

KHÓA 2015

(PHẢN BIỆN)

II. Thông tin chung

Họ và tên người phản biện: Nguyễn Tường Vy
Đơn vị công tác: Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM
Học hàm, học vị: Thạc sĩ Chuyên ngành: Hóa học
Họ và tên sinh viên: Vũ Minh Quân
MSSV: 15.12.8.05.4 Chuyên ngành: Công nghệ kỹ thuật hóa học
Tên đề tài: Nghiên cứu chế tạo vật liệu nhựa ứng dụng
trong xây dựng
Mã số khóa luận: P0.19.09
Họ và tên người hướng dẫn: TS. Nguyễn Thuần Bội Thuận

III. Nhận xét về khóa luận

2.1. Hình thức:

Tổng số trang: 73 ; Số chương: 03 ; Số bảng: 15 ; Số hình: 54

Số tài liệu tham khảo: 41 ; Phần mềm tính toán: Excell

Bố cục: Hợp lý

Hành văn: Khoa học

Sử dụng thuật ngữ chuyên môn: chuẩn

2.2. Mục tiêu và nội dung: Chế tạo vật liệu composite xếp ứng dụng
trong xây dựng dưới điều kiện tài dụng nguồn phế phẩm xi
măng vữa xi măng PU

2.3. Kết quả đạt được: Đạt được mục tiêu đề ra. Composite xếp
có phần lõi xi măng cho thấy kết quả khá quan về
cơ tính, giá thành, dễ chế tạo ứng dụng thay cho
một số vật liệu composite xếp truyền thống.

2.4. Ưu điểm của khóa luận: Tạo được composite xếp xanh giảm
thiếu được ô nhiễm môi trường, mà vẫn cho được tính
chất ổn

Tp.HCM, ngày tháng năm

2.5. Những thiếu sót của khóa luận:

1. Các lỗi chính tả và thuật ngữ. Trang 5, 25, 35, 52, 56, 61
2. Hình ảnh thiếu trích dẫn nguồn và đề cập đến Trang số đúng có liên quan (Tổng quan) thiếu từ cho bảng 1.1, 1.2
3. Công thức 2.1 nên chú thích hết các kí hiệu
- A. Bảng 3.3 nên viết lại tên 5 Phần phụ lục để đánh số trong
- 3.5. Câu hỏi phân biện (ít nhất 02 câu hỏi)
1. Tác giả cho biết cơ chế khâu mạng của MEKP và UPE? Styrene ngoài là chất pha loãng còn vai trò gì khác?
2. Tác giả cho biết các đặc tính chuẩn trong các phép đo cơ tính vì hầu như không đề cập đến?
3. Tác giả thiếu kể hơn các kết quả cơ tính thu được từ bảng 3.5, 3.4 và 3.9.

IV. Đề nghị và Đánh giá của phân biện

+ Đề nghị của người phân biện

Được bảo vệ
Không được bảo vệ

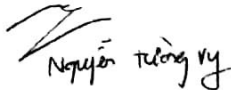
Bổ sung thêm đề được bảo vệ
Bảo vệ vào đợt khác

+ Đánh giá của người phân biện:

STT	Nội dung đánh giá	Điểm tối đa	Điểm đánh giá
1	Chất lượng bài viết	30	
	Hình thức trình bày (đẹp, rõ ràng, tài liệu tham khảo đầy đủ/đang...)	20	20
	Bố cục của bài viết (chặt chẽ, cân đối)	10	5
2	Nội dung khóa luận	70	
	Phương pháp nghiên cứu phù hợp, đảm bảo độ tin cậy, xử lý số liệu	20	15
	Nội dung thực hiện, kết quả của đề tài đảm bảo tính khoa học, công nghệ	30	30
	Kết luận phù hợp với mục tiêu, nội dung nghiên cứu	10	10
	Hiệu quả ứng dụng và chuyển giao công nghệ	10	10
	TỔNG	100	90

Tp.HCM, ngày tháng năm

Cán bộ phân biện


Nguyễn Tường Vy

PHIẾU TỔNG HỢP ĐIỂM CHẤM KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung

- Họ và tên sinh viên: ...*Nguyễn Văn*.....
MSSV: ...*15125254*..... Chuyên ngành: ...*CN Hóa Polymer*.....
- Tên đề tài: ...*Nhà sản xuất vật liệu xây dựng công nghiệp*.....
.....
- Mã số khóa luận: ...*ĐD.19.09*.....
- Họ và tên người hướng dẫn chính: ...*Trần Nguyễn Thị Bích Thủy*.....

II. Kết quả đánh giá

STT	Hội đồng chấm KLTN	Điểm đánh giá
1	Chủ tịch hội đồng	8,3
2	Cán bộ hướng dẫn	9,0
3	Phản biện	9,0
4	Ủy viên	8,3
5	Ủy viên-Thư ký	7,3

Điểm kết luận của hội đồng:

Bảng số: ...*8,6*.....

Bảng chữ: ...*Trần Nguyễn Bích Thủy*.....

Tp.HCM, ngày 31 tháng 8 năm 2019

THỦ KÝ HỘI ĐỒNG
(Ký và ghi rõ họ tên)



Lê Thị Dung Hằng

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài tốt nghiệp này, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy, cô trong khoa Công nghệ Hóa học và Thực phẩm. Cảm ơn quý thầy, cô đã tận tình quan tâm, giúp đỡ, truyền dạy những kiến thức vô cùng quý báu cho chúng em trong suốt những năm học vừa qua. Ngoài ra, em cũng xin cảm ơn quý thầy cô phụ trách phòng thí nghiệm hóa Polymer đã tạo điều kiện tốt nhất để em có thể hoàn thành tốt đề tài này.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành, sâu sắc nhất đến giáo viên hướng dẫn của em TS. Nguyễn Thúc Bội Huyền, giảng viên trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM. Cảm ơn cô đã luôn nhiệt tình theo sát, góp ý và giải đáp mọi thắc mắc trong thời gian em thực hiện đề tài. Kính chúc cô luôn mạnh khỏe để có thể đào tạo ra nhiều thế hệ sinh viên tài giỏi góp phần vào sự phát triển của đất nước.

Cảm ơn gia đình đã tạo điều kiện, động viên và giúp đỡ con trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Cùng với những lời cảm ơn trên, em xin kính chúc quý thầy cô trong khoa Công nghệ Hóa học và Thực phẩm luôn dồi dào sức khỏe và gặt hái được nhiều thành công trong công việc.

Trong quá trình thực hiện đề tài, khó tránh khỏi những sai sót nên em rất mong nhận được sự góp ý của quý thầy cô, những ý kiến đó sẽ là kinh nghiệm vô cùng quý báu giúp em có thể hoàn thiện được một phần nào kiến thức của mình để chuẩn bị hành trang bước vào môi trường công việc.

Em xin chân thành cảm ơn.

Sinh viên thực hiện đề tài
Võ Minh Quý

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan toàn bộ nội dung được trình bày trong khóa luận tốt nghiệp là do chính em thực hiện. Em xin cam đoan các nội dung được tham khảo trong khóa luận tốt nghiệp đã được trích dẫn chính xác và đầy đủ theo qui định.

Sinh viên thực hiện đề tài

Võ Minh Quý

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	i
LỜI CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC HÌNH	v
DANH MỤC BẢNG	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	viii
TÓM TẮT.....	ix
MỞ ĐẦU	x
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	1
1.1. Giới thiệu về vật liệu composite.....	1
1.1.1. Khái niệm	1
1.1.2. Tình hình nghiên cứu sử dụng vật liệu composite	1
1.1.3. Mục đích sử dụng vật liệu composite.....	4
1.1.4. Phân loại	5
1.1.5. Đặc trưng của vật liệu composite	6
1.1.6. Thành phần của vật liệu composite	9
1.1.7. Các chất phụ gia	22
1.1.8. Các phương pháp gia công vật liệu	25
1.2. Vật liệu nhẹ trong xây dựng	31
1.2.1. Một số vật liệu nhẹ	31
1.2.2. Kết cấu của vật liệu nhẹ.....	35
1.2.3. Ưu điểm và nhược điểm của vật liệu nhẹ.....	43
1.2.4. Một số tiêu chuẩn của vật liệu composite kết cấu lõi.....	44
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO	47
2.1. Nguyên liệu và hóa chất	47
2.2. Thiết bị và dụng cụ.....	48
2.3. Lý do chọn nguyên liệu	48
2.3.1. Ván ép truyền thống	48
2.3.2. Nhựa nền.....	49

2.3.3. Sợi gia cường.....	49
2.4. Thực hành chế tạo vật liệu composite	51
2.4.1. Quy trình xử lí xơ mướp.....	51
2.4.2. Quy trình chế tạo mẫu composite.....	53
2.5. Kiểm tra cơ tính của vật liệu	55
2.5.1. Đo độ bền nén.....	55
2.5.2. Đo độ bền uốn	57
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN.....	59
3.1. Khảo sát khối lượng của vật liệu	59
3.2. Khảo sát ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến cơ tính của vật liệu	62
3.2.1. Độ bền uốn.....	62
3.2.2. Độ bền nén.....	65
3.3. Khảo sát ảnh hưởng của lớp biên đến cơ tính của vật liệu.....	67
3.4. Khảo sát ảnh hưởng của cấu trúc lõi đến cơ tính của vật liệu	68
3.5. Khảo sát mối tương quan giữa khối lượng với cơ tính của vật liệu	70
3.6. Khảo sát ảnh hưởng của kết cấu đến cơ tính của vật liệu	71
3.7. Khảo sát giá thành của các loại vật liệu	74
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	76
TÀI LIỆU THAM KHẢO	78
PHỤ LỤC	81

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Bồn đựng nước hoặc hóa chất	7
Hình 1.2. Ứng dụng composite trong lĩnh vực thể thao	8
Hình 1.3. Ứng dụng composite trong lĩnh vực tàu thủy.....	8
Hình 1.4. Ứng dụng composite trong ngành hàng không	9
Hình 1.5. Phản ứng tổng hợp nhựa polyester không no	10
Hình 1.6. Công thức cấu tạo của vinylester.....	13
Hình 1.7. Công thức cấu tạo của nhựa epoxy.....	13
Hình 1.8. Công thức cấu tạo của benzoil peroxide.....	22
Hình 1.9. Phương pháp đắp tay	26
Hình 1.10. Phương pháp súng phun	27
Hình 1.11. Phương pháp hút chân không	28
Hình 1.12. Phương pháp quấn sợi	29
Hình 1.13. Phương pháp đúc ép nóng	30
Hình 1.14. Bê tông nhẹ.....	33
Hình 1.15. Trần cenmentboard	34
Hình 1.16. Sàn vinyl	35
Hình 1.17. Composite kết cấu lõi xốp	36
Hình 1.18. Cách thức hình thành liên kết urethane	37
Hình 1.19. Phản ứng tạo polyurethane	37
Hình 1.20. Tấm trần lõi xốp PU	39
Hình 1.21. Composite kết cấu lõi tổ ong	40
Hình 1.22. Giàn mướp	42
Hình 1.23. Xơ mướp.....	43
Hình 1.24. Tấm ốp tường	43
Hình 1.25. Biến dạng do tải trọng	44
Hình 1.26. Biến dạng của lõi	45
Hình 1.27. Sự gập nếp của vật liệu lõi	45
Hình 1.28. Vật liệu lõi bị co thắt	45
Hình 1.29. Sự lồi lõm của vật liệu lõi.....	45

Hình 1.30. Độ uốn cong của tấm composite	46
Hình 1.31. Độ võng trượt của tấm composite	46
Hình 2.1. Ván ép.....	49
Hình 2.2. Giấy carton	50
Hình 2.3. Sợi thủy tinh	50
Hình 2.4. Xốp PU	51
Hình 2.5. Kết quả chụp SEM sợi xơ mướp	52
Hình 2.6. Xơ mướp đã xử lý.....	53
Hình 2.7. Máy Testometric.....	56
Hình 2.8. Phương pháp đo uốn 3 điểm.....	57
Hình 3.1. Các mẫu đo nén	59
Hình 3.2. Đồ thị biểu diễn khối lượng của mẫu composite đặc	60
Hình 3.3. Đồ thị biểu diễn khối lượng của các mẫu composite lõi xốp	61
Hình 3.4. Các mẫu đo uốn	62
Hình 3.5. Ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền uốn của vật liệu	64
Hình 3.6. Các mẫu đo nén	65
Hình 3.7. Ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền nén của vật liệu.....	66
Hình 3.8. Các mẫu composite với lớp biên khác nhau.....	67
Hình 3.9. Ảnh hưởng của lớp biên đến cơ tính của vật liệu.....	68
Hình 3.10. Các mẫu composite với lớp lõi khác nhau	69
Hình 3.11. Ảnh hưởng của cấu trúc lõi đến cơ tính của vật liệu.....	69
Hình 3.12. Mối tương quan giữa khối lượng và độ bền nén của vật liệu.....	71
Hình 3.13. Cấu trúc sandwich	72
Hình 3.14. Các mẫu composite sandwich	72
Hình 3.15. Ảnh hưởng của kết cấu đến độ bền và mô đun của vật liệu.....	73
Hình 3.16. Đồ thị khảo sát giá thành của vật liệu	75

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tính kháng hóa chất của nhựa UPE.....	11
Bảng 1.2. Tính chất vật lí của nhựa UPE	12
Bảng 1.3. Tính chất vật lí của nhựa epoxy	14
Bảng 1.4. Đặc tính của các loại sợi thủy tinh.	19
Bảng 1.5. Một số ứng dụng của chất độn hạt	21
Bảng 3.1. Kết quả đo khối lượng mẫu composite đặc.....	60
Bảng 3.2. Khối lượng các mẫu composite lõi xốp	61
Bảng 3.3. Kết quả đo độ bền uốn của các loại vật liệu gia cường	63
Bảng 3.4. Kết quả đo độ bền nén của các loại vật liệu gia cường.....	65
Bảng 3.5. Kết quả đo cơ tính của vật liệu khác lớp biên.....	67
Bảng 3.6. Kết quả đo cơ tính của vật liệu khác lớp lõi	69
Bảng 3.7. Kết quả đo khối lượng và độ bền nén của vật liệu.....	70
Bảng 3.8. Kết quả đo nén của các mẫu composite có cấu trúc sandwich	73
Bảng 3.9. Giá thành của các loại vật liệu	74

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

STT	Từ viết tắt	Chú thích
1	DSC	Differential scanning calorimetry
2	FTIR	Fourrier transformation infrared
3	G	Giấy
4	G _{GS}	Giấy gợn sóng
5	HCH	Cyclo – hexanol peroxide
6	LDPE	Low density polyetylene
7	MAPE	Polyetylene ghép anhydride maleic
8	MAPP	Polypropylene ghép anhydride maleic
9	MEKP	Methyl ethyl ketone peroxide
10	PE	Polyetylene
11	PP	Polypropylene
12	PS	Polystyrene
13	PU	Polyurethane
14	PVC	Polyvinyl clorur
15	SEM	Scanning electron microscope
16	S _{TT}	Sợi thủy tinh
17	TGA	Thermal gravimetric analysis
18	UPE	Polyester không no
19	VE	Ván ép
20	XM	Xơ mướp

TÓM TẮT ĐỀ TÀI

Đề tài luận án “*Nghiên cứu chế tạo vật liệu nhẹ ứng dụng trong xây dựng*” được thực hiện bởi sinh viên Võ Minh Quý tại phòng thí nghiệm Hoá Polymer, khoa Công nghệ Hoá học & Thực phẩm, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

Vật liệu composite nền nhựa nhiệt rắn được sử dụng chủ yếu trong các lĩnh vực giao thông công chánh và hàng không – vũ trụ. Vài thập niên gần đây, vật liệu composite nhựa gỗ đã phát triển mạnh mẽ trong ngành xây dựng như ván lát sàn, trần nhà, sân vườn. Vì vậy, đề tài này sẽ nghiên cứu chế tạo vật liệu composite nhẹ, có cấu trúc lõi xốp trên cơ sở tận dụng các nguồn phế phẩm trong nông nghiệp và công nghiệp, cụ thể là xơ mướp và xốp PU kết hợp với nhựa nền polyester không no. Hiệu quả của việc chế tạo vật liệu này là rút ngắn chu kỳ sản phẩm, giảm thiểu khuyết tật trong gia công đồng thời sử dụng nguồn nguyên liệu thân thiện môi trường thay thế cho các loại vật liệu truyền thống. Đầu tiên, em tiến hành chọn và xử lý sơ bộ xơ mướp bằng dung dịch NaOH 10% trong 1 giờ. Sau đó chế tạo các lớp biên và lớp lõi để tạo ra cấu trúc vật liệu composite bằng phương pháp đắp tay với tỷ lệ khối lượng nhựa sợi là 6:4. Sản phẩm tạo thành em sẽ khảo sát về khối lượng, cơ tính cụ thể là đo độ bền uốn theo tiêu chuẩn ASTM D790 và đo độ bền nén theo tiêu chuẩn ASTM D695, cùng với tính chi phí sản xuất. Từ đó đánh giá được loại vật liệu nào tối ưu có thể ứng dụng trong ngành vật liệu xây dựng phù hợp với các tiêu chí ban đầu đặt ra.

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Từ lâu, vật liệu xây dựng đã chiếm một vị trí đặc biệt trong các công trình xây dựng. Chất lượng của vật liệu ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng và tuổi thọ của công trình. Có những loại vật liệu đã gắn bó với con người từ xa xưa và âm thầm xây đắp nên những công trình trường tồn cùng năm tháng ví dụ như gạch, gỗ, bê tông, sắt, thép,... Chúng ta thường gọi đó là vật liệu xây dựng truyền thống. Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật ngày nay, các loại vật liệu đã có bước tiến mới đi từ thô sơ đến tinh vi, từ giản đơn đến phức tạp, chất lượng cũng ngày càng được nâng cao.

Từ thế kỉ XX, thuật ngữ composite đã ra đời trong bối cảnh có liên quan đến việc chế tạo các loại vật liệu có tính chất ưu việt, đáp ứng nhu cầu cho các ngành kĩ thuật cao như chế tạo máy bay, vệ tinh,... Với sự lớn mạnh và phát triển không ngừng của khoa học vật liệu composite, cho đến nay chúng ta đã ứng dụng trong tất cả các lĩnh vực khoa học công nghệ, đặc biệt là ngành xây dựng. Sự ra đời của những vật liệu composite với đặc tính: nhẹ, bền, chi phí thấp,... đã dần thay thế cho các vật liệu xây dựng truyền thống vốn nặng và ít bền với môi trường thời tiết.

Trên cơ sở đó, em chọn đề tài “ *Nghiên cứu chế tạo vật liệu nhẹ ứng dụng trong xây dựng*” với mong muốn góp phần tạo ra loại vật liệu hữu ích, có thể đáp ứng các tiêu chí ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Tận dụng nguồn phế phẩm từ công nghiệp và nông nghiệp để chế tạo vật liệu composite ứng dụng trong xây dựng.

So sánh về mặt khối lượng của vật liệu composite lõi xốp chế tạo ra với vật liệu truyền thống.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Vật liệu lõi xốp trên nền nhựa nhiệt rắn.

Phạm vi nghiên cứu: Vật liệu composite cấu trúc lõi xốp ứng dụng làm vách ngăn tường trong xây dựng.

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu tài liệu: Nghiên cứu, phân tích các thông tin kỹ thuật liên quan được công bố qua các tài liệu như sách, báo, tiêu chuẩn thiết kế,... ở trong và ngoài nước.

Phương pháp chế tạo sản phẩm bằng kỹ thuật đắp tay (Hand lay-up).

Chọn và xử lý sơ bộ nguyên liệu

Phương pháp khảo sát cơ tính vật liệu composite theo tiêu chuẩn ASTM.

- Khảo sát độ bền nén của vật liệu composite có kết cấu sandwich theo tiêu chuẩn ASTM D695.
- Khảo sát độ bền uốn của vật liệu composite có kết cấu sandwich theo tiêu chuẩn ASTM D790.

5. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

Ý nghĩa khoa học: Góp phần nghiên cứu chế tạo ra các loại vật liệu có độ bền tốt nhưng nhẹ, mang lại hiệu quả kinh tế cao phục vụ tốt trong ngành xây dựng cũng như trong các lĩnh vực khác.

Ý nghĩa thực tiễn: Tận dụng được các nguồn phế phẩm trong tự nhiên và trong công nghiệp hạn chế tối đa về chi phí sản xuất, góp phần tạo ra vật liệu thân thiện môi trường có thể ứng dụng làm cửa, vách ngăn, tấm ốp trần,... và quan trọng là giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

6. Cấu trúc bài luận văn

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan

Chương 2: Thực nghiệm và phương pháp chế tạo

Chương 3: Kết quả và bàn luận

Kết luận và kiến nghị.

Ngoài ra còn có các phần mở đầu, tài liệu tham khảo và phụ lục.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu về vật liệu composite

1.1.1. Khái niệm

Vật liệu composite là vật liệu được chế tạo tổng hợp từ hai hay nhiều vật liệu khác nhau nhằm mục đích tạo ra vật liệu mới có tính năng ưu việt hơn hẳn vật liệu ban đầu. Sự kết hợp này nhằm khắc phục khuyết điểm của vật liệu này bằng ưu điểm của vật liệu kia, tạo ra vật liệu có những tính chất đặc biệt mà các vật liệu ban đầu không có đồng thời hạ giá thành sản phẩm [1].

Vật liệu composite được cấu tạo từ các thành phần cốt nhằm bảo đảm cho composite có được các đặc tính cơ học cần thiết và vật liệu nền đảm bảo cho các thành phần của composite liên kết hài hòa với nhau.

1.1.2. Tình hình nghiên cứu sử dụng vật liệu composite

1.1.2.1. Thế giới

Với lịch sử phát triển phong phú của mình, vật liệu composite đã được nhiều nhà nghiên cứu khoa học trên thế giới biết đến. Việc nghiên cứu và áp dụng thành công vật liệu này đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng. Đại chiến thế giới lần thứ hai, nhiều nước đã sản xuất máy bay, tàu chiến và vũ khí phục vụ cho cuộc chiến này. Cho đến nay thì vật liệu composite đã được sử dụng để chế tạo nhiều chi tiết, linh kiện ô tô, máy bay, dựa trên những ưu điểm đặc biệt như giảm trọng lượng, tiết kiệm nhiên liệu, tăng độ chịu ăn mòn, chịu hóa chất, giảm độ rung, tiếng ồn và tiết kiệm nhiên liệu cho máy móc [2].

Bên cạnh đó cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu về các loại vật liệu composite thân thiện với môi trường, thay thế sợi gia cường truyền thống bằng các loại sợi có nguồn gốc thiên nhiên.

Năm 2008, Kim Sam Jung và các cộng sự của mình tiến hành so sánh tính chất cơ học của vật liệu composite trên nền nhựa polypropylene được gia cường bởi sợi gỗ và sợi

bông [3]. Đồng thời, họ đã sử dụng polypropylene ghép anhydride (MAPP) làm chất tương thích để tăng khả năng thấm ướt giữa nhựa và sợi. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng % trọng lượng của sợi gỗ thì độ bền kéo của vật liệu composite PP/sợi gỗ giảm, trong khi đó của vật liệu PP/sợi bông thì ngược lại.

Năm 2014, Ramirez N Flores cùng với các cộng sự của mình đã chế tạo vật liệu composite đi từ sợi lục bình kết hợp với nhựa UPE theo những tỷ lệ sợi khác nhau (5, 10, 15 và 20% khối lượng) [4]. Kết quả cho thấy cơ tính của vật liệu đạt hiệu quả tốt nhất khi hàm lượng sợi lục bình nằm trong khoảng từ 5 đến 10% khối lượng. Ngoài ra, việc nghiên cứu tính chất nhiệt và xác định cấu trúc của vật liệu cũng được thực hiện bằng phương pháp đo FTIR và DSC.

Năm 2015, R.Vinayagamoorthy đã tiến hành nghiên cứu các đặc trưng về vật liệu composite có cấu trúc sandwich trên nền nhựa UPE và lõi đi từ các loại sợi thiên nhiên như xơ mướp, đay [5]. Từ đó đưa ra những nhận định về cơ tính của từng loại, kết quả cuộc nghiên cứu chỉ ra rằng bằng cách lựa chọn thích hợp sợi tự nhiên và nhựa nền sẽ quyết định đến tính chất cơ học của vật liệu composite.

Năm 2016, Prasad Nirupama và các cộng sự của mình đã chế tạo vật liệu composite trên nền nhựa polyethylene tỉ trọng thấp (LDPE) kết hợp với sợi chuối [6] bằng kỹ thuật đúc nén với các tỷ lệ sợi khác nhau (10, 15, 20, 25 và 30% trọng lượng). Kết quả nghiên cứu cho thấy vật liệu composite với thành phần 25% sợi chuối được xem là tối ưu nhất trên cơ sở phân hủy sinh học và tính chất cơ học. Bên cạnh đó việc xử lý bề mặt sợi chuối bằng kiềm và acid acrylic cũng cải thiện một phần đáng kể về cơ tính của vật liệu.

Năm 2018, D. Mohana Krishnudu đã chế tạo vật liệu composite được gia cường từ xơ mướp với tỷ lệ thành phần nguyên liệu khác nhau [7]. Sau đó chỉ ra những tính chất nổi bật cũng như là so sánh cơ tính về độ bền kéo, độ va đập so với các mẫu vật liệu truyền thống. Kết quả thu được cho thấy vật liệu composite cốt sợi tự nhiên này có thể thay thế cho các mẫu vật liệu cốt sợi tổng hợp.

1.1.2.2. Trong nước

Tính đến thời điểm hiện nay, chúng ta đã có nhiều nghiên cứu chế tạo vật liệu composite đi từ nền nhựa nhiệt dẻo kết hợp với các phế phẩm nông nghiệp như là mùn cưa, trấu hay là tre, luồng,...

Năm 2007, Nguyễn Hữu Niều và các cộng sự của mình đã nghiên cứu một số thay đổi về tính chất sợi dứa Việt Nam bằng phương pháp xử lý trong dung dịch sodium hydroxide (NaOH) [8]. Mục đích của nghiên cứu nhằm sử dụng sợi dứa đã được xử lý để chế tạo vật liệu composite trên nền nhựa polyolefin. Ngoài ra, một số tính chất liên quan như tỷ trọng, độ hút ẩm và khảo sát hồng ngoại của sợi dứa cũng được thực hiện.

Năm 2012, TS. Đoàn Thị Thu Loan đã nghiên cứu chế tạo vật liệu composite đi từ nhựa vinylester và sợi đay [9]. Bằng cách áp dụng phương pháp gia công “đúc chuyển nhựa dưới chân không” làm giảm đáng kể lượng bọt khí trong sản phẩm và tăng khả năng tiếp xúc giữa nhựa và sợi, tạo nên sản phẩm có tính năng tốt hơn phương pháp gia công truyền thống “đắp tay”.

Năm 2012, tác giả Phạm Thị Phương Dung đã nghiên cứu chế tạo vật liệu composite từ trấu và nhựa polypropylene [10]. Với phương pháp biến tính nhựa nền bằng cách sử dụng tác nhân tương hợp MAPP loại polybond 3200, một loại polypropylene maleat hóa để xác định điều kiện gia công và đơn phối liệu tối ưu cho mẫu vật liệu composite.

Năm 2016, tác giả Trần Thị Thu Hằng đã nghiên cứu chế tạo vật liệu composite trên nền nhựa polyetylene và mùn cưa [11]. Để cải thiện độ bám dính của nhựa nền với mùn cưa, tác giả chọn chất tương hợp MAPE và sử dụng các phụ gia ổn định nhiệt (songnox 1010) để ngăn cản sự oxy hóa trong quá trình gia công.

Cũng trong năm 2016, tác giả Đỗ Thị Nhi cùng các cộng sự của mình trực thuộc trường Đại học khoa học Tự nhiên TP.HCM đã tiến hành khảo sát tính chất của vật liệu polyurethane xốp được gia cường bởi sợi tre [12]. Kết quả cho thấy composite PU xốp/sợi tre với 5% sợi có độ bền nén cao hơn PU xốp. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu còn xác định một số tính chất khác như độ bền nhiệt bằng phương pháp phân tích nhiệt trọng lượng (TGA), xác định hình thái cấu trúc xốp bằng phương pháp chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM).

1.1.3. Mục đích sử dụng vật liệu composite

Việc sử dụng vật liệu composite nhằm các mục đích sau [1]:

- Chi phí thấp: chi phí về vật liệu xây dựng chiếm đến 40 - 60% tổng chi phí xây dựng. Tùy theo tính năng và quy mô của công trình, việc lựa chọn vật liệu đóng vai trò quyết định đối với chất lượng và giá thành sản phẩm.
- Trọng lượng nhẹ: với hàng triệu bốt khí li ti có thể có trong kết cấu, composite có trọng lượng rất nhẹ (từ 900 kg/m^3 đến 1400 kg/m^3), so với gạch đỏ truyền thống và bê tông thông thường (từ 1800 kg/m^3 đến 2400 kg/m^3). Lợi thế về trọng lượng nhẹ, chất lượng tốt, bền vững theo thời gian giúp tiết kiệm rất nhiều chi phí trong các công trình xây dựng.
- Cường độ nén cao: tỉ trọng của composite nhẹ rất đa dạng từ 900 kg/m^3 đến 1400 kg/m^3 , với cường độ nén tương ứng là 4,0 đến $12,5 \text{ N/mm}^2$.
- Khả năng cách âm tốt: vật liệu composite nhẹ có khả năng cách âm tuyệt vời là giải pháp tối ưu trong các công trình có yêu cầu cao về cách âm như: bệnh viện, trường học, khách sạn,...
- Khả năng chống thấm cực tốt: composite có kết cấu bê tông với hàng triệu bốt khí li ti tạo nên một hệ thống lỗ tổ ong kín với kích thước siêu nhỏ, ngăn sự thẩm thấu của nước. Do đó, khả năng chống thấm cao, thường được sử dụng trong thi công bể bơi, bồn chứa, sàn chống thấm,...
- Khả năng giảm thiểu ảnh hưởng của động đất: với trọng lượng nhẹ, vật liệu composite có khả năng kháng lại sức tàn phá của động đất, giảm thiểu tối đa tỉ lệ thương vong và thiệt hại về tài sản.
- Khả năng cách nhiệt và chống cháy: so với các loại vật liệu khác, gạch bê tông bốt siêu nhẹ có khả năng cách nhiệt và chống cháy rất hiệu quả, giúp giảm đáng kể chi phí điều hòa nhiệt độ trong các công trình xây dựng.
- Dễ thi công: với hình khối chữ nhật, gạch bê tông siêu bốt có thể dễ dàng sản xuất theo các hình thức khác nhau. Trọng lượng nhẹ giúp công tác thi công trở nên dễ dàng, và tốn ít nhân lực hơn.
- Chất lượng vững bền theo thời gian: composite nhẹ vững bền theo thời gian trong mọi điều kiện thời tiết, không bị mối mọt và chống cháy cao.

- Tiết kiệm chi phí vật liệu xây dựng: sử dụng vật liệu composite giúp giảm hơn 50% chi phí xây dựng so với vật liệu truyền thống.

1.1.4. Phân loại

1.1.4.1. Theo hình dạng

Phân loại theo hình dạng, vật liệu composite chia làm 2 loại: vật liệu composite độn dạng sợi và vật liệu composite độn dạng hạt [2].

Vật liệu composite độn dạng sợi :

Khi vật liệu gia cường là các sợi, ta gọi đó là composite độn dạng sợi, chất độn dạng sợi gia cường tăng cơ lý tính cho polymer nền. Sợi được sử dụng có thể dưới dạng liên tục hoặc gián đoạn. Ta có thể điều chỉnh sự phân bố phương của sợi để có được vật liệu định hướng theo mong muốn và để tạo ra vật liệu có cơ tính khác nhau cần chú ý tới:

- Bản chất của vật liệu thành phần.
- Tỷ lệ vật liệu.

Vật liệu composite độn dạng hạt:

Khi vật liệu gia cường có dạng hạt, các tiểu phân hạt độn phân tán vào polymer nền. Hạt khác sợi ở chỗ nó không có kích thước ưu tiên. Hạt thường được sử dụng để cải thiện một số cơ tính của vật liệu hoặc vật liệu nền, chẳng hạn tăng độ cứng, khả năng chịu nhiệt, chịu mài mòn, giảm co ngót.

1.1.4.2. Theo thành phần

Dựa theo bản chất vật liệu nền, vật liệu composite chia làm 3 loại: composite nền hữu cơ, composite nền kim loại và composite nền khoáng [2].

- Composite nền hữu cơ (nhựa, hạt) kết hợp với vật liệu cốt có dạng:
 - + Sợi hữu cơ: polyamid, kevlar,...
 - + Sợi khoáng: thủy tinh, cacbon, bazan,...
 - + Sợi kim loại: Bo, nhôm,...

- Composit nền kim loại (hợp kim Titan, hợp kim nhôm,...) kết hợp với:
 - + Sợi kim loại: Bo,...
 - + Sợi khoáng: Si, cacbon,...
- Composit nền khoáng (gốm) với vật liệu cốt dạng:
 - + Sợi kim loại: Bo,...
 - + Hạt gốm: cacbua, nitơ,...

1.1.5. Đặc trưng của vật liệu composite

Tính ưu việt của vật liệu composite là khả năng chế tạo từ vật liệu này thành các kết cấu sản phẩm theo những yêu cầu kỹ thuật khác nhau mà ta mong muốn. Các thành phần cốt của composite có độ cứng, độ bền cơ học cao, vật liệu nền luôn đảm bảo cho các thành phần liên kết hài hòa, tạo nên các kết cấu có khả năng chịu nhiệt và chịu sự ăn mòn của vật liệu trong điều kiện khắc nghiệt của môi trường.

1.1.5.1. Đặc điểm

Vật liệu composite rất đa dạng, phong phú và được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực của cuộc sống do các đặc điểm ưu việt của nó:

- Giá thành rẻ hơn thép không rỉ.
- Tỉ số tính năng cơ lý/giá thành và tỉ số tính năng cơ lý/khối lượng cao hơn sắt thép rất nhiều.
- Phương pháp gia công chế tạo đơn giản và đa dạng.
- Dễ tạo hình, thay đổi và sửa chữa.
- Không tổn kém trong bảo quản và chống ăn mòn.
- Chống tia tử ngoại, chống oxy hóa nên rất bền.
- Cách nhiệt, cách điện tốt.
- Chịu ma sát, cường độ lực, nhiệt độ cao.
- Composite thủy tinh hấp thụ sóng điện từ tốt.
- Không thấm nước, không độc hại.

Đầu tư thiết bị và tổ chức sản xuất không phức tạp, ít tổn kém, chi phí sản xuất và vận chuyển không cao [13].

1.1.5.2. Ứng dụng

Với những tính chất hấp dẫn của nó mà vật liệu composite có rất nhiều ứng dụng trong cuộc sống. Vật liệu composite là vật liệu của ngày mai, chúng đang dần thay thế hầu hết các loại vật liệu truyền thống như kim loại, gỗ, gốm sứ,... Với yêu cầu về độ khó, tinh xảo ngày càng cao cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, chắc chắn composite là vật liệu tạo nên những sản phẩm ưng ý nhất.

a. Trong một số lĩnh vực đời sống

Vật liệu gia dụng: bồn tắm, tấm cách nhiệt, cách âm, lavabo, tủ, giường,... Sản phẩm trang trí nội thất: khung hình, phù điêu, nẹp hình, vách ngăn, bàn ghế, tủ giả đá, thùng, bồn,...



Hình 1.1. Bồn đựng nước hoặc hóa chất [1]

Vật liệu điện: vi mạch, board mạch có khả năng cách điện, chịu nhiệt, không nhiễu từ, hộp điện.

Trong y tế: hệ thống chân, tay giả, răng giả, ghép sọ,...

Trong xây dựng: Gia cường cơ tính cho vật liệu bê tông cốt thép. Ngoài ra còn có thể làm tấm vách ngăn tường, trần và sàn nhà,...

Ngành thể thao: các đồ dùng thể thao như gậy gôn, vợt tennis,...



Hình 1.2. Ứng dụng composite trong lĩnh vực thể thao [14]

b. Thủy lợi và giao thông

Khung xe hơi bằng sợi thủy tinh; khung xe đạp, xe máy bằng sợi carbon làm cho xe nhẹ, chịu được va đập.

Tàu thủy: di chuyển nhanh, tiết kiệm năng lượng giúp bảo vệ rừng.

Cửa thủy lợi, cửa đập: do nước ở cửa đập là nước lợ, nếu cửa làm bằng thép sẽ dễ bị rỉ sét. Hiện nay được thay bằng vật liệu composite bên trong có sườn là thép để chống mặn.



Hình 1.3. Ứng dụng composite trong lĩnh vực tàu thủy [14]

c. Trong ngành hàng không vũ trụ

Composite được sử dụng chế tạo các bộ phận máy bay như: kết cấu khung xương, thân máy bay, bộ phận định hướng, cuồn cánh máy bay, mũi máy bay và một số linh kiện, máy móc khác của các hãng như Boeing 757, 676 Airbus 310... [15].



Hình 1.4. Ứng dụng composite trong ngành hàng không [14]

1.1.6. Thành phần của vật liệu composite

1.1.6.1. Vật liệu nền

Là chất kết dính, tạo môi trường phân tán, đóng vai trò truyền ứng suất sang độn khi có ngoại lực tác dụng lên vật liệu.

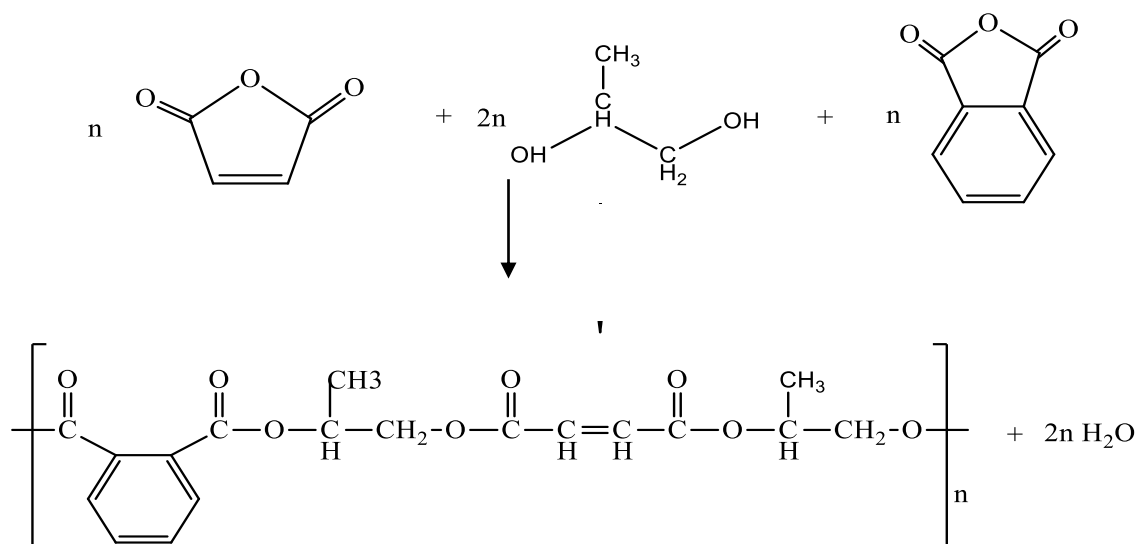
Có thể tạo thành từ một chất hoặc hỗn hợp nhiều chất được trộn lẫn một cách đồng nhất tạo thể liên tục.

Trong thực tế, người ta có thể sử dụng nhựa nhiệt rắn hay nhựa nhiệt dẻo làm polymer nền:

- Nhựa nhiệt dẻo: polyetylene (PE), polystyrene (PS), polyvinyl clorur (PVC),... được gia công trên máy ép phun ở trạng thái nóng chảy.
- Nhựa nhiệt rắn: polyurethane (PU), polypropylene (PP), epoxy, polyester không no, gia công dưới áp suất và nhiệt độ cao, riêng với epoxy và polyester không no có thể tiến hành ở điều kiện thường, gia công bằng tay (Hand lay – up method). Nhìn chung, nhựa nhiệt rắn cho vật liệu có cơ tính cao hơn nhựa nhiệt dẻo.

a. Nhựa polyester không no

Nhựa polyester là những ester không no (UPE), hoặc hỗn hợp của chúng với những phân tử thấp monomer. Là sản phẩm trùng ngưng của acid carboxylic đa chức (polyacid) và ancol đa chức (polyol) hay từ quá trình trùng hợp mở vòng lactone. Trong đó, hoặc polyol hoặc polyacid hoặc cả hai đều chứa nối đôi.



Hình 1.5. Phản ứng tổng hợp nhựa polyester không no

Nhựa polyester được sử dụng rộng rãi trong công nghệ composite, polyester loại này thường là loại không no, có khả năng đóng rắn ở dạng lỏng hoặc ở dạng rắn nếu có điều kiện thích hợp. Thông thường người ta gọi polyester không no là nhựa polyester hay ngắn gọn hơn là polyester.

Về mặt hóa học, nó có khả năng tham gia phản ứng hóa học với các nhóm khác (tức là tạo liên kết) nhờ chất xúc tác, xúc tiến, để tạo ra sản phẩm cuối cùng đóng rắn. Quá trình phản ứng này sinh nhiệt, được gọi là phản ứng kết nối ngang.

Polyester có thời gian tồn trữ ngắn, do hiện tượng tự đóng rắn của nó sau một thời gian. Thông thường, người ta thêm vào một lượng nhỏ chất ức chế trong quá trình tổng hợp polyester để ngăn ngừa hiện tượng này.

Phụ thuộc vào loại và tỉ lệ hàm lượng nguyên liệu thô, người ta tạo ra nhiều loại nhựa (resin) khác nhau có đặc tính cơ lí khác nhau cho nhiều mục đích sử dụng.

Ví dụ: resin đa dụng, resin chống cháy, resin chịu hoá chất, resin đúc, resin dẻo, resin chảy,...

Polyester có nhiều loại, đi từ các acid, glycol và monomer khác nhau, mỗi loại có những tính chất khác nhau. Có hai loại polyester chính thường sử dụng trong công nghệ composite đó là nhựa orthophthalic và nhựa isophthalic.

- Nhựa orthophthalic có tính kinh tế cao, được sử dụng rộng rãi, dùng làm các sản phẩm composite đa dụng chủ yếu đặt dưới mái che, ít chịu ảnh hưởng thời tiết và ánh sáng mặt trời.
- Nhựa isophthalic có khả năng chịu môi trường ngoài trời, chịu hoá chất tốt hơn nhựa ortho. Loại này ứng dụng làm gelcoat, làm khuôn, các sản phẩm đặt ngoài trời (thùng chứa, bể bơi,...)

Tính chất của polyester không còn phụ thuộc nhiều vào các yếu tố sau:

- Thành phần nguyên liệu (loại và tỷ lệ tác chất sử dụng).
- Phương pháp tổng hợp.
- Trọng lượng phân tử.
- Hệ đóng rắn (monomer, chất xúc tác, chất xúc tiến).
- Hệ chất độn.

Bằng cách thay đổi các yếu tố trên, người ta sẽ tạo ra nhiều loại nhựa UPE có các tính chất đặc biệt khác nhau tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng.

Bảng 1.1. Tính kháng hóa chất của nhựa UPE [2]

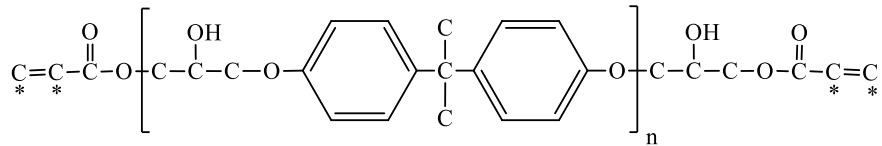
STT	Tính chất	
1	Kháng Acid loãng	Tốt
2	Kháng kiềm loãng	Tốt
3	Kháng dầu, mỡ	Vừa phải
4	Kháng Hydrocacbon béo	Kém
5	Kháng Hydrocacbon thơm	Kém
6	Kháng Hydrocacbon Halogen	Kém
7	Kháng cồn	Tốt

Bảng 1.2. Tính chất vật lí của nhựa UPE [2]

STT	Đặc tính vật lý	Thông số
1	Khối lượng riêng (Kg/cm ³)	1,1 - 1,46
2	Sức bền kéo (MN/m ²)	42 - 91
3	Môđun kéo (GN/m ²)	2 - 4,5
4	Sức bền nén (MN/m ²)	90 - 250
5	Co ngót (%)	0,004 - 0,008
6	Hệ số thấm nước (%)	0,15 - 0,6
7	Nhiệt riêng (KJ/g.°C)	0,3
8	Hệ số dẫn nhiệt (W/m.°C)	0,21

- Ưu điểm
 - Có độ cứng cao.
 - Ổn định kích thước.
 - Khả năng thấm ướt sợi và nhựa cao.
 - Dễ sử dụng, giá thành thấp.
 - Chịu được môi trường hóa học.
- Nhược điểm
 - Dễ bị nứt, đặc biệt là nứt do va đập.
 - Độ co ngót cao (khoảng 8 -10%).
 - Khả năng chịu hơi nước, nước nóng kém.
 - Dễ bị hư hại dưới tác dụng của tia cực tím.
 - Dễ bắt lửa.
 - Chịu nhiệt trung bình (102°C).
- b. Vinylester

Vinylester có cấu trúc tương tự như polyester, nhưng điểm khác biệt chủ yếu của nó với polyester là vị trí phản ứng, thường là ở cuối mạch phân tử do vinylester chỉ có kết đôi C=C ở hai đầu mạch.



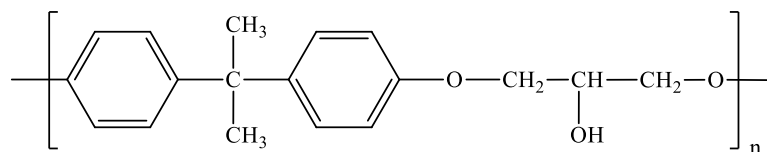
Hình 1.6. Công thức cấu tạo của vinylester

Tính chất: vinylester có ít nhóm ester hơn polyester (UPE), nhóm ester rất dễ bị thủy phân, tức là vinylester kháng nước tốt hơn các polyester khác, do vậy nó thường được ứng dụng làm ống dẫn và bồn chứa hoá chất. Vinylester chịu nhiệt tốt (chỉ biến dạng ở nhiệt độ cao).

Ứng dụng: khi so sánh với polyester thì số nhóm ester trong vinylester ít hơn, nghĩa là vinylester ít bị ảnh hưởng bởi phản ứng thủy phân. Thường dùng vật liệu này như là lớp phủ bên ngoài cho sản phẩm ngập trong nước, như là vỏ ngoài của tàu, thuyền. Giá thành vinylester đắt gấp 2-3 lần UPE.

- c. Epoxy

Nhựa epoxy được tạo thành từ những mạch phân tử dài, có cấu trúc tương tự vinylester, với nhóm epoxy phản ứng ở vị trí cuối mạch. Epoxy là đại diện cho một số nhựa có tính năng tốt nhất hiện nay. Nói chung, epoxy có tính năng cơ lý, kháng môi trường hơn hẳn các nhựa khác, là loại nhựa được sử dụng nhiều nhất trong các chi tiết máy bay. Với tính chất kết dính và khả năng kháng nước tuyệt vời của mình, epoxy rất lý tưởng để sử dụng trong ngành đóng tàu, là lớp lót chính cho tàu chất lượng cao hoặc là lớp phủ bên ngoài vỏ tàu thay cho polyester để bị thủy phân bởi nước và gelcoat.



Hình 1.7. Công thức cấu tạo của nhựa epoxy

Tính chất: khả năng kháng nước của epoxy rất tốt do nhựa epoxy không có nhóm ester. Do đó, chịu ứng suất cơ và nhiệt tốt, dai và kháng nhiệt tốt hơn mạch thẳng do có hai vòng thơm ở vị trí trung tâm. Cả nhựa epoxy lỏng và tác nhân đóng rắn đều có độ nhớt thấp thuận lợi quá trình gia công. Epoxy đóng rắn dễ dàng và nhanh chóng ở nhiệt độ phòng từ 5 – 150°C, tùy cách lựa chọn chất đóng rắn. Độ co ngót thấp trong

khi đóng rắn. Lực kết dính, tính chất cơ lý của epoxy được tăng cường bởi tính cách điện và khả năng kháng hóa chất.

Bảng 1.3. Tính chất vật lí của nhựa epoxy [2]

STT	Đặc tính vật lý	Thông số
1	Khối lượng riêng (Kg/cm ³)	1,10 - 1,40
2	Độ cứng (Rockwell)	80,0 - 110,0
3	Sức bền kéo (MN/m ²)	28 - 91
4	Mô đun kéo (GN/m ²)	2,40
5	Sức bền nén (MN/m ²)	100 - 175
6	Co ngót (%)	1.10^{-3} - 4.10^{-3}
7	Hệ số thấm nước(%)	0,08 - 0,15
8	Nhiệt riêng (KJ/g.°C)	0,25
9	Hệ số dẫn nhiệt (W/m.°C)	0,21

Ứng dụng: Nhựa epoxy được dùng làm keo dán, hỗn hợp xử lý bề mặt, hỗn hợp đổ, sealant, bột trét, sơn,... Ngoài nền là các loại nhựa ra ta có thể dùng nền kim loại và nền carbon.

1.1.6.2. Vật liệu gia cường

Vật liệu gia cường (hay cốt) cung cấp cơ tính như: độ cứng, độ bền phá hủy,... và cũng cải thiện một số tính chất lý học: tính dẫn, chịu nhiệt độ, độ bền mòn, tính dẫn điện,... cho vật liệu composite. Đối với vật liệu tăng cường, người ta quan tâm đến những đặc trưng sau: cơ tính phải cao, tỷ trọng nhỏ, tương thích với nhựa, dễ gia công chế tạo, giá thành thấp,...

Tùy vào mục đích sử dụng, vật liệu gia cường có thể có dạng hạt hoặc sợi với các nguồn gốc khác nhau: hữu cơ, vô cơ, khoáng chất, nhân tạo, tổng hợp,...

a. Dạng sợi

Vật liệu gia cường ở dạng sợi thường có dạng:

- Dạng dài: sợi mảnh (filament), bó sợi (strand), chỉ (yand), sợi thô roving,...
- Dạng vải: vải bình thường, mat,...

- Dạng nhiều phương: bện, tết, dệt phức tạp,...
- Sợi hữu cơ

Một số dạng sợi tự nhiên: cellulose là loại sợi quan trọng nhất, người ta hay dùng loại sợi này ở dạng vải sợi cắt ngắn hay chỉ yarn, tốt tương đương sợi viscose tái tạo. Vải cellulose ở dạng dệt thường được dùng cho vật liệu tấm laminate [16].

Bên cạnh đó, sợi thiên nhiên ngày càng được nghiên cứu và ứng dụng làm những sản phẩm composite thay thế các loại sợi đắt tiền, giảm giá thành sản phẩm và chế biến các sản phẩm thân thiện với môi trường.

Sợi thiên nhiên có tính hút ẩm do dẫn xuất từ lignocellulose, có chứa nhóm hydroxyl phân cực mạnh. Giới hạn trong việc sử dụng sợi thiên nhiên gia cường làm vật liệu composite là sự kết dính bề mặt kém giữa sợi có cực và nhựa nền không phân cực hay nói cách khác đó là sự thấm ướt kém của sợi với nhựa nền.

Tính chất vật lý của sợi tự nhiên:

- Phụ thuộc nhiều vào nguồn gốc của sợi. Sợi từ thân và lá thường được sử dụng làm composite.
- Đặc tính cơ học của sợi phụ thuộc vào tính chất của từng thành phần, cấu trúc sợi, chiều dài của sợi con kích thước của sợi, thời kỳ trưởng thành và phương pháp tách sợi. Đặc tính như tỷ trọng, điện trở riêng, độ bền kéo và mô đun ban đầu được liên hệ đến cấu trúc bên trong và thành phần hóa học của sợi. Tính chất mong muốn của sợi bao gồm độ bền kéo và mô đun tốt, tỷ trọng thấp, dễ làm khuôn.
- Sợi thiên nhiên có thể vượt qua sợi thủy tinh về chi phí thấp, nguồn nguyên liệu có thể tái chế và độ bền cao.

Bảng 1.1. Tính chất của các loại sợi tự nhiên dùng trong composite [16]

Sợi	Độ bền kéo (MPa)	Mô đun (GPa)	Biến dạng đứt (%)	Khối lượng riêng (g/cm ³)
Cây linh lăng	350	22	1,8	0,89
Bã mía	290	17	-	1,25
Tre	140 - 230	11 - 17	-	0,6 - 1,1
Cây chuối	500	12	1,9	1,35
Xơ dừa	175	4 - 6	30	1,2
Bông	287 - 597	5,5 - 2,6	7 - 8	1,5 - 1,6
Cây chà là	97 - 196	2,5 - 5,4	2 - 4,5	1 - 1,2
Lanh	345 - 1035	27,6	2,7 - 3,2	1,5
Gai dầu	690	70	1,6	1,48
Cây thùa sợi	500 ± 70	13,2 ± 3,1	4,8 ± 1,1	1,2
Đay	393 - 773	26,5	1,5 - 1,8	1,3
Cây dâm bụt	930	53	1,6	-
Cây tầm ma	650	38	1,7	-
Cây cọ	248	3,2	25	0,7 - 1,55
Cây dứa	1,44	400 - 627	14,5	0,8 - 1,6

Bảng 1.2. Thành phần hóa học của các sợi tự nhiên [16]

Sợi	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Sáp (%)
Linh lăng	45,4	38,5	14,9	2
Bã mía	55,2	16,8	25,3	-
Tre	26 - 43	30	21 - 31	-
Chuối	63 - 64	19	5	-
Xơ dừa	32 - 43	0,15 - 0,25	40 - 45	-
Bông	85 - 90	5,7	-	0,6
Lanh	71	18,6 - 20,6	2,2	1,5
Gai dầu	68	15	10	0,8
Đay	61 - 71	14 - 20	12 - 13	0,5
Dứa dại	65	12	9,9	2

Sợi aramid có khối lượng riêng thấp, độ bền kéo cao, độ cứng cao, bền dai tốt và chịu áp lực nén ép như kim loại. Độ bền dai của sợi góp phần khả năng chịu đạn tuyệt vời và chịu sự phá hủy. Sợi aramid có độ ổn định nhiệt cao, các tính chất điện môi thấp và kháng hóa chất tốt, mặc dù tính chất này bị giảm giá trị trong acid và base vô cơ mạnh.

Sợi aramid được dùng trong composite để tạo vật liệu cứng, cơ tính cao, nhẹ đặc biệt so với thủy tinh. Vật liệu composite có aramid thì kháng các thiệt hại do môi, va đập, đứt vỡ do lực kéo căng, có tính kháng mòn, ẩm ướt và rung động cao. Chúng có nhiệt độ sử dụng từ -320°C đến 400°C và không dẫn điện.

Tuy giá thành sợi aramid thấp hơn sợi cacbon từ 3 đến 5 lần nhưng việc sử dụng nó để tạo vật liệu composite còn có nhiều hạn chế vì:

- Độ bền nén, uốn, uốn dọc khá thấp.
- Rất nhạy với biên dạng cắt giữa các lớp.

Nhược điểm trên là do liên kết sợi – nhựa không chắc chắn. Trong kỹ thuật người ta sử dụng hỗn hợp sợi thủy tinh – kevlar để chế tạo các thiết bị chống phóng xạ, chống nhiệt và làm một số dụng cụ thể thao khác nhau.

Sợi carbon gia cường nhẹ, độ bền kéo cao được ứng dụng trong ngành hàng không vũ trụ, có thể được dùng như vật liệu gia cường cho kim loại cũng tốt như cho chất dẻo.

Sợi này có thể được sản xuất từ những nguyên liệu ban đầu khác nhau, nhưng hiện nay, sợi acrylic, tơ nhân tạo rayon cellulose và hắc ín thường sử dụng nhất. Với hướng đi acrylic, tổng hợp sớm với sợi polyacrylonitrile tạo ra sợi carbon tốt hơn đi từ sợi cellulose. Chúng bị oxy hóa ở nhiệt độ thấp 200 – 250°C, cacbon hóa ở khoảng 1000°C và graphit hóa tại 2000°C trong một lò luyện nhiệt hồ quang điện. Ngoài dạng sợi đơn, cả hai loại sợi carbon và graphit ở dạng kết cấu dệt đều có sẵn trên thị trường [13].

- Sợi vô cơ

Sợi thủy tinh đã được sử dụng từ hàng nghìn năm trước đây. Người Ai Cập cổ đại đã biết dùng thủy tinh cho vào đất sét để tránh sự co ngót của sản phẩm sau khi nung. Khoảng thế kỷ XVIII sợi thủy tinh được sử dụng trong thẩm thấu kim tuyến ở Pháp.

Những năm 30 của thế kỷ XX sợi thủy tinh E đã ra đời đánh dấu sự phát triển và thương mại hóa sợi thủy tinh [17].

Năm 1935 người ta đã bắt đầu sử dụng nhựa nhiệt rắn polyester để sản xuất vật liệu composite gia cường sợi thủy tinh và ứng dụng để làm mái che rada trên máy bay trong suốt chiến tranh Thế giới lần II. Từ đó đến nay, vật liệu composite trên cơ sở sợi thủy tinh và các sợi tăng cường khác (cacbon, aramit) ngày càng phát triển. Những năm gần đây, thị trường sợi thủy tinh rất phát triển với sản lượng khoảng 1,8 đến 2 triệu tấn/năm [18]. Ngày nay, vật liệu composite gia cường bằng sợi thủy tinh được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực giao thông vận tải (chế tạo các thiết bị ô tô, tàu hỏa), trong xây dựng (vách ngăn tường, tấm chắn gió,...), ngành hàng không và vũ trụ.

Sợi thủy tinh là sợi được kéo ra từ các loại thủy tinh kéo sợi được (thủy tinh dệt), có đường kính nhỏ, có thể nhỏ đến vài chục micro mét. Khi đó các sợi này sẽ mất những

nhược điểm của thủy tinh khối như: giòn, dễ nứt gãy, mà trở lên có nhiều ưu điểm hơn [14].

Sợi thủy tinh được ứng dụng rộng rãi nhờ có nhiều ưu điểm như sau:

- Nhẹ, không cháy, chịu nhiệt tốt.
- Bền hóa, bền môi trường.
- Cơ tính cao.
- Cách điện rất tốt.
- Ổn định kích thích.
- Dễ tạo hình.
- Kết dính tốt với tất cả các loại nhựa.
- Đa dạng, giá thành thấp.

Phân loại sợi thủy tinh: phân loại theo tính chất, thành phần của sợi thủy tinh gồm các loại sau:

- E-glass (electrical glass): được sử dụng để chế tạo vật liệu cách điện.
- A-glass (Alkaline glass): sợi thủy tinh chịu môi trường kiềm tốt.
- C-glass (chemicals glass): sợi thủy tinh chịu môi trường hóa chất.
- S, R-glass: sợi thủy tinh có môđun cao, độ bền cao.

Bảng 1.4. Đặc tính của các loại sợi thủy tinh [1]

STT	Loại	Đặc tính chung
1	E	Ứng dụng chung, tính cách điện tốt
2	D	Tính dẫn điện cao
3	A	Hàm lượng kiềm cao
4	C	Độ bền hóa học cao
5	R,S	Độ bền cơ học cao

Bảng 1.3. Thành phần hóa học của sợi thủy tinh [1]

Loại	A	C	E	S
SiO ₂	72	6,5	52-56	65
Al ₂ O ₃	0,6	4	12-16	25
CaO	10	14	16-25	10
MgO	2,5	3	0-6	-
B ₂ O ₃	-	6	8-13	-
Na ₂ O, K ₂ O	14,2	8	0-3	-
Ti ₂ O	-	-	0-0,4	-
SO ₃	0,7	-	0	-
Fe ₂ O ₃	-	-	0,05-0,4	-

Bảng 1.4. Tính chất cơ lí của sợi thủy tinh [1]

Tính chất	Loại sợi thủy tinh				
	E	A	C	S	R
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,56	2,45	2,45	2,49	2,49
Độ bền kéo (MPa)	3400	3100	3100	4590	4400
Modun đàn hồi (MPa)	73000	74000	71000	85500	86000
Điểm nóng chảy (°C)	850	700	690	-	990

- Các loại sợi khác

Sợi Boron (Bo) có độ bền kéo cao và khối lượng riêng thấp, được dùng gia cường cho nhựa epoxy.

Sợi gốm (ceramic fiber), dựa trên nền oxit nhôm (alumina). Loại sợi này được phát triển do bản chất tự nhiên kết tinh cao phân tử của chúng làm cho chúng có các tính chất theo phương ngang tốt hơn sợi graphit hay aramid. Sợi gốm cho độ ổn định ở nhiệt độ cao rất tốt. Chúng có mặt trên thị trường ở dạng sợi có độ dài khác nhau và dạng vải.

Sợi mảnh kim loại (metal filament) được tạo hình dạng sợi fiber, dây wire và dạng dây tóc whisker được áp dụng hạn chế trong vật liệu composite.

b. Dạng hạt

Thường được sử dụng là : silica, CaCO_3 , vẩy mica, vẩy kim loại, độn khoáng, cao lanh, đất sét, bột talc, hay graphite, carbon,... Độn dạng hạt chịu nhiệt, chịu môi trường, chịu mài mòn, giá thành thấp. Ngoài ra, độn dạng hạt có khả năng gia công dễ hơn, tạo bọt ít hơn so với sợi. Khi gia công vật liệu chịu lực cao nên chọn vật liệu dạng sợi, hoặc có thể dùng một lớp sợi, một lớp hạt để bổ sung tính chất.

Bảng 1.5. Một số ứng dụng của chất độn hạt

Nhiệm vụ chính	Loại độn	Đặc tính khác
Tăng cường cơ học	Bi thủy tinh nhỏ, rỗng	Giảm tỉ trọng
	Bi thủy tinh nhỏ, đặc	Tăng tỉ trọng, kháng mài mòn và trượt
	Vẩy mica	Tăng các tính chất điện môi và cách nhiệt. giảm tính chịu va đập
Giảm giá thành	CaCO_3	Bền nhiệt, ổn định kích thước, bề mặt đẹp, tính kháng nước tốt
	Bột Talc	Bền mặt khô nhanh, tăng độ nhớt khi gia công
	Cao lanh	Hàm lượng chất độn giới hạn vì hút nhiều nước
	Silic	Giảm tính chịu va đập
Dẫn điện	Bột hoặc dăm kim loại	Dẫn nhiệt, tăng tỉ trọng, tính chịu va đập rất tốt
	Bột carbon graphite	Bảo vệ chống tia cực tím
	Bi nhỏ rỗng bọc kim loại	Giảm tỉ trọng và tăng cơ tính

1.1.7. Các chất phụ gia

1.1.7.1. Chất xúc tác

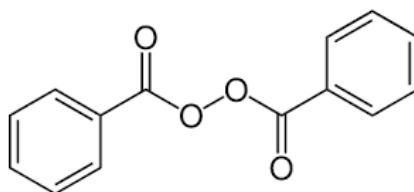
Các chất xúc tác chỉ được cho vào nhựa trước khi gia công. Vai trò của chúng là tạo gốc tự do kích động cho quá trình xúc tác phản ứng đồng trùng hợp.

Tác nhân kích thích cho sự tạo thành gốc tự do có thể là chất xúc tiến, bức xạ ánh sáng, tia tử ngoại hay nhiệt độ.

Chất xúc tác gồm các loại sau: Xúc tác peroxide, xúc tác azo và diazo.

a. Xúc tác peroxide

Peroxide: thông dụng nhất là benzoil – peroxide



Hình 1.8. Công thức cấu tạo của benzoil peroxide

Nó là loại bột trắng, tồn tại ở ba dạng: khô (khoảng 5% ẩm), paste trong nước (khoảng 25% nước) và thông dụng nhất là paste trong tricresyl-phosphonate hay dimethyl phthalate (khoảng 70% peroxide). Nó được dùng để đóng rắn nhựa polyester (ở nhiệt độ khoảng trên 80°C) và thường được dùng với tỉ lệ 0,5-2% so với nhựa. Khi cho vào nhựa nó thường ở dạng paste vì ở dạng khô nó không phân tán đều vào nhựa.

Khi phân hủy ở nhiệt độ cao, sẽ xảy ra phản ứng:



R: - C₆H₅

Ngoài ra các chất xúc tác thuộc loại peroxide còn có:

+ Di-t-butyl peroxide: (CH₃)₃ -C-O-O-C-(CH₃)₃

+ Di-acetyl peroxide: (CH₃)₃-CO-O-O-OC-(CH₃)₃

Hydroperoxide:

- + t-butyl-hydroperoxide $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OOH}$
- + Cumen-hydroperoxide $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{OH}$

Hai loại MEKP và HCH được dùng để đóng rắn nguội cho nhựa polyester.

Metyl ethyl keton peroxide tên viết tắt là MEKP, nó thực chất là hỗn hợp của một số hợp chất peroxide, thành phần thay đổi tùy thuộc vào nhà sản xuất. MEKP thường được sử dụng ở dạng dung dịch 50-60% trong dimethyl phthalate với hàm lượng từ 0,1- 0,2%. Nó là chất oxy hóa mạnh nên phải tránh tiếp xúc với oxy.

Cyclo-hexanol peroxide là sản phẩm phản ứng giữa hydroperoxide với cyclohexanol peroxide và được viết tắt là HCH

b. Xúc tác azo và diazo

- + Diazo aminobenzen: $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$
- + Dinitric của acid diazobutyric: $\text{NC}(\text{CH}_3)_2-\text{N}=\text{N}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{COO}-\text{CN}$
- + Dimetyl ester của acid diazobutyric: $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OOC}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{N}=\text{N}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5$

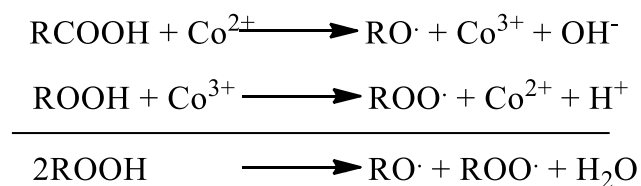
1.1.7.2. Chất xúc tiến

Chất xúc tiến là chất đóng vai trò xúc tác cho phản ứng tạo gốc tự do của chất xúc tác. Dùng chất xúc tiến sẽ giảm được nhiệt độ và thời gian đóng rắn một cách đáng kể và có thể dùng để đóng rắn nguội. Gồm các loại: xúc tiến kim loại, amin bậc ba và mercaptan.

a. Xúc tiến kim loại

Xúc tiến kim loại là muối của kim loại chuyển tiếp như: cobalt, chì, mangan, ceri,... và các acid như: naphthenic, linoleic, octonic,... hòa tan tốt trong polymer. Loại xúc tác này thường dùng chung với các chất xúc tác dạng hydroperoxide (MEKP, HCH). Naphthenic-cobalt là loại thông dụng nhất thường dùng với hàm lượng 0,002-0,02% cobalt kim loại so với nhựa.

Cơ chế xúc tiến của cobalt kim loại:



Ngoài xúc tiến kim loại ở dạng muối, người ta còn dùng dạng phức, ví dụ: ferrocen, dạng phức dicyclopentadienyl của sắt dùng để xúc tiến cho cumen peroxide khi cần đông rắn nhanh ở nhiệt độ khoảng 80°C.

b. Amin bậc ba

Loại xúc tiến này thường dùng với các chất xúc tác peroxide, thuộc loại này thường gặp:

- + Dimetyl – aniline (DMA): $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$
- + Dietyl – aniline (DEA): $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
- + Dimetyl – p- toluidine (DMPT): $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$

Lượng dùng khoảng 0,02 – 0,5% so với nhựa

c. Mercaptan

Lauryl Mercaptan có thể được dùng làm xúc tiến với hàm lượng nhỏ, khi cần khống chế nhiệt độ, được dùng để đúc nhựa cho sản phẩm biến màu. Tuy vậy nó đông rắn không hoàn toàn, làm cho cơ lý tính nhựa không tốt.

1.1.7.3. Chất pha loãng

Tính chất của polyester phụ thuộc không những vào hàm lượng nối đôi và nhóm ete, vào mạch thơm hay thẳng, mức độ đa tụ mà còn phụ thuộc vào tính chất của tác nhân nối ngang – monomer.

Các monomer khâu mạch ngang được dùng để đồng trùng hợp với các nối đôi trong nhựa UPE, tạo liên kết ngang thường là chất có độ nhớt thấp (dạng lỏng) nên còn có tác dụng làm giảm độ nhớt của hỗn hợp, do vậy chúng còn được gọi là chất pha loãng. Momomer pha loãng phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Đồng trùng hợp tốt với polyester, không trùng hợp riêng rẽ tạo sản phẩm không đồng nhất, làm ảnh hưởng đến tính chất của sản phẩm, hoặc còn sót lại monomer làm sản phẩm mềm dẻo, kém bền.
- Monomer phải tạo hỗn hợp đồng nhất với polyester, tốt nhất là dung môi cho polyester. Lúc đó nó hòa tan hoàn toàn vào giữa các mạch phân tử polyester, tạo thuận lợi cho phản ứng đóng rắn và tạo độ nhớt thuận lợi cho quá trình gia công.
- Nhiệt độ sôi cao, khó bay hơi trong quá trình gia công và bảo quản.
- Nhiệt phản ứng đồng trùng hợp thấp, sản phẩm đồng trùng hợp ít co rút.
- Ít độc.

Để đóng rắn nhựa polyester, người ta dùng các monomer: styrene, methyl meta acrylate (MMA), vinyl toluene, diallyl phthalate, triallyl xianuarat,... trong đó styrene được sử dụng nhiều nhất.

1.1.7.4. Chất róc khuôn

Chất róc khuôn có tác dụng ngăn cản nhựa bám dính vào bề mặt khuôn.

Chất róc khuôn dùng trong đắp tay là loại chất róc khuôn ngoại được bôi trực tiếp lên khuôn.

Một số chất róc khuôn: wax, silicon, dầu mỏ, mỡ heo,...

1.1.8. Các phương pháp gia công vật liệu

Công nghệ chế tạo vật liệu composite rất phong phú và đa dạng. Tùy thuộc vào yêu cầu, tính chất của sản phẩm mà có thể thay đổi phù hợp [14].

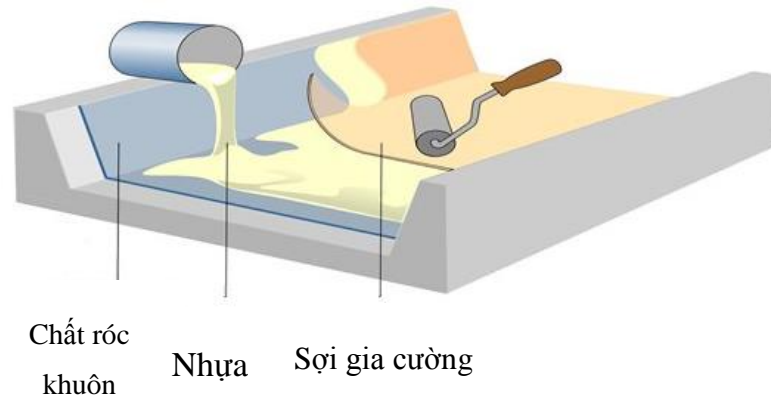
1.1.8.1. Phương pháp đắp tay (Hand lay-up)

Kỹ thuật gia công bằng tay dùng để sản xuất các sản phẩm gia cường, thường dùng để tẩm ướt sợi thủy tinh với nhựa. Nhựa dùng trong loại này là nhựa nhiệt rắn và đóng rắn ở nhiệt độ phòng với áp suất thường. Các sản phẩm của kỹ thuật này không quá lớn, được sản xuất với số lượng ít và có vốn đầu tư thấp.

- Phương pháp chế tạo

Dùng cọ hay con lăn quét nhựa lên bề mặt khuôn đã được chống dính, đặt sợi lên rồi quét nhựa, sau đó dùng con lăn đuổi bọt khí và nén chặt liên tục như vậy cho đến khi

đạt bề dày yêu cầu, đợi sản phẩm đóng rắn hoàn toàn lấy ra khỏi khuôn và hoàn tất sản phẩm.



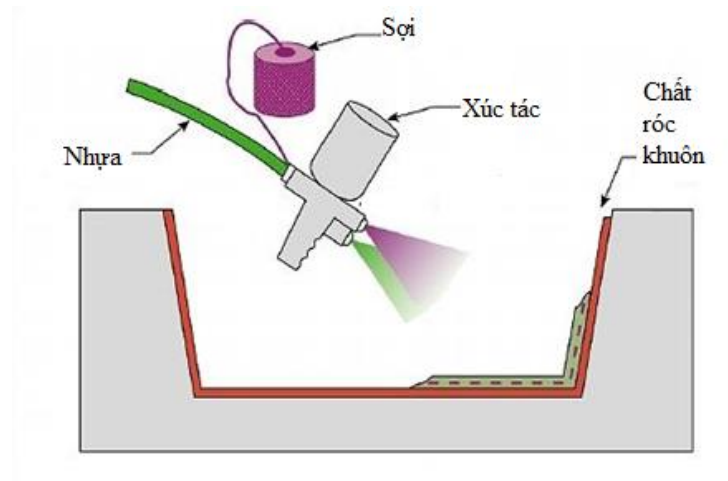
Hình 1.9. Phương pháp đắp tay [14]

- Ưu điểm
 - Thiết kế linh động, dễ dàng thay đổi.
 - Chi phí đầu tư dụng cụ, thiết bị thấp.
 - Hàm lượng sợi cao và phù hợp với sợi dài.
- Nhược điểm
 - Sản phẩm chỉ có một bề mặt nhẵn.
 - Thời gian đóng rắn thường dài.
 - Chất lượng sản phẩm phụ thuộc nhiều vào kỹ năng thao tác.
 - Vấn đề an toàn sức khỏe, nhựa dùng trong phương pháp này có khối lượng phân tử thấp nên mức độ độc hại cao hơn, dễ thấm vào áo quần,...
 - Nhựa yêu cầu có độ nhớt thấp, ảnh hưởng đến tính chất cơ học, tính chất nhiệt do yêu cầu lượng chất pha loãng (ví dụ: styren) thích hợp.

1.1.8.2. Phương pháp súng phun (Spray up)

Kỹ thuật súng phun được sử dụng thay thế cho kỹ thuật đắp tay, mặc dù chúng có một số điểm khác nhau. Kỹ thuật này có thể dùng để thay thế cho hand lay-up trong trường hợp khuôn quá lớn, khó chuẩn bị sợi gia cường vì quá nặng không dùng tay được.

Kỹ thuật súng phun làm ra sản phẩm nhanh hơn so với hand lay-up. Tuy nhiên, sản phẩm trong kỹ thuật này đòi hỏi ít nghiêm ngặt hơn phương pháp đắp tay. Điểm khác biệt của quy trình này là không cho phép điều khiển đương lượng như trong phương pháp đắp tay. Vì vậy, sản phẩm giống nhau thì không chắc là có cùng tính chất như nhau.



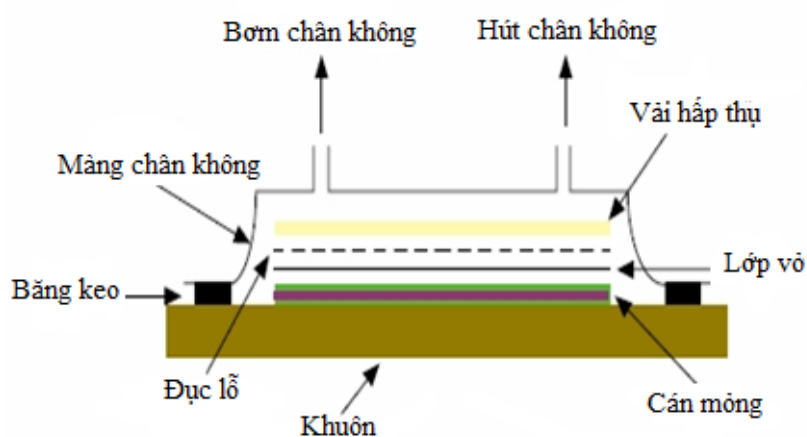
Hình 1.10. Phương pháp súng phun [19]

Sợi được cắt ngắn ngay trong súng phun, được phun đồng thời với nhựa lên khuôn. Để sản phẩm đóng rắn hoàn toàn mới tháo khuôn.

- Ưu điểm
 - Nhanh, chi phí dụng cụ thấp.
 - Sản phẩm có kích thước lớn và phức tạp.
- Nhược điểm
 - Sử dụng thêm chất phụ gia để tăng độ bám dính.
 - Chiều dày sản phẩm không đồng đều, phụ thuộc vào tay nghề công nhân.
 - Chỉ chế tạo được composite sợi ngắn.
 - Nhựa cần có độ nhớt thấp khi phun, ảnh hưởng đến tính chất cơ nhiệt của sản phẩm, cùng với hàm lượng styren cao, dễ ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân.

1.1.8.3. Phương pháp hút chân không (Vacuum bagging)

Công nghệ hút chân không là quá trình đắp sợi, nhựa và lõi lên khuôn, sau đó dán lên một màng nhựa chân không, tạo sự chênh lệch áp trong và màng ngoài, khi đó áp suất khí quyển bên ngoài sẽ nén chặt lớp nhựa sợi lên khuôn khi đóng rắn. Áp suất tạo ra nhờ một máy hút chân không có áp lực khoảng 0,068 - 1 MPa là đủ độ chặt và độ định hướng tốt hơn so với phương pháp đắp tay.



Hình 1.11. Phương pháp hút chân không [19]

Quy trình hút chân không:

- + Gia công tấm composite.
- + Phủ lớp màng tách khuôn.
- + Bố trí màng rút khí để cân bằng áp suất.
- + Lắp áp kế, dán băng dính nhậy áp.
- + Phủ màng hút chân không.
- + Lắp van, ống hút chân không.
- + Khởi động máy hút chân không.
- + Quan sát dòng nhựa chảy, dùng con lăn để đưa nhựa về các góc cạnh.
- + Duy trì áp suất chân không.

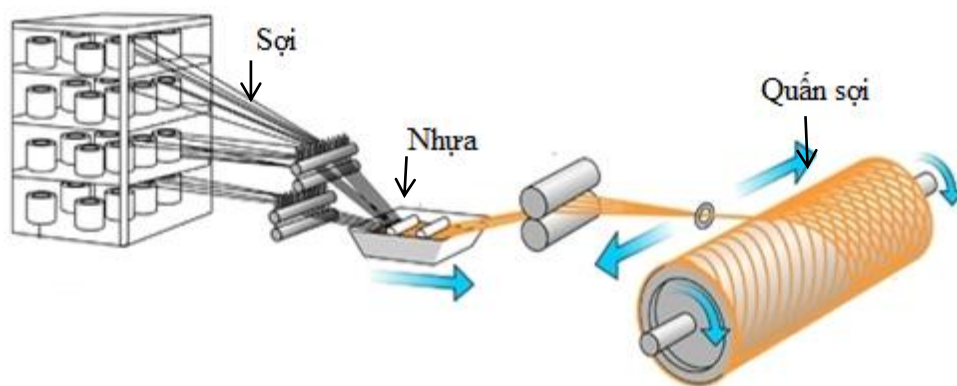
- Ưu điểm
 - Hàm lượng lỗ bọt ít.
 - Thấm nhựa lên sợi tốt hơn nhờ áp suất chân không, lượng nhựa thừa sẽ được loại bỏ, nên hàm lượng sợi cao hơn phương pháp gia công bằng tay.
 - An toàn cho sức khỏe: túi chân không sẽ làm giảm lượng chất bay hơi giải phóng khi đóng rắn .
- Nhược điểm
 - Quá trình tạo chân không làm tăng giá thành sản phẩm.
 - Đòi hỏi kỹ năng thao tác cao hơn.

1.1.8.4. Phương pháp quấn sợi (Filament winding)

Cốt sợi được kéo qua bể chứa nhựa cho thấm nhựa trước, sau đó được cuộn phủ lên bề mặt khuôn. Phương pháp này dùng để sản xuất ống và thùng chứa...

Có hai phương pháp cuộn: cuộn khô và cuộn ướt.

- Cuộn khô: quấn lên trục khuôn bán thành phẩm tức là quá trình tẩm nhựa lên sợi đã được thực hiện trước đó rồi.
- Cuộn ướt: quá trình tẩm nhựa lên sợi được diễn ra đồng thời với quá trình quấn lên khuôn. Tức là sợi thô sau khi qua bể nó được quấn lên trục ngay.

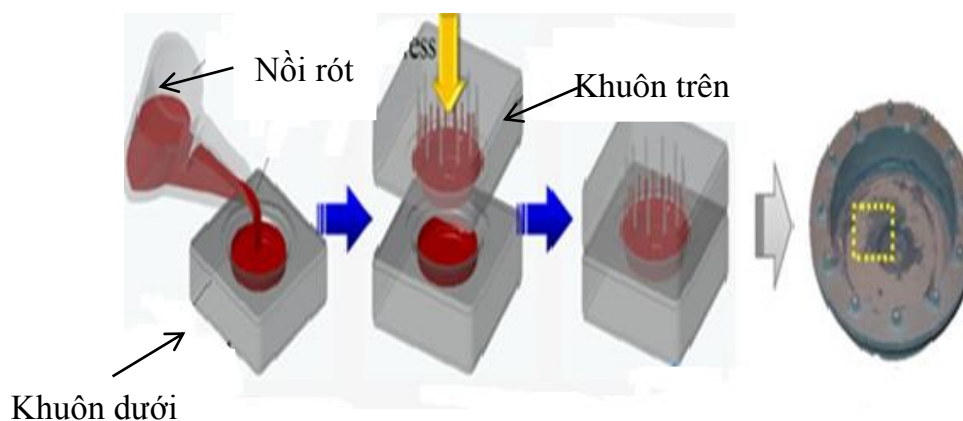


Hình 1.12. Phương pháp quấn sợi [14]

- Ưu điểm
 - Nhanh, hiệu quả kinh tế cao.
 - Tỷ lệ sợi/nhựa có thể điều chỉnh được khi sợi đi qua bể nhựa.
 - Giá thành sợi giảm thiểu do không qua công đoạn dệt sợi thành vải.
 - Tính chất của sản phẩm tốt do có thể điều chỉnh phương của sợi phù hợp.
- Nhược điểm
 - Hạn chế ở một số dạng sản phẩm nhất định (rỗng, mặt cắt tròn, oval,...).
 - Khó điều chỉnh chính xác vị trí sợi dọc theo chiều dài sản phẩm.
 - Giá thành đối với những sản phẩm lớn là rất cao.
 - Yêu cầu nhựa có độ nhớt thấp nên ảnh hưởng tính chất cơ học và vấn đề an toàn sức khỏe.

1.1.8.5. Phương pháp đúc ép nóng (Hot moulding)

Nhựa cốt được phân bố đều mặt khuôn đúc dưới áp suất và nhiệt độ cao. Sản phẩm được định hình theo ba chiều. kỹ thuật đúc ép được sử dụng để tạo những sản phẩm có kích thước lớn. Sản phẩm được định hình sau khi làm nguội.



Hình 1.13. Phương pháp đúc ép nóng [19]

- Ưu điểm
 - Lượng vật liệu dư thải bỏ trong quá trình ép rất thấp, và không có sự văng ra của vật liệu thừa và rãnh ngang khuôn đúc.
 - Không có sự bào mòn lỗ đúc khuôn hay rãnh ngang khuôn đúc.

- Áp suất nén được trải đều trên vật liệu đúc, ứng suất bên trong và hợp lực gây cong vênh rất thấp.
- Sự co ngót chi tiết sau đúc là rất thấp.
- Nhược điểm
 - Không dùng để ép đúc các chi tiết tinh xảo, mỏng, dễ vỡ.
 - Vệ sinh ống lót khuôn đúc thường gặp khó khăn.
 - Gia công làm sạch các rìa sau quá trình đúc tốn thời gian và chi phí.
 - Độ sâu của khuôn đúc giữ được giới hạn trong 2,5 lần bề dày.
 - Trọng lượng hạt vật liệu đúc phải được kiểm soát chặt chẽ.

1.2. Vật liệu nhẹ trong xây dựng

1.2.1. Một số vật liệu nhẹ

Vật liệu xây dựng nhẹ bao gồm vật liệu kết cấu tường, vật liệu cách nhiệt, tấm lợp, cửa sổ, cửa ra vào, mặt tiền, vách thạch cao, trần nhà, sàn nhà và các sản phẩm từ xi măng. Các vật liệu nhẹ có thể phản ứng nhanh hơn với những thay đổi về nhiệt độ, có khả năng làm mát nhanh ở những vùng khí hậu nóng. Vật liệu nhẹ thường tốn ít chi phí hơn để sản xuất và vận chuyển, đồng thời tốn ít diện tích để cất trữ tại công trường.

Sự đa dạng của các loại vật liệu nhẹ giúp tăng tính linh hoạt trong thiết kế, ví dụ như các khối polystyrene có thể dễ dàng định hình theo mục đích thiết kế. Polystyrene cũng cung cấp khả năng cách nhiệt hiệu quả cao, có thể được sử dụng cho phần mái nhà, sàn nhà và các bức tường. Các loại gỗ nhiều lớp thải ra lượng khí carbon thấp hơn các vật liệu thông thường. Quy trình sản xuất loại vật liệu này không tạo ra khí thải và gỗ được khai thác từ các khu rừng đã được chứng nhận về quản lý bền vững.

Những vật liệu nhẹ còn có thể tạo thành từ các nguyên liệu tự nhiên, thân thiện với môi trường như vỏ dừa, vỏ quả sầu riêng để tăng độ bền, những vật liệu từ thực vật này rất phù hợp cho việc xây dựng các bức tường và mái nhà. Sử dụng vật liệu nhẹ giúp tiết kiệm năng lượng và giúp giảm chất thải từ ngành công nghiệp chế biến trái cây.

Những vật liệu xây dựng nhẹ có mật độ thấp hơn nước, tuy nhiên tỷ lệ cường độ trên trọng lượng của chúng lại cao hơn nhôm và thép. Các cấu trúc với độ xấp cao đã chứng minh hiệu quả trong việc mang tải trọng thấp.

Trên thị trường Việt Nam hiện nay đã có nhiều công ty sản xuất, nhập khẩu các loại vật liệu nhẹ đặc biệt là các tấm tường bê tông đúc sẵn hay gỗ, nhiều công trình xây dựng quan trọng đã sử dụng vật liệu siêu nhẹ và có thể khẳng định, vật liệu nhẹ là giải pháp hiệu quả cho ngành xây dựng không những giảm thời gian, chi phí thi công mà còn đảm bảo tính bền vững đối với môi trường [20].

1.2.1.1. Gạch nhẹ AAC

Gạch nhẹ AAC hay còn gọi gạch bê tông nhẹ. Đây là dòng gạch bê tông khí chưng áp (viết tắt là AAC). Gạch có nhiều kích thước đa dạng có thể sản xuất với mọi kích thước mà nhà thầu yêu cầu. Các kích thước thông thường: 600x200x100 mm, 600x200x150 mm, 600x200x200 mm.

Do đặc tính của gạch AAC rất nhẹ, nhẹ gấp 3 lần gạch đỏ thông thường. Khả năng cách âm, chịu lực, cách nhiệt rất tốt theo tiêu chuẩn ISO 9001:2008. Đây là vật liệu xây dựng nhẹ được sử dụng hầu hết cho tất cả các công trình cao tầng từ năm 2018. Hiện các công trình nhà dân, nhà hàng, nhà công nghiệp sử dụng vật liệu nhẹ này rất phổ biến.

Sử dụng gạch nhẹ AAC, loại vật liệu nhẹ dùng cho kết cấu tường, vách ngăn, nâng sàn. Khi hoàn thiện tường bằng gạch nhẹ AAC giúp giảm toàn bộ trọng lượng của cả công trình. Gạch nhẹ dễ dàng thi công, đẩy nhanh tiến độ và giảm chi phí đầu tư rõ rệt.

Việc lắp đặt hệ thống cơ điện, lắp đặt thiết bị lên tường và vách ngăn thực hiện dễ dàng. Đây là vật liệu xây dựng nhẹ thân thiện môi trường và giúp cải thiện khả năng chống cháy, cách âm, cách nhiệt. Ngoài ra có thể sử dụng tấm bê tông nhẹ AAC, kích thước lớn để thi công hoàn thiện.



Hình 1.14. Bê tông nhẹ

1.2.1.2. Trần thạch cao

Trần thạch cao là loại vật liệu nhẹ được sử dụng hầu hết trong thi công hoàn thiện nội thất. Với đặc tính nhẹ, dễ dàng thi công và dễ dàng xử lý. Trần thạch cao tạo vẻ đẹp hài hòa theo thiết kế của chủ nhà.

Sử dụng thạch cao giúp linh hoạt trong việc điều chỉnh cao độ, kích thước theo thiết kế. Việc cắt trần, đóng trần và sơn bả hoàn toàn dễ dàng khi sử dụng thạch cao.

Trên thị trường hiện nay, thạch cao có rất nhiều loại. Do đó, việc lựa chọn loại thạch cao và hệ xương sao cho phù hợp với chức năng sử dụng của từng khu vực là điều cần thiết:

Khu vực thông thường như phòng ngủ, phòng khách, phòng làm việc sử dụng tấm thạch cao với độ dày từ 9 – 12,5 mm. Loại trần này thường chi phí rẻ hơn và dễ dàng thi công song vẫn đảm bảo thẩm mỹ của căn nhà.

Những khu vực ẩm ướt như nhà vệ sinh, khu vực tiếp giáp miệng gió lạnh louver,... Những khu vực này sẽ chịu độ ẩm cao, hơi nước đọng. Tấm thạch cao chống ẩm là vật liệu nhẹ hợp lý nhất. Bề mặt tấm thạch cao chống ẩm thường có màu xanh rêu, độ dày thường sử dụng từ 9 – 12,5 mm.

Đối với khu vực có yêu cầu chống cháy thì tấm gyproc chống cháy lõi bao gồm hỗn hợp thạch cao, sợi thủy tinh và phụ gia Micro Silica để tạo đặc tính chống cháy là lựa chọn tốt nhất. Loại thạch cao chống cháy này có thể chịu lửa trong khoảng hơn 2 giờ. Bề mặt thường có màu đỏ, độ dày cũng từ 9 – 12,5 mm.

1.2.1.3. Trần cement

Các tấm trần này là vật liệu xây dựng nhẹ dùng để hoàn thiện trần tại vị trí bên ngoài nhà. Những khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp của thời tiết: nắng, mưa gió có thể hút vào.

Ưu điểm của loại vật liệu nhẹ này là chịu nước, chống ẩm mốc, chống cháy, chống mối mọt, cách âm, cách nhiệt. Sử dụng không bị cong vênh – rạn nứt và độ bền hơn gỗ tự nhiên.

Do vậy để hoàn thiện trần như che hệ thống cơ điện, che đường ống nước đi phía dưới ban công hoặc phía mặt tiền. Tấm cement board và fiberock thường được sử dụng do chi phí rẻ, dễ thi công và hoàn thiện tương tự tấm thạch cao.

Trên thị trường các loại vật liệu nhẹ tấm thạch cao, tấm cement, fiberock thường sử dụng như: Vĩnh Tường, USG Boral, Gyproc Thái Lan,... Các khu vực yêu cầu khả năng cách âm cao. Biện pháp sử dụng bông thủy tinh kết hợp trần và vách sẽ giúp cho khả năng cách âm của căn phòng tốt hơn.



Hình 1.15. Trần cenmentboard

1.2.1.4. Sàn vinyl

Tấm vinyl khi được ốp lên sàn tạo thẩm mỹ khá tốt. Do đặc tính rất nhẹ thi công không phức tạp vẫn giữ được khả năng chất tải của sàn. Các loại sàn này thường được

sử dụng tại các khu vực như phòng thể thao, văn phòng, cơ quan,... Sàn vinyl có thể dán trực tiếp lên bề mặt bằng phẳng nhờ liên kết ngàm với nhau.

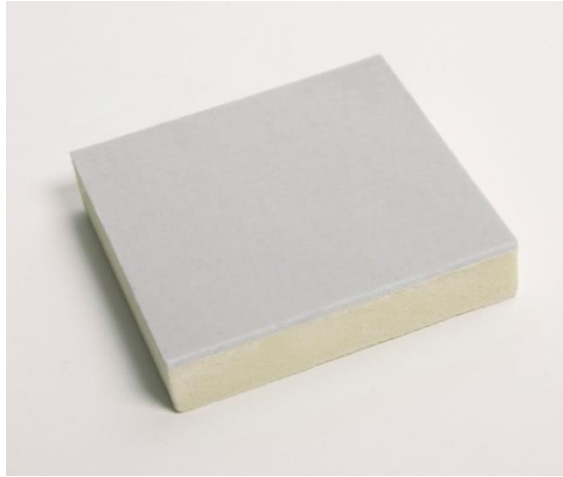


Hình 1.16. Sàn vinyl

1.2.2. Kết cấu của vật liệu nhẹ

1.2.2.1. Vật liệu composite kết cấu lõi xốp

Composite có kết cấu lõi xốp polymer bao gồm hai pha là pha rắn và pha khí. Pha rắn được hình thành bởi các polymer khác nhau như: polymer nhiệt dẻo, polymer nhiệt rắn, polymer vô cơ, polymer blend các loại,... Trong pha rắn có thể mang vật liệu độn có tính chất gia cường như sợi, bột thủy tinh, bột kim loại. Pha khí được tạo thành từ các bóng khí, Các bóng khí được hình thành từ phản ứng hoặc quá trình bay hơi của các phản ứng nhẹ như CO_2 , hơi nước hay các tác nhân tạo xốp được thêm vào trong quá trình chế tạo sản phẩm. Các tác nhân tạo xốp (bóng khí) thường là các hợp chất dễ bay hơi hoặc các hợp chất dễ phân hủy để tạo thành các chất khí phản ứng hoặc tỏa nhiệt [21].



Hình 1.17. Composite kết cấu lõi xốp

Tùy theo tính chất xốp, xốp polymer có thể phân loại như sau :

Phân loại theo cấu trúc: xốp polymer có 2 dạng là xốp có cấu trúc đều đặn và xốp có vỏ đặc trong lõi xốp. Loại xốp thứ nhất các khoảng trống xốp có kích thước đều nhau, còn loại thứ hai là loại xốp có vỏ đặc, bên trong có cấu tạo xốp dạng tổ ong, mật độ tăng dần từ trong ra ngoài, kích thước của xốp tạo ra càng nhỏ lại.

Ngoài ra, dựa vào cấu trúc có thể phân loại thành xốp có cấu trúc kín, hở và hỗn hợp. Xốp có mặt kín là loại xốp mà trong đó các pha được sắp xếp riêng biệt, không có các mối quan hệ nào với nhau. Xốp có cấu trúc hở thì nhân tố nối các pha lại với nhau là không khí. Xốp có cấu trúc hỗn hợp là xốp có sự sắp xếp lẫn lộn cả mặt kín và mặt hở. Để tạo ra các cấu trúc xốp khác nhau, người ta sử dụng các phương pháp vật lý, hóa học theo mục đích sử dụng.

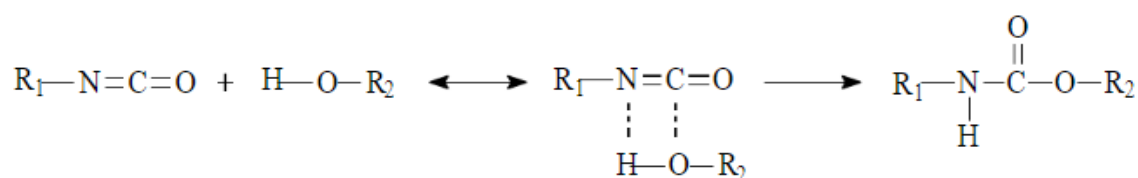
Ví dụ: xốp có vỏ đặc thì nhiệt độ cách nhiệt cao hơn, nhưng xốp có cấu tạo hở thì độ cách âm tốt hơn.

Phân loại theo độ cứng : độ cứng hay mềm của xốp phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ hóa thủy tinh (T_g) cao hoặc thấp hơn ở nhiệt độ phòng, bản chất của vật liệu tạo nên pha rắn, độ kết tinh, mật độ tạo liên kết ngang. Trong các polymer xốp cứng có đặc điểm là độ đàn hồi nhỏ như xốp PS, PVC, còn nhiều xốp mềm có đàn hồi lớn hơn như xốp PU, xốp PE,...

- *Polyurethane*

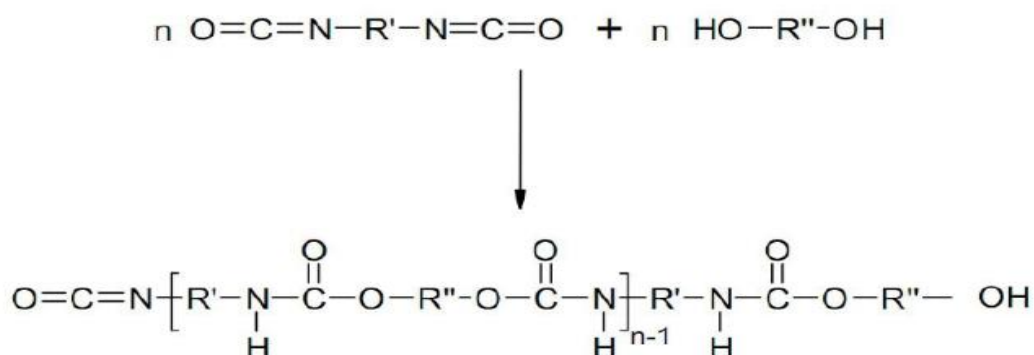
Mút xốp (PU foam) là một loại nhựa dạng bọt được tạo thành từ hai loại chất lỏng chính là polyol và hỗn hợp các chất polymethylene, polyphynyl, isocyanate. Các thành phần này khi trộn với nhau tạo ra phản ứng hóa học, tùy theo từng loại mà có tốc độ phản ứng khác nhau. Loại phản ứng nhanh, khoảng 5 - 6 giây, loại phản ứng chậm có thể kéo dài từ 30 - 40 giây hoặc lâu hơn. Sau khi phản ứng xong, sản phẩm vật liệu mút xốp được tạo thành.

Người ta lợi dụng đặc tính rất nhạy cảm của nhóm chức isocyanate (OCN-R-NCO) với H linh động của alcohol (HO-R-OH) để tạo nên các liên kết urethane. Phản ứng tạo liên kết của urethane giữa một phân tử chứa 1 nhóm isocyanate với một phân tử chứa 1 nhóm alcohol được minh họa như sau:



Hình 1.18. Cách thức hình thành liên kết urethane [21]

Trong trường hợp phản ứng giữa phân tử chứa 2 nhóm isocyanate với phân tử chứa 2 nhóm alcohol, các liên kết urethane này có tác dụng như là chất keo dính và nối các phân tử polyisocyanate với polyol để tạo một dây polymer dài. Phản ứng minh họa polyurethane có thể được minh họa như sau.



Hình 1.19. Phản ứng tạo polyurethane [21]

a. Quá trình hình thành mút xốp PU

Bước 1: Pha chế thành phần và khuấy trộn

Các thành phần hóa học được pha chế (thường bằng thiết bị định chuẩn) theo lượng và tỉ lệ thích hợp, sau đó được khuấy trộn với nhau trong đầu trộn của máy (mixing head) hoặc trong bình chứa đối với trường hợp trộn tay (hand mixing). Trong quá trình khuấy trộn, một lượng nhỏ bóng khí hình thành trong khối chất lỏng.

Bước 2: Tạo kem

Sau một khoảng thời gian ngắn, các khí trợ nở (CO_2 hay các chất trợ nở khác) bắt đầu khuếch tán vào trong và làm tăng lượng bóng khí nhỏ trong khối chất, hiện tượng giống như khối kem. Thời gian bắt đầu trộn đến khi khối chất chuyển thành kem được gọi là thời gian tạo kem, thường khoảng 6 đến 15 giây đối với mút mềm (mút cứng thời gian tạo kem lâu hơn).

Bước 3: Nở

Khi các khí thổi được tạo ra nhiều hơn, hỗn hợp mút tiếp tục nở và trở nên nhớt hơn khi quá trình polymer hóa còn xảy ra trong pha lỏng. Tổng số bóng khí giữ nguyên không đổi trong quá trình nở mút. Giảm sức căng bề mặt bằng silicon hoạt động bề mặt làm cho khối mút ổn định hơn và ngăn được các bóng khí kết khối lại với nhau.

Bước 4: Nở hoàn toàn

Khoảng 100 – 200 giây sau khi trộn, phản ứng thổi dừng lại còn phản ứng gel hóa tiếp tục. Cấu trúc của tế bào chứa đầy khí dần dần vững chắc hơn, thành mỏng của chúng có thể không giữ áp suất khí lâu hơn. Khí nở hoàn toàn, các thành mỏng này vỡ ra và khí được giải phóng (xì hơi) cuối cùng mút được gel hóa phù hợp và đủ mạnh để giữ khối mút được ổn định.

Bước 5: Gel hóa

Phản ứng gel hóa tiếp tục cho đến khi đạt được thời gian gọi là thời gian gel hóa (thường là 20 – 120 giây sau thời gian nở) khi khối mút đã được gel hóa. Để kiểm tra khối mút đã được gel hóa hay chưa, dùng que gỗ nhúng đi nhúng lại sâu khoảng 2 – 4

cm vào khối mút cho đến khi cảm thấy sự đàn hồi. Khi lớp da bên ngoài khối mút không dính khi chạm đầu ngón tay vào tức là đã đạt đến thời gian không dính.

Bước 6: Lưu hóa

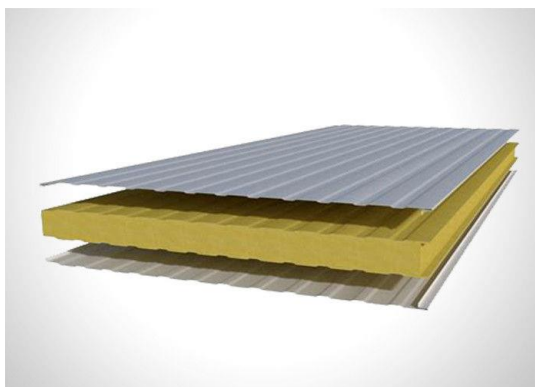
Khối mút sau đó được chuyển vào khu vực lưu hóa ít nhất khoảng 24 giờ để cho phản ứng gel hóa xảy ra hoàn toàn.

b. Đặc tính của mút xốp

Đặc trưng sản xuất và sử dụng xốp PU là có thể tạo ra những loại mút từ rất mềm đến mút cứng hoặc bán cứng và dạng đàn hồi.

Chúng có thể tạo ra dạng khối lớn hay đổ vào các khuôn có hình dạng và kích thước khác nhau. Tùy theo yêu cầu ứng dụng vào sản xuất mà tạo các loại xốp khác nhau.

Mút xốp (polyurethane) không gây kích thích đối với phần lớn các loại dị ứng và không có mùi, đồng thời giảm khả năng xuất hiện rêu hay nấm mốc nhờ cấu trúc bọt khí [22].

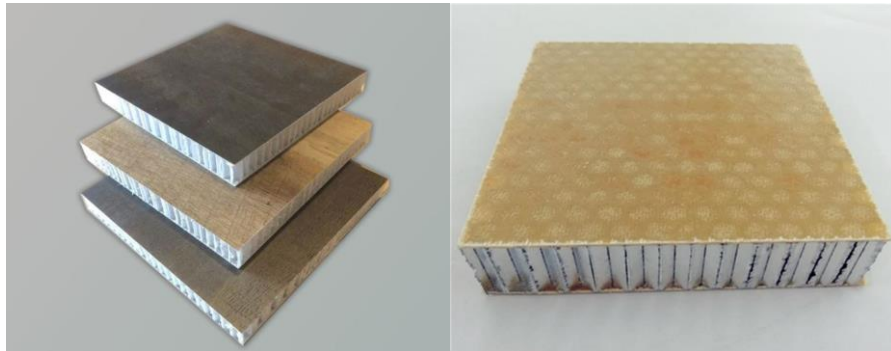


Hình 1.20. Tấm trần lõi xốp PU

- Ưu điểm
 - Sản phẩm nhẹ, dễ dàng vận chuyển với khối lượng lớn.
 - Êm, mềm, dễ sử dụng cho nhiều loại sản phẩm có kích thước khác nhau.
 - Dễ dàng gia công thành các loại tấm, túi làm bao bì bảo vệ sản phẩm với nhiều kích thước, tiện sử dụng, giá thành thấp.

- Sản phẩm có thể tái sử dụng, không gây ô nhiễm môi trường.
- Ứng dụng
 - Sử dụng để bọc, chống xước các sản phẩm đồ nhựa, đồ gỗ, hàng thủ công mỹ nghệ, các sản phẩm cần bảo quản bề mặt có kích thước lớn.
 - Sản phẩm được sử dụng rộng rãi làm các túi lớn đựng tivi, máy tính, đồ điện tử...
 - Mút xốp cứng dùng làm tấm vách ngăn, buồng bảo ôn, nội thất.
 - Mút xốp mềm làm đệm giường, sofa, yên xe đạp, xe máy, tay nắm, đồ chơi..

1.2.2.2. Vật liệu composite kết cấu lõi tổ ong



Hình 1.21. Composite kết cấu lõi tổ ong

Cấu tạo composite tổ ong gồm 3 lớp:

Hai lớp được chế tạo từ vật liệu có độ bền và độ cứng cao nhằm chịu toàn bộ tải trọng (kéo, nén và uốn) tác dụng theo các chiều song song với mặt tấm. Lớp lõi này nằm giữa hai lớp mặt là vật liệu nhẹ, có độ bền và độ cứng tương đối nhỏ.

Composite dạng tổ ong là một tấm ghép ba lớp dạng tổ ong có khối lượng nhỏ, cách lửa và có những tính chất hơn hẳn các vật liệu thông thường khác. Các lớp bề mặt được làm từ composite của sợi thủy tinh/epoxy và kevlar/epoxy, còn phần lõi dạng tổ ong chính là giấy nomex. Tấm ghép cấu trúc 3 lớp này được ứng dụng chủ yếu trong ngành hàng không, đặc biệt là các kết cấu sàn và thân máy bay [23].

- Đặc điểm
 - Tỷ lệ (độ bền/ khối lượng) cao.
 - Chi phí thấp.

- Cách lửa, có khả năng tự dập tắt ngọn lửa, khói bay ra ít độc.
- Nhiệt độ làm việc cao, có thể lên tới 1800°C.
- Dễ tạo hình.
- Có khả năng kháng ăn mòn.
- Phân loại

Có thể chia thành 4 loại lõi tổ ong: lõi lục giác, lõi lục giác được gia cường, lõi OX, lõi dạng Flex.

- Lõi lục giác (Hexagonal Core): đây là dạng có cấu hình cơ bản và phổ biến nhất, phù hợp với các vật liệu kim loại và phi kim.
- Lõi lục giác được gia cường (Reinforced Hexagonal Core): có một tấm vật liệu nền được đặt dọc các ô theo hướng chiều dài để tăng cơ tính.
- Lõi OX (OX-Core): cấu hình OX là một tổ ong dạng lục giác được kéo dài theo hướng W, tạo ra những dạng ô vuông thuận lợi cho quá trình lưu hóa hay tạo hình theo hướng L. Cấu hình này cũng làm tăng tính chất khi cắt theo hướng W và giảm theo hướng L so với tổ ong dạng lục giác.
- Lõi dạng Flex (Flex-Core): cấu hình này cung cấp cho vật liệu có các độ tạo hình đặc biệt bằng cách giảm độ cong đối đoạn và không gây oằn đối với các vách ngăn. Nhờ đó, độ cong của bán kính dễ dàng được định hình. Khi đã tạo hình bán kính, Flex – Core cho độ bền cắt cao hơn dạng lõi lục giác với cùng một khối lượng [7].

1.2.2.3. Vật liệu composite gia cường từ sợi tự nhiên

Trong vài thập kỷ gần đây việc nghiên cứu và phát triển loại vật liệu composite có khả năng phân hủy sinh học, thân thiện với môi trường đã thu hút nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học. Một trong những giải pháp đó là sử dụng sợi có nguồn gốc thiên nhiên như xơ mướp, đay, tre, xơ dừa,... làm vật liệu gia cường. Trong đó, xơ mướp là vật liệu khá phổ biến và được ứng dụng rộng rãi trong đời sống.

Mướp là một loài dây leo, có kỹ thuật trồng rất đơn giản và có mặt nhiều nơi ở Việt Nam. Hiện nay có 2 loại mướp phổ biến được trồng là mướp hương và mướp trâu:

mướp hương quả nhỏ, màu xanh nhạt, có mùi thơm ngát, mướp trâu là loại quả to, màu xanh đậm. Cả hai loại đều dùng làm thực phẩm và làm thuốc [5].



Hình 1.22. Giàn mướp

Quả mướp chứa chất đắng, saponin, chất nhầy, xylan, mannan, galactan, lignin, mỡ, protein 1,5%. Trong quả tươi có nhiều choline, phytin, các acid amin tự do: lysin, arginin, acid aspartic, glycin, threonin, acid glutamic, alanin, tryptophan, phenylalanin và leucin. Hạt chứa một chất đắng là cucurbitacin B, một saponin đắng kết tinh khi thủy phân cho acid oleonic và một sapogenin trung tính; còn có một saponin khác.

Khi quả chín chỉ còn lại khối xơ cứng, dai, không bị nước làm mục hỏng. Khi ngâm vào nước xơ sẽ phồng lên và mềm, có thể dùng cọ tắm, rửa bát. Quả mướp ta không có mùi thơm như quả mướp hương. Mướp ta cho quả to, vỏ màu xanh xám. Mướp thường được trồng vào mùa xuân. Nông dân thường trồng để lấy quả ăn, nấu canh hay xào. Quả già dùng làm xơ mướp để rửa bát. Ngoài ra, mướp còn được dùng làm thuốc. Làm đồ thủ công như: giày, dép, nón, túi xách,...

Quả mướp sau khi già bên trong chỉ còn lại xơ và hạt, cắt xuống đem phơi khô rồi bóc vỏ ta được xơ mướp. Xơ mướp là loại vật liệu có nguồn gốc từ thiên nhiên, cây mướp có thời gian phát triển nhanh nên rất phổ biến, cấu trúc của nó là các bó sợi liên kết với nhau. Vì vậy vật liệu làm từ xơ mướp có độ bền và cơ tính tốt.



Hình 1.23. Xơ mướp

Ngoài những ứng dụng phổ biến từ xa xưa, ngày nay xơ mướp còn được ứng dụng lên một tầm cao mới đó là sử dụng làm vật liệu trong xây dựng [24].

Tấm ốp tường từ xơ mướp được sản xuất bằng cách ép xơ mướp vào khuôn đúc và nhuộm màu. Với cách sản xuất như vậy ngoài hình dáng mà Mauricio Affonso đưa ra, các nhà sản xuất có thể kế thừa phát triển tạo ra những hình dáng tấm ốp phong phú hơn để tăng tính thẩm mỹ cho không gian nội thất.



Hình 1.24. Tấm ốp tường

1.2.3. Ưu điểm và nhược điểm của vật liệu nhẹ

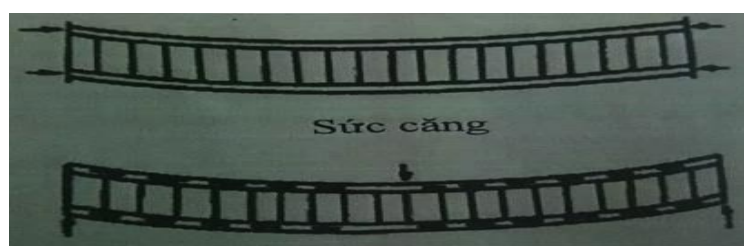
- Ưu điểm
 - Dễ chế tạo.
 - Nhẹ và có khả năng chịu được tải trọng lớn.
 - Cách nhiệt và cách âm tốt, độ cứng cao.
 - Tuổi thọ cao do chi phí bảo hành thấp.

- Chịu nén tốt và ngăn cản sự bốc hơi.
- Việc lắp đặt và vận chuyển nhanh chóng, dễ dàng.
- Nhược điểm
 - Khả năng chịu nhiệt kém.
 - Duy trì sự trượt của tải trọng thấp đối với lõi là bọt xốp.
 - Với lõi làm bằng vật liệu nhựa thì chịu lửa kém.
 - Khả năng chống thấm còn hạn chế.
- Sự bền dạng xảy ra tại một cạnh của tấm nền được thể hiện dưới sự tác dụng mãnh liệt của nhiệt.

1.2.4. Một số tiêu chuẩn của vật liệu composite kết cấu lõi

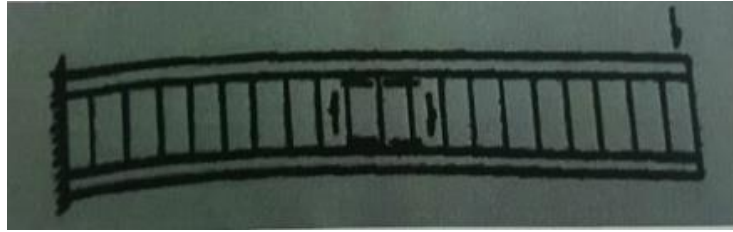
Vật liệu composite kết cấu lõi là một dạng khá phổ biến trong cuộc sống được ứng dụng ở nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên để phân tích, thiết kế và tối ưu hóa nhiều loại cấu trúc lõi khác nhau cần phải áp dụng đúng đắn các phương pháp trong việc lựa chọn vật liệu và thiết kế hình học. Dưới đây là một số tiêu chuẩn cần chú ý [25]:

Tấm lớp bề mặt đủ dày và to để chống lại sức căng, nén và biến dạng. Sức căng này chịu tác động của tải trọng như sự mô tả dưới đây.



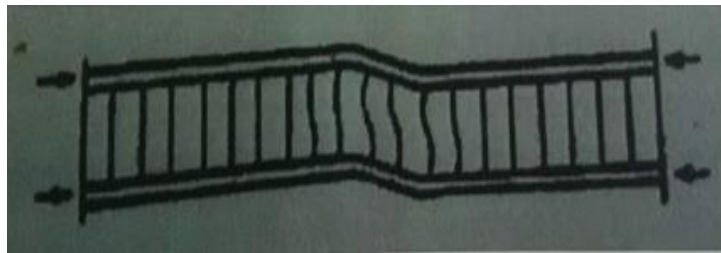
Hình 1.25. Biến dạng do tải trọng

Lõi phải đủ cứng để chống lại tác dụng của ngoại lực. Chất kết dính phải đủ bền để chịu được sự biến dạng của sức căng bên trong lõi.



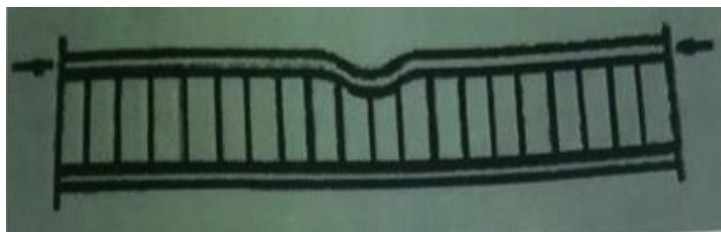
Hình 1.26. Biến dạng của lõi

Lõi cũng nên đủ dày và có khả năng biến dạng khi có một lực tác động nhằm ngăn cản sự co thắt và gấp nếp của vật liệu composite dưới tác dụng của ngoại lực.



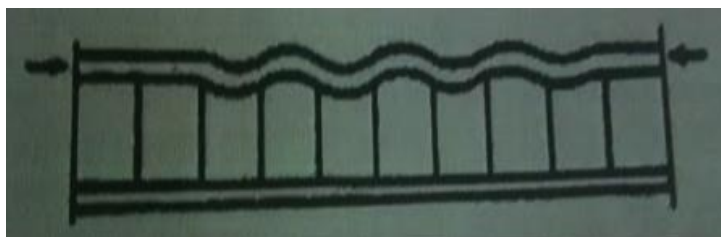
Hình 1.27. Sự gấp nếp của vật liệu lõi

Những lực ép của lõi và nền phải có khả năng ngăn cản toàn bộ chỗ thắt của tấm vật liệu composite dưới tác dụng của tải trọng.



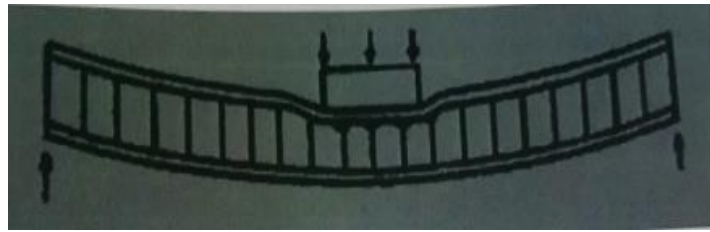
Hình 1.28. Vật liệu lõi bị co thắt

Những ô của lõi phải đủ nhỏ để ngăn cản sự hình thành sự lồi lõm trên bề mặt tấm composite.



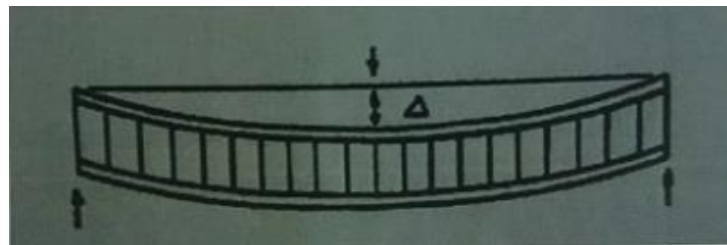
Hình 1.29. Sự lồi lõm của vật liệu lõi

Lõi cần có sức bền để chống lại sự nhôi nhét dưới tác động của ngoại lực hay sức ép.



Hình 1.30. Độ uốn cong của tấm composite

Toàn bộ cấu trúc phải có khả năng uốn cong và biến dạng khi mà độ võng vượt quá mức cho phép dưới tác động của tải trọng.



Hình 1.31. Độ võng trượt của tấm composite

Dựa trên những cơ sở nguyên tắc đã kể trên, ta thấy rằng sự đa dạng của kết cấu vật liệu lõi có thể được xây dựng bởi sự kết hợp khác nhau của vật liệu nền và lõi. Nền có thể là thép, nhôm, sợi gia cố, nhựa gỗ thậm chí cả bê tông. Lõi có thể làm từ vật liệu có mật độ thấp như polyethylene, cao su, gỗ nhẹ hoặc vật liệu xốp như bột kim loại, bột nhựa, polystyrene, phenolic,...

CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

STT	Nguyên liệu		Đặc điểm	Xuất xứ
1	Nhựa nền	UPE	Mã số: Polyesterresin6120 Không có wax	VMC group Đài Loan
2	Vật liệu gia cường	Sợi thủy tinh	Mat 300 (300 g/m ²)	Công ty TNHH Kiên Trung Long
		Giấy carton	Xé theo độ dày yêu cầu	Công ty cổ phần Karta
3	Vật liệu lõi	Xốp PU	PU cứng	Công ty TNHH Nhựa Minh Hùng
		Xơ mướp	Trái mướp già	TP. Tây Ninh
4	Phụ gia	MEKP	Chất lỏng không màu, có mùi hăng	VMC group Đài Loan
5	Mẫu đặc	Ván ép	Loại gỗ dăm	Nhà máy sản xuất gỗ ghép, ván ép Plywood

2.2. Thiết bị và dụng cụ

STT	Thiết bị	Đặc điểm	Xuất xứ
1	Cân	- Độ đọc: 0,01g - Khả năng cân tối đa: 620 g	Trung Quốc
2	Tủ sấy Memmert	- Đối lưu tự nhiên - Tải trọng: 175 kg - Giải nhiệt độ: nhiệt độ phòng đến 300°C	Đức
3	Tủ hút		Đài Loan
4	Máy đo cơ tính Testometric	Mã số: M350 – 10CT	Anh
5	Cọ	Cán gỗ cứng, Màu gỗ tự nhiên. Làm từ lông heo trắng, rất dày long, mịn Kích cỡ: 30mm	DNTN Cọ Sơn Thanh Bình
6	Con lăn	Chất liệu vải polyarcylic, lõi PP, thay ống được, cán nhựa vàng (tái sinh) khung sắt mạ kẽm Kích cỡ: 230mm x 65mm	DNTN Cọ Sơn Thanh Bình
7	Gạch men	Bề mặt mịn, không bám dính nhựa	Gạch men Hồng Hà

2.3. Lý do chọn nguyên liệu

2.3.1. Ván ép truyền thống

Ván ép được sử dụng nhiều trong xây dựng để làm vách ngăn tường. Đây là loại vật liệu có cơ tính cao nhưng khá nặng, khó gia công và vận chuyển. Vì vậy, em chọn ván ép để so sánh với vật liệu composite lõi xốp.

Gỗ dán hay là ván ép được làm từ nhiều lớp gỗ mỏng xếp chồng vuông góc liên tục lên nhau theo hướng vân gỗ của mỗi lớp. Các lớp gỗ liên kết với nhau bằng keo phenol rồi dùng máy ép thủy lực để ép. Ván ép có nhiều ưu điểm vượt trội như không mối mọt, không nứt và không cong vênh, không thấm nước nên được sử dụng rộng rãi trong xây dựng.



Hình 2.1. Ván ép

2.3.2. Nhựa nền

Chọn nhựa nền là nhựa polyester không no, vì nhựa polyester là nhựa nhiệt rắn rất phổ biến trên thị trường, được ứng dụng rộng rãi hơn so với các loại nhựa khác, dễ mua, giá thành thấp, dễ gia công ở nhiệt độ phòng và áp suất thường, có thể tiến hành bằng phương pháp đắp tay, khả năng thấm ướt sợi cao đặc biệt là sợi thủy tinh, dễ đóng rắn chỉ với 1 lượng nhỏ chất xúc tác MEKP khoảng 1%, tính chất cơ lý tốt.

Chọn tỷ lệ nhựa sợi để tạo mẫu là 6:4

Thời gian sấy còn tùy thuộc vào tỷ lệ nhựa sợi, phương pháp gia công. Vật liệu composite có hàm lượng nhựa cao hơn sẽ có thời gian sấy lâu hơn và ngược lại. Trong quá trình thực hành em chọn sấy mẫu ở 140°C trong 1 giờ.

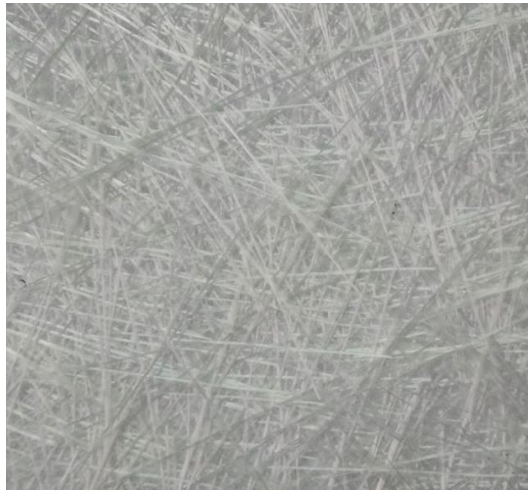
2.3.3. Sợi gia cường

Chọn giấy carton làm sợi gia cường vì giấy carton là phế phẩm từ công nghiệp với ưu điểm là giá thành rẻ, dễ tìm và phù hợp với yêu cầu chế tạo sản phẩm. Vật liệu giấy ta chọn loại bao bì carton. Loại bao bì này hoàn toàn là bột giấy, không chứa quá nhiều phụ gia và chất độn. Do đó loại vật liệu này hoàn toàn là cellulose nên không ảnh hưởng đến tính chất của nhựa đồng thời thấm nhựa tốt.



Hình 2.2. Giấy carton

Chọn sợi thủy tinh làm sợi gia cường, vì sợi thủy tinh thường đi chung với nhựa UPE là 2 loại nguyên liệu có giá thành tương đối thấp so với các loại khác mà cho ra vật liệu có độ bền cơ lý cao



Hình 2.3. Sợi thủy tinh

Chọn xơ mướp vì xơ mướp là loại vật liệu có nguồn gốc từ thiên nhiên, cây mướp có thời gian phát triển nhanh nên rất phổ biến, cấu trúc của nó là các bó sợi liên kết với nhau. Vì vậy vật liệu làm từ xơ mướp có độ bền và cơ tính tốt.

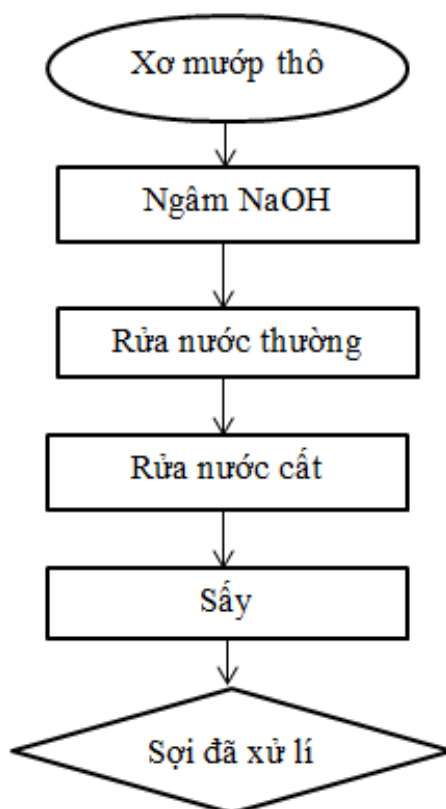
Chọn xốp PU vì PU là phế phẩm công nghiệp nên tái sử dụng trở lại hạn chế ô nhiễm môi trường. Ngoài ra với đặc tính nhẹ nhưng lại bền cứng, xốp PU thích hợp làm vật liệu gia cường cho sản phẩm composite.



Hình 2.4. Xốp PU

2.4. Thực hành chế tạo vật liệu composite

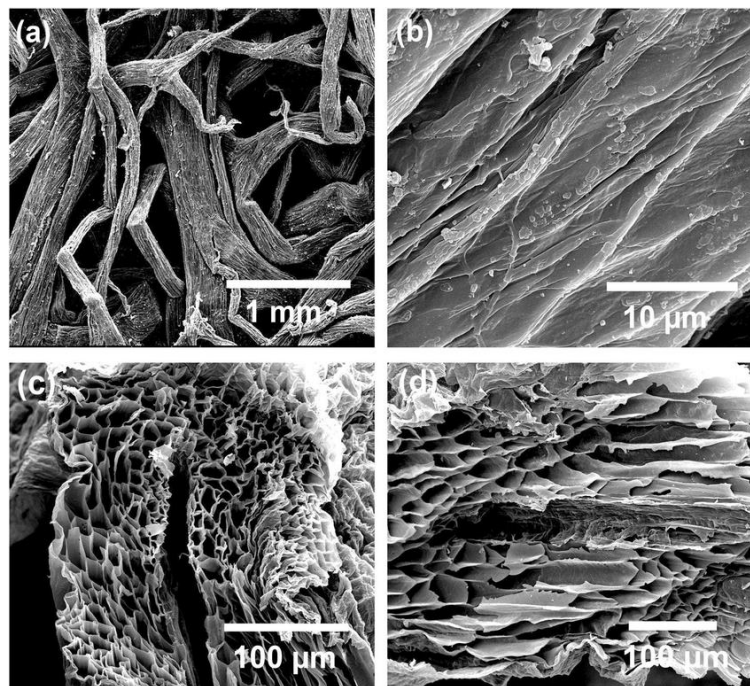
2.4.1. Quy trình xử lý xơ mướp



Thuyết minh quy trình:

Xơ mướp thô được ngâm trong dung dịch NaOH ở nồng độ 10% trong thời gian 1 giờ. Sau đó mang đi rửa lại nhiều lần bằng nước thường nhằm thu hồi lượng NaOH dư còn dính vào sợi. Tiếp tục mang đi rửa nhiều lần với nước cất có chứa ít axit axetic (khoảng 1%) để trung hòa lượng NaOH còn lại. Sau cùng, mang xơ mướp phơi khô, ta thu được xơ mướp đã xử lý sơ bộ.

Dưới đây là kết quả cho thấy cấu trúc của xơ mướp thô khi chưa xử lý thông qua phương pháp SEM.



Hình 2.5. Kết quả chụp SEM sợi xơ mướp [28]

(a) Cấu trúc xấp của xơ mướp

(c) Mặt cắt ngang của xơ mướp

(b) Hình thái bề mặt của xơ mướp

(d) Mặt cắt xiên của xơ mướp

Mướp sau khi đã qua xử lý kiềm, ta mang đi cắt thành từng tấm nhỏ với kích thước phù hợp để có thể chế tạo mẫu composite thực hiện việc đo cơ tính về sau.



Hình 2.6. Xơ mướp đã xử lý

Mục đích sử dụng NaOH:

Loại bỏ lignin, các chất sáp và dầu tự nhiên ở bề mặt ngoài của từng tế bào sợi. Từ đó làm xuất hiện các sợi nhỏ và tạo nên bề mặt thô ráp của sợi. NaOH là hoạt chất được sử dụng rộng rãi nhất trong quá trình kiềm hoá (mercerisation) hay còn gọi là ankali hoá (alkalisation) trong công nghệ sản xuất bột giấy [26].

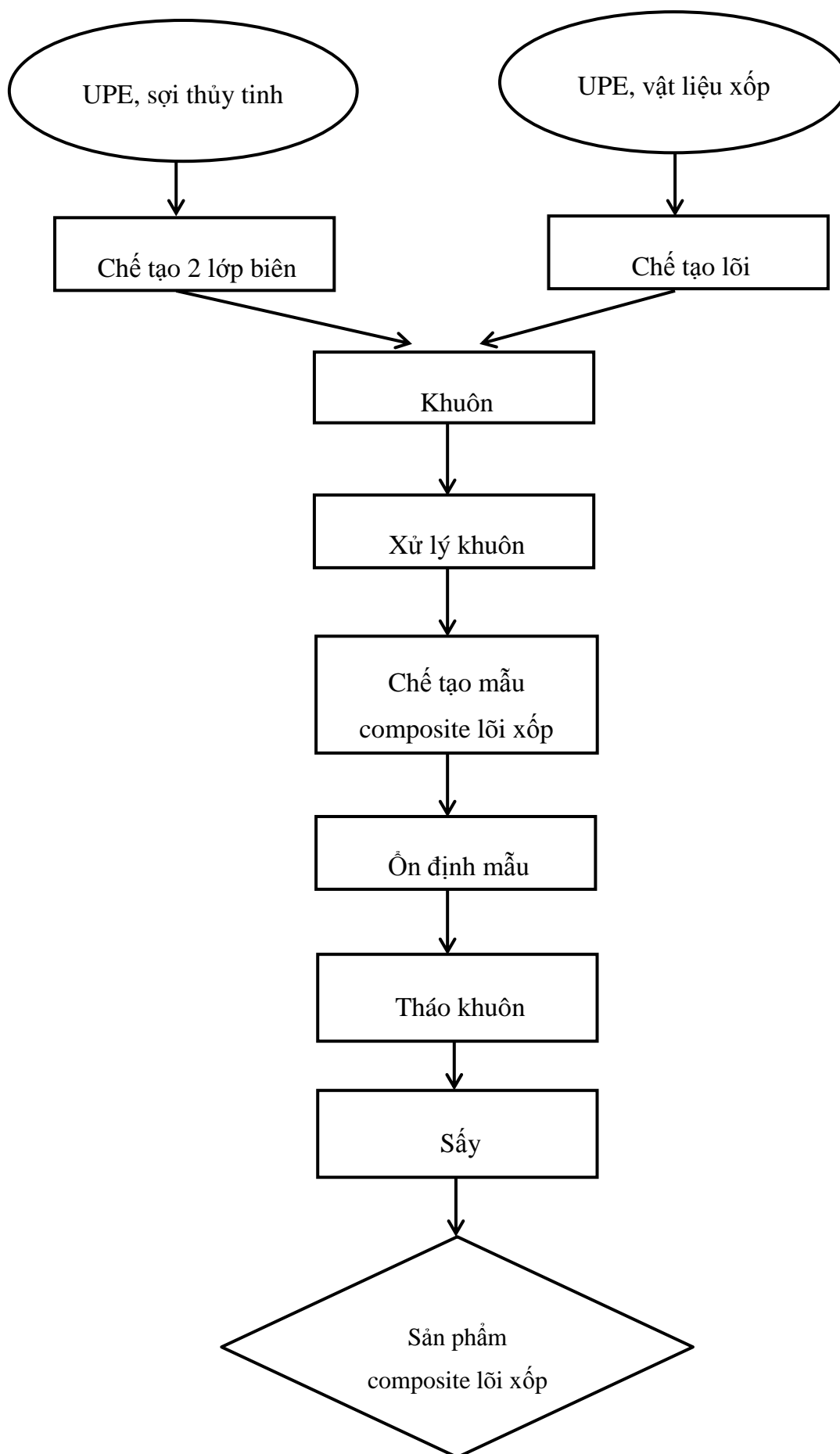
Sau khi ankali hoá, sợi trương đáng kể dẫn đến thay đổi cấu trúc tinh (fine structure), kích thước, cấu trúc hình thái và các tính chất cơ học. Nồng độ NaOH cao và thời gian xử lý kéo dài sẽ làm lignin hoà tan nhiều hơn. Tuy nhiên, ở đây xử lý kiềm chỉ sử dụng như một phương tiện làm cho việc tách sợi trở nên dễ dàng hơn mà thôi. Do vậy, các thông số của quá trình được lựa chọn để tối ưu việc tách sợi hơn là loại bỏ tối đa lignin.

Việc xử lý kiềm tạo nên những vị trí thuận lợi cho nhựa, sợi xâm nhập vào nhau nhiều hơn trên bề mặt phân chia pha từ đó tăng khả năng thấm ướt giữa nhựa và sợi. Đồng thời, cũng tăng tính thấm mỹ cho nguyên liệu của chúng ta.

2.4.2. Quy trình chế tạo mẫu composite

Kỹ thuật sử dụng là phương pháp đắp tay, dùng để tẩm ướt sợi thủy tinh với nhựa nhiệt rắn là polyester không no.

Quy trình tiến hành:



Thuyết minh quy trình

Bước 1: Chế tạo 2 lớp biên: chuẩn bị nguyên liệu gồm nhựa polyester, giấy carton, sợi thủy tinh để chế tạo 2 lớp biên bằng phương pháp đắp tay.

- Đối với vật liệu gia cường là sợi thủy tinh mat 300 thì sử dụng 1 lớp sợi.
- Đối với giấy carton 150 thì sử dụng 2 lớp giấy.

Bước 2: Chế tạo lõi: chuẩn bị nguyên liệu gồm nhựa polyester, giấy carton, xơ mướp, xốp PU. Sau đó nhúng các loại xốp vào nhựa, giữ cho hết phần nhựa dư để tránh ảnh hưởng đến khối lượng của mẫu.

Bước 3: Chuẩn bị khuôn có kích thước tiêu chuẩn theo ASTM D695 đối với đo độ bền nén và ASTM D790 đối với đo độ bền uốn.

Bước 4: Xử lý khuôn: bôi chất róc khuôn để việc tháo dỡ sản phẩm dễ dàng, đảm bảo khuôn sạch sẽ.

Bước 5: Tạo mẫu composite lõi xốp:

- + Pha nhựa theo tỉ lệ đã tính toán, pha với chất xúc tác MEKP 1%, khuấy đều nhẹ tay, hạn chế bọt khí sinh ra.
- + Dùng cọ quét nhựa lên bề mặt khuôn một lớp, sau đó đặt sợi thủy tinh hoặc giấy carton vào, sao cho nhựa thấm đều, sau đó đặt lớp PU hay xơ mướp đã quét nhựa vào để tạo thành lớp lõi, cuối cùng là một lớp sợi thủy tinh hoặc giấy carton đã thấm nhựa nằm ở bề mặt trên cùng.

Bước 6: Dùng lực ép để ép các lớp lại với nhau tạo liên kết bền chặt giữa các lớp trong khi nhựa đóng rắn.

Bước 7: Tiến hành tháo khuôn sau khi mẫu đóng rắn

Bước 8: Để sản phẩm được đóng rắn hoàn toàn ta đem sấy mẫu ở 140°C trong 1 giờ.

Bước 9: Sản phẩm sau khi sấy đem cắt gọt bavia, rồi mang đi đo cơ tính.

2.5. Kiểm tra cơ tính của vật liệu

2.5.1. Đo độ bền nén

Độ bền nén của vật liệu composite được xác định bởi tiêu chuẩn ASTM D695 [27].

Máy đo cơ tính hiệu TESTOMETRIC, xuất xứ ở Anh, tại phòng thí nghiệm vật liệu Polymer, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM.



Hình 2.7. Máy Testometric

Mẫu đo độ nén có dạng hình trụ đứng. kích thước mẫu đo nén theo tiêu chuẩn ASTM D695 là: chiều dài (l), rộng (b), cao (h): 20x20x12 mm

Điều kiện đo:

+ Số lượng mẫu thử từ 3 - 5 mẫu

+ Tốc độ nén 1,3 mm/phút

+ Ứng suất nén: $\sigma_n = \frac{F}{l.b}$ (2.1)

Trong đó:

σ_n : Ứng suất nén (N/mm²)

F: là lực tác dụng lên diện tích mặt cắt (N)

l: chiều dài mẫu vật liệu (mm)

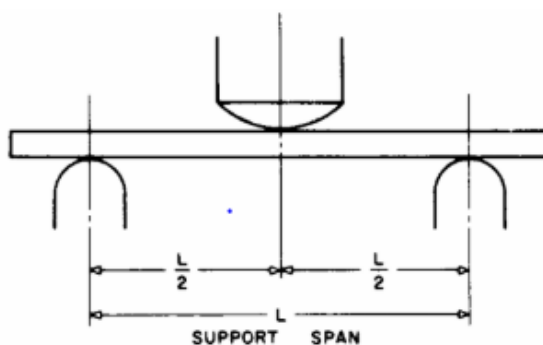
b: chiều rộng mẫu vật liệu (mm)

Quy trình tạo mẫu đo nén:

- + Chuẩn bị khuôn theo kích thước 20x20x12 mm. Quét wax lên bề mặt khuôn sao cho đều để việc tách khuôn dễ dàng.
- + Cân khối lượng nhựa sợi theo tỷ lệ tính toán.
- + Cho khoảng 1% chất đóng rắn MEKP vào nhựa UPE, khuấy đều, nhẹ tay để không tạo ra bọt khí.
- + Chế tạo lớp bề mặt: Dùng cọ quét nhựa lên bề mặt sợi, dùng con lăn đuổi bọt khí.
- + Chế tạo lớp lõi: Nhúng lõi vào nhựa, giữ cho hết phần nhựa dư để tránh ảnh hưởng đến khối lượng của mẫu.
- + Để mẫu ổn định trong điều kiện phòng khoảng 2 giờ.
- + Tháo khuôn lấy sản phẩm ra, sau đó đem đi sấy ở 140°C trong 1 giờ, để sản phẩm ổn định 1 ngày rồi đem đi mài giữa và đo độ bền nén để kiểm tra cơ tính của vật liệu.

2.5.2. Đo độ bền uốn

Độ bền uốn được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D790 [28]. Phương pháp này cho phép xác định tính chất uốn của vật liệu nhựa gia cường hoặc không gia cường, bao gồm cả vật liệu composite có mô đun cao. Mẫu dạng thanh có thể là mẫu đúc khuôn trực tiếp hay mẫu được cắt ra từ dạng tấm. Trong phương pháp này, mẫu với mặt cắt ngang là hình chữ nhật được đặt trên 2 gối đỡ, tải được tác động vào chính giữa mẫu. Mẫu sẽ được tác động đến khi bị phá vỡ.



Hình 2.8. Phương pháp đo uốn 3 điểm

Thiết bị:

- + Máy đo cơ tính hiệu TESTOMETRIC, xuất xứ ở Anh. Tại phòng thí nghiệm vật liệu Polymer, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM
- + Mẫu thử có dạng hình chữ nhật, kích thước mẫu uốn theo tiêu chuẩn ASTM D790 là : chiều dài (l), rộng (b), cao (h) =90x20x12 mm

Điều kiện đo:

- + Số lượng mẫu thử: 3 - 5 mẫu
- + Vận tốc uốn 0,5 mm/phút
- + Ứng suất uốn: $\sigma_u = \frac{3LxF}{2bh^2}$ (2.2)

Trong đó:

σ_u : Ứng suất lớn nhất của mẫu bị phá vỡ (N/mm²)

L: là khoảng cách 2 gối đỡ (mm)

F: Lực tác động lên mẫu lớn nhất (N)

b: chiều rộng của mẫu (mm)

h: chiều cao của mẫu (mm)

Quy trình tạo mẫu đo uốn:

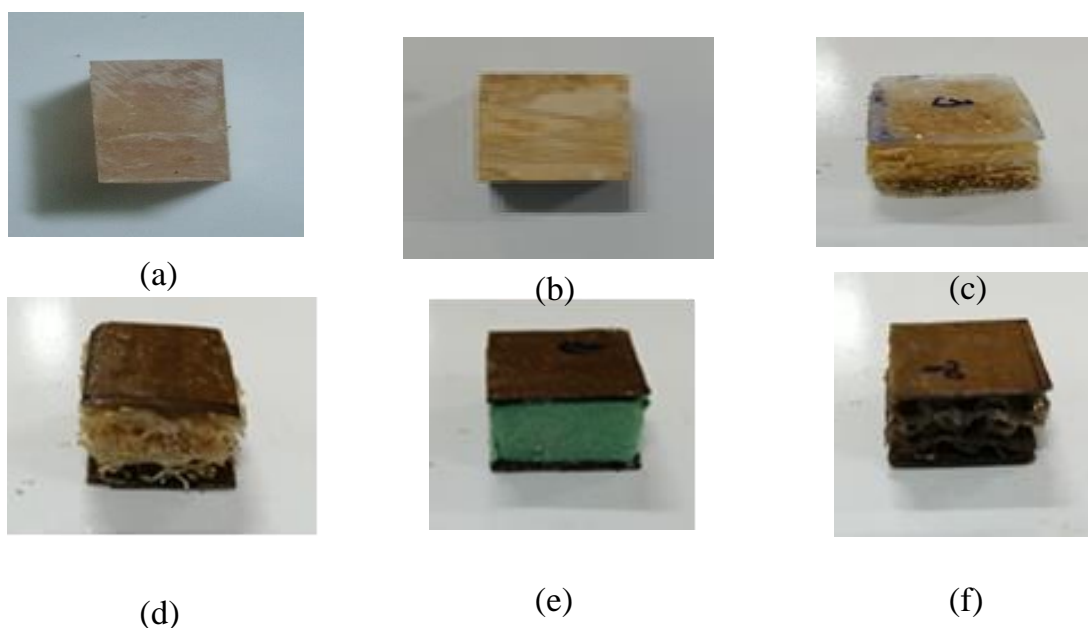
- + Chuẩn bị khuôn theo kích thước 90x20x12 mm. Quét lên bề mặt khuôn một lớp wax sao cho đều các bề mặt khuôn
- + Cho khoảng 1% chất đóng rắn MEKP vào nhựa UPE, khuấy đều, tránh tạo bọt khí.
- + Chế tạo lớp bề mặt: Dùng cọ quét nhựa lên bề mặt sợi, dùng con lăn đuổi bọt khí.
- + Chế tạo lớp lõi: Nhúng lõi vào nhựa, giữ cho hết phần nhựa dư để tránh ảnh hưởng đến khối lượng của mẫu
- + Để mẫu ổn định trong điều kiện phòng khoảng 2 giờ.
- + Tháo khuôn lấy sản phẩm ra, sau đó đem đi sấy ở 140°C trong 1 giờ, để sản phẩm ổn định 1 ngày rồi đem đi mài giữa và đo độ bền uốn để kiểm tra cơ tính của vật liệu.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Khảo sát khối lượng của vật liệu

Để so sánh khối lượng của các loại vật liệu composite, ta cân khối lượng các mẫu sau: S_{TT} , VE, S_{TT}/XM , G/PU, G/XM, G/G_{GS} (Hình 3.1).

Các mẫu vật liệu đã được chế tạo trong các khuôn có cùng kích thước với nhau: 20x20x12 mm, để sản phẩm tạo thành có sự đồng bộ và mang tính khách quan hơn khi mang đi đo khối lượng.



Hình 3.1. Các mẫu đo nén

(a): S_{TT} (b): VE (c): S_{TT}/XM

(d): G/XM (e): G/PU (f): G/G_{GS}

Tiến hành khảo sát 2 mẫu đặc:

+ Mẫu composite được gia công hoàn toàn bằng 24 lớp S_{TT} .

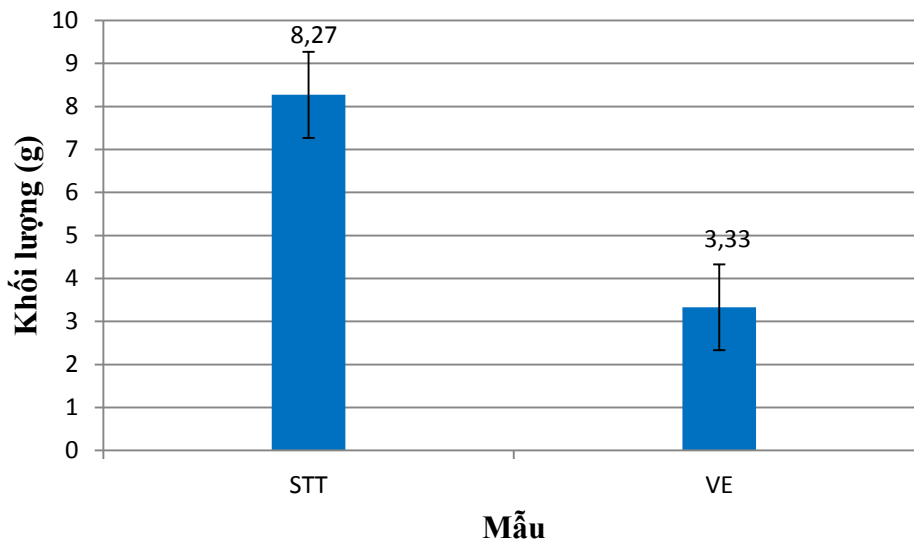
+ Mẫu VE làm vách ngăn được lưu hành trên thị trường của nhà máy sản xuất gỗ ghép Woodply.

Kết quả đo khối lượng được trình bày trong bảng 3.1:

Bảng 3.1. Kết quả đo khối lượng mẫu composite đặc

STT	Loại vật liệu	Khối lượng (g)	
1	S _{TT}	7,69	8,27±0,52
		8,42	
		8,71	
2	VE	3,45	3,33±0,16
		3,15	
		3,40	

Từ số liệu bảng 3.1 ta vẽ được đồ thị sau:



Hình 3.2. Đồ thị biểu diễn khối lượng của mẫu composite đặc

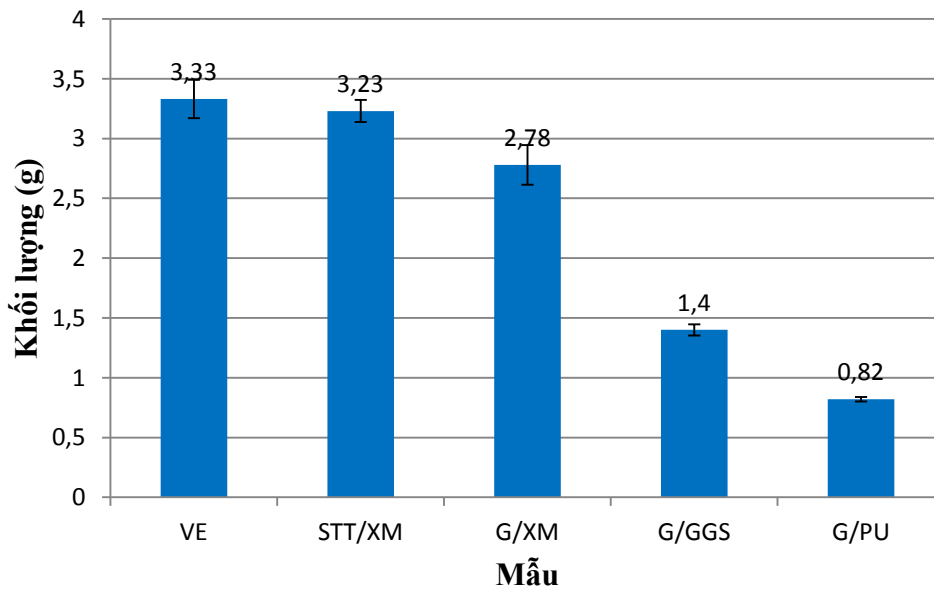
Kết quả đo bảng 3.1 và đồ thị hình 3.2 cho ta thấy mẫu composite được gia công bằng S_{TT} có khối lượng là 8.27 g cao gấp 2,5 lần mẫu ván ép (3,33 g).

Vì mẫu composite được gia cường bằng S_{TT} có cấu trúc đặc hoàn toàn nhờ lượng nhựa polyester không no được thấm đều vào các lớp sợi do đó có khối lượng lớn. Mẫu ván ép vôn có khối lượng nhẹ (gỗ và mùn gỗ).

Xét các mẫu composite có kết cấu xốp

Bảng 3.2. Khối lượng các mẫu composite lõi xốp

STT	Loại vật liệu	Khối lượng (g)	
		Giá trị	Độ lệch chuẩn
1	S _{TT} /XM	3,20	3,23±0,092
		3,15	
		3,33	
2	G/XM	2,83	2,78±0,16
		2,59	
		2,91	
3	G/PU	0,80	0,82±0,02
		0,82	
		0,84	
4	G/G _{GS}	1,45	1,40±0,045
		1,39	
		1,36	



Hình 3.3. Đồ thị biểu diễn khối lượng của các mẫu composite lõi xốp

Kết quả từ hình 3.3 cho thấy:

Vật liệu composite có lớp biên là S_{TT} luôn có khối lượng cao hơn so với vật liệu có lớp biên là giấy (G/XM, G/G, G/PU).

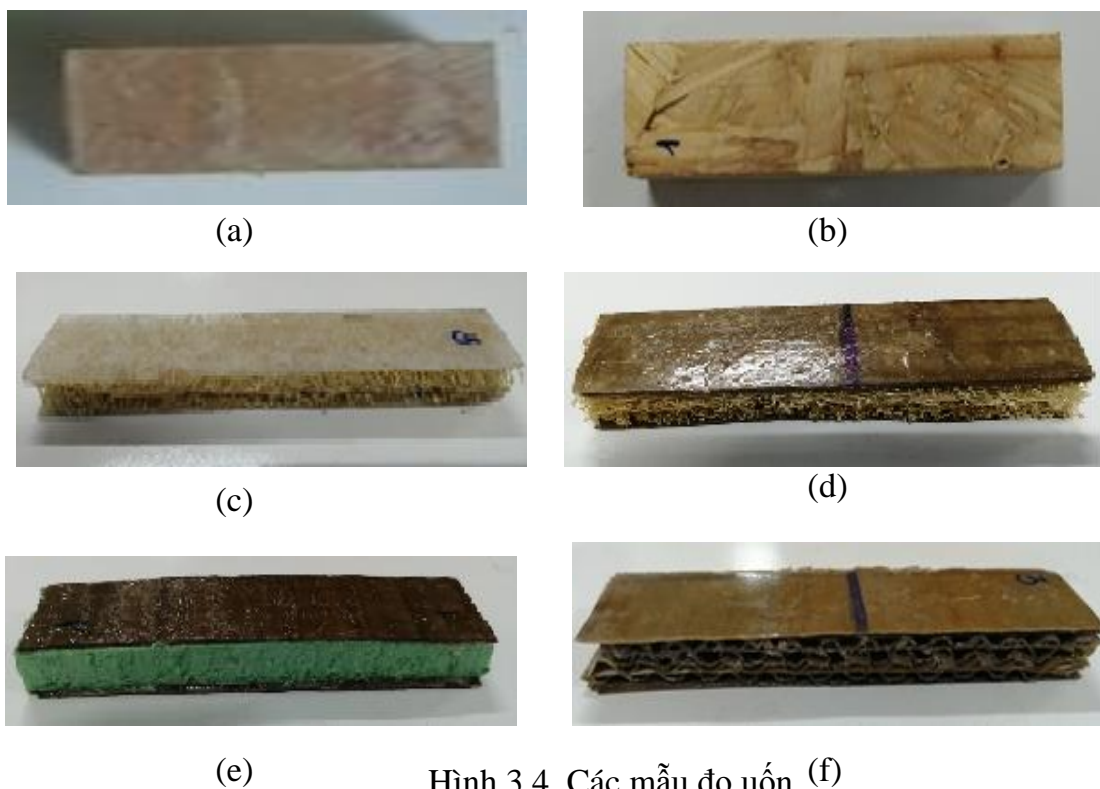
Đối với các vật liệu có lớp biên là giấy thì vật liệu có lõi xốp PU là nhẹ nhất cụ thể là G/XM (3,23 g), G/G_{GS} (2,78 g) và G/PU (0,82 g)

Kết luận: Gia cường composite có lõi bằng xơ mướp, xốp PU cho vật liệu có trọng lượng nhẹ so với sử dụng 100% sợi thủy tinh. So với mẫu ván ép dùng để làm vách ngăn trên thị trường, các mẫu vật liệu composite lõi xốp cũng nhẹ hơn.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến cơ tính của vật liệu

3.2.1. Độ bền uốn

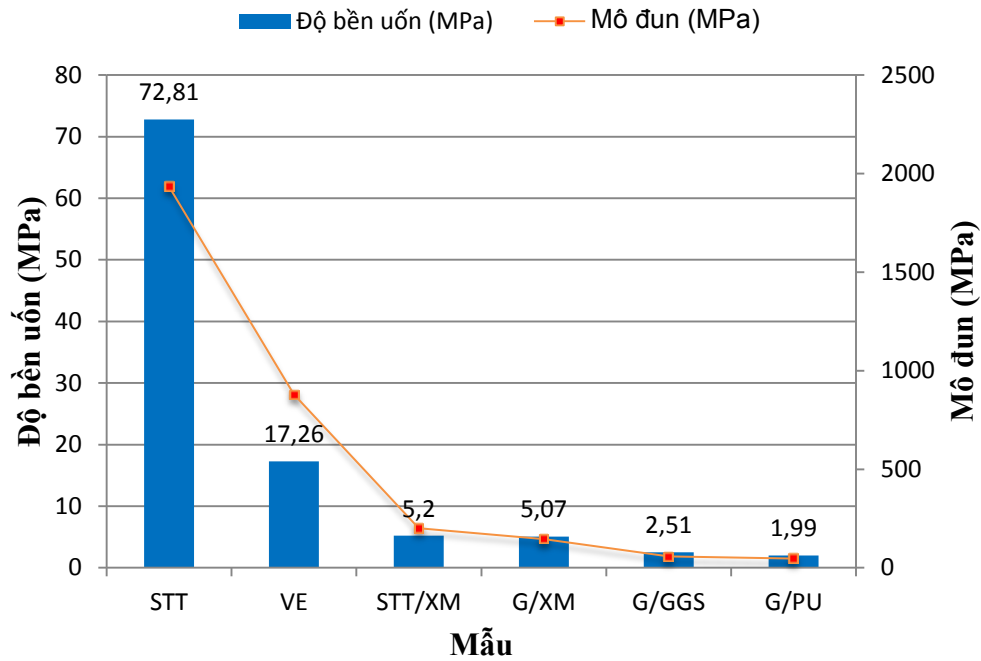
Để khảo sát ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền uốn của vật liệu ta tiến hành đo cơ tính các mẫu composite được chế tạo và mẫu ván ép trên thị trường: S_{TT} , VE, S_{TT}/XM , G/XM, G/PU, G/G_{GS}. Sau khi đo độ bền của các vật liệu trên ta có bảng kết quả như sau:



(a) S_{TT} (b) VE (c) S_{TT}/XM (d) G/XM (e) G/XM (f) G/G_{GS}

Bảng 3.3. Kết quả đo độ bền uốn của các loại vật liệu gia cường

STT	Loại vật liệu	Độ bền uốn (MPa)		Mô đun uốn (MPa)	
1	S _{TT}	66,63	72,81±6,19	1008,29	1933,82±512,92
		79,01		1904,74	
		72,77		1888,42	
2	VE	19,20	17,26±4,50	809,62	879,18±83,48
		20,46		971,76	
		12,11		856,16	
3	S _{TT} /XM	4,30	5,20±1,25	165,85	200,13±33,24
		4,67		202,32	
		6,64		232,23	
4	G/XM	5,43	5,07±0,52	102,43	145,20±37,35
		4,47		171,40	
		5,32		161,78	
5	G/PU	2,35	1,99±0,43	45,78	46,67±3,96
		2,13		51,00	
		1,51		43,23	
6	G/G _{GS}	2,68	2,51±0,23	60,32	57,50±2,82
		2,25		54,68	
		2,62		57,50	



Hình 3.5. Ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền uốn của vật liệu

Từ kết quả đo bảng 3.3 và đồ thị hình 3.5 ta có:

Xét về độ bền uốn:

Vật liệu gia cường bằng S_{TT} có độ bền uốn cao nhất (72,81MPa), kế đến là VE (17,26 MPa), tiếp theo là S_{TT}/XM (5,20 MPa), G/XM (5,07 MPa), G/G_{GS} (2,51 MPa) và thấp nhất là mẫu G/PU (1,99 MPa).

So với vật liệu composite được gia cường hoàn toàn bằng S_{TT} thì vật liệu có lõi xốp gia cường bằng S_{TT}/XM và G/XM có độ bền giảm 14 lần, G/G_{GS} giảm 29 lần và G/PU giảm khoảng 36 lần.

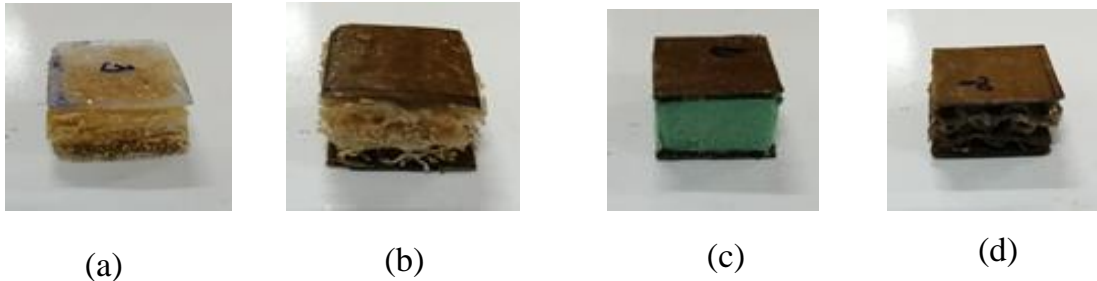
Đối với các vật liệu composite có lớp biên là giấy thì độ bền uốn của vật liệu giấy có lõi xốp PU (G/PU) là thấp nhất

Xét về mô đun: mô đun của các mẫu vật liệu giảm tương tự như độ bền uốn.

Kết luận: Khi xét các vật liệu có kết cấu lõi xốp với nhau thì nhận thấy chúng có độ bền uốn gần bằng nhau và thấp hơn so với mẫu được gia cường hoàn toàn bằng S_{TT} . Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây [7].

3.2.2. Độ bền nén

Để khảo sát ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền nén của vật liệu composite. Tiến hành đo cơ tính các mẫu: S_{TT}/XM, G/XM, G/PU, G/G_{GS}. Sau khi đo độ bền của các vật liệu trên ta có bảng kết quả như sau:

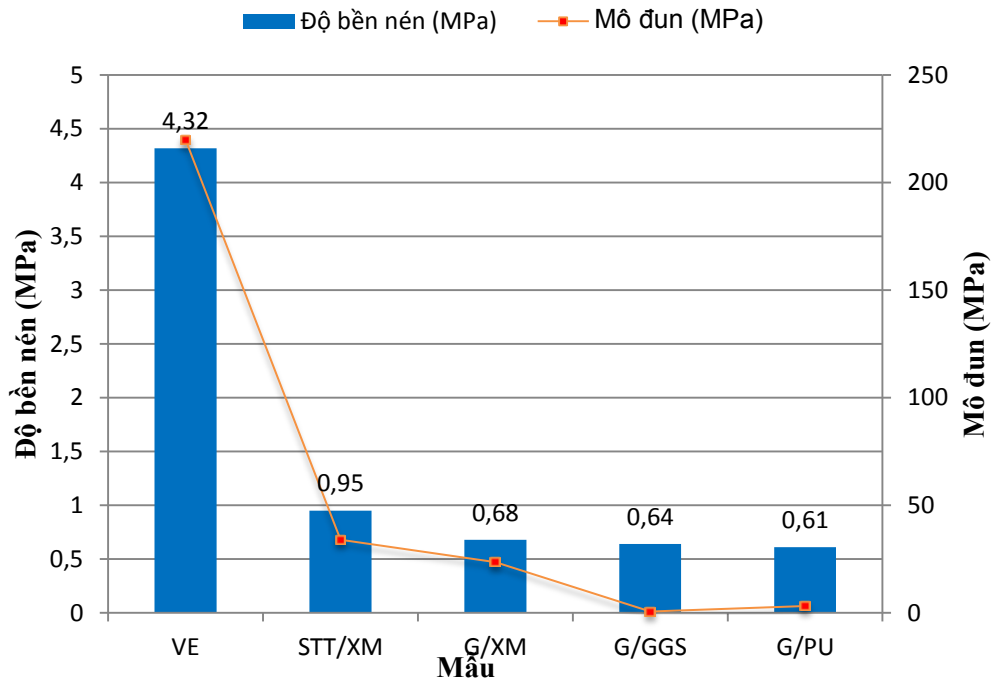


Hình 3.6. Các mẫu đo nén

(a): S_{TT}/XM (b): G/XM (c): G/PU (d): G/G_{GS}

Bảng 3.4. Kết quả đo độ bền nén của các loại vật liệu gia cường

ST	Loại vật liệu	Độ bền nén (MPa)		Mô đun nén (MPa)	
1	VE	4,80	4,32±1,12	202,40	219,79±20,83
		5,12		242,94	
		3,03		214,04	
2	S _{TT} /XM	0,97	0,95±0,056	36,40	34,00±2,73
		0,89		31,03	
		1,00		34,57	
3	G/XM	0,68	0,68±0,035	23,72	23,61±1,26
		0,71		24,82	
		0,64		22,30	
4	G/PU	0,59	0,61±0,02	2,49	3,24±0,67
		0,63		3,45	
		0,60		3,78	
5	G/G _{GS}	0,55	0,64±0,12	0,62	0,62±0,18
		0,58		0,44	
		0,78		0,80	



Hình 3.7. Ảnh hưởng của loại vật liệu gia cường đến độ bền nén của vật liệu

Từ kết quả đo bảng 3.4 và đồ thị hình 3.7 ta thấy:

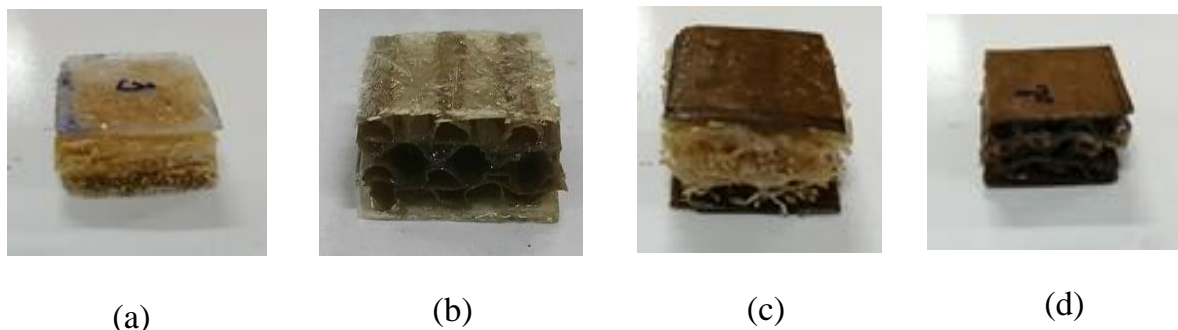
Xét về độ bền nén: Mẫu composite được gia cường hoàn toàn bằng S_{TT} ở dạng đặc và cứng nên chắc chắn sẽ có độ bền nén rất cao do đó ở đây ta chỉ xét đến các mẫu vật liệu có cấu trúc xốp với nhau để so sánh, cụ thể là mẫu được gia cường bằng S_{TT}/XM có độ bền nén cao nhất (0,95 MPa), mẫu giấy G/XM, G/X và G/G có độ bền nén tương đương nhau (0,68 MPa; 0,64 MPa và 0,61 MPa). Điều này cho thấy các mẫu gia cường bằng xốp có cấu trúc lỗ trống ở lõi nên độ bền nén thấp.

Xét về mô đun: Nhìn chung, mô đun của các loại vật liệu giảm dần tương tự như độ bền nén.

Kết luận: vật liệu composite được gia cường bằng lõi xơ mướp có độ bền nén và mô đun tương đối cao. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây [29].

3.3. Khảo sát ảnh hưởng của lớp biên đến cơ tính của vật liệu

Để khảo sát ảnh hưởng của lớp biên đến cơ tính của vật liệu, tiến hành đo cơ tính các mẫu: S_{TT}/XM , S_{TT}/G_{GS} , G/XM , G/G_{GS} (Hình 3.8).



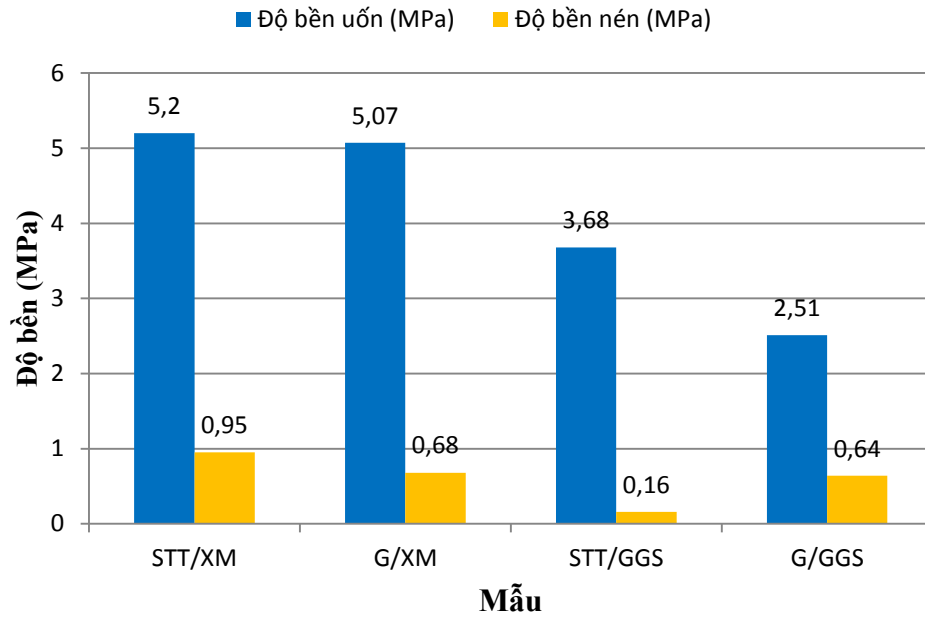
Hình 3.8. Các mẫu composite với lớp biên khác nhau

(a): S_{TT}/XM (b): S_{TT}/G_{GS} (c): G/XM (d): G/G_{GS}

Sau khi đo các mẫu vật liệu trên ta có bảng kết quả như sau:

Bảng 3.5. Kết quả đo cơ tính của vật liệu khác lớp biên

STT	Loại vật liệu	Độ bền uốn (MPa)		Độ bền nén (MPa)	
1	S_{TT}/XM	4,30	$5,20 \pm 1,25$	0,97	$0,95 \pm 0,056$
		4,67		0,89	
		6,64		1,00	
2	S_{TT}/G_{GS}	3,51	$3,68 \pm 0,16$	0,17	$0,16 \pm 0,002$
		3,82		0,17	
		3,71		0,13	
3	G/XM	5,43	$5,07 \pm 0,52$	0,68	$0,68 \pm 0,035$
		4,47		0,71	
		5,32		0,64	
4	G/G_{GS}	2,68	$2,51 \pm 0,23$	0,55	$0,64 \pm 0,12$
		2,25		0,58	
		2,62		0,78	



Hình 3.9. Ảnh hưởng của lớp biên đến cơ tính của vật liệu

Từ kết quả đo bảng 3.5 và đồ thị hình 3.9 ta thấy mẫu vật liệu composite có lớp biên là S_{TT} luôn cho cơ tính cao hơn mẫu vật liệu composite có lớp biên là giấy, cụ thể:

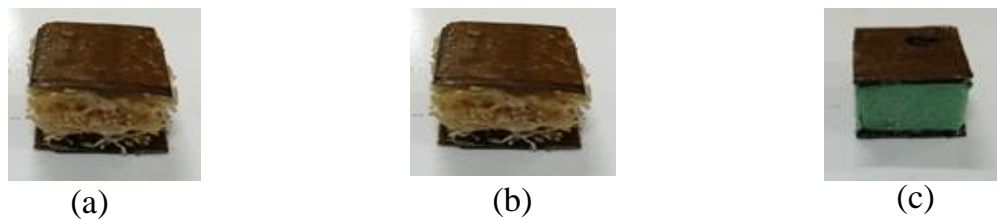
- Về độ bền uốn: mẫu S_{TT}/XM có độ bền uốn cao gấp 1,02 lần mẫu G/XM , mẫu S_{TT}/G_{GS} cao gấp 1,4 lần mẫu G/G_{GS} .

- Về độ bền nén: mẫu S_{TT}/XM có độ bền nén cao gấp 1,4 lần mẫu G/XM . Tuy nhiên, mẫu G/G_{GS} lại có độ bền nén cao gấp 4 lần mẫu S_{TT}/G_{GS} , có thể trong quá trình gia công lượng nhựa dư còn bám vào các lỗ trống của giấy gợn sóng làm cho vật liệu trở nên kín, đặc dẫn đến cơ tính cao hơn mẫu S_{TT}/G_{GS} .

Kết luận: Mẫu vật liệu composite có lớp biên được gia cường bằng S_{TT} có cơ tính tốt hơn mẫu vật liệu sử dụng lớp biên là giấy. Điều này cho thấy việc lựa chọn lớp biên cũng ảnh hưởng đến cơ tính của vật liệu composite.

3.4. Khảo sát ảnh hưởng của cấu trúc lõi đến cơ tính của vật liệu

Để khảo sát ảnh hưởng của cấu trúc lõi đến cơ tính của vật liệu, tiến hành đo cơ tính các mẫu có chung lớp biên là giấy nhưng cấu trúc lõi khác nhau: G/XM (lõi rỗng), G/PU (lõi đặc) và G/G_{GS} .

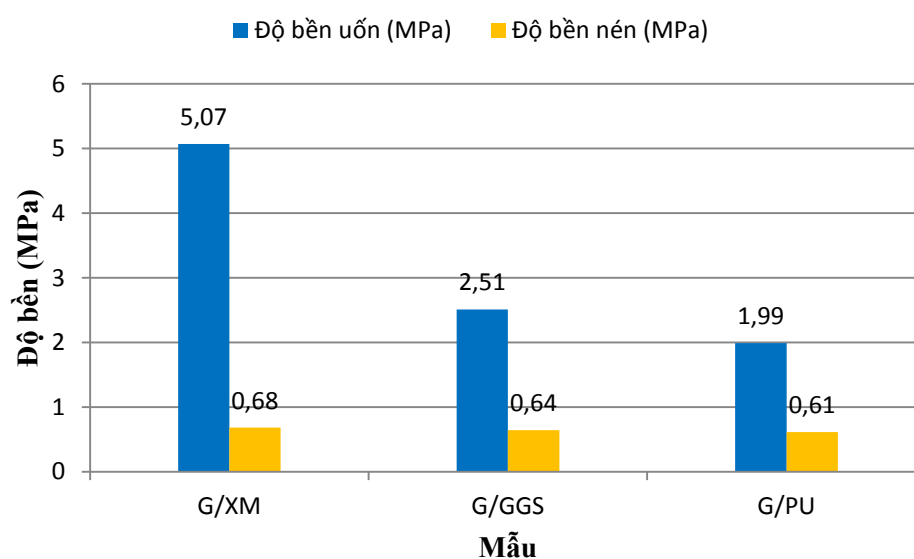


Hình 3.10. Các mẫu composite với lớp lõi khác nhau

Sau khi đo các mẫu vật liệu trên ta có bảng kết quả như sau:

Bảng 3.6. Kết quả đo cơ tính của vật liệu khác lớp lõi

STT	Loại vật liệu	Độ bền uốn (MPa)		Độ bền nén (MPa)	
		Giá trị	Giá trị trung bình ± sai số	Giá trị	Giá trị trung bình ± sai số
1	G/XM	5,43	$5,07 \pm 0,52$	0,68	$0,68 \pm 0,035$
		4,47		0,71	
		5,32		0,64	
2	G/G _{GS}	2,68	$2,51 \pm 0,23$	0,55	$0,64 \pm 0,12$
		2,25		0,58	
		2,62		0,78	
3	G/PU	2,35	$1,99 \pm 0,43$	0,59	$0,61 \pm 0,02$
		2,13		0,63	
		1,51		0,60	



Hình 3.11. Ảnh hưởng của cấu trúc lõi đến cơ tính của vật liệu

Từ kết quả đo bảng 3.6 và đồ thị hình 3.11, ta thu được kết quả như sau:

- Về độ bền uốn: Mẫu G/XM có độ bền uốn cao nhất, kế đến là G/G_{GS} và thấp nhất là G/PU tương ứng với 5,07 MPa, 2,51 MPa và 1,99 MPa.

- Về độ bền nén: Cả 3 mẫu đều có độ bền nén tương đương nhau nhưng mẫu G/XM vẫn có giá trị cao nhất (0,68 MPa) và thấp nhất cũng là mẫu G/PU (0,61 MPa). Vì xơ mướp là xốp thiên nhiên có cấu trúc rỗng do đó nhựa dễ thấm ướt nên cơ tính cao, còn xốp PU có cấu trúc lỗ hổng nhỏ làm cho nhựa chỉ bám lên bề mặt chứ không phân bố đều trên toàn bộ nên làm giảm cơ tính vật liệu.

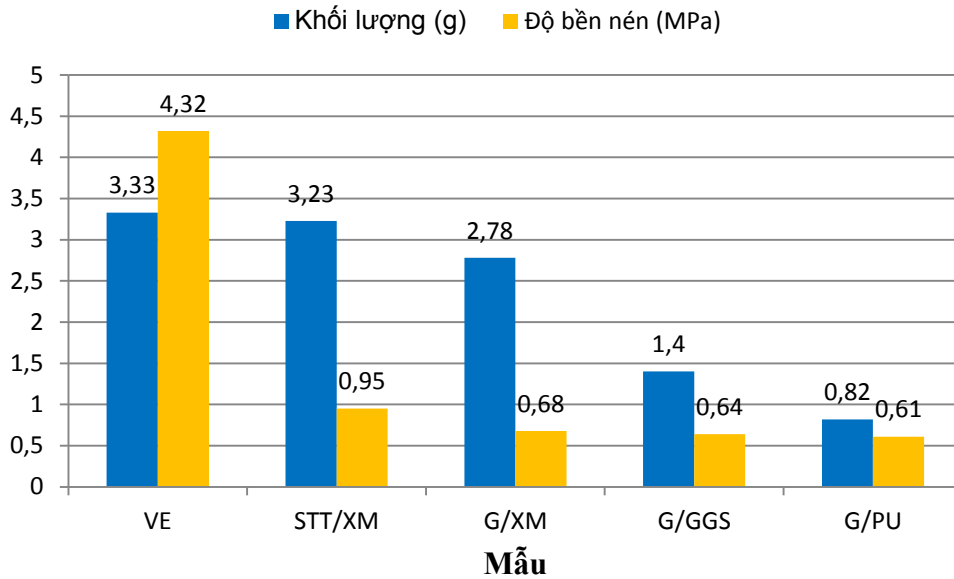
Kết luận: Khi chế tạo vật liệu composite kết cấu lõi xốp, cấu trúc lõi cũng ảnh hưởng một phần đến cơ tính của vật liệu.

3.5. Khảo sát mối tương quan giữa khối lượng với cơ tính của vật liệu

Để khảo sát sự tương quan giữa khối lượng với cơ tính của vật liệu composite, tiến hành đo nén và đo khối lượng các mẫu: S_{TT}/ XM, G/XM, G/PU, G/G_{GS}. Sau khi đo các mẫu vật liệu trên ta có bảng kết quả như sau:

Bảng 3.7. Kết quả đo khối lượng và độ bền nén của vật liệu

STT	Loại vật liệu	Độ bền nén (MPa)		Khối lượng (g)	
1	VE	4,80	4,32±1,12	3,45	3,33±0,16
		5,12		3,15	
		3,03		3,40	
2	S _{TT} /XM	0,97	0,95±0,056	3,20	3,23±0,092
		0,89		3,15	
		1,00		3,33	
3	G/XM	0,68	0,68±0,035	2,83	2,78±0,16
		0,71		2,59	
		0,64		2,91	
4	G/PU	0,59	0,61±0,02	0,80	0,82±0,02
		0,63		0,82	
		0,60		0,84	
5	G/G _{GS}	0,55	0,64±0,12	1,45	1,4±0,045
		0,58		1,39	
		0,78		1,36	



Hình 3.12. Mối tương quan giữa khối lượng và độ bền nén của vật liệu

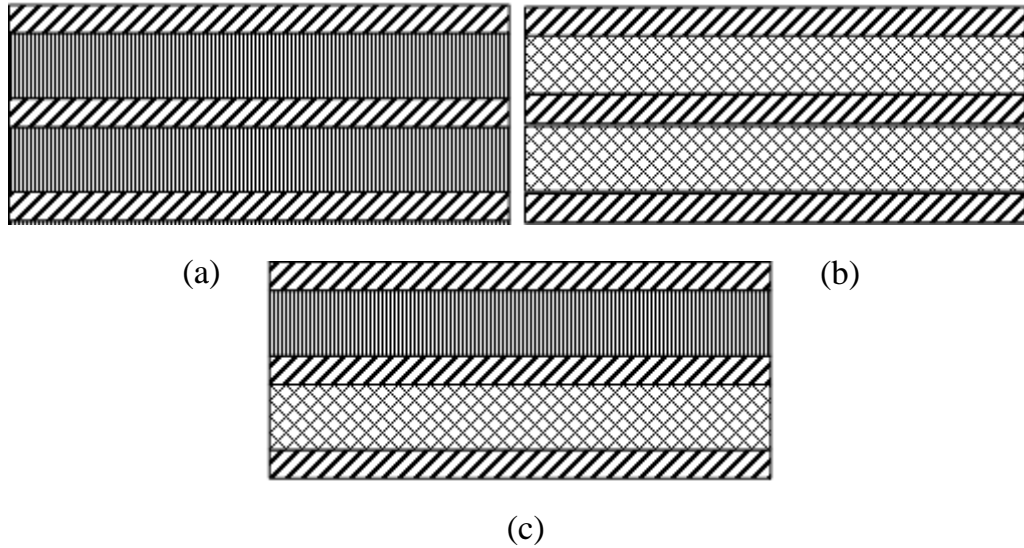
Từ kết quả bảng 3.7 và đồ thị hình 3.12 ta thấy:

Xét các mẫu composite cấu trúc lõi xốp, mẫu STT/XM có khối lượng cao nhất (3,23g) và đồng thời cũng có độ bền cao nhất (0,95 MPa). Ngược lại mẫu G/PU có độ bền nén thấp nhất (0,61 MPa) lại có khối lượng nhẹ nhất (0,82 g). Điều này cho thấy cấu trúc xốp sẽ làm giảm đáng kể khối lượng tuy nhiên cơ tính cũng giảm rõ rệt.

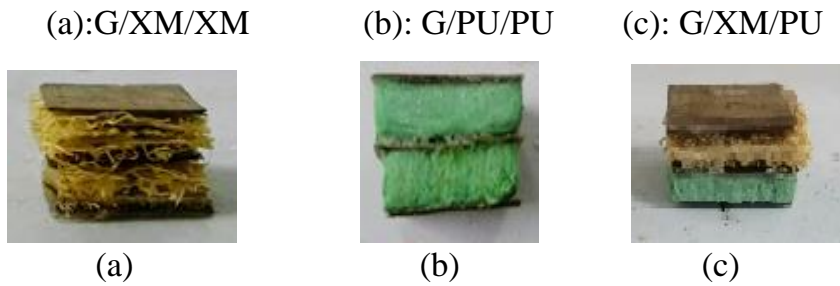
Kết luận: Để tối ưu hóa về sự lựa chọn liên quan đến tỷ lệ khối lượng và cơ tính của mẫu composite thì ta nhận thấy các mẫu composite lõi xốp đều thỏa mãn, vừa đáp ứng được tiêu chí nhẹ mà cũng có cơ tính khá tốt.

3.6. Khảo sát ảnh hưởng của kết cấu đến cơ tính của vật liệu

Vật liệu composite lõi xốp được chế tạo để làm vách ngăn tường nên cần cứng, vững. Tấm vật liệu phải có bề dày lớn nhưng phải nhẹ để dễ vận chuyển và lắp đặt. Cấu trúc vật liệu bao gồm nhiều lớp hay còn gọi là sandwich. Hai lớp biên cứng, chịu lực được làm bằng lớp composite đặc trên cơ sở dùng nhựa UPE gia cường từ giấy carton. Các lớp lõi bên trong cần dày và có cấu trúc xốp nhằm đảm bảo cho vật liệu sandwich có khối lượng nhẹ. Sử dụng hỗn hợp các lớp vật liệu ở dạng xốp thiên nhiên và xốp tổng hợp (Hình 3.14). Hình 3.13 đã đưa ra cấu trúc cho vật liệu composite.



Hình 3.13. Cấu trúc sandwich



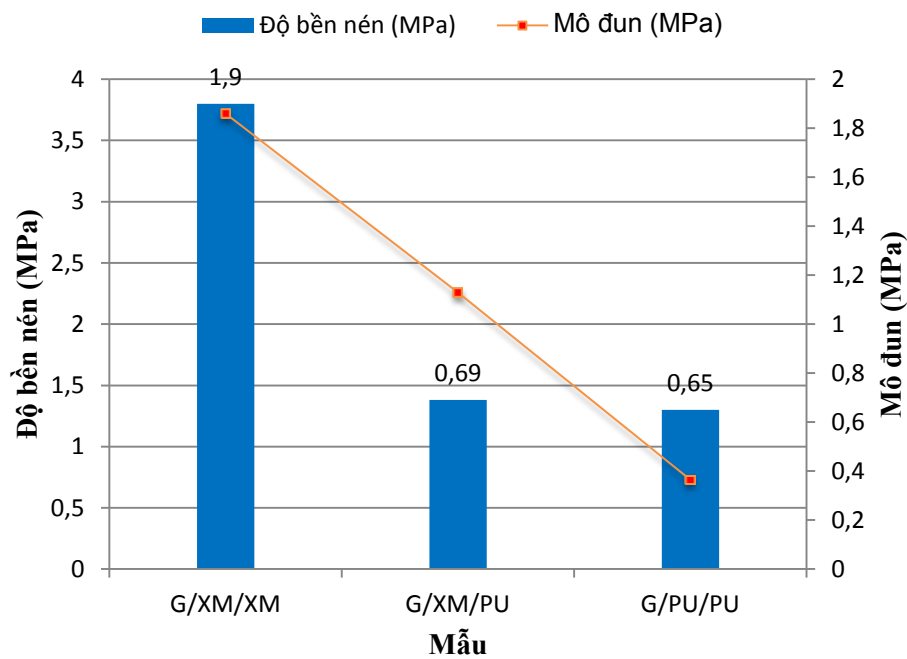
Hình 3.14. Các mẫu composite sandwich

(a): G/XM/XM (b): G/PU/PU (c): G/XM/PU

Để khảo sát ảnh hưởng của hỗn hợp các lớp lõi của vật liệu composite, tiến hành đo cơ tính của các mẫu sandwich có lớp biên là giấy: G/XM/PU, G/PU/PU, G/XM/XM. Sau khi đo độ bền nén ta được bảng kết quả như sau:

Bảng 3.8. Kết quả đo nén của các mẫu composite có cấu trúc sandwich

STT	Loại vật liệu	Độ bền nén (MPa)		Mô đun nén (MPa)	
1	G/XM/PU	0,72	0,69±0,032	1,82	2,26±0,37
		0,66		2,50	
		0,71		2,45	
2	G/PU/PU	0,65	0,65±0,07	0,47	0,73±0,69
		0,58		1,52	
		0,72		0,21	
3	G/XM/XM	1,89	1,90±0,055	2,89	3,72±2,03
		1,85		6,03	
		1,96		2,23	



Hình 3.15. Ảnh hưởng của kết cấu đến độ bền và mô đun của vật liệu

Từ kết quả bảng 3.8 và đồ thị hình 3.15 ta thấy:

Mẫu G/XM/XM có 2 lớp xơ mướp cho độ bền nén tốt nhất (1,9MPa), tiếp đến là mẫu G/XM/PU (0,69 MPa), cuối cùng là mẫu G/PU/PU (0,65 MPa). Ta thấy, khi thay lớp

xốp PU bằng xơ mướp thì mẫu G/XM/XM cho độ bền cao hơn 2,75 lần so với mẫu G/XM/PU và gấp 2,92 lần so với mẫu G/PU/PU.

Đối với trường hợp composite chứa xốp PU kết hợp với xơ mướp thì độ bền nén tăng từ 0,61 MPa (G/PU) lên 0,69 MPa (G/XM/PU), còn nếu thêm một lớp xơ mướp nữa vào mẫu G/XM độ bền nén tăng mạnh từ 0,68 MPa lên 1,9 MPa, tăng 2,8 lần, riêng mẫu chứa lõi xốp PU độ bền nén tăng không đáng kể từ 0,61 MPa lên 0,65 MPa.

Về mô đun: Mô đun của các vật liệu thay đổi tương tự như độ bền nén.

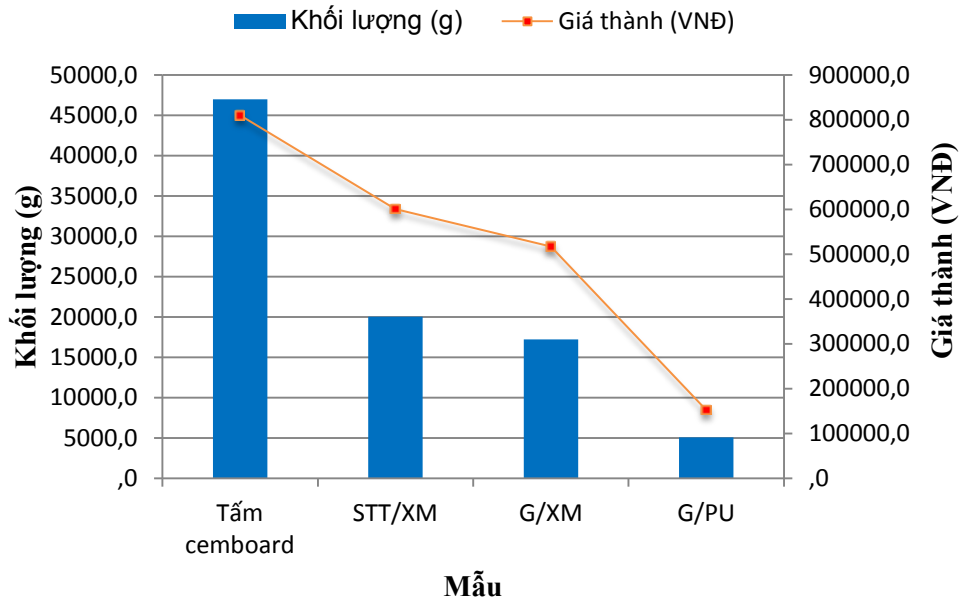
Kết luận: Từ những kết quả trên chứng tỏ độ bền của vật liệu thay đổi khi ta thay đổi kết cấu của chúng. Khi thay lõi bằng xơ mướp độ bền được cải thiện so với khi dùng kết cấu từ lõi xốp PU.

3.7. Khảo sát giá thành của các loại vật liệu

Để tiến hành khảo sát chi phí chế tạo của các loại vật liệu, tiến hành tính toán giá thành của các loại vật liệu sau: S_{TT}/XM, G/XM, G/PU. Để so sánh với mẫu hiện có trên thị trường là tấm Cemboard Thái Lan thương hiệu Smartboard thuộc chi nhánh ở 179 Phan Văn Hớn, P. Tân Thới Nhất, Q.12, TP.HCM, kích thước mẫu 1220 x 2440 x 10 mm.

Bảng 3.9. Giá thành của các loại vật liệu

STT	Loại vật liệu	Khối lượng (g)	Giá thành (VNĐ)
1	Tấm Cemboard	47000	810000
2	Sợi thủy tinh/ xơ mướp	20031	601000
3	Giấy/ xơ mướp	17241	517250
4	Giấy/ xốp PU	5085	152550



Hình 3.16. Đồ thị khảo sát giá thành của vật liệu

Kết quả từ bảng 3.9 và đồ thị hình 3.16 cho thấy:

Các vật liệu composite nhẹ tận dụng từ nguồn phế phẩm như xơ mướp, giấy bìa và xốp PU có giá thành rẻ hơn hẳn so với tấm cemboard trên thị trường. Cụ thể, vật liệu S_{TT}/XM có khối lượng nhẹ hơn 2 lần so với mẫu cemboard, mẫu G/XM thì nhẹ hơn gần 3 lần và mẫu G/PU thì nhẹ hơn 6 lần.

Khi vật liệu được gia cường bằng 100% sợi thủy tinh (24 lớp) thì các vật liệu còn lại chỉ cần 2 lớp sợi thủy tinh hoặc 4 lớp giấy kết hợp với lõi xơ hoặc xốp, giảm 12 lần số lượng sợi thủy tinh, giảm lượng nhựa cần sử dụng nên trọng lượng nhẹ hơn và giá thành rẻ hơn.

Đặc biệt vật liệu composite gia cường từ S_{TT}/XM và G/XM có cơ tính khá tốt có thể ứng dụng làm cửa, vách ngăn.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Với những tiêu chí ban đầu được đặt ra:

- Chế tạo vật liệu composite nhẹ, kết cấu lõi xốp từ xơ mướp phế phẩm nông nghiệp và xốp PU phế phẩm công nghiệp.
- Vật liệu có khả năng ứng dụng làm tấm vách ngăn tường thay thế cho các vật liệu truyền thống.

Từ những cơ sở trên, em đã thực hiện được những kết quả như sau:

- Chế tạo được một số vật liệu composite nhẹ, có lõi xốp thân thiện với môi trường trên cơ sở đi từ các phế phẩm nông nghiệp và phế phẩm công nghiệp.
- Xét các vật liệu cấu trúc xốp: vật liệu STT/XM có khối lượng nặng nhất (3,23 g) và khối lượng nhẹ nhất là vật liệu G/PU (0,82 g).
- Khảo sát cơ tính cho thấy các mẫu sau có cơ tính tốt nhất: STT/XM (5,2 MPa), G/XM/XM (1,9 MPa).
- Vật liệu composite có tỉ số tính năng cơ lí/khối lượng cao nhất là G/PU (0,79).
- Khảo sát về cấu trúc lõi xốp của vật liệu composite cho thấy vật liệu composite nhẹ gia cường từ xốp PU có cơ tính thấp còn vật liệu gia cường từ xơ mướp có cơ tính cao.
- Sử dụng 2 loại vật liệu để làm lớp biên: G và S_{TT}. Kết quả cho thấy lớp biên là sợi thủy tinh giúp sản phẩm có cơ tính tốt hơn lớp biên là giấy.
- Tính toán chi phí dựa trên giá thành của nguyên liệu thì cho thấy mẫu G/XM có giá thành chỉ bằng 1/2 so với mẫu ván ép trên thị trường.
- Tùy vào mục đích sử dụng mà các mẫu vật liệu STT/XM, G/XM có thể thay thế cho các loại vật liệu truyền thống trên thị trường.

Kiến nghị

Do thời gian tìm hiểu và thực hành còn hạn chế nên em có một số kiến nghị sau:

- Chế tạo vật liệu nhẹ gia công từ một số phế phẩm khác.

- Khảo sát ảnh hưởng nồng độ NaOH xử lý phế phẩm đến cơ tính của vật liệu.
- Khảo sát độ bền kéo của vật liệu.
- Đo SEM để xem khả năng thấm nhựa của xơ mướp.
- Khảo sát khả năng cách âm và cách nhiệt của vật liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Ích Thịnh, *Vật liệu Composite*. NXB Giáo dục, 1994.
- [2] Nguyễn Phước Hậu, *Nhựa tổng hợp composite*. Biên dịch. Nhà xuất bản trẻ, 2006.
- [3] Kim Sam Jung, et al, "*Mechanical properties of polypropylene/natural fiber composites: Comparison of wood fiber and cotton fiber*," (in E), vol. 27, no. 7, pp. 801-806, 2008.
- [4] R.N.Flores, H.Y.Sanchez, D.L.J.Cruz, G.S.Vasquez, L.L.Domratcheva, and G. L.G.F.Polymers, "*Composites from water hyacinth (Eichhornea crassipe) and polyester resin*," (in E), vol. 16, no. 1, pp. 196-200, 2015.
- [5] R.Vinayagamoorthy, S. Sivanarasimha, K. Vinay Kumar, and V. Padmanabhan, "*Characteristic investigations on loofah, jute and glass fiber reinforced sandwich polymeric composites*," in *Applied Mechanics and Materials*, 2015, vol. 813, pp. 14-18: Trans Tech Publ.
- [6] P.Nirupama, A.V. Kumar, and S. S. I. P. Journal, "*Banana fiber reinforced low-density polyethylene composites: effect of chemical treatment and compatibilizer addition*," (in E), vol. 25, no. 3, pp. 229-241, 2016.
- [7] D. Sreeramulu and N. Ramesh, "*Synthesis, characterization, and properties of epoxy filled Luffa cylindrica reinforced composites*," (in E), vol. 5, no. 2, pp. 6518-6524, 2018.
- [8] Nguyễn Hữu Niều, "*Một số thay đổi về tính chất sợi dừa Việt Nam bằng phương pháp xử lý trong dung dịch sodium hydroxide*," (in V), vol. 10, no. 03-2007.
- [9] Đoàn Thị Thu Loan, "*Nghiên cứu vật liệu composite từ nhựa vinyl ester và sợi đay*," (in V), 2012.
- [10] Phạm Thị Phương Dung, "*Nghiên cứu chế tạo vật liệu composite từ trấu và nhựa polypropylene*," 2012.
- [11] Trần Thị Thu Hằng, "*Nghiên cứu chế tạo vật liệu Composite trên nền nhựa Polyethylene và mùn cưa*," 2013.
- [12] Đỗ Thị Nhi, "*Khảo sát tính chất của vật liệu polyurethan xốp được gia cường bởi sợi tre*," (in V), vol. 19, no. 6T, pp. 212-220.

- [13] Trần Vĩnh Diệu, *Môi Trường Trong Gia Công Chất Dẻo Và Vật Liệu Composite*. Nhà xuất bản Bách Khoa Hà Nội, 2006.
- [14] Nguyễn Hữu Niều - Trần Vĩnh Diệu, *Kỹ thuật sản xuất chất dẻo*. NXB Đại Học Quốc Gia Tp.HCM, 2007.
- [15] S. Dutton, D. Kelly, and A. Baker, *Composite materials for aircraft structures*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004.
- [16] Hồ Sĩ Tráng, *Cơ sở hóa học gỗ và xenluloza, Tập 1, 2*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2003.
- [17] K.L.Loewenstein, *The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers*. Elsevier Science Publisher, 1993.
- [18] W. Gerhartz, *Ullman Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol – A11, VHC, 1998.
- [19] Phạm Thanh Bình, *Hóa Học Và Hóa Lý Polyme*. Đại học Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh, 2002.
- [20] T. Masami, I. Hiroyuki, and O. Hideo, "*Lightweight construction materials and articles made thereof*," ed, 1976.
- [21] S. Bartlett, D. Negussey, M. Kimble, and M. Sheeley, "*Use of geof foam as super-lightweight fill for I-15 reconstruction*" in *Proc., Transportation Research Board 79th Annual Meeting*, 2000: Transportation Research Board Washington, DC.
- [22] M.G and F.J.P.E. S. Knipschild, "*Estimation of mechanical properties for rigid polyurethane foams*," (in E), vol. 15, no. 8, pp. 623-627, 1975.
- [23] H. Meifeng and H. Wenbin, "*A study on composite honeycomb sandwich panel structure*" (in E), vol. 29, no. 3, pp. 709-713, 2008.
- [24] Lê Thị Khánh - Trương Thị Hồng Hải, *Tạp chí khoa học “Nghiên cứu tập đoàn giống mướp ngọt trồng vụ xuân hè 2014 tại Thừa Thiên Huế”*, số 07-2014, ISSN 0866-7586, trang 61.
- [25] V. JackR, *The behavior of sandwich structures of isotropic and composite materials*. Routledge, 2018.
- [26] Nguyễn Quốc Việt, "*Khảo sát tính chất sợi xơ dừa bằng máy dập tước liên hoàn tại Bến Tre và nghiên cứu xử lý sợi bằng NaOH*," (in V), vol. 17, no. 2, pp. 93 - 102, 2014.

[27] ASTM Standard, *D695*. Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics, 2008.

[28]. ASTM Standard, *D790-10*. Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, 2010: p. 1-11.

[29] Clyne TW and Hull Derek, *An introduction to composite materials*, 2019: Cambridge university press.

PHỤ LỤC

Bảng 1. Kích thước mẫu đo uốn

STT	Loại vật liệu	Dày (mm)	Rộng (mm)	Dài (mm)	Lực (N)
1	S _{TT}	11,25	19,98	60,00	2178,30
		12,04	21,57	60,00	2745,00
		12,62	22,24	60,00	2864,10
2	VE	11,89	20,51	60,00	618,70
		11,89	20,55	60,00	660,60
		12,02	20,76	60,00	403,60
3	S _{TT} /XM	11,75	20,19	60,00	156,10
		11,08	19,95	60,00	160,00
		11,25	19,05	60,00	136,80
4	G/XM	12,10	19,21	60,00	169,60
		12,55	20,35	60,00	203,70
		11,70	19,60	60,00	119,20
5	G/G _{GS}	11,12	20,78	60,00	63,30
		11,02	20,91	60,00	63,50
		11,30	20,12	60,00	63,70
6	G/X	11,39	20,48	60,00	169,60
		11,01	20,91	60,00	203,70
		11,07	20,12	60,00	219,20

Bảng 2. Kích thước mẫu đo nén

STT	Loại vật liệu	Dày (mm)	Rộng (mm)	Dài (mm)	Lực (N)
1	S _{TT} /XM	12,00	20,00	20,00	3924,00
		12,00	20,00	20,00	4027,00
		12,00	20,00	20,00	2879,90
2	G/XM	12,00	20,00	20,00	603,20
		12,00	20,00	20,00	485,80
		12,00	20,00	20,00	556,80
3	G/G _{GS}	12,00	20,00	20,00	133,40
		12,00	20,00	20,00	139,60
		12,00	20,00	20,00	186,40
4	G/X	12,00	20,00	20,00	142,10
		12,00	20,00	20,00	152,30
		12,00	20,00	20,00	143,90

Bảng 3. Kích thước mẫu đo nén hỗn hợp các lõi xốp

STT	Loại vật liệu	Đày (mm)	Rộng (mm)	Dài (mm)	Lực (N)
1	G/XM/XM	12,00	20,00	20,00	452,80
		12,00	20,00	20,00	443,40
		12,00	20,00	20,00	471,00
2	G/XM/X	12,00	20,00	20,00	173,80
		12,00	20,00	20,00	172,40
		12,00	20,00	20,00	170,80
3	G/X/X	12,00	20,00	20,00	155,40
		12,00	20,00	20,00	139,40
		12,00	20,00	20,00	159,40

Bảng 4. Kết quả tính giá thành của các vật liệu chế tạo

STT	Vật liệu	Khối lượng (g)	Khối lượng nhựa (g)	Khối lượng sợi (g)	Giá (VNĐ)
1	Tấm Cemboard	47000	-	-	810000
2	S _{TT} /XM	20031	12018	8013	601000
3	G/XM	17241	10345	6896	517250
4	G/PU	5085	3051	2034	152550

