

# ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BỘT GIẤY ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU COMPOZIT XI MĂNG BỘT GIẤY

Lý Tuấn Trường<sup>1</sup>, Trần Văn Chử<sup>1</sup>

664533

## TÓM TẮT

Sau khi phát hiện một số loại sợi a-mi-ăng có thể gây ung thư, hàng loạt các dự án có liên quan đến loại hình sản phẩm composit xi măng cốt sợi a-mi-ăng đã phải đình chỉ và chuyển hướng tìm kiếm các vật liệu thay thế thân thiện môi trường hơn, như các loại sợi thực vật từ phế liệu nông nghiệp (rom rạ, vỏ trấu, be ngò...), các chế phẩm sợi từ gỗ, giấy tái chế... Bài viết đề cập đến kết quả nghiên cứu công nghệ sản xuất vật liệu composit xi măng bột giấy, đồng thời khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến một số tính chất cơ lý của vật liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 24%, khả năng chống thấm nước của vật liệu vẫn đảm bảo nhưng đã làm khả năng liên kết bền trong kết cấu của vật liệu giảm, cường độ chịu kéo vuông góc bề mặt (IB) giảm (trong khoảng 0,6-1,1 Mpa), khả năng trương nở chiều dày (TS) tăng (dao động từ 0,5 đến 2,5%). Tỷ lệ bột giấy từ 16% đến 20% làm độ bền uốn (MOR), mô đun đàn hồi (MOE) và lực bám giữ đinh vít của vật liệu đều có xu hướng tăng. MOR đạt 6,5-10,5 MPa, MOE đạt 1900-3400 MPa và lực bám giữ đinh vít là 135-210 N/mm. Tiếp tục tăng tỷ lệ bột giấy từ 20% đến 24%, độ bền uốn và mô đun đàn hồi có xu hướng giảm nhẹ, lực bám giữ đinh vít giảm rõ ràng hơn.

**Từ khóa:** Composit xi măng, composit xi măng bột giấy, van sợi xi măng, tỷ lệ bột giấy.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu composit sử dụng xi măng làm nền (chất nền hay pha nền), cốt (vật liệu cốt hay vật liệu gia cường) là các dạng sợi khoáng vô cơ đã được ứng dụng khá phổ biến từ rất lâu. Đại diện cho dòng sản phẩm dạng này là vật liệu a-mi-ăng (gạch a-mi-ăng, tấm lợp a-mi-ăng, ống dẫn nước a-mi-ăng...) với nền là xi măng và cốt là sợi a-mi-ăng do Hatschek phát minh ra. Sản phẩm dạng này có nhiều ưu điểm như: nhẹ, cường độ chịu uốn, chịu nén cao, chống cháy, cách nhiệt, chống nước, ổn định kích thước, ít phân ứng với các vật phẩm hóa học,... Tuy nhiên, tới những năm 80 của thế kỷ 20, người ta phát hiện a-mi-ăng có thể gây ung thư, từ đó, hàng loạt các dự án có liên quan đến loại hình sản phẩm này đều phải đình chỉ và chuyển hướng tìm kiếm các vật liệu thay thế khác. Cụ thể, các loại sợi thực vật từ phế liệu nông nghiệp (rom rạ, vỏ trấu, be ngò...) và các chế phẩm giấy tái chế đã được các nhà khoa học, cơ sở sản xuất tìm đến và sử dụng thay thế sợi a-mi-ăng làm cốt cho composit xi măng. Đây được coi là một giải pháp "nhất cử lưỡng tiện", việc sử dụng các loại sợi thực vật từ phế liệu này vừa góp phần hạ giá thành sản phẩm, vừa có thể tiết kiệm tài nguyên, hạn chế rác thải.

Với ưu điểm là nguyên liệu giá rẻ, nguồn cung cấp rộng và thân thiện với môi trường, đặc biệt có thể tận dụng được triệt để nguồn giấy vụn và các phế liệu có sợi thực vật khác, công nghệ vật liệu composit xi măng bột giấy đã phát triển khá mạnh mẽ. Công ty James Hardie và Viện Khoa học Liên bang của Australia (CSIRO) đã nghiên cứu phát triển van sợi xi măng đầu tiên, sử dụng sợi gỗ làm vật liệu gia cường, vật liệu nền sử dụng là xi măng Portland (còn gọi là xi măng silicat) và bột thạch anh. Bột sợi gỗ sau khi được nhào kỹ, cho vào trộn cùng xi măng và bột thạch anh theo tỷ lệ nhất định, sau đó đưa đi ép để thu được ván thành phẩm. Ngày nay, công nghệ này đã có ở nhiều nước như: Bỉ, Hàn Quốc, Thụy Sĩ, Đan Mạch, Phần Lan, Áo... Công ty Kỹ thuật H.U.S của Thụy Sĩ đã ứng dụng thành công công nghệ tạo composit từ bột giấy bia cứng phế liệu với các loại vật liệu nền như xi măng Portland, bột đá vôi, bột silicat... với chiều dày thành phẩm từ 8 đến 20 mm sử dụng làm tấm lợp và vách ngăn trong các công trình kiến trúc.

Tại Việt Nam, vật liệu composit xi măng bột giấy mới chỉ được sản xuất thử nghiệm tại một số cơ sở sản xuất nhỏ, công nghệ chưa hoàn thiện, chất lượng sản phẩm tạo ra còn nhiều hạn chế. Để cải thiện chất lượng sản phẩm, việc xác định được ảnh hưởng của

<sup>1</sup> Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam

tỷ lệ bột giấy đến tính chất vật liệu composit tạo ra là hết sức cần thiết.

**2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIỆM CỨU**

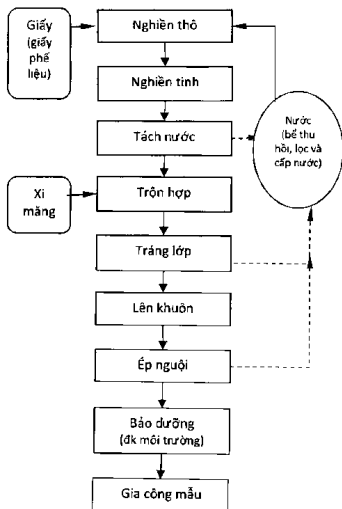
**2.1. Vật liệu nghiên cứu**

- Giấy phế liệu (chủ yếu từ vỏ bao xi măng).
- Xi măng: PCB30, PCB40 (Nghị Sơn).

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

*Phương pháp thực nghiệm tạo mẫu*

Tiến hành thực nghiệm tạo mẫu vụn theo sơ đồ công nghệ như ở hình 1 trên đây chuyên thiết bị tại Công ty CP Phát triển Thành Tín.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ tạo vật liệu composit xi măng bột giấy

Các bước thực nghiệm được tiến hành cụ thể như sau:

Bước 1: Tạo bột giấy từ giấy phế liệu.

Giấy phế liệu sau khi đã loại bỏ các tạp chất rắn bám bẩn sẽ được đưa qua máy nghiền thủy lực để tiến hành nghiền thô trong môi trường nước tạo

thành bột giấy thô. Lúc này, các bó sợi xenuloza vẫn còn quấn bám và vón lại với nhau mà chưa được phân ly đều trong dung dịch. Tiếp đó, để sợi phân ly đều hơn, bột giấy thô sẽ được bơm qua máy nghiền đĩa để nghiền tinh. Sau khi các sợi xenulo trong dung dịch bột giấy đã được phân tách khá đồng đều, nước sẽ được tách khỏi bột giấy bằng máy vật lý tâm. Trong công đoạn này, hàm lượng nước còn lại trong bột giấy vào khoảng 60-65%.

Bước 2: Trộn hợp.

Trước khi trộn hợp, lượng xi măng, lượng bột giấy và nước sử dụng được tính toán, định lượng như sau:

Ước lượng xi măng theo công thức:

$$m_x = \frac{\gamma V}{1+B+k}$$

Trong đó:  $m_x$  - Lượng xi măng cần dùng (g).

$\gamma$  - Khối lượng thể tích sản phẩm mục tiêu ( $g/cm^3$ ).

$V$  - Thể tích sản phẩm mục tiêu ( $cm^3$ ).

$B$  - Tỷ lệ khối lượng bột giấy so với xi măng.

$k$  - Hệ số tỷ lệ nước kết tinh sau khi xi măng đóng rắn ( $k = 0,2$ ).

Định lượng bột giấy:

Lượng bột giấy khô kiệt cần dùng là  $m_c = m_x \cdot B$

Lượng bột giấy ẩm thực tế cần dùng là  $M = m_c \cdot (1+W)$

Trong đó:  $W$  - Độ ẩm tuyệt đối của bột giấy sau khi vắt nước.

Định lượng nước sử dụng theo công thức:  $m_n = m_x \cdot N - (M - m_c)$

Trong đó:  $N$  - Tỷ lệ khối lượng nước so với xi măng.

Trong thực nghiệm, tỷ lệ bột giấy so với lượng xi măng ( $B$ ) được tính toán với 5 cấp chế độ: 16%, 18%, 20%, 22%, 24%; tỷ lệ nước so với lượng xi măng ( $N$ ) ở cả 5 cấp chế độ sử dụng thống nhất là 45%; khối lượng thể tích vật liệu dự kiến (mục tiêu) là 1,3  $g/cm^3$ .

Tại khâu trộn hợp, hỗn hợp xi măng, bột gỗ và nước được trộn đều với nhau trong bồn trộn hợp có tốc độ cánh khuấy 50 - 60 vòng/phút trong thời gian 8 - 10 phút.

Bước 3: Tráng lớp.

Trong bước này, các lớp hỗn hợp xi măng bột giấy sẽ được tráng lên một tấm lưới hình thành những lớp thấm nguyên liệu tương đối đồng đều.

Bước 4: Ép sản phẩm.

Sau khi nguyên liệu được tráng lớp, lên khuôn, toàn bộ tấm nguyên liệu này sẽ được ép nguội (nhiệt độ môi trường) với áp suất 12-15 KG/cm<sup>2</sup> và thời gian ép là 12 phút. Sản phẩm ép thực nghiệm có quy cách 1400 x 700 x 16 mm.

Bước 5: Bảo dưỡng, gia công mẫu.

Sau khi ép, sản phẩm và khuôn được dỡ khỏi bàn ép, giữ ổn định sau 24 giờ thì dỡ sản phẩm khỏi khuôn. Sản phẩm tiếp tục được phun ẩm và bảo ôn ở điều kiện môi trường trong một khoảng thời gian nhất định rồi đưa đi cắt mẫu theo quy cách thí nghiệm.

*Phương pháp thí nghiệm kiểm tra các tính chất của vật liệu*

Xác định khối lượng thể tích theo tiêu chuẩn TCVN 8259-3:2009.

Xác định khả năng chống thấm nước theo tiêu chuẩn TCVN 8259-6:2009.

Xác định cường độ chịu uốn theo tiêu chuẩn TCVN 8259-2:2009.

Xác định mô đun đàn hồi theo tiêu chuẩn TCVN 7756-6:2007.

Xác định độ bền kéo vuông góc bề mặt theo tiêu chuẩn TCVN 7756-7:2007.

Xác định lực bám giữ đinh vít theo tiêu chuẩn TCVN 7756-11:2007.

Xác định độ trương nở chiều dày theo tiêu chuẩn TCVN 7756 5:2007.

### 2. KẾT QUẢ NGHIỆM CỤ

#### 3.1. Kết quả kiểm tra khối lượng thể tích và khả năng chống thấm nước của vật liệu

Kết quả kiểm tra khối lượng thể tích của vật liệu thu được ở bảng 1.

**Bảng 1. Khối lượng thể tích mẫu ở các chế độ thực nghiệm (g/cm<sup>3</sup>)**

TT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
1	1,29	1,26	1,38	1,31	1,29	1,28	1,30	1,29	1,39	1,33
2	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,32	1,25	1,32	1,32	1,29
3	1,38	1,31	1,21	1,34	1,22	1,31	1,42	1,41	1,21	1,24
4	1,36	1,23	1,32	1,34	1,34	1,23	1,31	1,28	1,23	1,33
5	1,32	1,29	1,28	1,27	1,36	1,32	1,25	1,21	1,32	1,29
6	1,32	1,27	1,26	1,23	1,32	1,35	1,23	1,32	1,22	1,28
7	1,26	1,34	1,24	1,29	1,28	1,41	1,32	1,31	1,31	1,26
8	1,27	1,26	1,34	1,29	1,35	1,27	1,34	1,33	1,26	1,35
9	1,24	1,33	1,32	1,25	1,25	1,23	1,31	1,29	1,23	1,33
10	1,32	1,32	1,30	1,32	1,34	1,41	1,29	1,26	1,21	1,32
11	1,28	1,30	1,41	1,33	1,31	1,35	1,31	1,41	1,31	1,24
12	1,26	1,25	1,33	1,26	1,27	1,25	1,33	1,31	1,25	1,34
13	1,41	1,31	1,30	1,31	1,30	1,30	1,28	1,25	1,32	1,31
14	1,32	1,37	1,27	1,44	1,23	1,34	1,23	1,22	1,32	1,29
15	1,41	1,23	1,23	1,38	1,26	1,31	1,32	1,31	1,41	1,26
TB	1,315	1,290	1,296	1,308	1,292	1,310	1,299	1,301	1,287	1,297

Kết quả kiểm tra cho thấy, khối lượng thể tích vật liệu tạo ra ở các chế độ thực nghiệm cũng như các loại thí nghiệm đều có biến động 0,1 - 0,2 g/cm<sup>3</sup>, sự biến động này tương đối ngẫu nhiên và không có tính quy luật rõ ràng. Giá trị khối lượng thể tích trung bình đều tập trung quanh giá trị tính

toán ban đầu (1,3 g/cm<sup>3</sup>), mặc dù tỷ lệ bột giấy sử dụng trong vật liệu ở các chế độ là khác nhau. Sở dĩ như vậy là vì thực chất, áp lực tác động thực tế lên các tấm composit khi ép ở các chế độ là không như nhau do sử dụng khuôn cũ để đảm bảo chiều dày đồng đều.

Kết quả kiểm tra khả năng chống thấm nước theo tiêu chuẩn TCVN 8259-6:2009 cho thấy, tất cả các mẫu đều không xuất hiện giọt nước ở mặt dưới.

**3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến một số tính chất vật liệu composit xi măng bột giấy**

**3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến cường độ chịu uốn và mô đun đàn hồi của vật liệu**

Kết quả kiểm tra cường độ chịu uốn và mô đun đàn hồi của vật liệu thu được có các đặc trưng thống kê được trình bày ở bảng 2 và 3.

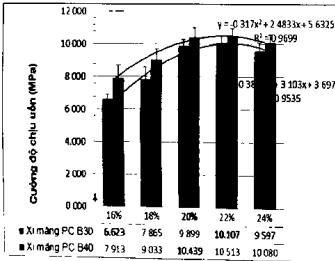
**Bảng 2. Đặc trưng thống kê kết quả kiểm tra độ bền uốn tĩnh của vật liệu (MPa)**

ĐT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
$\bar{X}$	6,623	7,866	9,899	10,106	9,596	7,913	9,033	10,439	10,513	10,079
$S^*$	0,0776	0,1361	0,0839	0,0841	0,1117	0,0999	0,1415	0,0905	0,0918	0,1118
S	0,3004	0,5273	0,3251	0,3257	0,4328	0,3868	0,5480	0,3506	0,3557	0,4330
$S^2$	0,0902	0,2780	0,1057	0,1061	0,1873	0,1496	0,3003	0,1230	0,1265	0,1875
Min	5,95	6,84	8,99	9,19	8,39	7,2	7,94	9,47	9,67	8,87
Max	6,92	8,62	10,28	10,48	10,1	8,72	9,72	10,99	10,96	10,58
$C_{(95\%)}$	0,1664	0,2920	0,1800	0,1803	0,2397	0,2142	0,3035	0,1942	0,1970	0,2398

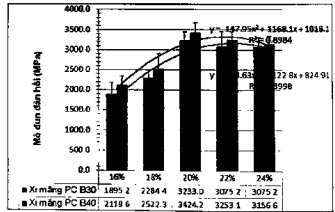
**Bảng 3. Đặc trưng thống kê kết quả kiểm tra mô đun đàn hồi của vật liệu (MPa)**

ĐT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
$\bar{X}$	1895,1	2284,4	3233,0	3075,2	3075,2	2119,6	2522,3	3424,2	3253,1	3156,6
$S^*$	31,7	38,1	31,3	47,2	28,5	34,9	42,2	30,4	37,2	44,3
S	122,8	147,4	121,1	182,8	110,4	135,0	163,5	117,6	144,1	171,7
$S^2$	15088,7	21734,6	14675,8	33401,2	12185,8	18224,5	26733,2	13833,9	20755,2	29492,7
Min	1681,9	1887,8	2954,3	2602,3	2829,3	1820,4	2204,5	3138,9	2891,3	2783,3
Max	2185,1	2490,5	3441,9	3451,7	3298,3	2350,4	2904,3	3670,7	3455,5	3341,3
$C_{(95\%)}$	68,0	81,6	67,1	101,2	61,1	74,8	90,5	65,1	79,8	95,1

Qua kết quả này ta thu được các phương trình tương quan cùng biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa độ bền uốn tĩnh với tỷ lệ bột giấy như ở hình 2 và biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa mô đun đàn hồi với tỷ lệ bột giấy (hình 3).



**Hình 2. Quan hệ giữa độ bền uốn với tỷ lệ bột giấy trong vật liệu**



**Hình 3. Quan hệ giữa mô đun đàn hồi với tỷ lệ bột giấy trong vật liệu**

Các biểu đồ cho thấy, với cả hai loại xi măng PC B30 và PC B40, độ bền uốn của vật liệu đều có xu hướng tăng khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 20%, cường độ chịu uốn dao động trong khoảng 6,6-10,5 MPa. Ở tỷ lệ bột giấy từ 20% đến 22%, độ bền uốn của vật liệu ít có biến đổi. Khi tăng tỷ lệ bột giấy lên đến 24%, độ bền uốn có xu hướng giảm nhẹ, chênh lệch chỉ khoảng 0,5 MPa. Quy luật tăng

giảm này cũng lặp lại đối với kết quả kiểm tra mô đun đàn hồi của vật liệu, ở tỷ lệ bột giấy từ 16% đến 20%, mô đun đàn hồi của vật liệu tăng từ 1900 MPa đến 3200 MPa với xi măng PC B30 và từ 2100 MPa đến 3400 MPa với xi măng PC B40. Điều này chứng tỏ ở tỷ lệ bột giấy từ 20% đến 22%, các sợi xenlulo trong bột giấy đã phát huy vai trò của vật liệu cốt trong cấu trúc vật liệu composit. Các sợi này đã làm tăng khả năng chịu kéo song song của vật liệu ở bề mặt chịu kéo và khả năng chịu nén của vật liệu ở bề mặt chịu nén khi tác dụng lực uốn. Khi tỷ lệ bột giấy tiếp tục tăng lên 24%, mật độ liên kết được tạo bởi vật liệu nền (xi măng) đã giảm xuống làm cho độ bền uốn cũng như mô đun đàn hồi của vật liệu vì vậy mà giảm theo.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến độ bền kéo vuông góc và tỷ lệ trương nở chiều dày của vật liệu

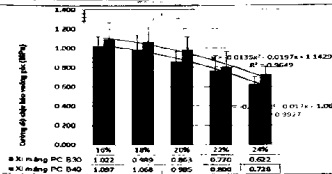
Độ bền kéo vuông góc và tỷ lệ trương nở chiều dày là hai tính chất phản ánh rõ ràng khả năng liên kết giữa các thành phần bên trong kết cấu vật liệu. Kết quả kiểm tra cường độ chịu kéo vuông góc và tỷ lệ trương nở chiều dày của vật liệu thử được trong thí nghiệm được ghi ở bảng 4 và 5. Qua xử lý số liệu và vẽ biểu đồ, ta thu được các phương trình tương quan và biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa độ bền kéo vuông góc với tỷ lệ bột giấy như ở hình 4 và biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa tỷ lệ trương nở chiều dày với tỷ lệ bột giấy (hình 5).

Bảng 4. Kết quả kiểm tra cường độ chịu kéo vuông góc của vật liệu (MPa)

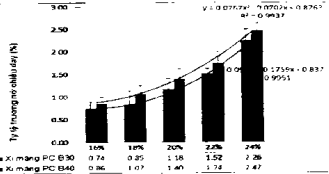
ĐT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
$\bar{X}$	1,022	0,989	0,863	0,771	0,623	1,097	1,067	0,985	0,800	0,729
S*	0,0159	0,0245	0,0190	0,0213	0,0160	0,0217	0,0249	0,0223	0,0210	0,0160
S	0,0616	0,0948	0,0735	0,0827	0,0618	0,0840	0,0966	0,0863	0,0814	0,0619
S <sup>2</sup>	0,0038	0,0090	0,0054	0,0068	0,0038	0,0071	0,0093	0,0074	0,0066	0,0038
Min	0,9	0,83	0,74	0,64	0,52	0,94	0,93	0,88	0,69	0,6
Max	1,12	1,13	0,97	0,92	0,7	1,26	1,21	1,12	0,96	0,81
C <sub>05%</sub>	0,0341	0,0525	0,0407	0,0458	0,0342	0,0465	0,0535	0,0478	0,0451	0,0343

Bảng 5. Kết quả kiểm tra tỷ lệ trương nở chiều dày của vật liệu (%)

ĐT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
$\bar{X}$	0,743	0,849	1,176	1,523	2,256	0,863	1,069	1,395	1,743	2,475
S*	0,0287	0,0407	0,0394	0,0225	0,0560	0,0333	0,0417	0,0502	0,0363	0,0365
S	0,1113	0,1575	0,1526	0,0871	0,2169	0,1290	0,1615	0,1946	0,1405	0,1413
S <sup>2</sup>	0,0124	0,0248	0,0233	0,0076	0,0470	0,0166	0,0261	0,0379	0,0197	0,0200
Min	0,53	0,57	0,93	1,28	1,65	0,5	0,62	0,85	1,35	2,08
Max	0,89	1,13	1,41	1,62	2,51	1,01	1,26	1,62	1,91	2,64
C <sub>05%</sub>	0,0617	0,0872	0,0845	0,0482	0,1201	0,0715	0,0894	0,1077	0,0778	0,0783



Hình 4. Quan hệ giữa độ bền kéo vuông góc với tỷ lệ bột giấy trong vật liệu



Hình 5. Quan hệ giữa tỷ lệ trương nở chiều dày với tỷ lệ bột giấy trong vật liệu

Các kết quả này cho thấy, khả năng liên kết bên trong kết cấu vật liệu composit đa giảm khi tỷ lệ bột giấy tăng. Ở cả hai loại xi măng PC B30 và PC B40, cường độ chịu kéo vuông góc của vật liệu đều giảm dần khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 24%, mức độ giảm có xu hướng mạnh dần. Với xi măng PC B30, cường độ chịu kéo vuông góc trong khoảng 0,6-1,0 MPa, xi măng PC B40 là 0,7-1,1 MPa. Tương tự như vậy, kết quả kiểm tra tỷ lệ trương nở chiều dày của vật liệu cho thấy, tỷ lệ trương nở chiều dày trong khoảng 0,5-2,5% và đã tăng rõ rệt khi tỷ lệ bột tăng từ 18% đến 24%. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do tỷ lệ bột giấy tăng đồng

nghĩa với mật độ chất kết dính là xi măng giảm làm cho khả năng liên kết bên trong kết cấu vật liệu giảm, thêm nữa, khả năng tương hợp giữa sợi và xi măng không cao, tỷ lệ bột giấy gia tăng đã làm ảnh hưởng tới quá trình thủy hóa của xi măng. Chính bởi vậy, để có thể tạo ra vật liệu với tỷ lệ bột giấy sử dụng nhiều hơn, người ta cần có chất trợ tương hợp phù hợp.

3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến lực bám giữ đinh vít của vật liệu

Kết quả kiểm tra lực bám giữ đinh vít của vật liệu sau khi xử lý thống kê được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Kết quả kiểm tra lực bám giữ đinh vít của vật liệu (N/mm)

ĐT	Xi măng PC B30					Xi măng PC B40				
	16%	18%	20%	22%	24%	16%	18%	20%	22%	24%
$\bar{X}$	136,190	160,762	195,437	175,098	168,729	157,019	185,345	208,685	188,671	182,634
S*	2,7915	2,3729	2,0937	2,2090	1,6746	2,1662	1,7128	2,3031	1,5360	2,2332
S	10,8115	9,1903	8,1089	8,5556	6,4858	8,3897	6,6337	8,9198	5,9489	8,6491
S <sup>2</sup>	116,8894	84,4615	65,7549	73,1982	42,0655	70,3865	44,0064	79,5620	35,3894	74,8063
Min	105,97	135,07	172,77	153,28	150,6	141,04	174,03	189,05	173,23	158,46
Max	148,79	171,47	204,89	190,92	176,29	167,88	198,93	220,32	199,64	192,71
C <sub>(95%)</sub>	5,9872	5,0894	4,4906	4,7379	3,5917	4,6460	3,6736	4,9396	3,2944	4,7897

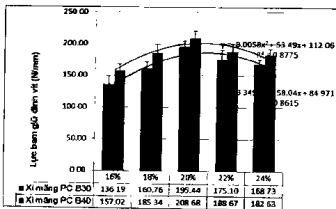
Tương ứng với kết quả này, các phương trình tương quan và biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa lực bám giữ đinh vít với tỷ lệ bột giấy được biểu diễn ở hình 6.

B30 chỉ là 168 N/mm, PC B40 là 182 N/mm. Thực chất, khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 20%, lực bám giữ đinh vít có xu hướng tăng không phải do khả năng liên kết bên trong kết cấu vật liệu tăng mà là do sự đàn hồi của phần cốt sợi xenlulo đã giải phóng ứng lực làm vỡ kết cấu vật liệu khi bắt đinh vít vào vật liệu. Khi tỷ lệ bột giấy tiếp tục tăng, khả năng liên kết trong kết cấu vật liệu giảm rõ rệt, làm lực bám giữ đinh vít của vật liệu giảm xuống.

4. KẾT LUẬN

- Khi tạo vật liệu composit xi măng bột giấy (nén xi măng PC B30, PC B40; cốt sợi xenlulo thu hồi từ bột giấy phế liệu) không dùng các chất phụ gia hay trợ tương hợp, với tỷ lệ bột giấy từ 16% đến 24% không làm ảnh hưởng đến khả năng chống thấm nước của vật liệu nhưng đã làm khả năng liên kết bên trong kết cấu vật liệu theo phương vuông góc bề mặt giảm, khả năng trương nở tăng.

- Tỷ lệ bột giấy sử dụng từ 16% đến 20% có thể làm tăng độ bền uốn tĩnh cũng như mô đun đàn hồi của vật liệu. Với tỷ lệ bột giấy từ 22% đến 24%, độ bền uốn tĩnh và mô đun đàn hồi không những không tăng mà còn có xu hướng giảm nhẹ.



Hình 6. Quan hệ giữa lực bám giữ đinh vít với tỷ lệ bột giấy trong vật liệu

Biểu đồ cho thấy, đối với vật liệu composit được tạo ra từ cả hai loại xi măng, lực bám giữ đinh vít đều tăng khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 20%, với xi măng PC B30, lực bám dính đạt 136-195 N/mm, xi măng PC B40 là 157-208 N/mm. Nhưng, khi tiếp tục tăng tỷ lệ bột giấy từ 20% đến 24% thì lực bám giữ đinh vít của vật liệu lại giảm, ở xi măng PC

- Đối với lực bám giữ đinh vít, khi tỷ lệ bột giấy tăng từ 16% đến 20%, quy luật tăng giảm cũng diễn ra tương tự độ bền uốn và mô đun đàn hồi của vật liệu, khả năng bám giữ đinh vít của vật liệu tăng. Song với tỷ lệ bột giấy từ 20% đến 24%, khả năng bám giữ đinh vít của vật liệu không giảm nhẹ mà giảm rõ rệt hơn.

- Với mức độ ảnh hưởng của tỷ lệ bột giấy đến các tính chất cơ lý của vật liệu, khi không sử dụng chất phụ gia hay các chất trợ tương hợp như đã khảo sát, tỷ lệ bột giấy sử dụng trong khoảng 20% đến 22% là phù hợp hơn cả.

**TAI LIỆU THAM KHẢO**

1. B. J. Mohr, N. H. El - Ashkar, and K. E. Kurtis. Fiber-Cement Composites for Housing Construction. State-of-the-Art Review.
2. C. Asasutjarit, J. Hirunlabh.et all. *Development of coconut coir-based lightweight cement board.*

Construction and Building Materials, 2007(21): pp. 277-288.

3. Savastano H, Warden P. G, Coutts R. S. P. *Brazilian waste fibers as reinforcement for cement-based composites.* Cement and Concrete Composites, 2000(22): pp. 379-384.

4. Coutts R. S. P. Wood fiber reinforced cement composites. In: Swanmy R. N. (ed) *Natural Fiber Reinforced Cement and Concrete.* London: Blackie, 1998: pp.1-62.

5. Savastano H., Agopyan V. Transition zone studies of vegetable fiber-cement paste composites. *Cement and concrete composites*, 1999, 21(1): pp.57-59

6. Toledo Filho R. D., Ghavami K., 2005. Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibers. *Cement and concrete composites*, 27(5): pp.537-546.

**EFFECT OF THE RATIO OF PULP-CEMENT ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PULP FIBER-CEMENT COMPOSITE**

**Ly Tuan Truong, Tran Van Chu**

**Summary**

After the discovery that some types of asbestos fiber might cause cancer, a number of projects related to asbestos fiber reinforced cement composite have been suspended. Those projects were re-directed towards developing alternative materials that are more environmentally-friendly. Examples of such materials are cellulose-based fibers (from agriculture residues like straw, rice husks, and corn stover) and recycled wood-fiber products. This study examines the manufacturing technology of pulp fiber-cement composite and assesses the effects of the ratio of pulp-cement on its physical and mechanical properties. The results showed that while its water-resistance does not exceed the threshold, but an increase from 16% to 24% in the ratio of pulp-cement causes some decrease in the blend ability of pulp fiber and cement, perpendicular-to-surface strength (IB) decrease (ranging from 0.6 to 1.1 Mpa), and thickness swelling (TS) increase (ranging from 0.5 to 2.5%). When the ratio of pulp-cement increases from 16% to 20%, modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), and resistance to axial withdrawal of screws all go up, MOR was 6.5-10.5 MPa, MOE was 1900-3400 Mpa, and resistance was 135-210 N/mm. The ratio of pulp-cement reaches 24%, however, there is a slight decrease in MOR and MOE, and a more significant decrease in resistance to axial withdrawal of screws.

**Keywords:** *Cement-based composites, pulp fiber-cement composites, cement-based fiberboard, the ratio of pulp-cement.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Hữu Nguyễn

Ngày nhận bài: 8/10/2015

Ngày thông qua phản biện: 10/11/2015

Ngày duyệt đăng: 17/11/2015