

Sử dụng nguồn phế phẩm bã mía để tăng cường khả năng chịu uốn của bê tông

Utilizing sugarcane bagasse waste to enhance the flexural capacity of concrete

> NGUYỄN THÀNH NHÂN

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Công nghệ TP.HCM

TÓM TẮT

Bê tông, mặc dù là một vật liệu chịu nén tốt, nhưng lại có cường độ chịu kéo thấp và dễ bị nứt. Sau một thời gian sử dụng, các cấu kiện bê tông thường bắt đầu xuất hiện các vết nứt với bề rộng và mật độ lớn. Bê tông cốt sợi (BTCS) bã mía đã được đề xuất như một phương pháp giúp cải thiện khả năng chịu nứt của kết cấu bê tông, thông qua cơ chế khâu các vết nứt và truyền ứng suất qua chúng. Một nghiên cứu khoa học đã trình bày việc sử dụng bã mía đã qua xử lý vào dầm bê tông cốt thép (BTCT) để tăng khả năng chịu uốn của chúng. Tiến trình đúc mẫu và thí nghiệm được thực hiện trên 4 loại cấp phối với các hàm lượng bã mía khác nhau. Kết quả của nghiên cứu cho thấy rằng việc sử dụng bã mía trong bê tông đã cải thiện đáng kể khả năng chịu uốn của dầm BTCT và giảm thiểu sự xuất hiện của các vết nứt trong dầm.

Từ khóa: Bã mía, Bê tông chịu uốn, Phế phẩm nông nghiệp, Tăng cường bê tông, Vật liệu xây dựng tái chế.

ABSTRACT

Concrete, despite being a material with good compressive strength, often exhibits low tensile strength and is prone to cracking. After a period of use, concrete components typically begin to show cracks with significant width and density. Sugarcane bagasse fiber-reinforced concrete has been proposed as a method to improve the crack resistance of concrete structures, through mechanisms such as bridging cracks and stress transfer across them. A scientific study has presented the use of processed sugarcane bagasse in reinforced concrete beams (RC beams) to enhance their flexural capacity. Sample casting and experiments were conducted on four different mixtures with varying amounts of sugarcane bagasse. The research results indicate that the inclusion of sugarcane bagasse in concrete significantly improves the flexural capacity of RC beams and reduces the occurrence of cracks within them.

Keywords: Bagasse, Flexural strength concrete, Agricultural waste, Concrete reinforcement, Recycled building materials.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BTCS đã được nghiên cứu và áp dụng trên phạm vi toàn cầu trong nhiều thập kỷ qua, với nhiều nghiên cứu về tính chất của BTCS khi được kết hợp với các vật liệu khác. Ở Mỹ, đã có các nghiên cứu về tác động của các loại sợi tổng hợp như sợi Nylon 6, sợi Polypropylene (PP), sợi Polyester (PE) đối với bê tông. Tại Đại học Michigan, Mỹ, đã tiến hành nghiên cứu về bê tông cường độ cao gia cường bằng sợi thép và sợi PP cho các dự án giao thông. Ở Việt Nam, cụ thể là tại Đại học Bách khoa TP.HCM, TS Nguyễn Văn Chánh và đồng nghiệp đã thực hiện nghiên cứu và ứng dụng BTCS với nhiều loại sợi như bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa, BTCS hỗn hợp, BTCS thép và BTCS Bazan.

Nghiên cứu và ứng dụng thực tế đã chỉ ra rằng bã mía là một nguồn phế phẩm phổ biến, có thể được sử dụng để sản xuất nhiều sản phẩm khác nhau như làm nhiên liệu lò đốt, bột giấy, ván ép trong kiến trúc, cách nhiệt, hoặc thậm chí là nguyên liệu cho ngành công nghiệp sợi tổng hợp và thức ăn chăn nuôi. Mặc dù vậy, việc tận dụng hoàn toàn bã mía vẫn chưa được thực hiện, và mỗi năm một lượng lớn bã mía vẫn được thải ra môi trường. Do đó, việc sử dụng cốt sợi bã mía trong ngành vật liệu xây dựng có tiềm năng lớn.

Bài báo tập trung nghiên cứu về cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của bê tông với các loại hỗn hợp có chứa bã mía.

Đối với các kết cấu BTCT, việc sử dụng cốt sợi bã mía có thể giúp tăng cường khả năng chịu lực. Vật liệu này nhẹ, có cường độ chịu kéo cao, khả năng chống ăn mòn và phù hợp để gia cố khả năng chịu uốn trong dầm BTCT.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

2.1 Mục tiêu

Việc sản xuất BTCS bằng phế phẩm bã mía thông qua việc cắt chúng thành sợi nhỏ nhằm tạo ra loại bê tông có khả năng chịu uốn tốt hơn là một phương pháp tiềm năng, đồng thời tận dụng nguồn rác thải từ bã mía. Thêm các sợi từ phế phẩm bã mía vào hỗn hợp bê tông không chỉ tạo ra một loại vật liệu mới mà còn giúp làm đa dạng chủng loại vật liệu xây dựng. Cụ thể, thử nghiệm để sản xuất loại bê tông được gia cường bằng sợi từ bã mía đã chứng minh khả năng chịu uốn tốt hơn so với loại bê tông thông thường và có giá thành thấp hơn so với các loại BTCS khác. Điều này không chỉ giảm thiểu nguồn rác thải mà còn giảm bớt sử dụng thép trong cấu kiện, từ đó làm giảm giá thành của các cấu kiện bê tông.

2.2 Đối tượng thụ hưởng

- Xã hội: là một nguồn tiêu thụ các phế phẩm bã mía của người nông dân, giúp nâng cao kinh tế cho người nông dân.

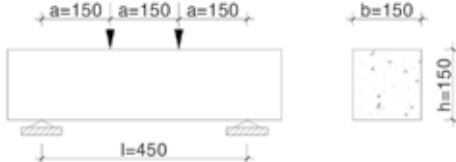
- Môi trường: giảm bớt dùng nguyên liệu từ tự nhiên. Tận dụng được nguyên liệu phế phẩm từ nông nghiệp là bã mía.
- Bền vững và kinh tế: sản phẩm là một loại vật liệu xanh, thân thiện với môi trường.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Phương pháp thực hiện

Tiến hành 2 thí nghiệm:

- Kiểm tra khả năng chịu uốn của bê tông thực hiện theo TCVN 3119:2022 bằng phương pháp kiểm tra cường độ chịu uốn tại 2 điểm trên các mẫu đầm có kích thước tiêu chuẩn 150 x 150 x 600 mm với 4 loại cấp phối khác nhau và mẫu đối chứng. Mỗi tổ mẫu sẽ có 2 mẫu (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm khả năng chịu uốn

- Kiểm tra khả năng chịu nén của bê tông trên các mẫu tiêu chuẩn có kích thước 150 x 150 x 150 mm với 4 loại cấp phối khác nhau và mẫu đối chứng. Mỗi tổ mẫu sẽ có 3 mẫu.

3.2 Mẫu thí nghiệm - Hình học và vật liệu

3.2.1. Kích thước hình học của mẫu thí nghiệm

Các mẫu thí nghiệm khả năng chịu uốn được sử dụng có kích thước đồng nhất là 150 x 150 x 600 mm.

Các mẫu thí nghiệm khả năng chịu nén được sử dụng có kích thước đồng nhất là 150 x 150 x 150 mm.

3.2.2. Vật liệu

a. Bê tông

Bê tông được sử dụng có cấp độ bền B25 (Mác 300). Lựa chọn cấp độ bền B25 để làm nghiên cứu vì đây là cấp độ bền đang được sử dụng phổ biến trong các cấu kiện chịu uốn như sàn, dầm. Các tính chất cơ học của bê tông được xác định là cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo.

Đá, cát sử dụng dùng để đổ mẫu thỏa mãn yêu cầu của **TCVN 7570 - 2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.**

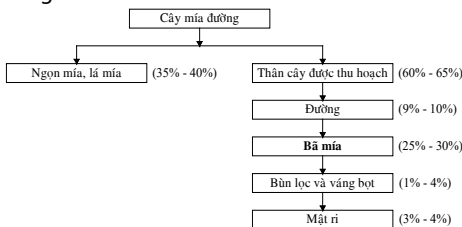
Nước sử dụng dùng để đổ mẫu thỏa mãn yêu cầu của **TCVN 4506 - 2012: Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.**

b. Bã mía

- Hiện trạng của nguồn phế phẩm bã mía

Sản lượng mía ép bình quân hàng năm của Việt Nam trong 4 năm qua là khoảng 14,98 triệu tấn, sản lượng phế phụ phẩm ước tính: ngọn mía tươi 3,4 triệu tấn, bã mía 4,0 triệu tấn, 0,19 triệu tấn bùn ép, 0,62 triệu tấn rỉ đường và khoảng 0,21 triệu tấn tro xỉ nếu đốt hết bã mía để sản xuất điện.

Theo thống kê, khi thu hoạch mía thì sản phẩm chính của mía là đường sucroza, nhưng lại chiếm tỉ trọng nhỏ (khoảng 10% khối lượng cây mía), khối lượng các phụ phế liệu còn lại là rất lớn và được biểu diễn bằng sơ đồ sau:



Hình 2. Sơ đồ khối lượng phụ phẩm của cây mía sau thu hoạch

- Các thành phần cơ bản của bã mía

- Thành phần trung bình của bã mía:
 - ❖ Nước: khoảng 40 - 50%
 - ❖ Xơ: Khoảng 45 - 48% (trong đó 45 - 55% là Cellulose)
 - ❖ Chất hòa tan (đường): 2.5%
- Thành phần của bã mía sau khi rửa sạch và sấy khô:
 - ❖ Cellulose: khoảng 45 - 55%.
 - ❖ Hemicellulose: khoảng 20 - 25%
 - ❖ Lignin: khoảng 18 - 24%
 - ❖ Tro: 1 - 4%
 - ❖ Sáp: < 1%

- Kết quả thí nghiệm sức căng của bã mía:

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm sức căng của bã mía

STT	Lực kéo đứt <i>N</i>	Đường kính mẫu <i>mm</i>	Sức căng tối đa <i>N/mm²</i>	Sức căng trung bình <i>N/mm²</i>
1	37.26	0.87	63	121
2	57.79	0.72	142	
3	167.25	1.24	139	
4	112.40	1.12	114	
5	105.37	0.96	146	

- Các tính chất đặc trưng của bã mía được trình bày như Bảng 2:

Bảng 2: Các tính chất đặc trưng của bã mía

Các đặc trưng	Các thông số
Khối lượng thể tích (kg/m ³)	153.5
Đường kính (mm)	0.8 ÷ 1.5
Chiều dài (mm)	30 ÷ 60
Sự thấm nước (%)	152 ÷ 167
Độ ẩm (%)	13.8
Sức căng tối đa (N/mm ²)	121 ÷ 146

4. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI BÊ TÔNG - CHẾ TẠO MẪU

4.1 Xác định khối lượng thể tích đá, cát và bã mía

- Khối lượng thể tích đá

Bảng 3: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích đá

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	4096	11336.5	5	1448.1	1465.3 kg/m ³
2	4096	11802.5	5	1541.4	
3	4096.5	11129	5	1406.5	

- Khối lượng thể tích cát

Bảng 4: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích cát

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	1597.5	4519	2	1461	1426.8 kg/m ³
2	1597	4443	2	1423	
3	1597	4390	2	1396.5	

- Khối lượng thể tích bã mía

Bảng 5: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích bã mía

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	1704	1858	1	154	153.5 kg/m ³
2	1704.5	1858	1	1	
3	1704.5	1857.5	1	1	

4.2 Cấp phối bê tông B25

- Sử dụng bê tông B25 có cấp phối như sau:

Theo Định mức 1776

- Định mức cấp phối vật liệu cho 1m³ bê tông

- Độ sụt: 6 ÷ 8 cm

- Đá Dmax = 20 mm [(40 ÷ 70)% cỡ 0.5x1 cm và (60 ÷ 30)% cỡ 1x2 cm]

Bảng 6: Định mức cấp phối cho 1m³ bê tông theo ĐM 1776

Mã hiệu	Thành phần hao phí	Đơn vị	Khối lượng
C3225	Mác bê tông = 300		
	Xi măng PC40	kg	394
	Cát vàng	m ³	0.436
	Đá 1x2	m ³	0.862
	Nước	lít	195

4.2.1 Khối lượng vật liệu cần dùng

a. Kiểm tra khả năng chịu uốn bê tông (Kích thước mẫu 150x150x600mm)

Bảng 7: Cấp phối thành phần cho 1 m³ hỗn hợp bê tông thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu uốn

STT	Ký hiệu	X	N	C	Đ	N/X	Sợi bã mía
		kg	lít	m ³	m ³		%
1	ĐC1	394	195	0.436	0.862	0.495	0
2	ĐC2	394	195	0.436	0.862	0.495	0
3	BM1	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
4	BM2	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
5	BM3	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
6	BM4	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
7	BM5	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
8	BM6	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
9	BM7	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
10	BM8	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21

b. Kiểm tra khả năng chịu nén bê tông (Kích thước mẫu 150x150x150mm)

Bảng 8: Cấp phối thành phần cho 1m³ hỗn hợp bê tông thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu nén

STT	Ký hiệu	X	N	C	Đ	N/X	Sợi bã mía
		kg	lít	kg	kg		%
1	ĐC1	394	195	0.436	0.862	0.495	0
2	ĐC2	394	195	0.436	0.862	0.495	0
3	ĐC3	394	195	0.436	0.862	0.495	0
4	BM1	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
5	BM2	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
6	BM3	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
7	BM4	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
8	BM5	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
9	BM6	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
10	BM7	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
11	BM8	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
12	BM9	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
13	BM10	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
14	BM11	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
15	BM12	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21

4.2.2 Quá trình thực hiện

Bước 1: Sau khi bã mía đem về được ngâm vào nước, thuận tiện cho việc tách thành sợi

**Hình 3.** Bã mía sau khi mang về**Bước 2: Tách bã mía thành sợi và xử lý**

Dùng dung dịch NaOH ngâm bã mía để loại bỏ thành phần lignin, tránh cho bã mía phân hủy sau này.

Bước 3: Sấy khô bã mía hay phơi bã mía**Hình 4.** Phơi bã mía**Hình 5.** Bã mía sau khi được phơi khô

Bước 4: Bã mía sau khi phơi khô được cắt thành các sợi có chiều dài 30 - 60mm

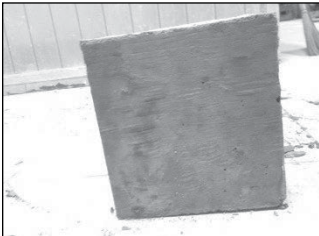
**Hình 6.** Cắt bã mía thành từng sợi có chiều dài từ 30 - 60 mm**Hình 7.** Bã mía sau khi cắt**Bước 5: Cân các cốt liệu bằng cân điện tử****Hình 8.** Cân khối lượng cát theo từng đợt**Hình 9.** Cân bã mía**Bước 6: Trộn bê tông cốt sợi bã mía và đúc mẫu****Hình 10.** Cho các cốt liệu đá, cát, xi măng vào thùng trộn**Hình 11.** Đổ bê tông vào khuôn và đầm chặt**Bước 7: Tháo ván khuôn và bảo dưỡng mẫu**

Sau 24h thì tháo mẫu ra khỏi ván khuôn và cho vào hồ nước để bảo dưỡng

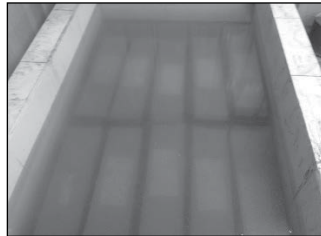
**Hình 12.** Tháo ván khuôn



Hình 13. Mẫu sau khi tháo ván khuôn



Hình 14. Mẫu sau khi tháo ván khuôn

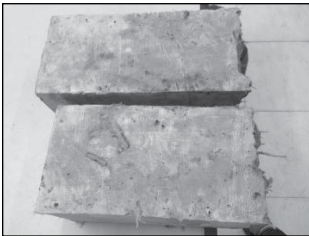


Hình 15. Bảo dưỡng mẫu trong hồ nước

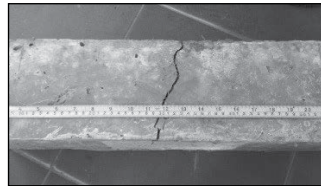
5. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM, KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết quả thí nghiệm

5.1.1. Thí nghiệm khả năng chịu uốn



Hình 16. Mẫu bị phá hoại khi thí nghiệm khả năng chịu uốn



Hình 17. Mẫu bị phá hoại ngay vị trí giữa dầm



Hình 18. Phân bố của bã mía trong bê tông

- Cường độ chịu uốn 2 điểm:

$$R_u = \gamma \frac{Pl}{bh^2}$$

Trong đó:

- P: tải trọng uốn gãy mẫu (daN);
- l: khoảng cách hai gối tựa; l=450mm;
- b,h: tiết diện mẫu bê tông; b=h=150mm;
- γ : hệ số tính đổi cường độ kéo khi uốn từ các mẫu kích thước

cầm chuẩn sang mẫu dầm kích thước chuẩn 150 x 150 x 600mm.

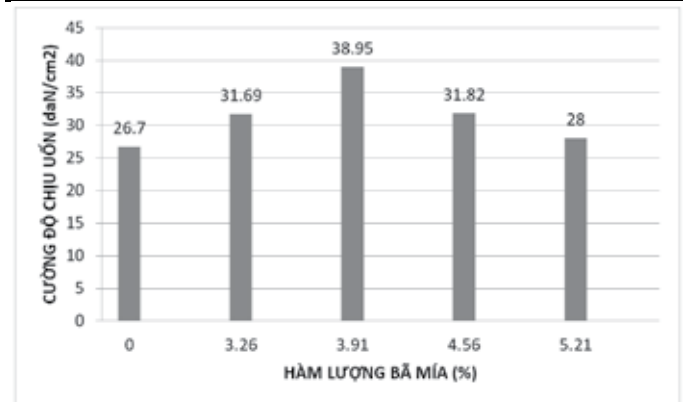
Hệ số γ lấy theo Bảng 8

Bảng 9: Hệ số γ

Kích thước mẫu dầm (mm)	Hệ số
100 x 100 x 400	1.05
150 x 150 x 600	1.00
200 x 200 x 800	0.95

Bảng 10: Kết quả thí nghiệm khả năng chịu uốn của bê tông ở ngày thứ 12

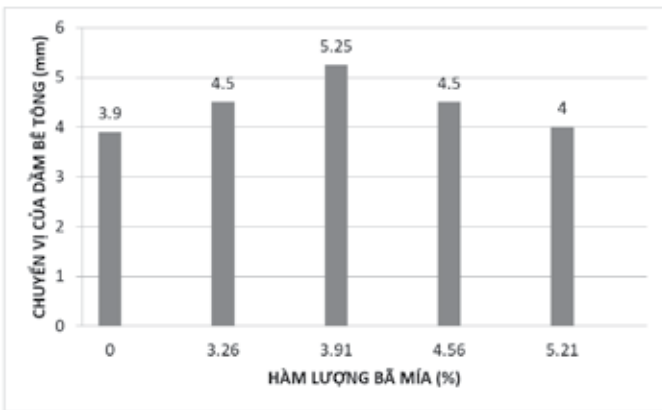
STT	Ký hiệu	P _{phá hoại} (daN)	R _u (daN/cm ²)	R _u ^{TB} (daN/cm ²)
1	ĐC 1	1978	26.37	26.70
2	ĐC 2	2027	27.03	
3	BM1	2389	31.85	31.69
4	BM2	2364	31.52	
5	BM3	2935	39.13	38.95
6	BM4	2907	38.76	
7	BM5	2430	32.40	31.82
8	BM6	2343	31.24	
9	BM7	2117	28.23	28.00
10	BM8	2082	27.76	



Hình 19. Khả năng chịu uốn bê tông đối với các cấp phối khác nhau
Kết quả thể hiện sự chuyển vị của dầm khi chịu uốn:

Bảng 11: Kết quả chuyển vị của dầm ở ngày thứ 12

STT	Ký hiệu	Chuyển vị Δ (mm)	Chuyển vị trung bình Δ^{TB} (mm)
1	ĐC 1	4	3.9
2	ĐC 2	3.8	
3	BM1	4.5	4.5
4	BM2	4.5	
5	BM3	5.5	5.25
6	BM4	5	
7	BM5	4.5	4.5
8	BM6	4.5	
9	BM7	4	4
10	BM8	4	

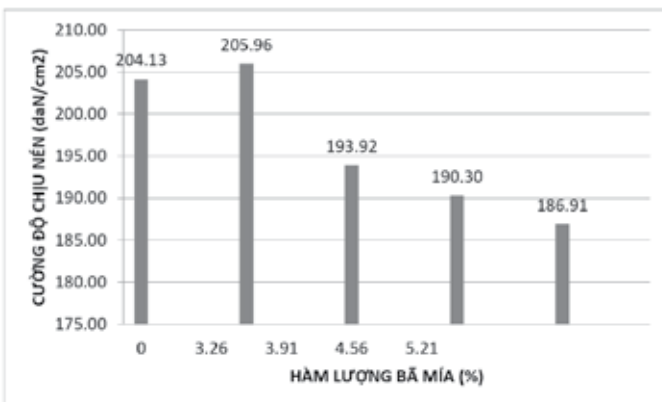


Hình 20. Kết quả chuyển vị của dầm bê tông

5.1.2. Thí nghiệm khả năng chịu nén

Bảng 12: Kết quả thí nghiệm khả năng chịu nén của bê tông ở ngày thứ 12

STT	Ký Hiệu	P _{phá hoại} (daN)	R _n (daN/cm ²)	R _n ^{TB} (daN/cm ²)
1	ĐC1	47870	212.76	204.13
2	ĐC2	45900	204.00	
3	ĐC3	44020	195.64	
4	BM1	47092	209.30	205.96
5	BM2	47019	208.97	
6	BM3	44910	199.60	
7	BM1	45799	203.55	193.92
8	BM2	41565	184.74	
9	BM3	43530	193.47	
10	BM1	428.22	190.32	190.30
11	BM2	44066	195.85	
12	BM3	41565	184.74	
13	BM1	40541	180.18	186.91
14	BM2	43875	195.00	
15	BM3	41746	185.54	



Hình 21. Khả năng chịu nén bê tông đối với các cấp phối khác nhau

5.2. Kết luận

- Đối với kết quả thể hiện khả năng chịu uốn, trong khi dầm đối chứng với khả năng chịu uốn là 26.70 daN/cm² thì mẫu dầm với cấp phối có hàm lượng bã mía là 3.91% có khả năng chịu uốn là 38.95 daN/cm². Như vậy, khả năng chịu uốn của bê tông tăng lên 46% so với mẫu không sử dụng bã mía và chuyển vị giảm 7% so với mẫu không sử dụng bã mía ở cùng cấp tải. Điều này khẳng định một lần nữa việc sử dụng bã mía đã đem lại kết quả cao trong việc cải thiện khả năng chịu uốn của bê tông.

- Đối với kết quả thể hiện khả năng chịu nén, khả năng chịu nén của bê tông giảm 5% so với mẫu không sử dụng bã mía. Như vậy, khả năng chịu nén giảm đi rất ít, không đáng kể.

5.3. Kiến nghị

Quá trình xử lý bã mía còn gặp khó khăn trong giai đoạn đánh toir bã mía thành những sợi nhỏ và có kích thước đồng nhất. Trong bài báo, quá trình xử lý thực hiện bằng thủ công. Cần phải nghiên cứu để cải thiện năng suất đánh toir bã mía để áp dụng vào sản xuất trong thực tế và công nghệ phối trộn bã mía vào hỗn hợp bê tông để chất lượng của hỗn hợp tốt hơn, đồng đều hơn.

Do thời gian nghiên cứu ngắn nên chưa khảo sát hết được các tính chất của bã mía khi đưa vào sử dụng ở các công trình thực tế. Vì sợi bã mía thuộc dạng sợi Cellulose nên cần phải ứng dụng vào một số công trình cụ thể để xem xét ảnh hưởng của yếu tố thời tiết, những tác động từ bên ngoài.

Qua kết quả nghiên cứu nhận thấy được muốn phối trộn bã mía vào hỗn hợp bê tông có hiệu quả cao hơn thì nên nghiên cứu phối trộn chúng chung với những chất phụ gia khác làm giảm khả năng hấp thu nước của chúng để tránh tình trạng mẫu vữa quá khô và làm giảm khả năng chịu nén của bê tông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 3119:2022, *Bê tông - phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn.*
- [2] TCVN 3105:2022, *Hỗn hợp bê tông và bê tông - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.*
- [3] TCVN 7570 - 2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*
- [4] TCVN 3118:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu nén.*
- [5] Định mức 1776, *Bộ Xây dựng ban hành ngày 16/8/2007.*