

# NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG NHỰA NÓNG SỬ DỤNG BỘT KHOÁNG THU HỒI Ở MỎ ĐÁ TÂN ĐÔNG HIỆP

RESEARCH ON MECHANICAL PHYSICAL PROPERTIES OF HOT MIX ASPHALT USING TAN DONG HIEP QUARRY'S BAGHOUSE FILLER

<sup>1</sup>Võ Đại Tú, <sup>2</sup>Lưu Thái Bình, <sup>3</sup>Nguyễn Thanh Lợi

<sup>1,3</sup> Công ty Cổ phần Đầu tư Xây dựng BMT

<sup>2</sup> Công ty Cổ phần Công trình Giao thông Sài Gòn

**Tóm tắt:** Trong sản xuất bê tông nhựa (BTN) tại các nhà máy phía Nam nước ta hiện nay, bột khoáng thu hồi bị thải đi gây lãng phí và ô nhiễm môi trường. Để khắc phục điều này, giải pháp sử dụng bột khoáng thu hồi (BKTH) mang tính cấp thiết cao, sẽ giải quyết được việc tận dụng phế thải nguồn tài nguyên thiên nhiên, tránh gây ô nhiễm môi trường, có giá thành thấp hơn các loại bột khoáng khác đang được sử dụng hiện nay. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu và đánh giá khả năng sử dụng của BKTH mỏ Tân Đông Hiệp trong bê tông nhựa nóng. Qua đó, nhóm tác giả kết luận có thể thay thế vật liệu bột khoáng đá vôi thông thường bằng BKTH mỏ Tân Đông Hiệp mà vẫn đảm bảo chất lượng của BTN nóng.

**Từ khóa:** Bê tông nhựa, bột khoáng thu hồi, đá Tân Đông Hiệp, bột khoáng granite, tái chế.

**Mã phân loại:** 11.2

**Abstract:** Baghouse dust which is from hot mix asphalt production in the Southern of Vietnam is a waste and a cause of environmental pollution. Therefore, using bag-house fines as a filler in hot mix asphalt mixture is an indispensable solution, which can utilize the wastes of natural materials, helps to prevent environmental pollution with lower expense, comparing to other present using fillers. This article presents the results and evaluation on the opportunities to use Tan Dong Hiep bag-house dust as filler in hot mix asphalt mixture. Then, the author can conclude if normal limestone-based filler can be replaced with Tan Dong Hiep bag-house fines as filler in hot mix asphalt mixture with quality assurance.

**Keywords:** Hot mix asphalt, baghouse filler, Tan Dong Hiep stone, granite stone dust, recycling.

**Classification code:** 11.2

## 1. Giới thiệu

Trong ngành công nghiệp sản xuất BTN nóng, bột khoáng là thành phần quan trọng trong hỗn hợp BTN. Nó được xem là chất độn cho hỗn hợp, làm cứng nhựa đường, tạo nên hỗn hợp mastic để tăng khả năng dính bám giữa các cốt liệu với nhau, giúp hình thành cường độ, độ bền, độ ổn định, khả năng kháng lún cho hỗn hợp BTN.

Có rất nhiều các loại bột khoáng được sử dụng hiện nay như bột vôi thủy hóa, bột đá vôi, xi măng, bụi xi măng, tro bay, bột đá hoa, xỉ nghiền,...

Có thể thấy rằng, bột khoáng hiện nay có nguồn gốc chủ yếu từ việc khai thác những khoáng sản thiên nhiên như đá vôi. BKTH là sản phẩm được tận dụng từ phế thải của quá trình sàng đá dăm qua các bin nóng của trạm trộn BTN. Đá granite hay đá hoa cương là một loại đá macma xâm nhập phổ biến chứa

silicat (Si, SiO<sub>2</sub>). BKTH gốc granite có nguồn gốc từ đây.

Giải pháp thay thế vật liệu bột khoáng thông thường bằng BKTH gốc granite sẽ tận dụng phế thải nguồn tài nguyên thiên nhiên tương chừng như không sử dụng, tránh gây ô nhiễm môi trường cũng như giảm đi nhiều chi phí cho việc quy hoạch các khu xử lý chất thải rắn.

Ở Việt Nam, việc sử dụng bột khoáng thu hồi trong BTN nóng tuy chưa được áp dụng rộng rãi trên thực tiễn, nhưng nó vẫn đang là một đề tài nhận được nhiều sự quan tâm đến từ các nhà nghiên cứu.

Đã có một số nghiên cứu về việc sử dụng BKTH trong thành phần BTN và có thể sử dụng thay thế một phần bột khoáng đạt chuẩn khi sản xuất BTN cung cấp cho việc thi công các tuyến đường cấp thấp và ít chịu tác dụng của xe tải trọng lớn [1]. Ngoài ra, để

tiếp tục sử dụng BKTH cần thực hiện giải pháp trạm trộn có silo chứa và bộ phận định lượng bột thu hồi. Muốn thay thế bột khoáng đá vôi bằng BKTH phải tiến hành thí nghiệm chất lượng bột khoáng thu hồi, tìm liều lượng sử dụng hợp lý [2].

Nhiều nghiên cứu khác nhau trên thế giới đã chỉ ra rằng các đặc tính của thành phần BKTH có ảnh hưởng đáng kể đến tính năng của mặt đường BTN [3], [4]. Ở châu Phi, tại Ethiopia, theo như nghiên cứu của Zemichael Berhe Mehari ở một luận văn cao học thuộc trường Đại học Addis Ababa, tác giả đã đề cập đến sự ảnh hưởng của những loại BKTH được nghiền từ sạn núi lửa, đá gốc và đá vôi. Độ ổn định Marshall và giá trị module BTN của hỗn hợp BTN sử dụng BKTH từ sạn núi lửa cao hơn so với các mẫu thử bột khoáng từ đá vôi và đá gốc. Hơn nữa, khi kết hợp BKTH từ sạn núi lửa và đá vôi, mẫu thử này sẽ cho độ ổn định còn lại cao hơn so với mẫu thử được chế tạo với loại bột khoáng từ đá gốc [3]. Ở Mỹ, hầu hết các nhà máy sản xuất BTN đều cố gắng sử dụng BKTH, ước tính có khoảng 6 đến 8 triệu tấn BKTH được sử dụng hằng năm bởi ngành công nghiệp sản xuất BTN. Cụ thể, các hạt mịn được thu hồi để làm bột khoáng được đưa vào trực tiếp trong quá trình sản xuất BTN hay chứa trong silo để dùng như một chất khoáng lấp đầy cho cấp phối hỗn hợp [4].

Tóm lại, kết quả của các công trình nghiên cứu trên toàn thế giới đã được ghi nhận và kiểm chứng kết quả.

Đó sẽ là cơ sở để tiếp tục khảo sát ảnh hưởng của bột khoáng, cũng như tìm vật liệu thay thế thân thiện với môi trường, làm giảm giá thành sản xuất mà vẫn đảm bảo các đặc trưng vốn có, thậm chí cải tiến hơn cho bột khoáng, góp phần cải thiện tính chất hỗn hợp bê tông nhựa.

## 2. Nghiên cứu thực nghiệm

### 2.1. Các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu thí nghiệm

Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này gồm cốt liệu đá, BKTH có nguồn gốc từ mỏ đá Tân Đông Hiệp (Bình Dương) được thu hồi từ công nghệ đốt khí CNG (Compressed natural gas) tại nhà máy bê tông nhựa BMT, chi nhánh Long An. Bột khoáng đá vôi và nhựa đường do công ty Cổ phần Đầu tư Xây dựng BMT cung cấp.

#### 2.1.1. Các chỉ tiêu cơ lý của đá dăm

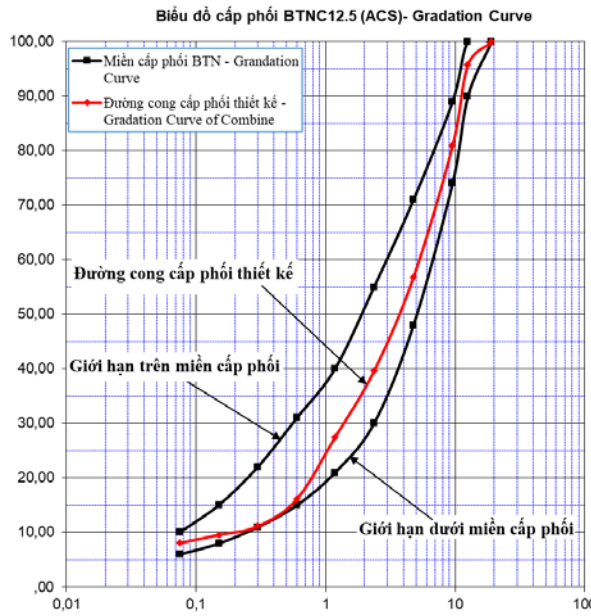
Cốt liệu đá được lấy từ khu lưu trữ của phòng nghiên cứu công ty BMT thỏa mãn các yêu cầu theo TCVN 8819:2011 [5] và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý theo [6].

Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật của đá dăm dùng trong nghiên cứu được thể hiện tại bảng 1.

*Bảng 1. Thành phần hạt của đá dăm.*

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Kết quả			Quy định
			Đá 12x15	Đá 8x11	Đá 6x8	
1	Giới hạn bền nén của đá gốc; Mpa	TCVN 7572-10:2006	130,8	130,8	130,8	$\geq 100$
2	Độ hao mòn Los Angeles; %	TCVN 7572-12:2006	17,20	17,32	17,46	$\leq 28$
3	Hàm lượng hạt thoi dẹt; %	TCVN 7572-13:2006	3,76	3,97	6,09	$\leq 15$
4	Hạt mềm yếu phong hóa; %	TCVN 7572-17:2006	0,00	0,00	0,00	$\leq 10$
5	Hàm lượng bụi, bùn, sét; %	TCVN 7572-8:2006	0,35	0,51	0,42	$\leq 2$
6	Hàm lượng sét trong cốt liệu nhỏ; %	TCVN 7572-8:2006	0,00	0,00	0,00	$\leq 0,25$
7	Độ dính bám của đá với nhựa 60/70; cấp	TCVN 7504:2005	Cấp 3	Cấp 3	Cấp 3	$\geq$ Cấp 3

Đường cong thiết kế cấp phối được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Biểu đồ cấp phối bê tông nhựa C12.5.

**2.1.2. Các chỉ tiêu cơ lý và thành phần hóa học của bột khoáng và bột khoáng thu hồi gốc granite**

Bột khoáng được xem là cốt liệu mịn, với vai trò thay đổi thành phần cốt liệu nhỏ, hỗn hợp đặc chắc hơn, tăng tỉ diện bề mặt của các cốt liệu khác. Bột khoáng sử dụng cho hỗn hợp BTN phải thỏa mãn yêu cầu quy định trong bảng 7 của TCVN 8819-2011 [5].

Kết quả ở bảng 2 cho thấy bột khoáng hay BKTH mỏ Tân Đông Hiệp đều đạt yêu cầu kỹ thuật để sản xuất BTN nóng. Để tìm hiểu cơ chế hóa học khi phối trộn bột khoáng với hỗn hợp cốt liệu chế tạo BTN, ta tiến hành phân tích các hợp chất tồn tại trong bột khoáng bằng thiết bị phân tích quang phổ XRF (X-ray fluorescence spectrometers). Kết quả được thể hiện ở bảng 3.

**2.1.3. Các chỉ tiêu cơ lý của nhựa 60/70**

Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa 60/70 được nhóm tác giả tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 2. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bột khoáng.

STT	Chỉ tiêu	BK Đá Vôi	BK Tân Đông Hiệp	Quy định
1	Thành phần hạt lọt sàng; %	0,6 mm	100	100
		0,3 mm	100	100
		0,075 mm	99,48	93,99
2	Độ ẩm; %	0,05	0,155	≤ 1,0
3	Chỉ số dẻo; %	2,4	3,42	≤ 4,0
4	Hàm lượng mất khi nung; %	0,033	0,043	≤ 3,0
5	Độ sạch Methylen blue; ml	0,5	7,5	0÷9 ml
6	Độ rỗng Rigden; %	22,72	28,20	≤ 45%

Bảng 3. Thành phần hóa học của bột khoáng.

STT	Thành phần	BK Đá vôi	BK Tân Đông Hiệp
1	SiO <sub>2</sub> ; %	18,70	54,40
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; %	7,55	16,30
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; %	6,68	8,10
4	CaO; %	59,20	9,05
5	MgO; %	3,57	2,17
6	K <sub>2</sub> O; %	0,63	5,40
7	Na <sub>2</sub> O; %	1,07	2,51
8	Thành phần khác; %	2,60	2,07

**Bảng 4.** Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa 60/70.

STT	Chỉ tiêu	Kết quả	Quy định
1	Độ kim lún ở 25 °C; 0,1 mm	62	60÷70
2	Chỉ số độ kim lún; 0,1 mm	-0,9	-1,5÷1
3	Nhiệt độ hóa mềm; °C	47,5	46÷55
4	Độ nhớt động lực học ở 60 °C; Pa.s	198	≥ 180
5	Độ kéo dài; cm	> 110	> 100
6	Hàm lượng Paraphin; %	1,17	≤ 2,2
7	Nhiệt độ bắt lửa; °C	335	> 232
8	Lượng hòa tan trong Trichloroethylene; %	99,4	> 99
9	Khối lượng riêng; g/cm <sup>3</sup>	1,031	1÷1,05
10	Các thí nghiệm trên mẫu nhựa sau khi thí nghiệm TFOT		
	- Tồn thất khối lượng; %	0,7	≤ 0,8
	- Tỷ lệ độ kim lún còn lại so với ban đầu ở 25 °C; %	71,5	≥ 54
	- Độ kéo dài ở 25 °C; cm	80,0	≥ 50
11	Độ dính bám với đá; cấp	Cấp 3	≥ Cấp 3

## 2.2. Xác định hàm lượng nhựa tối ưu cho hỗn hợp bê tông nhựa

Dựa trên kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật về độ rỗng dư ( $V_a$ ), độ rỗng cốt liệu ( $VMA$ ), độ ổn định ( $S$ ), độ dẻo ( $F$ ), nhóm tác giả xác định được hàm lượng nhựa thiết kế là 5,2 %.

## 2.3. Kết quả xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của BTNC 12.5, BTNC 12.5 - TC, BTNC 12.5 - TĐH

Sau khi lựa chọn được hàm lượng nhựa tối ưu, nhóm tác giả tiến hành tạo mẫu Marshall cho các mẫu BTN sử dụng bột khoáng đá vôi BTNC 12.5 - ĐV, BTN sử dụng BKTH lấy từ mỏ Tân Đông Hiệp (BTNC 12.5 – TĐH).

Để xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTN, nhóm tác giả thực hiện thí nghiệm trên 03 tổ mẫu (mỗi tổ mẫu gồm 04 mẫu) ứng với từng loại BTN. Tổng cộng sẽ có 12 mẫu cho BTNC 12.5 – ĐV và 12 mẫu cho BTNC 12.5 – TĐH.



**Hình 6.** Hình ảnh tạo mẫu bê tông nhựa.

Mẫu Marshall được lưu trữ trong khuôn với thời gian ít nhất là 24 giờ. Sau đó, ta tiến hành kích mẫu ra để kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật gồm: Tỷ trọng khối của BTN, độ rỗng dư, độ rỗng cốt liệu, độ rỗng lấp đầy nhựa, độ ổn định Marshall, độ dẻo, cường độ chịu kéo khi ép chế, độ sâu vết hằn bánh xe.



**Hình 7.** Các thí nghiệm kiểm tra chỉ tiêu kỹ thuật mẫu BTN.

Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật là kết quả trung bình của 03 tổ mẫu ứng với từng hỗn hợp BTN sử dụng bột khoáng đá vôi và BKTH. Nhóm tác giả đã tổng hợp các kết quả ở bảng 5. Qua đó cho thấy các mẫu BTN sử dụng bột khoáng và BKTH gốc granite đều thỏa mãn yêu cầu quy định trong tiêu chuẩn TCVN 8819-2011 [5].

**Bảng 5.** Các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTN khi sử dụng các loại bột khoáng khác nhau.

Chỉ tiêu thí nghiệm	BTNC 12.5-ĐV	BTNC 12.5-TĐH	Theo [5]
Tỉ trọng khối của bê tông nhựa; g/cm <sup>3</sup>	2,529	2,511	
Hàm lượng nhựa tối ưu; %	5,2	5,2	
Độ rỗng dư; %	5,09	5,73	3 ÷ 6
Độ rỗng cốt liệu; %	15,80	16,89	≥ 14
Độ rỗng lấp đầy nhựa; %	67,75	66,07	
Độ ổn định Marshall; kN	14,03	13,54	≥ 8
Độ dẻo; mm	3,55	3,62	2 ÷ 4
Cường độ kéo khi ép chế; Mpa	1,317	1,097	
Độ sâu vết hằn bánh xe; mm	4,0	7,7	≤ 12,5

## 2.4. Phân tích kết quả thí nghiệm và đánh giá tính khả thi của bột khoáng thu hồi

### 2.4.1. Phân tích kết quả thí nghiệm

Kết quả độ rỗng dư thể hiện ở bảng 5 đều thỏa mãn yêu cầu theo tiêu chuẩn TCVN 8819-2011 (trong khoảng 3% đến 6%). Độ rỗng dư của các mẫu BTN khá đồng đều, không có sự chênh lệch nhiều. Độ rỗng dư của BTNC 12,5 sử dụng bột khoáng đá vôi là 5,09%, của BTNC 12,5 – TĐH là 5,73%. Độ rỗng dư được hiểu là tổng thể tích của tất cả các bọt khí nằm giữa các hạt cốt liệu được bao bọc bởi nhựa trong hỗn hợp BTN đã đầm nén. Điều này sẽ lý giải vì sao BTN sử dụng bột khoáng đá vôi có độ rỗng dư thấp hơn. Dựa theo các chỉ tiêu của bột khoáng đã được đề cập ở bảng 2, bột khoáng đá vôi có thành phần mịn hơn, cốt liệu mịn này sẽ dễ dàng được bao bọc. Mặt khác, bột khoáng đá vôi cũng có tỷ trọng khối cao, tạo ra liên kết chặt chẽ, bền vững, vì thế các bọt khí trong hỗn hợp sẽ không nhiều, làm độ rỗng dư thấp hơn so với BTN sử dụng các loại bột khoáng thu hồi khác.

Độ ẩm và hàm lượng mất khi nung của bột khoáng đá vôi cũng ít hơn, vật liệu sẽ ít nước, tính hút nhựa cao, được bao bọc bởi nhựa, tạo cho hỗn hợp BTN có ít bọt khí, ít rỗng. Cốt liệu bình thường được phân thành hai nhóm “ưa nước” và “kỵ dầu”. Ở BKTH mỏ Tân Đông Hiệp, dựa vào kết quả phân tích thành phần các nguyên tố ở bảng 3, hàm lượng oxit silic khá cao, chiếm phần ưu thế trong hợp chất bột khoáng. Các cốt liệu có

hàm lượng oxit silic cao như thạch anh, granite tức là những cốt liệu axit thường khó phủ bitum hơn những cốt liệu bazơ như đá bazan hay diabase. Cơ chế hóa học này ảnh hưởng đến độ rỗng dư của hỗn hợp BTN. Đây là lý do BTN sử dụng bột khoáng Tân Đông Hiệp (có hàm lượng SiO<sub>2</sub> cao với 54,4%) sẽ khó phủ bitum, độ rỗng dư cao hơn so với BTN sử dụng bột khoáng đá vôi.

Độ rỗng cốt liệu là tổng hợp của độ rỗng dư và thể tích nhựa có hiệu. Với độ rỗng dư, việc phân tích và đánh giá kết quả đã trình bày ở trên. Lượng nhựa có hiệu sẽ tạo ra bao bọc các hạt cốt liệu, là hiệu số của phân bitum trong BTN và lượng nhựa bị hấp phụ vào cốt liệu. Nghĩa là nếu lượng nhựa bị hấp phụ vào cốt liệu nhiều thì thể tích có hiệu sẽ ít, phần nào dẫn đến độ rỗng cốt liệu sẽ thấp. Để hấp phụ loại bột khoáng đá vôi (có thành phần hạt mịn nhiều, tỷ trọng khối lớn hơn, nặng hơn, dễ bám dính hơn so với loại BKTH ở mỏ Tân Đông Hiệp) sẽ cần nhiều nhựa, hay nói cách khác là thể tích có hiệu ít hơn. Vì BTN dùng bột khoáng đá vôi vừa có độ rỗng dư thấp, thêm thể tích có hiệu thấp nên tổng hợp lại sẽ tạo ra độ rỗng cốt liệu là bé hơn với 15,8%. Đối với BKTH mỏ Tân Đông Hiệp, kết quả thu được là khá tương đồng (16,89%). Kết quả đều thỏa tiêu chuẩn TCVN 8819-2011, chênh lệch giá trị cũng không quá lớn (15,8% và 16,89%). Độ rỗng lấp đầy nhựa cũng không khác biệt nhiều. Độ rỗng lấp đầy nhựa của BTN dùng bột khoáng đá vôi là 67,75% và BTN sử dụng bột khoáng Tân Đông Hiệp là 66,07%.

Độ ổn định Marshall của BTN sử dụng bột khoáng đá vôi là 14,03 kN và BTN sử dụng bột khoáng Tân Đông Hiệp là 13,54 kN. Các con số này chênh lệch nhau rất nhỏ. Theo [8], nhóm tác giả đã kết luận rằng nhiều đá dăm hay nói cách khác là nhiều cốt liệu thô sẽ làm tăng độ ổn định cho hỗn hợp BTN, chống lại các loại biến dạng dẻo được tốt hơn, nghĩa là cấu trúc thô của bột khoáng sẽ làm tăng độ ổn định. Bột khoáng đá vôi có khối lượng riêng cao, chỉ số dẻo thấp, độ cứng cao nên có cấu trúc thô hơn bột khoáng Tân Đông Hiệp. Điều này lý giải cho kết quả độ ổn định của BTN sử dụng bột khoáng đá vôi là cao hơn so với BTN dùng BKTH mỏ Tân Đông Hiệp.

Độ dẻo và cường độ chịu kéo khi ép chế xấp xỉ nhau với các loại BTN sử dụng bột khoáng đá vôi và BKTH. Dù vẫn có sự khác nhau, nhưng độ dẻo chỉ có khoảng chênh lệch tương đối 1,97% (giữa 3,55mm của BTN dùng bột khoáng đá vôi và 3,62mm của BTN sử dụng BKTH mỏ Tân Đông Hiệp) là không nhiều, vẫn đều thỏa theo quy định trong tiêu chuẩn TCVN 8819:2011 [5] (trong khoảng từ 2 mm đến 4 mm). Cường độ chịu kéo khi ép chế của BTN sử dụng bột khoáng đá vôi là 1,317 Mpa, của BTN sử dụng bột khoáng Tân Đông Hiệp là 1,097 Mpa.

Độ sâu vết hằn bánh xe của BTN sử dụng bột khoáng đá vôi là 4 mm thấp hơn so với BTN sử dụng bột khoáng Tân Đông Hiệp với 7,7 mm. Kết quả này cũng thỏa quy định theo [7].

#### 2.4.2. Đánh giá tính khả thi của bột khoáng thu hồi

Sử dụng BKTH mỏ Tân Đông Hiệp trong bê tông nhựa nóng tận dụng được phế thải nguồn tài nguyên thiên nhiên khoáng sản, tránh gây lãng phí nếu bỏ đi, giúp giảm gánh nặng cho môi trường, hơn hết là tạo ra giá trị kinh tế cao bởi giá thành thấp hơn so với bột khoáng đá vôi đang được sử dụng hiện nay.

Tổng hợp các kết quả từ nghiên cứu, ta thấy BKTH gốc granite nhìn chung vẫn có đầy đủ tính chất như một loại bột khoáng thông thường là làm chất độn, lấp đầy lỗ rỗng dư, tạo liên kết mastic, liên kết hóa học giúp

tăng cường khả năng về độ kết dính, độ hút ẩm, lực hút tĩnh điện cho hỗn hợp.

Ngoài ra, khi tìm hiểu các chỉ tiêu cơ lý của các bột khoáng trong nghiên cứu như cấu trúc, thành phần hạt, độ sạch, chỉ số dẻo, lượng mất khi nung đều cho kết quả không chênh lệch nhiều và đều thỏa mãn theo những quy định của tiêu chuẩn. Vì thế, với sự tương đồng về nhiều khía cạnh đã xét đến, BKTH gốc granite có thể thay thế bột khoáng đá vôi để phối trộn với các cốt liệu trong hỗn hợp BTN nóng.

Kiểm chứng qua thực nghiệm, các kết quả cho thấy đều đảm bảo tính năng về những chỉ tiêu cần có của hỗn hợp BTN (thỏa mãn các đặc trưng thể tích và đảm bảo chỉ tiêu cơ học). Vậy nên, việc sử dụng bột khoáng thu hồi gốc granite để thay thế cho bột khoáng đá vôi truyền thống là hoàn toàn khả thi và có cơ sở khoa học.

### 3. Kết luận

Trong điều kiện về vật liệu và thí nghiệm như nghiên cứu này, nhóm tác giả rút ra một số kết luận như sau:

Về tính chất hóa học, thành phần các hợp chất có trong bột khoáng thu hồi mỏ Tân Đông Hiệp đều sẽ ảnh hưởng đến tính chất của hỗn hợp BTN như đã phân tích ở mục 2.4.1. Các kết quả đặc trưng thể tích và đặc trưng cơ học của hỗn hợp BTN cũng đều thỏa mãn yêu cầu quy định trong tiêu chuẩn TCVN 8819-2011 [5].

Từ những đánh giá đã nêu ra trong nghiên cứu, có thể kết luận rằng bột khoáng thu hồi mỏ Tân Đông Hiệp có tính chất cơ lý khá tương đồng, đạt chất lượng giống như bột khoáng đá vôi truyền thống vẫn đang được sử dụng, và sẽ hoàn toàn khả thi trong việc sử dụng bột khoáng thu hồi mỏ Tân Đông Hiệp làm bột khoáng trong bê tông nhựa nóng □

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Ths. Trần Thị Thu Thảo, Đặng Trần Đăng Khoa (2018), *Nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần bột khoáng đến cường độ kéo uốn của bê tông nhựa nóng*, khoa Xây dựng cầu đường, trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng;
- [2] TS. Vũ Minh Đức và Ths. Lương Xuân Chiếu (2014), *Nghiên cứu ảnh hưởng của việc sử dụng bột thu hồi và các nguyên nhân khác phát sinh*

- tại trạm trộn ảnh hưởng tới khả năng kháng vết hằn bánh xe của bê tông nhựa, trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội;
- [3] Zemichael B. Mehari (2007), *Effect of Different Types of Filler Materials on Characteristics of Hot-Mix-Asphalt Concrete*, Master's thesis, Addis Ababa University, Ethiopia;
- [4] Federal Highway Administration (2016), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction*, USA;
- [5] *Tiêu chuẩn TCVN 8819:2011 – “Mặt đường bê tông nhựa nóng – Yêu cầu thi công và nghiệm thu”*, Hà Nội – 2011;
- [6] Bộ Khoa học và Công nghệ (2006), *Tiêu chuẩn TCVN 7572:2006 – “Cốt liệu bê tông và vữa – Phương pháp thử”*;
- [7] Bộ Giao thông vận tải (2014), *Quyết định 1617/QĐ – Bộ GTVT ban hành quy định kỹ thuật về phương pháp thử độ sâu vết hằn bánh xe của bê tông nhựa xác định bằng thiết bị Wheel Tracking*;
- [8] Nguyễn Văn Long, Phan Văn Quảng (2016), *Ảnh hưởng của cấu trúc cốt liệu đến độ ổn định của hỗn hợp bê tông nhựa*, Tạp chí Khoa học công nghệ Giao thông vận tải, Thành phố Hồ Chí Minh.

**Ngày nhận bài: 14/05/2021**

**Ngày chuyển phản biện: 17/05/2021**

**Ngày hoàn thành sửa bài: 07/06/2021**

**Ngày chấp nhận đăng: 14/06/2021**

*Ngoài hình ảnh, bảng biểu đã chú thích nguồn từ tài liệu tham khảo, những hình ảnh, bảng biểu còn lại đều thuộc bản quyền của tác giả/nhóm tác giả.*