

Ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ chịu nén và ép chẻ của cấp phối đá dăm gia cố xi măng

The effect of flakiness and elongation index on the compressive and splitting tensile strength of cement treated aggregate crushed stone

Nguyễn Văn Long^{1,*}, Nguyễn Quang Vinh²

¹Nhóm nghiên cứu Xây dựng và môi trường trong phát triển bền vững (CESD), Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

²Trường Cao đẳng Giao thông vận tải Đường thủy II

*Tác giả liên hệ: vanlong.nguyen@ut.edu.vn

Tóm tắt:

Thực tế khai thác đường cho thấy, với những tuyến có các điều kiện khai thác bất lợi thì lớp móng cấp phối đá dăm (CPĐĐ) thường kém ổn định, không đáp ứng được yêu cầu về khả năng chịu lực và phân bố tải trọng xuống các lớp bên dưới, dẫn đến sự xuất hiện của các loại biến dạng và hư hỏng khác nhau trên mặt đường như lún vệt bánh xe, nứt, ổ gà. Sử dụng lớp móng CPĐĐ gia cố xi măng (GCXM) là một giải pháp hiệu quả giúp giải quyết vấn đề trên. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chẻ của CPĐĐ GCXM 5%. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi hàm lượng hạt thoi dẹt tăng từ 14% lên 22%, cường độ chịu nén và chịu kéo khi ép chẻ ở 14 ngày tuổi của CPĐĐ GCXM 5% giảm tương ứng 36,54% và 31,02%. Hỗn hợp CPĐĐ GCXM 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ trên 18% đến 22% như trong nghiên cứu vẫn đáp ứng yêu cầu về cường độ để làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống.

Từ khóa: Cấp phối đá dăm; Cấp phối đá dăm gia cố xi măng; Cường độ chịu kéo khi ép chẻ; Cường độ chịu nén; Hàm lượng hạt thoi dẹt.

Abstract:

The reality of road construction shows that, for routes with unfavorable mining conditions, the aggregate crushed stone bases for road pavement are often unstable, unable to meet the requirements for load-bearing capacity and load distribution to lower layers, leading to various types of deformation and damage on the road surface, such as rutting, cracks, and potholes. Using cement treated aggregate crushed stone bases for road pavement is an effective solution to address this problem. This article presents the research results on the effect of the flakiness and elongation index on the compressive and splitting tensile strength of 5% cement treated aggregate crushed stone. The study shows that when the flakiness and elongation index increased from 14% to 22%, the compressive and splitting tensile strength at 14 days of the age of 5% cement treated aggregate crushed stone decreased by 36,54% and 31,02%, respectively. The 5% cement treated aggregate crushed stone with flakiness and elongation index ranging from 18% to 22%, as studied in this research, still meets the strength requirements for use as pavement base course for class 3 roads and lower.

Keywords: Aggregate crushed stone; Cement treated aggregate crushed stone; Splitting tensile strength; Compressive strength; Flakiness and elongation index.

1. Giới thiệu

Theo TCVN 8859:2011 [1], CPĐD là hỗn hợp vật liệu đá có thành phần hạt theo nguyên lý cấp phối, được sử dụng phổ biến để làm các lớp móng trong kết cấu áo đường. Tuy nhiên, đối với những tuyến đường gặp các điều kiện khai thác bất lợi như lưu lượng phương tiện lớn và có nhiều xe tải trọng nặng thông qua và thường xuyên chịu bất lợi âm, lớp CPĐD lại không đáp ứng được yêu cầu về khả năng chịu lực và phân bố tải trọng xuống các lớp bên dưới, dẫn đến sự xuất hiện của những loại biến dạng và hư hỏng trên mặt đường như hằn lún vệt bánh xe, nứt, ổ gà. Trong các trường hợp bất lợi đó nên sử dụng CPĐD GCXM với hàm lượng 3÷6% [2] theo khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô để làm lớp móng kết cấu áo đường. Lớp CPĐD GCXM có cường độ và độ ổn định cao nhờ sự chèn móc, lấp đầy của khung cốt liệu và tác dụng kết dính của xi măng sau khi thủy hóa. Lớp vật liệu này là một khối thống nhất, có khả năng chịu lực cao và phân bố tải trọng bánh xe trên diện tích lớn hơn nhờ đó làm giảm ứng suất tác dụng xuống các lớp kết cấu bên dưới, có tính ổn định nước cao hơn so với lớp móng CPĐD. Đã có một số nghiên cứu về CPĐD GCXM được thực hiện ở trong và ngoài nước [3]-[9].

Nhóm tác giả tại nghiên cứu ở [3] cho thấy, các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp CPĐD GCXM phụ thuộc vào các biện pháp bảo dưỡng. Nghiên cứu [4] chỉ ra rằng, cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế ở 14 ngày tuổi của hỗn hợp CPĐD GCXM tăng tỉ lệ thuận với hàm lượng hạt trên sàng 19 mm trong hỗn hợp. Nghiên cứu [5] đề xuất một số giải pháp giảm thiểu nứt phản ánh đối với mặt đường bê tông nhựa được đặt trên lớp móng vật liệu hạt gia cố xi măng. Nghiên cứu [6] cho thấy, tro bay giúp cải thiện tính thi công của CPĐD GCXM, tăng cường độ và độ linh động cho hỗn hợp, giảm phân tầng cốt liệu và công đầm nén khi thi công, đẩy nhanh quá trình hình thành cường độ lớp móng.

Tùy theo cấp hạng kỹ thuật của đường và vị trí được sử dụng trong kết cấu áo đường mà hỗn hợp CPĐD GCXM phải đảm bảo các yêu cầu về cường

độ ở 14 ngày tuổi được quy định tại bảng 3 TCVN 8858:2011 [2]. CPĐD và cấp phối thiên nhiên dùng để GCXM phải có hàm lượng hạt thoi dẹt không quá 18% [2]. Tuy nhiên, hiện chưa có các nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến các chỉ tiêu cường độ của hỗn hợp CPĐD GCXM. Với mục tiêu làm rõ cơ sở khoa học và đưa ra khuyến nghị về hàm lượng hạt thoi dẹt cho phép trong hỗn hợp CPĐD GCXM, nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu này.

Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng hạt thoi dẹt đến cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế của hỗn hợp CPĐD GCXM. Năm hàm lượng hạt thoi dẹt được sử dụng trong nghiên cứu này là 14% (CP1), 16% (CP2), 18% (CP3), 20% (CP4) và 22% (CP5) theo khối lượng hỗn hợp CPĐD.

2. Nghiên cứu thực nghiệm

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Hỗn hợp CPĐD có cỡ hạt lớn nhất danh định 37,5 mm, được lấy tại mỏ đá Tân Cang, tỉnh Đồng Nai. Công tác lấy mẫu đá thí nghiệm được thực hiện theo các yêu cầu trong tiêu chuẩn TCVN 7572-1:2006 [10]. Mẫu CPĐD có thành phần hạt (bảng 1) và các chỉ tiêu cơ lý đạt yêu cầu để GCXM theo TCVN 8858:2011 [2].

Bảng 1. Thành phần hạt của mẫu CPĐD.

Cỡ sàng, mm	Tỷ lệ trên sàng tích lũy, %	Tỷ lệ lọt sàng, %	Yêu cầu theo TCVN 8858:2011 [2]	
			Max	Min
50	0	100	100	100
37,5	0	100	100	95
19	27,4	72,6	78	58
9,5	52,2	47,8	59	39
4,75	71,3	28,7	39	24
2,36	82,45	17,55	30	15
0,425	89,54	10,46	19	7
0,075	96,61	3,39	12	2

Từ mẫu CPĐD ban đầu, nhóm tác giả đã sàng để phân tách các nhóm hạt 0x5 mm, 5x10 mm, 10x20 mm và 20x40 mm, sau đó tiến hành xác định hàm

lượng hạt thoi dẹt đối với từng nhóm hạt và mẫu cấp phối theo TCVN 7572-13:2006 [11]. Kết quả được thể hiện trong bảng 2.



Hình 1. Thí nghiệm xác định hàm lượng hạt thoi dẹt.

Bảng 2. Kết quả xác định hàm lượng hạt thoi dẹt của mẫu CPĐD.

Nhóm hạt	Tỷ lệ theo khối lượng, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt theo nhóm hạt, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt của CPĐD, %
0x5 mm	29,73	-	
5x10 mm	19,37	32,60	12,50
10x20 mm	24,90	14,19	
20x40 mm	26,00	10,18	

Để có được các mẫu CPĐD với nhiều hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau, nhóm tác giả đã thay đổi tỷ lệ hạt trong các nhóm 5x10 mm, 10x20 mm và 20x40 mm, sau đó phối trộn lại các hỗn hợp cấp phối theo thành phần hạt của mẫu ban đầu. Kết quả phối trộn các mẫu CPĐD được tổng hợp trong bảng 3. Trong nghiên cứu này sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp Vicem Hà Tiên PCB30, thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 6260:2020 [12]. Nước để trộn CPĐD GCXM thỏa mãn các yêu cầu được quy định trong TCVN 4506:2012 [13].

Bảng 3. Tỷ lệ phối trộn các nhóm hạt với các hàm lượng hạt thoi dẹt khác nhau.

STT	Nhóm hạt	Tỷ lệ phối trộn theo khối lượng, %	Tỷ lệ hạt thoi dẹt theo nhóm hạt được đem phối trộn các mẫu cấp phối, %				
			CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
1	0x5 mm	29,73	-	-	-	-	-
2	5x10 mm	19,37	35,50	40,5	45,0	55,8	56,0
3	10x20mm	24,90	14,00	16,0	18,2	18,0	22,0
4	20x40 mm	26,00	14,00	16,0	18,2	18,0	22,0

2.2. Chuẩn bị mẫu và thí nghiệm

Dựa trên khuyến cáo của TCVN 8858:2011 [2], hàm lượng xi măng sử dụng để gia cố CPĐD nằm trong khoảng 3÷6% theo khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô. Hàm lượng xi măng sử dụng trong nghiên cứu này là 5%.

Với hàm lượng xi măng gia cố đã lựa chọn, nhóm tác giả chế bị các tổ mẫu và thực hiện thí nghiệm đầm nén Proctor theo phương pháp II-D để xác định dung trọng khô lớn nhất và độ ẩm tối ưu của các mẫu CPĐD theo TCVN 12790:2020 [14]. Kết quả thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 4. Qua đó, cho thấy khi tăng hàm lượng hạt thoi dẹt,

dung trọng khô lớn nhất của CPĐD GCXM giảm, còn độ ẩm tối ưu của hỗn hợp tăng. Điều này được giải thích do hàm lượng hạt thoi dẹt tăng đã ảnh

hưởng đến sự sắp xếp và chèn móc của các hạt cốt liệu, dẫn đến thể tích lỗ rỗng trong hỗn hợp tăng lên, sức cản đầm nén cũng lớn hơn.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm đầm nén Proctor của các mẫu CPĐD GCXM 5%.

STT	Cấp phối	Dung trọng khô lớn nhất g/cm ³	Độ ẩm tối ưu %
1	CP1	2,388	3,93
2	CP2	2,378	4,13
3	CP3	2,366	4,34
4	CP4	2,340	4,55
5	CP5	2,313	4,82

Trộn các hỗn hợp CPĐD GCXM 5% ở các độ ẩm tối ưu đã xác định ở trên, sau đó đúc các tổ mẫu để thí nghiệm cường độ chịu nén ($R_{nén}$) và cường độ chịu kéo khi ép chế (R_{kc}). Quy trình chế tạo và bảo

dưỡng mẫu thí nghiệm được thực hiện theo các quy định của TCVN 12790:2020 [14] và TCVN 8862:2011 [15]. Mẫu thí nghiệm là mẫu hình trụ có đường kính 152 mm và chiều cao 117 mm. Số lượng mẫu thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp số lượng mẫu thí nghiệm.

Cấp phối	$R_{nén}$		R_{kc}	
	7 ngày	14 ngày	7 ngày	14 ngày
CP1	3	3	3	3
CP2	3	3	3	3
CP3	3	3	3	3
CP4	3	3	3	3
CP5	3	3	3	3

Thí nghiệm được thực hiện sau khi mẫu được bảo dưỡng đủ ngày theo quy định. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén được thực hiện theo TCVN 8858:2011 [2], cường độ chịu kéo khi ép chế theo TCVN 8862-2011 [15].

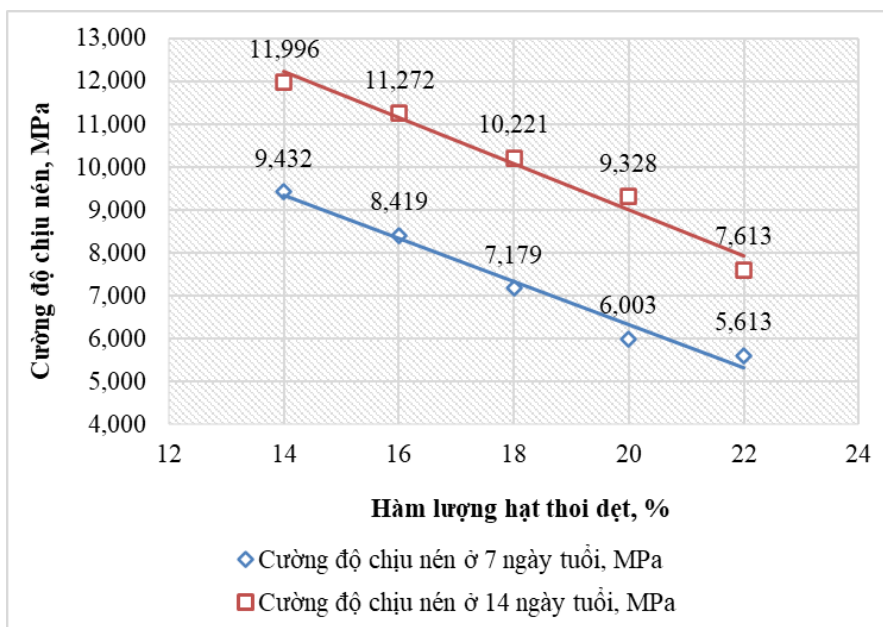
3. Kết quả thí nghiệm và thảo luận

Các kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế của các mẫu CPĐD GCXM ở 7 và 14 ngày tuổi được tổng hợp trong bảng 6 và trên các hình 2 và 3.

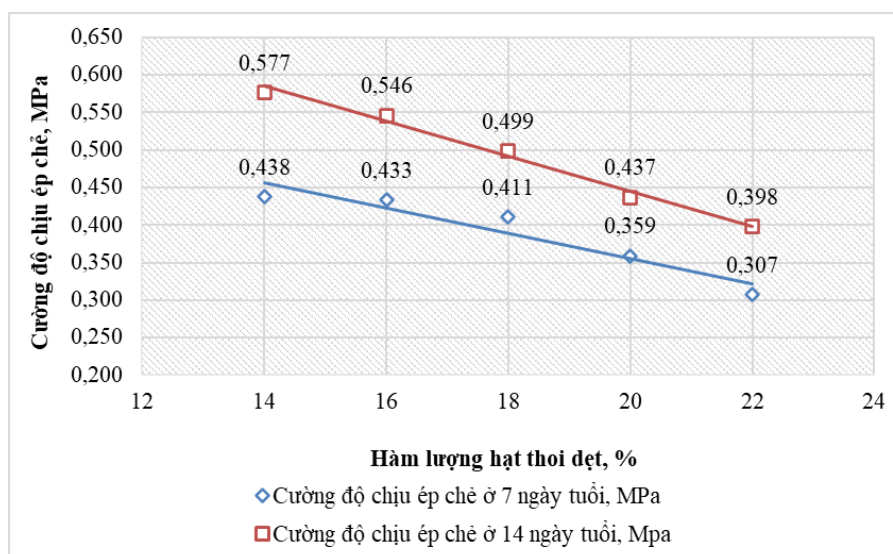
Bảng 6. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cường độ của các mẫu CPĐD GCXM ở 7 và 14 ngày tuổi.

Mẫu cấp phối	Cường độ chịu nén Mpa		Cường độ chịu kéo khi ép chế Mpa	
	ở 7 ngày	ở 14 ngày	ở 7 ngày	ở 14 ngày
CP1	9,432	11,996	0,438	0,577
CP2	8,419	11,272	0,433	0,546
CP3	7,179	10,221	0,411	0,499

Mẫu cấp phối	Cường độ chịu nén Mpa		Cường độ chịu kéo khi ép chèn Mpa	
	ở 7 ngày	ở 14 ngày	ở 7 ngày	ở 14 ngày
CP4	6,003	9,328	0,359	0,437
CP5	5,613	7,613	0,307	0,398



Hình 2. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của các mẫu CPĐD GCXM.



Hình 3. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chèn của các mẫu CPĐD GCXM.

Kết quả thí nghiệm trong bảng 6 và trên các hình 2 và 3 cho thấy:

- Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chèn của hỗn hợp CPĐD GCXM giảm khi hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp tăng trong khoảng 14÷22%. Điều này được giải thích là do các hạt thoi dẹt có khả năng chịu lực kém, dễ gãy vỡ. Ngoài ra, như đã phân tích ở trên, khi hàm lượng hạt thoi dẹt

tăng đã ảnh hưởng đến sự sắp xếp và chèn móc của các hạt dẫn đến sự kém ổn định của khung cốt liệu;

- Khi hàm lượng hạt thoi dẹt tăng từ 14% đến 22%, cường độ chịu nén ở 7 và 14 ngày tuổi của hỗn hợp CPĐD GCXM giảm tương ứng 40,49% và 36,54%, còn cường độ chịu kéo khi ép chèn ở 7 và 14 ngày tuổi giảm tương ứng 29,91% và 31,02%;

- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của hỗn hợp CPĐĐ GCXM có hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% là 9,328 MPa và 7,613 MPa, giảm lần lượt 8,74% và 25,52% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18% (tỷ lệ giới hạn theo TCVN 8858:2011 [2]);

- Cường độ chịu kéo khi ép chế ở 14 ngày tuổi của hỗn hợp CPĐĐ GCXM có hàm lượng hạt thoi

dẹt 20% và 22% là 0,437 MPa và 0,398 MPa, giảm lần lượt 12,42% và 20,24% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18%.

Theo [2], cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế yêu cầu ở 14 ngày tuổi của CPĐĐ GCXM dùng làm lớp móng kết cấu áo đường trong các trường hợp khác nhau được quy định tại bảng 7.

Bảng 7. Cường độ yêu cầu của CPĐĐ GCXM dùng làm lớp móng trên của kết cấu áo đường.

Vị trí lớp CPĐĐ GCXM	Cường độ yêu cầu theo TCVN 8858:2011 MPa	
	$R_{nén}$ ở 14 ngày tuổi	R_{kc} ở 14 ngày tuổi
Lớp móng trên cho kết cấu áo đường có tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng của đường từ cấp II trở lên	$\geq 4,0$	$\geq 0,45$
Lớp móng trên trong các trường hợp khác	$\geq 3,0$	$\geq 0,35$
Lớp móng dưới trong mọi trường hợp	$\geq 1,5$	-

Các số liệu ở bảng 6 và bảng 7 cho thấy tất cả các mẫu CPĐĐ GCXM 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ 18% trở xuống thỏa mãn yêu cầu về cường độ để làm lớp móng trên cho kết cấu áo đường có tầng mặt bê tông nhựa và bê tông xi măng của đường từ cấp II trở lên, còn các hỗn hợp có hàm lượng hạt thoi dẹt 20÷22% thỏa mãn yêu cầu về cường độ để làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống.

4. Kết luận

Với các điều kiện về vật liệu và thí nghiệm như trong nghiên cứu này, một số kết luận được rút ra như sau:

- Các chỉ tiêu cường độ của CPĐĐ GCXM giảm khi tăng hàm lượng hạt thoi dẹt trong hỗn hợp. Cụ thể, khi hàm lượng hạt thoi dẹt tăng từ 14% lên 22% thì cường độ chịu nén và ép chế ở 14 ngày tuổi của CPĐĐ GCXM 5% giảm tương ứng 36,54% và 31,02%;

- Cường độ chịu nén ở 14 ngày tuổi của CPĐĐ GCXM 5% có hàm lượng hạt thoi dẹt 20% và 22% giảm lần lượt 8,74% và 25,52%, còn cường độ chịu kéo khi ép chế giảm lần lượt 12,42% và

20,24% so với mẫu có hàm lượng hạt thoi dẹt 18%;

- Hỗn hợp CPĐĐ GCXM 5% với hàm lượng hạt thoi dẹt từ trên 18% đến 22% vẫn thỏa mãn yêu cầu về cường độ để làm lớp móng trên cho đường từ cấp III trở xuống theo [2].

Nhóm tác giả kiến nghị cần có thêm các nghiên cứu khác, đặc biệt là các nghiên cứu thực nghiệm ngoài hiện trường để làm rõ hơn về cơ sở khoa học nhằm đưa ra giới hạn về hàm lượng hạt thoi dẹt đối với CPĐĐ dùng để GCXM làm các lớp móng đường trong các trường hợp khác nhau.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô - Vật liệu, thi công và nghiệm thu”; TCVN 8859:2011; Hà Nội, Việt Nam; 2011.

[2] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu”; TCVN 8858:2011; Hà Nội, Việt Nam; 2011.

[3] H. V. Quân, M. V. Thắng, N. T. Sang; “Ảnh hưởng của phương pháp bảo dưỡng đến các đặc trưng cường độ của cấp phối đá dăm gia cố xi

- măng”. Tạp chí Giao thông vận tải. 2020; số tháng 03/2020:71-75.
- [4] H. V. Quân, P. T. Tuyết; “Ảnh hưởng của hàm lượng hạt lớn đến cường độ nén và ép chèn của cấp phối đá dăm gia cố xi măng”. Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. 2020; 71(3-04/2020):220-229.
- [5] N. T. T. Ngà, T. V. Hưng; “Móng gia cố xi măng trong kết cấu áo đường nửa cứng”. Tạp chí Giao thông vận tải. 2021; số tháng 11/2021:90-93.
- [6] T. N. Huy; “Mặt đường cấp phối đá dăm gia cố xi măng tro bay phủ vữa nhựa dùng cho đường ít xe”. Tạp chí Giao thông vận tải. 2016; số tháng 8/2016:51-56.
- [7] T. V. Đoàn, N. Đ. Trọng, N. H. Phong; “Một nghiên cứu thực nghiệm về cấp phối đá dăm gia cố xi măng từ vật liệu tại mỏ đá Phước Tân – Đồng Nai trong xây dựng kết cấu áo đường”. Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên của trường Đại học Thủy lợi năm 2016; 17/11/2016; Trường Đại học Thủy Lợi, Hà Nội, Việt Nam. 2016; tr.38-40.
- [8] Д. А. Строев, С. В. Сизонец, В.А. Казарян; “Укрепление оснований дорожных одежд за счет применения стабилизирующих добавок”; Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2018; №4. Available online: <https://t-s.today/PDF/08SATS418.pdf>. Accessed on: 15/2/2023.
- [9] С. А. Чудинов, В. А. Ращектаев; “Исследование свойств щебеночно-песчаных смесей металлургических шлаков для устройства монолитных оснований дорожных одежд”; Современные проблемы науки и образования. 2014; № 4. Available online: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14056>. Accessed on: 15/2/2023.
- [10] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 1: Lấy mẫu”; TCVN 7572-1:2006; Hà Nội, Việt Nam; 2006.
- [11] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 13: Xác định hàm lượng hạt thoi dẹt trong cốt liệu lớn”; TCVN 7572-13:2006; Hà Nội, Việt Nam; 2006.
- [12] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Xi măng poóc lăng hỗn hợp”; TCVN 6260:2020; Hà Nội, Việt Nam; 2020.
- [13] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”; TCVN 4506:2012; Hà Nội, Việt Nam; 2012.
- [14] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông - Đầm nén Proctor”; TCVN 12790:2020; Hà Nội, Việt Nam; 2020.
- [15] Bộ Khoa học và Công nghệ; “Quy trình thí nghiệm xác định cường độ ép chèn vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính”; TCVN 8862:2011; Hà Nội, Việt Nam; 2011.