

SỬ DỤNG VẬT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG CHẾ TẠO BÊ TÔNG KERAMZIT

THE USE OF LOCAL MATERIALS IN MAKING KERAMZIT CONCRETE

Đỗ Thị Phụng

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; dtphuongbmvldn@gmail.com

Tóm tắt - Để nâng cao khả năng cách nhiệt đồng thời giảm tải trọng công trình và chi phí xây dựng, một giải pháp có hiệu quả là sử dụng bê tông nhẹ cốt liệu rỗng keramzit. Bê tông keramzit được nghiên cứu và ứng dụng chủ yếu ở miền Bắc và miền Nam nhưng chưa phát triển mạnh, sản lượng không cao và ổn định. Bài báo thể hiện kết quả nghiên cứu sử dụng nguyên liệu địa phương chế tạo bê tông keramzit. Bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, xác định được thành phần tối ưu chế tạo bê tông keramzit có khối lượng thể tích là 1601,47 kg/m³, cường độ chịu nén R_{n28} là 26,7 MPa thích hợp làm sàn, dầm, cột,... trong các công trình xây dựng, mang lại ý nghĩa: tận dụng nguyên liệu địa phương, mở rộng quy mô sản xuất và ứng dụng loại bê tông này tại miền Trung và Tây Nguyên.

Từ khóa - bê tông keramzit; cốt liệu rỗng; cách nhiệt; xây dựng; phương pháp quy hoạch thực nghiệm; bê tông nhẹ.

Abstract - To improve the heat insulation and reduce loading and cost for building, one effective solution is to use lightweight concrete with hollow aggregate keramzit. Keramzit concrete is studied and used mainly in the North and in the South but it has not strongly developed because its output is not high and unstable. This paper shows the results of research about using local materials in making keramzit concrete. With experimental planning method, the paper has determined the composition of the best concrete with density of 1601,47 kg/m³ and compressive strength of 26,7 MPa in 28 days, appropriate to make floors, beams and columns,... in construction. This helps to take advantage of local materials, to expand scale of production and application of this concrete in the Highlands and in the Central.

Key words - keramzit concrete; hollow aggregate; heat insulation; construction; experimental planning method; lightweight concrete.

1. Đặt vấn đề

Bê tông keramzit là bê tông nhẹ dùng cốt liệu rỗng keramzit được nhào trộn với nước, chất kết dính hoặc phụ gia (nếu có) theo một tỷ lệ thích hợp rắn chắc lại tạo nên. Bê tông keramzit có thể sử dụng với mục đích cách nhiệt, cách nhiệt - chịu lực và chịu lực, tương ứng với cấu trúc rỗng, bán đặc và đặc [2].

Keramzit là một loại cốt liệu rỗng có cấu trúc tổ ong với các lỗ rỗng nhỏ kín, với các chất nóng chảy phủ bên ngoài (thủy tinh hóa), được chế tạo từ đất sét và các khoáng vật chứa sét, nung nhanh ở nhiệt độ 1050 -1250°C [3]. Do tính chất bề mặt của hạt cốt liệu, mức độ thủy hóa tại vùng tiếp xúc giữa cốt liệu và đá xi măng cao hơn phía bên trong đá xi măng, tạo sản phẩm có khả năng dính bám tốt, giảm co ngót, giảm hiện tượng từ biến. Hạt cốt liệu rỗng hút nước từ hồ xi măng nên sẽ làm giảm đáng kể lượng nước tự do trong hồ xi măng, làm độ đặc của đá xi măng bao quanh các hạt cốt liệu cao hơn so với bê tông nặng. Do đó, cường độ của bê tông keramzit trong những ngày đầu phát triển nhanh hơn so với bê tông nặng [1]. Bê tông keramzit khá bền kiềm. Trong môi trường axit, khi sử dụng cốt liệu keramzit ở dạng vi cốt liệu thì có khả năng chịu xâm thực khá cao [1]. Ngoài ra, sử dụng bê tông keramzit mang lại những ưu điểm nổi trội hơn so với các loại bê tông nhẹ khác như giảm hiện tượng co ngót, chống thấm tốt, thời gian thi công nhanh... [4], [5]. Trên thế giới, bê tông này được sử dụng rộng rãi trong các công trình dân dụng, mặt đường các công trình cầu, cách nhiệt đường ống trong lòng đất... [1], [4]. Ở Việt Nam, bê tông keramzit được chế tạo và sử dụng chủ yếu ở miền Bắc và miền Nam, chủ yếu ứng dụng để thi công coi nới, cải tạo, xây mới, chống nóng cho các công trình dân dụng và đặc biệt giảm tải trọng của công trình xây dựng trên nền đất yếu. Tuy nhiên, do quy mô và nhu cầu sử dụng chưa lớn, tâm lý ngại sử dụng, nên vấn đề nghiên cứu và sử dụng bê tông này chưa phát triển mạnh mẽ.

Bài báo thể hiện kết quả nghiên cứu sử dụng vật liệu

địa phương chế tạo bê tông keramzit kết cấu có khối lượng thể tích 1600 kg/m³, mác M25 (phân mác theo [2, 3]) có thể làm sàn, dầm, cột,... trong các công trình xây dựng, mang lại ý nghĩa: tận dụng nguyên liệu địa phương, mở rộng quy mô sản xuất và ứng dụng bê tông này tại miền Trung và Tây Nguyên.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Vật liệu sử dụng

2.1.1. Xi măng

Sử dụng xi măng PCB40-Sông Gianh (PCB40-SG).

Bảng 1. Tính chất cơ lý của PCB40-SG

STT	Chỉ tiêu cơ lý		Kết quả	Phương pháp thử
1	Cường độ nén, N/mm ² + 3 ngày + 28 ngày		20,5 44,7	TCVN 6016-1995
2	Lượng nước tiêu chuẩn, %		33	TCVN 6017-1995
3	Thời gian đông kết	Bắt đầu, phút	147	TCVN 6017-1995
		Kết thúc, phút	222	
4	Khối lượng riêng, g/cm ³		3,05	TCVN 4030-2003
5	Khối lượng thể tích, kg/m ³		1080	TCVN 4030-1985
6	Độ mịn (số sàng 0,09mm)		8,0	TCVN 4030-2003

Chỉ tiêu cơ lý của loại xi măng trên thỏa mãn quy định trong TCVN 6260:2009. Xi măng PCB40-SG nên dùng để chế tạo bê tông keramzit mác M15-M25 [2].

2.1.2. Cốt liệu rỗng keramzit

Bài báo nghiên cứu sử dụng sỏi keramzit $D_{max} = 10\text{mm}$ của CT Vật liệu nhẹ Vĩnh Cửu, Đồng Nai. Các chỉ tiêu cơ lý của sỏi được thể hiện như sau:

Bảng 2. Tính chất cơ lý của sỏi keramzit

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả
1	Khối lượng thể tích xốp, kg/m ³	GOST 9759-83	605,50

2	Khối lượng riêng, g/cm ³	GOST 9759-83	2,47
3	Độ ẩm, %	GOST 9759-83	1,65
4	Cường độ nén đập trong xi lanh ở trạng thái khô, MPa	GOST 9759-83	2,73
5	Cường độ nén đập trong xi lanh ở trạng thái bão hòa nước, MPa	GOST 9759-83	2,64
6	Hệ số mềm	GOST 9759-83	0,967
7	Độ rỗng giữa các hạt cốt liệu, %	GOST 9759-83	40,01
8	Khối lượng thể tích hạt, kg/cm ³		1000,2
9	Độ rỗng trong hạt, %		40,49
10	Khối lượng thể tích trong hồ xi măng, kg/m ³	GOST 9759-83	2114,7
11	Độ hút nước ở trạng thái bão hòa, %	GOST 9759-83	14,03

Với kết quả nghiên cứu trên, sỏi keramzit có cường độ ép vỡ trong xi lanh là 2,64 MPa, nên có mác là 12,5, thích hợp chế tạo bê tông M25 [2]. Sỏi có khối lượng thể tích xấp xỉ 605,50 kg/m³ thích hợp chế tạo bê tông keramzit có khối lượng thể tích 1500-1600 kg/m³ [2]. Sỏi có giá trị khối lượng riêng cao, khối lượng thể tích xấp xỉ thấp, độ hút nước thấp, chứng tỏ hạt tồn tại hệ thống lỗ rỗng kín lớn, nâng cao khả năng cách nhiệt cho bê tông. Sỏi có hệ số mềm lớn 0,967, nên bê tông khá bền nước. Tính chất của sỏi cũng thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 6220-1997.

2.1.3. Cát

Sử dụng cát vàng mua tại Túy Loan, Đà Nẵng với mục đích tận dụng nguyên liệu địa phương cũng như tăng cường độ cho bê tông nhẹ.

Bảng 3. Chỉ tiêu cơ lý của cát

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả
1	Khối lượng riêng, g/cm ³	TCVN 7572-4-06	2,635
2	Độ ẩm, %	TCVN 7572-5-06	0,15
3	Khối lượng thể tích xấp xỉ, g/cm ³	TCVN 7572-6-06	1,427

Bảng 4. Thành phần hạt của cát

Cỡ hạt (mm)	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
a _i (%)	0	3,3	11,7	37,4	32,9	10,4
A _i (%)	0	3,3	15	52,4	85,3	95,7

Cát thô có mô-đun độ lớn $M_k = 2,52$. Thành phần hạt nằm trong phạm vi cho phép theo TCVN 7570-06. Với tính chất trên, cát vàng trên phù hợp chế tạo bê tông keramzit.

2.1.4. Phụ gia

Sử dụng phụ gia Sikament NN của hãng Sika, có gốc Naphtalen Formandehyt Sulfonat, khối lượng thể tích 1,19 – 1,22 kg/l. Phụ gia có tính năng siêu hóa dẻo, giảm nước đáng kể, tăng cường độ ban đầu cho bê tông.

2.1.5. Nước

Nước sử dụng phù hợp TCVN 4506:2012.

2.2. Thành phần vật liệu

Nhiệm vụ thiết kế: bê tông keramzit cấu trúc đặc, có khối lượng thể tích 1600kg/m³, mác M25, độ sụt 16 ± 2 cm. Để xác định cấp phối hợp lý, chúng tôi đã sử dụng

bảng tra, các công thức tính toán [2], [3], thiết kế cấp phối sơ bộ và tiến hành khảo sát thực nghiệm. Kết quả sơ bộ tìm được: Nhận thấy với tỷ lệ nước/xi măng (N/X) = 0,37-0,426 và sỏi/keramzit/cát (S/C) = 0,529-0,671 cho bê tông có tính chất theo yêu cầu. Trên cơ sở đó, xây dựng bài toán quy hoạch thực nghiệm để tìm ra cấp phối tối ưu chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu rỗng keramzit.

2.2.1. Quy hoạch thực nghiệm

Bảng 5. Mã hóa kế hoạch quy hoạch thực nghiệm

Nhân tố	Mã hóa	Mức quy hoạch					
		-1,414	-1	0	1	1,414	Δ
N/X	X_1	0,370	0,378	0,398	0,418	0,426	0,02
S/C	X_2	0,529	0,55	0,600	0,650	0,671	0,05

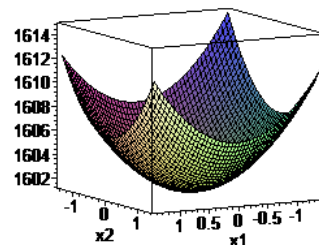
Bảng 6. Ma trận quy hoạch thực nghiệm tính chất bê tông keramzit

STT	X_1	X_2	N/X	S/C	Tính chất của bê tông			
					γ_o , kg/m ³	R_{n28} , MPa	λ , kCal/m. ^o C.h	H_p , %
1	1	1	0,418	0,650	1609,04	25,95	0,616	5,2
2	1	-1	0,418	0,550	1609,48	25,90	0,66	5,1
3	-1	1	0,378	0,650	1609,27	26,34	0,61	4,8
4	-1	-1	0,378	0,550	1611,04	26,24	0,656	5,3
5	1,414	0	0,426	0,600	1609,04	25,92	0,627	4,5
6	-1,414	0	0,370	0,600	1610,06	26,58	0,628	4,9
7	0	1,414	0,398	0,671	1609,04	25,87	0,61	5,0
8	0	-1,414	0,398	0,529	1610,43	25,96	0,667	4,7
9	0	0	0,398	0,600	1601,07	26,42	0,621	5,2
10	0	0	0,398	0,600	1601,05	26,76	0,623	5,1
11	0	0	0,398	0,600	1601,89	26,41	0,629	4,8
12	0	0	0,398	0,600	1601,73	26,68	0,623	4,9
13	0	0	0,398	0,600	1601,52	26,67	0,619	5,2

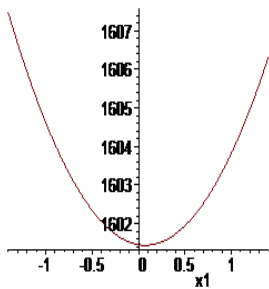
Ghi chú: γ_o , R_{n28} , λ , H_p là khối lượng thể tích khô (thí nghiệm theo TCVN 3115:1993), cường độ nén (dựa theo TCVN 3118:1993), hệ số truyền nhiệt (tính toán) và độ hút nước (thí nghiệm theo TCVN 3113:1993) của bê tông keramzit tuổi 28 ngày.

Giải bài toán quy hoạch thực nghiệm, tìm hàm hồi quy khối lượng thể tích của bê tông keramzit:

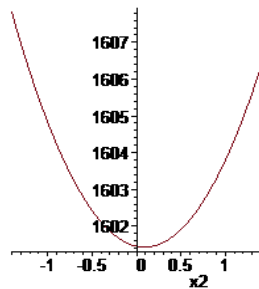
$$Y_{\gamma_o} = 1601,45 - 0,4033X_1 - 0,5223X_2 + 0,3317X_1X_2 + 2,8719X_1^2 + 2,7777X_2^2 \quad (1)$$



Hình 1. Bề mặt biểu diễn khối lượng thể tích của bê tông keramzit



Hình 2. Đồ thị biểu diễn quan hệ khối lượng thể tích và N/X

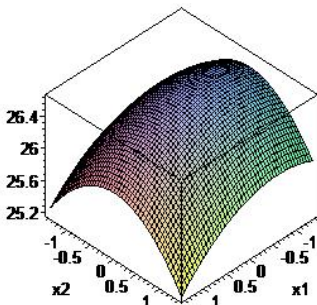


Hình 3. Đồ thị biểu diễn quan hệ khối lượng thể tích và S/C

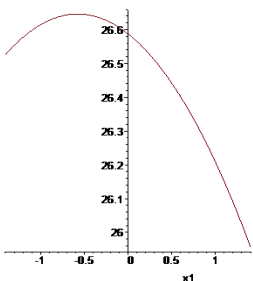
Khối lượng thể tích của bê tông keramzit đạt giá trị nhỏ nhất là $1601,42 \text{ kg/m}^3$ tại $X_1 = 0,067$; $X_2 = 0,087$ hay $N/X = 0,399$; $S/C = 0,604$. Qua phương trình hồi quy cũng như đồ thị, ta nhận thấy: Khi tỷ lệ N/X tăng (X_1 tăng) và S/C tăng (X_2 tăng) thì khối lượng thể tích của bê tông giảm. Đó là do trong bê tông keramzit, vữa xi măng cát là phần nặng nhất, nên khi lượng dùng xi măng giảm, cát giảm dẫn đến khối lượng thể tích bê tông sẽ giảm. Ngoài ra, sỏi là cốt liệu nhẹ, hàm lượng sỏi càng tăng thì thể tích rỗng của hỗn hợp hạt càng tăng, khối lượng thể tích của bê tông sẽ càng giảm.

Hàm hồi quy cường độ của bê tông keramzit tuổi 28 ngày:

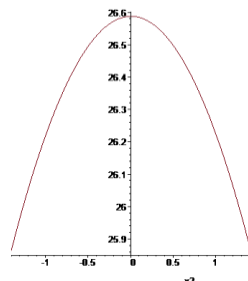
$$Y_{R28} = 26,589 + 0,2035X_1 - 0,0044X_2 - 0,0235X_1X_2 - 0,1768X_1^2 - 0,3658X_2^2 \quad (2)$$



Hình 4. Bề mặt biểu diễn cường độ của bê tông keramzit



Hình 5. Đồ thị biểu diễn quan hệ cường độ và N/X



Hình 6. Đồ thị biểu diễn quan hệ cường độ và S/C

Cường độ của bê tông keramzit đạt giá trị lớn nhất là $26,65 \text{ MPa}$ tại $X_1 = -0,577$; $X_2 = 0,025$ hay $N/X = 0,386$; $S/C = 0,601$. Qua phương trình hồi quy cũng như đồ thị về cường độ, ta thấy khi N/X giảm (X_1 giảm) và S/C tăng (X_2 tăng) thì cường độ của bê tông tăng. Khi N/X giảm, sẽ giảm hệ thống lỗ rỗng trong bê tông khi nước bay hơi, hay sẽ làm tăng độ đặc của vữa xi măng dẫn đến cường độ bê tông tăng. Tuy nhiên, nếu nước giảm quá nhiều ($X_1 < -0,6$) thì cường độ bê tông lại có xu hướng giảm đi, vì khác với bê tông nặng, hỗn hợp bê tông nhẹ khi thiếu nước thì việc đổ khuôn ít đặc chắc hơn. Mật độ thể tích cốt liệu rỗng ảnh hưởng khá lớn đến cường độ bê tông. Lượng sỏi tăng lên hay mật độ thể tích cốt liệu rỗng tăng sẽ dẫn đến khối lượng thể tích bê tông giảm, cường độ bê tông sẽ giảm. Tuy nhiên, với loại bê tông nhẹ chịu lực, chịu lực – cách nhiệt, cường độ vừa chênh lệch ít với cường độ cốt liệu thì khi mật độ cốt liệu rỗng tăng thì cường độ bê tông lại có xu hướng lại tăng lên [2]. Trong trường hợp này, bài báo đã tính toán được tỷ lệ cốt liệu hợp lý (giá trị cực đại nằm gần tâm quy hoạch), mật độ cốt liệu rỗng tăng hay lượng sỏi tăng, làm tăng diện tích chịu lực của bộ khung cốt liệu, cường độ bê tông tăng. Ngoài ra, với việc sử dụng cốt liệu rỗng keramzit, việc tính toán tỷ lệ N/X hợp lý, tạo cho bê tông có cấu trúc rỗng tối ưu, hệ thống lỗ rỗng kín, nhỏ, phân bố đồng đều cũng sẽ làm cho cường độ bê tông cao. Đây cũng là điểm khác biệt của bê tông nhẹ cốt liệu rỗng so với bê tông nặng.

2.2.2. Thành phần hợp lý của bê tông keramzit

Từ các phương trình hồi quy, tìm thành phần hợp lý của bê tông keramzit, bằng cách tiến hành kiểm tra tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông keramzit tại hai cấp phối như sau: Cấp phối 1 (CP1): khi khối lượng thể tích bê tông nhỏ nhất tại $X_1 = 0,067$; $X_2 = 0,087$ hay $N/X = 0,399$; $S/C = 0,604$. Cấp phối 2 (CP2): khi cường độ bê tông lớn nhất tại $X_1 = -0,577$; $X_2 = 0,025$ hay $N/X = 0,386$; $S/C = 0,601$. Thành phần vật liệu sử dụng cho 2 cấp phối và kết quả thí nghiệm thể hiện trong Bảng 7.

Nhận thấy, hai cấp phối trên cho các tính chất của bê tông tương tự nhau, nhưng CP2 cho độ sụt lớn, có hiện tượng sỏi bị nổi lên bề mặt hỗn hợp bê tông sau một khoảng thời gian ngắn, CP1 cho hỗn hợp bê tông có độ lưu động tốt hơn, phù hợp với thiết kế, nên ta chọn CP1 là cấp phối hợp lý của bê tông keramzit.

Nhận thấy, hai cấp phối trên cho các tính chất của bê tông tương tự nhau, nhưng CP2 cho độ sụt lớn, có hiện tượng sỏi bị nổi lên bề mặt hỗn hợp bê tông sau một khoảng thời gian ngắn, CP1 cho hỗn hợp bê tông có độ lưu động tốt hơn, phù hợp với thiết kế, nên ta chọn CP1 là cấp phối hợp lý của bê tông keramzit.

Bảng 7. Thành phần và tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông keramzit tại 2 cấp phối khảo sát

STT	Thành phần vật liệu					Tính chất của hỗn hợp bê tông, bê tông				
	X, kg	C, kg	S, kg	N, l	PG, l	Độ sụt, cm	γ_o , kg/m^3	R_{28} , MPa	λ , kCal/ $\text{m}^3\text{C.h}$	H_p , %
CP1	460	703	424,6	183,54	4,6	16-18	1601,47	26,70	0,624	4,85
CP2	460	703	422,5	177,56	4,6	18-19	1601,40	26,68	0,624	5,21

3. Kết luận và kiến nghị

3.1. Kết luận

- Có thể sử dụng vật liệu địa phương chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu rỗng keramzit.

- Bài báo đã sử dụng bài toán quy hoạch thực nghiệm tìm cấp phối hợp lý: X = 460 kg; C = 703 kg; S = 424,6 kg; N = 183,54 lít; PG = 4,6 lít để chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu rỗng keramzit có khối lượng thể tích 1601,47 kg/m³, cường độ chịu nén $R_{n28} = 26,7$ MPa, độ hút nước $H_p = 4,85$ %, hệ số dẫn nhiệt: $\lambda = 0,624$ kCal/m.⁰C.h. So với bê tông nặng cùng cường độ thì bê tông keramzit có khối lượng thể tích nhỏ hơn, hệ số truyền nhiệt thấp, nên khả năng cách nhiệt tốt hơn. Với các tính chất này, bê tông keramzit có thể được sử dụng để làm sàn, dầm, cột,... trong các công trình xây dựng.

- Nêu lên mối quan hệ giữa tỷ lệ N/X và S/C với khối lượng thể tích và cường độ của bê tông. Quy luật của sự ảnh hưởng này không giống như bê tông thường. Khi N/X tăng lên thì khối lượng thể tích của bê tông giảm, cường độ bê tông tăng lên. Khi S/C tăng lên thì khối lượng thể tích của bê tông giảm, nhưng cường độ bê tông tăng.

3.2. Kiến nghị

- Nghiên cứu về các tính chất như khả năng chống thấm, chống ăn mòn, chống co ngót,... và công tác bảo

dưỡng của bê tông keramzit trong điều kiện ở miền Trung và Tây Nguyên để đưa ra khuyến cáo sử dụng cho phù hợp.

- Nghiên cứu thêm về các cấp phối bê tông có các giá trị khối lượng thể tích và cường độ chịu nén khác nhau, nhằm mở rộng sự ứng dụng trong xây dựng cơ bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Đình, *Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu rỗng*, Luận án TS KHKH, Hà Nội, 2001.
- [2] Nguyễn Tấn Quý, Nguyễn Thiện Ruệ, *Giáo trình Công nghệ bê tông xi măng*, NXB GD, Hà Nội, 2001.
- [3] Nguyễn Văn Phiêu, Nguyễn Văn Chánh, *Công nghệ bê tông nhẹ*, NXB XD, Hà Nội, 2005.
- [4] Nguyễn Duy Hiếu, *Nghiên cứu chế tạo bê tông keramzit chịu lực có độ chảy cao*, Luận án TSKT, Hà Nội, 2010.
- [5] Nguyễn Duy Hiếu, Trương Thị Kim Xuân, *Nghiên cứu phát triển vật liệu nhẹ tại khu vực Lâm Đồng, duyên hải miền Trung và Tây Nguyên*, <http://nhatvietco.vn/news/savefile/Tin-khoa-hoc-cong-nghe>
- [6] Nguyễn Minh Tuyền, *Quy hoạch thực nghiệm*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.
- [7] Satish Chandra and Leif Berntsson: *Lightweight Aggregate Concrete – Science, Technology and Applications*. William Andrew Publishing, Norwich, New York, U.S.A, 2003.
- [8] TCVN 6016,6017-1995; TCVN 4030-2003; TCVN 4030-1985; TCVN 6260-2009; TCVN 7570,7572-2006; TCVN 4506-2012; TCVN 3113, 3115, 3118-1993; TCVN 6220-1997; GOST 9759-83.

(BBT nhận bài: 20/04/2015, phản biện xong: 13/05/2015)