

HOÀN THIỆN TIÊU CHUẨN CỐT LIỆU DÙNG CHO BÊ TÔNG

PGS. TS. CAO DUY TIẾN, TS. NGUYỄN ĐỨC THẮNG, TS. NGUYỄN HÙNG MINH,
TS. HOÀNG MINH ĐỨC
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Hiện nay, kết cấu bê tông cốt thép tại Việt Nam đang được thiết kế theo nhiều tiêu chuẩn khác nhau, phổ biến nhất là của Việt Nam, Mỹ và châu Âu. Đối với cốt liệu bê tông, tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5574:2012 của Việt Nam đòi hỏi cốt liệu phải đáp ứng TCVN 7570:2006 [1] và TCVN 9205:2012 [2], ACI 318 [3] của Mỹ đòi hỏi cốt liệu phải phù hợp ASTM C33 [5], EN 1992-1- 1 (Eurocode 2) [4] của châu Âu yêu cầu cốt liệu phải thỏa mãn EN 12620 [6]. Cốt liệu bê tông sản xuất tại Việt Nam theo [1,2] có một số chỉ tiêu chất lượng chưa phù hợp với ASTM C33 của Mỹ hoặc EN 12620 của châu Âu... Để khắc phục khác biệt này, bài báo đã thực hiện việc so sánh cốt liệu bê tông theo các tiêu chuẩn, đề xuất giải pháp hoàn thiện tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam theo hướng đồng thời đáp ứng tiêu chuẩn cốt liệu của Mỹ và châu Âu, tạo điều kiện để sản phẩm cốt liệu này có thể sử dụng cho kết cấu bê tông thiết kế theo cả 3 tiêu chuẩn của Việt Nam, Mỹ và châu Âu.

Abstract: Concrete structure in Vietnam buildings are designed by several standards, main of them are TCVN, ACI and EN codes. For aggregate using in concrete, Vietnamese structural design code TCVN 5574:2012 requires concrete aggregate to be conformed TCVN 7570:2006 [1] and TCVN 9205:2012 [2]. ACI 318 [5] code requires concrete aggregate to be conformed ASTM C33 [5] and EN 1992-1- 1 (Eurocode 2) [4] requires concrete aggregate to be conformed EN 12620 [6]. Concrete aggregate produced in Vietnam by [1,2] have some quality targets, that are not suitable to ASTM C33 or EN 12620. To avoid that differences, the paper considers concrete aggregate by several standard, put forward improving Vietnamese concrete aggregate standard to be at the same time conformed ASTM C33 and EN 12620. The concrete aggregate by new standard may be used for the concrete structure, designed by TCVN, ACI and EN codes.

Đặt vấn đề: Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông của Mỹ ACI 318 [3] (điều 3.3.1) quy định, cốt liệu cho bê tông cần đáp ứng tiêu chuẩn Mỹ ASTM C33 [5]. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông của châu Âu Eurocode 2 [4] (điều 3.1.2) và tiêu chuẩn bê tông của châu Âu EN 206 -1 [7] (điều 5.1) cũng quy định, cốt liệu cho bê tông kết cấu cần phù hợp tiêu chuẩn châu Âu EN 12620 [6]. Cốt liệu bê tông của Việt Nam sản xuất theo các tiêu chuẩn [1,2] có một số tính chất chưa hoàn toàn phù hợp [5,6] để chế tạo bê tông cho các kết cấu thiết kế theo ACI 318 hoặc Eurocode 2. Trong khi đó trên thực tế, cốt liệu của Việt Nam vẫn đang được dùng cho bê tông kết cấu theo cả 2 tiêu chuẩn thiết kế trên.

Để khắc phục bất cập này, có hai cách làm: Một là, bên cạnh cốt liệu theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện nay, chế tạo cốt liệu phù hợp với [5] để dùng cho kết cấu thiết kế theo tiêu chuẩn Mỹ hoặc với [6] cho kết cấu thiết kế theo tiêu chuẩn châu Âu; Hai là hoàn thiện tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam theo hướng phù hợp với cả 2 tiêu chuẩn [5,6]. Khi đó, cốt liệu sẽ được sản xuất và dùng chung cho cả 3 tiêu chuẩn thiết kế, đúng như thực tế hiện nay. Cách thứ 2 tạo được sự thống nhất từ khâu sản xuất đến tiêu thụ nên hiệu quả hơn.

Để làm được điều này, cần so sánh các chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu bê tông theo 3 hệ tiêu chuẩn của Việt Nam, Mỹ và châu Âu để phát hiện sự khác biệt giữa chúng. Từ đó, đề xuất giải pháp khắc phục sự khác biệt này, tạo ra bộ chỉ tiêu chất lượng sản phẩm phù hợp với cả 3 tiêu chuẩn cốt liệu bê tông của Việt Nam, Mỹ và châu Âu.

1. So sánh cốt liệu bê tông theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu

1.1 Về chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu nhỏ

Kết quả so sánh chỉ tiêu chất lượng của cát thô ($M_n > 2$) dùng cho bê tông thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu chất lượng của cát dùng cho bê tông theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu

Chỉ tiêu	TCVN 7570 [1]		TCVN 9205 [2]		ASTM C33 [5]		EN 12620 [6]	
1. Thành phần hạt	Lỗ sàng mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng mm	Lọt sàng ^a , %	Lỗ sàng,mm	Lọt sàng ^a ,%	Lỗ sàng mm	Lọt sàng, %
	10	100	10	100	9,5	100	8	100
	5	95 – 100	5	95 - 100	4,75	95 - 100	4	85-99 ^b
	2,5	80 – 100	2,5	75 - 100	2,36	80 - 100	2	-
	1,25	55 - 85	1,25	50 - 85	1,18	50 - 85	1	-
	0,63	30 - 65	0,63	30 - 65	0,6	25 - 60	0,5	30 - 60
	0,315	10 - 35	0,315	10 - 35	0,3	5 - 30	0,25	-
	0,14	0 – 10	0,14	5- 15/20	0,15	0 - 10	0,125	-
	-	-	0,075	16 (9) ^d	0,075	5 (3) ^d	0,063 ^c	3/10/16/22/> 22
2. Modul độ nhỏ	>2,0 - 3,3		> 2,0 – 3,3		(2,3 - 3,1) ± 0,2		(2,4 - 4,0) ± 0,5	
3. Sét cục, hạt sét, max, %	Sét cục: không có với B>30; 0,25 với B≤30:		Hạt sét 2,0		Sét cục + hạt yếu 3,0		-	
4. Bùn, bụi, sét, max, %	1,5 với B>30: 3 với B ≤ 30		-		-		-	
5. Tạp chất hữu cơ	Sáng hơn màu chuẩn		Sáng hơn màu chuẩn		Sáng hơn màu chuẩn		Kéo dài đông kết ≤ 120 min Giảm cường độ vữa ≤ 20%	
6. Hàm lượng ion CL, max, % ⁻	0,01 cho bê tông ứng suất trước; 0,05 cho bê tông thường.				-		Khi ≤ 0,01 được tính vào tổng Cl bê tông	
7. Phản ứng kiềm- silic	Vô hại				Vô hại		Vô hại	

Ghi chú: ^a Lượng sót riêng trên sàng bất kỳ không vượt quá 45% khối lượng cát; ^b Lượng hạt qua sàng 4 mm được vượt quá 99% khi tỷ lệ (%) cát lọt qua từng sàng ghi trong bảng 1 được thông báo đầy đủ; ^c Được coi là không có hại khi lượng hạt lọt sàng 0,063mm ≤ 3%; ^d Giá trị trong ngoặc dùng cho bê tông chịu mài mòn, khi hạt mịn là bụi không lẫn sét hoặc phiến sét, giá trị 5 (3); ^d theo ASTM C33 được phép tăng thêm 2%.

Qua bảng 1 có thể thấy:

a) Cát tự nhiên theo TCVN 7570 và cát nhân tạo theo TCVN 9205 có thành phần hạt, modul độ nhỏ về cơ bản đáp ứng ASTM C33 vì kích thước các lỗ sàng và tỷ lệ lọt sàng gần tương đương nhau. So với EN 12620 của châu Âu, sự khác biệt về thành phần hạt cũng không lớn vì tuy kích thước lỗ sàng của Việt Nam lớn hơn (khoảng 20%) so với sàng châu Âu, nhưng sàng Việt Nam từ 5 tới 1,25 mm là sàng lỗ tròn nên lượng cát lọt sàng ít hơn, tỷ lệ cát

lọt sàng của Việt Nam cũng được quy định cao hơn 12% (95-100 qua sàng 5 mm so với 85-100 qua sàng 4 mm), ngược lại, modul độ nhỏ của cát tính theo sàng Việt Nam cũng được lấy nhỏ hơn 20% so với châu Âu (2 – 3,3 so với 2,4 – 4,0). Riêng với cát nghiền, tỷ lệ hạt mịn lọt sàng 0,075 mm theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện cao hơn theo tiêu chuẩn Mỹ [5] 6 – 11% và châu Âu [61] khoảng 6%.

b) Về tạp chất (chỉ tiêu 3 – 7, bảng 2): Cát theo tiêu chuẩn Việt Nam đáp ứng tiêu chuẩn Mỹ và châu Âu.

Như vậy sự khác nhau cơ bản giữa cốt liệu nhỏ theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu là ở thành phần hạt (do được xác định trên các bộ sàng khác nhau) và hàm lượng hạt mịn (≤ 0,075 hoặc 0,063 mm) trong cát nghiền.

1.2 Về chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu lớn

Kết quả so sánh các chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu lớn dùng cho bê tông trên bảng 2 và 3.

Bảng 2. Thành phần hạt một số nhóm cốt liệu lớn (đá dăm, sỏi, sỏi dăm) theo tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu

Đường kính hạt max, mm	TCVN 7570			ASTM C33			EN 12620		
	Cỡ hạt $D_{max} - d_{min}$	Cỡ sàng, mm	Lọt sàng, %	Cỡ hạt $D_{max} - d_{min}$	Cỡ sàng, mm	Lọt sàng, %	Cỡ hạt $D_{max} - d_{min}$	Cỡ sàng, mm	Lọt sàng, %
9,5 - 10	10 - 5	10	90 - 100	9,5 - 2,36	9,5	85-100	10 - 4	10	85 - 99
		5	0 - 10		4,75	10-30		4	0 - 20
		-			2,36	0-10		2	0 - 5
		-			1,18	0-5			
19 - 20	20 - 5	20	90-100	19 - 4,74	19	90 - 100	20 - 4	20	90 - 99
		10	30 - 60		9,5	20 - 55		10	25 - 70
		5	0 - 10		4,75	0 - 15		4	0 - 15
		-			2,36	0 - 5		2	0 - 5
37,5 - 40	40 - 5 hoặc 40-10	40	90-100	37,5- 4,75	37,5	95 - 100	40 - 4 (hoặc 40-10)	40	90 - 99
		20	30 - 60		19	35 - 70		20	25 - 70
		5 hoặc 10	0 - 10		9,5	10 - 30		4 hoặc 10	0 - 15
		-			4,75	0 - 5		2 hoặc 4	0 - 5
63 - 70	70 - 20	70	90 - 100	63 - 37,5	63	90 - 100	63 - 20	63	90 - 99
		40	30 - 60		50	35 - 70		40	25 - 70
		20	0 - 10		37,5	0 - 15		20	0 - 15
		-			19	0 - 5		10	0 - 5

Bảng 3. Chỉ tiêu chất lượng ngoài thành phần hạt của cốt liệu lớn theo tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu

Chỉ tiêu	TCVN 7570		ASTM C33		EN 12620
	B> 30	B 15- 30	Chịu mài mòn	Bê tông thường	Các mức chất lượng
1. Độ hao mòn khối lượng Los Angeles, max, %	50	50	50	50	15/20/25/30/35/40/50/>50/không yc
2. Lượng bùn, bụi sét hoặc vật liệu mịn, max, %	Bùn, bụi, sét: 1	Bùn, bụi, sét: 2	$\leq 0,075$ mm 1 (1,5) *		$\leq 0,063$ mm: 1,5/ 4/>4/không yc
3. Phản ứng kiềm – silic	Vô hại		Vô hại		Vô hại
4. Sét cục, hạt yếu, max, %	Không	0,5	5	10	Vô sò 10/> 10/không yc
5. Hạt thoi dẹt, max, %	15	35	-	-	15/20/35/50/>50/không yc
6. Độ nén dập của đá: phún xuất/trầm tích/sỏi, %	> 25/20/10	$\leq$ 25/20/10	-	-	16/22/26/32/>32/không yc
7. Lượng ion CL^- , max, %	0,01	0,01	-		0,01- tính vào tổng ion clo trong bê tông
8. Tạp chất hữu cơ	Sáng hơn màu chuẩn (áp dụng cho sỏi)		-		Không kéo dài đông kết quá 120 min và giảm R_{28} mẫu vữa quá 20%
9. Lượng sunphat, max, %	-	-	-		0,2/0,8/> 0,8/không yc
10. Mài mòn Deval, max	-	-	-		10/15/20/25/35/>35/không yc
11. Độ mài bóng, min	-	-	-		68/62/56/50/44/<44/không yc
12. Độ mài mòn mặt, max	-	-	-		10/15/20/>20/không yc

Ghi chú: *1,5 % khi trong cốt liệu lớn không có sét, phiến sét hoặc khi cốt liệu nhỏ có cỡ hạt $\leq 0,075$ mm dưới 10%.

Bảng 2 và 3 cho thấy:

a) EN 12620 quy định nhiều chỉ tiêu nhất, trong mỗi chỉ tiêu lại có nhiều mức chất lượng để tùy chọn, trong khi đó ASTM C33 quy định ít chỉ tiêu nhất và mỗi chỉ tiêu lại chỉ có một mức chất lượng.

b) Cốt liệu lớn theo tiêu chuẩn Việt Nam có độ chênh lệch về thành phần hạt không nhiều so với

Mỹ và châu Âu. Có khác là thành phần hạt theo TCVN 7570 của Việt Nam quy định ít hơn tiêu chuẩn Mỹ và châu Âu một cỡ hạt kích thước nhỏ hơn $d_{min}/2$. Khi cốt liệu được sản xuất theo tiêu chuẩn của Việt Nam với $d_{min} = 0 - 10\%$, thì lượng hạt $< d_{min}/2$ cũng có thể chỉ ở mức 0 - 5% như quy định của Mỹ và châu Âu, tuy nhiên, nếu xảy ra tình huống 10% lọt sàng d_{min} phần lớn là hạt mịn thì cốt

liệu lớn sẽ có chất lượng kém hơn. Vì vậy, quy định như Mỹ và châu Âu đảm bảo chất lượng cốt liệu ổn định hơn.

c) Khác với Việt Nam và Nga [1,9] có $D_{\max} = 70$ mm (sàng lỗ tròn), tiêu chuẩn của Mỹ, châu Âu (và bộ sàng ISO) chỉ có cỡ $D_{\max} = 63$ mm.

d) Về các chỉ tiêu ngoài thành phần hạt (bảng 3), chỉ tiêu 1 - 3 được quy định ở cả 3 hệ tiêu chuẩn; chỉ tiêu 4 (lượng sét cục, hạt yếu) - Mỹ, Nga có quy định nhưng Việt Nam đã bỏ từ 2006; chỉ tiêu 5 (lượng hạt thoi dẹt) và 6 (độ nén dập) - Mỹ không quy định nhưng Việt Nam, châu Âu, Nga đều có quy định; chỉ tiêu 7 (hàm lượng ion CL, có thể gặp ở cốt liệu vùng biển hoặc nước lợ) - Mỹ không quy định nhưng Việt Nam, châu Âu có quy định; chỉ tiêu 8 (tạp chất hữu cơ, có thể gặp ở cốt liệu sỏi) - Mỹ có quy định nhưng Việt Nam và châu Âu có quy định, chỉ tiêu 9 - 12 chỉ có châu Âu quy định (có thể để áp dụng theo điều kiện của từng nước trong Liên minh hoặc khi bê tông cần tính năng đặc biệt).

Như vậy, sự khác nhau cơ bản về chất lượng của cốt liệu lớn theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu là ở thành phần hạt (do được xác định trên các bộ sàng khác nhau), ở số chỉ tiêu chất lượng và mức chất lượng ở một số chỉ tiêu.

Căn cứ sự khác nhau về cốt liệu như phân tích ở trên, có thể thấy nếu giữ nguyên tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam như hiện nay, hoặc chuyển tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam theo Mỹ hoặc châu Âu, sản phẩm tạo ra sẽ chỉ đáp ứng một tiêu chuẩn thiết kế kết cấu và xung đột với các tiêu chuẩn thiết kế còn lại. Vì vậy, sẽ hợp lý hơn nếu hoàn thiện tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam theo hướng phù hợp đồng thời với tiêu chuẩn cốt liệu của Mỹ và châu Âu.

2. Hoàn thiện tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam

Kiến nghị hoàn thiện tiêu chuẩn về cốt liệu cho bê tông của Việt Nam như sau:

2.1 Về phạm vi áp dụng

a) Cốt liệu cho bê tông theo tiêu chuẩn Mỹ [5] và châu Âu [6] được chia thành 2 loại: cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn. Cốt liệu nhỏ gồm cát tự nhiên, cát

nghiên từ đá tự nhiên đặc chắc và hỗn hợp giữa chúng. Cốt liệu lớn gồm: đá dăm, sỏi, sỏi dăm từ đá tự nhiên đặc chắc, xỉ lò cao nguội trong không khí (blastfurnace air cooled), dăm từ bê tông xi măng tái chế và hỗn hợp giữa chúng. Ngoài ra, tiêu chuẩn cốt liệu của châu Âu còn bao gồm: cốt liệu tự nhiên cỡ 0 - 8 mm, cốt liệu lớn-nhỏ trong 1 (all-in) cỡ 0 - 40 mm và cốt độn mịn cỡ 0 - 2 mm.

b) Cốt liệu bê tông của Việt Nam cũng được phân thành 2 loại nhỏ và lớn. Chất lượng được quy định trong 2 tiêu chuẩn: TCVN 7570 cho cát tự nhiên, dăm, sỏi, sỏi dăm đặc chắc và TCVN 9205 cho riêng cát nghiền. Chưa có quy định cho hỗn hợp cát tự nhiên - cát nghiền đang được dùng hiện nay.

c) Kiến nghị: Ghép 2 tiêu chuẩn cốt liệu thành 1, giữ nguyên đối tượng áp dụng gồm 2 loại cốt liệu lớn và nhỏ có nguồn gốc đặc chắc. Cốt liệu lớn bao gồm đá dăm, sỏi, sỏi dăm và hỗn hợp giữa chúng, cốt liệu nhỏ bao gồm cát tự nhiên, cát nghiền và hỗn hợp giữa chúng.

2.2 Về bộ sàng cốt liệu

a) Tiêu chuẩn châu Âu [6] cho phép sử dụng 3 bộ sàng: sàng cơ bản, sàng mở rộng Set 1 và sàng mở rộng Set 2. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho các nước trong Liên minh lựa chọn bộ sàng phù hợp điều kiện riêng của mình, tạo thuận lợi cho sản phẩm cốt liệu cung cấp ra thị trường phù hợp với nhiều nước trong Liên minh hơn.

b) Trong tiêu chuẩn hoàn thiện, kiến nghị cho phép sử dụng một hoặc nhiều bộ sàng sau:

- Sàng Việt Nam (S_{vn}) với các sàng: 63, 40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,315, 0,14, 0,075 mm;

- Sàng Mỹ (S_{astm}) với các sàng: 63, 50, 37,5, 25,19, 12,5, 9,5, 4,75, 2,36, 1,18, 0,6, 0,3, 0,15, 0,075 mm;

- Sàng châu Âu (S_{en}) với các sàng: 63, 40, 20, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,063 mm.

2.3 Về bộ chỉ tiêu chất lượng cát

Kiến nghị bộ chỉ tiêu chất lượng cát cho bê tông (cát thô) như bảng 4.

Bảng 4. Bộ chỉ tiêu chất lượng của cát dùng cho bê tông

Chỉ tiêu chất lượng	Cát loại 1						Cát loại 2			
	Dùng sàng S_{vn}		Dùng sàng S_{astm}		Dùng sàng S_{en}		Dùng sàng S_{vn}		Dùng sàng S_{en}	
	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %
1. Thành phần hạt	10	100	9,5	100	8	100	10	100	8	100
	5	95-100	4,75	95-100	4	85-99	5	95-100	4	85-99
	2,5	75-100	2,36	80-100	2	-	2,5	75-100	2	-
	1,25	50-85	1,18	50-85	1	-	1,25	50-85	1	-
	0,63	30-65	0,6	25-60	0,5	30-70	0,63	30-65	0,5	30-70
	0,315	10-35	0,3	5-30	0,25	-	0,315	10-35	0,25	-
	0,14	0-10	0,15	0-10	0,125	0-10	0,14	10-20	0,125	10-20
2. Modul độ nhỏ	2,1 – 3,3		2,1 – 3,3		2,4 – 4,0		2 – 3,3		2,4 – 4,0	
3a. Lượng hạt mịn trong cát nghiền*, max, %	0,075	5 (3)	0,075	5 (3)	0,063	3	0,075	12 (9)	0,063	10
3b. Lượng bùn, sét trong cát tự nhiên, max, %	1,5						3			
4a. Lượng hạt sét, hạt yếu trong cát nghiền, max, %	2						3			
4b. Lượng sét cục trong cát tự nhiên, max, %	0,25						0,5			
5. Phản ứng kiềm-silic	Vô hại						Vô hại			
6. Tạp chất hữu cơ	Sáng hơn màu chuẩn						Sáng hơn màu chuẩn			
7. Lượng ion CL, max, %	0,05 (hoặc 0,01)						0,05 (hoặc 0,01)			

Ghi chú: * Giá trị này có thể tăng thêm 2% khi hạt mịn không lẫn sét. Giá trị trong ngoặc ở chỉ tiêu 3a dùng cho bê tông chịu mài mòn; ở chỉ tiêu 7 – cho bê tông ứng suất trước.

Bảng 4 được xây dựng trên các căn cứ sau:

a) Tham khảo tiêu chuẩn Nga [9] và cách làm của tiêu chuẩn châu Âu [6] cát được phân thành 2 loại. Loại 1 chất lượng cao, phù hợp với cả 3 tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam, Mỹ và châu Âu, loại 2 chất lượng thấp hơn, phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam và châu Âu.

b) Thành phần hạt, modul độ nhỏ được tham khảo từ tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam, Mỹ, châu Âu với 3 bộ sàng tương ứng 3 nước đang dùng hiện nay S_{vn} , S_{astm} và S_{en} .

c) Lượng hạt mịn/lượng bùn, sét

Hạt mịn ($\leq 0,075$ hoặc $0,063$ mm) và bùn, sét (kích thước tương ứng $0,0039-0,063$ và $\leq 0,0039$ mm) thực chất cùng cỡ hạt. Vì vậy, ASTM C33 quy chung hai loại này vào 1 chỉ tiêu là lượng hạt nhỏ hơn $0,075$ mm với giá trị max 5% cho bê tông thường và 3% cho bê tông chịu thêm mài mòn. Ngoài ra, nếu các hạt $\leq 0,075$ mm không chứa sét, tỷ lệ hạt này có thể tăng thêm 2%. Tuy nhiên nếu xét về tác động tới các tính chất của bê tông, bùn

sét (đặc trưng cho cát tự nhiên) ảnh hưởng tiêu cực hơn nhiều so với hạt mịn là bụi đá trong cát nghiền. Vì vậy lượng bùn, sét cho cát tự nhiên được TCVN 7570 giới hạn là $\leq 1,5\%$ đối với bê tông $B > 30$ và $\leq 3\%$ với bê tông $B \leq 30$, được tiêu chuẩn Nga [9] giới hạn $\leq 2\%$ cho cát loại 1 và $\leq 3\%$ cho cát loại 2. Theo tiêu chuẩn châu Âu [6], lượng hạt $\leq 0,063$ mm ở mức $\leq 3\%$ mới được coi là không có hại.

Căn cứ thực tế sản xuất - sử dụng cát tại Việt Nam và các phân tích trên, kiến nghị:

- Chỉ tiêu lượng hạt mịn được quy định riêng cho cát nghiền, lượng bùn sét được quy định riêng cho cát tự nhiên;

- Đối với cát nghiền loại 1, giá trị lượng hạt mịn được tham khảo từ ASTM C33 (cỡ $\leq 0,075$ mm, mức 5 % cho bê tông thường và 3% cho bê tông chịu mài mòn và theo EN 12620 (cỡ $\leq 0,063$ mm, mức 1 : 3%). Đối với cát nghiền loại 2 - theo EN 12620 (cỡ $\leq 0,063$ mm, mức 2 : 10 %), khi đó để phù hợp tiêu chuẩn châu Âu, cát nghiền theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành kiến nghị hạ từ 16% xuống còn 12%;

- Đối với cát tự nhiên, giá trị lượng bùn, sét cho cát loại 1 được lấy theo TCVN 7570 là 1,5% và loại 2 được lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam và Nga [1,9] bằng 3 %.

d) Lượng sét cục, hạt yếu trong cát được ASTM C33 quy định $\leq 3\%$; Lượng hạt sét cho cát nghiền được TCVN 9205 quy định $\leq 2\%$; Lượng sét cục trong cát tự nhiên được TCVN 7570 quy định “không có” đối với bê tông B > 30 và $\leq 0,25\%$ đối với bê tông B ≤ 30 , được tiêu chuẩn Nga [9] quy định $\leq 0,25$ và $\leq 0,5$ đối với cát loại 1 và loại 2. Hạt sét thường là các hạt vỡ từ đá phiến sét xen kẽ trong các tầng đá đặc chắc được tạo ra trong cát nghiền ít tác động xấu như sét cục (thường từ bùn, sét, phù sa) trong cát tự nhiên, kiến nghị cũng quy

định hạt sét, hạt yếu cho riêng cát nghiền theo các giới hạn 2% và 3 % như trong TCVN 9205 và sét cục cho riêng cát tự nhiên với các giới hạn 0,25 và 0,5% cho cát loại 1 và 2 theo tiêu chuẩn Nga [9].

e) Chỉ tiêu phản ứng kiềm – silic được lấy theo quy định của 3 tiêu chuẩn điều kiện Việt Nam, được lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam [1,2].

2.4. Về bộ chỉ tiêu chất lượng cốt liệu lớn

Kiến nghị bộ chỉ tiêu chất lượng cốt liệu lớn như trên bảng 5 và 6.

a) Chỉ tiêu thành phần hạt của một số cỡ cốt liệu lớn trên bảng 5 được lấy từ các tiêu chuẩn (với bộ sàng tương ứng) của Việt Nam, Mỹ và châu Âu [1,5,6].

Bảng 5. Thành phần hạt của cốt liệu lớn dùng cho bê tông

D _{max} - d _{min} , mm	Dùng sàng S _{vn}		Dùng sàng S _{astm}		Dùng sàng S _{en}	
	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %	Lỗ sàng, mm	Lọt sàng, %
10 - 5 (S _{vn} , S _{en}) 9,5 - 2,36 (S _{astm})	20	100	12,5	100	20	100
	10	90-100	9,5	85-100	10	90-99
	5	0-15	4,75	10-20	4	0-15
	2,5	0-5	2,36	0-10	2	0-5
	-	-	1,18	0-5	-	-
20 - 5 (S _{vn} , S _{en}) 19,5-4,75 (S _{astm})	40	100	25	100	40	100
	20	90-100	19	90-100	20	90-99
	10	25-70	9,5	20-55	10	25-70
	5	0 -15	4,75	0-10	4	0 -15
	2,5	0-5	2,36	0-5	2	0-5
40 - 5 (S _{vn} , S _{en}) 37,5-4,75 (S _{astm})	63	100	50	100	63	100
	40	90-100	37,5	95-100	40	90-99
	20	25-70	19	35-70	20	25-70
	10	0 -15	9,5	10-30	10	0 -15
	5	0-5	4,75	0-5	4	0-5
63 - 20 (S _{vn} , S _{en}) 63 - 37,5 (S _{astm})	100	100	75	100	100	100
	63	90-100	63	90-100	63	90-99
	40	25-70	50	35-70	40	25-70
	20	0 -15	37,5	0-15	20	0 -15
	10	0-5	19	0-5	10	0-5

b) Các chỉ tiêu ngoài thành phần hạt trên bảng 6.

- Cốt liệu lớn được phân thành 3 loại theo chỉ tiêu chính là độ nén đập, tham khảo từ tiêu chuẩn Nga [8], để áp dụng cho 3 cấp độ bền nén của bê

tông: Loại 1 cho bê tông B > 50, loại 2 – B ≤ 50 và loại 3 – B ≤ 30 . Chỉ tiêu này cũng nằm trong giới hạn các mức về độ nén đập theo tiêu chuẩn châu Âu và không vi phạm ASTM C33.

Bảng 6. Bộ chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu lớn dùng cho bê tông

Chỉ tiêu chất lượng	Loại 1	Loại 2	Loại 3
1. Thành phần hạt	Bảng 5	Bảng 5	Bảng 5
2. Độ nén đập, thử tự cho đá: Phún xuất xâm nhập/trầm tích hoặc biến chất/phún xuất phun trào/sỏi (sỏi dăm), max, %	12/11/9/(-)	20/15/13/8(10)	25/20/15/16(18)
3. Hao mòn Los Angeles, max, %	25	35	50
4. Lượng hạt trôi, dẹt, max, %	15	25	35
5. Lượng sét cục*, hạt yếu, max, %	5	5	10
6. Lượng hạt $\leq 0,075$ hoặc 0,0063 mm, max, %	1	1**	2
7. Phản ứng kiềm – silic, vùng	Vô hại	Vô hại	Vô hại
8. Lượng ion CL ⁻ , max, %	0,01	0,01	0,01

Ghi chú: *Lượng sét cục trong chỉ tiêu 5 không quá 0,25%, **Được lấy bằng 1,5 - khi cốt liệu lớn không có sét, phần sét hoặc khi cốt liệu nhỏ có hạt $\leq 0,075$ mm dưới 10%. Các chỉ tiêu khác – theo đặt hàng.

- Chỉ tiêu hao mòn Los Angeles được giới hạn theo ASTM C33 và TCVN 7570 là 50%. Giá trị chỉ tiêu này được lấy theo phân cấp của Nga và châu Âu [8,6] tương ứng 25, 35 và 50% đối với cốt liệu lớn loại 1,2 và 3;

- Chỉ tiêu hàm lượng thoi dẹt được giới hạn theo TCVN 7570 là 15 và 35% cho cốt liệu bê tông B>30 và B≤30 Mpa), hàm lượng này được lấy theo phân cấp của Nga và châu Âu [8,6], tương ứng 15, 25 và 35% cho cốt liệu lớn loại 1, 2 và 3;

- Chỉ tiêu lượng hạt yếu được lấy theo tiêu chuẩn Mỹ, mức 10% cho cốt liệu loại 3, 5% cho cốt liệu loại 1, 2. Tiêu chuẩn châu Âu không có chỉ tiêu gọi là hạt yếu, nhưng có quy định về hàm lượng vỏ sò là một trong các dạng hạt yếu (mức 10/>10%).

- Chỉ tiêu lượng hạt $\leq 0,075$ (hoặc 0,063) mm, bao gồm cả bùn, sét cho cốt liệu lớn loại 1 và 2 được lấy theo [1,5] là 1 (hoặc 1,5) %. Đối với cốt liệu lớn loại 3, lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam và Nga là 2% [1,8]. Giá trị này cũng phù hợp với các mức quy định trong [6] (mức $\leq 1,5/4\%$);

- Chỉ tiêu phản ứng kiềm = silic được quy định là vô hại, như trong 3 tiêu chuẩn;

- Chỉ tiêu lượng ion CL đặc thù của Việt Nam, được lấy theo [1].

2.5 Sử dụng cốt liệu cho bê tông

Căn cứ yêu cầu đối với cốt liệu theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu hiện hành (bảng 1,2,3), cốt liệu có chất lượng như đề xuất ở bảng 4,5,6 được kiến nghị sử dụng trong bê tông như sau:

a) Cát loại 1 (có thành phần hạt đáp ứng cả 3 bộ sàng) được áp dụng cho bê tông kết cấu thiết kế theo cả 3 tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu với mọi cấp độ bền.

b) Cát loại 2 có thành phần hạt đáp ứng sàng S_{vn} hoặc S_{en} hoặc cả hai được áp dụng cho bê tông kết cấu thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam hoặc châu Âu hoặc cả hai, với cấp độ bền B≤ 30.

c) Cốt liệu lớn loại 1 (có thành phần hạt đáp ứng cả 3 bộ sàng) được áp dụng cho bê tông kết cấu thiết kế theo cả 3 tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu với mọi cấp độ bền.

d) Cốt liệu lớn loại 2 (có thành phần hạt đáp ứng cả 3 bộ sàng) được áp dụng cho bê tông thiết kế theo cả 3 tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ và châu Âu với cấp độ bền B≤ 50.

e) Cốt liệu lớn loại 3 (có thành phần hạt đáp ứng 2 bộ sàng S_{vn} và S_{en}) được áp dụng cho bê tông thiết kế theo tiêu chuẩn Việt Nam và châu Âu với cấp độ bền B≤ 30.

2.6 Hoàn thiện tiêu chuẩn phương pháp thử

Tiêu chuẩn TCVN 7572:2006, TCVN 344:1986 và TCVN 9205:2012 về cơ bản đã có đủ phương pháp thử các chỉ tiêu chất lượng của cốt liệu kiến nghị trong các bảng 4,5,6. Tuy nhiên chúng cần được đối chiếu thêm với các tiêu chuẩn phương pháp thử của Mỹ (ASTM C26, C40, C117, C131, C136...) và châu Âu (EN 933, EN 1097) để hoàn thiện một số nội dung khác tiêu chuẩn Việt Nam (ví dụ: Bộ sàng sử dụng, công thức tính mudun độ nhỏ...)

3. Tác động của tiêu chuẩn hoàn thiện tới công tác sản xuất và thương mại sản phẩm cốt liệu

3.1 Tác động của tiêu chuẩn tới công tác sản xuất cốt liệu

Việc sản xuất cốt liệu về cơ bản vẫn giữ nguyên như hiện nay, trên cơ sở bộ sàng Việt Nam và tiêu chuẩn Việt Nam [1]. Khi sản xuất, nên thí nghiệm thành phần hạt theo 3 bộ sàng để điều chỉnh thông số nghiền - sàng vào khung thành phần hạt theo 3 tiêu chuẩn, Lưu ý rằng sàng Việt Nam từ cỡ hạt 1,25 mm trở lên là sàng lỗ tròn, nên lượng cốt liệu lọt sàng có thể nhỏ hơn sàng vuông cùng cỡ.

- Đối với cát nghiền, nên điều chỉnh như giảm lượng hạt $\leq 0,075$ mm (lấp thêm máy hút phân ly) để tách các hạt quá mịn khỏi cốt liệu nhỏ;

- Đối với cốt liệu lớn, thành phần hạt của cốt liệu lớn có thể sản xuất căn cứ bảng 5. Thành phần hạt của 3 tiêu chuẩn cốt liệu đều tuân thủ nguyên tắc $90-100\% \leq D_{max}$, $0-10\% \leq d_{min}$, $(D_{max} + d_{min})/2 = (30\pm 5) - 70\%$, lượng hạt lọt qua từng cỡ sàng được lấy trong phạm vi khá rộng, nên không khó tạo ra

thành phần hạt đáp ứng yêu cầu của cả 3 tiêu chuẩn [1.5.6]. Đối với cốt liệu một cỡ, nếu được cung cấp theo nguyên tắc: $100\% \leq 1,4 D_{\max}$; $90-100\% \leq D_{\max}$, $0-10\% \leq d_{\min}$, $0-5 \leq d_{\min}/2$, thì việc phối hợp thành các cấp phối theo tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu tại trạm trộn bê tông sẽ thuận lợi hơn.

3.2 Thương mại hóa sản phẩm

Mỗi lô sản phẩm cốt liệu theo tiêu chuẩn hoàn thiện có thể được công bố thỏa mãn đồng thời 3 tiêu chuẩn. Ví dụ: Cát loại 1, M_n 2,4 TCVN 7570:xxxx/ M_n 2,5 ASTM C33/ M_n 2,7 EN 12620; Đá dăm loại 1, cỡ 5 – 20 mm TCVN 7570/cỡ 4,75-19 mm ASTM C33/cỡ 4-20 mm EN 12620.

Việc phân cốt liệu thành nhiều loại với chất lượng khác nhau giúp cho người sản xuất chúng bán giá hợp lý hơn, người sử dụng chúng phù hợp tiêu chuẩn thiết kế và hiệu quả hơn.

4. Kết luận

- Cốt liệu cho bê tông theo các tiêu chuẩn Việt Nam, Mỹ, châu Âu có chất lượng về cơ bản giống nhau. Sự khác nhau chính của cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn giữa các tiêu chuẩn là ở thành phần hạt do được xác định trên các bộ sàng khác nhau, ở hàm lượng hạt mịn ($\leq 0,075$ hoặc $0,063$ mm) của cát nghiền, ở số chỉ tiêu chất lượng và mức chất lượng tại một số chỉ tiêu của cốt liệu lớn;

- Trên cơ sở so sánh cốt liệu theo các tiêu chuẩn, đã đề xuất việc hoàn thiện tiêu chuẩn cốt liệu bê tông theo hướng hợp nhất 2 tiêu chuẩn TCVN 7570 và TCVN 9205 thành một để mở rộng phạm vi áp dụng cho cát hỗn hợp tự nhiên – nghiền, sử dụng 3 bộ sàng phù hợp tiêu chuẩn cốt liệu của Việt Nam, Mỹ, châu Âu, phân cát thành 2 loại, cốt liệu lớn thành 3 loại với số chỉ tiêu chất lượng và mức chất lượng trong mỗi chỉ tiêu đáp ứng được đồng thời 2 hoặc 3 tiêu chuẩn. Cốt liệu đáp ứng bộ

chỉ tiêu chất lượng đề xuất được áp dụng cho bê tông kết cấu theo cả 3 (hoặc 2) tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam, Mỹ, châu Âu với các cấp độ bền $B \leq 30$, $B \leq 50$ và $B > 50$ theo mẫu lập phương hoặc 25, 40, > 40 theo mẫu trụ;

- Tiêu chuẩn hoàn thiện về cơ bản không làm thay đổi công nghệ sản xuất và khai thác cốt liệu hiện tại, cung cấp cơ sở cho việc đổi mới công nghệ giảm bớt hàm lượng hạt $\leq 0,075$ mm trong cát nghiền, nâng tính thương mại của sản phẩm cốt liệu, cho phép sử dụng một loại cốt liệu cho bê tông kết cấu theo nhiều tiêu chuẩn thiết kế khác nhau và với các cấp độ bền thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 7570:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.
2. TCVN 9205:2012, Cát nghiền cho bê tông và vữa.
3. ACI 318-11, Building Code Requirements for Structural Concrete.
4. EN 1992-1-1, Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
5. ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
6. BS EN 12620:2002+A12008 Aggregates for concrete
7. EN 206-1 Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity.
8. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с Изменениями N 1-4, 2009).
9. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия (с Поправкой).

Ngày nhận bài: 30/9/2019.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 09/10/2019.