

Khảo sát hoạt tính cường độ của cát nghiền và ảnh hưởng của nó đến tính chất vữa cát nghiền-xi măng OPC FiCO

Investigation on the Strength Activity of Grinding Sand and Its Effects on the Physical Properties of FiCO OPC-Grinding Sand Mortar

Vũ Hoàng Tùng^{1*}, Hồ Thanh Sự²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

²Công ty cổ phần xi măng FiCO Tây Ninh

Đến Tòa soạn: 06-12-2017; chấp nhận đăng: 20-3-2019

Tóm tắt

Cát luôn là nguyên liệu quan trọng chiếm tỷ lệ lớn trong thành phần của vữa và bê tông xây dựng, tuy nhiên người ta vẫn chỉ sử dụng nó chủ yếu ở dạng tự nhiên, việc sử dụng ở dạng đã được gia công nghiền mịn vẫn chưa được nghiên cứu kỹ. Ngoài ra, cát đã nghiền mịn vừa là cốt liệu lại có hoạt tính cường độ nên có thể ứng dụng điều này để sản xuất hỗn hợp xi măng poóc lăng hỗn hợp, vữa hoặc bê tông xây dựng với hiệu quả sử dụng cao hơn. Nghiên cứu này khảo sát hoạt tính cường độ của cát nghiền mịn ở các dải hạt <90 μm, <45 μm và <32 μm và ảnh hưởng của nó đến tính chất của vữa cát nghiền-xi măng OPC FiCO. Phương pháp đo hoạt tính của cát nghiền theo tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn, phương pháp kiểm tra một số tính chất cơ lý của hỗn hợp vữa và phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) đã được sử dụng nhằm làm rõ mức độ hoạt tính của cát nghiền mịn ở các dải hạt và ảnh hưởng của nó tới một số tính chất cơ bản của vữa cát nghiền-xi măng OPC FiCO.

Từ khóa: cát nghiền <90μm, <45μm và <32μm, vữa xi măng-cát nghiền, hoạt tính cường độ.

Abstract

Sand is an important constituent of a large proportion of mortar and concrete, but it is mainly used in the form of natural, used in the form of a fine grinding not well researched. In addition, the fine-grained sand and aggregate are highly active intensity, so this can be used to produce a mixture of Portland cement, mortar or concrete with higher efficiency. This study investigated the fine-grained sand activity in grain strips <90 μm, <45 μm and <32 μm and its effect on the properties of OPC FiCO milling-cement mortar. The method of measuring the activity of standard and non-standard grinding sand, the method of examining some mechanical properties of mortar mixtures and X-ray diffraction (XRD) method have been used to clarify the level of activity and the properties of finely ground sand in grain strips and its effects on some of the basic properties of OPC FiCO milling-mortar sand mortar.

Keywords: grinding sand <90μm, <45μm and <32μm, cement-grinding sand mortar, active intensity.

1. Mở đầu

Cát luôn là nguyên liệu quan trọng chiếm tỷ lệ lớn trong thành phần của vữa và bê tông xây dựng, tuy nhiên người ta vẫn chỉ sử dụng nó chủ yếu ở dạng tự nhiên với vai trò là cốt liệu. Cát nghiền mịn được sử dụng để chế tạo vữa xi măng thì vai trò cốt liệu của nó trong vữa là rõ ràng tuy nhiên vai trò hoạt tính hỗ trợ tạo cường độ cho quá trình đóng rắn thì chưa có nghiên cứu nào chỉ ra. Quá trình đóng rắn của xi măng, các phản ứng thủy hoá của các khoáng chính $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ và $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ luôn tạo ra một lượng lớn $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Nguyên liệu cát nghiền mịn được sử dụng để chế tạo hỗn hợp vữa xi măng, trong quá trình xảy ra phản ứng thủy hoá, nếu có hoạt tính cường độ nó sẽ tham gia phản ứng với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ để tạo ra

khoáng $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (C-S-H), phản ứng tạo ra giúp tăng tốc độ quá trình đóng rắn đồng thời tạo ra khoáng C-S-H bền vững hơn $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (portlandite). Khi sử dụng cát đã nghiền mịn để chế tạo vữa hoặc bê tông sẽ làm cho vữa và bê tông có tính công tác cao, với vữa sử dụng hoàn toàn cát nghiền sẽ có độ chảy lớn hơn vữa chế tạo từ cát thông thường, điều này làm cho quá trình thi công dễ dàng hơn. Ngoài ra, cát nghiền mịn đóng vai trò là cốt liệu lại có hoạt tính cường độ sẽ làm tăng cường độ chịu nén của vữa và cũng tương tự như vậy khi sử dụng trong bê tông. Việc tăng cường độ của khối bê tông sẽ góp phần làm giảm kích thước khung chịu lực.

Tuy nhiên khi sử dụng cát nghiền mịn thay thế cát thông thường để chế tạo hỗn hợp vữa sẽ có ảnh hưởng đến tính chất cơ bản của hỗn hợp này vì vậy nghiên cứu khảo sát để chỉ ra các thông số công nghệ là cần thiết cho khả năng ứng dụng trong thực tiễn.

* Địa chỉ liên hệ: Tel. (084) 982678101
Email: vuhoangtung1971@yahoo.com

2. Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Chuẩn bị mẫu nghiên cứu

Cát tiêu chuẩn TCVN 6227:1996[1] được nghiền mịn trong máy nghiền bi thí nghiệm có các thông số trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số của cát nghiền

Kí hiệu	Lượng sót sàng 90 µm (%)	Lượng sót sàng 45 µm (%)	Lượng sót sàng 32 µm (%)	Blaine (cm ² /g)
C90	4,6	32,60	50,12	2490
C45	0,14	4,96	19,66	5050
C32	0,04	1,54	8,74	6280
C32-2H	0,01	0,75	3,24	6950

Xi măng OPC được nghiền từ hỗn hợp gồm 96% clinker FiCO Tây Ninh và 4% thạch cao Thái Lan. Clinker và thạch cao được kẹp hàm để giảm kích thước hạt <5mm sau đó nghiền mịn trong máy nghiền bi thí nghiệm và xác định theo TCVN 4030:2003 [2], xi măng OPC này được kiểm tra thử nghiệm cho kết quả đạt OPC50. Phụ gia được sử dụng nghiên cứu là phụ gia dẻo sika viscoCrete-8100, nguồn gốc sản xuất từ công ty sika Việt Nam. Các mẫu thí nghiệm được chế tạo theo tỷ lệ thành phần nguyên vật liệu ở bảng 2.

Bảng 2. Nguyên vật liệu để chế tạo mẫu thí nghiệm

Tỷ lệ Nướ c/Xi măng (g/g)	Tỷ lệ Cát/ Xi măng (g/g)	Lượng vật liệu dùng cho 1 mẻ trộn thí nghiệm vữa			
		Xi măng (g)	Nước (g)	Phụ gia (g)	Cát (g)
0,82	3,0	450	369	9	1350

2.2 Phương pháp nghiên cứu

- Xác định độ mịn của cát theo TCVN 4030:2003. Máy đã được hiệu chỉnh để đo mẫu không phải xi măng.

- Hoạt tính cường độ của cát: xác định theo TCVN 6882:2001 [3] kết hợp phương pháp phi tiêu chuẩn.

- Độ chảy của vữa xác định theo TCVN 31213-3:2003 [4].

- Độ co xác định theo TCVN 8824:2011 [5], khối lượng thể tích theo TCVN 3121-10:2003 [6], cường độ kháng nén theo TCVN 6016:2011 [7].

- Xác định thành phần khoáng của vật liệu bằng nhiễu xạ tia Ron-ghen (XRD).

2.3 Thiết bị sử dụng nghiên cứu

- Thiết bị dụng cụ theo TCVN

- Máy xác định diện tích bề mặt riêng Blain

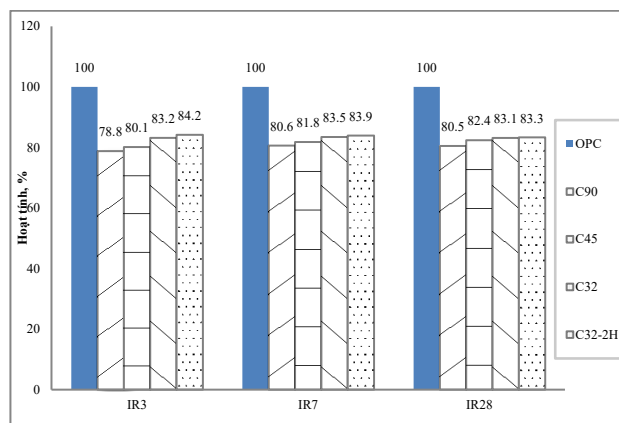
- Thiết bị XRD phân tích thành phần khoáng D8 – advance.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Xác định hoạt tính của cát nghiền

3.1.1. Hoạt tính cường độ của cát xác định theo TCVN 6882:2001

Hoạt tính của cát nghiền mịn được đánh giá thông qua việc khảo sát chỉ số hoạt tính cường độ với xi măng, kết quả khảo sát được trình bày trong biểu đồ hình 1.



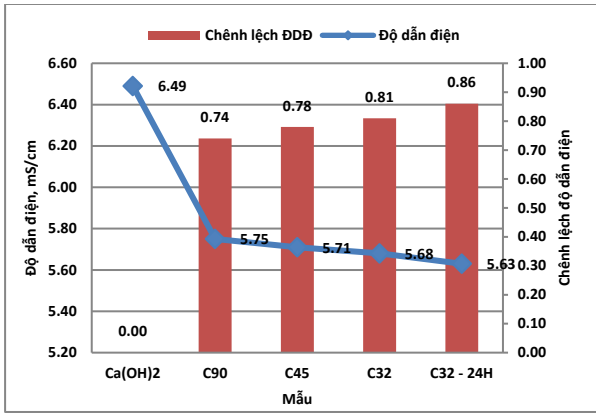
Hình 1. Ảnh hưởng độ mịn của cát đến hoạt tính cường độ

Các mẫu thử nghiệm được so sánh chỉ số cường độ ở 3, 7 và 28 ngày (IR3, IR7 và IR28 – hình 1). Bằng phương pháp thử này, cát nghiền mịn ở các dải hạt khảo sát đều có hoạt tính, khi dải hạt càng mịn thì hoạt tính của cát nghiền tăng lên, tuy nhiên mức độ tăng hoạt tính là không đáng kể, giữa cát nghiền mịn C32-2H và cát nghiền ít mịn nhất C90 hoạt tính cường độ 28 ngày chỉ tăng lên 2,8%.

3.1.2. Đánh giá hoạt tính thông qua độ dẫn điện

Hoạt tính của cát nghiền mịn là một tính chất quan trọng, vì vậy nghiên cứu bổ sung để khẳng định bằng phương pháp đo độ dẫn điện.

Nguyên lý của phương pháp đo này như sau: Khi đưa cát nghiền vào dung dịch vôi bão hòa thì độ dẫn điện của dung dịch vôi bão hòa sẽ giảm xuống đến một mức độ nhất định tùy thuộc vào độ hoạt tính của cát nghiền. Luxán [8] giải thích hiện tượng này là do phản ứng của SiO₂ hoạt tính trong thành phần của cát nghiền với Ca(OH)₂ tạo ra hợp chất mới là C-S-H làm suy giảm nồng độ Ca²⁺ trong dung dịch nước vôi, vì vậy độ dẫn điện của dung dịch bị giảm xuống. Như vậy cát nghiền có độ hoạt tính càng cao thì độ dẫn điện của dung dịch càng giảm mạnh.



Hình 2. Ảnh hưởng độ mịn của cát đến độ dẫn điện

Các mẫu cát nghiền được đưa vào dung dịch vôi bão hòa với cùng một tỉ lệ 2g trong 100ml, nhiệt độ của dung dịch được khống chế ở 40°C và khuấy đều trong 2 phút trước mỗi lần đo, cứ sau 10 phút xác định độ dẫn điện một lần, tổng thời gian khoảng 120 phút, kết quả cuối cùng được trình bày xác định sau ba lần đo không thay đổi được trình bày trong hình 2. Độ dẫn điện của các dung dịch vôi bão hòa có chứa các loại cát nghiền khác nhau cho thấy rõ ràng sự suy giảm khả năng dẫn điện của dung dịch nước vôi bão hòa chứa cát nghiền so với không chứa cát nghiền (hình 2), điều này làm sáng tỏ khả năng hoạt tính của cát nghiền. Tuy nhiên phương pháp đo này không cho thấy sự khác biệt đáng kể về ảnh hưởng giữa các độ mịn cát nghiền đến mức độ suy giảm khả năng dẫn điện.

3.2. Chế tạo vữa và xác định các tính chất cơ lý

3.2.1 Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến độ chảy của vữa

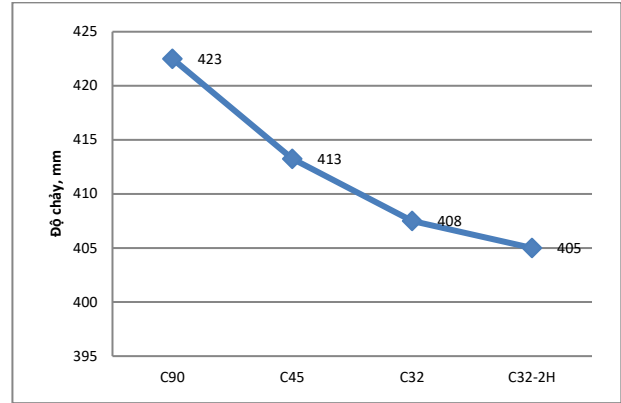
Các phương pháp thí nghiệm tính công tác của loại vữa này có nhiều khác biệt so với vữa thông thường vì chúng chỉ toàn cốt liệu mịn nhưng có nhiều điểm tương đồng so với các phương pháp thí nghiệm xác định tính công tác của vữa hoặc của bê tông tự lèn [9]. Vì vậy đã xác định tính công tác của hỗn hợp vữa dựa vào việc xác định độ chảy xèo của côn vữa.

Ở đây thay thế cát nghiền bằng đúng khối lượng cát tiêu chuẩn, do độ mịn của cát tăng nên cần lượng nước cao hơn, qua nhiều thử nghiệm khác nhau cho thấy, với cùng một tỉ lệ phụ gia sika (bảng 2), để vữa có độ linh động cần có khối lượng nước bằng 0,82 lần khối lượng xi măng. Khi đạt độ linh động, vữa có độ chảy rất lớn.

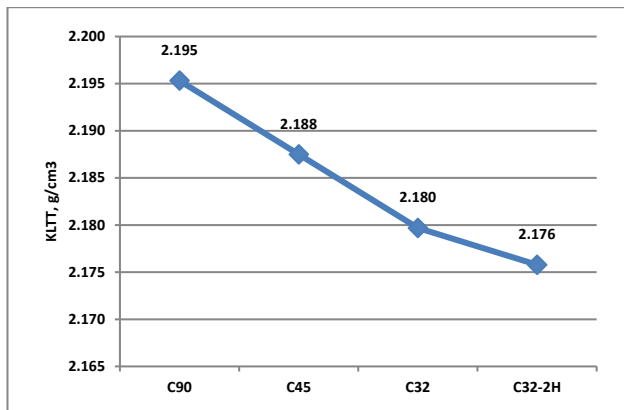
3.2.2 Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến khối lượng thể tích của vữa

Trong chế tạo mẫu chỉ sử dụng một dải cỡ hạt và khối lượng cát đưa vào là không đổi, khi độ mịn của cát tăng sẽ làm tăng số lượng hạt dẫn đến tăng số

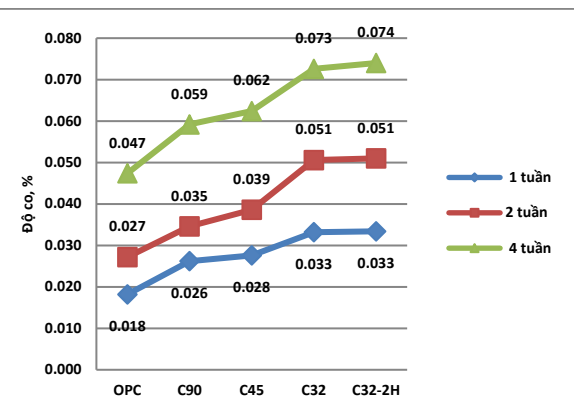
lượng khoảng trống giữa các bề mặt tiếp xúc mặc dù kích thước khoảng trống nhỏ đi nhưng tổng số khoảng trống lại tăng lên. Điều này có thể là nguyên nhân làm khối lượng thể tích mẫu giảm xuống khi sử dụng cát nghiền mịn hơn. Thay đổi khối lượng thể tích không nhiều nhưng cho thấy một xu hướng rõ ràng là khối lượng thể tích của mẫu giảm khi tăng độ mịn của cốt liệu.



Hình 3. Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến độ chảy của vữa



Hình 4. Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến khối lượng thể tích của vữa

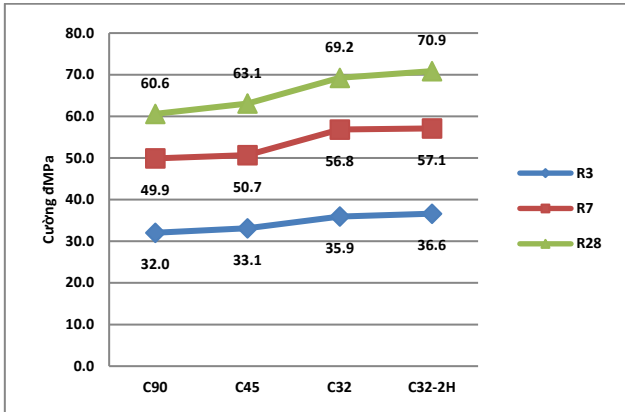


Hình 5. Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến độ co thể tích của vữa

3.2.3 Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến độ co của vữa

Vữa chế tạo được có độ chảy cao do sử dụng tỉ lệ nước lớn hơn, điều này chắc chắn có ảnh hưởng đến độ co của nó. Kết quả cho thấy cát nghiền càng mịn, độ co của vữa tăng, tuy nhiên mức độ co lớn nhất thuộc mẫu C32-2H <0,08% vẫn nhỏ hơn tiêu chuẩn cho phép của vữa xây dựng.

3.2.4 Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến cường độ vữa



Hình 6. Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến cường độ kháng nén của vữa

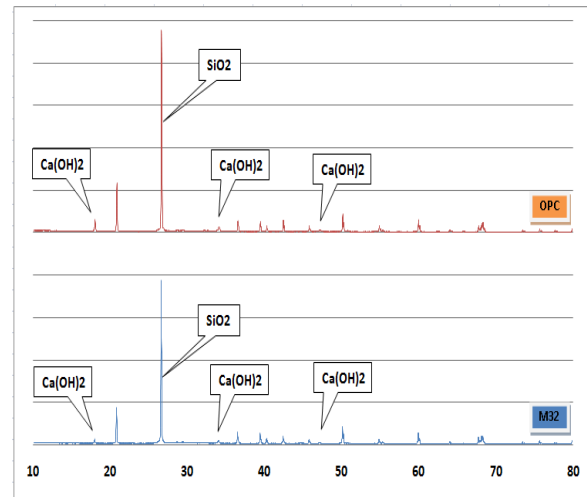
So sánh cường độ nén của mẫu ở các ngày tuổi khác nhau có thể thấy rằng: Mẫu sử dụng cát có độ mịn càng cao thì cường độ sau 3, 7 và 28 ngày càng tăng. Ở 3 ngày tuổi mẫu cho cường độ cao nhất là mẫu M32-2H với cường độ đạt đến 36,6 MPa, cao hơn mẫu dùng cát với độ mịn thấp nhất là M90 có cường độ đạt 32,0 MPa. Ở 7 ngày tuổi mẫu cho cường độ cao nhất là mẫu M32-2H với cường độ đạt đến 59,0 MPa cao hơn mẫu có độ mịn thấp nhất là M90 cường độ đạt 48,4 MPa. Như vậy chênh lệch cường độ mẫu dùng cát nghiền mịn cao nhất và thấp nhất sau 3 và 7 ngày là khoảng 12,6%.

Ở 28 ngày tuổi mẫu cho cường độ cao nhất là M32-2H với cường độ đạt đến 70,9 MPa cao hơn mẫu có độ mịn thấp nhất là M90 cường độ đạt 60,6 MPa. Cường độ mẫu dùng cát mịn nhất tăng hơn so với mẫu dùng cát có độ mịn thấp nhất sau 28 ngày là 17%. Như vậy, cát nghiền mịn có ảnh hưởng mạnh đến quá trình phát triển cường độ cũng như cường độ đạt được của vữa. Ở dải hạt <90µm, độ mịn càng cao thì mức độ ảnh hưởng càng lớn. Kết quả đo khối lượng thể tích lại cho thấy mẫu đạt cường độ cao có khối lượng thể tích nhỏ hơn, điều này có thể liên quan đến khả năng phân bố các lỗ xốp trong vữa sẽ đồng đều hơn, kích thước trung bình của các lỗ xốp nhỏ hơn khi sử dụng cốt liệu mịn hơn.

3.3 Ảnh hưởng của độ mịn cát nghiền đến hình thành khoáng portlandite

Mẫu vữa đóng rắn sau 28 ngày được nghiên cứu bằng nhiễu xạ röntgen, mặc dù các khoáng hình thành trong vữa xi măng nhiều và biểu đồ nhiễu xạ rất phức tạp, nhưng cường độ peak SiO₂ và Ca(OH)₂ là rất lớn so với các khoáng còn lại, vì vậy ở đây có thể phân lập để so sánh tương đối sự khác nhau của các khoáng này, kết quả trình bày trong hình 7.

Trên đường nhiễu xạ cho thấy, mẫu sử dụng cát có độ mịn cao M32 (C32) mặc dù có peak ở góc 38° tương đương với mẫu OPC nhưng peak ở góc 18° và 47° thì yếu hơn rõ ràng, xét tổng thể theo độ cao của đường cong nhiễu xạ röntgen có thể thấy sự suy giảm mức độ tồn tại của tinh thể portlandite trong vữa đã đóng rắn sử dụng cát nghiền, như vậy gián tiếp chỉ ra khả năng hoạt tính của cát nghiền mịn khi tham gia phản ứng đóng rắn của xi măng.



Hình 7. Ảnh hưởng độ mịn của cát nghiền đến đặc trưng nhiễu xạ của khoáng portlandite.

Kết luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của cát nghiền mịn đến vữa cát nghiền-xi măng OPC FICO. Khi sử dụng tỉ lệ cát và xi măng là 3/1 theo khối lượng để chế tạo mẫu cho thấy:

Cát nghiền mịn đến kích thước hạt < 90µm có hoạt tính, hoạt tính tăng không nhiều khi tăng độ mịn đến <45µm và <32µm.

Vữa sử dụng cốt liệu cát mịn cần tỉ lệ nước so với xi măng cao hơn (0,82) để đạt độ linh động nhưng khi có độ linh động cần thiết thì độ chảy của vữa rất cao (~400mm).

Sử dụng cát mịn hơn làm vữa có khối lượng thể tích giảm dần theo độ mịn (< 2,2g/cm³), ngoài những tính chất cơ bản nêu trên còn làm cho cường độ vữa tăng mạnh và đạt đến 70 Mpa.

Cát nghiền mịn có hoạt tính, khi tham gia phản ứng đóng rắn cùng xi măng đã làm giảm sự tồn tại của khoáng portlandite.

Tài liệu tham khảo

- [1]. TCVN 6227:1996.
- [2]. TCVN 4030:2003.
- [3]. TCVN 6882:2001.
- [4]. TCVN 31213-3:2003.
- [5]. TCVN 8824:2011.
- [6]. TCVN 3121-10:2003.
- [7]. TCVN 6016:2011.
- [8]. Luxán María Pilar de; De Rojas MI Sanchez; Frías Moisés (1989), Investigations on the fly ash-calcium hydroxide reactions. Cement and Concrete Research. **19**(1): p. 69-80.
- [9]. TCVN 10306-2014.