



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004486

(51) **C04B 18/00; C04B 22/00; C04B 18/08;
2024.01 B09B 3/00; C04B 18/02**

(13) **Y**

(21) 2-2025-00436

(22) 17/01/2023

(67) 1-2023-00340

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/01/2024 430A

(73) Công ty cổ phần UTC2, Trường Đại học Giao thông vận tải (VN)

Số 9 BT2 Bán đảo Linh Đàm, phường Hoàng Liệt, quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thanh Sang (VN); Ngô Châu Phương (VN); Nguyễn Ngọc Nghĩa (VN); Vũ Việt Hưng (VN); Nguyễn Tuấn Cường (VN).

(74) Công ty cổ phần Tư vấn và Đầu tư công nghệ IPS (Công ty CPTV&ĐT công nghệ IPS)

(54) **PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BÊ TÔNG XI MĂNG TỪ CÁT ĐỎ VÀ TRO BAY
NHIỆT ĐIỆN**

(21) 2-2025-00436

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp sản xuất bê tông xi măng từ tận dụng đồng thời phế thải tro xỉ nhiệt điện và cát đỏ nhằm góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này. Về cơ bản, phương pháp sản xuất theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

- i) chuẩn bị hỗn hợp cốt liệu;
- ii) tiến hành trộn hỗn hợp cốt liệu trong bước i) bằng công nghệ trộn khô;:
- iii) bổ sung xi măng và tiếp tục tiến hành trộn khô;
- iv) bổ sung nước không chứa phụ gia hóa dẻo và tiến hành trộn ướt;
- v) bổ sung tiếp lượng nước còn lại mà chứa phụ gia hóa dẻo đã được khuấy đều trước đó, tiếp tục tiến hành trộn ướt để tạo ra bê tông
- vi) tiến hành bảo dưỡng bê tông để đảm bảo bê tông đạt phẩm chất tốt nhất;

trong đó các bước từ i) đến vi) là như được mô tả trong bản mô tả.

Giải pháp hữu ích được tạo ra theo hướng tối ưu từng và các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo dưỡng bê tông hạt nhỏ cát đỏ-tro bay với các đặc thù khác so với bê tông xi măng thông thường và là giải pháp thay thế trong việc chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện mà có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp sản xuất bê tông xi măng từ cát đỏ và tro xỉ nhiệt điện, tốt hơn là tro bay. Giải pháp theo giải pháp hữu ích cho phép tạo ra bê tông xi măng có chất lượng cao, có khả năng kháng xâm thực và tận dụng được tro bay và vật liệu cát đỏ mịn, bao gồm cát đỏ tại tỉnh Bình Thuận, nhờ đó mang lại hiệu ứng bền vững kép - góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này.

Giải pháp theo giải pháp hữu ích được tạo ra theo hướng tối ưu các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo dưỡng bê tông hạt nhỏ với các đặc thù khác so với bê tông xi măng thông thường và được xem là giải pháp thay thế trong việc chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện mà có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Tổng năng lượng tiêu thụ ở Việt Nam tiếp tục tăng nhanh trong những năm qua để phục vụ cho sự phát triển kinh tế của đất nước trong bối cảnh hội nhập quốc tế sâu rộng. Cường độ năng lượng (năng lượng để sản xuất ra một đơn vị GDP) hiện cao hơn nhiều so với các nước trong khu vực, gấp 2,5 lần trung bình của thế giới. Điều này một phần cho thấy, nhu cầu sử dụng năng lượng của Việt Nam là rất lớn. Sự tăng trưởng này phù hợp với việc công nghiệp hóa và việc hội nhập kinh tế toàn cầu của Việt Nam. Tuy nhiên, ngành điện đang phải đối mặt với nhiều khó khăn trong bối cảnh áp lực tăng trưởng điện tới năm 2030 vẫn còn rất lớn, các nguồn thủy điện và năng lượng tái tạo chưa đáp ứng được nhu cầu, thì vai trò của nhiệt điện than là nguồn “cứu cánh” để thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội.

Tuy nhiên, việc phát triển nhiệt điện than đang gây ra các tác động ô nhiễm môi trường của tro xỉ nhiệt điện rất nghiêm trọng ở Việt Nam. Tro xỉ là loại vật liệu thải của các nhà máy nhiệt điện hiện nay rất nhiều đang cần được sử dụng hết vì gây ra ô nhiễm môi trường do không có nơi tồn chứa và xử lý. Các vật liệu thải này hiện được thải ra khoảng 25 triệu tấn/năm và đến năm 2030 lượng tro xỉ thải ra hàng năm là 40 triệu tấn. Tính riêng Trung tâm Điện lưới Vĩnh Tân-Bình Thuận hiện tại với 05 nhà máy, công suất 5,4 GW, nếu chạy hết công suất thì một ngày thải ra khoảng hơn 15.000 tấn tro bay, đang rất cần một diện tích lớn để đổ chất thải này, hiện tại còn dư thừa hơn 10 triệu tấn ở bãi thải.

Bên cạnh đó, để đáp ứng nhu cầu bê tông cung ứng cho các công trình xây dựng trong thời gian tới đặt ra một thách thức rất lớn về vấn đề vật liệu cung

ứng. Cát sông làm cốt liệu nhỏ trong bê tông xi măng ngày càng được khai thác cạn kiệt và trở nên khan hiếm. Các mỏ đá cũng được khai thác rầm rộ khắp nơi để cung ứng cốt liệu cho bê tông. Sự khai thác các nguồn tài nguyên này đã làm thay đổi đáng kể môi trường sinh thái, ảnh hưởng lớn đến đời sống con người và không đảm bảo được tính hiệu quả trong việc điều phối vật tư. Trong khi Bình Thuận đã có các chính sách thúc đẩy việc sử dụng giải pháp cát đỏ địa phương thay thế cát tự nhiên, là nguồn vật liệu địa phương đầy tiềm năng trong việc sản xuất bê tông nhưng chưa được sử dụng. Thêm vào đó cát đỏ là nguồn vật liệu dồi dào của tỉnh phát triển như tỉnh Bình Thuận.

Theo các nghiên cứu hệ tầng Phan Thiết được đề cập trong các tài liệu địa chất ở Việt Nam với tên gọi “cát đỏ Phan Thiết”, “cao nguyên cát đỏ Phan Thiết”, tầng Phan Thiết, tầng Lương Sơn, cát đỏ Phan Thiết phân bố rộng rãi trong khu vực dải ven biển từ khu vực huyện Tuy Phong kéo dài về phía sân bay Phan Thiết, trên bề mặt, chúng bị các hoạt động của gió chi phối, tạo nên các thành tạo cát gió sinh. Cũng theo các nghiên cứu dọc ven biển từ Cam Ranh, Hòn Đỏ, Maviéc, Tuy Phong, Bắc Phan Thiết, Nam Phan Thiết và Hàm Tân đến đảo Phú Quý, Côn Đảo cát đỏ phân bố với diện lộ khác nhau và các độ cao khác nhau từ 0m đến 200m. Từ các bãi triều ở bờ biển nam Phan Thiết, Tuy Phong đến các cao nguyên Sông Lũy, Mũi Né, đến các bậc thềm biển phân bậc rõ ràng như ở Maviéc, cát đỏ có sự phân bố khá đa dạng. Chiều dài phân bố cát đỏ theo đường bờ biển khoảng 270 km; chiều dài dọc phân bố theo quốc lộ 1 khoảng 235 km, chiều rộng cát đỏ phân bố tương đối rộng trong khoảng từ 2 km đến 21,5 km. Bình Thuận là địa phương có trữ lượng cát đỏ rất lớn lên đến 774 km², có chiều dày trung bình từ 30-50m tương đương khoảng 35 tỷ m³.

Hiện nay ở duyên hải Nam Trung Bộ, nhu cầu xây dựng các công trình dân dụng, công trình giao thông, các công trình bảo vệ bờ biển và công trình ven biển đang rất lớn. Cấu kiện bê tông đúc sẵn sẽ là một trong những lựa chọn hiệu quả trong việc thi công một số hạng mục trong các công trình này bởi ưu điểm về chất lượng sản phẩm, thi công nhanh và giá thành phù hợp. Đặc biệt Bình Thuận, với 35 tỷ m³ cát đỏ và 15.000 tấn tro bay thải ra hàng ngày từ Trung tâm nhiệt điện Vĩnh Tân sẽ là nguồn cung cấp vật liệu dồi dào để đảm bảo sản xuất được các cấu kiện bê tông hạt nhỏ đúc sẵn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, giảm giá thành và trên hết là giải quyết được bài toán môi trường đối với địa phương do tro thải nhiệt điện và hiện tượng khai thác cạn kiệt nguồn cốt liệu tự nhiên trên địa bàn.

Nghiên cứu xử lý và sử dụng đồng thời phế thải tro xỉ nhiệt điện và cát đỏ Bình Thuận với một trữ lượng vô cùng lớn sẽ mang lại hiệu ứng bền vững kép - góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này.

Tiến sĩ Hoàng Minh đức và cộng sự trong nghiên cứu: “*Nâng cao khả năng chống mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn làm mặt đường bê tông xi*

măng”, Tạp chí KH-CN Xây dựng, số 3/2018, mô tả nghiên cứu nhằm tăng khả năng chống mài mòn bê tông dùng cho mặt đường bê tông xi măng. Cụ thể, theo nghiên cứu này, việc thay thế 40% cát mịn bằng mật đá vôi đã cải thiện được đáng kể khả năng chống mài mòn của bê tông. Sử dụng cát mịn có mô đun độ lớn từ 1,2 đến 1,9 phối hợp với mật đá vôi cho phép chế tạo bê tông có độ mài mòn tương đương với bê tông sử dụng cát thô đáp ứng được yêu cầu làm đường bê tông xi măng tới cấp II.

Lê Việt Hùng và cộng sự trong nghiên cứu: “*Nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng cát biển làm cốt liệu cho bê tông*”, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng, 18, 01.2021, mô tả kết quả nghiên cứu khả năng sử dụng cát biển để chế tạo bê tông. Nghiên cứu này đánh giá chất lượng một số nguồn cát biển nguyên khai và qua rửa (khử muối), sau đó đánh giá theo chỉ tiêu tính chất cốt liệu nhỏ cho bê tông theo TCVN 7570:2006, có chú trọng đến các thành phần có hại trong cát biển như hàm lượng ion clo, sulfat, tạp chất hữu cơ, v.v. Kết quả nghiên cứu này chỉ ra rằng cát biển với mô đun độ lớn thích hợp, qua rửa khử muối, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của cát làm cốt liệu nhỏ cho bê tông.

Tiến sĩ Thái Minh Quân và cộng sự trong nghiên cứu: “*Nghiên cứu chế tạo vật liệu làm kết cấu móng mặt đường sử dụng cát đỏ Bình Thuận và tro bay Vĩnh Tân*”, Cầu đường Việt Nam, Số 4 năm 2021, đã đề cập đến việc chế tạo vật liệu gốc xi măng sử dụng cát đỏ Bình Thuận và tro bay Vĩnh Tân làm kết cấu móng mặt đường, trong đó tỷ lệ tro bay được chọn từ 6%, 10% và 14% so với khối lượng chất kết dính. Tỷ lệ cát đỏ và cát nghiền là 50:50 và 100:0. Kết quả cường độ chịu nén 14 ngày tuổi đạt từ 5 Mpa, cường độ chịu kéo khi uốn đạt từ 0,5 Mpa. Vật liệu gốc xi măng này có thể đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật làm kết cấu móng mặt đường.

Vũ Hoàng Giang trong bài báo: “*Nghiên cứu sử dụng cát đỏ Bình Thuận và tro bay Vĩnh Tân chế tạo bê tông hạt nhỏ làm mặt đường*”, Cầu đường Việt Nam, số 10 năm 2020, cũng đã đề xuất việc sử dụng cát đỏ và tro bay để chế tạo bê tông. Những điểm giống, tương đồng giữa tài liệu này và giải pháp theo giải pháp hữu ích là ở chỗ cùng cốt liệu bao gồm cát đỏ và tro bay (Vĩnh Tân), tương đồng là thành phần về chất kết dính là xi măng và tro bay (Vĩnh Tân). Tuy nhiên, các điểm khác biệt chính giữa tài liệu này và giải pháp theo giải pháp hữu ích là bê tông trong giải pháp là bê tông thông thường có cốt liệu lớn là đá bao gồm mật đá hoặc đá dăm, còn bê tông hạt nhỏ trong bài báo là bê tông chỉ dùng cốt liệu nhỏ (cát trở xuống và không có đá). Công nghệ trộn, điều kiện trộn và bảo dưỡng bê tông theo giải pháp hữu ích cũng khác biệt so với báo cáo khoa học.

Tiếp theo, Vũ Hoàng Giang trong nghiên cứu: “*Nghiên cứu sử dụng cát đỏ Bình Thuận và tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân làm móng và mặt đường giao thông nông thôn khu vực duyên hải Nam Trung Bộ*”, 2021, nghiên cứu xác định loại vật liệu, hàm lượng cát đỏ, tro bay hợp lý thông qua việc đánh giá các chỉ số vật liệu thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Nghiên cứu này đề xuất các tỷ lệ phối trộn giữa cát đỏ với tro bay gia cố xi măng, cát đỏ, cát nghiền với tro bay

và xi măng (trong chế tạo bê tông xi măng hạt nhỏ) nhằm tăng cường cường độ nén, cường độ chịu kéo khi ép chế và mô đun đàn hồi của vật liệu. Cụ thể, tác giả đã tiến hành thực nghiệm các loại cấp phối 100% cát đỏ, 95% cát đỏ và 5% tro bay, 90% cát đỏ và 10% tro bay, ứng với các hàm lượng xi măng 6%, 8%, 10% và cấp phối theo tỷ lệ cát đỏ/cát nghiền ở các mức 30/70, 40/60, 50/50, 60/40 trong chế tạo bê tông hạt nhỏ và xác định xu hướng cường độ tăng khi tăng hàm lượng xi măng cũng như hàm lượng tro bay trong khoảng 5% đến 10%. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã xác định các chỉ tiêu kỹ thuật cường độ chịu nén, chịu kéo khi ép chế, mô đun đàn hồi của các mẫu vật liệu gia cố, vật liệu bê tông hạt nhỏ với các tỷ lệ khác nhau giữa cát đỏ, tro bay, xi măng. Đề xuất tỷ lệ phối hợp phù hợp hàm lượng cát đỏ, tro bay với xi măng đối với sử dụng kết cấu áo đường cấp thấp, lưu lượng nhỏ (< 200 PCU/ngày đêm), trọng tải thấp (< 10.000 KG) và có khuyến cáo đối với việc sử dụng cho đường cấp cao hơn.

Mặc dù đã thu được các kết quả tích cực có thể mang lại ý nghĩa thực tiễn, tuy nhiên giải pháp này mới chỉ tập trung nghiên cứu ở quy mô phòng thí nghiệm, không có dữ liệu hoặc thông báo về khả năng áp dụng hoặc mở rộng ở quy mô công nghiệp. Cụ thể, Luận án này chủ yếu mới nghiên cứu thực nghiệm trong phòng, chưa có điều kiện thực hiện ngoài hiện trường. Hơn nữa, Luận án chủ yếu tập trung cho nghiên cứu kết cấu đối với áo đường cấp thấp cho đường giao thông nông thôn và nghiên cứu vật liệu quanh khu vực tỉnh Bình Thuận, chưa phổ quát hết khu vực duyên hải Nam Trung Bộ.

Ngoài ra, giải pháp này cũng khác so với giải pháp theo giải pháp hữu ích ở nhiều điểm, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, thành phần của bê tông bao gồm đá, cỡ hạt hỗn hợp cốt liệu, công nghệ trộn, công nghệ bảo dưỡng phù hợp với hàm lượng tro bay trong bê tông lớn, và các đặc trưng khác mà sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn sau đây trong bản mô tả này.

Việc tận dụng cát đỏ và tro xỉ nhiệt điện đã được nghiên cứu làm vật liệu trong xây dựng công trình giao thông, bao gồm bê tông, nhằm góp phần tăng khả năng tiêu thụ, sử dụng nguồn vật liệu địa phương thêm phong phú, tăng hiệu quả kinh tế, giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường, phát triển kinh tế - xã hội chung của địa phương và khu vực. Tuy nhiên, công nghệ này, đặc biệt là công nghệ sản xuất bê tông xi măng, vẫn cần và có thể được tối ưu hóa hơn nữa để hoàn thiện công nghệ này.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trên cơ sở tiếp tục phát triển và tối ưu hơn nữa giải pháp của tác giả Vũ Hoàng Giang và các giải pháp trên đây, các tác giả giải pháp hữu ích sau thời gian nghiên cứu đã đưa ra giải pháp chế tạo được bê tông xi măng hạt nhỏ từ tro xỉ nhiệt điện, tốt hơn là tro bay, và cát đỏ mà thiết kế thành công thành phần của bê tông trên cơ sở tối ưu hóa đặc tính cơ học và đáp ứng quy định tiêu chuẩn về độ bền của bê tông hạt nhỏ, đồng thời tối ưu hơn nữa quy trình sản xuất nói chung, tối ưu từng và các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo

đưỡng bê tông hạt nhỏ cát, tính cấp phối cũng như thời gian trộn hợp lý để đạt được tính công tác cần thiết của loại bê tông này.

Điểm khác biệt hơn nữa là ở chỗ giải pháp theo giải pháp hữu ích có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng. Tốt hơn nữa nếu bê tông thành phẩm là loại bê tông hạt nhỏ có các ưu điểm nổi trội so với bê tông truyền thống như cường độ chịu kéo cao hơn, có độ chống thấm rất cao, có khả năng cải thiện cấu trúc bê tông làm cho kết cấu bền vững với thời gian. Giải pháp này giúp làm giảm chi phí khi sử dụng loại vật liệu cát tự nhiên, đá nghiền như bê tông xi măng thông thường đồng thời góp phần tiêu thụ chất thải gây ô nhiễm môi trường.

Theo đó, mục đích đầu tiên của giải pháp hữu ích đề xuất sử dụng phối hợp tro xỉ nhiệt điện và cát đỏ để tạo ra bê tông xi măng hạt nhỏ với các ưu điểm nổi trội so với bê tông truyền thống như cường độ chịu nén cao (cường độ chịu nén từ 30MPa-50MPa), cường độ chịu kéo cao hơn (cường độ chịu kéo từ 3MPa-5MPa), độ mài mòn của bê tông cát đỏ-tro bay đạt $\leq 0,3 \text{ g/cm}^2$ (đạt chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của bê tông dùng làm mặt đường cao tốc). Ngoài ra, bê tông xi măng còn có độ chống thấm rất cao, có khả năng cải thiện cấu trúc bê tông làm cho kết cấu bền vững với thời gian. Do đó, bê tông cát đỏ-tro bay này có thể làm kết cấu mặt đường ô tô, kết cấu chắn sóng bền biển, kết cấu tường, dầm, sàn của nhà lắp ghép và các kết cấu yêu cầu về độ vững chắc khác.

Mục đích khác của giải pháp hữu ích là tận dụng nguồn nguyên liệu, tốt hơn là cát đỏ địa phương Bình Thuận và các tỉnh lân cận sẵn có, và nguồn nguyên liệu tro xỉ nhiệt điện Vĩnh Tân, mà có thể sử dụng hỗn hợp tro bay và xỉ đáy lò ở bãi thải sẵn có. Nhờ đó, giải pháp không chỉ giúp làm giảm chi phí bằng cách tận dụng loại vật liệu cát tự nhiên, đá nghiền như bê tông xi măng thông thường, mà còn góp phần tiêu thụ chất thải gây ô nhiễm môi trường.

Mục đích khác nữa của giải pháp hữu ích là thiết kế thành công thành phần của bê tông bao gồm cát đỏ và xỉ tro nhiệt điện trên cơ sở tối ưu hóa đặc tính cơ học và đáp ứng quy định tiêu chuẩn về độ bền của bê tông hạt nhỏ. Cụ thể hơn, đối với bê tông hạt nhỏ chỉ bao gồm cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện và xỉ măng, trên nguyên tắc hỗn hợp cốt liệu có cỡ hạt nhất định, có những đặc thù khác hẳn so với bê tông xi măng thông thường, do đó khi thiết kế thành phần cho loại bê tông này có những đặc điểm khác biệt nhất định, đặc biệt là hỗn hợp vừa đảm bảo các chỉ tiêu về cơ học và độ bền.

Mục đích khác nữa của giải pháp hữu ích là tối ưu các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo dưỡng bê tông hạt nhỏ cát đỏ-tro bay với các đặc thù khác so với bê tông xi măng thông thường. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề xuất giải pháp khắc phục về tính cấp phối cũng như thời gian trộn hợp lý để đạt được tính công tác cần thiết của loại bê tông này.

Mục đích khác nữa của giải pháp hữu ích là đề xuất giải pháp chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Để đạt được các mục đích trên đây, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp sản xuất bê tông xi măng từ cát đỏ và tro bay nhiệt điện, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước:

i) chuẩn bị hỗn hợp cốt liệu bao gồm cát đỏ, mặt đá và tro bay nhiệt điện, trong đó:

cát đỏ có kích cỡ hạt nhỏ hơn 2mm;

mặt đá có kích cỡ nằm trong khoảng lớn hơn 0 và nhỏ hơn hoặc bằng 5mm;

tro bay nhiệt điện có cỡ hạt bằng với cỡ hạt nhỏ hơn 2mm; và

trong đó:

tỷ lệ thể tích/khối lượng (m^3/kg) của (cát đỏ và mặt đá)/tro bay nằm trong khoảng $(0,5-0,7)/(100-300)$;

ii) tiến hành trộn hỗn hợp cốt liệu trong bước i) bằng công nghệ trộn khô trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn khô được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện không có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 7 phút;

iii) bổ sung xi măng và tiếp tục tiến hành trộn khô hỗn hợp, trong đó:

thời gian trộn là khoảng từ 1 đến 2 phút;

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay nằm trong khoảng từ $(200-450)/(100-300)$;

iv) bổ sung nước không chứa phụ gia hóa dẻo và tiến hành trộn ướt trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn ướt được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng thời gian từ 2 đến 5 phút; và

nước được bổ sung với lượng khoảng 70% tổng lượng nước sử dụng, trong đó tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng nằm trong khoảng từ (140-180)/(200-450);

v) bổ sung tiếp lượng nước còn lại mà chứa phụ gia hóa dẻo đã được khuấy đều trước đó, tiếp tục tiến hành trộn ướt để tạo ra bê tông, trong đó:

lượng nước còn lại là khoảng 30% tổng lượng nước sử dụng;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 5 phút

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

phụ gia hóa dẻo được bổ sung vào hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,4 L/100kg hỗn hợp;

vi) tiến hành bảo dưỡng bê tông để đảm bảo bê tông đạt phẩm chất tốt nhất, trong đó:

bảo dưỡng bê tông của bước v) trong môi trường đạt độ ẩm từ 90 đến 100% sử dụng nước nóng từ 40°C đến 90°C và sử dụng lớp phủ nilon mỏng để tránh mất nước của bê tông,

thời gian bảo dưỡng bê tông nằm trong khoảng từ 20 đến 48 giờ.

Theo một phương án, trong bước i) cát đỏ còn bao gồm cát trộn thêm.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm nằm trong khoảng từ 30 đến 70% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 40% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 50% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 60% khối lượng.

Theo một số phương án khác, trong bước i) mặt đá là đá mi bụi mịn.

Theo một số phương án khác, trong bước i) tro bay nhiệt điện là hỗn hợp tro bay và xỉ đáy lò ở bãi thải sẵn có với tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò nằm trong khoảng từ 65/35 đến 85/15.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 65/35.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 70/30.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xi đáy lò là khoảng 75/25.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xi đáy lò là khoảng 80/20.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xi đáy lò là khoảng 85/15.

Theo một số phương án khác, trong bước ii) thời gian trộn là khoảng 3,5 phút.

Theo một số phương án khác, trong bước iii) tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay là khoảng 350/200.

Theo một số phương án khác, trong bước iv) tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng là khoảng (140-180)/350.

Theo một số phương án khác, trong bước v) phụ gia hóa dẻo được chọn từ nhóm bao gồm các phụ gia dòng sản phẩm ROADCON, Sikament R4 và THTSP-10.

Theo một số phương án khác, phụ gia hóa dẻo là các phụ gia dòng sản phẩm ROADCON.

Theo một số phương án khác, phụ gia hóa dẻo là Sikament R4.

Theo một số phương án khác, phụ gia hóa dẻo là THTSP-10.

Theo một số phương án khác, trong bước vi) thời gian bảo dưỡng bê tông là khoảng 20 giờ.

Các ưu điểm và đặc trưng khác nữa của giải pháp hữu ích sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn sau đây.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích còn được minh họa thông qua các phương án cụ thể được ưu tiên theo giải pháp hữu ích mà không làm giới hạn giải pháp hữu ích theo bất kỳ cách nào.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “khoảng” được dùng để chỉ khoảng giá trị bao gồm chính giá trị số được đề cập, cũng như khoảng sai số $\pm 10\%$.

Thuật ngữ “bê tông xi măng” được dùng để chỉ hỗn hợp của nhiều nguyên vật liệu bao gồm xi măng, nước, cốt liệu mà có thể là cát, đá dăm, sỏi, trong đó thành phần xi măng là chất kết dính quan trọng nhất tạo nên kết cấu vững chắc của bê tông. Các cốt liệu, xi măng và nước luôn được cân đối với những tỷ lệ đã được nghiên cứu kỹ lưỡng để tạo ra được loại bê tông chuẩn theo yêu cầu của từng hạng mục công trình. Theo nghĩa rộng hơn, bê tông xi măng có thể được coi là loại vật liệu đá nhân tạo được làm bằng cách đổ khuôn và làm rắn chắc lại hỗn hợp thích hợp bao gồm các loại xi măng, nước, cốt liệu và phụ gia, nếu cần.

Hỗn hợp các loại nguyên liệu trên mới nhào trộn để đồng nhất, nhưng chưa rắn chắc gọi là hỗn hợp bê tông. Trong bê tông, cốt liệu đóng vai trò là bộ khung chịu lực, hồ xi măng (xi măng và nước) bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu đóng vai trò là chất bôi trơn đồng thời lấp đầy các khoảng trống giữa các hạt cốt liệu. Trong quá trình đông kết và phát triển cường độ của hồ xi măng, nó sẽ gắn kết các hạt cốt liệu thành một khối tương đối đồng nhất gọi là bê tông xi măng.

Thuật ngữ “bê tông xi măng hạt nhỏ” được dùng để chỉ là một dạng vật liệu mới có thể sử dụng đa dạng cho nhiều công trình đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật cao. Cốt liệu thô như đá dăm, sỏi vốn được coi là thành phần chính trong bê tông xi măng truyền thống. Tuy nhiên, nguồn cung cấp cốt liệu thô đang dần cạn kiệt và đá thiên nhiên dùng để sản xuất cốt liệu thô cũng dần trở nên khan hiếm. Việc “nhỏ hóa” cốt liệu thô bằng việc tận dụng các nguồn nguyên liệu dạng hạt nhỏ sẵn có, còn gọi là “vi cốt liệu”, để chế tạo bê tông xi măng hạt nhỏ. Công nghệ bê tông hạt nhỏ sẽ mở rộng kiến thức về bê tông nói chung và bê tông xi măng nói riêng. Việc ứng dụng bê tông hạt nhỏ sẽ tận dụng được nguyên liệu cát sẵn có tại địa phương và đem lại hiệu quả kinh tế bởi yếu tố tại chỗ và dễ dàng khai thác, vận chuyển. Hỗn hợp bê tông hạt nhỏ này được tạo nên bởi các loại cốt liệu nhỏ khác nhau trên cơ sở tối ưu hoá độ đặc. Điều này sẽ làm phong phú thêm chủng loại bê tông xi măng ở Việt Nam, tạo điều kiện cho người xây dựng có thêm nhiều lựa chọn.

“Cường độ chịu nén” của bê tông được định nghĩa là ứng suất nén có thể phá hủy bê tông, được tính bằng lực trên một đơn vị diện tích như H/mm^2 , Kg/cm^2 , MPa . Cường độ chịu nén là đặc trưng cơ bản của bê tông nhằm phản ánh khả năng chịu lực. Để xác định được cường độ của bê tông, thông thường sẽ dùng thí nghiệm mẫu.

“Cường độ chịu ép chẻ” hay cường độ kéo khi ép chẻ, cường độ kéo gián tiếp hoặc cường độ kéo khi bẻ, có thể được xác định bằng phương pháp đã biết thông dụng trong lĩnh vực này.

“Mô đun đàn hồi” được hiểu như một tính chất cơ học có trong những vật liệu rắn, thuộc dạng đàn hồi tuyến tính. Nó được sử dụng nhằm đo lực tính trên một đơn vị diện tích cần để kéo giãn hay nén một loại vật liệu nào đó. Mô đun đàn hồi được tính bằng độ dốc của đường cong ứng suất nằm trong vùng biến dạng đàn hồi. Mô đun đàn hồi của bê tông hay còn gọi là khả năng chịu nén, chịu kéo, chịu nặng của bê tông dưới tác dụng của áp suất cũng như toàn bộ sức nặng của những vận liệu xây dựng đè nén lên khối bê tông. Mô đun đàn hồi của bê tông nặng E_b (nhân $10^3 - MPa$) là đặc trưng cho khả năng biến dạng đàn hồi của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN 356-2005.

“Độ chống thấm ion clorua” được xác định là ác định mức độ thấm ion clorua qua bê tông bằng đo điện lượng truyền qua mẫu thử. Phương pháp đo điện lượng truyền qua được tiến hành dựa trên nguyên tắc áp dòng điện một chiều với điện thế xác định vào hai mặt của mẫu thử, một mặt được tiếp xúc với natri

clorua 3% nổi với cực âm, mặt còn lại tiếp xúc với dung dịch natri hydroxit nổi với cực dương.

“Tro xỉ nhiệt điện” được dùng để chỉ sản phẩm thu được từ quá trình đốt cháy than trong lò đốt, bao gồm tro bay, xỉ đáy lò và một số sản phẩm phụ khác như thạch cao. Chúng vẫn luôn được xem là chất thải và phải được xử lý như một nguy cơ môi trường.

Trong kỹ thuật, “tro” và “xỉ” đều là những chất, cùng với nhiều chất khác, được thải ra trong quá trình cháy của than trong nhà máy nhiệt điện và thuộc loại chất thải rắn, trong đó “tro” thải ra theo đường khói, hay còn gọi là “tro bay”. Trên đường khói, tro bay sẽ được các bộ lọc bụi tĩnh điện hay lọc bụi túi giữ lại và nạp vào xi lô để đưa ra bãi thải hoặc tiêu thụ, còn “xỉ” được thải qua đáy của lò hơi, hay còn gọi là “xỉ đáy lò”. Tỷ lệ chất rắn thải ra dưới dạng “tro bay” hay “xỉ đáy lò” phụ thuộc vào công nghệ đốt của lò hơi, nhưng “tro bay” thường lớn hơn “xỉ đáy lò”.

Giải pháp hữu ích đề xuất giải pháp cho phép sản xuất bê tông xi măng từ cát đỏ và tro xỉ nhiệt điện, tốt hơn là tro bay để thu được bê tông xi măng thành phẩm có chất lượng cao, có khả năng kháng xâm thực và tận dụng được tro bay và vật liệu cát đỏ mịn, nhờ đó mang lại hiệu ứng bền vững kép - góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này. Giải pháp theo giải pháp hữu ích được tạo ra theo hướng tối ưu các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo dưỡng bê tông hạt nhỏ với các đặc thù khác so với bê tông xi măng thông thường và được xem là giải pháp thay thế trong việc chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện mà có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Theo đó, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp sản xuất bê tông xi măng từ cát đỏ và tro bay nhiệt điện, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước:

i) chuẩn bị hỗn hợp cốt liệu bao gồm cát đỏ, mặt đá và tro bay nhiệt điện, trong đó:

cát đỏ có kích cỡ hạt nhỏ hơn 2mm;

mặt đá có kích cỡ nằm trong khoảng lớn hơn 0 và nhỏ hơn hoặc bằng 5mm;

tro bay nhiệt điện có cỡ hạt bằng với cỡ hạt nhỏ hơn 2mm; và

trong đó:

tỷ lệ thể tích/khối lượng (m^3/kg) của (cát đỏ và mặt đá)/tro bay nằm trong khoảng $(0,5-0,7)/(100-300)$;

ii) tiến hành trộn hỗn hợp cốt liệu trong bước i) bằng công nghệ trộn khô trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn khô được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện không có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 7 phút;

iii) bổ sung xi măng và tiếp tục tiến hành trộn khô hỗn hợp, trong đó:

thời gian trộn là khoảng từ 1 đến 2 phút;

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay nằm trong khoảng từ $(200-450)/(100-300)$;

iv) bổ sung nước không chứa phụ gia hóa dẻo và tiến hành trộn ướt trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn ướt được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng thời gian từ 2 đến 5 phút; và

nước được bổ sung với lượng khoảng 70% tổng lượng nước sử dụng, trong đó tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng nằm trong khoảng từ $(140-180)/(200-450)$;

v) bổ sung tiếp lượng nước còn lại mà chứa phụ gia hóa dẻo đã được khuấy đều trước đó, tiếp tục tiến hành trộn ướt để tạo ra bê tông, trong đó:

lượng nước còn lại là khoảng 30% tổng lượng nước sử dụng;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 5 phút

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

phụ gia hóa dẻo được bổ sung vào hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,4 L/100kg hỗn hợp;

vi) tiến hành bảo dưỡng bê tông để đảm bảo bê tông đạt phẩm chất tốt nhất, trong đó:

bảo dưỡng bê tông của bước v) trong môi trường đạt độ ẩm từ 90 đến 100% sử dụng nước nóng từ 40°C đến 90°C và sử dụng lớp phủ nilon mỏng để tránh mất nước của bê tông,

thời gian bảo dưỡng bê tông nằm trong khoảng từ 20 đến 48 giờ.

Theo một phương án, trong bước i) cát đỏ còn bao gồm cát trộn thêm.

Như được mô tả trên đây, giải pháp hữu ích tận dụng cát đỏ, nguồn nguyên liệu dồi dào sẵn có tại các địa phương, làm thành phần hỗn hợp cốt liệu để chế tạo bê tông, nhờ đó mang lại hiệu ứng bền vững kép - góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này.

Theo một số phương án, cát đỏ được sử dụng theo giải pháp hữu ích bao gồm cát đỏ tại tỉnh Bình Thuận và vùng lân cận, bao gồm Cam Ranh, Hòn Đỏ, Tuy Phong, Bắc Phan Thiết, Nam Phan Thiết, Hàm Tân đến đảo Phú Quý, Côn Đảo mà là các khu vực có tiềm năng lớn về cát mịn. Theo phương án cụ thể, cát đỏ được sử dụng theo giải pháp hữu ích là cát đỏ tại tỉnh Bình Thuận bởi cát này đảm bảo độ sạch, có các thành phần hóa học phù hợp để gia cố, trộn lẫn với xi măng.

Cần lưu ý rằng, các thành phần cốt liệu với kích thước khác nhau về cơ bản được chuẩn bị qua gia công lại đập, sàng phân loại một cách tương đối theo 3 phân đoạn: thô (từ 10-20mm), trung (8-10mm và 5-8mm) và mịn (2,5-5mm). Theo đó, cát đỏ được sử dụng theo giải pháp hữu ích tốt hơn là có kích thước (cỡ hạt) nhỏ hơn 2mm để đảm bảo độ mịn, giúp giảm lỗ rỗng, tăng khả năng chống thấm và cường độ.

Theo một số phương án, cát đỏ được sử dụng theo giải pháp hữu ích là hỗn hợp bao gồm 100% cát đỏ để tận dụng đến mức tối ưu nhất về trữ lượng dồi dào của nguồn tài nguyên này.

Theo một số phương án, cát đỏ được sử dụng theo giải pháp hữu ích là hỗn hợp của cát đỏ và cát trộn thêm. Tốt hơn nếu cát trộn thêm là cát nghiền loại có độ thô ráp và độ cứng lớn hơn để giảm nhu cầu về nước cho hỗn hợp, nhờ đó cải thiện cường độ của bê tông. Tốt hơn nữa nếu cát vàng là những hạt cát có màu vàng, có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, không có lẫn tạp chất để đảm bảo độ mịn và chất lượng của bê tông thành phẩm.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm nằm trong khoảng từ 30 đến 70% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 40% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 50% khối lượng.

Theo một số phương án khác, lượng cát trộn thêm là khoảng từ 60% khối lượng.

Như được mô tả trên đây, thành phần hỗn hợp cốt liệu theo giải pháp hữu ích còn bao gồm mặt đá mặc dù giải pháp hữu ích không chỉ giới hạn ở nguyên liệu này. Theo đó, có thể sử dụng đá dăm.

“Đá dăm” còn có tên gọi khác là mặt đường đá dăm, được chế tạo bằng cách sử dụng đá dăm hay cuội sỏi có cấu tạo đồng đều sau đó san rải đều khắp bề mặt thi công với chiều dày nhất định, tiến hành dùng xe lu để lu lèn thật chặt các viên đá tạo thành cấu trúc thống nhất với độ chặt tuyệt đối. Theo một số phương án, giải pháp hữu ích có thể sử dụng đá dăm cấp phối, một hỗn hợp đá có kích thước hạt từ 0 đến 50 mm.

Theo phương án ưu tiên hơn, “mặt đá”, hay đá mặt, đá mi, được dùng để chỉ loại đá có kích thước dưới 5mm, được ưu tiên sử dụng. Đá này có thành phần hạt có kích thước nhỏ, được sản xuất và chế biến thông qua việc sàng tách các loại sản phẩm đá khác nhau. Khi đem sàng với lỗ sàng nhỏ nhất sẽ thu được lớp đá mi bụi mịn.

Theo một số phương án khác, trong bước đá mi bụi mịn có kích thước dưới 5mm được sử dụng để đảm bảo mức độ mịn và việc sử dụng đá này sẽ cho phép tạo ra thành phẩm có tính chất mịn và bóng. Ngoài ra, còn tạo ra bê tông với đặc điểm nổi bật là chịu được cường độ cao và dễ dàng thi công.

Thành phần hỗn hợp theo giải pháp hữu ích còn bao gồm tro xỉ nhiệt điện, tốt hơn là tro bay nhiệt điện.

Như được mô tả trên đây, với sự phát triển nhanh chóng của các nhà máy nhiệt điện sử dụng than, lượng tro xỉ thải ra môi trường rất lớn, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường. Giải pháp hữu ích hướng tới việc tận dụng nguồn nguyên liệu thải này.

Theo một số phương án, tro xỉ nhiệt điện bất kỳ đều có thể sử dụng theo giải pháp hữu ích một cách phù hợp. Ví dụ có thể sử dụng tro xỉ nhiệt điện ở các bãi thải sẵn có của nhà máy nhiệt điện.

Theo một số phương án ưu tiên khác, tốt hơn nếu tro bay nhiệt điện được sử dụng. Thành phần của tro bay thường chứa các silic oxit, nhôm oxit, canxi oxit, sắt oxit, magie oxit và lưu huỳnh oxit, ngoài ra có thể chứa một lượng than chưa cháy.

Không có giới hạn đối với tro bay và theo đó, tro bay có nguồn gốc từ nhà máy nhiệt điện bất kỳ có thể sử dụng một cách thích hợp và phù hợp theo giải pháp hữu ích. Theo một số phương án, bao gồm nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân, Bình Thuận.

So với tro bay của một số nhà máy nhiệt điện khác, tro bay Vĩnh Tân được xác định là có các đặc tính mong muốn tốt hơn cả bởi tro này ít bị tác động ăn

mòn do có hàm lượng SO_3 thấp và cường độ vật liệu cao hơn do hàm lượng $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ cao, cũng như có thể sử dụng trực tiếp do có tổn thất hàm lượng khi nung thấp.

Ngoài ra, tro bay này còn được xác định là loại tro axit, do đó khi được bổ sung, nó sẽ giúp khử vôi (trung hòa) trong xi măng mà là thành phần thường gây ra hiện tượng phồng rộp, nứt, làm giảm chất lượng bê tông, đặc biệt là bê tông trong môi trường nước.

Theo một số phương án khác, tro bay sử dụng là tro bay từ các nhà máy nhiệt điện bất kỳ khác mà không phải là tro bay nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân.

Theo một phương án ưu tiên, giải pháp hữu ích có thể sử dụng tro bay đã qua tuyển mà đáp ứng các thông số kỹ thuật sau đây.

TT	Chỉ tiêu	Thông số kỹ thuật
1	Tổn thất hàm lượng khi nung	$\leq 6\%$
2	Độ ẩm toàn phần	13-18%
3	Hàm lượng SiO_2	$\geq 50\%$
4	Hàm lượng Al_2O_3	$\geq 25\%$
5	Hàm lượng SO_3	$\leq 0,5\%$

Việc sử dụng tro bay này được xác định là tạo ra các đặc tính mong muốn, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở:

- Thay thế và giảm hàm lượng xi măng trong bê tông, nhờ đó tận dụng nguồn thải, giảm tải trọng môi trường, đồng thời giúp giảm chi phí sản xuất bởi tro bay được xác định là phụ gia đặc biệt cho bê tông, khi được bổ sung, nó sẽ giúp khử vôi (trung hòa vôi) trong xi măng mà là thành phần thường gây ra hiện tượng phồng rộp, nứt, làm giảm chất lượng bê tông, đặc biệt là bê tông trong môi trường nước.
- Giúp tăng cường độ của bê tông và làm tăng độ nhót của vữa, giúp bê tông dễ chui vào các khe lỗ một cách dễ dàng nhờ cấu trúc mịn của chúng, từ đó cho phép thực hiện việc đổ gián đoạn bê tông, mà không cần phải đổ liên tục như với bê tông thường.
- Bổ sung tro bay thay cho xi măng theo giải pháp hữu ích còn cho phép giảm tỷ lệ nước/xi măng nên giảm được hiện tượng co ngót bê tông.
- Tăng tính bám dính giữa các lớp đổ bê tông do tác dụng làm chậm đông kết của xi măng, cải thiện điều kiện hoàn thiện bề mặt khi bổ sung tro bay.
- Gia tăng cường độ già hóa, giảm giá thành, tăng khả năng chống thấm, chống ăn mòn clorua, tăng độ bền sulfat.
- Làm giảm thoát nhiệt khi thủy hóa xi măng, rất hiệu quả khi thi công bê tông khối lớn, giảm phản ứng kiềm - silic.

Theo một số phương án khác, trong bước i) tro bay nhiệt điện còn có thể là hỗn hợp tro bay và xỉ đáy lò ở bãi thải sẵn.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò nằm trong khoảng từ 65/35 đến 85/15.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 65/35.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 70/30.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 75/25.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 80/20.

Theo một số phương án khác, tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 85/15.

Lượng tro bay đã được dùng trong hỗn hợp bê tông hạt nhỏ có tính công tác đặc thù này chiếm tỷ lệ lớn, vai trò của tro bay trong hỗn hợp bê tông này vừa làm vai trò vi cốt liệu vừa làm vai trò cùng với xỉ măng đề tạo ra chất kết dính hỗn hợp cho bê tông hạt nhỏ. Như được mô tả trên đây, lượng tro bay trộn vào trong thành phần cốt liệu theo giải pháp hữu ích gần tương đương, thậm chí lớn hơn, so với lượng xỉ măng sử dụng và do đó, tận dụng được nguồn nguyên liệu bị coi là “chất thải” này một cách hiệu quả hơn so với các giải pháp truyền thống.

Hỗn hợp cốt liệu của bước i) sau khi được chuẩn bị theo tỷ lệ như được mô tả trên đây sẽ được tiến hành trộn bằng công nghệ trộn khô.

“Công nghệ trộn khô” được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện không có mặt của nước. Giải pháp hữu ích tập trung tối ưu điều kiện trộn bằng công nghệ này. Theo đó, quá trình trộn được thực hiện với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút. Thời gian trộn tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 7 phút, tốt nhất là khoảng 3,5 phút.

Việc trộn với tốc độ cao hơn không chỉ gây lãng phí, tổn thất nguyên liệu mà còn tăng chi phí vận hành do tiêu tốn năng lượng. Trái lại, trộn với tốc độ thấp hơn làm giảm hiệu quả phân tán, trộn lẫn các thành phần cốt liệu, đặc biệt là đối với nguyên liệu vi hạt. Thành phần cốt liệu không được trộn lẫn đều còn gây ảnh hưởng bất lợi đến thành phẩm.

Theo một số phương án, thiết bị trộn bất kỳ thích hợp đều có thể sử dụng theo giải pháp hữu ích. Tuy nhiên, tốt hơn nếu sử dụng thiết bị trộn loại cánh khuấy, trong đó tốc độ cánh trộn và thời gian trộn là như được mô tả trên đây.

Hỗn hợp cốt liệu, sau khi được trộn khô, sẽ được bổ sung thêm xi măng để tiếp tục tiến hành trộn khô trong bước iii) tiếp theo.

Xi măng được sử dụng theo giải pháp hữu ích dưới dạng chất kết dính trong bê tông thành phẩm. Không có giới hạn bất nào đối với xi măng và theo đó xi măng có nguồn gốc bất kỳ, có bán sẵn trên thị trường, đều có thể sử dụng theo giải pháp hữu ích.

Theo một số phương án cụ thể được ưu tiên, tốt hơn nếu xi măng được sử dụng được chọn từ nhóm bao gồm xi măng với mác 30 (PCB30) trở lên, xi măng với mác từ 40 (PCB40) trở lên. Tốt hơn nếu xi măng là xi măng Pooc lăng hỗn hợp PCB 30, PCB 40, PCB40-HS theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN) 16:2017/BXD của Bộ Xây dựng. Các loại xi măng này có cường độ cao, ít co ngót, khả năng chống thấm cao, giảm thiểu sự ăn mòn và phá hủy cốt thép, tăng tuổi thọ công trình.

Theo một số phương án, xi măng có mác 40 (PCB40) được sử dụng sẽ tạo ra chất lượng tốt, khả năng chịu lực cao.

Theo một số phương án, xi măng Hà Tiên 1 có bán sẵn trên thị trường trên cơ sở tăng tính công tác và khả năng bơm cho bê tông, đồng thời cải thiện cường độ sớm cho bê tông có thể được sử dụng.

Tương tự như đã được mô tả trên đây, giải pháp hữu ích tập trung tối ưu điều kiện trộn trong bước này. Theo đó, quá trình trộn được thực hiện với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút và thời gian trộn là khoảng từ 1 đến 2 phút.

Theo một số phương án, trong bước này tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay nằm trong khoảng từ (200-450)/(100-300). Theo phương án cụ thể, tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay tốt hơn là khoảng 350/200.

Cần lưu ý rằng, đối với bê tông hạt nhỏ chỉ bao gồm cát đỏ, tro xỉ nhiệt điện và xi măng có những đặc thù khác hẳn so với bê tông xi măng thông thường, do đó khi thiết kế thành phần cho loại bê tông này có những đặc điểm khác biệt, nhất là hỗn hợp vừa đảm bảo các chỉ tiêu về cơ học và độ bền. Theo đó, tỷ lệ các thành phần được điều chỉnh, tối ưu nằm trong khoảng trên đây để thu được các đặc tính này.

Hỗn hợp, sau khi được trộn khô trong bước iii), được bổ sung nước và tiến hành trộn ướt trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu. “Công nghệ trộn ướt” được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện có mặt của nước.

Cần lưu ý rằng, bên cạnh việc tối ưu thành phần và tỷ lệ cốt liệu, giải pháp hữu ích còn tối ưu điều kiện phối trộn bằng cách tận dụng công nghệ trộn khô và trộn ướt. Việc kết hợp công nghệ này không những giúp tăng hiệu quả phân

tán nguyên liệu do việc trộn được tiếp hành theo từng cấp, tăng dần mức độ, mà còn giúp tiết kiệm chi phí vận hành và kiểm soát hiệu quả quá trình.

Theo một số phương án, nước mà không chứa phụ gia hóa dẻo được bổ sung trước với lượng khoảng 70% khối lượng nước sử dụng và sau đó tiến hành trộn ướt, trong đó:

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng thời gian từ 2 đến 5 phút; và

nước được bổ sung với lượng khoảng 70% tổng lượng nước sử dụng, trong đó tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng nằm trong khoảng từ (140-180)/(200-450).

Theo một số phương án khác, trong bước này tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng là khoảng (140-180)/350.

Về cơ bản, khi tiến hành trộn ướt, tốc độ trộn (tốc độ cánh trộn) thường nhỏ hơn tốc độ trộn khô nhưng lực mạnh hơn để đảm bảo trộn đều hơn vì bột ướt có độ quán tính cao, nên cần tốc độ chậm và lực mạnh để nhào trộn bột được kỹ càng. Ngoài ra, việc trộn ướt còn bổ sung, hỗ trợ các hạn chế của việc trộn khô như đảm bảo độ phân tán đều hơn, kiểm soát độ ẩm tốt hơn, v.v. Theo đó, theo một số phương án, tốc độ trộn ướt được chọn bằng hoặc nhỏ hơn tốc độ trộn khô.

Theo một số phương án, tốc độ trộn khô là khoảng 20 vòng/phút và tốc độ trộn ướt là khoảng 15 vòng/phút.

Theo một số phương án, tốc độ trộn khô là khoảng 15 vòng/phút và tốc độ trộn ướt là khoảng 12 vòng/phút.

Trong bước tiếp theo, lượng nước còn lại (30%) mà chứa phụ gia hóa dẻo đã được khuấy đều trước đó được tiến hành bổ sung tiếp và tiếp tục tiến hành trộn ướt để tạo ra bê tông, trong đó:

lượng nước còn lại là khoảng 30% tổng lượng nước sử dụng;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 5 phút

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

phụ gia hóa dẻo được bổ sung vào hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,4 L/100kg hỗn hợp.

Theo một số phương án khác, trong bước này phụ gia hóa dẻo được chọn từ nhóm bao gồm các phụ gia dòng sản phẩm ROADCON, Sikament R4 và THTSP-10.

Chất phụ gia hóa dẻo dòng sản phẩm ROADCON là các sản phẩm phụ gia ROADCON®, được sản xuất từ nguyên liệu chính là Polyetylen Glycol

Metacrylat (Polyethylene Glycol Methacrylate) có khả năng chống xâm thực, giảm hàm lượng nước sử dụng trong bê tông.

Theo một số phương án khác, phụ gia hóa dẻo là Sikament R4. Sikament R4 là phụ gia gốc hỗn hợp lignosulfonat, một phụ gia bê tông siêu hóa dẻo hiệu quả cao, có tác dụng kéo dài thời gian ninh kết để sản xuất bê tông có độ chảy cao trong điều kiện khí hậu nóng, và là tác nhân giảm nước đáng kể làm tăng cường độ ban đầu và cường độ cuối cùng cho bê tông.

Theo một số phương án khác, phụ gia hóa dẻo là THTSP-10. THTSP-10 là phụ gia siêu dẻo trên cơ sở Lignosulphat (Lignosulphate) và Naphtalen (Naphthalene) có khả năng giảm hàm lượng nước từ 20% đến 25%, được sử dụng để đảm bảo tính công tác và giảm hàm lượng nước sử dụng trong hỗn hợp bê tông.

Các phụ gia này có bán sẵn trên thị trường nên việc mô tả thêm là không cần thiết.

Tiếp theo, bê tông được tiến hành bảo dưỡng để đảm bảo bê tông đạt phẩm chất tốt nhất.

Cần lưu ý rằng, dù bê tông được cấp phối tốt nhưng việc bảo dưỡng (dưỡng hộ) bê tông là thực sự quan trọng bởi nếu không tuân thủ theo các yêu cầu kỹ thuật thì bê tông cũng không thể đạt phẩm chất tốt. Phẩm chất của bê tông chỉ đạt được khi nó ninh kết trong môi trường ẩm và không có sự va chạm. Do đó, bê tông phải được giữ ẩm càng lâu càng tốt sau khi đổ. Bê tông dù đã se mặt, thậm chí bề ngoài có vẻ đông cứng nhưng bên trong quá trình thủy hóa vẫn tiếp tục để đạt được cường độ bê tông tối đa. Trong môi trường quá khô, nước trong bê tông bốc hơi nhanh, không còn đủ lượng nước cần thiết cho quá trình thủy hóa, cường độ bê tông có thể ngừng phát triển và gây nứt nẻ. Nhiệt độ môi trường cũng là vấn đề quan trọng. Ở nhiệt độ bình thường khoảng từ 20°C đến 30°C, xi măng thủy hóa chậm nhưng ở nhiệt độ cao trên 40°C, tốc độ thủy hóa tăng lên đáng kể.

Do đó, theo giải pháp hữu ích, việc bảo dưỡng bê tông tốt hơn là trong môi trường đạt độ ẩm từ 90 đến 100% sử dụng nước nóng từ 40 đến 90°C và sử dụng lớp phủ nilon mỏng để tránh mất nước của bê tông.

Thời gian bảo dưỡng bê tông nằm trong khoảng từ 20 đến 48 giờ, tốt hơn là khoảng 20 giờ.

Bê tông thành phẩm sau đó được kiểm tra chất lượng bằng các thông số kỹ thuật như tính công tác, các yêu cầu kỹ thuật cơ học, cũng như các yêu cầu kỹ thuật về độ bền. Tùy theo yêu cầu kỹ thuật của loại kết cấu bê tông mà bê tông cát đổ - tro bay được đánh giá các yêu cầu kỹ thuật để đảm bảo sử dụng cho bê tông kết cấu.

Theo đó, theo một số phương án, tốt hơn nếu bê tông thành phẩm theo giải pháp hữu ích thỏa mãn các chỉ tiêu với kết quả thực tế như được xác định trong Bảng 1 sau đây.

Bảng 1: Các chỉ tiêu cơ bản đối bê tông cát đỏ - tro bay

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Quy định	Phương pháp thử nghiệm	Kết quả thực tế
1	Độ sụt của hỗn hợp bê tông: - Bê tông làm đường; - Bê tông làm kết cấu	cm	0 - 10 10 - 20	Đo bằng côn độ sụt ASTM C143	12±2
2	Cường độ chịu nén	MPa	≥ 30	ASTM C39	37,5
3	Cường độ chịu ép chẻ	MPa	≥ 3,0	ASTM 496	3,57
4	Mô đun đàn hồi của bê tông	GPa	15 - 30	ASTM 469	27,8
5	Độ bền chống xâm nhập ion clorua	Culong	≤ 2000	ASTM D1202	1345

Như vậy, sau một thời gian nghiên cứu và thử nghiệm, các tác giả giải pháp hữu ích nhận thấy giải pháp chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện có nhiều khả quan, việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng. Thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo khá thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Việc chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện làm giảm đáng kể giá thành của bê tông kết cấu cũng như đạt được mục tiêu về giảm thiểu tác động của công nghệ bê tông đến môi trường, là một giải pháp thiết thực hiện nay.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích còn được minh họa hơn nữa thông qua các ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích. Cần phải hiểu rằng, các ví dụ này chỉ với mục đích minh họa, không làm giới hạn giải pháp hữu ích.

Ví dụ 1: Quá trình chung chế tạo bê tông xỉ măng hạt nhỏ

Trong ví dụ này, thành phần vật liệu và hàm lượng các thành phần tương ứng có thể được điều chỉnh theo yêu cầu thi công như được mô tả sau đây.

Xi măng: 200-450 kg

Tro bay nhiệt điện (từ nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân): 100 đến 300 kg

Đá dăm: 0,7-0,8m³

Cát đỏ và đá mặt: 0,5-0,7m³

Nước: 140 đến 180 L

Phụ gia hóa dẻo: Phụ gia hóa dẻo là như được mô tả trên đây, được sử dụng theo khối lượng bột thông dụng với tỷ lệ 0,8-1,4 L/100 kg hỗn hợp.

Các nguyên liệu được chuẩn bị, quy trình chế tạo và điều kiện tiến hành là như được mô tả trên đây.

Ví dụ 2: Chế tạo bê tông xi măng hạt nhỏ

Trong ví dụ cụ thể này, thành phần vật liệu và hàm lượng các thành phần tương ứng là như được mô tả sau đây.

Xi măng: 350 kg

Tro bay nhiệt điện (từ nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân): 200 kg

Đá dăm: 0,7-0,8m³

Cát đỏ và đá mặt: 0,5-0,7m³

Nước: từ 140 - 180 L

Phụ gia hóa dẻo: 0,8 đến 1,4 L/100kg hỗn hợp.

Tỷ lệ hàm lượng một số thành phần thay đổi trong khoảng giá trị nhằm điều chỉnh theo yêu cầu thi công trên thực tế.

Rõ ràng là chuyên gia có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể lựa chọn giá trị cụ thể trong khoảng giá trị mô tả để thực hiện giải pháp hữu ích. Theo cách khác, chuyên gia có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể biến đổi giải pháp hữu ích theo cách hiển nhiên, ví dụ, bằng cách thay thế các dạng nguyên liệu có đặc tính, tính chất tương tự.

Ví dụ 3: Đặc tính của bê tông xi măng thành phẩm

Các mẫu bê tông thành phẩm trong Ví dụ 2 được tiến hành thử nghiệm xác định các đặc tính kỹ thuật bao gồm cường độ chịu nén, cường độ chịu ép chẻ, mô đun đàn hồi, độ chống thấm ion clorua. Kết quả như được thể hiện trong Bảng dưới đây.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Quy định	Phương pháp thử nghiệm	Kết quả thực tế
1	Cường độ chịu nén	MPa	≥ 30	ASTM C39	~45
2	Cường độ chịu ép chẻ	MPa	≥ 3,0	ASTM 496	~4,2
3	Mô đun đàn hồi của bê tông	GPa	15 – 30	ASTM 469	~31

4	Độ bền chống xâm nhập ion clorua	Culong	≤ 2000	ASTM D1202	~875
---	----------------------------------	--------	-------------	------------	------

Như được thể hiện trong Bảng trên đây, có thể thấy rằng, các bê tông thành phẩm theo giải pháp hữu ích hoàn toàn đạt các chỉ tiêu kỹ thuật theo quy định của bê tông xi măng, thậm chí một số chỉ tiêu bao gồm mô đun đàn hồi của bê tông còn tốt vượt quy định. Theo đó, có thể khẳng định, giải pháp đã thành công trong việc tạo ra bê tông xi măng có những ưu điểm nổi trội so với bê tông truyền thống như cường độ chịu kéo cao hơn, có độ chống thấm rất cao, có khả năng cải thiện cấu trúc bê tông làm cho kết cấu bền vững với thời gian. Giải pháp này còn giúp làm giảm chi phí khi sử dụng loại vật liệu cát tự nhiên, đá nghiền như bê tông xi măng thông thường đồng thời góp phần tiêu thụ chất thải gây ô nhiễm môi trường.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Giải pháp hữu ích đề xuất thành công giải pháp xử lý và tận dụng đồng thời phế thải tro xỉ nhiệt điện và cát đỏ với một trữ lượng vô cùng lớn để sản xuất bê tông xi măng sẽ mang lại hiệu ứng bền vững kép - góp phần giải quyết bài toán môi trường, đồng thời hướng tới tự chủ trong việc nâng cao chất lượng bê tông xây trong xây dựng các công trình ở khu vực và tiến tới xuất khẩu sản phẩm này.

Phương pháp theo giải pháp hữu ích sử dụng phối hợp tro xỉ nhiệt điện và cát đỏ để tạo ra bê tông xi măng hạt nhỏ với các ưu điểm nổi trội so với bê tông truyền thống như cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo cao hơn, độ mài mòn của bê tông cát đỏ-tro bay đạt chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của bê tông dùng làm mặt đường cao tốc. Ngoài ra, bê tông xi măng thu được còn có độ chống thấm rất cao, có khả năng cải thiện cấu trúc bê tông làm cho kết cấu bền vững với thời gian. Do đó, bê tông cát đỏ-tro bay này có thể làm kết cấu mặt đường ô tô, kết cấu chắn sóng biển, kết cấu tường, dầm, sàn của nhà lắp ghép và các kết cấu yêu cầu về độ vững chắc khác.

Giải pháp hữu ích được tạo ra theo hướng tối ưu các điều kiện thực hiện, thiết kế quá trình trộn và bảo dưỡng bê tông hạt nhỏ cát đỏ-tro bay với các đặc thù khác so với bê tông xi măng thông thường và là giải pháp thay thế trong việc chế tạo bê tông cát đỏ-tro xỉ nhiệt điện mà có thể dễ dàng nâng cấp ở quy mô công việc, trong đó việc chế tạo và thi công được thực hiện bằng các thiết bị sẵn có, quy trình trộn là đơn giản dễ sử dụng, thiết kế thành phần các loại vật liệu cho bê tông này cũng như quy trình chế tạo thuận lợi cho việc áp dụng đại trà và dễ sử dụng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất bê tông xi măng từ cát đỏ và tro bay nhiệt điện, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước:

i) chuẩn bị hỗn hợp cốt liệu bao gồm cát đỏ, mặt đá và tro bay nhiệt điện, trong đó:

cát đỏ có kích cỡ hạt nhỏ hơn 2mm;

mặt đá có kích cỡ nằm trong khoảng lớn hơn 0 và nhỏ hơn hoặc bằng 5mm;

tro bay nhiệt điện có cỡ hạt bằng với cỡ hạt nhỏ hơn 2mm; và

trong đó:

tỷ lệ thể tích/khối lượng (m^3/kg) của (cát đỏ và mặt đá)/tro bay nằm trong khoảng (0,5-0,7)/(100-300);

ii) tiến hành trộn hỗn hợp cốt liệu trong bước i) bằng công nghệ trộn khô trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn khô được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện không có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 7 phút;

iii) bổ sung xi măng và tiếp tục tiến hành trộn khô hỗn hợp, trong đó:

thời gian trộn là khoảng từ 1 đến 2 phút;

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xi măng/tro bay nằm trong khoảng từ (200-450)/(100-300);

iv) bổ sung nước không chứa phụ gia hóa dẻo và tiến hành trộn ướt trong khoảng thời gian trộn được xác định để phù hợp với từng cấp phối liệu theo yêu cầu, trong đó:

công nghệ trộn ướt được hiểu là việc trộn hỗn hợp được thực hiện trong điều kiện có mặt của nước; và

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

thời gian trộn nằm trong khoảng thời gian từ 2 đến 5 phút; và

nước được bổ sung với lượng khoảng 70% tổng lượng nước sử dụng, trong đó tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xi măng nằm trong khoảng từ (140-180)/(200-450);

v) bổ sung tiếp lượng nước còn lại mà chứa phụ gia hóa dẻo đã được khuấy đều trước đó, tiếp tục tiến hành trộn ướt để tạo ra bê tông, trong đó:

lượng nước còn lại là khoảng 30% tổng lượng nước sử dụng;

thời gian trộn nằm trong khoảng từ 2 đến 5 phút

trộn với tốc độ trộn nằm trong khoảng từ 6 đến 22 vòng/phút;

phụ gia hóa dẻo được bổ sung vào hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,4 L/100kg hỗn hợp;

vi) tiến hành bảo dưỡng bê tông để đảm bảo bê tông đạt phẩm chất tốt nhất, trong đó:

bảo dưỡng bê tông của bước v) trong môi trường đạt độ ẩm từ 90 đến 100% sử dụng nước nóng từ 40°C đến 90°C và sử dụng lớp phủ nilon mỏng để tránh mất nước của bê tông,

thời gian bảo dưỡng bê tông nằm trong khoảng từ 20 đến 48 giờ.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước i) cát đỏ còn bao gồm cát trộn thêm mà là cát vàng có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lượng cát trộn thêm, mà là cát vàng có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, nằm trong khoảng từ 30 đến 70% khối lượng của tổng khối lượng của hỗn hợp của cát đỏ và cát trộn thêm.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó lượng cát trộn thêm, mà là cát vàng có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, là khoảng từ 40% khối lượng của tổng khối lượng của hỗn hợp của cát đỏ và cát trộn thêm.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó lượng cát trộn thêm, mà là cát vàng có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, là khoảng từ 50% khối lượng của tổng khối lượng của hỗn hợp của cát đỏ và cát trộn thêm.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó lượng cát trộn thêm, mà là cát vàng có kích cỡ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3mm, là khoảng từ 60% khối lượng của tổng khối lượng của hỗn hợp của cát đỏ và cát trộn thêm.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước i) tro bay nhiệt điện là hỗn hợp tro bay và xỉ đáy lò ở bãi thải sẵn có với tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò nằm trong khoảng từ 65/35 đến 85/15.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 65/35.

9. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, trong đó tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 70/30.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 75/25.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10, trong đó tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 80/20.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 11, trong đó tỷ lệ khối lượng tro bay/xỉ đáy lò là khoảng 85/15.
13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước ii) thời gian trộn là khoảng 3,5 phút.
14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước iii) tỷ lệ khối lượng (kg/kg) của xỉ măng/tro bay là khoảng 350/200.
15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước iv) tỷ lệ tổng thể tích/khối lượng (L/kg) của nước sử dụng/xỉ măng là khoảng (140-180)/350.
16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước v) phụ gia hóa dẻo được chọn từ nhóm bao gồm các phụ gia dòng sản phẩm ROADCON, Sikament R4 và THTSP-10.
17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó phụ gia hóa dẻo là các phụ gia dòng sản phẩm ROADCON.
18. Phương pháp theo điểm 16 hoặc 17, trong đó phụ gia hóa dẻo là Sikament R4.
19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 18, trong đó phụ gia hóa dẻo là THTSP-10.
20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong bước vi) thời gian bảo dưỡng bê tông là khoảng 20 giờ.