

BỘ XÂY DỰNG

CHỈ DẪN KỸ THUẬT

XỈ GANG VÀ XỈ THÉP SỬ DỤNG LÀM VẬT LIỆU XÂY DỰNG

GUIDELINE ON IRON AND STEEL SLAG FOR USE AS BUILDING MATERIALS

HÀ NỘI - 2017

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	3
1. Phạm vi áp dụng.....	4
2. Tài liệu viện dẫn.....	4
3. Phân loại.....	5
3.1 Xi lò cao (Blast furnace slag)	6
3.1.1 Xi lò cao làm nguội chậm (xi ABFS).....	6
3.1.2 Xi hạt lò cao (xi GBFS)	6
3.2 Xi thép (Steel slag)	6
3.2.1 Xi lò thổi (xi BOF).....	7
3.2.2 Xi lò hồ quang điện (xi EAF)	7
4. Tính chất của xỉ gang và xỉ thép.....	9
4.1 Đặc tính của xỉ gang và xỉ thép	9
4.2 Ảnh hưởng đến môi trường	9
5. Hướng dẫn sử dụng xỉ gang, xỉ thép.....	14
5.1 Phạm vi sử dụng.....	14
5.2 Hướng dẫn sử dụng	15
5.2.1 Phụ gia khoáng cho xi măng.....	17
5.2.2 Phụ gia khoáng cho bê tông, vữa xây dựng.....	17
5.2.3 Cốt liệu cho bê tông.....	19
5.2.4 Vật liệu cho san lấp, đắp nền cho công trình xây dựng và giao thông.....	20
5.2.5 Vật liệu cho đường giao thông.....	22
PHỤ LỤC 1	25
TÀI LIỆU THAM KHẢO	26

Lời nói đầu

Chỉ dẫn kỹ thuật – Xỉ gang và xỉ thép sử dụng làm vật liệu xây dựng do Viện Vật liệu Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng thẩm định và ban hành theo Quyết định số 430/QĐ-BXD ngày 16 tháng 05 năm 2017.

CHỈ DẪN KỸ THUẬT - XỈ GANG VÀ XỈ THÉP SỬ DỤNG LÀM VẬT LIỆU XÂY DỰNG
GUIDELINE ON IRON AND STEEL SLAG FOR USE AS BUILDING MATERIALS

1. Phạm vi áp dụng

Chỉ dẫn kỹ thuật này áp dụng cho việc phân loại, nhận biết các tính chất, ảnh hưởng đến môi trường của xỉ gang, xỉ thép và sử dụng chúng làm vật liệu xây dựng, trong đó đề cập chủ yếu đến các ứng dụng làm phụ gia khoáng cho sản xuất xi măng, bê tông và vữa, làm cốt liệu cho bê tông, làm vật liệu cho san lấp, đắp nền và làm vật liệu cho đường giao thông.

2. Tài liệu viện dẫn

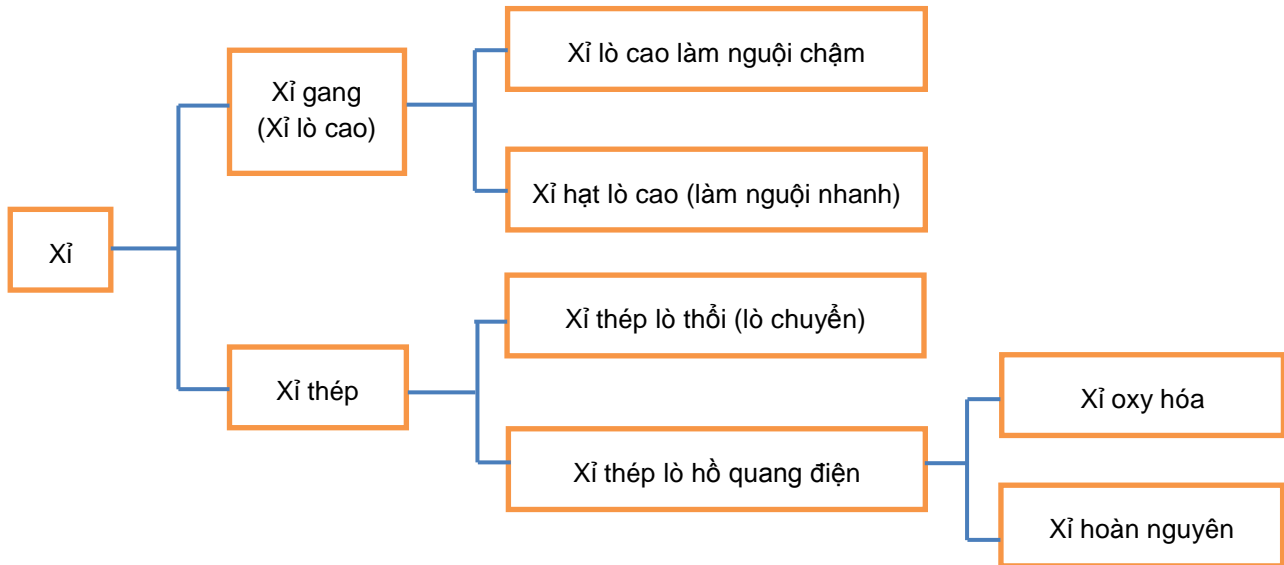
Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng chỉ dẫn kỹ thuật này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

- TCVN 3106 *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*
- TCVN 3109 *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định tách vữa và độ tách nước*
- TCVN 3116 *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm*
- TCVN 3118 *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*
- TCVN 3121-3 *Vữa xây dựng - Phương pháp thử - Phần 3 phương pháp xác định độ lưu động của vữa tươi (phương pháp bàn dần)*
- TCVN 3121-9 *Vữa xây dựng - Phương pháp thử - Phần 9 phương pháp xác định thời gian bắt đầu đông kết vữa tươi*
- TCVN 4315 *Xỉ hạt lò cao dùng để sản xuất xi măng*
- TCVN 4316 *Xi măng poóc lăng xỉ lò cao*
- TCVN 7572 *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử*
- TCVN 7711 *Tiêu chuẩn xi măng poóc lăng hỗn hợp bền sun phát*
- TCVN 7712 *Xi măng poóc lăng hỗn hợp ít tỏa nhiệt*
- TCVN 8828 *Bê tông- Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên*
- TCVN 8859 *Lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô - Vật liệu, thi công và nghiệm thu*
- TCVN 9337 *Thử thâm nhập ion clo theo phương pháp đo điện lượng*
- TCVN 9338 *Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định thời gian đông kết*
- TCVN 9348 *Thử ăn mòn cốt thép theo (phương pháp điện thế)*
- TCVN 9501 *Xi măng đa cấu tử*

- TCVN 11586 *Xỉ hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng*
- ASTM C33 *Standard Specification for Concrete Aggregates (Tiêu chuẩn kỹ thuật cho cốt liệu bê tông)*
- ASTM D692 *Standard Specification for Coarse Aggregate for Bituminous Paving Mixtures (Tiêu chuẩn kỹ thuật cho cốt liệu lớn dùng làm hỗn hợp bê tông bitum đường giao thông)*
- ASTM D2940 *Standard Specification for Graded Aggregate Material For Bases or Subbases for Highways or Airports (Tiêu chuẩn kỹ thuật cho vật liệu cấp phối dùng làm lớp base, subbase cho đường giao thông và sân bay)*
- ASTM D4792 *Standard Test Method for Potential Expansion of Aggregates from Hydration Reactions (Tiêu chuẩn phương pháp thử cho khả năng nở của cốt liệu do phản ứng thủy hóa)*
- ASTM D5106 *Standard Specification for Steel Slag Aggregates for Bituminous Paving Mixtures (Tiêu chuẩn kỹ thuật cho cốt liệu xỉ thép dùng làm hỗn hợp bê tông bitum cho đường giao thông)*
- BS EN 8500-2 *Specification for constituent materials and concrete (Tiêu chuẩn kỹ thuật cho vật liệu thành phần và bê tông)*
- BS EN 13108-1 *Bituminous mixtures. Material specifications - Asphalt Concrete (Hỗn hợp bê tông bitum. Tiêu chuẩn kỹ thuật vật liệu – bê tông at phan)*
- BS EN 13242 *Aggregates for unbound and hydraulically bound materials (Cốt liệu cho vật liệu rời và vật liệu được liên kết bằng chất kết dính thủy lực)*
- BS EN 15167-1 *Ground granulated blast furnace slag for use in concrete, mortar and grout. Definitions, specifications and conformity criteria (Xỉ hạt lò cao nghiền mịn sử dụng cho bê tông, vữa xây và vữa rót).*
- JIS A 5011-1 *Slag aggregate for concrete - Part 1: Blast furnace slag aggregate (Cốt liệu xỉ cho bê tông – Phần 1: Cốt liệu xỉ lò cao)*
- JIS A 5011-4 *Slag aggregate for concrete - Part 4: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate (Cốt liệu xỉ cho bê tông – Phần 4: Cốt liệu xỉ oxy hóa lò hồ quang điện)*
- JIS A 5015 *Iron and steel slag for road construction (Xỉ gang và xỉ thép cho xây dựng đường giao thông)*

3. Phân loại

Xỉ gang (thực chất là xỉ lò cao) và xỉ thép là phụ phẩm của quá trình sản xuất gang và thép tương ứng. Xỉ gang và xỉ thép được phân loại như mô tả trong Hình 1.



Hình 1. Phân loại xỉ gang, thép

3.1 Xỉ lò cao (Blast furnace slag)

Xỉ lò cao được tạo ra trong quá trình sản xuất gang. Tùy thuộc vào quy trình làm nguội, xỉ lò cao được chia thành hai loại: xỉ lò cao làm nguội chậm (air-cooled blast furnace slag, viết tắt là xỉ ABFS) - được làm nguội tự nhiên nhờ không khí hoặc nước và xỉ hạt lò cao (granulated blast furnace slag, viết tắt là xỉ GBFS) - được làm nguội nhanh bằng nước. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xỉ lò cao thể hiện trong Hình 2.

3.1.1 Xỉ lò cao làm nguội chậm (xỉ ABFS)

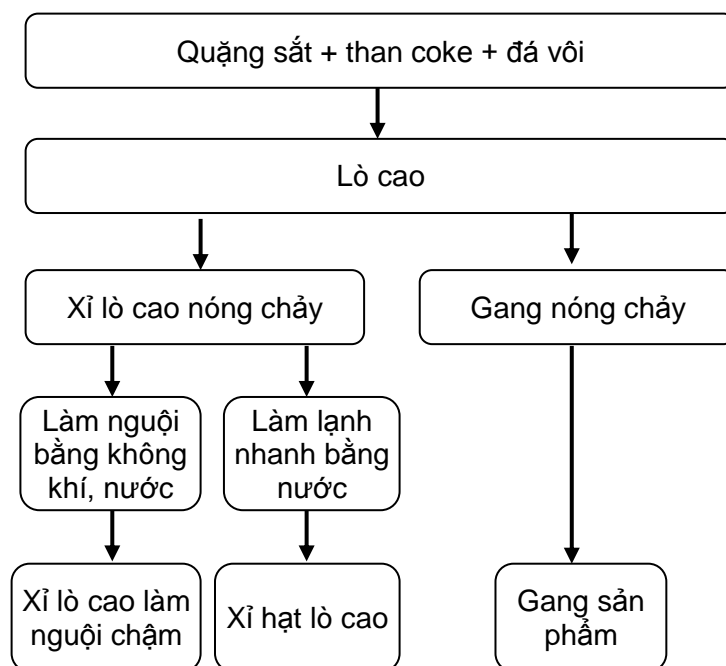
Xỉ nóng chảy hình thành từ lò cao được tháo ra sân (bãi) làm nguội. Tại đây, xỉ nóng chảy được làm nguội tự nhiên hoặc phun nước, chúng đông cứng thành dạng giống như đá với cấu trúc tinh thể. Xỉ lò cao làm nguội chậm thường được nghiền và sàng thành cỡ hạt yêu cầu để làm cốt liệu cho bê tông, vật liệu hạt cho san lấp và rải đường.

3.1.2 Xỉ hạt lò cao (xỉ GBFS)

Xỉ nóng chảy hình thành từ lò cao được tháo chảy ra các mương dẫn và được phun nước với áp lực cao để làm lạnh nhanh tạo nên các hạt giống như hạt cát có cấu trúc xốp. Các hạt xỉ này trộn với nước tạo nên hỗn hợp lỏng được bơm ra bãi khử nước, tại đó các hạt xỉ được róc nước tự nhiên.

3.2 Xỉ thép (Steel slag)

Xỉ thép được tạo ra từ quá trình sản xuất thép. Tùy thuộc vào lò luyện thép mà xỉ thép được chia thành hai loại: xỉ lò thổi (Basic Oxygen Furnace slag, viết tắt là xỉ BOF) hay còn gọi là lò chuyển - converter) và xỉ lò hồ quang điện (Electric Arc Furnace slag, viết tắt là xỉ EAF).



Hình 2. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xỉ lò cao

3.2.1 Xỉ lò thổi (xỉ BOF)

Xỉ lò thổi được tạo ra trong quá trình tinh luyện thép trong lò thổi. Gang tạo ra từ lò cao, có tính cứng và giòn do chứa (4-5) % các tạp chất như C, Si, Mn, P. Để gang chuyển thành thép khắc phục các nhược điểm của gang, các chất phụ gia như vôi sống được cho vào gang lỏng, đồng thời một lượng oxy được thổi vào để oxy hóa các chất không cần thiết như carbon (C) trong gang lỏng. Sau đó, gang lỏng đã oxy hóa và các phụ gia sẽ tạo ra xỉ. Do khác nhau về dung trọng với thép lỏng, xỉ lỏng sẽ nổi lên phía trên và được tháo ra khỏi lò để tạo thành xỉ lò thổi sau khi được làm nguội. Xỉ lò thổi được làm nguội chậm bằng không khí tự nhiên, hoặc phun nước tại bãi chứa. Lượng xỉ BOF phát thải khoảng 100-150 kg trên một tấn thép. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xỉ thép BOF thể hiện trong Hình 3.

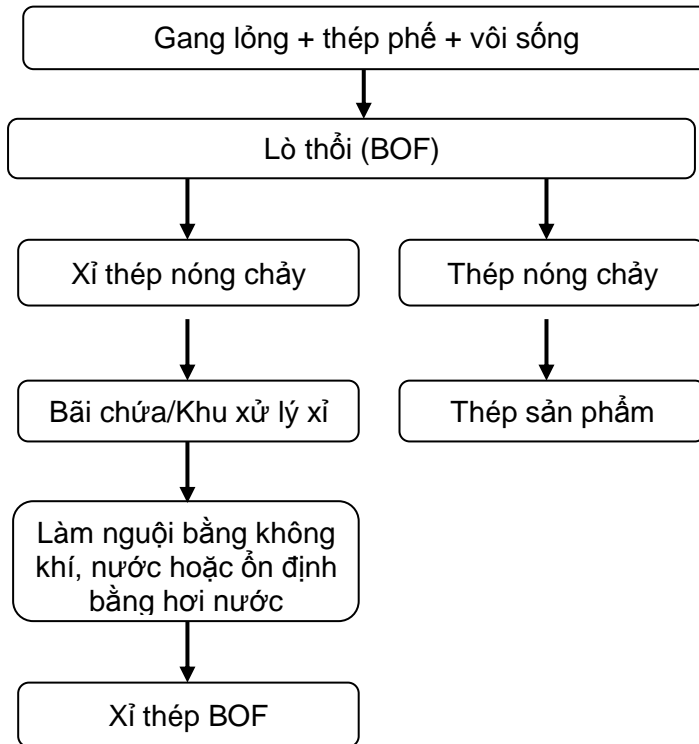
3.2.2 Xỉ lò hồ quang điện (xỉ EAF)

Khác với lò thổi khí, lò hồ quang điện sử dụng điện cực để làm tăng nhiệt độ nhằm nung chảy và tinh luyện nguyên liệu (thép phế, gang cục). Trong lò hồ quang điện diễn ra quá trình oxy hóa và khử. Xỉ oxy hóa và xỉ hoàn nguyên (quá trình khử) được tạo ra từ mỗi giai đoạn của quá trình luyện thép.

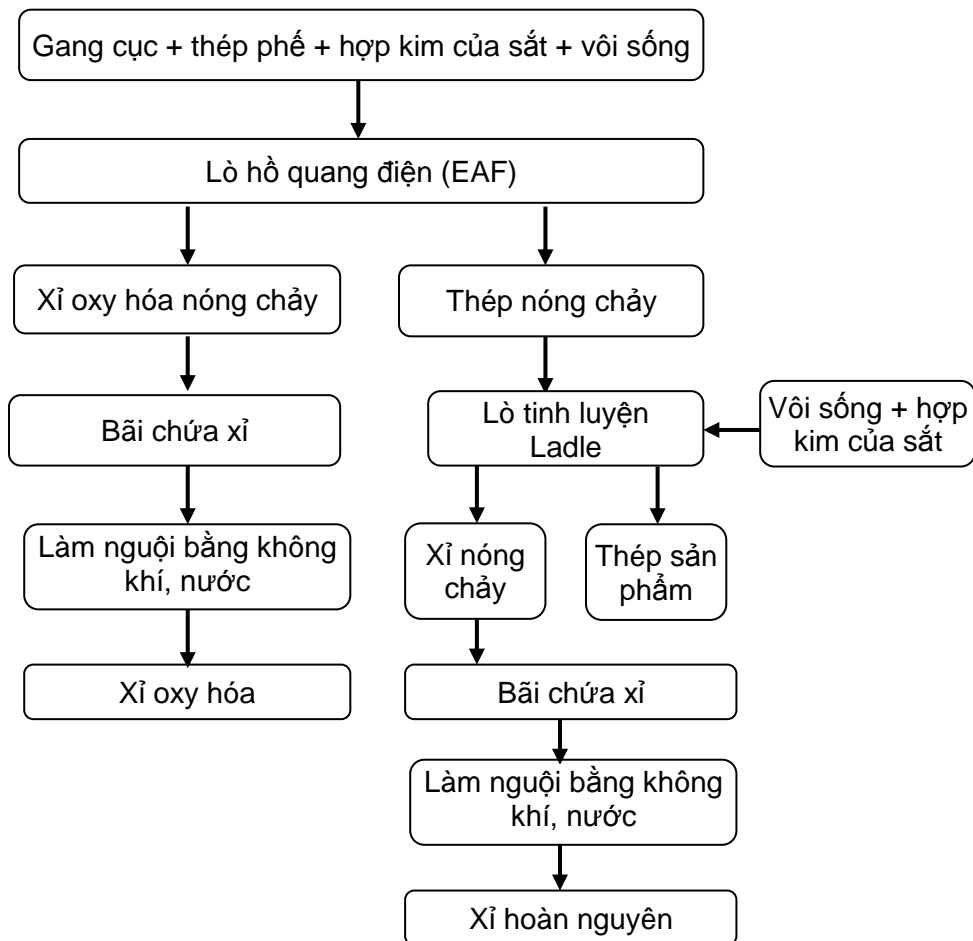
3.2.2.1 Xỉ oxy hóa: Khí oxy được thổi vào thép lỏng để làm tăng phản ứng oxy hóa với carbon trong thép, tạo ra bọt khí CO, khi đó xỉ oxy hóa được tạo ra nhờ quá trình này.

3.2.2.2 Xỉ hoàn nguyên: Sau khi xỉ oxy hóa được tạo ra do quá trình oxy hóa các thành phần tạp chất trong thép lỏng, các chất khử (là các hợp kim của sắt) và vôi được cho vào để loại bỏ oxy và một số oxyt phi kim, lưu huỳnh (S) còn trong thép lỏng và tạo ra xỉ hoàn nguyên.

Để sản xuất một tấn thép thông thường thải ra khoảng (70-100) kg xỉ oxy hóa và khoảng (30-50) kg xỉ hoàn nguyên. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xỉ oxy hóa và xỉ hoàn nguyên thể hiện trong Hình 4.



Hình 3. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xi thép lò thổi

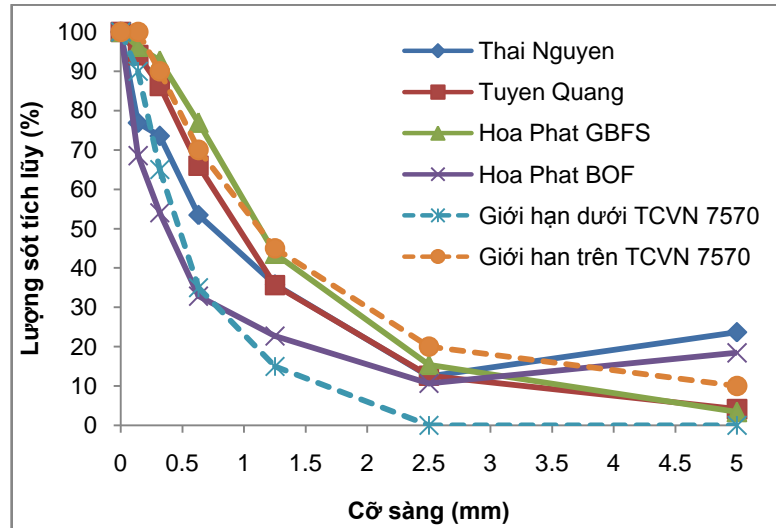


Hình 4. Sơ đồ công nghệ quá trình tạo ra xi thép lò hồ quang điện

4. Tính chất của xỉ gang và xỉ thép

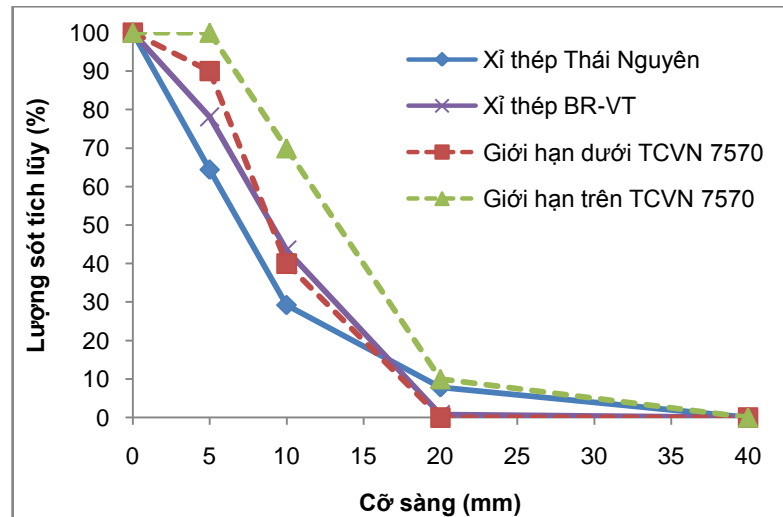
4.1 Đặc tính của xỉ gang và xỉ thép

Đặc tính cơ bản của xỉ gang và xỉ thép được mô tả trong Bảng 1. Tính chất cơ lý và thành phần hóa điển hình của xỉ gang, xỉ thép của một số nhà máy gang thép ở Việt Nam và xỉ gang, xỉ thép của Nhật Bản (để so sánh) được thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3 tương ứng.



Hình 5. Thành phần hạt xỉ hạt lò cao của một số nhà máy gang thép tại Việt Nam

[Kết quả thí nghiệm do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện]



Hình 6. Thành phần hạt xỉ thép đã được gia công thành cốt liệu

[Kết quả thí nghiệm do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện]

4.2 Ảnh hưởng đến môi trường

Ảnh hưởng của xỉ gang và xỉ thép đến môi trường khi sử dụng làm vật liệu xây dựng được đánh giá thông qua nước lọc rửa qua vật liệu sử dụng xỉ. Đặc điểm chung tác động đến môi trường xung quanh của xỉ gang, xỉ thép là tạo ra môi trường kiềm với pH ban đầu có thể lên đến 8-12, sau đó giảm dần theo thời gian. Xỉ thép tạo ra môi trường kiềm cao hơn so với xỉ lò cao. Xỉ ABFS khi chưa được xử lý có thể tạo ra nước lọc rửa có màu vàng/xanh, có mùi

Bảng 1. Tổng hợp đặc tính của xỉ gang và xỉ thép

Đặc tính	Xi lò cao làm nguội chậm (ABFS)	Xi hạt lò cao (GBFS)	Xi thép (xi EAF và xi BOF)
Mô tả chung	Xi ABFS có bề mặt thô, nhiều lỗ rỗng và góc cạnh; khối lượng thể tích nhẹ hơn và độ hút nước lớn hơn so với đá dăm tự nhiên. Xi ABFS có chất lượng thay đổi tùy thuộc vào mỗi nhà máy và lò sản xuất, do tính chất vật lý của nó thay đổi phụ thuộc vào độ dày của lớp xỉ nóng chảy và phương pháp làm nguội.	Xi hạt lò cao có hình dạng bên ngoài giống với cát thô, hầu hết có cỡ hạt nhỏ hơn 5 mm, ít hạt mịn. Xi hạt lò cao có thành phần chủ yếu ở dạng thủy tinh với các hạt rất góc cạnh.	Xi thép có màu xám đen, khối lượng thể tích lớn hơn so với đá tự nhiên (khoảng 15-25 %) và xỉ lò cao. Chúng có khả năng nở do chứa vôi, oxyt magiê tự do trong thành phần. Chất lượng và khối lượng thể tích, mức độ nở của xỉ thép khác nhau tùy thuộc vào nhà máy thép và quy trình tinh luyện thép.
Thành phần hóa	Do cùng nguồn gốc nên thành phần hóa của xỉ ABFS và xỉ hạt lò cao giống nhau. Thành phần hóa của xỉ lò cao thông thường gồm canxi oxyt (CaO) và silic oxyt (SiO ₂) là các thành phần chính. Chúng chứa nhiều vôi khi so sánh với đất và đá trong tự nhiên. Ngoài ra chúng còn chứa nhôm oxyt (Al ₂ O ₃) và magiê oxyt (MgO). Thành phần hóa của một số loại xỉ lò cao từ một số nhà máy ở Việt Nam thể hiện trong Bảng 3.		Xi thép thường chứa thành phần chủ yếu là canxi oxyt (CaO) và silic oxyt (SiO ₂). Xi thép lò thổi chứa thêm các thành phần khác là magiê oxyt (MgO) và mangan oxyt (MnO). Thành phần hóa của một số loại xỉ thép từ một số nhà máy ở Việt Nam thể hiện trong Bảng 3.
Thành phần hạt	Thường được gia công cỡ hạt bằng cách nghiền và sàng thành cỡ hạt nhất định theo mục đích ứng dụng.	Cỡ hạt chuẩn của xỉ hạt lò cao giống như cỡ hạt cát, hầu hết nhỏ hơn 5 mm và rất ít hạt mịn. Kết quả phân tích thành phần hạt của xỉ hạt lò cao từ của một số nhà máy gang thép tại Việt Nam thể hiện trong Hình 5.	Xi thép thường được gia công cỡ hạt bằng cách nghiền và sàng thành cỡ hạt có kích thước lớn nhất 40mm hoặc nhỏ hơn. Hình 6 minh họa thành phần cỡ hạt của xỉ thép đã gia công thành cỡ hạt cốt liệu cho xây dựng của một số nguồn xỉ thép tại Việt Nam.
Khối lượng thể tích	Khối lượng thể tích của xỉ ABFS trong khoảng (2,45 - 2,55) g/cm ³ , thấp hơn so với đá vôi tự nhiên nhưng lớn hơn so với xỉ hạt lò cao.	Khối lượng thể tích của xỉ hạt lò cao trong khoảng 2,25-2,95 g/cm ³	Khối lượng thể tích xỉ thép trong khoảng 3,2 - 3,6 g/cm ³ . Khối lượng thể tích của các hạt xỉ thép nhỏ hơn 5mm thấp hơn so với xỉ thép cỡ hạt thô hơn.
Khối lượng thể tích xấp	Xi ABFS được gia công thành vật liệu cấp phối dạng hạt cho đường giao thông chế tạo từ xỉ lò cao làm nguội chậm có cỡ hạt D _{max} 20mm có khối lượng thể tích xấp khoảng 1100- 1300 kg/m ³ .	Khối lượng thể tích xấp của xỉ hạt lò cao trong khoảng 800-1300 kg/m ³ , nhỏ hơn so với cát tự nhiên, với mức độ dao động cũng lớn hơn, khoảng 80-130 kg/m ³ .	Khối lượng thể tích xấp của xỉ thép phụ thuộc vào phân bố cỡ hạt và mức độ đầm chặt. Khối lượng thể tích xấp ở trạng thái tự nhiên trong khoảng 1600-1900 kg/m ³ .
Tính nở	Xi ABFS có độ ổn định cao khi sử dụng làm	Xi hạt lò cao có độ ổn định cao khi sử	Xi thép ngay khi được tạo ra chứa khoảng vài

Đặc tính	Xi lò cao làm nguội chậm (ABFS)	Xi hạt lò cao (GBFS)	Xi thép (xi EAF và xi BOF)
và ổn định thể tích	cốt liệu cho bê tông xi măng và trong xây dựng	dùng làm cốt liệu cho bê tông xi măng và trong xây dựng	phần trăm vôi tự do. Khi tiếp xúc với nước, vôi tự do gần bề mặt hạt xi thủy hóa gây nở làm hạt xi bị nứt hoặc tạo ra các hạt xi nhỏ. Ngược lại, nếu vôi tự do ở sâu phía trong thì hiện tượng nở sẽ diễn ra muộn hoặc không diễn ra. Mức độ nở của xi thép thay đổi phụ thuộc vào kích thước của hạt vôi tự do và tính chất của hạt xi thép.
Độ hút nước	Độ hút nước của xi ABFS khoảng 1,0 đến 6,0 % (phổ biến là 3-4 %), cao hơn so với đá dăm tự nhiên.	Độ hút nước của xi hạt lò cao khoảng 2,0 đến 6,0 % (phổ biến là 2-4 %), cao hơn so với đá dăm tự nhiên.	Độ hút nước của xi thép khoảng 1,0 đến 4,0 %, cao hơn so với đá dăm tự nhiên.
Tính chất cơ học	Cường độ, tính chống mài mòn, va đập của cốt liệu xi lò cao ở mức thấp hơn so với cốt liệu tự nhiên.	–	Cường độ, khả năng chịu va đập và đặc biệt tính chống mài mòn, ma sát cao, tốt hơn so với cốt liệu tự nhiên và xi ABFS.
Góc nội ma sát	Do xi ABFS có bề mặt thô và hình dạng góc cạnh, nên góc nội ma sát của xi hạt lò cao lớn khoảng 40-45°, lớn hơn của đá tự nhiên nghiền. Tính chất này mang lại ưu điểm khi sử dụng xi lò cao làm nguội chậm làm vật liệu đắp nền.	Do xi hạt lò cao có bề mặt thô và hình dạng góc cạnh, nên góc nội ma sát của xi hạt lò cao lớn khoảng 40-45°, lớn hơn của cát tự nhiên. Tính chất này mang lại ưu điểm khi sử dụng xi hạt lò cao làm vật liệu đắp nền.	Do hạt xi thép có bề mặt thô, hình dạng góc cạnh, nên góc nội ma sát của xi thép lớn khoảng 40-45°, lớn hơn của đá tự nhiên nghiền. Ngoài ra, xi thép có khối lượng thể tích lớn do vậy, các tính chất này mang lại ưu điểm khi sử dụng xi thép làm vật liệu đắp, rải đường.
Tính thủy lực	Một lượng rất nhỏ canxi oxýt (CaO) và silic oxýt (SiO ₂) trong xi ABFS khi tiếp xúc với nước tạo ra sản phẩm thủy hóa dạng CSH làm đặc chắc bề mặt hạt xi. Ngoài ra, khi có mặt Al ₂ O ₃ hoạt tính trong môi trường kiềm thì cũng sẽ tạo sản phẩm thủy hóa dạng CASH do vậy chúng làm đặc chắc cấu trúc hạt xi và dính kết các hạt xi tạo ra cường độ của khối vật liệu xi theo thời gian.	Xi hạt lò cao có hoạt tính mạnh do cấu trúc dạng thủy tinh, chúng có thể tạo sản phẩm thủy hóa đặc chắc trong môi trường kiềm. Do có tính thủy lực tiềm ẩn này, xi hạt lò cao có khả năng dính kết với nhau thành một khối vật liệu có cường độ.	Mặc dù xi thép cũng giống như xi lò cao làm nguội chậm chúng có tính thủy lực, tuy nhiên tính thủy lực của nó yếu và không đồng đều.

Bảng 2. Tính chất cơ lý điển hình của xỉ gang và xỉ thép của một số nhà máy gang thép tại Việt Nam

Chỉ tiêu	Xỉ gang				Xỉ thép		
	Xỉ GBFS Thái Nguyên	Xỉ GBFS Hòa Phát	Xỉ GBFS Tuyên Quang	Nhật Bản	EAF Thái Nguyên qua nghiền	EAF B. Rịa-V. Tàu qua nghiền	BOF Hòa Phát
Khối lượng riêng, g/cm ³	2,297	2,558	2,473	2,6-2,9	3,778	3,669	3,425
Độ hút nước, %	2,98	2,52	2,22	0,4-1,5	2,28	1,73	14,45
Khối lượng thể tích xốp, kg/m ³	821,1	1096	1027	-	1780	1822	1345
Thành phần hạt	ngoài vùng cát thô theoTCVN 7570:2006	cát thô theoTCVN 7570:2006	cát thô theoTCVN 7570:2006	-	Dmax 20mm	Dmax 20mm	ngoài vùng cát thô theo TCVN 7570:2006
Hàm lượng hạt > 5 mm, %	11,8	1,7	2,1	-	64,4	78,1	9,2
Mô đun độ lớn (hạt < 5 mm)	3,12	3,36	3,07	-	-	-	2,01
Nén đập xi lạnh, %	-	-	-	-	7,6	7,2	-
Hao mòn Los Angeles, %	-	-	-	-	16,2	14,8	-

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện; Xỉ Nhật tham khảo từ nguồn của Hiệp Hội Xỉ Nhật Bản

Bảng 3. Thành phần hóa điển hình của xỉ gang, xỉ thép của một số nhà máy gang thép tại Việt Nam

TT	Thành phần hóa	Xỉ hạt lò cao			Xỉ thép			
		Hòa Phát	Thái Nguyên	Nhật Bản	EAF Thái Nguyên	BOF Hòa Phát	EAF Nhật Bản	BOF Nhật Bản
1	MKN	0,99	-	-	kxđ	8,48	-	-
2	SiO ₂	35,54	36,12	33,8	19,20	15,70	12,1	11

TT	Thành phần hóa	Xỉ hạt lò cao			Xỉ thép			
		Hòa Phát	Thái Nguyên	Nhật Bản	EAF Thái Nguyên	BOF Hòa Phát	EAF Nhật Bản	BOF Nhật Bản
3	CaO	40,95	37,65	41,7	25,00	46,00	22,8	45,8
4	Al ₂ O ₃	10,95	12,74	13,4	5,61	3,58	6,8	1,9
5	Fe ₂ O ₃	0,72	2,36	T-Fe=0,4	32,90	12,40	T-Fe=29,5	T-Fe=17,4
6	MgO	9,20	8,19	7,4	9,51	7,41	4,8	6,5
7	SO ₃	0,14	0,26	-	9,51	0,87	-	-
8	K ₂ O	0,67	0,91	-	0,03	0,42	-	-
9	Na ₂ O	0,43	0,16	-	0,00	0,00	-	-
10	TiO ₂	0,32	0,30	-	0,56	0,58	-	-
11	MnO	-	-	0,3	4,31	3,58	7,9	5,3
12	P ₂ O ₅	-	-	<0,1	0,86	0,50	0,3	1,7
13	CaO _{td}	-	-	-	0,00	2,44	-	-
14	Cl ⁻	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
15	S ²⁻	0,62	0,72	S=0,8	-	-	S=0,2	-

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện; Xỉ Nhật tham khảo từ nguồn của Hiệp Hội Xỉ Nhật Bản

khí sulfua trong khí xỉ thép tạo ra nước có màu trắng. Mức độ chất độc hại trong nước lọc rửa qua các loại xỉ thường ở mức thấp so với quy định. Bảng 4 tổng hợp các ảnh hưởng đến môi trường của các loại xỉ gang và xỉ thép [1][3].

Bảng 4. Tổng hợp ảnh hưởng môi trường xung quanh của xỉ gang, xỉ thép

Loại xỉ	Màu, mùi của nước lọc rửa qua vật liệu	Chỉ số pH của nước tiếp xúc với xỉ	Phát thải chất độc hại ¹⁾	Khuyến nghị
Xỉ lò cao làm nguội chậm	Tạo nước rỉ có màu vàng/xanh có mùi khí sulfua sau đó bị oxy hóa và hết màu sau 2-3 ngày	Tạo ra môi trường kiềm, pH từ 10-11 giảm dần xuống còn khoảng 8-8,5 sau một năm	Hàm lượng chất độc hại có trong nước lọc rửa qua xỉ thấp hơn so với giá trị có thể định lượng được.	Cần có kiểm tra chỉ số pH và phát thải chất độc hại của xỉ với mỗi nhà máy gang thép
Xỉ hạt lò cao	Không có ảnh hưởng rõ ràng nào	Tạo ra môi trường kiềm với pH khoảng 8-10, thấp hơn so với các loại xỉ khác	(như trên)	–
Xỉ lò thổi BOF và xỉ lò hồ quang điện EAF	Tạo nước rỉ có khả năng tạo kết tủa trắng do phản ứng thủy hóa của vôi tự do trong xỉ. Lượng kết tủa trắng giảm dần theo thời gian	Do xỉ chứa vôi tự do nên chỉ số pH cao hơn các loại xỉ khác pH khoảng 8-12	Hầu hết các mẫu xỉ có hàm lượng chất độc hại thấp hơn mức có thể định lượng được. Tuy nhiên một số mẫu xỉ có thể có giá trị lớn hơn mức cho phép	Cần có kiểm tra chỉ số pH, hàm lượng vôi tự do hoặc tính nở và phát thải chất độc hại của xỉ với mỗi nhà máy sản xuất thép

¹⁾ Lượng phát thải chất độc hại của xỉ tham khảo số liệu nêu trong PHỤ LỤC 1

5. Hướng dẫn sử dụng xỉ gang, xỉ thép

5.1 Phạm vi sử dụng

Do đặc tính khác nhau của mỗi loại xỉ, nên xỉ gang và xỉ thép có khả năng sử dụng trong phạm vi nhất định. Bảng 5 liệt kê các ứng dụng chủ yếu của mỗi loại xỉ gang và xỉ thép trong lĩnh vực làm vật liệu xây dựng. Các ứng dụng khác của xỉ gang, xỉ thép không được nêu trong Bảng 5 cần phải được nghiên cứu và đánh giá trước khi áp dụng trong thực tế.

Bảng 5. Ứng dụng chủ yếu của xỉ gang, xỉ thép trong lĩnh vực vật liệu xây dựng

Nguồn gốc	Chủng loại xỉ	Ứng dụng	Mức độ ứng dụng
Xỉ lò cao	Xỉ lò cao làm nguội chậm (xỉ ABFS)	Cốt liệu cho bê tông	++
		Vật liệu hạt cho đắp, san lấp công trình	++
		Vật liệu cho đường giao thông	++
		Cọc cát đầm chặt	+
Xỉ hạt lò cao	Xỉ hạt lò cao	Làm phụ gia khoáng cho sản xuất xi măng*	+++
		Làm phụ gia khoáng cho bê tông và vữa*	+++

Nguồn gốc	Chủng loại xỉ	Ứng dụng	Mức độ ứng dụng
	(xỉ GBFS)	Chất kết dính cho gia cố nền đất*	+++
		Cốt liệu nhỏ cho bê tông	++
		Vật liệu hạt cho đắp, san lấp công trình	++
		Vật liệu cho đường giao thông	++
		Vật liệu hạt cho thoát nước	+
		Cọc cát đầm chặt	+
Xỉ thép	Xỉ lò thổi (xỉ BOF)	Vật liệu hạt rải đường (base, subbase, subgrade)	++
		Cốt liệu cho bê tông atphan	++
		Vật liệu hạt cho đắp, san lấp công trình	+
		Cọc cát đầm chặt	++
	Xỉ lò hồ quang điện (xỉ EAF)	Vật liệu hạt rải đường (base, subbase, subgrade)	++
		Cốt liệu cho bê tông atphan	++
		Vật liệu hạt cho đắp, san lấp công trình	+
		Cọc cát đầm chặt	++
CHÚ THÍCH	+++	Ứng dụng đã được tiêu chuẩn hóa thành TCVN	
	++	Ứng dụng nhiều ở nước ngoài, đã có sản phẩm sản xuất, cung ứng ở Việt Nam nhưng chưa có TCVN	
	+	Đã có ứng dụng trong thực tế nhưng chưa được tiêu chuẩn hóa hoặc cần nghiên cứu thêm	
	*	ở trạng thái nghiền mịn	

5.2 Hướng dẫn sử dụng

Xỉ gang, xỉ thép sử dụng làm vật liệu xây dựng cần phải thử nghiệm và đáp ứng theo quy định trong Bảng 6 trước khi đưa ra sử dụng trong thực tế [1][2][3]. Hướng dẫn sử dụng xỉ gang, xỉ thép cho các ứng dụng cụ thể được trình bày trong các mục 5.2.1 đến 5.2.5 dưới đây.

Bảng 6. Quy định về kiểm soát chất lượng xỉ gang, xỉ thép sử dụng làm vật liệu xây dựng

Nguồn gốc	Chủng loại xỉ	Ứng dụng	Cho phép sử dụng	Tiêu chuẩn áp dụng ¹⁾	Chỉ tiêu kỹ thuật cần kiểm tra				
					Chỉ số hoạt tính cường độ	Hàm lượng vôi tự do (tính nơ)	Chỉ số pH của nước chiết	Phát thải chất độc hại	
Xỉ lò cao (xỉ gang)	Xỉ lò cao làm nguội chậm (ABFS)	Cốt liệu lớn cho bê tông	①	JIS A 5011-1 ASTM C33	-	-	-	√	
		Vật liệu cho đường giao thông	①	JIS A 5015	-	√	-	√	
		Khác	②	-	③				
	Xỉ hạt lò cao (GBFS)	Phụ gia khoáng cho bê tông, vữa	Đã được cho phép		TCVN 11586	√	-	-	-
		Phụ gia khoáng cho xi măng	Đã được cho phép		TCVN 4315 TCVN 11586	√	-	-	-
		Cốt liệu nhỏ cho bê tông	①		JIS A 5011-1 ASTM C33	-	-	-	√
		Khác	②		-	③			
Xỉ thép	Xỉ thép lò thổi (BOF) và xỉ thép lò hồ quang điện (EAF)	Vật liệu cho đường giao thông	①	JIS A 5015	-	√	-	√	
		Vật liệu cho đắp nền, chèn kết cấu	②		-	-	√	√	
		Khác	②		-	③			

CHÚ THÍCH

1) Có thể áp dụng tiêu chuẩn khác tương đương với tiêu chuẩn được liệt kê trong bảng này

① Chỉ sử dụng khi có tính năng phù hợp với một tiêu chuẩn nêu trong cột “Tiêu chuẩn áp dụng” và chỉ tiêu đánh dấu (√)

② Phải được kiểm tra các chỉ tiêu đánh dấu (√) và chỉ được phép sử dụng khi có sự chấp thuận của cơ quan có thẩm quyền

③ Các chỉ tiêu cần đánh giá và mức giới hạn được đặt ra tùy từng trường hợp

5.2.1 Phụ gia khoáng cho xi măng

Chỉ nên sử dụng xỉ hạt lò cao (Granulated blast furnace slag, viết tắt là GBFS) làm phụ gia khoáng trong sản xuất xi măng. Quy định về sử dụng GBFS làm phụ gia khoáng cho xi măng có thể áp dụng các TCVN như thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7. Tiêu chuẩn cho xi măng chứa GBFS

Xi măng và GGBFS	Số hiệu tiêu chuẩn	Quy định về sử dụng GBFS
Xỉ hạt lò cao dùng để sản xuất xi măng	TCVN 4315:2007	Quy định về chất lượng của xỉ hạt lò cao sử dụng làm phụ gia khoáng cho xi măng
Xỉ hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng	TCVN 11586:2016	Quy định về chất lượng của xỉ hạt lò cao nghiền mịn sử dụng làm phụ gia khoáng cho bê tông, vữa và xi măng
Xi măng poóc lăng hỗn hợp	TCVN 6260:2009	Hàm lượng GBFS tối đa đến 40 % trong xi măng (theo khối lượng)
Xi măng đa cấu tử	TCVN 9501:2013	Hàm lượng GBFS từ > (40-80) % trong xi măng
Xi măng poóc lăng xỉ lò cao	TCVN 4316:2007	Hàm lượng GBFS từ > (40-70) % trong xi măng
Xi măng poóc lăng hỗn hợp bền sulfate	TCVN 7711:2013	Hàm lượng GBFS tối đa đến 80 % trong xi măng
Xi măng poóc lăng hỗn hợp ít tỏa nhiệt	TCVN 7712:2013	Hàm lượng GBFS tối đa đến 80 % trong xi măng

5.2.2 Phụ gia khoáng cho bê tông, vữa xây dựng

Chỉ nên sử dụng xỉ hạt lò cao nghiền mịn (Ground granulated blast furnace slag, viết tắt là GGBFS) làm phụ gia khoáng cho bê tông và vữa. Bảng 8 trình bày các chỉ dẫn kỹ thuật khi sử dụng GGBFS làm phụ gia cho bê tông và vữa xây dựng.

Bảng 8. Chỉ dẫn sử dụng GGBFS làm phụ gia cho bê tông và vữa

Chỉ tiêu	Chỉ dẫn về sử dụng GGBFS cho bê tông và vữa	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
Chất lượng của GGBFS	Cần phải kiểm tra đánh giá đảm bảo phù hợp với yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 11586:2016 “Xỉ hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng”.	TCVN 11586:2016 “Xỉ hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng”. Có thể áp dụng các tiêu chuẩn nước ngoài, ví dụ như ASTM C989, JIS A 6206; BS EN 15167-1
Hàm lượng sử dụng	Tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể đối với kết cấu bê tông, vữa (bền trong môi trường xâm thực, cường độ, nhiệt thủy hóa, v.v...) mà hàm lượng GGBFS sử dụng khác nhau, thường dao động trong khoảng (20-80) % [4].	Áp dụng tiêu chuẩn TCVN đối với xi măng chứa GGBFS tùy từng ứng dụng cụ thể. Đối với bê tông, chất kết dính sử dụng GGBFS áp dụng thiết kế cấp phối như bê tông sử dụng xi măng hỗn hợp.

Chỉ tiêu	Chỉ dẫn về sử dụng GGBFS cho bê tông và vữa	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn																
Tính công tác của hỗn hợp bê tông (HHBT)	HHBT sử dụng GGBFS thay thế một phần xi măng có lượng dùng nước tương đương hoặc ít hơn khoảng 3-5 % [1] và khả năng duy trì tính công tác tốt hơn so với HHBT chỉ sử dụng xi măng [2].	Tính công tác của HHBT chứa GGBFS thí nghiệm theo TCVN 3106																
Thời gian đông kết (TGĐK) của HHBT	TGĐK của HHBT với hàm lượng GGBFS >25% của chất kết dính tăng so với HHBT chỉ sử dụng xi măng [6]. Ở hàm lượng thay thế xi măng (35-40)% thì TGĐK tăng khoảng 1h [6]	Thời gian đông kết của HHBT xác định theo TCVN 9338 Thời gian đông kết của hỗn hợp vữa xác định theo TCVN 3121-9																
Tách nước của HHBT	Khi sử dụng GGBFS mịn hơn xi măng thì mức độ tách nước của hệ sẽ giảm và ngược lại.	Tách nước của HHBT xác định theo TCVN 3109																
Thời gian bảo dưỡng ban đầu đối với bê tông	Do mức độ phát triển cường độ tuổi sớm thấp và bê tông có xu hướng tăng độ co ở tuổi sớm nên bê tông chứa GGBFS cần được Bảo dưỡng ẩm tự nhiên ngay sau khi hoàn thiện bề mặt đến khi đạt <i>cường độ bảo dưỡng tối hạn</i> . Thời gian bảo dưỡng ẩm tối thiểu của bê tông chứa GGBFS có thể tham khảo như sau: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Nhiệt độ môi trường (°C)</th> <th colspan="3">Tỷ lệ GGBFS/xi măng (%)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>30-40</th> <th>40-55</th> <th>55-70</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10-17</td> <td>7 ngày</td> <td>8 ngày</td> <td>9 ngày</td> </tr> <tr> <td>>17</td> <td>7 ngày</td> <td>7 ngày</td> <td>7 ngày</td> </tr> </tbody> </table>	Nhiệt độ môi trường (°C)	Tỷ lệ GGBFS/xi măng (%)				30-40	40-55	55-70	10-17	7 ngày	8 ngày	9 ngày	>17	7 ngày	7 ngày	7 ngày	Quy trình bảo dưỡng áp dụng theo TCVN 8828 với thời gian bảo dưỡng ẩm tự nhiên theo như bảng bên.
Nhiệt độ môi trường (°C)	Tỷ lệ GGBFS/xi măng (%)																	
	30-40	40-55	55-70															
10-17	7 ngày	8 ngày	9 ngày															
>17	7 ngày	7 ngày	7 ngày															
Phát triển cường độ của bê tông	Khi sử dụng GGBFS thì cường độ ở tuổi sớm (3 và 7 ngày) của bê tông thấp hơn nhưng sẽ tương đương sau khoảng 28 ngày và cao hơn ở các tuổi sau đó. Mức độ đạt cường độ tương đương bê tông sử dụng xi măng PC phụ thuộc vào tỷ lệ sử dụng GGBFS và cấp phối bê tông [2][6].	Thí nghiệm đánh giá phát triển cường độ nén của bê tông theo TCVN 3118																
Nhiệt thủy hóa của bê tông	Mức độ tỏa nhiệt của bê tông chứa GGBFS không nhanh như bê tông với xi măng PC do đó làm giảm nguy cơ nứt kết cấu bê tông do ứng suất nhiệt [2][6].	Xác định nhiệt độ bê tông theo phương pháp bán đoạn nhiệt, đoạn nhiệt																
Chống xâm thực sulfate	Xi măng poóc lăng hỗn hợp bền sun phát chứa GGBFS có thể thay thế xi măng poóc lăng bền sun phát cho chế tạo bê tông làm việc trong môi trường xâm thực sulfate trong hầu hết các trường hợp [2][6].	TCVN 7711 , TCVN 4316, TCVN 9501																
Tính chống thấm và bảo vệ ăn	Bê tông chứa GGBFS được cải thiện về vi cấu trúc, lỗ rỗng do đó tăng khả năng chống thấm và độ bền lâu [2][6]. Bê tông chứa GGBFS giảm hệ số xâm nhập ion	Thử chống thấm áp lực nước theo TCVN 3116. Thử thâm nhập ion clo theo phương pháp đo điện lượng theo																

Chỉ tiêu	Chỉ dẫn về sử dụng GGBFS cho bê tông và vữa	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
mòn cốt thép	clo gấp hàng chục lần so với bê tông chỉ sử dụng xỉ măng PC. Ngoài ra, bê tông chứa GGBFS còn giảm chiều dày lớp bê tông bị cacbonat hóa, do vậy tăng cường hiệu quả khả năng bảo vệ ăn mòn cốt thép [2][6]. Bê tông sử dụng GGBFS thích hợp cho kết cấu bê tông vùng biển.	TCVN 9337 Xác định hệ số khuếch tán clorua theo chiều sâu theo TCVN 9492 Thử ăn mòn cốt thép theo đo điện thế theo TCVN 9348.

5.2.3 Cốt liệu cho bê tông

Đối với ứng dụng làm cốt liệu cho bê tông, xỉ lò cao làm nguội chậm và xỉ hạt lò cao là hai loại xỉ thường được sử dụng. Xỉ thép có cường độ cao, độ bền tốt nhưng do có tính nở nên ít được sử dụng làm bê tông trong thực tế. Bảng 9 trình bày chỉ dẫn kỹ thuật cho sử dụng xỉ gang, xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông.

Bảng 9. Chỉ dẫn kỹ thuật cho sử dụng xỉ gang, thép làm cốt liệu cho bê tông

Ứng dụng	Loại xỉ	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
Cốt liệu lớn cho bê tông	Xỉ lò cao làm nguội chậm	<p><i>Kiểm soát chất lượng:</i> Thành phần hóa: cần đánh giá hàm lượng CaO, SO₃, lưu huỳnh và FeO tổng. Giới hạn các thành phần này không vượt quá mức quy định trong tiêu chuẩn áp dụng.</p> <p>Tính chất cơ lý: Cần đánh giá các chỉ tiêu như cốt liệu đá tự nhiên, trong đó lưu ý đến thành phần hạt, khối lượng thể tích hạt, độ hút nước.</p> <p><i>Thiết kế cấp phối bê tông [1][2][6]:</i> Phương pháp thiết kế tương tự như bê tông sử dụng cốt liệu tự nhiên. Cần lưu ý đến đặc tính của cốt liệu ABFS như khối lượng thể tích thấp hơn, độ hút nước cao, bề mặt thô ráp hơn so với cốt liệu tự nhiên để có điều chỉnh phù hợp.</p> <p><i>Thi công và bảo dưỡng [2][6]:</i> Thi công tương tự như bê tông cốt liệu tự nhiên. Lưu ý nên làm ẩm cốt liệu trước và điều chỉnh tăng tỷ lệ cốt liệu nhỏ để thuận lợi khi bơm bê tông.</p> <p>Bảo dưỡng [2]: Áp dụng quy trình bảo dưỡng như với bê tông cốt liệu tự nhiên. Bê tông cốt liệu xỉ có lợi thế tăng cường quá trình tự bảo dưỡng nhờ lượng hơi ẩm có nhiều trong cốt liệu.</p>	<p>Áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài như JIS A5011-1, ASTM C33, BS EN 8500-2.</p> <p>Phương pháp thử áp dụng TCVN 7572 hoặc tiêu chuẩn nước ngoài tương ứng</p> <p>Chỉ dẫn chọn thành phần bê tông các loại theo Quyết định 788/QĐ-BXD năm 1998 hoặc các tiêu chuẩn thiết kế thành phần bê tông tương đương.</p> <p>Áp dụng các tiêu chuẩn TCVN về thi công và bảo dưỡng bê tông cốt liệu tự nhiên</p> <p>Áp dụng TCVN 8828 về bảo dưỡng như đối với bê tông cốt liệu tự nhiên.</p>

Ứng dụng	Loại xi	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
	Xi thép (xi lò thổi, xi lò hồ quang điện)	Thực tế hiện nay loại xi này có ứng dụng làm cốt liệu cho bê tông rất hạn chế. Khi cần sử dụng, phải đánh giá về tính ổn định thể tích của loại cốt liệu từ loại xi này do trong vật liệu có thể chứa CaO, MgO tự do, FeO gây nở [1][2][8].	Áp dụng JIS A5011-4 đối với xi thép EAF loại xi oxy hóa, xi thép BOF chưa có tiêu chuẩn. Đánh giá độ nở áp dụng theo JIS A 5015 hoặc ASTM D4792
Cốt liệu nhỏ cho bê tông	Xi lò cao làm nguội chậm và xi hạt lò cao	Áp dụng chỉ dẫn như cốt liệu lớn cho bê tông từ xi ABFS ở phần trên của bảng này.	Có thể áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài như JIS A5011-1, ASTM C33, BS EN 8500-2.

5.2.4 Vật liệu cho san lấp, đắp nền cho công trình xây dựng và giao thông

Xi gang, xi thép rất thích hợp dùng làm vật liệu cấp phối hạt không trộn với chất kết dính (vật liệu rời) do chúng có những đặc tính tốt như cường độ cao, chống mài mòn tốt, góc nội ma sát cao. Chính vì vậy xi gang, xi thép được ứng dụng nhiều làm vật liệu đắp, san lấp trong xây dựng và làm lớp nền, móng cho công trình giao thông, đặc biệt xi thép làm vật liệu cho lớp móng đường có khả năng chịu tải trọng lớn. Bảng 10 trình bày chỉ dẫn kỹ thuật với xi gang, xi thép làm vật liệu dạng hạt cho đắp, điền đầy kết cấu trong xây dựng và cho lớp nền, móng đường giao thông.

Bảng 10. Chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xi gang, xi thép dùng làm vật liệu hạt cấp phối cho san lấp, đắp nền trong xây dựng và làm lớp nền, móng đường giao thông

Loại xi	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
Xi lò cao làm nguội chậm (ABFS)	<p><i>Kiểm soát chất lượng</i> [1][7]:</p> <p>Cần được kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật như đối với vật liệu tự nhiên. Ngoài ra, vật liệu xi ABFS còn cần được kiểm tra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Màu của nước lọc rửa qua vật liệu: cần không màu. Lưu ý nước lọc rửa qua vật liệu có thể có màu (vàng, xanh) và mùi do chứa hợp chất lưu huỳnh có khả năng bị oxy hóa khi vật liệu chưa được xử lý. Các biện pháp xử lý thường áp dụng [1]: (1) phong hóa vật liệu tại bãi chứa tối thiểu một tháng trước khi sử dụng, hoặc sử dụng phương pháp hơi nước nhiệt cao; (2) lấy mẫu kiểm tra màu của nước lọc rửa qua vật liệu; (3) dùng vật liệu ở vị trí trên mực nước ngầm, không ngâm ngập trong nước. - Chỉ số pH và hàm lượng chất độc hại trong nước lọc rửa qua vật liệu 	<p>Có thể áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài như JIS A 5015, ASTM D 2940, BS EN 13242</p> <p>Có thể áp dụng phương pháp thử theo phụ lục A của JIS A5015 để đánh giá màu của nước lọc rửa qua vật liệu</p> <p>Có thể áp dụng JIS A 5015</p>

Loại xỉ	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
	<p><i>Đặc tính kỹ thuật [1][2][7]:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Khối lượng thể tích đầm chặt trong khoảng 1120-1940 kg/m³ [3] thấp hơn vật liệu tự nhiên. - Độ ổn định: do có bề mặt thô, ráp và góc nội ma sát lớn (40-45°) nên vật liệu có độ ổn định cao. Ngoài ra, vật liệu chịu được ẩm ướt, hầu như không bị sụt lún sau khi đầm chặt và có sự dính kết tạo cường độ của các hạt theo thời gian do tính thủy lực tiềm ẩn. Chỉ số CBR cao (thường lớn hơn 100 đến 250 [3]). - Tính thoát nước: do không có tính dẻo dính, nên vật liệu có khả năng cho nước thoát qua cao. - Tính ăn mòn: do nước lọc rửa qua Vật liệu có tính kiềm (pH khoảng 8-10) nên không có nguy cơ gây ăn mòn cho thép. <p><i>Thiết kế và thi công [7]</i></p> <p>Thiết kế và thi công vật liệu đắp và san lấp bằng xỉ ABFS tương tự như với cốt liệu từ đá tự nhiên. Lưu ý các chỉ tiêu nêu ở mục kiểm soát chất lượng.</p>	<p>Các chỉ tiêu kỹ thuật được áp dụng các phương pháp thử như với vật liệu tự nhiên</p> <p>Áp dụng quy phạm thiết kế và thi công như đối với vật liệu đá tự nhiên</p>
<p>Xỉ hạt lò cao (GBFS)</p>	<p>GBFS thường được sử dụng như là cốt liệu nhỏ để phối trộn với ABFS hoặc xỉ thép. Bản thân xỉ GBFS không có tính nở nhưng lưu ý phối hợp GBFS với ABFS ở tỷ lệ quá lớn có khả năng gây nở quá mức cho phép [1].</p>	<p>GBFS cho đường giao thông có thể áp dụng theo JIS A 5015.</p>
<p>Xỉ thép (xỉ lò thổi, xỉ lò hồ quang điện)</p>	<p><i>Kiểm soát chất lượng [1][8]:</i></p> <p>Cần được kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật như đối với vật liệu tự nhiên. Ngoài ra, vật liệu xỉ thép còn cần được kiểm tra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quy trình xử lý nghiền, sàng xỉ thép thành vật liệu hạt cần có thêm công đoạn tách sắt từ tính để vật liệu không bị lẫn sắt. - Kiểm soát chất lượng tại nhà máy nơi phát thải xỉ thép và nơi xử lý xỉ thép đảm bảo thành phần hạt và không bị lẫn tạp chất ngoại lai như gạch chịu lửa, gỗ, vôi, đá, v.v... - Độ ổn định thể tích và tạo kết tủa trắng. Có thể kiểm tra thông qua độ nở ngâm trong nước hoặc phân tích hàm lượng vôi tự do. Một số phương pháp làm ổn định thể tích của xỉ thép như: (1) để phong hóa ngoài trời (ví dụ: vật liệu cho móng đường giao thông cần phong hóa tối thiểu 6 tháng theo JIS A 5015); (2) Ổn định bằng các phương pháp gia tốc như g hơi nước nhiệt độ cao (có thể rút ngắn thời gian xuống còn 3-7 ngày). Lưu ý hiện tượng tạo kết tủa trắng của nước lọc rửa qua vật liệu trong quá trình sử dụng. <p><i>Đặc tính kỹ thuật [1][2][8]:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Khối lượng thể tích hạt (3,2-3,6) g/cm³ cao hơn so với đá tự nhiên (2,5-2,7) g/cm³. - Độ ổn định, chịu tải: do có bề mặt thô ráp và góc nội ma sát lớn (40-45°) nên vật liệu có độ ổn định cao. Chỉ 	<p>Vật liệu xỉ thép cho lớp móng đường giao thông có thể áp dụng theo JIS A 5015, ASTM D 2940, BS EN 13242</p> <p>Đánh giá về độ nở có thể áp dụng theo JIS A 5015 hoặc ASTM D4792.</p>

Loại xi	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
	số CBR cao đến 300 [3].	
	<p>- Trương nở thể tích: có khả năng nở trong môi trường tự nhiên đến 10% do thủy hóa của CaO và MgO. Vì lý do này, vật liệu xi thép không nên sử dụng làm vật liệu nền đầy bị kìm hãm phía ngoài.</p> <p>- Gây hiện tượng nước kết tủa trắng: nước lọc rửa qua vật liệu có khả năng có kết tủa, cặn bột trắng do chứa CaCO₃, gây nguy cơ tắc đường ống thoát nước.</p> <p>- Tính thoát nước: có khả năng cho nước thoát qua cao.</p> <p>- Tính ăn mòn: do nước lọc rửa qua Vật liệu có tính kiềm cao (pH khoảng 8-11) nên có nguy cơ gây ăn mòn lớp mạ kẽm hoặc ống nhôm.</p> <p><i>Thiết kế và thi công</i> [8]</p> <p>Thiết kế và thi công vật liệu đắp và san lấp bằng xi thép tương tự như với cốt liệu từ đá tự nhiên. Lưu ý các chỉ tiêu nêu ở mục kiểm soát chất lượng khi thiết kế và thi công.</p>	Áp dụng quy trình thiết kế và thi công như đối với vật liệu đá tự nhiên

5.2.5 Vật liệu cho đường giao thông

Xi gang, xi thép được ứng dụng cho đường giao thông ở hai dạng chính:

- (1) vật liệu hạt cấp phối cho nền, móng đường, và
- (2) cốt liệu cho bê tông nhựa nóng at phan.

Chỉ dẫn kỹ thuật của ứng dụng dạng (1) đã được trình bày trong Bảng 10, Bảng 11 dưới đây trình bày chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xi gang, xi thép làm cốt liệu cho bê tông nhựa nóng at phan.

Bảng 11. Chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng xi gang, xi thép làm cốt liệu cho bê tông nhựa nóng at phan

Loại xi	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
Xi lò cao (xi ABFS và xi GBFS)	<p><i>Kiểm soát chất lượng:</i></p> <p>Cần kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật như đối với cốt liệu tự nhiên. Ngoài ra, do sự biến động chất lượng của cốt liệu từ xi lò cao cao hơn cốt liệu tự nhiên nên cần kiểm soát chặt tính đồng nhất, chất lượng của chúng (cần tăng tần suất kiểm tra). Sự biến động chất lượng của cốt liệu xi lò cao phụ thuộc vào mỗi nhà máy, quy trình xử lý nghiền sàng, v.v.. [3].</p>	Có thể áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài như JIS A 5015, BS EN 13108-1

Loại xỉ	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
	<p><i>Một số đặc tính kỹ thuật [1][2][9]:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Khối lượng thể tích đầm chặt 1120-1940 kg/m³ [2] thấp hơn so với cốt liệu tự nhiên - Độ thấm hút: lớn hơn so với cốt liệu tự nhiên, nên lượng chất kết dính tăng lên đến 3% [2] - Cường độ, tính chống mài mòn, va đập của cốt liệu xỉ gang: ở mức thấp hơn với cốt liệu tự nhiên. - Tính ổn định: do lực nội ma sát lớn (40-45°) nên tạo sự ổn định tốt hơn so với cốt liệu tự nhiên - Tính ma sát: có tính ma sát cao. Đây là đặc tính tốt của bê tông atphan sử dụng cốt liệu ABFS do hạt ABFS có bề mặt thô ráp, độ cứng cao (5-6). - Tính chống lún: Bê tông atphan chứa ABFS có tính ổn định, chống lún tốt mà vẫn cho tính chảy và khả năng đầm chặt cao. - Tính bám dính: Do tính kỵ nước, ABFS có ái lực cao với chất kết dính bitum, điều này làm tăng tính dính kết với cốt liệu và bitum. <p><i>Thiết kế và thi công [9]</i></p> <p>Tương tự như cốt liệu tự nhiên. Lưu ý do tính thấm hút lớn hơn, nên tiêu hao lượng bitum lớn hơn cốt liệu tự nhiên, nhưng bù lại ABFS có khối lượng thể tích đầm chặt nhỏ nên tạo ra lượng bê tông atphan lớn hơn [9]. Do cường độ, chống mài mòn, khả năng chống va đập của bê tông atphan sử dụng ABFS không cao, nên cốt liệu ABFS thường được áp dụng cho đường có lưu lượng giao thông nhỏ, bãi đỗ [2][9].</p>	<p>Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu từ xỉ ABFS tương tự như đối với vật liệu hạt từ đá tự nhiên</p> <p>Áp dụng quy trình thiết kế và thi công như đối với vật liệu đá tự nhiên làm cốt liệu cho bê tông atphan</p>
<p>Xỉ thép (xỉ lò thổi BOF, xỉ lò hồ quang điện)</p>	<p><i>Kiểm soát chất lượng [1][10]:</i></p> <p>Cần kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng như đối với cốt liệu đá tự nhiên làm cốt liệu cho bê tông atphan, ngoài ra vật liệu xỉ thép còn cần kiểm tra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quy trình xử lý nghiền, sàng xỉ thép thành vật liệu hạt cần có thêm công đoạn tách sắt từ tính để vật liệu không bị lẫn sắt. - Kiểm soát chất lượng tại nhà máy nơi phát thải xỉ thép và nơi xử lý xỉ thép thành vật liệu hạt để đảm bảo không bị lẫn tạp chất ngoại lai như gạch chịu lửa, gỗ, vôi, đá, v.v... - Độ ổn định thể tích: Có thể kiểm tra thông qua độ nở ngậm trong nước hoặc phân tích hàm lượng vôi tự do. Biện pháp phòng tránh tính nở của xỉ là để phong hóa ngoài trời hoặc phun hơi nước. ví dụ: cốt liệu cho bê tông atphan cần phong hóa tối thiểu 3 tháng theo JIS A 5015. 	<p>Vật liệu xỉ thép cho đường giao thông có thể áp dụng kiểm soát chất lượng theo JIS A 5015, ASTM D5106, , BS EN 13108-1</p> <p>Đánh giá độ nở có thể áp dụng JIS A 5015 hoặc ngậm 7 ngày trong nước không nở quá 1% theo ASTM D4792</p>

Loại xi	Chỉ dẫn kỹ thuật	Chỉ dẫn về tiêu chuẩn
Xi thép (tiếp)	<p><i>Một số đặc tính kỹ thuật [1][2][13]:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Khối lượng thể tích hạt 3,2-3,6 g/cm³ lớn hơn 15-25% so với cốt liệu tự nhiên. - Độ ẩm: Thường lớn hơn đá tự nhiên. Độ ẩm xi trước sử dụng nên dưới 5% và sau sấy không nên quá 0,1% [10] - Độ thấm hút: lớn hơn so với cốt liệu tự nhiên, nên lượng chất kết dính tăng hơn. - Tính cơ học: Cường độ, khả năng chịu va đập và đặc biệt tính chống mài mòn, ma sát cao, tốt hơn so với cốt liệu tự nhiên và xi ABFS. - Tính ổn định và chống lún: Bê tông atphan chứa xi thép có tính ổn định, chống lún gấp 1,5 đến 3 lần so với cốt liệu tự nhiên mà vẫn cho độ chảy, khả năng đầm chặt tốt [10]. Đặc tính này đem lại ưu điểm khi sử dụng xi thép cho đường cao tốc, bãi đỗ chịu tải trọng lớn. - Tính bám dính: Do có tính kỵ nước và có ái lực cao với nhựa bitum nên cốt liệu xi thép có sự kết dính tốt với bitum. <p><i>Thiết kế và thi công [1][10]</i></p> <p>Xi thép có thể dùng làm cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ cho bê tông atphan. Tuy nhiên không nên dùng 100% cả cốt liệu nhỏ và lớn từ xi thép vì thường tạo độ rỗng cao, làm tăng lượng dùng bitum và tăng tính lún của bê tông atphan. Do có cường độ, chống mài mòn, khả năng chống va đập, tính ổn định, bám dính đều ở mức “rất tốt” nên xi thép thường được sử dụng làm cốt liệu bê tông atphan cho các loại mặt đường cao cấp, có lượng giao thông lớn [1],[10]. Thiết kế và thi công bê tông atphan sử dụng cốt liệu xi thép tương tự như với cốt liệu từ đá tự nhiên. Trong thiết kế lưu ý thêm các chỉ tiêu nêu trong mục “<i>kiểm soát chất lượng</i>” ở trên.</p>	<p>Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu từ xi thép tương tự như đối với vật liệu hạt từ đá tự nhiên</p> <p>Áp dụng theo TCVN 8819:2011 quy phạm thiết kế và thi công đối với vật liệu đá tự nhiên làm cốt liệu cho bê tông atphan</p>

PHỤ LỤC 1

(tham khảo)

Kết quả phân tích hàm lượng chất độc hại có trong nước lọc rửa qua xỉ gang, thép

Thành phần thử nghiệm	Đơn vị	Xỉ lò cao làm nguội chậm	Xỉ hạt lò cao	Xỉ thép	Tiêu chí đánh giá	Giới hạn phát hiện
		Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	
Hợp chất thủy ngân	mg/l	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	0,0005
Thủy ngân hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<0,005	0,0005
Cadmium hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<0,1	0,001
Chì hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<0,1	0,005
Phốt pho hữu cơ hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<1	0,1
Hợp chất Cr (VI)	"	"	"	"	<0,5	0,4
Asen hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<0,1	0,005
Cyanide	"	"	"	"	<1	0,1
PCB	"	"	"	"	<0,003	0,0005
Đồng hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<3	0,005
Kẽm hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<5	0,01
Fluoride	"	0,3	0,3	0-4,4	<15	0,1
Trichloroethylene	"	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	<0,3	0,002
Tetrachloroethylene	"	"	"	"	<0,1	0,0005
Beryllium hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<2,5	0,01
Crôm hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<2	0,04
Nickel hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<1,2	0,01
Vanadium hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<1,5	0,1
Hợp chất Clo hữu cơ	mg/kg	"	"	"	<40	4
Dichloromethane	mg/l	"	"	"	<0,2	0,002
Carbone tetrachloride	"	"	"	"	<0,02	0,0002
Ethylene chloride	"	"	"	"	<0,04	0,0004
1,1 Dichloroethylene	"	"	"	"	<0,2	0,002
Cis-1,2 Dichloroethylene	"	"	"	"	<0,4	0,004
1,1,1 Trichloroethane	"	"	"	"	<3	0,0005
1,1,2 Trichloroethane	"	"	"	"	<0,06	0,0006
1,3 Dichloropropene	"	"	"	"	<0,02	0,0002
Thiuram	"	"	"	"	<0,06	0,0005
Simazine	"	"	"	"	<0,03	0,0003
Thiobencarb	"	"	"	"	<0,2	0,001
Benzene	"	"	"	"	<0,1	0,001
Selenium hay hợp chất của nó	"	"	"	"	<0,1	0,002

Nguồn [5]: Guidebook for the Use of Iron and Steel Slag in Port and Harbor Construction, Nippon Slag Association and Coastal Development Institute of Technology, 2000.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism of Japan, *Recycling technology guidance in ports and airport development*, 2004.
 2. Australia Slag Association (ASA), *A guide to the use of iron and steel slag in roads*, 2002
 3. United States Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction- Blast furnace slag/steel slag - Material Description*, 2012
 4. Australia Slag Association (ASA), *Blast furnace slag cements – Properties and characteristics and Applications* (Reference Data sheet 3-2011), 2011
 5. Nippon Slag Association and Coastal Development Institute of Technology, *Guidebook for the Use of Iron and Steel Slag in Port and Harbor Construction*, 2000
 6. American Concrete Institute, ACI 233R-03 Slag cement in concrete and mortar, 2003
 7. States Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction- Blast furnace slag-Granular Base/Embankment or Fill*, 2012
 8. States Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction- Steel slag-Granular Base*, 2012
 9. States Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction- Blast furnace slag - Asphalt Concrete*, 2012
 10. States Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), *User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction- Steel slag-Asphalt Concrete*, 2012.
-