

**CÔNG VĂN ĐẾN**  
Ngày: 10.7.23  
Vào sổ số: 747  
Chuyến đơn vị:.....  
**BỘ XÂY DỰNG**

**Kg. Hiệu trưởng**  
**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Số: 2905...../BXD-KHCN  
V/v lấy ý kiến góp ý cho dự thảo  
Chỉ dẫn kỹ thuật tạm thời.

Hà Nội, ngày...06...tháng...7.....năm 2023

Kính gửi: Bộ môn Xây dựng – Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Thực hiện nhiệm vụ được giao trong Đề án đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, hóa chất phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và sử dụng trong các công trình xây dựng, được phê duyệt theo Quyết định số 452/QĐ-TTg ngày 12 tháng 4 năm 2017 của Thủ tướng Chính phủ. Bộ Xây dựng đã giao Viện Vật liệu xây dựng nghiên cứu, biên soạn Chỉ dẫn kỹ thuật tạm thời: **“Sử dụng thạch cao phospho làm lớp móng cho đường giao thông và làm vật liệu san lấp cho công trình xây dựng”**. Đến nay, Viện Vật liệu xây dựng đã hoàn thành Dự thảo chỉ dẫn kỹ thuật trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của đề tài khoa học công nghệ **”Nghiên cứu xây dựng chỉ dẫn kỹ thuật sử dụng thạch cao phospho làm lớp móng cho đường giao thông và làm vật liệu san lấp cho công trình xây dựng”**.

Để hoàn thiện dự thảo Chỉ dẫn kỹ thuật tạm thời, Bộ Xây dựng kính đề nghị Quý cơ quan/Chuyên gia nghiên cứu góp ý vào biểu mẫu kèm theo công văn này để Bộ Xây dựng tiếp thu, hoàn chỉnh Dự thảo Chỉ dẫn kỹ thuật trước khi ra quyết định ban hành Chỉ dẫn kỹ thuật tạm thời.

Bản góp ý đề nghị gửi về Bộ Xây dựng trước ngày 15/08/2023. File điện tử gửi vào địa chỉ email: [namvixd@gmail.com](mailto:namvixd@gmail.com); [chamtt87@gmail.com](mailto:chamtt87@gmail.com) để đơn vị chủ trì tiếp thu, hoàn thiện. Nếu sau thời hạn trên Quý cơ quan/Chuyên gia không gửi ý kiến phản hồi thì được thống kê trong báo cáo là “không có phản hồi” và xem như “Đồng ý hoàn toàn”.

Xin chân thành cảm ơn!

**Nơi nhận:**

- Như trên;
- TT Nguyễn Văn Sinh (để b/c);
- TT Thông tin (để đưa lên cổng thông tin);
- Lưu VT, KHCN&MT.

**TL. BỘ TRƯỞNG**  
**VỤ TRƯỞNG**  
**VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ MÔI TRƯỜNG**



**Vũ Ngọc Anh**

Số:

Hà Nội, ngày..... tháng.....năm 2023

## GÓP Ý DỰ THẢO CHỈ DẪN KỸ THUẬT

\* Tên Cơ quan/tổ chức/cá nhân góp ý: .....

\* Địa chỉ: .....

\* Điện thoại: ..... Fax: .....

\* Email:.....

Số hiệu, tên Chỉ dẫn kỹ thuật góp ý:

“Sử dụng thạch cao phospho làm lớp móng cho đường giao thông và làm vật liệu san lấp cho công trình xây dựng”

### Ý KIẾN GÓP Ý

1. Đồng ý hoàn toàn .....

2. Đồng ý, nhưng có đề nghị bổ sung, sửa đổi

3. Không đồng ý .....

Giải thích:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

....ngày.... tháng.....năm 2023

Thủ trưởng cơ quan

Người góp ý

#### Ghi chú:

- Đánh dấu X vào một trong các ô tương ứng với ý kiến góp ý;
- Ghi các đề nghị bổ sung, sửa đổi hoặc lý do khác với Dự thảo vào phần giải thích;
- Nội dung giải thích cần ngắn gọn, rõ ràng. Nếu không đủ giấy có thể viết thêm vào tờ khác. Cuối bản góp ý ghi chữ “Hết”.

BỘ XÂY DỰNG

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT TẠM THỜI**  
(DỰ THẢO GỬI LẤY Ý KIẾN)

**SỬ DỤNG THẠCH CAO PG LÀM LỚP MÓNG CHO ĐƯỜNG GIAO THÔNG  
VÀ LÀM VẬT LIỆU SAN LẤP CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG**  
*Guidelines for use phosphogypsum as base, subbase of road  
and backfill material of building construction*

HÀ NỘI – 2023

## Lời nói đầu

Chỉ dẫn kỹ thuật tạm thời “Sử dụng thạch cao PG làm lớp móng cho đường giao thông và vật liệu san lấp cho công trình xây dựng” được ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ-BXD ngày tháng năm 2023 của Bộ Xây dựng.

“Sử dụng thạch cao PG làm lớp móng cho đường giao thông và vật liệu san lấp cho công trình xây dựng” do Viện Vật liệu Xây dựng biên soạn, Vụ Khoa học công nghệ và Môi trường đề nghị, Bộ Xây dựng thẩm định và công bố.

## MỤC LỤC

<b>HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG THẠCH CAO PG LÀM LỚP MÓNG CHO ĐƯỜNG GIAO THÔNG VÀ LÀM VẬT LIỆU SAN LẤP</b> .....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	6
4 Yêu cầu chung đối với thạch cao PG.....	6
5 Hướng dẫn sử dụng thạch cao PG làm lớp móng cho công trình giao thông.....	6
5.1 Yêu cầu đối với vật liệu .....	7
5.2 Hướng dẫn thiết kế .....	8
5.3 Hướng dẫn thi công và nghiệm thu lớp cấp phối thạch cao PG.....	8
6 Hướng dẫn sử dụng thạch cao PG làm vật liệu san lấp .....	9
6.1 Yêu cầu đối với vật liệu .....	9
6.2 Hướng dẫn thiết kế .....	11
6.3 Hướng dẫn thi công và nghiệm thu khối vật liệu san lấp sử dụng thạch cao PG .....	11
7. Kiểm soát môi trường trong quá trình thực hiện.....	12
7.1 Lựa chọn vị trí thực hiện dự án .....	12
7.2 Quá trình vận chuyển .....	12
7.3 Quá trình lưu trữ tạm thời tại khu vực thi công .....	13
7.4 Thi công và nghiệm thu .....	13
8. Phương pháp thử nghiệm, kiểm tra chất lượng thạch cao PG, các cấp phối thạch cao PG khi làm lớp móng cho công trình giao thông, vật liệu san lấp cho công trình xây dựng.....	14
8.1 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử .....	14
8.2 Xác định các tính chất vật lý, cơ lý .....	14
8.3 Xác định các tính chất môi trường.....	14
PHỤ LỤC 1 (tham khảo) Các tính chất của thạch cao PG tại Việt Nam.....	15
PHỤ LỤC 2 (tham khảo) Công nghệ thi công lớp thạch cao PG gia cố xi măng làm lớp móng cho đường giao thông .....	20

# SỬ DỤNG THẠCH CAO PG LÀM LỚP MÓNG CHO ĐƯỜNG GIAO THÔNG VÀ LÀM VẬT LIỆU SAN LẤP CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

## *Guidelines for use phosphogypsum as base, subbase of road and backfill material of building construction*

### 1 Phạm vi áp dụng

- 1.1 Chỉ dẫn kỹ thuật này đưa ra yêu cầu kỹ thuật cho việc sử dụng thạch cao PG thay thế vật liệu truyền thống để làm lớp móng cho đường giao thông và làm vật liệu san lấp cho công trình xây dựng.
- 1.2 Chỉ dẫn kỹ thuật này áp dụng cho thi công và nghiệm thu lớp móng đường giao thông sử dụng thạch cao PG.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng hướng dẫn 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 các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

QCVN 07:2009/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại;

QCVN 08-MT:2015 Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt;

QCVN 09-MT:2015 Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất;

QCVN 40:2011/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp;

Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 về Quy định chi tiết thi hành một số điều của dẫn Luật Bảo vệ môi trường;

TCVN 4506:2012 Nước trộn bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật;

TCVN 4447:2012 Công tác đất – thi công và nghiệm thu;

TCVN 8858:2023 Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô – Thi công và nghiệm thu;

TCVN 8862:2011 Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính;

TCVN 9843:2013 Xác định mô đun đàn hồi của vật liệu đá gia cố chất kết dính vô cơ trong phòng thí nghiệm;

TCVN 10379:2014 Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ - thi công và nghiệm thu;

TCVN 11833:2017 Thạch cao phospho dùng để sản xuất xi măng;

TCVN 12790:2020 Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông - Đầm nén Proctor;

TCVN 12792:2020 Vật liệu nền, móng mặt đường - Phương pháp xác định tỷ số CBR trong phòng thí nghiệm;

22 TCN 346 – 06 Quy trình xác định độ chặt của nền, móng đường bằng phễu rót cát;

ASTM D3987-12 (2020) Standard Practice for Shake Extraction of Solid Waste with Water;

TCCS 37:2022/TCĐBVN Áo đường mềm – Yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế theo chỉ số kết cấu (SN);

TCCS 38:2022/TCĐBVN Áo đường mềm – Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế;

Quyết định số 216/QĐ-BXD ngày 28/03/2019 của Bộ Xây dựng về ban hành Chỉ dẫn kỹ thuật “Sử dụng tro xỉ nhiệt điện đốt than vào san lấp”.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

#### 3.1 Thạch cao PG (Phosphogypsum)

là phụ phẩm của quá trình sản xuất axit phosphoric từ quặng apatit theo phương pháp ướt, có thành phần chính là  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### 3.2 Cấp phối thạch cao PG gia cố chất kết dính (Binder stabilized phosphogypsum mixtures)

là trộn đều một tỷ lệ nhất định chất kết dính (xi măng, vôi...) với thạch cao PG để được một hỗn hợp cấp phối thỏa mãn yêu cầu sử dụng.

#### 3.3 Lớp phủ (Surface layer)

Lớp vật liệu phủ trên mặt khối san lấp sử dụng thạch cao PG, có khả năng chống thấm hoặc ngăn ngừa xói mòn, phát tán bụi vào môi trường.

### 4 Yêu cầu chung đối với thạch cao PG trước khi sử dụng làm móng đường và làm vật liệu san lấp

#### 4.1 Yêu cầu chung đối với thạch cao PG trước khi sử dụng làm móng đường và làm vật liệu san lấp

4.1.1 Thạch cao PG trước khi sử dụng làm lớp móng đường và làm vật liệu san lấp cần phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- + Không là chất thải nguy hại theo QCVN 07:2009/BTNMT;
- + Chỉ số pH  $\geq 6,0$ ;
- + Yêu cầu về mức độ phóng xạ như trong Bảng 1.

**Bảng 1: Yêu cầu về mức độ phóng xạ của thạch cao PG trước khi sử dụng**

STT	Đối tượng áp dụng	Công thức tính chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn	Giá trị chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn yêu cầu
1	Vật liệu sử dụng khối lượng lớn trong xây dựng công trình giao thông	$I_2 = C_{Ra}/700 + C_{Th}/500 + C_K/8000$	$I_2 \leq 1$

4.1.2 Tính chất cơ bản của thạch cao PG ở một số nguồn tại Việt Nam tham khảo ở Phụ lục 1.

#### 4.2. Yêu cầu về lấy mẫu thạch cao để đánh giá tính chất vật liệu

Để đảm bảo chất lượng vật liệu trong toàn bộ quá trình sử dụng, việc lấy mẫu thạch cao để đánh giá các yêu cầu vật liệu tại Bảng 4 phải được thực hiện theo điều 6.1 trong TCVN 9807:2013. Cụ thể như sau: mẫu thạch cao PG được lấy theo lô, mỗi lô khoảng 500 tấn. Mẫu được lấy không ít hơn 10 vị trí

khác nhau sao cho đại diện cho cả lô, trộn đều mẫu, dùng phương pháp chia tư để lấy mẫu và phân tích.

## 5 Hướng dẫn sử dụng thạch cao PG làm lớp móng cho công trình giao thông

### 5.1 Yêu cầu đối với vật liệu

#### 5.1.1 Yêu cầu đối với cấp phối thạch cao PG gia cố chất kết dính

Thạch cao PG để làm lớp móng cho đường giao thông cần phải đáp ứng yêu cầu chung trong Mục 4, cấp phối thạch cao PG đáp ứng yêu cầu kỹ thuật trong Bảng 2 và yêu cầu về tính chất môi trường trong Bảng 3.

**Bảng 2: Yêu cầu kỹ thuật của cấp phối thạch cao PG khi sử dụng làm lớp móng cho đường giao thông**

STT	Thông số	Yêu cầu		
		Độ bền cấp I	Độ bền cấp II	Độ bền cấp III
1	Cường độ chịu nén đối với mẫu 7 ngày ở độ ẩm bão hòa, MPa, không nhỏ hơn	2	1	0,5
2	Cường độ chịu nén đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hòa, MPa, không nhỏ hơn	3	2	1
3	Cường độ kéo khi ép chẻ đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hòa, MPa, không nhỏ hơn	1,2	0,8	không cần thí nghiệm
4	Modun đàn hồi ở tuổi 28 ngày, MPa, không nhỏ hơn	400	350	200
5	Các chỉ tiêu nước chiết	Đáp ứng các chỉ tiêu Mức B nêu trong Bảng 3		

**Bảng 3: Yêu cầu giá trị giới hạn của các thành phần trong nước chiết cấp phối thạch cao PG theo phương pháp chiết ASTM D 3987-12**

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Ngưỡng giá trị giới hạn	
			Mức A	Mức B
1	pH	-	6 đến 9	5,5 đến 9
			6 đến 10,5*	5,5 đến 10,5*
2	Pb	mg/l	0,1	0,5
3	Cd	mg/l	0,05	0,1
4	As	mg/l	0,05	0,1
5	Hg	mg/l	0,005	0,01
6	Fe	mg/l	1	5
7	Cu	mg/l	2	2
8	Zn	mg/l	3	3
9	Mn	mg/l	0,5	1



TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Ngưỡng giá trị giới hạn	
			Mức A	Mức B
10	Cr (VI)	mg/l	0,05	0,1
13	Ni	mg/l	0,2	0,5
14	Florua	mg/l	5	10
15	Clorua	mg/l	500	1.000
16	Tổng phospho (tính theo P)	mg/l	4	6

**Ghi chú:**

+ (\*): áp dụng khi sử dụng chất kết dính là xi măng;

+ Mức A: áp dụng cho các dự án nằm trong khu vực có nguồn nước ngầm, nước mặt được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt;

+ Mức B: áp dụng cho các dự án nằm trong khu vực có nguồn nước ngầm, nước mặt không được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

**5.1.2 Yêu cầu đối với chất kết dính sử dụng để gia cố thạch cao PG**

Các chất kết dính sử dụng trong cấp phối thạch cao PG phải đáp ứng được các yêu cầu của Bảng 2.

**5.2 Hướng dẫn thiết kế**

Thiết kế kết cấu áo đường có lớp móng là cấp phối thạch cao PG phải tuân thủ theo đúng các quy định hiện hành, cụ thể như sau:

- Đối với kết cấu áo đường mềm có lớp móng là cấp phối thạch cao PG, yêu cầu phải tuân thủ đầy đủ các quy định trong tiêu chuẩn TCCS 38:2022/TCĐBVN (hoặc TCCS 37:2022/TCĐBVN, tùy theo tiêu chuẩn áp dụng) và TCVN 8858:2023.

- Đối với kết cấu áo đường cứng, yêu cầu phải tuân thủ đầy đủ các quy định trong “Quy định tạm thời về thiết kế mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nổi trong xây dựng công trình giao thông” ban hành theo Quyết định số 3230/QĐ-BGTVT ngày 14/12/2012.

**5.3 Hướng dẫn thi công và nghiệm thu lớp cấp phối thạch cao PG**

**5.3.1 Công tác chuẩn bị thi công**

**5.3.1.1 Công tác chuẩn bị mặt bằng**

- a) Tiến hành khôi phục, kiểm tra hệ thống cọc định vị tim và mép móng đường;
- b) Việc thi công các lớp móng đường chỉ được tiến hành khi mặt bằng thi công đã được nghiệm thu. Khi cần thiết, phải tiến hành kiểm tra lại các chỉ tiêu kỹ thuật quy định của mặt bằng thi công, đặc biệt là độ chặt lu lèn thiết kế. Lưu ý cần phải đảm bảo mặt nền phải được đầm chặt, vững chắc, đồng đều, bằng phẳng và bảo đảm độ dốc ngang. Bề mặt nền phải khô ráo, không đọng nước trong quá trình thi công.

**5.3.1.2 Công tác chuẩn bị vật liệu**

- Cấp phối thạch cao PG trước khi vận chuyển tới hiện trường để thi công phải đảm bảo yêu cầu của Điều 5.1. Việc trộn chất kết dính có thể thực hiện kết hợp với việc xử lý để đảm bảo pH ≥ 6,0 tại bãi lưu trữ bên trong nhà máy phân bón, hóa chất. Trường hợp trộn chất kết dính bên ngoài nhà máy, phải thực hiện tại trạm trộn trong Điểm 5.3.2.1

- Cấp phối thạch cao PG phải tiến hành thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn (cối proctor cải tiến) quy định tại TCVN 12790:2020 ứng với cấp phối thạch cao PG đã được thiết kế (với tỷ lệ chất kết dính đã được thiết kế) để xác định chính xác độ ẩm tốt nhất  $W_{op}$  và khối lượng thể tích khô lớn nhất  $\gamma_{max}$ , đồng thời phải căn cứ vào kết quả thí nghiệm đầm nén này để tiến hành đúc mẫu kiểm tra các chỉ tiêu đã nêu ở Bảng 2.

### **5.3.2 Chuẩn bị trang thiết bị thi công**

Trang thiết bị thi công lớp móng sử dụng cấp phối thạch cao phopsho cũng sử dụng các thiết bị thi công như thi công móng đường bằng các vật liệu truyền thống: máy rải, máy lu, máy san ... Các thiết bị này cần phù hợp với loại chất kết dính sử dụng.

**5.3.2.1** Trạm trộn cố định hoặc di động thì cần phải đảm bảo các điều kiện sau:

- Thiết bị trộn có thể dùng loại trộn cưỡng bức liên tục hoặc trộn tự do chu kỳ; sai số cân đong cho phép đối với thạch cao PG là  $\pm 2\%$ , với chất kết dính là  $\pm 0,5\%$  và với nước là  $1\%$  theo khối lượng cân.
- Năng suất và vị trí trạm trộn phù hợp với tiến độ thi công (nếu sử dụng chất kết dính là xi măng thì thời gian được thời gian trộn, chuyên chở, rải và đầm nén trong vòng 120 phút).
- Các thiết bị chuyên chở phải đảm bảo các quy định môi trường.
- Lựa chọn các thiết bị thi công (máy rải, máy san, máy đầm nén...) phù hợp.

**5.3.2.2** Nhà thầu phải tính toán, lựa chọn thiết bị thi công để đảm bảo được thực hiện liên tục trong một ca.

**5.3.2.3** Dựa vào dây chuyền công nghệ thi công, nhà thầu phải tổ chức thi công rải thử 1 đoạn tối thiểu  $100m^2$  (dài tối thiểu là 50 m) trước khi triển khai thi công đại trà, với sự chứng kiến của tư vấn giám sát, qua đó rút kinh nghiệm hoàn chỉnh quy trình và dây chuyền công nghệ thi công, đồng thời kiểm tra chất lượng cấp phối thạch cao PG trên thực tế; kiểm tra khả năng thực sự của trạm trộn, của các phương tiện xe, máy; kiểm tra các lối ra, vào và các chỗ quay đầu của thiết bị.

Để kiểm tra lượng xi măng trộn vào thạch cao PG, tại trạm trộn phải thường xuyên kiểm tra lại thiết bị cân đong (mỗi ca sản xuất ít nhất kiểm tra một lần).

### **5.3.3 Công nghệ thi công lớp cấp phối thạch cao PG**

Công nghệ thi công lớp cấp phối thạch cao PG thực hiện theo các quy trình thi công hiện hành.

### **5.3.4 Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu lớp cấp phối thạch cao phosho**

Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu lớp cấp phối thạch cao PG làm lớp móng đường giao thông theo các quy định về kiểm tra, nghiệm thu của lớp móng đường giao thông hiện hành.

## **6 Hướng dẫn sử dụng thạch cao PG làm vật liệu san lấp**

### **6.1 Yêu cầu đối với vật liệu**

#### **6.1.1 Yêu cầu đối với thạch cao PG**

Thạch cao PG sử dụng làm vật liệu san lấp phải đáp ứng các yêu cầu như của Mục 4. Ngoài ra, để không gây ảnh hưởng tới môi trường, thạch cao PG làm vật liệu san lấp được chia làm hai loại như sau:

##### **6.1.1.1 Thạch cao PG san lấp không cần kiểm soát**

Thạch cao PG có kết quả phân tích nước chiết thử nghiệm theo phương pháp ASTM D3987-2012 nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị giới hạn Bảng 5 được phép:

- Sử dụng tương đương với các vật liệu san lấp thông thường, san lấp với số lượng không hạn chế nếu đáp ứng được yếu tố kỹ thuật và chất lượng công trình;
- Không yêu cầu các thử nghiệm, đánh giá khác về khả năng tác động tới môi trường;
- Không yêu cầu sử dụng các chất kết dính (ví dụ: xi măng) để ổn định/đóng rắn các thành phần ô nhiễm.

**Bảng 5: Giới hạn nồng độ các chất ô nhiễm trong nước chiết thạch cao PG được san lấp không cần kiểm soát**

TT	Thông số	Đơn vị	Ngưỡng giá trị giới hạn
1	pH	-	5,5-8,5
2	Clorua (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	250
3	Florua (F <sup>-</sup> )	mg/l	1
4	Sunfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	400
5	Xyanua (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,01
6	Asen (As)	mg/l	0,05
7	Cadimi (Cd)	mg/l	0,005
8	Chì (Pb)	mg/l	0,01
9	Crom (IV) (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	0,05
10	Đồng (Cu)	mg/l	1
11	Kẽm (Zn)	mg/l	3
12	Niken (Ni)	mg/l	0,02
13	Mangan (Mn)	mg/l	0,5
14	Thủy ngân (Hg)	mg/l	0,001
15	Sắt (Fe)	mg/l	5
16	Selen (Se)	mg/l	0,02
17	Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> tính theo P)*	mg/l	0,1

Ghi chú:  
(\* ) QCVN 08-MT:2015/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, cột A1

#### 6.1.1.2 Thạch cao PG phải ổn định/đóng rắn các thành phần ô nhiễm

Đối với thạch cao PG thỏa mãn Mục 4 nhưng chưa thỏa mãn Bảng 5 của Hướng dẫn này, cần phải có biện pháp xử lý, sử dụng thêm chất kết dính để ổn định/đóng rắn các thành phần ô nhiễm.

- Thạch cao PG sau khi sử dụng chất kết dính có kết quả phân tích nước chiết thử nghiệm theo phương pháp ASTM D3987-2012 nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị giới hạn đáp ứng các yêu cầu nước chiết trong Bảng 3, cột A; được phép:

- Sử dụng tương đương với các vật liệu san lấp thông thường, san lấp với số lượng không hạn chế nếu đáp ứng được yếu tố kỹ thuật và chất lượng công trình;
  - Không yêu cầu các thử nghiệm, đánh giá khác về khả năng tác động tới môi trường.
- b) Thạch cao PG sau khi sử dụng chất kết dính có kết quả phân tích nước chiết thử nghiệm theo phương pháp ASTM D3987-2012 nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị giới hạn đáp ứng các yêu cầu nước chiết trong Bảng 3, cột B; được phép:
- Sử dụng để làm san lấp, làm móng đường giao thông dưới sự tư vấn của cơ quan/tổ chức chuyên môn;
  - Có bằng chứng nghiên cứu, đánh giá về khả năng tác động tới môi trường khi sử dụng thạch cao PG hoặc cấp phối thạch cao PG làm vật liệu san lấp hoặc làm đường;
  - Các bằng chứng phải được xác minh bởi tổ chức/cá nhân có chuyên môn;
  - Chỉ được sử dụng cho các dự án đáp ứng yêu cầu Mục 7.1

## **6.2 Hướng dẫn thiết kế**

6.2.1 Quy trình thiết kế khối san lấp sử dụng thạch cao PG hoặc cấp phối thạch cao PG tuân thủ các yêu cầu đối với thiết kế san lấp sử dụng vật liệu truyền thống.

6.2.2 Lựa chọn địa điểm san lấp cần xem xét về nguồn vật liệu, vị trí, địa hình, địa chất thủy văn, khí hậu, hệ sinh thái, hiện trạng công trường và mục đích san lấp. Quy trình đánh giá phù hợp địa điểm san lấp tham khảo Điều 7.1 của Hướng dẫn này.

6.2.3 Khối san lấp phải được thiết kế không gây ảnh hưởng quá mức cho phép theo quy định đối với môi trường khí (phát sinh bụi) và môi trường nước (gây ô nhiễm nước ngầm) xung quanh.

6.2.4 Nền tự nhiên của đáy của khối san lấp phải ổn định, đủ khả năng chịu tải theo yêu cầu, sức chịu tải nền đất đáy khối san lấp không nhỏ hơn 0,1 MPa. Nền tự nhiên của đáy khối san lấp được đầm nén với độ chặt tối thiểu bằng độ chặt thiết kế của khối san lấp.

## **6.3 Hướng dẫn thi công và nghiệm thu khối vật liệu san lấp sử dụng thạch cao PG**

Quy trình thi công và nghiệm thu khối san lấp sử dụng thạch cao PG tương tự quy trình thi công và nghiệm thu khối san lấp sử dụng vật liệu truyền thống. Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu lớp thạch cao PG không cần gia cố làm vật liệu san lấp theo quy định TCVN 4447:2012.

## **6.4 Yêu cầu bảo dưỡng khối san lấp**

- Bề mặt hoàn thiện của khối san lấp phải có lớp phủ được sử dụng theo giải pháp cứng hóa, bán cứng hoặc mềm hóa như bê tông hóa bề mặt, gạch lát, lớp đất phủ có thảm thực vật hoặc vật liệu HDPE phụ thuộc vào mục đích sử dụng bề mặt cuối cùng.

**6.4.1** Hình dạng bề mặt phải xét đến khả năng kiểm soát và thoát nước. Độ dốc tối thiểu để tránh đọng nước trên bề mặt và trong hệ thống thoát nước trong khoảng 0.1 % đến 0.3 % đã kể đến độ lún và chỗ trũng bề mặt.

**6.4.2** Khi sử dụng lớp phủ bằng đất, độ dày của lớp đất phủ có thể khác nhau phụ thuộc vào mục đích sử dụng, khí hậu và các loại thực vật được đưa vào và điều kiện xói mòn bề mặt do gió và nước, thường độ dày lớp đất phủ từ 30 cm đến 50 cm áp dụng cho khu vực có khả năng xói mòn thấp. Nơi có khả

năng xói mòn lớn hơn hoặc khi sử dụng thảm thực vật có rễ sâu yêu cầu độ dày lớp đất phủ lớn hơn. Lớp đất phủ phải được đầm nén với độ chặt tối thiểu bằng độ chặt thiết kế của khối san lấp.

**6.4.3** Các yêu cầu về thoát nước bề mặt, thoát nước công trường, tham khảo theo Quyết định số 216/QĐ-BXD ngày 28/03/2019 của Bộ Xây dựng.

### **6.5 Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu khối san lấp sử dụng thạch cao PG**

Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu khối san lấp sử dụng thạch cao PG tương tự như kiểm tra, nghiệm thu khối san lấp thông thường. Không có quy định cụ thể về chỉ số CBR của bãi san lấp, khuyến khích  $CBR \geq 10\%$ .

## **7. Kiểm soát môi trường trong quá trình thực hiện**

### **7.1 Lựa chọn vị trí thực hiện dự án**

Việc lựa chọn vị trí thực hiện các dự án sử dụng thạch cao PG làm đường phải đảm bảo các yêu cầu sau:

### **7.2 Quá trình vận chuyển**

#### **7.2.1 Phương tiện vận chuyển**

- Ưu tiên sử dụng hệ thống băng tải, đường ống dạng kín, xe bồn kín chuyên dụng và/hoặc có bạt phủ, tàu/xà lan có khoang kín để vận chuyển thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG đến đơn vị sử dụng nếu phù hợp về mặt vị trí, địa hình,....

#### **7.2.2 Yêu cầu vật liệu, quá trình vận chuyển**

- Thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG trước khi được vận chuyển và trong suốt quá trình vận chuyển nên được điều chỉnh độ ẩm tối thiểu 15% để giảm phát tán vào không khí.
- Đường vận chuyển nội bộ bên trong nhà máy nên được trải nhựa, bê tông, trồng cây hai bên đường, quét đường thường xuyên, phun nước để ngăn chặn bụi.
- Rửa xe, bánh xe trước và sau khi ra, vào bãi chứa thạch cao PG.
- Không xếp thạch cao PG cao quá thành chứa của phương tiện vận chuyển để đảm bảo không bị rơi vãi trong khi vận chuyển.
- Nếu có bất kỳ sự cố trong quá trình vận chuyển dẫn tới rơi vãi thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG thì phải được thu gom ngay.
- Tất cả các xe vận chuyển phải được kiểm tra thường xuyên, đảm bảo đáp ứng các yêu cầu về bảo vệ môi trường.
- Xe vận chuyển thạch cao PG không được chạy vượt quá 60km/giờ<sup>1</sup>.
- Lựa chọn, quy hoạch tuyến đường vận chuyển phù hợp, hạn chế tối đa việc vận chuyển thạch cao PG qua khu vực đông dân cư.

<sup>1</sup> Thông tư số Số 31/2019/TT-BGTVT, quy định về tốc độ và khoảng cách an toàn của xe cơ giới, xe máy chuyên dùng khi tham gia giao thông đường bộ, áp dụng theo tốc độ tối đa xe đi trong khu vực dân cư

### 7.3 Quá trình lưu trữ tạm thời tại khu vực thi công

- Thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG chuyển tới khu vực dự án phải được thi công trong thời gian nhanh nhất có thể. Trong thời gian lưu trữ tạm thời cần bố trí khu vực lưu trữ hợp lý, phun nước để giữ độ ẩm cần thiết và giảm bụi.

- Trong trường hợp cần thiết phải thực hiện các biện pháp che đậy khối thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG để tránh các tác động xấu của thời tiết (mưa, gió bão,...) hạn chế ảnh hưởng tới môi trường không khí, nước và sức khỏe con người.

- Giới hạn lượng thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG tại khu vực lưu chứa tạm thời nên ở số lượng tối thiểu cần thiết để duy trì tiến độ thi công.

- Đối với các khu vực lưu chứa tạm thời cần phải đáp ứng các yêu cầu:

+ Bãi chứa phải được đặt ở khu vực thoát nước tốt trong mùa mưa; tránh các khu vực hướng gió chính;

+ Nền bãi lưu chứa có độ ổn định như: nền bê tông xi măng, nền gạch, nền đất tự nhiên;

+ Không được lưu chứa thạch cao PG, cấp phối thạch cao PG tại khu vực dễ chịu các tác động có hại như: khu vực có khả năng ngập nước, khu vực nền đất yếu...;

+ Hệ thống thoát nước bề mặt: bề mặt khu vực san lấp phải được thiết kế hệ thống thoát nước tốt để tránh xói mòn và tạo ra trầm tích tại các lưu vực xung quanh.

### 7.4 Thi công và nghiệm thu

- Hạn chế về thời tiết: nên tạm ngừng thi công trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt có khả năng ảnh hưởng tới vật liệu và công trình. Việc thực hiện san lấp phải được tiến hành trong điều kiện độ ẩm tối ưu của thạch cao PG. Do vậy nếu điều kiện thời tiết ảnh hưởng tới điều này (mưa, ngập, bão...) nên ngừng thi công để đảm bảo chất lượng công trình.

- Kiểm soát bụi: Phải được thực hiện các biện pháp kiểm soát bụi phát sinh trong quá trình thi công để tránh việc thạch cao PG bị cuốn vào không khí do máy móc hoạt động. Các giải pháp có thể áp dụng như: phun nước (lưu ý không làm thay đổi độ ẩm tối ưu của thạch cao PG), lập rào chắn, xử lý hóa học bề mặt, trải nhựa, che phủ bề mặt,...

- Kiểm soát xói mòn: Hạn chế các tác động xói mòn bằng giải pháp thông dụng như phủ đất lên trên bề mặt và đầm nén phù hợp.

- Phương tiện vận chuyển phải được che chắn, vệ sinh để hạn chế bụi phát tán vào không khí.

- Khi thi công lớp thạch cao PG/cấp phối thạch cao PG gia cố chất kết dính trong điều kiện trời nắng, khô, phải tưới nước thường xuyên để đảm bảo hàm lượng bụi trong không khí không vượt quá trị số cho phép theo quy định hiện hành và tuân thủ quy định của Luật bảo vệ môi trường.

- Kiểm soát an toàn lao động: Thực hiện các biện pháp an toàn thi công như biển báo, hàng rào, cổng ra vào tại khu vực thi công. Đảm bảo các công tác an toàn tuân thủ các quy định của luật bảo vệ môi trường.

- Trang bị cho các cán bộ, công nhân thi công các phương tiện bảo hộ như khẩu trang, kính mắt,... để tránh bụi.

- Xây dựng phương án và hệ thống thoát nước công trình trong suốt quá trình thi công đảm bảo

thoát nước tốt. Chú ý kiểm soát việc thạch cao PG/cấp phối thạch cao PG gia cố chất kết dính kéo theo nước mưa có thể dẫn tới sa lắng các lưu vực xung quanh.

## **8. Phương pháp thử nghiệm, kiểm tra chất lượng thạch cao PG, các cấp phối thạch cao PG khi làm lớp móng cho công trình giao thông, vật liệu san lấp cho công trình xây dựng**

### **8.1 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

- Lấy mẫu thạch cao PG để thử nghiệm theo Điều 6.1 của TCVN 9807:2013;

### **8.2 Xác định các tính chất vật lý, cơ lý**

- Thử nghiệm đảm bảo tiêu chuẩn các mẫu cấp phối theo TCVN 12790:2020;
- Xác định mô đun đàn hồi của vật liệu trên đá gia cố chất kết dính vô cơ trong phòng thí nghiệm theo TCVN 9843:2013;
- Xác định cường độ ép chẻ của vật liệu theo TCVN 8862:2011;
- Xác định cường độ nén ở cấp phối thạch cao phosho gia cố chất kết dính theo TCVN 10379:2014.

### **8.3 Xác định các tính chất môi trường**

- Phương pháp chiết theo ASTM D3987-12 (2020). Phương pháp thử nghiệm các thành phần trong nước chiết thực hiện theo đúng các quy định hiện hành.
  - Phương pháp xác định tính chất phóng xạ theo Phụ lục D của TCVN 11833:2017.
  - Thử nghiệm phân định chất thải nguy hại theo QCVN 07:2009/BTNMT và các quy định liên quan.
-

## PHỤ LỤC 1

(Tham khảo)

### CÁC TÍNH CHẤT CỦA THẠCH CAO PHOSHO TẠI VIỆT NAM

Tính chất của thạch cao PG phụ thuộc vào nguồn gốc đá apatit và điều kiện phản ứng. Ngoài ra còn phụ thuộc vào thời gian lưu trữ ngoài bãi chứa.

#### 1. Phân định chất thải nguy hại của các mẫu thạch cao PG

DAP 1, DAP 2 và DLC lần lượt là mẫu PG lấy tại bãi thải của Công ty CP DAP – VINACHEM, Công ty CP DAP số 2 – VINACHEM, Công ty TNHH MTV Hóa Chất Đức Giang Lào Cao. Các mẫu thạch cao PG được kiểm tra tính chất môi trường về các thành phần nguy hại theo QCVN 07:2009/BTNMT

**Bảng 1.1: Nồng độ ngậm chiết của các mẫu thạch cao PG**

TT	Chỉ tiêu	Nồng độ ngậm chiết $C_{tc}$ (mg/l)				Hàm lượng tuyệt đối $H_{tc}$ (ppm)			
		DAP1	DLC	DAP 2	QCVN 07:2009 /BTNMT	DAP1	DLC	DAP 2	QCVN 07:2009 /BTNMT
1	pH	-	-	-	-	3,3	6,2	3,1	2÷12,5
2	Sb	<0,01	<0,01	<0,01	1	<0,2	<0,2	<0,2	20
3	As	<0,001	<0,01	<0,01	2	<0,1	<0,1	<0,1	40
4	Ba	0,1	0,1	<0,1	100	124,7	<0,5	<0,5	2.000
5	Ag	0,22	<0,01	<0,01	5	2,2	<0,5	<0,5	100
6	Be	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
7	Cd	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10
8	Pb	0,07	0,03	<0,01	15	18,2	21,7	<0,5	300
9	Co	<0,01	<0,01	<0,01	80	<1,0	<1,0	<1,0	1.600
10	Zn	0,03	0,06	<0,01	250	24,8	1,5	21,3	5.000
11	Mo	<0,01	<0,01	<0,01	350	<1,0	<1,0	<1,0	7.000
12	Ni	0,05	<0,01	<0,01	70	12,5	<1,0	<1,0	1.400
13	Se	<0,01	<0,01	<0,01	1	<0,2	<0,2	<0,2	20
14	Ta	<0,1	<0,1	<0,1	7	<5,0	<5,0	<5,0	140
15	Hg	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	<0,1	<0,1	0,2	4
16	Cr (VI)	0,03	0,06	0,05	5	16,7	7,5	15,7	100
17	Va	<0,1	<0,1	<0,1	25	<5,0	<5,0	<5,0	500
18	F <sup>-</sup>	30,20	0,42	15,70	180	302,0	8,4	314,0	3.600
19	Tổng CN-	-	-	-	-	<0,1	0,3	<0,1	590

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm thạch cao PG do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện trên mẫu đơn lẻ lấy tại các nhà máy trong năm 2022.



### Nhận xét:

Từ kết quả phân tích trên cho thấy hàm lượng tuyệt đối và nồng độ ngậm chiết của các thành phần nguy hại trong các mẫu PG của 3 đơn vị DAP1, DAP2 và Đức Giang đều dưới ngưỡng quy định theo QCVN 07:2009/BTNMT rất nhiều lần. Từ kết quả phân tích này có thể kết luận rằng các mẫu PG này không phải là chất thải nguy hại, có thể được quản lý và sử dụng như chất thải rắn công nghiệp thông thường, là một phế thải công nghiệp thông thường và có thể được sử dụng trong các mục đích khác nhau.

### 2 Tính phóng xạ

Theo các nghiên cứu, mẫu PG có thể chứa các đồng vị phóng xạ như Ra-226, Th-232 và K-40 và việc sử dụng có thể dẫn đến sự gia tăng đáng kể khả năng phơi nhiễm phóng xạ với con người. Tuy nhiên, việc PG có chứa phóng xạ hay không chủ yếu phụ thuộc chủ yếu vào chất lượng nguồn đá phosphat sử dụng cho sản xuất và không phải do tác động từ phản ứng hóa học. Do đó, trước khi sử dụng PG làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp, ngoài việc xác định các thành phần nguy hại có thể tồn tại trong đó, việc đánh giá khả năng phát tán tia phóng xạ của các nguyên tố có trong mẫu PG là hoàn toàn cần thiết.

**Bảng 1.2: Chỉ số hoạt độ phóng xạ và hoạt độ tự nhiên của các mẫu thạch cao PG tại các đơn vị phát thải tại Việt Nam**

TT	Đặc tính*		DAP 1	DAP 2	DLC
1	Chỉ số hoạt độ phóng xạ, I	I <sub>1</sub>	0,44	0,52	0,34
		I <sub>2</sub>	0,18	0,22	0,14
		I <sub>3</sub>	0,38	0,08	0,05
2	Hoạt độ phóng xạ tự nhiên, Bq.kg <sup>-1</sup>	A <sub>eff</sub>	74,95	148,1	97,4

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm thạch cao PG do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện trên mẫu đơn lẻ lấy tại các nhà máy trong năm 2022.

\* Trong đó I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> được tính toán theo TCXDVN 397:2007, A<sub>eff</sub> được tính toán theo TCVN 10302:2014.

### Nhận xét:

+ Theo quy định tại TCXDVN 397:2007, hoạt độ phóng xạ an toàn của vật liệu phải sử dụng cho mục đích san lấp phải  $\leq 1$ . Theo các kết quả phân tích được, mẫu PG của cả 3 đơn vị đều đáp ứng được yêu cầu về mặt phóng xạ để san lấp cho các công trình xây dựng cũng như dùng trong sản xuất xi măng.

+ Hoạt độ phóng xạ tự nhiên A<sub>eff</sub> của 3 mẫu thạch cao PG của cả 3 nhà máy đều thỏa mãn yêu cầu sử dụng cho công trình nhà ở, công cộng, các công trình công nghiệp, đường đô thị và khu dân cư. Như vậy, về mặt phóng xạ, mẫu PG của cả 3 đơn vị đều có thể sử dụng cho mục đích làm vật liệu xây dựng như san lấp, làm đường, bê tông,... với số lượng không hạn chế mà vẫn đảm bảo yêu cầu an toàn phóng xạ theo quy định.

### 3. Đánh giá khả năng chiết các thành phần ô nhiễm ra môi trường theo ASTM D3987-12

Thử nghiệm chiết theo ASTM D 3987 các mẫu thạch cao từ các nguồn khác nhau, kết quả đưa trong Bảng 1.3 dưới đây.

**Bảng 1.3: Kết quả thử nghiệm ngâm chiết theo ASTM D3987**

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Kết quả			Mức yêu cầu QCVN 40:2011/BTNMT	
			DAP1	DAP2	DLC	Cột A	Cột B
1	pH	-	3,5	3,4	6,0	6 - 9	5,5 - 9
2	Pb	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,5
3	Cd	mg/l	<0,001	<0,01	<0,001	0,05	0,1
4	As	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	0,1
5	Hg	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,01
6	Fe	mg/l	<0,01	< 0,01	<0,01	1	5
7	Cu	mg/l	0,26	<0,10	<0,10	2	2
8	Zn	mg/l	0,12	<0,01	<0,01	3	3
9	Mn	mg/l	<0,50	4,26	<0,50	0,5	1
10	Cr (VI)	mg/l	<0,05	0,07	<0,05	0,05	0,1
13	Ni	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,2	0,5
14	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	<0,03	67,00	0,28	-	-
15	Florua	mg/l	1,30	1,61	0,11	5	10
16	Clorua	mg/l	1,0	1,1	1,2	500	1.000

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm thạch cao PG do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện trên mẫu đơn lẻ lấy tại các nhà máy trong năm 2022.

**Nhận xét:**

- Hầu hết tất cả các thành phần trong nước chiết của cả 3 mẫu đều nằm trong giới hạn cho phép của cột B, QCVN 40:2011- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp. Các thành phần đáng lưu ý từ PG như kim loại nặng, flo cũng đều đáp ứng theo quy chuẩn. Chỉ có mẫu PG của DAP 2 có chỉ tiêu Mn vượt QC. pH của DAP1, DAP2 vượt quy chuẩn.

- pH nước chiết của mẫu PG DAP1, DAP2 khá thấp, nằm ngoài giới hạn cho phép của quy chuẩn. Do đó, cần có các giải pháp xử lý tính axit của hai mẫu PG này trước khi đưa vào sử dụng. Đồng thời cần có các giám sát đối với yếu tố này khi sử dụng PG cho các mục đích khác.

- pH nước chiết mẫu PG Đức Giang nằm trong giới hạn cho phép của quy chuẩn.

**4. Tính chất vật lý**

Tính chất vật lý của thạch cao PG được thể hiện trong Bảng 1.4 dưới đây.

**Bảng 1.4: Tính chất vật lý cơ bản của thạch cao PG**

STT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Đơn vị	DAP Đình Vũ	DAP số 2	Hóa chất Đức Giang
1	Khối lượng riêng	TCVN 4195:2012	g/cm <sup>3</sup>	2,65	3,05	2,50
2	Giới hạn chảy	TCVN 4197:2012	%	54,52	48,81	65,49
3	Giới hạn dẻo		%	44,47	36,00	42,01

STT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Đơn vị	DAP Đình Vũ	DAP số 2	Hóa chất Đức Giang
4	Chỉ số dẻo		%	10,05	12,81	23,48
5	Khối lượng thể tích max	TCVN 12790:2020	g/cm <sup>3</sup>	1,213	1,173	1,226
6	Độ ẩm tối ưu		%	22,32	48,86	36,40
7	Hệ số thấm	ASTM D5084	10 <sup>-6</sup> cm/s	74,497	1,1	0,038
8	Thành phần hạt, phần trăm lọt sàng	TCVN 4198-95				
	19,0		%	100	100	100
	13,2		%	100	100	100
	9,5		%	100	100	100
	4,75		%	99,9	99,7	100
	2,36		%	99,7	98,9	98,6
	0,425		%	95,6	97,1	94,9
	0,075		%	89,8	94,7	93,3
	CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm thạch cao PG do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện trên mẫu đơn lẻ lấy tại các nhà máy trong năm 2022.					

#### Nhận xét:

- Khối lượng thể tích lớn nhất của 3 mẫu PG nguyên khai dao động từ 1,173-1,270 g/cm<sup>3</sup>;
- Độ thấm của PG tương đối thấp, thể hiện ở hệ số thấm của PG dao động từ (0,011.- 0,197)x10<sup>-5</sup> cm/s;
- Thành phần hạt của 3 mẫu PG của 3 nhà máy tương tự nhau, hầu hết có kích thước nhỏ hơn 2,36mm. Khoảng 90% các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,075mm.

#### 4. Thành phần hóa học

Tùy thuộc vào nguồn gốc quặng, quá trình phân hủy quặng, hiệu suất phản ứng mà thạch cao PG có thành phần hóa khác nhau. Thành phần hóa của thạch cao PG từ các nguồn khác nhau tại Việt Nam được thể hiện trong Bảng 1.5.

**Bảng 1.5: Thành phần hóa của thạch cao PG tại Việt Nam**

Chỉ tiêu	Đơn vị	DAP Đình Vũ	DAP số 2	Hóa chất Đức Giang
LOI	%	22,08	19,0	19,87
SiO <sub>2</sub>	%	10,65	12,07	11,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,2	0,31	0,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,3	1,08	1,32
CaO	%	27,14	27,02	26,78
MgO	%	0	0,35	0,28
SO <sub>3</sub>	%	38,63	39,08	38,38

Chỉ tiêu	Đơn vị	DAP Đình Vũ	DAP số 2	Hóa chất Đức Giang
K <sub>2</sub> O	%	0,12	0,30	0,24
Na <sub>2</sub> O	%	0,02	0,06	0,00
TiO <sub>2</sub>	%	0	0,29	0,13
F- tổng	%	1,17	0,083	<0,001
F- hòa tan	%	0,042	0,073	<0,001
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tổng	%	0,27	0,59	1,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> hòa tan	%	0,25	0,24	0,035

CHÚ THÍCH: Kết quả thí nghiệm thạch cao PG do Viện Vật liệu xây dựng thực hiện trên mẫu đơn lẻ lấy tại các nhà máy trong năm 2022.

## PHỤ LỤC 2

(Tham khảo)

### Công nghệ thi công lớp thạch cao PG gia cố xi măng làm lớp móng cho đường giao thông

#### 1 Chuẩn bị trước khi rải cấp phối thạch cao PG

Trước khi rải cấp phối thạch cao PG, phải tu sửa lòng đường hoặc bề mặt lớp nền phía dưới đạt độ dốc ngang quy định rồi dùng lu nặng lu 2-3 lần/điểm để đảm bảo mặt nền hoặc mặt lòng đường bằng phẳng, vững chắc, đồng đều. Ở các đoạn nền đào hoặc các đoạn có đắp lè tạo lòng đường thì cần phải xẻ rãnh thoát nước lòng đường trong quá trình thi công. Nếu phía dưới là lòng đường hoặc lớp nền có thể thấm hút nước thì phải tưới ẩm nước trước khi rải hoặc trộn hỗn hợp thạch cao PG – xi măng.

Ngoài ra, phải bố trí lối ra vào hiện trường để xe chở hỗn hợp thạch cao PG – xi măng phục vụ san, rải thuận lợi (nếu thực hiện khâu trộn ở trạm trộn) hoặc phải bố trí chỗ quay đầu cho máy xới phay được thuận lợi (nếu trộn tại hiện trường).

#### 2 Trộn hỗn hợp thạch cao PG – xi măng ở trạm trộn

2.1 Công nghệ trộn phải tiến hành theo hai giai đoạn:

- Trộn khô thạch cao PG với xi măng
- Trộn ướt với nước

Thời gian trộn mỗi giai đoạn phải được xác định thông qua trộn thử (với sự chấp nhận của tư vấn giám sát) tùy thuộc loại thiết bị trộn thực tế sử dụng.

2.2 Tại nơi điều khiển của trạm trộn phải có bảng ghi rõ khối lượng phối liệu thạch cao PG, xi măng, nước và phải thường xuyên kiểm tra thiết bị cân đong với sai số cho phép. Trong mỗi ca (hoặc khi mưa nắng thay đổi), phải xác định độ ẩm của thạch cao PG để kịp thời điều chỉnh lượng nước đưa vào máy trộn.

2.3 Thùng xe chở hỗn hợp ra hiện trường phải được phủ kín bằng vải bạt ẩm (chống bốc hơi nước trong hỗn hợp). Chiều cao rơi tự do của hỗn hợp đã trộn kể từ miệng ra của máy trộn với thùng xe không được lớn hơn 1,5m.

#### 3 San rải cấp phối thạch cao PG

3.1 Trường hợp trộn ở trạm trộn thì xe chở hỗn hợp ra hiện trường phải đỗ thành đồng với cự ly đã định trước, sau đó dùng máy san gạt thành lớp trong phạm vi thi công. Nếu dùng máy rải thì xe chở hỗn hợp đỗ trực tiếp vào máy rải.

3.2 Trường hợp mặt đường rộng hoặc dùng máy rải thì phải phân vệt rải và việc rải bằng máy rải hoặc san gạt bằng máy san hỗn hợp thạch cao PG xi măng phải được thực hiện trong phạm vi có ván khuôn thép cố định chắc chắn xuống lòng đường hoặc xuống lớp nền để tạo thành bờ cách vệt rải trừ trường hợp dùng máy san rải có ván khuôn trượt). Chiều cao của ván khuôn phải bằng bề dày lớp thạch cao phosho gia cố xi măng thiết kế nhân với hệ số bề dày rải nói ở Điểm 3.1.

**3.3** Hệ số bề dày rải của lớp thạch cao phosho gia cố xi măng được xác định theo Điểm 3.1. Trường hợp trộn tại hiện trường thì khi trộn xong cũng phải kiểm tra bề dày lớp hỗn hợp thạch cao PG – xi măng với hệ số bề dày rải nói trên.

**3.4** Phải đảm bảo san rải đạt yêu cầu bằng phẳng, đúng độ dốc ngang quy định.

#### **4 Đầm nén cấp phối thạch cao PG gia cố xi măng**

**4.1** Bề dày đầm nén lớp thạch cao PG gia cố xi măng tối thiểu là 15 cm (bề dày sau khi lu lèn chặt). Nếu đảm bảo có phương tiện đầm nén đạt yêu cầu thì bề dày đầm nén một lớp cấp phối thạch cao PG gia cố xi măng lớn nhất cũng chỉ là 30 cm (bề dày sau khi lu lèn chặt đạt yêu cầu).

**4.2** Hỗn hợp thạch cao phosho gia cố xi măng phải được đầm nén ở độ ẩm tốt nhất xác định theo kết quả thí nghiệm đầm nén, với sai số cho phép về độ ẩm là 2%. Trong khi thi công phải chuẩn bị sẵn một số màng/bạt che phòng khi mưa đột ngột.

**4.3** Lu lèn lớp cấp phối thạch cao PG gia cố xi măng

**4.3.1** Trước hết phải dùng lu nhẹ hoặc lu vừa bánh sắt lu sơ bộ 2 lần/điểm, nếu qua lu sơ bộ phát hiện có chỗ lồi, lõm thì phải tiếp tục bù phụ hoặc gạt phẳng (phải cuốc xới cục bộ với độ sâu 5 cm để san sửa lại, tránh bù phụ ngay trên bề mặt).

**4.3.2** Dùng lu lớp hoặc lu rung loại quy định để lu chặt (nếu dùng lu lớp thì số lần lu ước là 12-15 lần/điểm; dùng lu rung 6-10 lần/điểm).

Trường hợp không có lu rung hoặc lu lớp thì có thể dùng lu nặng bánh nhẵn để lu chặt nhưng phải thông qua rải thử để xác định bề dày lu lèn thích hợp và kiểm nghiệm chất lượng đầm nén, đặc biệt là phải được chấp thuận của tư vấn giám sát.

**4.3.2** Sau cùng dùng lu nặng bánh nhẵn (loại 10-12 tấn) lu là phẳng 2-3 lần/điểm.

Các số lần lu nói trên phải được chính xác hóa thông qua kết quả thi công rải thử. Ngay trong khi lu lèn phải kiểm tra độ chặt cho đến lúc đạt độ chặt yêu cầu mới được ngừng lu lèn. Nếu phát hiện có chỗ hỗn hợp thạch cao PG – xi măng còn khô, có thể cho tưới ẩm cục bộ. Theo thử nghiệm hiện trường, với chiều dày sau đầm chặt là 19 cm ở K=98, số lượt lu lèn là 25 lần/điểm.

**4.4** Toàn bộ quá trình trộn, rải và lu lèn lớp thạch cao phosho gia cố xi măng phải được thực hiện trong thời gian không quá 120 phút (theo thời gian bắt đầu đông kết của xi măng).

#### **4.5 Yêu cầu thi công đối với các chỗ nối tiếp dọc và ngang**

**4.5.1** Ở các chỗ nối tiếp giữa các đoạn thi công theo cả chiều dọc và chiều ngang, trước khi thi công tiếp đoạn sau phải có biện pháp tạo bờ vách thẳng đứng và tưới ẩm nước các bờ vách đó. Có thể dùng cách đặt ván khuôn thép cố định chặt xuống nền để tạo bờ vách thẳng đứng ở các chỗ nối tiếp (đặc biệt cần thiết khi thi công bằng cách trộn ở trạm trộn và rải bằng máy rải). Ván khuôn này có thể tháo để dùng lại sau khi xi măng đông kết (2-3 giờ). Trong trường hợp trộn tại đường và không dùng ván khuôn thép thì tại các chỗ nối tiếp có thể dùng biện pháp rải rộng ép dư để đảm bảo chất lượng đầm nén, tiếp đó khi thi công các đoạn sau có thể dùng nhân lực xắn đào tạo vách đứng, chiều rộng xắn đào tối thiểu 20 cm.

4.5.2 Tại các chỗ nối tiếp phải tăng thêm số lần lu và tại các chỗ lân cận với bờ cách của ván thép hai bên vệt rải phải dùng đầm rung loại nhỏ đầm nén thêm.

4.6 Nếu do bề dày lớp thạch cao phosho gia cố xi măng phải chia làm 2 lớp để thi công sau khi lu lèn xong lớp dưới có thể thi công ngay lớp trên với trình tự và cách làm giống như lớp dưới (trước đó phải tưới ẩm bề mặt lớp dưới). Nếu làm xong lớp dưới nhưng không có điều kiện làm ngay lớp trên thì phải tiến hành bảo dưỡng lớp mới như quy định ở Điểm 5.6.

#### 4.7 Yêu cầu bảo dưỡng lớp thạch cao phosho gia cố xi măng

4.7.1 Trong vòng 4 giờ sau khi lu lèn xong phải tiến hành phủ kín bề mặt lớp thạch cao phosho gia cố xi măng để bảo dưỡng bằng một trong hai cách sau:

- Tưới nhũ tương với khối lượng 0,8-1,0 L/m<sup>2</sup>; yêu cầu nhũ tương phủ kín đều (kể cả các bờ vách đứng);

- Phủ đều 5 cm cát và tưới nước giữ ẩm cát thường xuyên trong 14 ngày (số lần và lượng nước tưới trong 1 ngày được xác định tùy theo điều kiện thời tiết).

Ít nhất sau 14 ngày bảo dưỡng mới cho phép thi công lớp kết cấu áo đường bên trên (trước đó phải quét dọn sạch sẽ lớp cát bảo dưỡng). Trường hợp có nhu cầu phải đảm bảo giao thông thì phải xem xét cụ thể cường độ lớp thạch cao phosho gia cố xi măng đạt được sau 14 ngày, để xác định loại tải trọng xe đi trên lớp thạch cao phosho gia cố xi măng. Tốc độ xe chạy không quá 30 km/h.

4.7.2 Đối với lớp thạch cao phosho gia cố xi măng dùng làm lớp móng trên có lớp mặt láng nhựa thì sau khi lu lèn chặt, cần rải 1 lớp cấp phối đá dăm có chiều dày tối thiểu 10cm để làm lớp chuyển tiếp trước khi thi công lớp mặt bê tông nhựa. Điều này nhằm đảm bảo khả năng chống trượt, tăng ma sát giữa lớp mặt và lớp móng trong kết cấu áo đường. Thi công, nghiệm thu lớp cấp phối đá dăm như được đề cập trong TCVN 8859:2011.

Trong trường hợp này, nếu thực hiện láng nhựa ngay thì không đòi hỏi phải bảo dưỡng giữ ẩm như nói ở 5.7.1; nếu chưa có điều kiện láng nhựa ngay thì áp dụng các biện pháp bảo dưỡng giữ ẩm như nói ở Điểm 5.7.1.

Thi công lớp mặt trên lớp cấp phối thạch cao phosho gia cố xi măng phải tuân thủ theo các quy trình hiện hành tương ứng với từng loại mặt theo thiết kế.

### 5 Các yêu cầu về kiểm tra, nghiệm thu lớp thạch cao phosho gia cố xi măng

#### 5.1 Kiểm tra vật liệu trước khi trộn

5.1.1 Kiểm tra thạch cao PG: cứ 500 m<sup>3</sup> thạch cao PG phải làm thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu đã nêu ở Điểm 4 và Bảng 2 của Hướng dẫn này (mỗi lần 3 mẫu thí nghiệm). Cấp phối thạch cao PG chỉ được phép sử dụng nếu kết quả thí nghiệm cho thấy đáp ứng theo yêu cầu của Điểm 4 và Bảng 2.

5.1.2 Kiểm tra chất lượng xi măng: phải theo đúng các quy định kiểm tra chất lượng xi măng được nêu trong TCVN 2682:2020 hoặc 6260:2020 tương ứng với mỗi loại xi măng sử dụng, kể cả các quy định về vận chuyển và bảo quản xi măng.

5.1.3 Kiểm tra chất lượng nước: như với nước dùng cho bê tông theo TCVN 4506:2012.

#### 5.2 Kiểm tra trong quá trình thi công

5.2.1 Kiểm tra độ ẩm của thạch cao PG và cấp phối thạch cao PG gia cố xi măng: mỗi ca sản xuất ở trạm trộn hoặc thi công ở hiện trường đều phải thí nghiệm kiểm tra độ ẩm ít nhất một lần để điều chỉnh kịp thời lượng nước khi trộn và trước khi lu lèn đạt được yêu cầu.

5.2.2 Kiểm tra độ chặt: Phải thường xuyên kiểm tra độ chặt bằng phương pháp rót cát ngay tại hiện trường trong quá trình lu lèn đối với mỗi đoạn, mỗi vệt thi công. Chỉ được kết thúc lu lèn khi kết quả cho thấy đã đạt được độ chặt quy định. Bình quân mỗi ngày thi công kiểm tra 5 lần. Đồng thời cũng phải thường xuyên kiểm tra bề dày rải và bề dày sau khi lu lèn xong (5 lần/ngày thi công).

5.2.3 Trong quá trình thi công phải thường xuyên kiểm tra các khâu công tác ở hiện trường theo các yêu cầu; đặc biệt phải chú ý kiểm tra các yêu cầu về khống chế thời gian, các yêu cầu về chỗ nối tiếp, độ đồng đều của cấp phối thạch cao PG.

Để kiểm tra lượng xi măng trộn vào thạch cao PG, tại trạm trộn phải thường xuyên kiểm tra lại thiết bị cân đong (mỗi ca sản xuất ít nhất kiểm tra một lần); còn nếu trộn tại hiện trường thì phải thường xuyên kiểm tra số lượng bao và cự ly phân bố các bao xi măng trên diện thi công.

5.2.4 Đúc mẫu kiểm tra cường độ: cứ mỗi đợt thi công được khoảng 500-1000 m<sup>3</sup> cấp phối thạch cao PG gia cố xi măng thì phải lấy mẫu ngay tại phểu trút ở trạm trộn hoặc ngay tại hiện trường khi máy xới phay vừa trộn xong để đúc mẫu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu cường độ như quy định ở Bảng 2. Kết quả kiểm tra phải đạt được các yêu cầu nêu ra ở Bảng 2.

### 5.3 Kiểm tra để nghiệm thu

5.3.1 Cứ 2000 m<sup>2</sup> phải khoan 2 tổ mẫu (1 tổ mẫu nén và 1 tổ mẫu chẻ; mỗi tổ gồm 3 mẫu không nhất thiết phải trên cùng một mặt cắt ngang mà vị trí do tư vấn giám sát chỉ định) để kiểm tra cường độ, đồng thời kiểm tra bề dày và dung trọng khô của lớp thạch cao PG gia cố xi măng:

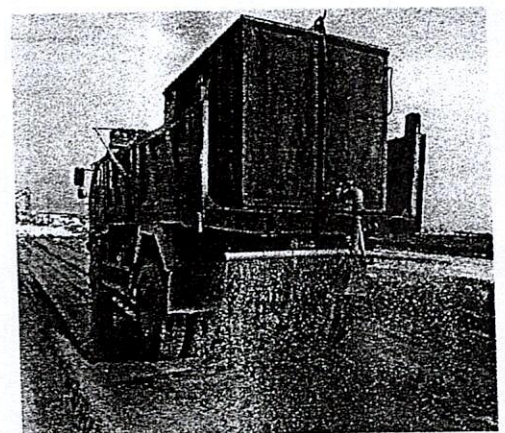
- Sai số cho phép về cường độ nhiều nhất là 5% nhỏ hơn so với yêu cầu quy định trong Bảng 2.
- Sai số về độ chặt là 1% (tức là hệ số đầm nén K không được nhỏ hơn 0,98)
- Sai số về bề dày là  $\pm 5\%$  so với bề dày thiết kế.

5.3.2 Đối với các yếu tố hình học khác của lớp thạch cao PG gia cố xi măng, cứ 1 km đường kiểm tra tối thiểu trên 5 mặt cắt ngang. Tham khảo thêm theo TCVN 10186:2015.

Một số hình ảnh thi công tham khảo.

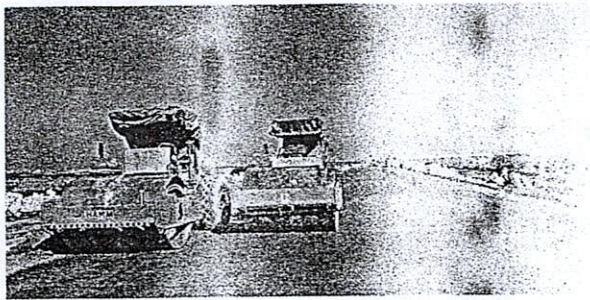


Hình 1. Rải lớp thạch cao PG

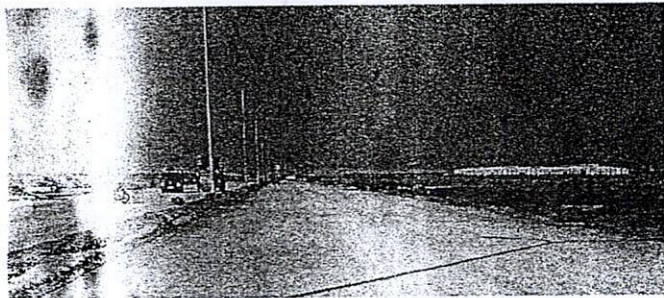


Hình 3. Công nhân rải XM trên lớp PG





Hình 4: Lu và gạt mặt đường



Hình 5: Hoàn thành đoạn đường