

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

PGS. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG (*Chủ biên*)

TS. NGUYỄN NGỌC LONG

KS. NGUYỄN ĐỨC THỊ THU ĐỊNH

# PHỤ GIA VÀ HOÁ CHẤT DÙNG CHO BÊTÔNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

HÀ NỘI - 2004

<http://vietnam12h.com>

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

<http://vietnam12h.com>

## LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách **“Phụ gia và hoá chất dùng cho bê tông”** được viết để phục vụ các kỹ sư xây dựng và sinh viên các ngành xây dựng dân dụng, công nghiệp, xây dựng công trình giao thông. Nội dung sách giới thiệu một số kiến thức cơ bản về các loại phụ gia dùng để cải thiện các tính chất của bê tông và vữa xây dựng. Một số loại hoá chất thường dùng trong công nghiệp xây dựng cũng được trình bày.

Sách gồm 12 chương, mỗi chương nói về một loại phụ gia, các phụ lục được dành để tóm tắt về các loại phụ gia đang được cung cấp trên thị trường Việt Nam hiện nay (2003).

Phân công biên soạn như sau: PGS. TS. Nguyễn Việt Trung viết các chương 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 và là chủ biên, TS. Nguyễn Ngọc Long biên soạn chương 7 và các Phụ lục, KS. Nguyễn Đức Thị Thu Định biên soạn chương 1.

Sách được biên soạn lần đầu, chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Tác giả mong nhận được sự góp ý và phê bình của bạn đọc cho nội dung cuốn sách để lần xuất bản sau được hoàn chỉnh hơn.

**Tác giả**

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

<http://vietnam12h.com>

## Chương 1

# KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI CÁC PHỤ GIA

### 1.1. KHÁI NIỆM VỀ CÁC CHẤT PHỤ GIA CHO BÊTÔNG VÀ VỮA

Phụ gia bê tông được định nghĩa là một loại vật liệu, được sử dụng như một nguyên liệu của bê tông mà ngoài xi măng, nước và cốt liệu ra nó còn được cho vào mẻ trộn hỗn hợp bê tông ngay trước khi trộn hoặc trong suốt quá trình trộn.

Ngày nay, bê tông được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau ở các điều kiện khác nhau, tuy nhiên trong nhiều tình huống thực tế các loại bê tông thông thường lại không đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu đặc biệt về công nghệ hay về chất lượng và độ bền. Trong những trường hợp này phụ gia được sử dụng nhằm mục đích thay đổi các đặc trưng của bê tông để cải tạo tính năng của bê tông khi chưa hoá cứng và khi đã hoá cứng dưới các điều kiện thực tế đã đặt ra.

Cho mãi đến năm 1930, chất độn và phụ gia mới bắt đầu được sử dụng nhưng vẫn không được coi là một phần quan trọng trong công nghệ bê tông. Từ đó đến nay phụ gia được sử dụng ngày càng nhiều. Mặc dù vậy, việc sử dụng phụ gia và chất độn đã từng bị một số kỹ sư công nghệ bê tông phản đối và xem thường. Ngày càng có rất nhiều người có quan điểm trái ngược, họ đánh giá cao và khuyến khích việc sử dụng phụ gia vì chúng tạo ra nhiều đặc tính mong muốn cho bê tông và mang lại hiệu quả kinh tế trong lĩnh vực xây dựng bê tông. Tuy nhiên, cần nhớ rằng phụ gia không phải là thứ thay thế được cho các phương pháp thi công bê tông thông thường.

Trong mỗi hoàn cảnh cụ thể, cũng hơi khó dự đoán thật chính xác tác động và kết quả khác nhau của việc sử dụng phụ gia bởi vì thường xuyên có sự thay đổi của mác xi măng, cấp phối của cốt liệu, thành phần trộn và hàm lượng xi măng của hỗn hợp trộn; những yếu tố đó làm thay đổi các đặc tính của bê tông. Trong một số trường hợp, các phụ gia ảnh hưởng đồng thời đến một vài đặc tính của bê tông, đôi khi chúng còn có ảnh hưởng tiêu cực đến các đặc tính mong muốn. Vì thế khi sử dụng phải cẩn thận trong việc lựa chọn các loại phụ gia và dự đoán được tác động của nó lên bê tông. Điều này có thể dựa trên kiến thức, kinh nghiệm và đặc biệt là dựa trên các thí nghiệm trong điều kiện cụ thể tại công trường.

### 1.2. CÁC ĐẶC TÍNH VÀ NHU CẦU, PHẠM VI SỬ DỤNG PHỤ GIA

Cần phân biệt phụ gia (tiếng Anh là admixture) bê tông và phụ gia xi măng. Các phụ gia xi măng được cho thêm vào nguyên liệu chế tạo xi măng từ trong nhà máy xi măng. Các phụ gia bê tông và vữa được cho thêm vào hỗn hợp trong lúc đang chế tạo bê tông và vữa để cải

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

thiện một số tính chất nào đó cần thiết. Liều lượng phụ gia được chọn tùy từng trường hợp cụ thể nhưng chỉ vào khoảng 0,3 - 1,5% so với trọng lượng xi măng. Ngoài ra còn có các chất độn (tiếng Anh là additive) dưới dạng bột được thêm vào bê tông với liều lượng khá nhiều (5% - 10 % so với trọng lượng xi măng). Như vậy khi thiết kế cấp phối có thể không xét đến thể tích của phụ gia nhưng phải xét đến thể tích của chất độn.

Các phụ gia làm thay đổi các tính chất của bê tông và vừa sao cho phù hợp với các yêu cầu về tiết kiệm xi măng, về tính dễ thi công và đem lại hiệu quả cao về kỹ thuật - kinh tế. Nhìn chung những lợi ích mà phụ gia đem lại cho bê tông có thể liệt kê như sau:

### **Cải thiện tính dễ thi công của hỗn hợp bê tông vừa trộn:**

- + Tăng độ linh động, tăng độ sụt, kéo dài thời gian duy trì độ sụt mà không cần tăng lượng nước trộn, hoặc giảm lượng nước trộn.
- + Làm chậm lại hoặc tăng nhanh quá trình ninh kết ban đầu.
- + Làm giảm hoặc tránh sự tiết nước và sự phân tầng hỗn hợp bê tông.
- + Làm bê tông không bị co ngót hoặc nở thể tích chút ít (ví dụ 0,4%).
- + Tạo khả năng chuyên chở hỗn hợp bê tông tươi đi xa, trong điều kiện thời tiết nóng (hoặc lạnh) đáp ứng yêu cầu cung cấp bê tông tươi từ các trạm trộn ở xa đến vị trí công trường.
- + Tạo khả năng bơm bê tông lên cao để thi công nhà cao tầng hoặc bơm xa để thi công cầu, hầm hoặc công trình thủy lợi v.v...

### **Cải thiện các tính chất của bê tông sau khi hoá cứng:**

- + Tăng cường độ sớm trong thời gian đầu để sớm tháo dỡ ván khuôn, sớm tạo dự ứng lực, v.v. nhằm tăng nhanh tiến độ thi công, tăng quay vòng ván khuôn.
- + Tăng cường độ chịu nén, chịu kéo.
- + Tăng độ chống thấm.
- + Làm chậm quá trình tỏa nhiệt hoặc giảm nhiệt lượng tỏa ra khi bê tông đang hoá rắn để tránh các vết nứt do co ngót - nhiệt, đặc biệt là đối với các công trình khối lớn như đập nước, mố trụ cầu, v.v...
- + Hạn chế sự nở thể tích do các phản ứng của các chất kiềm với các thành phần khoáng của cốt liệu.
- + Loại phụ gia đem lại tính không co ngót cho vữa và bê tông.
- + Loại phụ gia ức chế, ngăn chặn sự ăn mòn cốt thép trong bê tông.
- + Tạo sự dính bám chặt giữa phần bê tông cũ và phần bê tông hay vữa mới.
- + Tăng khả năng chịu va đập và chịu mài mòn của bê tông, (ví dụ, nhờ đó giảm lượng bụi phát sinh do vận chuyển, đi lại trên sàn bê tông).
- + Tạo màu sắc cho bê tông theo dự kiến.

+ Tăng độ dính kết của bê tông với cốt thép.

Tuy nhiên, ứng với mỗi trường hợp sử dụng phụ gia đều phải xem xét kỹ lưỡng và tính toán, thí nghiệm chu đáo để đảm bảo đạt hiệu quả tốt.

### 1.3. PHÂN LOẠI PHỤ GIA

Có nhiều cách phân loại khác nhau đối với các phụ gia tùy theo những căn cứ khác nhau như: phân loại phụ gia theo cơ chế phản ứng hoá học và phân loại theo mục đích sử dụng. Tuy nhiên đối với thị trường công nghiệp xây dựng ở Việt Nam cũng như ở nước ngoài, người ta thường dùng các cách phân loại đã được các Tiêu chuẩn quốc gia hay quốc tế chấp nhận, thường là dựa vào mục đích sử dụng phụ gia. Trước đây ở Việt Nam chủ yếu dựa vào cách phân loại theo các nhà khoa học Nga (Liên Xô cũ). Vài năm gần đây các Tiêu chuẩn của Mỹ (như ACI, ASTM, AASHTO), Tiêu chuẩn Anh (BS), Tiêu chuẩn của Úc (AS), Tiêu chuẩn Nhật Bản (JAS) bắt đầu được áp dụng, đặc biệt là trong các dự án có vốn nước ngoài. Vì vậy đã có sự thay đổi trong cách phân loại.

#### 1.3.1. Phân loại phụ gia theo cơ chế phản ứng hoá học

Tác giả người Nga, V.B.Ratinốp phân chia các phụ gia thành 4 loại, trong mỗi loại chia thành các nhóm phụ gia có đặc tính gần giống nhau.

##### *Loại 1: Các chất điện phân*

Các chất này khi được trộn với nước và xi măng sẽ làm thay đổi độ hòa tan của các khoáng chất trong xi măng như  $C_3S$  và  $C_2S$  trong nước (phụ thuộc vào các chất điện phân mạnh hay yếu). Các phụ gia này làm tăng tốc độ thủy hoá và đóng rắn của xi măng. Các chất điện phân được chia làm 2 nhóm:

1- Nhóm chất không chứa các ion cùng tên với các ion của chất kết dính.

Khi trộn các phụ gia Nhóm 1 với các chất kết dính đơn khoáng hay đa khoáng sẽ làm tăng tốc độ hoà tan của các khoáng khiến cho quá trình thủy hoá và hoá rắn phát triển nhanh hơn. Nhóm này gồm các phụ gia tăng nhanh hoá rắn và đạt cường độ sớm cho bê tông.

2- Nhóm chất có chứa các ion cùng tên với các ion của chất kết dính.

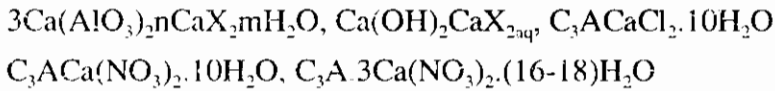
Nhóm các chất giảm độ hoà tan của chất kết dính trong nước, làm chậm tốc độ ninh kết và rắn chắc của chất kết dính.

##### *Loại 2: Các phụ gia tham gia phản ứng với các thành phần hoá học của chất kết dính*

Các phụ gia có tham gia phản ứng với các thành phần của chất kết dính, hoặc các sản phẩm thủy hoá của chúng tạo thành các hợp chất khó tan hoặc ít phân tán. Các phụ gia này được chia làm hai nhóm:

1. *Nhóm 1:* Các phụ gia tham gia phản ứng với các thành phần của chất kết dính trong các phản ứng kết hợp, như kết hợp với các khoáng  $C_3A$ ,  $C_4AF$  của clinker xi măng, cũng như

kết hợp với các sản phẩm thủy hoá của xi măng như  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tạo thành các chất khó tan trong nước như:



2. *Nhóm 2:* Các phụ gia là những chất tham gia phản ứng với các chất kết dính trong các phản ứng trao đổi:

Các loại muối kim loại kiềm mạnh hoặc yếu ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,...) tham gia phản ứng với các pha của đá xi măng với sự có mặt của  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tạo thành các hợp chất muối khó tan trong nước, hoặc tổ hợp phân tử như  $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ .

Các hợp chất khó tan này sẽ phát triển cường độ hoặc chèn vào các lỗ rỗng trong cấu trúc bê tông làm tăng cường độ, khả năng chống thấm và độ bền vững lâu dài cho bê tông.

### ***Loại 3: Các phụ gia tạo mầm kết tinh***

Các phụ gia tạo mầm kết tinh thúc đẩy quá trình kết tinh của các sản phẩm thủy hoá của chất kết dính, thúc đẩy nhanh quá trình đông rắn của bê tông.

### ***Loại 4: Các chất phụ gia hoạt tính bề mặt.***

Các chất này được sử dụng làm phụ gia cho bê tông muộn hơn các chất điện phân, song chúng nhanh chóng được sử dụng rộng rãi làm phụ gia cho bê tông trên phạm vi toàn thế giới. Các phụ gia hoạt tính bề mặt được chia làm 2 nhóm sau:

1. *Nhóm 1: Các chất ưa nước (hấp thụ nước):* Phần tử của các chất trong nhóm này chứa một số đáng kể các nhóm chức năng có độ phân cực khác nhau, các nhóm này hướng về phía các pha rắn và hấp thụ lên bề mặt của chúng tạo thành lớp màng mỏng trơn nhẵn làm tăng độ dẻo của hỗn hợp, giảm độ phân tán của vữa, giảm lượng nước trộn bê tông và vữa, làm chậm tốc độ rắn chắc. Điển hình là loại lignosunphatcanxi. Ví dụ các phụ gia CCB và CDB của Nga đã từng được áp dụng ở Việt Nam tại công trường cầu Thăng Long nhiều năm trước đây.

### *2. Nhóm 2: Các phụ gia kỵ nước:*

Do cấu trúc phân tử không đối xứng mạnh, nên phần kỵ nước của phân tử bám chặt lên bề mặt của pha rắn có trong hỗn hợp. Các phụ gia này có thể tạo ra các bọt khí trong bê tông, làm tăng độ chống thấm, chống băng giá, do đó tăng được độ bền vững lâu dài cho bê tông. Các phụ gia này có thể trộn với clinke khi nghiền, làm tăng thời hạn bảo quản xi măng, tăng độ dẻo trong hỗn hợp bê tông. Tiêu biểu trong nhóm này có phụ gia GHF - Nga.

Những năm gần đây trong lĩnh vực xây dựng, có xu thế phối hợp hai hay nhiều loại phụ gia với nhau một cách phổ biến tạo thành các loại phụ gia mới đa chức năng (một tính năng trội và một số tính năng khác kèm theo). Hệ thống kết hợp các phụ gia này có nhiều tính năng ưu việt hơn so với các phụ gia một thành phần như đã nêu trên:

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Hoạt động đa chức năng, cùng một lúc ảnh hưởng tới nhiều tính chất của bê tông.
- Có thể có hiệu quả mạnh hơn đối với một đặc tính của bê tông mà phụ gia một thành phần đã đạt tới mức tối đa, không thể cao hơn nữa.
- Có thể thu hẹp hoặc loại bỏ được những hạn chế mà việc sử dụng một thành phần có thể gây ra cho hỗn hợp bê tông.

Ví dụ, người ta có thể dùng phụ gia đa chức năng gồm các chất điện phân cộng với chất hoạt tính bề mặt. Nếu dùng chất hoạt tính bề mặt (với tỷ lệ vài phần nghìn của lượng ximăng) sẽ làm tăng độ dẻo cho hỗn hợp bê tông, nhưng lại làm chậm tốc độ thủy hoá và rắn chắc của ximăng, ảnh hưởng tới năng suất của các nhà máy bê tông. Cho thêm các chất điện phân sẽ khắc phục được những hạn chế trên. Đồng thời các chất hoạt tính bề mặt lại khắc phục được những hạn chế mà chất điện phân có thể gây ra đối với hỗn hợp bê tông...

Các phụ gia đa chức năng có thể tạo ra theo những phương thức kết hợp sau:

A - Hỗn hợp các phụ gia loại 1 (theo phân loại của Patinóp).

- Hỗn hợp các phụ gia loại 2.
- Hỗn hợp các phụ gia loại 3.
- Hỗn hợp các phụ gia loại 4.

B - Hỗn hợp các phụ gia loại 1 và 2, cũng như loại 1 hoặc loại 2 với loại 3.

Các chất điện phân kết hợp với các phụ gia tạo ra các tâm kết tinh có sẵn.

Hỗn hợp các phụ gia loại 1 hoặc loại 2 và loại 4.

Các chất điện phân kết hợp với các chất hoạt tính bề mặt.

### 1.3.2. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Pháp (NF. P18-103)

Tiêu chuẩn Pháp (NF. P18-103), năm 1989, phân ra các loại phụ gia như sau:

1. Phụ gia làm tăng ninh kết không có clo.
2. Phụ gia làm tăng nhanh đóng rắn cho bê tông không có clo.
3. Phụ gia siêu dẻo.
4. Phụ gia giảm bớt hấp thụ mao quản - tăng chống thấm nước.
5. Phụ gia làm dẻo.
6. Phụ gia làm giảm lượng nước trộn bê tông - tăng dẻo.
7. Phụ gia làm tăng ninh kết.
8. Phụ gia sinh bọt khí (phụ gia tạo bọt khí lớn).
9. Phụ gia dùng cho bê tông và vữa phụt.
10. Phụ gia sinh hơi (gaz) được khu trú.
11. Phụ gia sinh bọt lẫn khí (phụ gia tạo bọt khí nhỏ).

12. Phụ gia tạo màu.

13. Phụ gia làm tăng nhanh bám dính cho bê tông hoặc vữa phun.

Một số tác giả người Nga phân ra 3 nhóm lớn các loại phụ gia khoáng (loại có hoạt tính, loại có độn bổ sung, loại có để bền kiềm, bền axit, bền lửa); các loại để sinh khí, tạo bọt; các loại phụ gia hoá học. Các loại phụ gia hoá học lại được chia nhỏ và phân làm 9 nhóm:

1. Phụ gia tăng hoạt tính bề mặt.
2. Phụ gia tăng nhanh ninh kết và đóng rắn.
3. Phụ gia làm chậm ninh kết và đóng rắn.
4. Phụ gia làm tăng tính chống thấm nước.
5. Phụ gia làm tăng tính chống băng giá.
6. Phụ gia tăng tính ổn định trong các môi trường xâm thực.
7. Phụ gia hạn chế ăn mòn kim loại.
8. Phụ gia chống bức xạ.
9. Phụ gia chống nấm khuẩn.

### 1.3.3. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Mỹ (ASTM)

Trong bộ Tiêu chuẩn Mỹ (ASTM) có các đề mục C.494 - 86 quy định về các phụ gia hoá học, đề mục C.618 - 89a quy định về các phụ gia khoáng, đề mục C.869 - 80 quy định về các phụ gia tạo bọt.

Các phụ gia hoá học được phân loại thành các nhóm sau đây:

- Loại A: phụ gia giảm nước.
- Loại B: phụ gia chậm ninh kết.
- Loại C: phụ gia nhanh ninh kết.
- Loại D: phụ gia giảm nước và chậm ninh kết.
- Loại E: phụ gia giảm nước và nhanh ninh kết.
- Loại F: phụ gia giảm nước và nhanh ninh kết cao cấp (siêu dẻo).
- Loại G: phụ gia giảm nước và chậm ninh kết cao cấp (siêu dẻo).

Các nhà sản xuất thường có xu hướng đưa ra thị trường những sản phẩm phụ gia có các đặc tính kết hợp nên có thể một phụ gia được phân loại vào 2 - 3 nhóm đồng thời.

### 1.3.4. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Mỹ ACI (Viện bê tông Mỹ)

Tiểu ban 212 thuộc Viện bê tông Mỹ đã sắp xếp phụ gia theo 14 loại như sau:

1. Phụ gia tăng nhanh hoá rắn.

2. Phụ gia giảm nước và điều chỉnh tốc độ ninh kết.
3. Phụ gia cho vữa trám trong công tác khoan phụt.
4. Phụ gia tăng hàm lượng khí trong bê tông.
5. Phụ gia nở.
6. Phụ gia chống thấm.
7. Phụ gia trám vá sửa các kết cấu bị hư hỏng.
9. Phụ gia hạn chế tương tác có hại của silíc-kiềm.
10. Phụ gia ức chế ăn mòn kim loại.
11. Phụ gia diệt nấm khuẩn và côn trùng.
12. Phụ gia điều chỉnh sự tách nước.
13. Phụ gia tạo màu sắc.
14. Các phụ gia khoáng.

### **1.3.5. Phân loại các phụ gia khoáng**

Các phụ gia khoáng là các chất khoáng có hoạt tính thủy lực hoặc tính kết dính yếu, được nghiền mịn. Có tác giả đề nghị có thể chia làm 4 nhóm sau:

- Nhóm X: gồm có xỉ lò cao, xỉ hạt nghiền mịn, chúng là phụ phẩm của công nghệ luyện gang, có hoạt tính rất cao, có cả tính kết dính.

- Nhóm P: gồm các phụ gia hoạt tính puzolan có nguồn gốc khoáng thiên nhiên từ tro núi lửa.

- Nhóm T: gồm có các phụ gia hoạt tính từ tro, tro bay tạo thành từ quá trình đốt than nghiền, than bột.

- Nhóm S: gồm có các phụ gia gốc microsilica, cỡ hạt siêu mịn và thành phần hoá học chủ yếu là silic hoạt tính. Nhóm này gồm 3 loại là:

+ Phụ gia meta caolan: chế tạo từ cao lanh lọc được hoạt hoá bằng gia nhiệt ở nhiệt độ thích hợp, sau đó được nghiền mịn tới bề mặt riêng  $\geq 15 \text{ m}^2/\text{g}$ .

+ Phụ gia silicafum: vật liệu rất mịn, chứa ôxyt silic vô định hình. Chất này thu được từ muối silic của quá trình sản xuất ferromangan và ferrosilic trong lò hồ quang điện.

+ Phụ gia tro trấu: được chế tạo bằng cách đốt trấu trong thiết bị đặc biệt ở điều kiện khử và nhiệt độ phù hợp, sau đó được nghiền mịn.

## **1.4. PHÂN LOẠI XI MĂNG**

Không phải là mọi loại xi măng đều có thể kết hợp tốt với mọi loại phụ gia. Các công thức tính toán thành phần cấp phối hỗn hợp bê tông đều không xét cụ thể được đến từng loại

phụ gia cũng như từng loại xi măng. Để biết sự tương hợp tốt nhất giữa một loại xi măng với một loại phụ gia thì cách duy nhất là phải làm thí nghiệm cụ thể. Vì vậy mỗi kỹ sư xây dựng cần phải nắm vững cách phân loại và đặc tính của từng loại xi măng trên thị trường.

Theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5439 - 1991, xi măng được phân loại dựa theo các đặc tính sau:

- Loại clinke và thành phần của xi măng.
- Mác.
- Tốc độ đông rắn.
- Thời gian đông kết.
- Các tính chất đặc biệt.

#### 1.4.1. Phân loại xi măng theo loại clinke và thành phần của xi măng

- Xi măng trên cơ sở clinke xi măng poóclăng.
- Xi măng poóclăng (không có phụ gia khoáng).
- Xi măng poóclăng hỗn hợp (với tỷ lệ phụ gia khoáng hoạt tính không lớn hơn 20%).
- Xi măng poóclăng xỉ (với tỷ lệ phụ gia xỉ hạt lớn hơn 20%).
- Xi măng poóclăng puzolan (với tỷ lệ phụ gia puzolan lớn hơn 20%).
- Xi măng trên cơ sở clinke xi măng alumin.
- Xi măng alumin có hàm lượng  $Al_2O_3$  lớn hơn 30% và nhỏ hơn 60%.
- Xi măng giàu alumin có hàm lượng  $Al_2O_3$  từ 60% trở lên.

#### 1.4.2. Phân loại xi măng theo mác xi măng

Xi măng poóclăng được phân theo mác, ví dụ như PC40, PC50 là các loại xi măng poóclăng có giới hạn bền nén ở tuổi 28 ngày lần lượt không nhỏ hơn 40, 50MPa.

*Loại I:* Xi măng thường khi không có yêu cầu đặc biệt.

*Loại IA:* Như loại I, nhưng có khả năng cuốn khí.

*Loại II:* Xi măng dùng trong trường hợp chung, nhưng có khả năng bền sunphat vừa và nhiệt thủy hoá vừa.

*Loại IIA:* Như loại II, nhưng có thêm yêu cầu cuốn khí.

*Loại III:* Dùng trong trường hợp yêu cầu cường độ ban đầu cao.

*Loại IIIA:* Như loại III, nhưng có thêm yêu cầu cuốn khí.

*Loại IV:* Dùng trong trường hợp yêu cầu nhiệt thủy hoá thấp.

*Loại V:* Dùng trong trường hợp yêu cầu độ bền sunphat cao.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Ngoài ra Mỹ cũng có những loại xi măng đặc biệt khác như xi măng hỗn hợp (theo ASTM C595 - 92a). Xi măng hỗn hợp ở đây bao gồm cả xi măng poóclăng xỉ lò cao và xi măng poóclăng puzolan, thậm chí trong xi măng hỗn hợp có cả xỉ và puzolan.

### 1.4.3. Phân loại xi măng theo Tiêu chuẩn Mỹ

Phân loại theo Tiêu chuẩn Mỹ về cơ bản cũng giống Tiêu chuẩn Việt Nam. Tuy nhiên có nhiều loại xi măng hơn.

## 1.5. CÁC LOẠI XI MĂNG HIỆN ĐANG SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG Ở VIỆT NAM

**1. Xi măng poóclăng viết tắt PC** được sản xuất ở nước ta phù hợp Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2682 - 1999. Theo Tiêu chuẩn này, PC được sản xuất bằng cách nghiền mịn clinke với một lượng thạch cao thích hợp thông qua phụ gia khoáng.

### 2. Xi măng poóclăng hỗn hợp viết tắt là PCB:

Loại xi măng này được sản xuất ở nước ta phù hợp với Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2620 - 1997. Theo Tiêu chuẩn này, PCB được sản xuất bằng cách nghiền mịn xi măng với một lượng phụ gia khoáng tới 40% (trong đó lượng phụ gia hoạt tính không quá 20%) trọng lượng xi măng và một lượng thạch cao thích hợp. Xi măng PCB hiện đang được sản xuất có mác 30 ký hiệu là PCB 30.

**3. Xi măng poóclăng bền sunphat viết là PC<sub>s</sub>** được sản xuất theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6067 - 1995. Theo Tiêu chuẩn này PC<sub>s</sub> được phân ra làm hai nhóm: bền sunphat thường và bền sunphat cao với hai mác 30 và 40.

Hiện nay nước ta sản xuất xi măng bền sunphat cao chứa bari viết tắt là PC<sub>hs</sub>, chứa khoảng 1 - 6% BaO dưới dạng B<sub>2</sub>S, BA, B<sub>6</sub>A<sub>2</sub>F... Khi đóng rắn trong môi trường chứa SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (nước biển, nước sunphat), độ bền nén và chống thấm tăng lên nhờ sự lèn chặt cấu trúc bởi BaSO<sub>4</sub>.

Một loại xi măng bền sunphat khác HAPI cũng đang được sản xuất. Đây là một loại xi măng Poóclăng xỉ bền sunphat.

**4. Xi măng Poóclăng xỉ hạt lò cao:** phù hợp với Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4316 - 1986. Theo Tiêu chuẩn này, xi măng Poóclăng xỉ được sản xuất bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clanke của xi măng Poóclăng với 20 - 60% xỉ hạt hạng một hoặc 20 - 50% xỉ hạt hạng hai và một lượng thạch cao cần thiết.

**5. Xi măng Puzolan viết tắt là PC<sub>puz</sub>:** phù hợp với TCVN 4033 - 1995. Theo Tiêu chuẩn này, PC<sub>puz</sub> được sản xuất bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng và phụ gia hoạt tính Puzolan (từ 15 - 40% trọng lượng xi măng PC<sub>puz</sub>) và một lượng thạch cao thích hợp.

**6. Xi măng Poóclăng ít toả nhiệt viết tắt là PC<sub>th</sub>:** phù hợp với TCVN 6069 - 1995. Theo Tiêu chuẩn này PC<sub>th</sub> mác 30 có hàm lượng C<sub>3</sub>S không lớn hơn 35%, hàm lượng C<sub>2</sub>S

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

không nhỏ hơn 49% và hàm lượng  $C_3A$  không lớn hơn 7%. Hai thành phần  $C_3A$  và  $C_3S$  thoát nhiệt nhiều. Vì hai thành phần này giảm đi, xi măng thủy hóa sẽ toả nhiệt ít hơn.

### 7. Xi măng poóc-lăng trắng viết tắt là $PC_w$

Các loại xi măng 1, 2 và 6 nói trên được sử dụng nhiều ở nước ta nên được sản xuất thường xuyên, còn các loại xi măng khác là xi măng đặc chủng được sử dụng không nhiều, do đó không sản xuất thường xuyên, và có loại chỉ sản xuất theo đơn đặt hàng. Các loại xi măng từ 1 đến 6 thường được dùng trong xây dựng thủy lợi. Theo yêu cầu của công tác xây dựng và theo sự phát triển của công nghệ sản xuất xi măng trong thời gian tới có thể có các loại xi măng khác ra đời để tăng thêm chủng loại xi măng sản xuất ở nước ta. Ngoài ra một số loại xi măng đặc biệt khác có thể được nhập từ nước ngoài khi có nhu cầu đặc biệt và có chủ trương của nhà nước về nhập khẩu xi măng đặc biệt.

## 1.6. SƠ LƯỢC VỀ CÔNG DỤNG VÀ CÁC TÍNH CHẤT KỸ THUẬT CỦA MỘT SỐ LOẠI PHỤ GIA

### 1.6.1 Phụ gia điều chỉnh sự đông rắn của bê tông và vữa

Chúng thường là các phụ gia hoá học có thể tan trong nước và cải biến độ hoà tan của các thành phần khác nhau của xi măng và trước hết là tốc độ hoà tan của chúng.

Ngoài các phụ gia ký hiệu C và E nêu trong 14 TCN 103-109 và ASTM C494-92, các chất sau đây có tác dụng tăng nhanh đông cứng bê tông:

- Triethanolamin và canxi format.

- Canxi clorua ( $CaCl_2$ ) là phụ gia có tác dụng mạnh nhất trong các phụ gia đông cứng nhanh. Tuy nhiên, loại phụ gia này chứa ion clo ( $Cl^-$ ) ăn mòn cốt thép. Do vậy nó được yêu cầu không sử dụng trong bê tông cốt thép dự ứng lực, không trộn vào trong bê tông có chứa các kim loại không cùng loại, hoặc bê tông cốt thép trong môi trường ẩm ướt bởi môi trường này có khuynh hướng làm tăng sự ăn mòn cốt thép. Liều lượng pha trộn của phụ gia này thường không quá 1% trọng lượng xi măng.

- Một số sunphat như natri và kali sunphat, manhe cacbonat nghiền mịn.

Cần chú ý rằng có một số loại phụ gia đông cứng nhanh có thể có tác dụng ngược lại nghĩa là làm chậm đông cứng khi liều lượng dùng vượt quá quy định; vì vậy khi sử dụng, cần xác định liều lượng thích hợp và xem kỹ hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất để đạt được hiệu quả mong muốn.

Phụ gia làm chậm đông cứng làm giảm tốc độ phản ứng của xi măng với nước và do đó làm chậm sự đông kết của bê tông ít nhất là 1 giờ. Cũng có thể làm giảm cường độ bê tông ngày 28 một một chút, làm chậm sự tiến triển nhiệt thủy hoá trong bê tông khối lớn, nên sử dụng thích hợp trong bê tông khối lớn. Các phụ gia gốc kiềm cũng có tác dụng làm đông

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

cứng chậm sinh xút, potat, amoniac, các muối natri và kali aluminat, borat, các muối canxi nitrit, nitrat và fomiát.

### 1.6.2. Phụ gia giảm nước thường

Phụ gia này có tác dụng tăng dẻo, giảm nước. Cường độ ban đầu của bê tông tăng lên do giảm nước sẽ bù lại sự giảm cường độ do ảnh hưởng của phụ gia làm đông cứng chậm và cường độ bê tông ngày 28 cao hơn bê tông đối chứng có cùng độ sụt. Phụ gia giảm nước còn cải thiện tính chất của bê tông khi cốt liệu có cấp phối không tốt, cốt liệu có nhiều cạnh góc và cát nhỏ. Trong các trường hợp đó, nếu không dùng phụ gia tăng dẻo giảm nước, thì bê tông sẽ khô, khó thi công; mà nếu thêm nước thì cường độ bê tông lại giảm. Phụ gia này cũng làm chậm sự mất độ sụt theo thời gian. Các phụ gia tăng dẻo giảm nước thông thường như lignosunfonat và cacbuaxylic hydroxyl có thể giảm được khoảng 10% lượng nước trộn, khi đó cường độ nén cuối cùng có thể tăng 15 - 25%, độ co ngót và từ biến của bê tông được giảm đi. Nếu không giảm nước, thì độ sụt tăng từ 2 đến 3 lần, dễ thi công hơn. Thời gian đông kết của bê tông có thể giảm từ 1 - 3 giờ ở nhiệt độ 18 - 30°C, nhiệt thủy hoá của bê tông cũng giảm đi.

### 1.6.3. Phụ gia giảm nước bậc cao (phụ gia siêu dẻo)

Hiện nay các phụ gia siêu dẻo được sử dụng rất phổ biến trong xây dựng cầu đường ở nước ta. Loại phụ gia này có thể giảm được 25 - 30% lượng nước trộn, do đó tăng cường độ bê tông ngày 28 của bê tông khoảng 30 - 40%, cường độ ban đầu cũng cao hơn bê tông không pha phụ gia. Nếu không giảm nước, độ sụt có thể tăng trên 4 lần và làm chậm sự mất độ sụt. Loại siêu dẻo kéo dài thời gian đông kết (loại G) rất thích hợp đối với bê tông thương phẩm cần vận chuyển đường dài, bê tông bơm, bê tông cần đông cứng chậm và nhiệt thủy hoá thấp, rất thích hợp cho đông kết (loại F) thích hợp với các kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực như dầm cầu, bản sàn nhịp lớn, v.v... Cần chú ý rằng, nếu giảm lượng nước và giữ nguyên độ sụt, cùng cường độ bê tông ngày 28, thì có thể giảm lượng dùng xi măng, do đó tiết kiệm được một lượng xi măng khá lớn, bù lại chi phí cho phụ gia, như vậy đạt hiệu quả kinh tế nhất. Có nhiều loại phụ gia giảm nước bậc cao mà không kéo dài thời gian đông kết. Mỗi loại phụ gia siêu dẻo đang có trên thị trường Việt Nam đều có đồng thời vài tác dụng như giảm nước bậc cao, tăng độ bền chống thấm, tăng cường độ cao cuối cùng, v.v...

### 1.6.4. Phụ gia cuốn khí

Phụ gia cuốn khí có tác dụng lôi cuốn một phần không khí vào trong bê tông thông qua quá trình trộn, tạo ra các bọt khí cực nhỏ đường kính từ 10 đến 1000  $\mu$ m. Các bọt khí này được phân tán đều khắp trong bê tông, làm tăng độ lưu động, giảm phân tầng tiết nước của hỗn hợp bê tông, đồng thời cũng tăng tính chống thấm của bê tông lên một chút. Các bọt khí cực nhỏ nằm trong các lỗ rỗng mao quản của bê tông sau khi cứng hoá, ngăn không cho

nước thấm vào. Tác dụng quan trọng nhất của phụ gia cuốn khí là tăng độ bền do sự đóng băng và tan băng của bê tông ở những nơi có băng tuyết vào mùa đông. Nước ta thuộc vùng nhiệt đới nên ưu điểm này của phụ gia cuốn khí không có ý nghĩa lớn. Tuy vậy hàm lượng khí trong bê tông cũng ảnh hưởng tới cường độ bê tông (hàm lượng khí càng nhiều thì cường độ càng giảm). Do đó khi sử dụng phụ gia cuốn khí, cần phải khống chế chặt chẽ liều lượng pha trộn của phụ gia để đạt được hiệu quả mong muốn. Nhiều tài liệu đã đưa ra khuyến cáo hàm lượng khí trong bê tông từ 4 đến 6% là thích hợp. Hiện tại phụ gia cuốn khí đã được sử dụng tại một số công trình lớn của nước ta như công trình thủy điện Hàm Thuận - Đa Mi, cầu đường sắt Đà Nẵng.

#### 1.6.5. Phụ gia hoạt tính puzolan

Phụ gia hoạt tính puzolan thiên nhiên theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3735 - 82 ở dạng nguyên khai hoặc đã gia nhiệt để tăng hoạt tính; được pha trước vào xi măng để được xi măng poóc-lăng puzolan theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4033 - 95, hoặc pha vào bê tông và vữa trước khi trộn.

Puzolan thiên nhiên bao gồm đất diatomit, đá phiến sét, tuyp và tro núi lửa, đá bọt, đá bazan... Puzolan chứa nhiều oxit silic vô định hình có hoạt tính, tức là có tác dụng ở nhiệt độ thường với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sinh ra khi xi măng thủy hoá để tạo thành  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  bền vững ngay cả khi ẩm ướt và ở trong nước. Đó là phản ứng puzolan. Hoạt tính của puzolan được xác định thông qua thí nghiệm vữa trong đó một phần xi măng được thay thế bằng puzolan (theo ASTM C311 - 94a) hoặc thí nghiệm độ hút vôi (theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3735 - 82).

#### *Puzolan có những tác dụng tốt như sau:*

Giảm độ phân tầng, tiết nước, giảm nhiệt thủy hoá và tác hại của cốt liệu có phản ứng kiềm.

Tăng độ đặc chắc, tính chống thấm, tính bền của bê tông ở trong nước và trong đất có tính chất ăn mòn.

Tuy nhiên puzolan có thể kéo dài thời gian đông kết, làm chậm sự phát triển cường độ bê tông ở tuổi ban đầu (3 đến 7 ngày), nhưng cường độ bê tông ngày 28 vẫn đạt như bê tông pha puzolan.

Đá bazan vùng mỏ Nghệ An, Thanh Hoá là một loại puzolan có Tiêu chuẩn riêng của ngành xây dựng TCXD - 1997, khi sử dụng cần tham khảo Tiêu chuẩn này.

#### 1.6.6. Phụ gia xỉ lò cao

Phụ gia xỉ lò cao được quy định trong TCVN 4315 - 1986, là loại xỉ thu được do quá trình luyện gang và được làm nguội nhanh để tạo thành dạng hạt pha thủy tinh. Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử xỉ lò cao được nêu trong Tiêu chuẩn nhà nước nói trên. Xỉ bao gồm chủ yếu là các canxi silicat, aluminat và một số oxit khác như  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ . Xỉ hạt lò

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

cao được nghiền chung clinke để sản xuất xi măng poóclăng xỉ hạt lò cao, xi măng poóclăng hỗn hợp hoặc có thể được nghiền riêng thành bột mịn để pha vào bê tông và vữa trước khi trộn. Xi hạt lò cao thường được nghiền nhỏ hơn xi măng, tỷ diện của nó lớn hơn  $3500\text{cm}^2/\text{g}$ , có khi tới  $5000\text{cm}^2/\text{g}$ , xỉ càng mịn, hoạt tính càng tăng. Khi trộn xi măng xỉ với nước, đầu tiên xỉ tác dụng với kiềm hydroxit, sau đó với canxi hydroxit, đó là phản ứng mang tính chất Puzolan. Xi hạt lò cao có tác dụng tốt sau đây:

- Tăng tính dễ đổ của hỗn hợp bê tông.
- Giảm độ tiết nước, nếu xỉ được nghiền mịn hơn xi măng và ngược lại.
- Giảm nhiệt thủy hoá, do đó giảm nguy cơ nứt nẻ do nhiệt trong bê tông khối lớn.
- Tăng độ đặc chắc, nên giảm độ hút nước và thấm nước.
- Tăng độ bền trong nước, nước có sunphat, nước biển.
- Giảm độ nở kiềm do cốt liệu có phản ứng kiềm gây nên.

### *Tuy nhiên cần lưu ý:*

- Hỗn hợp bê tông pha xỉ có thể chậm đông kết hơn, nhất là khi ở nhiệt độ thấp.
- Cường độ ban đầu phát triển chậm, sau 7 ngày tăng nhanh hơn.
- Tăng độ co ngót ban đầu, nên cần chú ý bảo dưỡng tốt và kéo dài hơn.
- Tổng tỷ lệ xỉ hạt lò cao pha vào bê tông không vượt quá tỷ lệ xỉ trong xi măng poóclăng xỉ theo TCVN 4316 - 1986.

### **1.6.7. Tro bay**

Đó là phế thải mịn thu được do việc đốt than ở nhà máy nhiệt điện và được chuyển từ buồng đốt qua nồi hơi bởi ống khói. Tro bay là một loại puzolan nhân tạo có các silic oxit, nhôm oxit, canxi oxit, manhee oxit và lưu huỳnh oxit. Ngoài ra, có thể chứa một lượng than chưa cháy, yêu cầu không được quá 6% trọng lượng tro bay. Nếu trong trường hợp hàm lượng chất chưa cháy vượt quá 6% thì phải căn cứ vào các kết quả thí nghiệm để quyết định sử dụng. Nói chung hàm lượng than nhiều sẽ ảnh hưởng xấu đến tính chất của bê tông, do đó phải dùng biện pháp tuyển lọc để loại bỏ than chưa cháy. Tro bay càng mịn càng tốt. Đường kính của phần lớn các hạt nằm trong khoảng nhỏ hơn 1µm tới 100µm, tỷ diện khoảng 250 - 600m<sup>2</sup>/kg. Phụ gia tro bay có các tác dụng tốt sau đây đối với bê tông:

- Giảm nhiệt thủy hoá, nên thích hợp với bê tông khối lớn.
- Giảm lượng nước trộn hoặc tăng tính dễ đổ.
- Giảm phân tầng, tiết nước.
- Có khả năng chống được phản ứng kiềm - silic.
- Giảm độ thấm nước, tăng tính bền trong môi trường nước, và môi trường nước ăn mòn.

Tuy nhiên tro bay cũng có thể làm chậm sự đông kết, cứng hoá của bê tông, nên việc hoàn thiện bề mặt bê tông có thể làm chậm. Nếu làm sớm quá, có thể sinh tiết nước. Khi trời nắng nóng, bê tông dễ bốc hơi nước mạnh, gây co ngót nhiều, dễ xảy ra nứt nẻ. Bê tông pha tro có cường độ ban đầu thấp hơn, nhưng về sau có thể cao hơn cường độ bê tông toàn xi măng. Mô đun đàn hồi cũng có tình trạng như vậy.

Cần chú ý là do phản ứng của tro bay chậm, nên ban đầu bê tông thấm nước nhiều hơn bê tông toàn xi măng khi có tỷ lệ N/X ngang nhau (X ở đây hiểu rộng là chất kết dính có trong bê tông, đó là xi măng và tro bay, nếu có). Nhưng về sau mức độ thấm lại nhỏ vì vậy bê tông pha tro cần được bảo dưỡng dài ngày hơn. ảnh hưởng xấu của việc kém bảo dưỡng đối với độ hút nước của lớp bê tông bên ngoài càng lớn khi pha tro bay càng nhiều. Tác dụng này rõ ràng hơn với cường độ của bê tông pha tro bay, vì vậy không thể tin tưởng hoàn toàn vào cường độ mà còn phải quan tâm đến độ bền lâu của bê tông pha tro bay, khi bê tông ở môi trường có tính chất xâm thực.

Tỷ lệ pha tro bay có thể từ 25 - 40% tổng trọng lượng chất kết dính (xi măng + tro bay) tùy thuộc vào loại xi măng và các yêu cầu cụ thể đối với bê tông. Tỷ lệ pha trộn thích hợp cần thông qua thí nghiệm. Độ co khô của bê tông pha tro bay về lý thuyết tăng lên, nhưng do giảm được lượng nước trộn, nên độ co có thể tương tự như đối với bê tông không có tro bay. Tro bay được dùng để pha vào bê tông thông thường và đặc biệt được đưa vào bê tông đầm cán với tỷ lệ khá lớn, tới 50% trọng lượng chất kết dính.

#### 1.6.8. Muội silic (silicafume)

Là sản phẩm phụ của công nghệ sản xuất silic hoặc hợp kim sắt - silic. Cho đến nay ở nước ta chưa sản xuất được muội silic, sản phẩm hiện nay là của nước ngoài đưa vào (ví dụ Công ty SIKA- Việt Nam). Muội silic gồm các hạt rất nhỏ có đường kính từ 0,01 - 10 $\mu$ m (hạt muội silic có thể nhỏ hơn 100 lần hạt xi măng), hàm lượng SiO<sub>2</sub> chiếm từ 85 - 98% theo trọng lượng.

##### *Phụ gia muội silic có hai tác dụng chính:*

- Hiệu ứng puzolan rất mạnh thông qua phản ứng với vôi tách ra khi xi măng thủy hoá để tạo thành canxi silicat thủy hoá (C-S-H) bền vững. Hiệu ứng này mạnh hơn so với các phụ gia khoáng hoạt tính khác do muội silic có độ mịn cao hơn nhiều.

- Có tác dụng nhét kẽ rất tốt các lỗ rỗng nhỏ tới microng do các hạt xi măng để lại và ở chỗ tiếp giáp với xi măng và cốt liệu, do đó tăng độ đặc chắc, tăng cường độ, kể cả cường độ ban đầu, độ bền mài mòn, độ lâu bền và tăng khả năng chống thấm của bê tông. Như vậy, tăng chất lượng bê tông rõ rệt. Dùng muội silic kết hợp với phụ gia siêu dẻo và xi măng mác cao có thể chế tạo được bê tông mác cao, mác rất cao tới trên 100MPa.

Tỷ lệ pha muội silic từ 5 - 15% của tổng trọng lượng chất kết dính trong bê tông. Các hãng cung cấp như SIKA thường khuyến cáo dùng không quá 10%. Theo những kết quả

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

ngiên cứu của chúng tôi ở trường Đại học Giao thông Vận tải, với hầu hết các loại xi măng Việt Nam hiện nay (năm 2003) nếu dùng muối silic quá 8% thì cường độ bê tông không tăng thêm nữa.

### 1.6.9. Phụ gia tro trấu

Đây là sản phẩm thu được khi nung trấu ở nhiệt độ 600 - 800<sup>o</sup>. Cũng như muối silic, phụ gia tro trấu có hàm lượng SiO<sub>2</sub> tới hơn 90%, trong đó có chứa nhiều oxit silic vô định hình có hiệu ứng puzolan rất mạnh, hơn cả muối silic. Tuy nhiên phụ gia tro trấu có độ xốp lớn, nên lượng nước trộn thường tăng lên khá nhiều tùy thuộc vào tỷ lệ pha trộn trong xi măng. Để khắc phục được vấn đề này, người ta thường sử dụng phụ gia tro trấu cùng với phụ gia giảm nước để không phải tăng lượng nước trộn. Tro trấu thường được dùng để thay thế 5 đến 30% trọng lượng xi măng tùy thuộc vào mục đích sử dụng. Hiện nay phụ gia tro trấu đã bắt đầu được nghiên cứu nhằm đưa vào sử dụng ở nước ta thay thế cho phụ gia muối silic phải nhập khẩu.

Trong Tiêu chuẩn ngành thủy lợi về phụ gia khoáng hoạt tính, các chỉ tiêu cơ lý cần được xác định như: lượng sót trên sàng 0,08 (4900 lỗ/cm<sup>2</sup>), độ ẩm, chỉ số hoạt tính đối với xi măng. Các tính đặc tính về hoá như lượng mất khi nung, hàm lượng Na<sub>2</sub>O cũng được xác định. Ngoài ra, còn thí nghiệm độ đồng nhất như sai khác về độ mịn (sai khác về tỉ trọng, %) so với thông báo của nhà sản xuất. Các thí nghiệm được tiến hành theo Tiêu chuẩn 14 TCN 108 - 1999.

Phụ gia khoáng hoạt tính có thể được nghiền chung với clinke và thạch cao để sản xuất xi măng poóc-lăng hỗn hợp theo TCVN 6260 - 1997, hoặc có thể được nghiền mịn, rồi pha vào mẻ trộn bê tông với một tỷ lệ quy định trước khi trộn bê tông. Hai cách pha trộn đó tác dụng như nhau, nếu được trộn đều và cùng một liều lượng phụ gia.

Ngoài phụ gia khoáng hoạt tính, còn dùng bột đá nghiền mịn làm phụ gia cho xi măng và bê tông. Nói chung phụ gia bột đá thường có rất ít hoặc không có hoạt tính nên đôi khi còn gọi là phụ gia trơ. Việc pha phụ gia bột đá vào trong xi măng và bê tông có lợi đối với một số tính chất của bê tông như tăng tính dễ đổ, giảm tính thấm nước, hút nước mao quản, tách nước và nứt nẻ. Do tác dụng của phụ gia trơ chủ yếu là về mặt vật lý, nên chúng phải phù hợp về mặt vật lý với loại xi măng pha nó. Ví dụ phụ gia trơ càng nhiều, thì độ mịn càng phải cao hơn độ mịn thông thường.

### 1.6.10. Phụ gia nở

Loại phụ gia này tự dẫn nở khi ngấm nước hoặc tác dụng với thành phần nào đó của xi măng và nở ra để bù lại độ co khô hoặc vẫn còn thêm một mức nào đó. Các phụ gia nở có thể chứa các chất sau đây:

- Hỗn hợp của bột sắt với các hoá chất để oxit hoá sắt và tăng thể tích

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Canxi sunphoaluminat kết hợp với 31 phân tử nước. Chất này nở nhiều nên phải không chế tỉ lệ pha thích hợp.

Ở nước ta đã nghiên cứu được một số loại phụ gia thuộc các loại trên.

### 1.6.11. Phụ gia chống thấm nước

Các loại phụ gia khoáng hoạt tính nêu trên được nghiên cứu rất kỹ, sẽ làm tăng tính chống thấm của bê tông, do tác dụng nhét kẽ của chúng và một phần do phản ứng Puzolan tạo ra canxi silicat bền vững. Các phụ gia giảm nước loại thường bậc cao (siêu dẻo) cũng giảm một phần độ rỗng do giảm nước thừa bay hơi. Các nhũ tương polyme cũng có tác dụng giảm thấm do các hạt polyme kết hợp thành màng liên tục và bít các lỗ rỗng, mao quản và các vết nứt nhỏ. Phụ gia BENIT do viện khoa học Thủy lợi sản xuất là một loại phụ gia chống thấm đặc chủng cho các công trình bê tông thủy công. Phụ gia BENIT có chứa khoáng sét bentonit được nghiên cứu rất kỹ, khi tiếp xúc với nước bentonit trương nở mạnh, sẽ bít kín các lỗ rỗng mao quản ngăn ngừa sự thấm mao quản của bê tông.

Đối với công trình bê tông thủy công, công trình bến cảng, yêu cầu chống thấm là một trong những vấn đề được đặt lên hàng đầu nhằm đảm bảo chất lượng và độ lâu bền của công trình. Do vậy, việc sử dụng phụ gia chống thấm cho bê tông là cần thiết để đạt được độ chống thấm yêu cầu, thay cho việc tăng lượng dùng xi măng mà đôi khi còn gây những ảnh hưởng không tốt lên bê tông như làm tăng nhiệt thủy hoá trong bê tông khối lớn.

### 1.6.12. Phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép

Nguyên nhân của sự ăn mòn cốt thép trong bê tông là sự có mặt của clorua (ion Cl) trong bê tông khi tiếp xúc với nước mặn (nước biển) và đất mặn. Clorua có thể xâm nhập và tiếp cận với cốt thép bằng cách khuếch tán qua bê tông. Mặt khác cũng có thể đo độ kiềm của môi trường xung quanh bê tông giảm, nên mất tính ức chế ăn mòn cốt thép. Do đó việc làm tăng tính chống thấm của bê tông cũng góp phần hạn chế sự ăn mòn cốt thép.

Tuy nhiên, để hạn chế ăn mòn cốt thép có hiệu quả có thể dùng Natri benzoat với liều lượng 2% trọng lượng của nước trộn bê tông. Nhưng phổ biến hơn cả là natri nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ) hoặc canxi nitrit ( $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ) với tỷ lệ pha trộn 2 - 3% trọng lượng xi măng. Các loại muối có độ hoà tan thấp như photphat hoặc fluosilicat và fluoaluminat cũng có tác dụng. Liều lượng pha trộn chúng tới 1% trọng lượng xi măng. Việc ức chế ăn mòn cốt thép đặc biệt quan trọng, khi bê tông tiếp xúc với môi trường chứa clorua hoặc khi dùng phụ gia khoáng hoạt tính có phản ứng puzolan do tác dụng với vôi, làm giảm độ kiềm ở môi trường bê tông xung quanh cốt thép.

## 1.7. LỰA CHỌN VÀ SỬ DỤNG PHỤ GIA

Khi thiết kế và thi công các công trình bằng bê tông và vữa có sử dụng phụ gia nên:

- Chọn loại phụ gia phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật của từng công trình.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Yêu cầu nhà cung cấp trình bày rõ về các đặc tính kỹ thuật, giá thành và điều kiện vận chuyển, phương pháp sử dụng của phụ gia.

- Lựa chọn loại phụ gia thích hợp có đủ cơ sở về pháp lý, có đăng kí chất lượng sản phẩm. Phụ gia mua về phải có giấy chứng nhận chất lượng và thông báo của nhà sản xuất phụ gia để làm cơ sở cho việc sử dụng. Tư vấn giám sát sẽ kiểm tra kỹ trước khi duyệt cho phép dùng.

- Sử dụng đúng liều lượng và cân đong chính xác là rất cần thiết để đảm bảo hiệu quả của phụ gia trong bê tông. Tỷ lệ sử dụng không đúng có thể dẫn tới hiệu quả thấp và đối với một số phụ gia hoá học đôi khi lại có tác dụng ngược lại. Khi sử dụng phụ gia, cần chú ý đến hai yếu tố: liều lượng và cách pha trộn. Các vấn đề này thường được ghi trong bảng giới thiệu sản phẩm do nhà sản xuất phụ gia cung cấp và phải được tuân thủ một cách nghiêm túc. Tuy nhiên tỷ lệ pha trộn được ghi trong thông báo trên thường được quy định trong một phạm vi rộng. Trong từng trường hợp cụ thể phải thí nghiệm để xác định tỷ lệ thích hợp. Nếu không có quy định riêng thì việc pha phụ gia vào mẻ trộn có thể được thực hiện như sau:

+ Các phụ gia hoá học ở dạng rắn được phối liệu theo trọng lượng. Trước hết cân lượng phụ gia cần thiết, hoà tan một phần nước trộn, rồi khuấy mạnh để phụ gia tan hết. Nếu còn các cục không tan được, phải loại bỏ và thêm lượng phụ gia tương ứng. Có thể hoà tan phụ gia vào một lượng nước nhất định để tạo thành dung dịch chuẩn, tiện dùng cho cả một ca kíp. Nhưng trước khi lấy ra từng phần, phải khuấy lại cho đều.

+ Các phụ gia hoá học dạng lỏng được phối hợp theo trọng lượng hoặc thể tích, nhưng dùng thể tích thuận tiện hơn vì dễ đo lường. Có thể dễ dàng chuyển đổi từ trọng lượng ra thể tích, khi biết trọng lượng riêng của phụ gia.

Đối với phụ gia tăng dẻo, nên trộn bê tông trước một lúc, sau đó mới đổ dung dịch phụ gia vào để phụ gia phát huy được tác dụng hoạt tính bề mặt của chúng.

Lượng nước trộn bê tông phải bao gồm cả lượng nước trong dung dịch phụ gia đưa vào.

Các phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn được phối liệu theo trọng lượng và đổ trực tiếp vào máy trộn cùng với xi măng.

Phải có hệ thống cân đong phụ gia riêng đảm bảo thật chính xác. Nên dùng thiết bị định lượng phụ gia chuyên dụng để lắp vào máy trộn. Khi dùng phụ gia, trộn bê tông bằng máy đạt hiệu quả cao hơn trộn bằng tay và thời gian trộn cần kéo dài hơn để phụ gia được phân tán đều trong bê tông và phát huy được tác dụng.

Khi dùng kết hợp hai ba loại phụ gia hoá học, nên pha riêng rẽ trước khi đưa vào máy trộn. Không pha chung trước để dùng dần, để phòng các phản ứng trước với nhau làm giảm hiệu quả của phụ gia trong bê tông.

Các phụ gia hoá học ở dạng lỏng thường có màu nên sau khi pha vào nước khuấy cho đều màu là được. Đối với phụ gia không có màu, cần khuấy kỹ để đảm bảo sự đồng nhất.

## 1.7. NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý KHI SỬ DỤNG PHỤ GIA

Phụ gia không thể khắc phục được toàn những nhược điểm do thiết kế thành phần bê tông và do thi công bê tông như thành phần không hợp lý, cân đong vật liệu không chính xác và thi công bê tông kém đặc chắc. Vì vậy trước hết phải quan tâm làm tốt công tác thiết kế và thi công bê tông, sau đó mới quan tâm đến việc dùng phụ gia để cải thiện một số tính năng cần thiết của bê tông.

Mỗi loại phụ gia thường chỉ cải thiện chủ yếu một tính chất nào đó của bê tông. Cũng có những phụ gia tổng hợp cải thiện đồng thời vài tính chất của bê tông. Tuy nhiên có phụ gia có thể cải thiện một tính chất, nhưng lại ảnh hưởng không tốt đến một vài tính chất khác của bê tông mà chúng ta không mong muốn. Vì vậy phải tìm hiểu kỹ các tính năng của phụ gia để có quyết định đúng đắn trong việc lựa chọn và sử dụng chúng. Khi cần thiết, phải thông qua các thí nghiệm cụ thể để có thông tin chính xác.

Khi muốn pha phụ gia khoáng vào bê tông, cần phải biết (thông qua giấy chứng nhận ximăng của nhà máy) trong ximăng đã pha phụ gia khoáng chưa và nếu có thì tỷ lệ phụ gia đã pha là bao nhiêu. Trên cơ sở đó sẽ quyết định tỷ lệ pha thêm phụ gia khoáng vào bê tông để tổng lượng phụ gia khoáng không được vượt tỷ lệ cho phép trong ximăng. Lượng phụ gia khoáng quá nhiều thì cường độ và độ chống thấm nước của bê tông sẽ giảm đi.

Đối với những công trình quan trọng, trước khi dùng phụ gia phải kiểm tra lại các chứng nhận pháp lý của phụ gia, đồng thời phải thí nghiệm kiểm tra những phẩm chất và tác dụng của nó lên ximăng và bê tông sẽ dùng, qua đó xác định tỷ lệ phụ gia thích hợp. Ngoài ra trong thời gian bảo quản sử dụng, nếu có nghi ngờ cần lấy mẫu kiểm tra thêm về sự thay đổi màu sắc, mùi, tỷ trọng, độ lắng đọng và tác dụng của phụ gia lên các tính chất mong muốn của bê tông. Nếu có khác biệt quá nhiều so với thông báo kỹ thuật của nhà sản xuất và đăng ký chất lượng sản phẩm của phụ gia đó, phải liên hệ với nhà sản xuất phụ gia để giải quyết. Việc bảo quản và sử dụng phụ gia phải tuân thủ theo các hướng dẫn của nhà sản xuất, tỷ lệ pha trộn cụ thể nên dựa vào thí nghiệm và phải đảm bảo cân đong chính xác khi pha trộn, đặc biệt đối với các phụ gia có tỷ lệ pha trộn rất nhỏ thì việc sai sót nhiều về liều lượng có thể gây ra những hậu quả bất lợi cho bê tông.

Thông thường trong một loại bê tông chỉ dùng một loại phụ gia, nhưng cũng có khi dùng nhiều hơn một phụ gia để kết hợp cải thiện nhiều tính chất của bê tông. Ví dụ như dùng phụ gia giảm nước kết hợp phụ gia khoáng hoạt tính trong bê tông khối lớn, phụ gia giảm nước với phụ gia cuốn khí... Khi đó cần có thí nghiệm cẩn thận để xác định tỷ lệ pha trộn các phụ gia và cách pha trộn sao phát huy được hiệu quả tổng hợp của các loại phụ gia dùng.

Tác dụng của phụ gia đối với bê tông cũng như đối với vữa, vì vữa có thể được coi là bê tông không có cốt liệu lớn, về mức độ tác dụng cũng như tỷ lệ pha trộn có thể khác nhau, do đó phải thí nghiệm cụ thể trên vữa trước khi dùng. Ngay cả đối với bê tông khi sử dụng các loại ximăng khác nhau thì tỷ lệ pha trộn phụ gia cũng sẽ khác nhau.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

### 1.9. CÁC THỂ HỆ HOÁ CHẤT DÙNG ĐỂ SẢN XUẤT PHỤ GIA

Sau đây xin trích đăng một đoạn trong báo cáo tại hội nghị khoa học toàn quốc năm 2003 về công nghệ bê tông. Bạn đọc có thể thấy thông tin về các thể hệ hoá chất đã được sử dụng trong công nghệ sản xuất phụ gia phát triển theo từng thời điểm trên thế giới (1930 - 2000) so sánh với nhu cầu sử dụng phụ gia tại Việt Nam. Trong các ô của bảng là tên phụ gia của Công ty SIKA (thông tin trích).

Thế giới Việt Nam	1930 => Ligno/Gluco	1970 => Ligno naphtalen biến tính	1980=> Melamin	1990 => Vinylcopolyme	2000 => Polycacbonxylat biến tính
1992	Plastocret				
1993	Plastiment	Sikament			
1994	Lượng nước giảm 10%	Lượng nước giảm 20%- 25%			
1995					
1996			Sikament		
1997			Lượng nước giảm 20%- 30%		
1998					
1999			Sikament		
2000			Lượng nước giảm 25%- 35%		
2001					

## Chương 2

# PHỤ GIA GIẢM NƯỚC VÀ PHỤ GIA LÀM CHẬM

### 2.1. KHÁI NIỆM

Phụ gia giảm nước là các hợp chất hữu cơ tan trong nước, làm giảm lượng nước trộn của hỗn hợp bê tông mà vẫn giữ nguyên độ sụt hỗn hợp. Nó còn có tên gọi là phụ gia hoá dẻo, vì khi giữ nguyên lượng nước, phụ gia này làm tăng rõ rệt độ sụt của hỗn hợp bê tông.

Phụ gia làm chậm ninh kết là một loại phụ gia trong nhóm các phụ gia có tác dụng làm chậm lại các quá trình phản ứng hoá học xảy ra trong lòng bê tông hoặc khi đang hoá cứng, hoặc khi đã hoá cứng.

Sau đây xin giới thiệu chung về các phụ gia làm chậm các quá trình.

Các phụ gia làm chậm quá trình là các loại phụ gia làm chậm lại các quá trình hoá học của sự hydrat hoá mà làm cho bê tông vẫn giữ được tính dẻo và dễ thi công lâu hơn so với bê tông không có phụ gia làm chậm quá trình. Phụ gia làm chậm quá trình cũng được sử dụng để vượt qua tác động tăng tốc của nhiệt độ cao lên các đặc trưng ninh kết của bê tông khi đổ bê tông trong điều kiện trời nóng. Phụ gia làm chậm quá trình được sử dụng khi đổ bê tông với một số lượng lớn các mẻ đổ bê tông nối ngội khi bê tông hoá cứng.

Phụ gia này được sử dụng khi bơm vữa vào giếng dầu. Giếng dầu đôi khi khoan đến độ sâu 6000m và nhiệt độ có thể lên đến 200°C. Khoảng cách trống giữa ống thép và thành giếng phải được lấp kín bằng vữa xi măng. Đôi khi ở độ sâu đó thì địa tầng bị phân tầng hay địa tầng đó xấp đôi đòi hỏi phải được bơm vữa để ngăn chặn khí hoặc dầu đi vào địa tầng khác. Vữa xi măng được dùng cho các công trình đòi hỏi phải luôn ở trong tình trạng lưu động trong khoảng từ 3 ÷ 4h thậm chí ở nhiệt độ cao mà vẫn không ninh kết. Do đó các chất làm chậm quá trình được sử dụng để đáp ứng yêu cầu trên.

Đôi khi, phải đổ bê tông trong điều kiện khó khăn và sự đình trệ bất ngờ có thể xảy ra trong khi vận chuyển và đổ bê tông trộn sẵn, được sản xuất tại trạm trộn ở khoảng cách rất xa công trường, như vậy phải mất khá nhiều thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông. Trong những trường hợp trên thì sự ninh kết của bê tông cần phải được làm chậm lại nhờ tác dụng của phụ gia, và cuối cùng khi bê tông được đổ, đầm chặt vẫn được giữ ở trạng thái dẻo hoàn hảo.

Phụ gia làm chậm quá trình được biết đến phổ biến nhất là canxi sunphat ( $\text{CaSO}_4$ ). Nó được nghiền mịn để cản trở sự ninh kết của xi măng. Một lượng hợp lý thạch cao được sử dụng phải được dự tính cẩn thận cho phù hợp với mỗi công việc. Việc sử dụng thạch cao để kéo dài thời gian ninh kết chỉ được khuyến khích khi mà sự kiểm tra và khống chế thật dễ

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

dàng, nếu không thì khi sử dụng quá liều lượng có thể gây ra sự trương nở ngoài dự kiến và trì hoãn thời gian ninh kết của xi măng đến mức không thể xác định chính xác được.

Ngoài thạch cao ra, người ta còn tìm ra một số loại vật liệu khác phù hợp cho mục đích này đó là: tinh bột, sản phẩm xenlulo, đường axit hay muối axit. Các hoá chất này có tác dụng rất khác nhau lên các loại xi măng khác nhau khi được sử dụng với hàm lượng khác nhau. Nếu như chưa có kinh nghiệm với các loại chất làm chậm quá trình kể trên thì không nên cố sử dụng vì có thể gây hậu quả xấu.

Loại đường ăn thông thường là một trong những chất làm chậm quá trình hiệu quả nhất. Chúng được sử dụng mà không có tác dụng tổn hại đến cường độ tới hạn. Nếu cho vào quá thừa sẽ gây ra sự làm chậm ninh kết vô định. Ở nhiệt độ bình thường nếu cho thêm vào từ 0,05 ÷ 0,1% lượng đường thì có tác dụng rất nhỏ đến tốc độ thủy hoá xi măng nhưng nếu hàm lượng tăng lên đến 0,2% thì quá trình thủy hoá có thể bị làm chậm đến mức mà giai đoạn kết thúc ninh kết lên đến 72 giờ hay hơn thế nữa. Sữa bột gầy (sữa bột đã bị lấy hết kem chỉ còn lại protein) có tác dụng làm chậm quá trình chủ yếu là do hàm lượng đường.

Một số loại phụ gia khác đã được sử dụng một cách thành công để làm chất làm chậm quá trình như: các axit ligno sunphoric và muối của chúng, axit hydroxylated cacboxylic và các muối của chúng mà ngoài tác dụng làm chậm ra thì còn giảm được lượng nước yêu cầu nhưng vẫn đảm bảo tính dễ thi công. Những phụ gia này cũng làm tăng cường độ chịu nén của bê tông ở 28 ngày tuổi lên từ 10 ÷ 20%. Các vật liệu như: axit mucic, canxi axetat và các sản phẩm thương mại khác cũng được sử dụng cho mục đích làm chậm quá trình. Ngày nay, các phụ gia này được sản xuất để kết hợp giữa tác dụng làm chậm quá trình và các đặc trưng giảm nước. Chúng thường là hỗn hợp của các chất giảm nước thông thường được cộng thêm đường ăn hoặc axit hydroxylat cacboxylic hay muối của chúng. Cả thời gian ninh kết và tốc độ phát triển cường độ đều bị tác động bởi các loại vật liệu này.

Phụ gia làm chậm ninh kết có thể là các hợp chất hữu cơ hoặc vô cơ, tan trong nước, có tác dụng làm chậm thời gian bắt đầu ninh kết của hỗn hợp bê tông ít nhất 1 giờ. Cần phân biệt thời gian ninh kết của xi măng với thời gian ninh kết của bê tông. Thời gian ninh kết của xi măng được xác định trên hồ xi măng với lượng nước Tiêu chuẩn, còn thời gian ninh kết của bê tông được xác định trên hỗn hợp bê tông có thành phần quy định.

Nhiều phụ gia làm chậm ninh kết có tác dụng giảm nước, hoặc nhiều phụ gia giảm nước đồng thời có tác dụng làm chậm ninh kết. Tuy vậy, hai phụ gia này có sự khác nhau về khả năng giảm nước và mức độ ảnh hưởng đến phát triển cường độ bê tông. Các phụ gia giảm nước phải giảm lượng nước trộn ít nhất 5% (trong khi đảm bảo độ sụt như nhau) và tăng cường độ nén ở tuổi 28 ngày ( $R_{28}$ ) ít nhất 10% so với mẫu đối chứng. Trong khi đó, đối với phụ gia làm chậm ninh kết, các chỉ tiêu tương ứng nói trên phải đạt là 0 - 3% và  $\pm$  10%.

Các phụ gia giảm nước - chậm ninh kết là một chất đa chức năng, vừa đáp ứng yêu cầu giảm nước và tăng cường độ  $R_{28}$  như một phụ gia giảm nước, vừa kéo dài thời gian ninh kết như một phụ gia làm chậm.

Cũng có khi, do nhu cầu thực tiễn, người ta chế tạo phụ gia giảm nước - tăng nhanh tốc độ hóa cứng. Phụ gia này vừa có tính chất như một phụ gia giảm nước, vừa có tính chất của phụ gia cứng nhanh.

## 2.2. CHẾ TẠO VÀ SỬ DỤNG

### 2.2.1. Chế tạo phụ gia giảm nước

Phụ gia giảm nước có thể chế biến từ các phụ phẩm công nghiệp hoặc tổng hợp hoá học. Trên thị trường có hàng trăm sản phẩm phụ gia giảm nước với tên gọi khác nhau. Về bản chất hoá học, các phụ gia giảm nước đang có trên thị trường thông thường là các muối chứa Ca, Na hoặc  $\text{NH}_4$  của axit lignosunphonic (tức lignosunphonat); muối của các axit hữu cơ hoặc các polime được hydrôxin hoá. Hợp chất lignosunphonat có cấu tạo rất phức tạp, khối lượng phân tử từ 20.000 đến 30.000. Nó thu được từ phụ phẩm của công nghiệp giấy, nên trong đó có lẫn cả các chất hữu cơ, axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dư và các muối sunphat. Sau khi loại bỏ các tạp chất hữu cơ để khử tính làm chậm ninh kết, người ta thu được phụ gia giảm nước. Trước đây một số cơ sở sản xuất phụ gia ở nước ta thường thu gom nước thải từ nhà máy giấy để chế tạo loại phụ gia rẻ tiền, chất lượng không cao nhưng cũng được thị trường chấp nhận vào thời kỳ đó.

Từ năm 1980, Viện Vật liệu xây dựng đã nghiên cứu sử dụng trực tiếp dung dịch kiềm đen của nhà máy giấy Hoà Bình, bỏ qua khâu tách và kiềm hoá lignhin, làm phụ gia hoá dẻo KĐT2 cho bê tông, có đăng ký chất lượng theo TCXD 173 - 1989 và năm 1984 đã sản xuất với quy mô công nghiệp cỡ 300 tấn/năm, dùng trong xây dựng nhà máy thủy điện Hoà Bình. Sau này phụ gia KĐT2 đã được cải tiến để chế tạo thành phụ gia đa chức năng, chống thấm và phát triển nhanh cường độ bê tông KANA (có thể giảm 10% nước).

Một nhóm khác của phụ gia giảm nước là muối của các axit hữu cơ. Các phụ gia này được điều chế bằng phương pháp hoá học, do đó có thể thu được ở dạng tinh khiết. Các axit hữu cơ thường gặp là: xitric, limonic, malonic, gluconic và tatric.

Các polime hydrôxin hoá được điều chế từ polixacarit, chứa tới 25 nhóm glucoza. Các phụ gia này có thể làm chậm ninh kết và đóng rắn của bê tông. Tuy nhiên tác dụng phụ này có thể khắc phục bằng cách cho thêm một lượng nhỏ chất tăng nhanh đóng rắn.

### 2.2.2 Chế tạo phụ gia chậm ninh kết

Các lignosunphonat chưa khử đường có tác dụng vừa làm chậm ninh kết vừa giảm nước. Muối của các axit hữu cơ và các dẫn xuất của nó, các hydrocacbon, kể cả đường, cũng là các chất làm chậm thường gặp. Nhiều hợp chất hữu cơ gốc sunphat, florua, oxyt chì hoặc kẽm, borac ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) và các muối manhê có tác dụng như các chất làm chậm.

### 2.2.3. Sử dụng phụ gia giảm nước, phụ gia chậm ninh kết

Phụ gia giảm nước dùng để cải thiện chất lượng bê tông. Tùy theo cách sử dụng có thể đạt được một trong ba kết quả sau đây :

- Tăng độ sụt hỗn hợp bê tông (khi giữ nguyên các thành phần cấp phối ban đầu).
- Giảm lượng xi măng (khi độ sụt và cường độ không đổi).
- Tăng cường độ bê tông (khi độ sụt và lượng xi măng không đổi).

Sử dụng phụ gia giảm nước làm cho bê tông dễ đổ, dễ đầm, tiết kiệm xi măng, hạ giá thành công trình. Phụ gia giảm nước - chậm ninh kết dùng rất tốt cho thi công bê tông khối lớn trong điều kiện nắng nóng. Nó vừa có tác dụng giảm lượng xi măng, giảm toả nhiệt bê tông khối lớn, vừa bảo đảm tính liên khối giữa các lớp đổ, tránh phát sinh khe lạnh trong khối đổ.

Phụ gia làm chậm ninh kết thường dùng để thi công bê tông trong điều kiện nắng nóng. Nó hạn chế sự suy giảm độ sụt và kéo dài thời gian ninh kết, tạo thuận lợi cho vận chuyển và đổ bê tông. Khi trám các hố khoan sâu, nơi nhiệt độ thường cao hơn 90°C, người ta dùng các chất làm chậm ninh kết mạnh như: đường, glixerin, casein và các chất hữu cơ. Dùng phụ gia làm chậm ninh kết sẽ ngăn ngừa tạo thành khe lạnh giữa các lớp đổ bê tông, giảm tốc độ toả nhiệt của bê tông khối lớn.

### 2.2.4. Cơ chế tác động của phụ gia đến quá trình thủy hoá xi măng

#### 2.2.4.1. Cơ chế giảm nước

Có nhiều số liệu thực nghiệm giải thích hiện tượng giảm nước của phụ gia giảm nước. Người ta đã chứng minh rằng tác dụng giảm nước gắn liền với sự hấp phụ và phân tán xảy ra trong hệ xi măng - nước. Phụ gia không tham gia phản ứng hoá học với xi măng. Bằng chứng là khi phân tích nhiễu xạ rơnghen mẫu của xi măng có phụ gia, không phát hiện ra khoáng mới so với mẫu đối chứng.

Nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu ảnh hưởng của hợp chất lignosunphonat canxi (CLS) đến các khoáng thủy hoá xi măng như hydrôxit canxi, silicat canxi thủy hoá, aluminat canxi thủy hoá có chứa  $C_4AH_{12}$ ,  $C_2AH_n$  và  $C_3AH_6$ . Các đường đồng mức hấp phụ trên các chất này được xác định trong môi trường nước và không có nước. Kết quả là trong môi trường không có nước, các khoáng  $C_3S$ ,  $C_3A$  và  $C_3AH_6$  hầu như không hấp phụ lignosunphonat canxi, trong khi đó  $C_4AH_n$  và  $C_2AH_n$  hấp phụ khoảng 2%, silicat canxi thủy hoá gần 7%. Trong hệ  $C_3A - CLS - H_2O$  không thể xác định đường đồng mức hấp phụ, vì khi nồng độ phụ gia thấp, có cả  $C_3A$  cũng như aluminat canxi thủy hoá. Khi nồng độ cao, phụ gia CLS tạo thành phức hợp với  $C_3A$  và nước và chất phức này bị hấp phụ trên bề mặt  $C_3A$ . Khi nồng độ phụ gia cao hơn ngưỡng nhất định sẽ kết tủa keo chứa ion dư  $Ca^{2+}$  và  $Al^{3+}$ . Điều này có thể thấy rõ từ kết quả phân tích nhiễu xạ rơnghen. Sự hấp phụ CLS làm tăng tỷ diện của khoáng aluminat canxi thủy hoá từ  $11.10^3$  lên  $15,3.10^3 m^2/kg$ . Trong hệ  $C_3AH_6 - CLS - H_2O$  sự hấp phụ

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

xảy ra nhanh và đạt trị số khoảng 2,05%. Thực nghiệm cho thấy CLS bị hấp phụ trên bề mặt aluminat canxi thủy hoá, nhưng không bị hấp phụ bởi  $C_3A$ .

Trong hệ  $C_3S - CLS - H_2O$  người ta quan sát thấy có sự hấp phụ mạnh phụ gia trên bề mặt silicat canxi thủy hoá. Sự hấp phụ tăng tỷ lệ thuận khi nồng độ phụ gia trong dung dịch từ 0 đến 0,15%, sau đó giảm và lại tăng dần khi nồng độ phụ gia vượt quá 0,3%. Trong môi trường nước quan sát thấy xảy ra sự phân tán đáng kể các hạt silicat canxi thủy hoá và CLS thâm nhập vào khoảng trống giữa các lớp của pha  $CaO - SiO_2 - H_2O$ . Thành phần  $Ca(OH)_2$  cũng hấp phụ CLS và kèm theo sự phân tán. Không thấy có dấu hiệu hấp phụ CLS trên bề mặt khoáng  $C_3S$  trong môi trường không có nước. Điều đó chứng tỏ rằng tác động của CLS trong xi măng phần lớn quyết định bởi sự hình thành phức chất giữa các sản phẩm thủy hoá và CLS.

Bản chất tương tác giữa phụ gia giảm nước và xi măng thủy hoá chưa được nghiên cứu đầy đủ. Người ta cho rằng nhóm  $OH^-$  của các phụ gia gắn với nguyên tử oxy của thành phần xi măng bằng mối liên kết hydro. Cũng có thể là phụ gia tạo ra các mối liên kết giữa các nhóm  $(COOH)$ ,  $OH^-$  và sunphonat với  $Ca^{2+}$  và  $Al^{3+}$  trên bề mặt các sản phẩm thủy hoá của xi măng.

Rõ ràng là sự hấp phụ đã triệt tiêu lực hấp dẫn giữa các hạt trong hồ xi măng. Sự hấp phụ các ion phụ gia trên bề mặt hạt xi măng gây ra lực hút các phân tử nước lưỡng cực làm cản trở không cho các hạt dính vào nhau. Như vậy, lực tương tác giữa các hạt giảm đi, các hạt dễ chuyển dịch hơn. Khi có phụ gia thì nước đóng vai trò chất bôi trơn của hỗn hợp.

### 2.2.4.2. Cơ chế làm chậm ninh kết

Theo thuyết của Hansen, các chất làm chậm lắng đọng trên bề mặt các hạt xi măng chưa thủy hoá nhờ hấp phụ ion, các liên kết hydro hoặc lưỡng cực sẽ tạo thành màn chắn ngăn cản tác dụng của nước, nhờ đó quá trình thủy hoá của xi măng bị chậm lại. Tuy nhiên, thuyết này có nhiều điểm không phù hợp với thực tế. Khi sử dụng các dung môi không phải là nước người ta thấy rằng bề mặt khoáng  $C_3A$  và  $C_3S$  chưa thủy hoá không hấp phụ phụ gia làm chậm lignosunphonat, trong khi sản phẩm thủy hoá của các khoáng đó hấp phụ một lượng đáng kể.

Thuyết "nhiễm độc" của Young cho rằng phụ gia bị hấp phụ trên bề mặt các mầm tinh thể  $Ca(OH)_2$  làm "nhiễm độc" các tinh thể đó và ngăn cản sự phát triển của chúng. Sự cản trở này diễn ra cho đến khi đạt được mức quá bão hoà nhất định. Thuyết của Young chú ý đến sự hấp phụ phụ gia trên bề mặt  $Ca(OH)_2$  nhiều hơn so với các sản phẩm thủy hoá khác. Nhiều tác giả khác cho đây là một chỗ yếu của thuyết này. Thực nghiệm cho thấy chỉ gây "nhiễm độc"  $Ca(OH)_2$  chưa đủ để làm chậm quá trình thủy hoá. Có những chất có thể ngăn cản sự phát triển tinh thể  $Ca(OH)_2$  nhưng lại không gây tác dụng làm chậm thủy hoá của xi măng.

Thực nghiệm chứng minh rằng khoáng  $C_3S$  thủy hoá hấp phụ mạnh lignosunphonat canxi. Hợp chất lignosunphonat trên bề mặt  $C_3S$  thủy hoá ngăn cản tác động của nước và

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

làm chậm quá trình thủy hoá. Hầu hết các chất làm chậm mạnh có chứa nguyên tử ôxy, có khả năng phân cực mạnh. Các nguyên tử ôxy này có thể nằm trong thành phẩm của nhóm  $\text{OH}^-$ ,  $\text{COOH}^-$  hoặc  $\text{CO}$ .

### 2.3. ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA ĐẾN TÍNH CHẤT HỖN HỢP BÊTÔNG

#### 2.3.1. Phụ gia giảm nước

##### 2.3.1.1. Tác dụng giảm nước

Hiệu quả giảm nước đối với hỗn hợp bê tông phụ thuộc vào các yếu tố như: loại và liều lượng phụ gia, loại xi măng, lượng dùng xi măng, loại cốt liệu, tỷ lệ cốt liệu/ xi măng, sự có mặt của các phụ gia khác và thời điểm cho phụ gia vào bê tông.

Lignosunphonat có thể giảm lượng nước trộn 7 - 12%, trong khi vẫn giữ nguyên độ sụt hỗn hợp bê tông. Khả năng giảm nước của lignosunphonat cao hơn các phụ gia giảm nước khác gốc axit hữu cơ. Đó là vì lignosunphonat có hoạt tính bề mặt cao hơn, ngoài ra nó còn có khả năng tạo bọt giống như phụ gia cuốn khí. Khả năng giảm nước của lignosunphonat tăng lên khi tăng nồng độ phụ gia. Tuy nhiên, nếu dùng quá liều lượng, ưu thế này sẽ bị triệt tiêu vì tạo bọt nhiều và cường độ bê tông giảm. Nếu bắt buộc phải dùng phụ gia này với liều lượng cao thì cần cho thêm phụ gia khử bọt.

Thông thường, khả năng giảm nước của phụ gia không phụ thuộc vào nhiệt độ hỗn hợp bê tông. Thực nghiệm cho thấy rằng tác dụng của phụ gia bị giảm đi khi dùng xi măng có hàm lượng khoáng  $\text{C}_3\text{A}$  và oxyt kiềm cao. Chẳng hạn, với xi măng chứa 9,44%  $\text{C}_3\text{A}$ , khả năng giảm nước của phụ gia là 10%, nhưng với xi măng chứa 14,7%  $\text{C}_3\text{A}$ , trị số đó chỉ còn 4%. Sử dụng các xi măng chứa ít kiềm sẽ đảm bảo tỷ lệ giảm nước và cường độ cao. Điều này có thể giải thích là, khi xi măng có hàm lượng  $\text{C}_3\text{A}$  cao, một lượng lớn phụ gia bị khoáng này hấp phụ, kết quả là chỉ còn lượng nhỏ phụ gia được phân bố trong hồ xi măng và phát huy tác dụng giảm nước. Tương tự như vậy, các chất kiềm trong xi măng có thể tương tác với phụ gia dẫn đến suy giảm khả năng tăng dẻo của nó.

Các số liệu thực nghiệm chứng tỏ rằng, hàm lượng  $\text{C}_3\text{A}$  và oxyt kiềm trong xi măng không ảnh hưởng đáng kể đến tác dụng giảm nước của các phụ gia gốc axit hữu cơ.

Tác dụng giảm nước của phụ gia còn phụ thuộc vào loại cốt liệu để làm bê tông. Cát đá lấy từ hai mỏ khác nhau có thể gây tác dụng giảm nước khác nhau. Hiệu quả sử dụng phụ gia sẽ thay đổi khi biến đổi tỷ lệ cốt liệu/xi măng.

Tác dụng giảm nước của phụ gia thể hiện cả trên hỗn hợp bê tông độ sụt thấp lẫn bê tông độ sụt cao. Tuy nhiên, mức độ giảm nước của phụ gia tăng lên khi độ sụt bê tông cao.

Lượng dùng xi măng cũng có ảnh hưởng đến tác dụng hoá dẻo của phụ gia. Nói chung, các phụ gia có tác dụng tạo bọt sẽ thể hiện mức độ giảm nước mạnh hơn khi dùng hỗn hợp bê tông nghèo xi măng hơn.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Thời điểm cho phụ gia vào hỗn hợp bê tông có ảnh hưởng đến hiệu quả dùng phụ gia. Cho phụ gia sau khi đã trộn bê tông vài phút sẽ đạt hiệu quả giảm nước tốt hơn so với cho vào ngay từ đầu. Điều này có thể giải thích như sau: sau những phút thủy hoá ban đầu, lượng  $C_3A$  còn lại sẽ ít hơn, do đó lượng phụ gia bị hấp phụ trên bề mặt khoáng này giảm đi so với trường hợp cho phụ gia vào sớm.

### 2.3.1.2. Tác dụng tăng độ sụt

Phụ gia giảm nước có thể làm tăng độ sụt hỗn hợp bê tông (khi giữ nguyên tỷ lệ nước/ximăng) lên gấp đôi và hơn nữa. Mức tăng độ sụt tùy thuộc vào hàm lượng phụ gia, lượng dùng ximăng và loại cốt liệu. Các phụ gia giảm nước gốc axit hữu cơ tăng độ sụt bê tông mạnh hơn phụ gia gốc lignosunphonat. Độ sụt tăng khi liều lượng phụ gia tăng. Tuy nhiên, dùng quá liều lượng sẽ dẫn đến kéo dài quá mức thời gian ninh kết của bê tông, có trường hợp vài ngày sau bê tông vẫn còn mềm.

Cho phụ gia giảm nước vào bê tông thường dẫn đến sự giảm độ sụt nhanh. Tuy vậy, các phụ gia giảm nước cho phép kéo dài thời gian chờ đợi từ khi trộn đến khi đổ bê tông khối lớn, các lớp đổ sẽ liền khối tốt hơn so với khi không dùng phụ gia.

Có thể khắc phục sự giảm độ sụt nhanh bằng cách cho phụ gia vào bê tông sau khi bắt đầu trộn được vài phút. Trong trường hợp này có thể giảm bớt sự hấp phụ phụ gia bởi  $C_3A$  trong thời kỳ đầu thủy hoá.

### 2.3.1.3. Tác dụng điều chỉnh thời gian ninh kết

Thời gian ninh kết của hỗn hợp bê tông có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi chủng loại và liều lượng phụ gia. Nên nhớ rằng thời gian ninh kết của hỗn hợp bê tông thường dài hơn nhiều thời gian ninh kết của ximăng.

Theo Tiêu chuẩn Mỹ ASTM 494, các phụ gia giảm nước phải đảm bảo yêu cầu sau:

- Thời gian bắt đầu và kết thúc ninh kết của hỗn hợp bê tông không sớm hơn 1 giờ và không chậm hơn 1,5 giờ so với bê tông chuẩn đối chứng.
- Đối với phụ gia giảm nước - làm chậm, thời gian bắt đầu ninh kết tăng thêm từ 1 - 3,5 giờ so với mẫu chuẩn đối chứng.

Thời gian ninh kết phụ thuộc vào bản chất hoá học của phụ gia, liều lượng dùng và tính chất của ximăng. Nếu hỗn hợp bê tông phải vận chuyển đi xa có thể dùng lignosunphonat với liều lượng cao, nhưng điều đó dẫn đến sự tạo bọt quá mức. Trong trường hợp như thế nên dùng phụ gia làm chậm gốc axit hữu cơ.

Ví dụ sau đây cho thấy tác dụng kéo dài ninh kết do dùng phụ gia trên bê tông có độ sụt 5 - 10cm, lượng ximăng sử dụng  $300\text{kg/m}^3$ . Thời gian bắt đầu ninh kết của bê tông không phụ gia là 7 - 8 giờ. Dùng phụ gia lignosunphonat canxi khử đường với liều lượng bình thường, liều lượng gấp đôi và gấp ba sẽ kéo dài thời gian bắt đầu ninh kết tương ứng là 4, 10 và 16 giờ. Khi dùng phụ gia gốc axit hữu cơ, các giá trị tương ứng nói trên là 6, 12 và 17 giờ.

#### 2.3.1.4. Tác dụng đến độ tách nước

Các phụ gia giảm nước gốc lignosunphonat làm giảm tốc độ tách nước của hỗn hợp bê tông, trong khi đó các phụ gia gốc axit hữu cơ có tác dụng ngược lại. Cho đến nay, các số liệu thực nghiệm chứng tỏ rằng các phụ gia giảm nước không làm tăng tốc độ tách nước. Sự tách nước có thể có lợi, đặc biệt khi có gió hoặc nắng. Nếu tốc độ bay hơi cao hơn tốc độ tách nước, có thể xuất hiện các vết nứt trên bề mặt bê tông. Trong trường hợp dùng phụ gia giảm nước gốc axit hữu cơ, lượng nước tách ra cần được thoát liên tục, nếu không có thể làm giảm cường độ bê tông tại bề mặt.

Một số phụ gia có khả năng lôi cuốn không khí vào hỗn hợp bê tông và tạo bọt.

#### 2.3.1.5. Tác dụng đến độ cuốn khí

Các phụ gia giảm nước gốc lignosunphonat tăng hàm lượng khí trong bê tông lên 1 - 3% hoặc hơn nữa. Mức độ này thay đổi tùy theo loại và liều lượng phụ gia, thành phần bê tông. Các phụ gia gốc axit hữu cơ hầu như không cuốn khí. Có một số phụ gia có thể tương tác với phụ gia cuốn khí, tạo thành chất kết tủa hoặc làm giảm hiệu suất của nó. Trong trường hợp đó hai phụ gia này phải cho riêng rẽ vào hỗn hợp bê tông.

### 2.3.2. Phụ gia làm chậm

#### 2.3.2.1. Tác dụng đến thời gian ninh kết

Phụ gia làm chậm có tác dụng kéo dài cả thời gian bắt đầu ninh kết lẫn thời gian kết thúc ninh kết của xi măng. Liều lượng phụ gia dùng càng cao sự kéo dài ninh kết càng mạnh. Trong số các phụ gia làm chậm ninh kết thường dùng, đường là một chất làm chậm có tác dụng mạnh. Vì thế, chỉ cần sơ ý dùng quá liều lượng một chút có thể gặp rắc rối, bê tông có thể vẫn còn mềm sau từ một vài ngày đến cả tuần lễ kể từ khi đổ. Nhiều công trình ở Hà Nội đã từng gặp sự cố này khi thi công. Thời gian ninh kết còn phụ thuộc vào loại xi măng, tỉ lệ nước/xi măng, nhiệt độ và thời điểm cho phụ gia... Ở nhiệt độ cao thời gian ninh kết của bê tông thường rút ngắn đi, do đó, khi nhiệt độ tăng, lượng dùng phụ gia làm chậm phải cao hơn. Sự thay đổi tỷ lệ N/X và lượng xi măng ảnh hưởng đến thời gian ninh kết và đóng rắn của bê tông như sau: các hỗn hợp bê tông nhiều xi măng ninh kết và đóng rắn nhanh hơn so với hỗn hợp ít xi măng.

Hiệu quả làm chậm ninh kết của phụ gia thể hiện trên xi măng chứa ít  $C_3A$  và ôxyt kiềm sẽ cao hơn so với trên xi măng chứa lượng  $C_3A$  và  $C_3S$  lớn. Để xảy ra ninh kết, cả hai khoáng  $C_3A$  và  $C_3S$  phải thủy hoá tới mức độ nhất định. Thực nghiệm chứng tỏ rằng, trong quá trình thủy hoá, khoáng  $C_3A$  hấp phụ nhiều phụ gia hơn so với  $C_3S$ . Dùng xi măng chứa ít  $C_3A$ , lượng phụ gia bị hấp phụ bởi  $C_3A$  ít hơn, do đó có nhiều phụ gia dư trong pha lỏng hơn để tham gia làm chậm quá trình thủy hoá của các khoáng silicat.

Các ôxyt kiềm có thể tương tác với các phụ gia làm chậm, vì thế làm giảm hiệu quả của chúng. Lượng kiềm trong xi măng càng thấp, hiệu quả làm chậm của phụ gia càng cao, xi măng có hàm lượng kiềm cao. Nếu cho thêm lignosunphonat canxi với liều lượng cao hơn bình thường có thể kéo dài thủy hoá  $C_3S$  với thời gian không xác định. Tuy nhiên, khi thêm ôxyt kiềm sẽ chấm dứt được tác dụng ức chế này.

Liều lượng phụ gia cho vào bê tông có thể thay đổi tùy theo thành phần hoá học của xi măng. Vì thế, trước khi dùng phụ gia cần kiểm tra tác dụng của nó trên các vật liệu cụ thể được dự định sử dụng.

Cho phụ gia vào bê tông sau 2 - 4 phút kể từ khi bắt đầu trộn sẽ kéo dài thời gian ninh kết bê tông lâu hơn 2 - 3 giờ so với dùng phụ gia cùng liều lượng nhưng cho vào ngay từ đầu. Trong giai đoạn đầu thủy hoá  $C_3A$  tác dụng với thạch cao tạo thành khoáng ettringit. Khi cho phụ gia làm chậm vào bê tông ngay từ đầu, nó bị hấp phụ trên các hạt  $C_3A$ , và lượng phụ gia còn dư không nhiều. Sau khi trộn vài phút, một phần  $C_3A$  đã tham gia phản ứng với thạch cao. Nếu lúc đó cho phụ gia vào thì lượng phụ gia bị hấp phụ ít hơn, có nghĩa là lượng phụ gia dư nhiều hơn, tác dụng làm chậm ninh kết vì thế mạnh hơn.

#### **2.3.2.2. Tác dụng đến độ sụt**

Các phụ gia làm chậm có tính năng như một phụ gia giảm nước loại yếu sẽ tăng độ sụt của hỗn hợp bê tông và duy trì độ dẻo bê tông lâu hơn so với mẫu đối chứng không phụ gia. Sự hấp phụ phụ gia làm chậm dẫn đến sự phân tán đều hơn các hạt xi măng và làm cho hỗn hợp bê tông có tính dễ đổ cao hơn. Khi cho 0,05% đường, hệ số đầm chặt của hỗn hợp bê tông cao hơn hẳn so với mẫu đối chứng.

#### **2.3.2.3. Tác dụng đến độ tách nước**

Các chất làm chậm gốc axit hữu cơ làm tăng tốc độ tách nước của hỗn hợp bê tông. Điều này có lợi khi tốc độ bốc hơi nước mạnh. Trong điều kiện bình thường công tác hoàn thiện bề mặt phải chậm lại, chờ cho đến khi bề mặt ráo hết nước.

#### **2.3.2.4. Tác dụng đến độ cuốn khí**

Phụ gia lignosunphonat và đường có thể lôi cuốn khí vào bê tông khi trộn. Trong khi đó, các axit hữu cơ và dẫn xuất của nó không có tính chất này. Sự tách nước của bê tông tăng lên khi dùng xi măng độ mịn thấp.

### **2.4. ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA ĐẾN TÍNH CHẤT BÊ TÔNG ĐÃ HOÁ CỨNG**

#### **2.4.1. Phụ gia giảm nước**

##### **2.4.1.1. Ảnh hưởng đến cường độ bê tông đã hoá cứng**

Ở tuổi bằng nhau, bê tông có phụ gia giảm nước đạt cường độ ngang bằng hoặc cao hơn so với bê tông đối chứng. Các phụ gia giảm nước - làm chậm không thích hợp để tăng cường

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

độ bê tông ở tuổi sớm. Khi giữ nguyên lượng xi măng và độ sụt, các phụ gia giảm nước tăng cường độ chịu nén của bê tông ngày tuổi 28 khoảng 10 - 20%. Trên bảng 2.1 là số liệu về ảnh hưởng của phụ gia gốc lignosunphonat đến cường độ bê tông.

**Bảng 2.1: Ảnh hưởng của lignosunphonat đến cường độ bê tông**

Hàm lượng phụ gia, (%) so với trọng lượng xi măng	Tỷ lệ N/X	Mức độ giảm nước (%)	Tỷ lệ của cường độ nén, (%) so với mẫu đối chứng			
			1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
0	0,630		100	100	100	100
0,07	0,599	5	101	104	103	102
0,13	0,599	5	95	108	111	101
0,18	0,580	8	100	110	107	109
0,26	0,580	8	107	115	112	115

Khi cho lignosunphonat và đảm bảo độ sụt tương đương, mẫu bê tông có phụ gia sẽ ninh kết chậm hơn, lượng nước trộn ít hơn và cường độ nén tăng lên. Người ta thường giải thích sự tăng cường độ nén là do giảm nước, song trong nhiều trường hợp, mức tăng độ bền nén lớn hơn mức dự kiến có thể đạt nhờ đơn thuần là giảm tỷ lệ Nước/Xi măng (N/X).

### 2.4.1.2. Ảnh hưởng đến độ co ngót của bê tông đã hoá cứng

Số liệu về ảnh hưởng của phụ gia đến co ngót có nhiều thông tin trái ngược nhau. Ảnh hưởng của phụ gia đến co ngót của bê tông tùy thuộc vào nhiều yếu tố như chủng loại và liều lượng phụ gia, xi măng, cốt liệu và tuổi bê tông. Bề ngoài có vẻ là dùng phụ gia giảm nước sẽ giảm co ngót của bê tông do lượng nước trộn cần ít hơn. Tuy nhiên, trong thực tế không diễn ra một chiều như vậy.

Thành phần của xi măng có ảnh hưởng đến co ngót của bê tông. Lignosunphonat có thể làm tăng co ngót của vữa dùng xi măng ít SO<sub>3</sub>, và giảm co ngót trong trường hợp ngược lại. Các phụ gia gốc axit hữu cơ cũng gây ra tác dụng tương tự, nhưng ở mức độ yếu hơn.

Co ngót của bê tông phụ thuộc vào độ mịn của xi măng nhiều hơn vào thành phần khoáng hoá của nó. Bê tông dùng xi măng càng mịn có xu hướng co ngót càng lớn.

Nói chung, về phương diện co ngót, phụ gia giảm nước không gây hại cho bê tông. Song không loại trừ một số nguy cơ gây ảnh hưởng xấu của một số tổ hợp phụ gia trên một vài loại xi măng. Do vậy, cần tiến hành thí nghiệm kiểm tra trong điều kiện tương đương điều kiện sử dụng thực tế.

### 2.4.1.3. Ảnh hưởng đến độ từ biến của bê tông đã hoá cứng

Từ biến là tính chất của bê tông thay đổi ứng suất trong khi biến dạng là hằng số. Có nhiều ý kiến trái ngược nhau về ảnh hưởng của phụ gia đến từ biến. Rất khó so sánh các kết

qua thí nghiệm thu được bằng các phương pháp khác nhau. Ngoài ra, từ biến của bê tông phụ thuộc vào loại xi măng, thành phần phụ gia, tuổi bê tông khi chịu tải và mức độ thủy hoá bê tông. Các số liệu thực nghiệm trên phụ gia lignosunphonat và tổ hợp với trietylonamin cho thấy từ biến của bê tông có phụ gia nói trên cao hơn không đáng kể so với bê tông đối chứng.

#### 2.4.1.4. Ảnh hưởng đến độ chống thấm và chống xâm thực của bê tông đã hoá cứng

Có thể dự đoán rằng bê tông chế tạo với tỷ lệ N/X thấp nhờ dùng phụ gia giảm nước sẽ có độ thấm nước và độ rỗng nhỏ hơn, vì thế sẽ có tuổi thọ cao hơn bê tông đối chứng. Bê tông dùng phụ gia gốc lignosunphonat và axit hữu cơ có thể bền trong môi trường sunphat. Vì vậy không nên dùng phụ gia giảm nước phối hợp với  $CaCl_2$  ở các vùng bê tông tiếp xúc với môi trường sunphat. Ở các nước phương Bắc trong vùng lạnh có băng giá, dùng phụ gia giảm nước để chế tạo bê tông mác cao có tỉ lệ N/X thấp là một trong những cách để tăng tính chịu băng giá cho bê tông.

### 2.4.2. Phụ gia làm chậm ninh kết

#### 2.4.2.1. Ảnh hưởng đến cường độ của bê tông đã hoá cứng

Ở tuổi sớm (ví dụ 3 ngày tuổi) thì cường độ của bê tông và vữa có phụ gia làm chậm thường thấp hơn so với đối chứng (bảng 2.2) do tốc độ thủy hoá chậm. Ở tuổi dài ngày cường độ bê tông có phụ gia thường ngang bằng và cao hơn. Cường độ bê tông giảm khi dùng phụ gia với liều lượng cao hơn định mức.

**Bảng 2.2: Cường độ nén ( $R_n$ ) và kéo ( $R_k$ ) của vữa xi măng có phụ gia làm chậm**

Loại phụ gia	Phụ gia, % so với XM	1 ngày		2 ngày		7 ngày		28 ngày		50 ngày	
		$R_n$ Mpa	$R_k$ Mpa	$R_n$ Mpa	$R_k$ Mpa	$R_n$ Mpa	$R_k$ Mpa	$R_n$ Mpa	$R_k$ Mpa	$R_n$ Mpa	$R_k$ Mpa
Không phụ gia	-	11,8	3,5	21,6	4,8	37,8	7,6	45,3	8,6	53,9	8,8
Xacaroza	0,5	10	2,9	21,6	5	47,1	7,8	59,8	8,1	62,8	8,2
Xacaroza	1	1,3	0,4	11,8	2,8	43,2	7,6	53,9	7,9	60,3	9,4
Glucoza	1	7,1	2	23,7	4,9	36,8	6,7	53,4	7,5	58,8	7,9
Glucoza	2	1	0,1	8,3	2,5	27,9	5,5	45,6	7,4	5,5	7,9
Axit $H_2SO_4$	0,5	7,1	1,8	18,1	4,2	48,1	7,6	60,8	8,3	71,1	8,1
Axit $H_2SO_4$	1	2,2	0,5	14,7	3,3	45,1	7,6	64,7	8,5	74	8,6
Axit $H_2SO_4$	2	1,2	0,2	12,3	3,2	44,1	7,7	60,3	7,5	69,6	80

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Bê tông và vữa có phụ gia làm chậm đạt cường độ ngang bằng hoặc hơi thấp hơn mẫu đối chứng. Cá biệt có một số phụ gia làm chậm có thể tăng cường độ chịu uốn.

Khi cho phụ gia làm chậm vào hỗn hợp bê tông để tăng độ dẻo và giảm nước, diện tích bề mặt tiếp xúc của các hạt đống một vai trò quan trọng. Khi có phụ gia làm chậm, các sản phẩm thủy hoá được hình thành ở tốc độ khuếch tán và kết tủa thấp. Điều đó dẫn đến phân bố các sản phẩm thủy hoá đồng nhất hơn trong khe hở các hạt xi măng. Do đó tổng diện tích bề mặt tiếp xúc tăng lên, cường độ bê tông tăng.

### 2.4.2.2. Ảnh hưởng đến độ co ngót của bê tông đã hoá cứng

Co ngót của bê tông có phụ gia làm chậm nói chung xấp xỉ với co ngót của bê tông đối chứng. Trong các tiêu chuẩn phụ gia quy định độ co ngót của bê tông có phụ gia không được vượt quá giới hạn nhất định so với bê tông đối chứng.

### 2.4.2.2. Ảnh hưởng đến khả năng chịu băng giá của bê tông

Ở Việt Nam hầu như không có băng giá (băng giá xuất hiện trong vài ngày ở vài địa phương thuộc các tỉnh miền núi cao phía Bắc). Bê tông dùng phụ gia gốc axit hữu cơ và hydrôcacbon có độ bền chịu băng giá tương đương bê tông không phụ gia.

Phụ gia gốc lignosunphonat có tác dụng cuốn khí nhưng kích thước bọt khí không thật tối ưu nên không nâng cao được độ bền chịu băng giá cho bê tông, trái lại hiệu quả chỉ đạt 90 - 100% so với đối chứng.

## 2.5. CÁC TIÊU CHUẨN LIÊN QUAN ĐẾN PHỤ GIA

Nhiều nước đã ban hành các tiêu chuẩn về yêu cầu kỹ thuật và tiêu chuẩn về phương pháp thử cho từng nhóm phụ gia, bao gồm:

Phụ gia giảm nước, phụ gia làm chậm, phụ gia giảm nước - làm chậm và phụ gia giảm nước - cứng nhanh.

Các tiêu chuẩn nước ngoài thông dụng là:

ASTM C - 494 - 90 (Mỹ): Yêu cầu kỹ thuật đối với phụ gia hoá học.

NF P18 - 335 (Pháp): Phụ gia hoá dẻo.

NF P18 - 336 (Pháp): Phụ gia giảm nước - hoá dẻo.

NF P18 - 337 (Pháp): Phụ gia làm chậm ninh kết.

Việt Nam chưa có Tiêu chuẩn quốc gia (TCVN) về phụ gia cho bê tông và vữa. Hiện chỉ có các Tiêu chuẩn ngành (TCN) cho một số sản phẩm phụ gia cụ thể như:

20 TCN 173 - 89: Phụ gia tăng dẻo KĐT2 cho vữa và bê tông xây dựng.

14 TCN 76 - 88: Phụ gia tăng dẻo dịch kiểm đen dùng cho bê tông thủy công - kỹ thuật.

## 2.6. THỊ TRƯỜNG VIỆT NAM

Thị trường Việt Nam chỉ mới phát triển từ khoảng năm 1995 trở lại đây. Trước đây một số công trình lớn của các ngành thủy lợi, giao thông có dùng các phụ gia loại tốt do Nga sản xuất như CDB và một số phụ gia gốc đường do vài cơ sở khoa học sản xuất ở quy mô nhỏ theo các yêu cầu lẻ tẻ cụ thể. Cùng với mức độ tăng vốn đầu tư trong nước và đặc biệt là vốn đầu tư nước ngoài cho xây dựng hạ tầng, mức tiêu thụ phụ gia và mức sản xuất phụ gia ngày càng tăng. Có nhiều nguồn cung cấp khác nhau như từ các viện nghiên cứu của Bộ Giao thông vận tải, của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, các công ty Thương mại, nhập khẩu, nhưng chia sẻ thị trường hiện nay chủ yếu là 4 nhà sản xuất lớn: Công ty SIKA (Thụy Sĩ), Công ty MBT (Thụy Sĩ), Công ty IMAX (Việt Nam), Công ty Thí nghiệm và Vật liệu công trình 1 (Bộ Giao thông vận tải). Cả 4 công ty này đều có nhà máy hay xưởng sản xuất trong nước.

Trong các phụ lục 1 và 2 có tóm tắt về tính năng một số phụ gia thông dụng ở Việt Nam hiện nay.