

Chương 9

CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO HÌNH CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP

1. PHÂN LOẠI CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO HÌNH

Phần lớn các phương pháp tạo hình các cấu kiện bê tông đều dựa trên tính chất của hỗn hợp bê tông lắng xuống và lên chặt dưới tác động của các xung lực chấn động. Các phương pháp lên chặt khác như ép, quay li tâm v.v... được dùng trong quy mô hẹp hơn.

a) Tạo hình bằng chấn động:

Các phương pháp tạo hình bằng chấn động có thể phân ra:

- *Tạo hình trên bàn rung*: Bàn rung là loại máy tạo hình các cấu kiện bê tông toàn năng hơn cả, bởi vì trên cùng một máy có thể tạo hình được nhiều loại bê tông khác nhau.

- *Tạo hình các cấu kiện bê tông bằng chấn động bên trong*: Chấn động từ bên trong được thực hiện bằng các bộ phận gây chấn động đặt trong lòng khối hỗn hợp bê tông, như các lõi rung đặt trước trong khuôn vừa có tác dụng tạo nên các lỗ rỗng của cấu kiện theo thiết kế hay nhờ các chày rung di động được cắm sâu vào trong khối hỗn hợp bê tông.

- **Tạo hình bằng các dầm rung trượt trên mặt bê tông:** Chấn động trên bề mặt của khối bê tông được tạo nên nhờ mô-tơ rung gắn chắc trên khay bằng thép, trượt trên mặt của khối bê tông vừa đổ đầy vào khuôn hay nhờ các cốt rung. Lèn chặt bê tông bằng các cốt rung, bê tông không những chỉ được lèn chặt dưới tác dụng của các xung lực chấn động, mà còn chịu tác động của áp lực tĩnh. Đây là phương pháp tạo hình rất có hiệu quả đối với các cấu kiện có kích thước lớn (trên mặt bằng).

- **Tạo hình các cấu kiện bằng các chấn động truyền từ các mặt ngoài vào trong:** Trong phương pháp này, các xung lực chấn động truyền qua các thành hay đáy của khuôn vào trong khối bê tông, các máy gây chấn động được gá chắc vào mặt ngoài hay đáy khuôn.

b) Các phương pháp tạo hình không chấn động:

- **Tạo hình bằng phương pháp quay li tâm:** Đây là phương pháp thường dùng để tạo hình các cấu kiện bê tông có tiết diện tròn. Hỗn hợp bê tông trong khuôn được rải đều và lèn chặt nhờ tác động của lực li tâm quán tính xuất hiện trong khi khuôn quay nhanh trên bàn quay.

- **Tạo hình bằng phương pháp phun:** Trong phương pháp này vữa xi măng - cát hay hỗn hợp bê tông hạt nhỏ được phun lên bề mặt của lưới thép, khuôn hay cốt đệm thành lớp mỏng bằng không khí nén nhờ súng phun xi măng.

- **Tạo hình bằng phương pháp ép:** Trong trường hợp này cấu kiện bê tông từ hỗn hợp xi măng - cát hay bê tông hạt nhỏ có thể được tạo hình bằng hai cách. Cách thứ nhất, hỗn hợp bê tông được đổ vào khuôn với khối lượng đủ cho một cấu kiện. Sau đó cốt ép hạ xuống phủ kín bề mặt của khuôn, lực ép tăng từ từ đến

lực ép cực đại. Hỗn hợp bê tông trong khuôn được ép chặt. Cách thứ hai, cấu kiện được tạo hình bằng phương pháp ép đùn. Trong phương pháp này, hỗn hợp bê tông được đưa vào buồng ép và bị đẩy ra khỏi cửa thu hẹp dần (mô-mép). Cấu kiện đã được ép xong đi qua mô-mép ra ngoài ở dạng băng liên tục.

- **Tạo hình bằng phương pháp đầm:** Đây là phương pháp tạo hình được dùng từ lâu và khá phổ biến, thường dùng khi tạo hình các cấu kiện từ hỗn hợp bê tông dẻo. Sau khi bê tông được đổ vào khuôn, người ta dùng các quả đầm hình trụ, hay các thanh sắt nặng chọc vào khối bê tông và lèn chặt nó lại. Trong trường hợp yêu cầu chất lượng cao của bê tông thì phương pháp này không nên dùng.

2. LÈN CHẶT HỖN HỢP BÊ TÔNG BẰNG CHẤN ĐỘNG

Bản chất của phương pháp lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng chấn động là ở chỗ các xung lực chấn động truyền vào hỗn hợp bê tông làm cho các phần tử của nó dao động cưỡng bức với biên độ dao động khác nhau. Khi đó xuất hiện gradien tốc độ, phá vỡ lực liên kết và lực ma sát giữa các phần tử. Dưới tác dụng như thế của chấn động, các hỗn hợp bê tông tương đối khô cũng trở thành chảy lỏng. Hỗn hợp bê tông trong khuôn chảy ra, lấp đầy các khoảng không của khuôn. Dưới tác dụng của lực trọng trường, các phần tử của hỗn hợp bê tông lắng xuống, chiếm thể tích nhỏ nhất, đẩy không khí và nước thừa lên khỏi bề mặt bê tông; nhờ đó mà bê tông trong khuôn được lèn chặt.

- **Các thông số cơ bản của lèn chặt bằng chấn động:** Chế độ lèn chặt bằng chấn động được đặc trưng bởi ba chỉ số cơ bản: biên độ dao động A , tần số dao động f , và thời gian chấn động t . Mỗi loại hỗn hợp bê tông có các thông số tối ưu riêng của mình.

Có nhiều ý kiến cho rằng, việc lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng chấn động chỉ đạt được hiệu quả lớn nhất khi mà các phần tử của nó dao động cộng hưởng với nguồn gây chấn động. Nhưng mỗi hạt lại có tần số dao động riêng tương ứng với độ lớn của nó. Cho nên, về nguyên tắc, hiệu quả lớn nhất của lèn chặt chấn động chỉ đạt được với chấn động đa tần, khi tất cả các phần tử đều dao động cộng hưởng.

Thực tế trong hỗn hợp bê tông thường xảy ra sự tự đồng bộ hoá, vì các hạt riêng biệt được liên kết với nhau bằng hồ xi măng. Cho nên, việc nâng cao hiệu quả của lèn chặt chấn động phải tiến hành bằng cách lựa chọn chế độ chấn động như thế nào đó để cho dao động riêng của toàn bộ khối bê tông trùng với tần số dao động của máy gây chấn động.

Trong thực tế sản xuất hiện nay, để lèn chặt các hỗn hợp bê tông thường với chấn động đơn tần người ta thường dùng các tần số 2800 - 3000 vòng/phút.

Biên độ dao động tối ưu phụ thuộc vào độ cứng của hỗn hợp bê tông và độ lớn cực đại của hạt cốt liệu: hỗn hợp bê tông càng cứng, hạt cốt liệu càng lớn, thì biên độ dao động phải càng lớn.

Kinh nghiệm cho thấy rằng, khi tạo hình các cấu kiện bê tông từ hỗn hợp với cốt liệu đặc chắc khi tần số dao động của bàn rung 3000 vòng/phút thì biên độ dao động phải từ 0,35 - 0,4mm đối với hỗn hợp có độ cứng 15 - 20 giây và 0,6 - 0,7mm đối với hỗn hợp có độ cứng 30 - 40 giây và hơn nữa.

Để lèn chặt các hỗn hợp bê tông nhẹ không những phải nâng cao cường độ chấn động so với bê tông nặng mà còn phải kéo dài thời gian chấn động lên 2-3 phút.

Nếu tăng biên độ dao động vượt quá giới hạn nói trên sẽ làm giảm chất lượng lèn chặt, khi tăng quá lớn sẽ làm cho bê tông bị toi xóp. Giảm biên độ chấn động không làm cho chất lượng lèn chặt xấu đi nhưng phải kéo dài thời gian chấn động, lèn chặt bằng phương pháp rung đập lại không tuân theo nguyên tắc này. Trong khi rung đập, trong mỗi chu kỳ dao động cốt tách khỏi bề mặt của bê tông, nhảy lên rồi rơi xuống tạo nên chế độ rung đập.

Chế độ rung đập được tạo nên nhờ tăng lực gây chấn động của nguồn và biên độ dao động có thể đạt đến 2 - 2,5mm, áp lực trên bề mặt bê tông không tăng. Chế độ chấn động này rất có hiệu quả khi lèn chặt hỗn hợp bê tông rất cứng, dẻo vừa và đặc biệt là bê tông nhẹ.

- **Chuẩn số của cường độ chấn động:** Hiệu quả lèn chặt bằng chấn động phụ thuộc vào tần số dao động f và biên độ dao động A . Có thể đạt được cùng một mức độ lèn chặt của hỗn hợp bê tông cấp phối nhất định và độ dẻo nhất định trong cùng một thời gian t khi ta kết hợp nhiều biên độ dao động và tần số dao động khác nhau, nếu như thoả mãn được điều kiện:

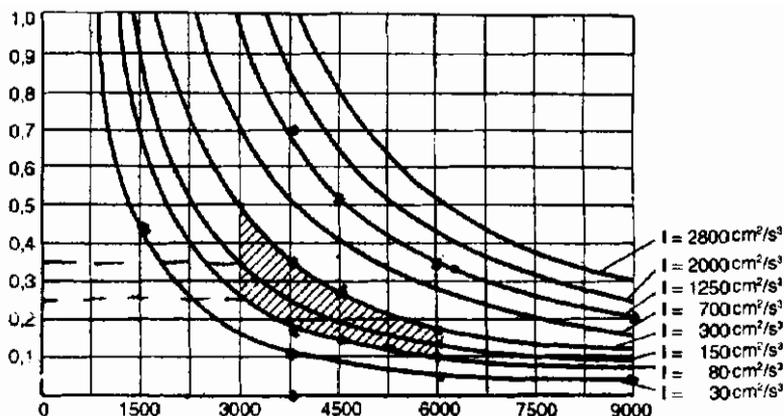
$$A_1^2 \cdot f_1^3 = A_2^2 \cdot f_2^3 = \dots = A_n^2 \cdot f_n^3$$

Biểu thức $A^2 \cdot f^3$ có thể viết như sau:

$$A^2 \cdot f^3 = A \cdot f \cdot A \cdot f^2$$

Thừa số $A \cdot f$ là đường đi mà phân tử dao động thực hiện được trong một đơn vị thời gian, nghĩa là, tốc độ dao động, còn thừa số $A \cdot f^2$ - gia tốc dao động. Tích của tốc độ dao động với tần số của nó người ta gọi là cường độ chấn động, nó có số đo cm^2/s^3 .

$$I = A^2 \cdot f^3 \quad (\text{cm}^2/\text{s}^3)$$



Hình 9-1. Tỷ số giữa tần số và biên độ dao động với các cường độ chấn động khác nhau.

Mỗi một hỗn hợp bê tông được lên chặt tốt khi cường độ của chấn động phù hợp với cường độ riêng của nó. Hỗn hợp bê tông càng cứng, thì I của nó càng cao. Khi cường độ chấn động đã được lựa chọn là tối ưu đối với hỗn hợp bê tông đã định, thì tăng cường độ chấn động lên nữa không có lợi cho sự lên chặt.

Trên hình 9-1 mô tả đồ thị để lựa chọn biên độ dao động phụ thuộc vào tần số và cường độ chấn động đã định của chấn động. Diện tích gạch chéo (giữa các giá trị $I=300$ và $I=80\text{cm}^2/\text{s}^3$) của đồ thị tương ứng với các biên độ và tần số dao động được dùng nhiều trong thực tế sản xuất.

Ngoài chuẩn số cường độ chấn động, đôi khi người ta còn dùng chuẩn số tương đương của hiệu quả chấn động đối với các loại hỗn hợp bê tông khác nhau. Nó được ký hiệu là E và bằng:

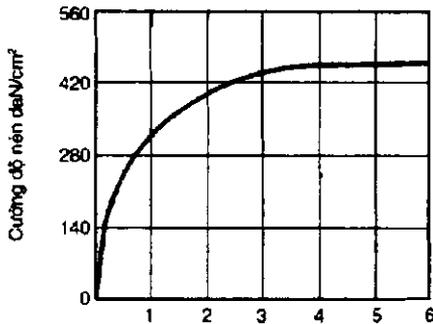
$$E = I \cdot t^k \quad (1)$$

Nó cho ta thấy rằng, có thể đạt được cùng một mức độ lèn chặt với nhiều trị số khác nhau của I và thời gian chấn động t , nghĩa là, thoả mãn điều kiện.

$$E = I_1 t_1^k = I_2 t_2^k = I_3 t_3^k = \dots = I_n t_n^k \quad (2)$$

Chỉ số mũ k trong các biểu thức (1) và (2) phụ thuộc vào độ cứng của hỗn hợp bê tông. Đối với hỗn hợp bê tông với độ cứng dưới 60 giây thì $k = 2$; với độ cứng từ 60 - 100 giây thì $k = 3$; với độ cứng trong khoảng 100 - 200 giây thì $k = 4$.

Thời gian chấn động: Đối với mỗi một hỗn hợp bê tông, khi lèn chặt bằng chấn động có cường độ xác định, có một thời gian gia công chấn động tối ưu. Thời gian này phụ thuộc vào độ dẻo của hỗn hợp bê tông, có thể biến động trong khoảng từ một vài giây (đối với hỗn hợp bê tông dẻo) đến 3 - 5 phút (đối với hỗn hợp bê tông cứng). Thời gian tác động của chấn động không đủ sẽ dẫn đến bê tông lèn chặt kém và làm giảm cường độ của nó.



Hình 9-2. Ảnh hưởng của thời gian chấn động đến cường độ bê tông.

Trên hình 9-2 cho biết những kết quả thí nghiệm về sự phụ thuộc giữa cường độ của bê tông và thời gian tác động của chấn

động trong khi tạo hình. Số liệu biểu thị trên đồ thị cho thấy rằng, thời gian tác động của chấn động tối ưu trong trường hợp này là 4 phút. Nếu kéo dài thời gian chấn động hơn nữa không làm cho cường độ bê tông tăng đáng kể. Mặt khác, nếu tăng thời gian chấn động mà cường độ bê tông có tăng thêm 10% nữa, cũng không mang lại hiệu quả kinh tế, bởi vì năng suất của máy tạo hình giảm, khuôn và thiết bị bị mòn và tốn năng lượng.

- **Tái chấn động:** Trước đây người ta rất sợ cấu kiện vừa mới tạo hình xong trong 1 - 2 giờ lại bị chấn động trở lại. Nhưng trong thực tế khi thi công bê tông khối lớn, không thể nào có thể đổ một khối bê tông lớn từ hàng chục m³ trở lên trong một thời gian ngắn được. Khi thi công khối lớn như vậy buộc người ta phải tiến hành đổ theo từng lớp hoặc theo kiểu chặt khúc cá. Để thi công xong khối bê tông lớn như vậy phải mất nhiều giờ.

Khi khảo sát cường độ của bê tông ở vùng chuyển tiếp từ chỗ đã đổ trước đó 1 - 2 giờ với vùng đổ tiếp sau đó, người ta thấy rằng, cường độ bê tông ở những chỗ ấy tốt hơn. Sau đó lại tiếp tục nghiên cứu bằng cách là các mẫu đã được tạo hình xong sau 60 phút, 90 phút và 120 phút lại cho chấn động lại trong thời gian 120 giây, 90 giây và 60 giây. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, cường độ của các mẫu bê tông được tái chấn động như thế tăng lên 15 - 20% so với cường độ thiết kế.

Hiện tượng đó được giải thích thế nào? Trong thời gian bắt đầu tạo thành cấu trúc tinh thể của phần silicat, các mầm tinh thể ở cách xa nhau. Trong thời gian tái chấn động, các mầm tinh thể đó xích sát lại gần nhau, làm tăng độ đặc chắc của đá xi măng sau này. Mặt khác sau khi tạo hình xong, nước trong bê tông bị mất bớt đi do xi măng thủy hoá và do bay hơi để lại các lỗ rỗng trong phần hồ xi măng. Tái chấn động làm cho các lỗ rỗng đó bị

lấp lại, không khí trong bê tông bị đẩy ra, nhờ đó độ đặc của đá xi măng lại được tăng lên. Đồng thời cũng do chấn động, có sự chuyển dịch tương đối giữa các phân tử trong bê tông, làm đổi mới sự tiếp xúc giữa các bề mặt của chúng, do đó làm tăng khả năng dính kết của đá xi măng với cốt liệu. Tất cả những cái đó dẫn đến sự tăng độ đặc của toàn khối bê tông và làm tăng cường độ của bê tông.

Tái chấn động chỉ được tiến hành trong thời gian bê tông mới bắt đầu cứng rắn. Thời gian này sớm hay muộn còn phụ thuộc vào nhiệt độ bê tông trong cấu kiện và tính chất của xi măng và phụ gia.

Tái chấn động rất khó thực hiện, chỉ thuận lợi trong các trường hợp tạo hình trong khuôn casét, trong các khuôn dùng đầm treo, còn trong các trường hợp khác sẽ làm tốn kém thêm.

- **Sự lan truyền của dao động trong hỗn hợp bê tông:** Hỗn hợp bê tông là một môi trường đàn hồi nhớt dẻo với hệ số nội lực ma sát lớn. Các dao động cơ học trong nó thường mang đặc trưng tắt dần, bởi vì hỗn hợp gây nên cản trở cho các dao động. Hệ số tắt dần của dao động phụ thuộc vào độ nhớt của môi trường và tần số của dao động. Độ nhớt kỹ thuật của hỗn hợp càng lớn (độ cứng của nó) và tần số chấn động càng nhỏ thì sự tắt dần càng mạnh.

Sự tắt dần của dao động - đó là sự giảm dần biên độ của các dao động theo mức độ xa dần đối với nguồn. Đối với chấn động bên trong, biên độ dao động A của các phân tử ở cách xa nguồn một khoảng r (cm) có thể tính được theo công thức:

$$A = A_0 \cdot \sqrt{\frac{r_0}{r}} e^{-0,5\alpha(r-r_0)} \quad (\text{cm}) \quad (3)$$

Trong đó :

A_0 - biên độ dao động trong hỗn hợp bê tông tại nguồn của chúng, cm;

r_0 - khoảng cách từ tâm của máy gây chấn động đến điểm đặt của xung lực chấn động vào hỗn hợp bê tông, cm;

α - hệ số tắt dần trong hỗn hợp bê tông.

Đối với hỗn hợp bê tông có độ cứng trong phạm vi 30 - 40 giây, hệ số tắt dần của dao động α biến động trong giới hạn 0,05 - 0,08 cm.

Sau khi biết được biên độ A cần thiết tối thiểu của chấn động để lèn chặt tốt hỗn hợp bê tông (với cường độ chấn động phù hợp) ta có thể xác định được khoảng cách r mà tác dụng của chấn động còn có hiệu quả hay xác định được điểm để chuyển nguồn gây chấn động đến (chỗ để di chuyển dầm dùi trong khuôn). Hay ngược lại có thể theo công thức (3) tính được biên độ dao động cần thiết A_0 của máy gây chấn động. Theo kết quả tính toán được ta chọn loại và công suất của mô-tơ rung khi ta đã chọn trước tần số dao động.

Trong trường hợp dao động truyền từ dưới lên (hay từ ngoài vào trong), biên độ dao động của các phần tử ở điểm cao nhất có thể xác định theo công thức:

$$A_2 = A_1 \cdot e^{-\frac{\alpha}{2}h} \quad (\text{cm}) \quad (4)$$

Trong đó:

A_1 - biên độ dao động của nguồn, cm;

A_2 - biên độ dao động của các phần tử ở điểm có độ cao cách đáy khuôn h tương ứng với biên độ mà hỗn hợp bê tông trong khuôn có thể được lèn chặt tốt nhất, cm;

h - chiều cao của lớp bê tông trong khuôn, cm.

Sau khi biết được A_1 và A_2 ta có thể tính được bề dày của lớp bê tông trong khuôn có thể tạo hình được trên bàn rung, hay tính được A_1 để chọn bàn rung thích hợp, khi biết được A_1 và h .

3. LÈN CHẶT HỖN HỢP BÊ TÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUAY LI TÂM

Như chúng ta đã biết các cấu kiện có tiết diện tròn như ống dẫn nước, cột điện tròn và cọc móng tròn v.v... ngoài các phương pháp khác, có thể được tạo hình trên bàn quay li tâm. Trong phương pháp tạo hình này, sự rải đều hỗn hợp bê tông trong mặt trong của khuôn và lèn chặt nó xảy ra dưới tác dụng của lực li tâm quán tính N , xuất hiện khi khuôn quay nhanh. Trị số của lực này tỷ lệ thuận với khối lượng m của các phân tử quay với bán kính r :

$$N = r.\omega^2.m \quad (5)$$

Ở đây:

r : Bán kính quay của phân tử với khối lượng m ;

ω : Vận tốc góc.

Cùng lúc đó, mỗi một phân tử còn chịu tác dụng của trọng lực mg . Hợp lực P của hai lực đó ở bất kỳ điểm nào trên vòng tròn quay (hình 9-3) có thể xác định theo công thức:

$$P = m.\sqrt{(r\omega^2)^2 + g^2 - 2r\omega^2g.\cos\alpha} \quad (6)$$

Ở điểm thấp nhất của khuôn, khi $\cos\alpha = -1$, hợp lực P bằng:

$$P = m.(r\omega^2 + g) \quad (7)$$

đạt cực đại.

Ở điểm cao nhất của khuôn, khi $\cos\alpha=1$ hợp lực P bằng:

$$P = m.(r\omega^2 - g) \quad (8)$$

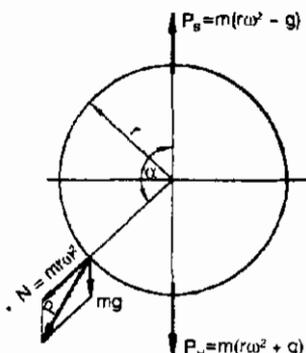
Như vậy, muốn cho hỗn hợp bê tông được lên chặt tốt trong khi tạo hình bằng phương pháp quay li tâm thì lực li tâm quán tính phải lớn hơn lực trọng trường:

$$r\omega^2 \geq g \quad (9)$$

Nếu điều kiện trên không được đảm bảo, thì hỗn hợp bê tông ở phần trên của khuôn sẽ sập xuống, bê tông không thể phân bố đều theo bề mặt trong của khuôn và không thể lên chặt được. Lúc đó khuôn làm việc như máy trộn bê tông theo phương pháp rơi tự do.

Số vòng quay của khuôn. Điều kiện (9) sẽ được đảm bảo, nếu số vòng quay n của khuôn trong một phút không được thấp hơn một giá trị tối thiểu nào đó. Trị số của cực trị đó có thể tính toán được xuất phát từ các suy luận sau. Về nguyên tắc mà nói, các phần tử của hỗn hợp bê tông có thể không tách khỏi thành khuôn và rơi xuống ở điểm cao nhất của chúng khi:

$$r\omega^2 = g \quad (10)$$



Hình 9-3. Sơ đồ tác động của các lực lên phần tử của hỗn hợp bê tông khi khuôn quay.

Nhưng phải tính đến một điều rằng, khi khuôn quay có thể xảy ra rung động làm cho bê tông dễ dàng sập xuống. Để cho hiện tượng đó không thể xảy ra thì tốc độ góc của khuôn khi quay ít nhất cũng phải tăng lên hai lần, nghĩa là điều kiện (10) có thể viết như sau:

$$r\omega^2 = 4g \quad (11)$$

Số vòng quay của khuôn trong một phút liên quan với vận tốc góc ω (đơn vị đo S^{-1}) bằng đẳng thức:

$$n = \frac{60 \omega}{2 \pi} \quad (\text{vòng}) \quad (12)$$

vì $g = 981 \text{ cm/S}^2$, từ (11) và (12) ta có:

$$n \approx \frac{600}{\sqrt{r}} \quad (\text{vòng}) \quad (13)$$

Trong thực tế sản xuất, để tạo hình các kết cấu dạng ống đường kính trung bình, người ta thường lấy số vòng quay ban đầu trong khoảng 60-150 vòng/phút, thêm vào đó, đường kính của ống càng to thì số vòng quay càng nhỏ. Ở giai đoạn lên chặt, người ta tăng tốc độ quay của khuôn lên đến 400-900 vòng/phút và hơn nữa. Khi đó áp lực lên bê tông xuất hiện trong khi khuôn quay được tăng lên từ 0,175 đến 0,65 daN/cm². Trong các máy quay li tâm kiểu đai truyền áp lực ấy tăng lên đến 1,45 daN/cm².

Số vòng quay của khuôn ở thời kỳ lên chặt n_{lc} với trị số áp lực ly tâm P cho trước tính bằng daN/cm² có thể tính được theo công thức:

$$n_{lc} = 10375 \cdot \sqrt{\frac{r_2}{r_2^3 - r_1^3}} \cdot P \quad (\text{vòng}) \quad (14)$$

Ở đây: r_1 và r_2 là bán kính ngoài và trong của cấu kiện ống, cm.

Đặc điểm của phương pháp tạo hình bằng li tâm: Khi khuôn quay với tốc độ cao, hỗn hợp bê tông có khuynh hướng bị phân tầng. Điều đó được giải thích rằng, khối lượng của các hạt cốt liệu tỷ lệ thuận với thể tích của chúng. Khối lượng của chúng lớn hơn khối lượng của nước cũng như khối lượng của các hạt xi măng và phụ gia khoáng. Cho nên trị số của các lực li tâm quán tính tác động lên các hạt khối lượng lớn hơn thì lớn hơn trị số của các lực ấy tác dụng lên các hạt có khối lượng nhỏ hơn. Kết quả là, ở thời kỳ đầu các hạt cốt liệu lớn bị ép sát vào thành khuôn, tạo thành một bộ khung cứng, nhưng giữa chúng vẫn có các khe hở. Tiếp tục quay với tốc độ lớn hơn, các hạt cốt liệu nhỏ hơn và hạt xi măng lọt qua các khe hở trên và bị ép vào thành khuôn, làm cho các lớp bên ngoài đặc sít lại. Khi khuôn vẫn tiếp tục quay với tốc độ cao, các hạt có khối lượng lớn bị lèn chặt hơn nữa về phía thành khuôn, còn không khí, nước và các phân tử nhỏ, nhẹ hơn bị ép ngược lại và tích tụ dưới dạng bùn trên bề mặt bên trong của cấu kiện đang được tạo hình. Khi cần có bề mặt trong của cấu kiện nhẵn đặc người ta phải hút bùn ấy ra khỏi ống. Lợi dụng đặc điểm này, muốn cho bê tông trên mặt cắt ngang của cấu kiện tương đối đồng nhất, người ta tiến hành đổ bê tông theo nhiều lớp. Để làm tăng độ đặc chắc ở mặt trong và làm cho nó nhẵn sau khi đã đạt được độ dày của bê tông người ta dùng trục cán phụ để làm nhẵn nó.

Lượng nước bị ép ra khỏi bê tông phụ thuộc vào chế độ quay li tâm, cấp phối và các đặc tính của hỗn hợp bê tông, có thể đạt đến 25 - 30% của lượng nước dùng để trộn bê tông. Không còn nghi ngờ gì nữa, nhờ đó mà độ đặc của bê tông ở các lớp ngoài cao hơn. Về toàn bộ mà nói, cấu trúc của bê tông theo tiết diện của cấu kiện không đồng đều, cấu trúc của các lớp ngoài đặc

chắc hơn, còn các lớp trong có nhiều lỗ rỗng hơn. Để khắc phục hiện tượng đó người ta dùng cốt liệu với đường kính của các hạt lớn nhất 15 - 20 mm, thiết kế cấp phối bê tông đủ dẻo. Trong trường hợp sản xuất ống dẫn nước có áp lực, yêu cầu bê tông có độ chắc và độ chống thấm cao, người ta tiến hành đổ bê tông thành nhiều lớp (từ 2 đến 4), hút bùn ra khỏi bề mặt mỗi lớp và kết hợp là cán bề mặt trong cùng.

4. ÉP

Tạo hình bằng phương pháp ép, trong thực tế sản xuất cấu kiện bê tông, người ta chỉ dùng để tạo hình gạch silicát và các viên đá lát bằng bê tông. Ở một vài nước người ta sản xuất panel sàn rỗng bằng phương pháp ép đùn nhưng rất hạn chế. Trong sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép người ta kết hợp rung với ép.

Khi ép, các hạt rắn của hỗn hợp bê tông bị cưỡng bức chuyển dịch và xích gần lại với nhau. Hiệu quả lèn chặt trong khi tạo hình bằng phương pháp ép chỉ đạt được cao đối với các hỗn hợp bê tông rất cứng và gần như khô rời với lượng dùng nước nhỏ. Còn đối với hỗn hợp bê tông dẻo và có nhiều nước thì hiệu quả ấy không cao bởi vì chất lỏng có khả năng chống lại lực nén tốt.

Mỗi một hỗn hợp bê tông chỉ được lèn chặt tốt khi lực ép lên nó đạt được trị số tối ưu. Lực ép đó để thắng được lực ma sát và liên kết giữa các hạt với nhau (để đẩy chúng lại gần nhau) và để thắng ma sát giữa vật liệu với thành khuôn.

Khi ép, lực ép không truyền ngay một lúc lên toàn bộ bề dày của vật liệu bị ép, mà từ từ, theo mức độ lèn chặt của các lớp bên trên. Nhưng khi các lớp bên trên càng được lèn chặt, thì nội ma

sát trong chúng càng tăng và lực cản của thành khuôn lên vật liệu càng lớn.

Tất cả những cái đó làm tăng sự phản kháng lại lực ép và truyền các lực ấy xuống các lớp ở dưới. Buộc phải tăng lực ép, nhưng tăng lực ép lại làm tăng sự phản kháng có hại, cuối cùng dẫn đến hệ thống không được ép đồng đều và độ đặc không đồng đều của vật liệu trong cấu kiện. Nhưng để ép các cấu kiện có bề dày lớn có thể tiến hành một cách rất có hiệu quả nếu kết hợp ép với chấn động.

Phương pháp ép đạt được hiệu quả hơn khi tạo hình các cấu kiện từ bê tông hạt nhỏ và hỗn hợp xi măng cát cứng, với bề dày không lớn, vì trong trường hợp đó ít có khả năng tạo nên hiện tượng kẹt các hạt cốt liệu lớn trong khuôn; hiệu ứng cản của khuôn với vật liệu không lớn, do đó vật liệu trong cấu kiện được lèn chặt tương đối đồng đều.

Trị số lực ép thường nằm trong khoảng $50 - 150 \text{ daN/cm}^2$. Khi dùng lực ép lớn thì không kinh tế. Nhưng hỗn hợp hạt mịn (xi măng + cát nghiền) có thể ép với áp lực lớn đến 500 daN/cm^2 . Trong trường hợp này có thể có bê tông xi măng cát với cường độ $300 - 350 \text{ daN/cm}^2$ - ở tuổi một ngày, còn sau 28 ngày là 500 daN/cm^2 và hơn nữa.

5. ĐẦM

Có thể xem đầm như áp lực ép tức thời lên vật liệu trong khi tạo hình. Dưới tác động của các va đập của đầm, các hạt cốt liệu riêng biệt bị nhấn chìm xuống các lớp nằm sâu ở dưới của hỗn hợp bê tông và lèn chặt nó. Khác với phương pháp ép, phương

pháp đầm có thể dùng để lèn chặt hỗn hợp bê tông trong các cấu kiện có bề dày lớn hơn, bằng cách đổ theo từng lớp. Ngoài ra có thể đầm hỗn hợp bê tông hạt lớn. Mức độ lèn chặt phụ thuộc vào tính chất của hỗn hợp bê tông, đặc biệt phụ thuộc vào độ cứng của nó và công tiêu tốn cho một đơn vị thể tích được đầm. Công này được tính bằng kG.m cho một đơn vị thể tích cấu kiện.

6. CÁC PHƯƠNG PHÁP KẾT HỢP

Các phương pháp kết hợp thường được dùng để tạo hình các cấu kiện bê tông là rung kết hợp ép, rung đập, rung đầm và các phương pháp khác nữa.

- *Rung kết hợp với ép (rung ép)*: Khi tạo hình các cấu kiện bê tông trên bàn rung, các xung lực chấn động thường có hướng từ dưới lên trên. Các cấu kiện được tạo hình từ các hỗn hợp bê tông cứng có lớp dưới đặc chắc hơn lớp trên. Đặc biệt trong các cấu kiện mỏng, mức độ lèn chặt của bê tông càng kém hơn, vì áp lực của các lớp trên lên các lớp ở dưới nhỏ, không đủ gây được lực ép phụ lên các lớp dưới. Khi tạo hình các cấu kiện từ hỗn hợp bê tông nhẹ trên bàn rung thì hiệu quả lèn chặt lại càng kém hơn, vì các hạt cốt liệu nhẹ có khối lượng thể tích nhỏ hơn của vữa, khi có tác dụng của chấn động sẽ nổi lên trên bề mặt của bê tông làm cho nó bị phân tầng.

Để khắc phục các hiện tượng nói trên, khi tạo hình các cấu kiện trên bàn rung người ta đã dùng các tấm gia trọng. Các tấm này có thể lún xuống cùng với hỗn hợp bê tông theo mức độ lèn chặt của nó. Bằng cách đó người ta đã tạo nên lực ép phụ trên bề mặt bê tông trong quá trình lèn chặt bằng chấn động. Trị số của áp lực phụ đó thường dưới 50 daN/cm^2 .

Kinh nghiệm cho thấy rằng, tăng áp lực của tấm gia trọng lên hơn 60-70daN/cm² không làm tăng mấy hiệu quả lèn chặt, vì nó làm tăng tải trọng cho bàn rung và lực ma sát trong hỗn hợp bê tông dẫn đến hiện tượng làm kẹt khuôn của các hạt cốt liệu lớn.

Người ta có thể khắc phục được các nhược điểm trên, đồng thời lại tăng dần được áp lực phụ lên bề mặt của bê tông trên 60 - 70daN/cm² bằng cách sử dụng gia trọng bằng không khí nén. Thiết bị gia trọng này gồm hai tấm kim loại nhẹ, ở giữa chúng có túi cao su, không khí nén được bơm vào trong túi này.

Tấm dưới được đặt khít lên bề mặt trên của cấu kiện đang được tạo hình đã được làm phẳng trước đó nhờ chấn động. Tấm trên được neo chắc vào thành của khuôn (hình 9- 4). Sau đó lại cho bàn rung làm việc và thổi không khí nén vào túi cao su.



Hình 9-4. Sơ đồ tạo hình bằng rung - ép.

- 1- Tấm gia tải trên; 2- Xăm cao su; 3- Dây xích; 4- Tấm gia tải dưới;
5- Khuôn và cấu kiện đang được tạo hình; 6- Bàn rung.

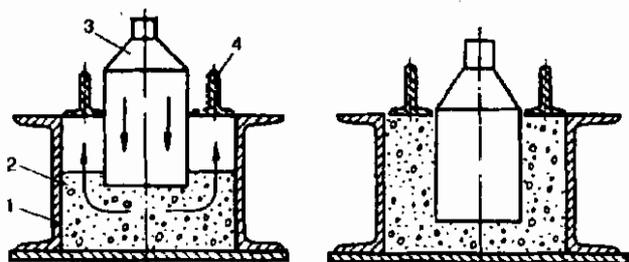
Không khí nén làm cho túi cao su phồng lên. Các dây xích lại bị kéo căng và áp lực do không khí nén tạo nên do tấm gia trọng ở dưới truyền lên bề mặt bê tông của cấu kiện đang tạo hình. Tải trọng phụ tác dụng lên bàn rung chỉ có trọng lượng bản thân của thiết bị gia trọng.

Nhờ thiết bị gia trọng bằng không khí nén, có thể tạo nên được áp lực nén lên bề mặt bê tông khoảng 200 - 250daN/cm² ,

thậm chí còn hơn nữa với áp lực dư trong túi không khí không quá 0,5 atm.

- **Rung dập:** Phương pháp lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng chấn động này, khác biệt với rung ép ở chỗ là tác động chấn động và áp lực tĩnh được tạo nên bởi cùng một cơ cấu - đó là cốt rung, cơ cấu này được hạ từ trên xuống bề mặt để hở của hỗn hợp bê tông đã được đổ vào khuôn.

Cốt rung đặt lên trên bề mặt của hỗn hợp bê tông đã đổ vào khuôn và san phẳng, làm cho nó chảy lỏng ra nhờ chấn động và dưới tác dụng của trọng lực bản thân chèn nó vào khoảng trống được giới hạn bởi các bề mặt của chính cốt rung đó, thành của khuôn và khung cữ (hình 9-5).



Hình 9-5. Sơ đồ rung dập hỗn hợp bê tông.

1- Khuôn; 2- Hỗn hợp bê tông; 3- Cốt rung; 4- Khung cữ.

Bằng cách đó, cốt rung thực hiện cùng một lúc hai chức năng - phân bố đều hỗn hợp bê tông trong lòng khuôn, tạo nên hình dạng cần thiết của cấu kiện và lèn chặt nó.

Phụ thuộc vào hình dạng bề mặt làm việc của cốt rung, bề mặt này có thể phẳng, có hình lồi lõm hay với các bộ phận tạo rỗng, ta có thể được cấu kiện với bề mặt trên có hình dạng nhất

định- có gờ hay hình lõm lõm v.v.. Tạo hình các cấu kiện hình dáng phức tạp, bằng phương pháp rung ép, nhờ có sử dụng hiệu quả các tính chất của hỗn hợp bê tông cứng, cho phép thay thế các khuôn có hình thù phức tạp bằng các mâm phẳng với các thành rất đơn giản.

Hiệu quả của việc lèn chặt bằng phương pháp rung đập phụ thuộc vào cường độ của xung lực chấn động do lực gây chấn động P của máy rung tạo nên và áp lực tĩnh lên hỗn hợp (trọng lượng của cốt) Q, cũng như tỷ lệ của chúng, nghĩa là phụ thuộc vào tỷ lệ P/Q. Hiệu quả lèn đạt được tốt nhất khi tỷ lệ $P/Q = 2 - 2,5$. Trong các máy tạo hình kiểu rung đập hiện hành người ta thường lấy áp lực tĩnh từ 0,8 - 1,2 đến 8 daN/cm² căn cứ vào độ cứng của hỗn hợp bê tông. Theo trị số của Q người ta chọn trị số của lực P.

Để tạo hình các cấu kiện từ các hỗn hợp bê tông có độ cứng 30 - 40giây có thể dùng cốt rung với dải biên độ và tần số dao động rộng, nhưng với bề dày của lớp bê tông không quá 30 - 35 cm. Khi độ cứng của hỗn hợp bê tông tăng, thì sự tắt dần của dao động sẽ xảy ra nhanh, cho nên bề mặt tạo hình của cấu kiện phải nhỏ, như khi độ cứng của hỗn hợp là 100giây và hơn nữa, thậm chí tăng biên độ dao động lên đến 2mm, bề dày của lớp bê tông được lèn chặt không quá 15 - 20cm. Một điều kiện rất quan trọng khi tạo hình bằng phương pháp rung đập là phải cân đong chính xác lượng bê tông đổ vào khuôn. Đong theo thể tích, thậm chí cả khi công nhân có thói quen nghề nghiệp cao, cũng không đảm bảo được độ chính xác quy định; nhất thiết phải tiến hành cân các thành phần của hỗn hợp bê tông theo trọng lượng- cân từng phần của hỗn hợp, nếu như để tạo hình cấu kiện chỉ cần một mẻ trộn nhỏ.

Tạo hình bằng phương pháp rung đập có thể tiến hành theo các sơ đồ sau đây:

1. Khi cốt rung đứng cố định trong khuôn và tự do lún xuống dưới tác dụng của trọng lượng bản thân (hình 9-5);

2. Khi tấm rung di chuyển liên tục trong mặt phẳng nằm ngang của hỗn hợp bê tông đã được đổ vào khuôn với chiều cao bằng bề dày của cấu kiện;

Ví dụ của phương pháp tạo hình bằng rung đập trượt hình 9-4 và hình 9-5 .

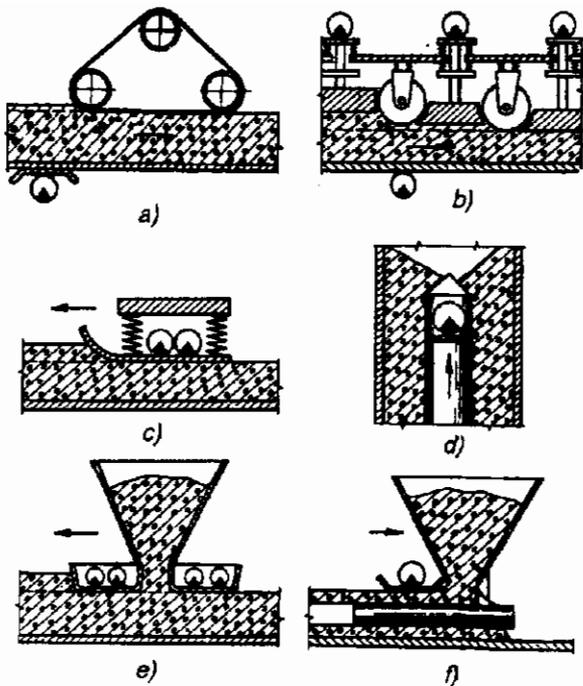
- **Rung cán:** Rung cán là phương pháp tạo hình các cấu kiện mà trong khi đó bộ phận làm việc của máy chỉ tác động lên một phần của cấu kiện.

Trên hình 9-6 mô tả máy tạo hình kiểu rung cán của M.Ia.Kô-Zơ-Lốp dùng để tạo hình các tấm phẳng có gờ và panel tường. Bộ phận chính của máy cán rung là băng chuyên liên tục bằng thép, đóng vai trò là đáy khuôn.

Nhờ máy rải, hỗn hợp bê tông được rải thành lớp đồng đều trên băng. Nó được lèn chặt nhờ dầm rung đặt cố định dưới băng đang chuyển động. Dầm rung truyền các xung lực chấn động vào hỗn hợp bê tông qua băng và lèn chặt nó.

Khi chiều rộng của dầm rung khoảng 30 - 40cm, tốc độ của băng tạo hình 20 - 30m/giờ, thì thời gian lèn chặt bằng chấn động trên mỗi đoạn băng khoảng 45 - 75giây.

Máy rung gắn ở phần dưới của dầm rung có tần số dao động thay đổi từ 3000 - 6000 vòng/phút và biên độ 0,4mm. Hỗn hợp bê tông được lèn chặt lần cuối và bề dày cấu kiện được chuẩn mực lại nhờ cơ cấu làm việc gồm ba trục quay tròn trên nó có căng băng cao su.



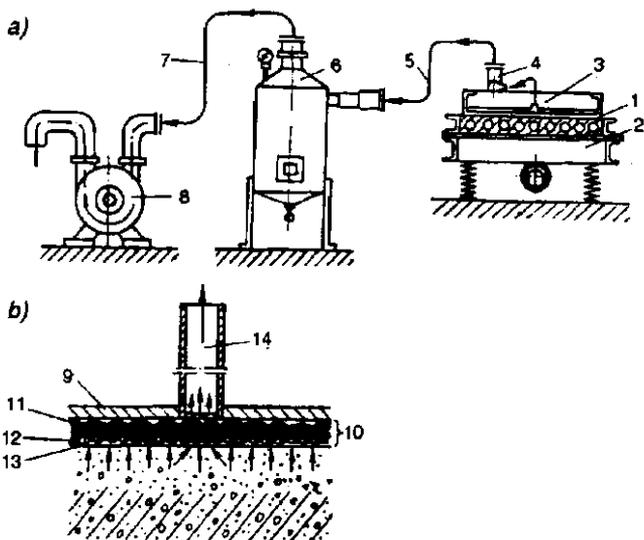
Hình 9-6. Rung trượt và rung cán.
a,b- Rung cán; c, d, e, f- Rung trượt

Chấn động kết hợp chân không hoá: Đây là phương pháp tạo hình rất có hiệu quả để tạo hình các cấu kiện bê tông có độ đặc và khả năng chống thấm cao từ các hỗn hợp bê tông dẻo. Nhờ phương pháp này người ta có thể hút ra khỏi bê tông 10-20% lượng nước trộn và hầu hết lượng không khí có trong hỗn hợp bê tông đến 80%.

Quá trình chân không hoá được tiến hành như sau: Sau khi hỗn hợp bê tông trong khuôn đã được lèn chặt trước khi bị đẩy lên các lớp trên, bề mặt bê tông trong khuôn đã được dàn phẳng.

Lúc này buồng chân không được hạ xuống phủ kín bề mặt hở của khuôn. Buồng chân không là một hộp không thấm khí, ở mặt đáy của nó người ta dùng hai lớp lưới thép (lưới đầu có mắt 4mm, lưới sau 1mm) bên ngoài cùng căng vải lọc để ngăn các hạt xi măng và cát lọt vào trong khoang chân không.

Có khi khoang chân không còn được tạo nên nhờ các lõi và ống đặt vào trong lòng khối bê tông cần được chân không hoá.



Hình 9-7. Sơ đồ thiết bị chân không hoá.

Hình a: 1- Khuôn và cấu kiện đang tạo hình; 2- Bàn rung; 3- Khoang chân không; 4- Ống hút; 5- Đường ống dẫn khí; 6- Bình góp; 7- Đường ống dẫn khí; 8- Bơm ly tâm.
 Hình b: 9- Vỏ chân không; 10- Khoang chân không; 11- Lưới to; 12- Lưới nhỏ; 13- Vải lọc; 14- Ống hút.

Trên hình mô tả thiết bị tạo hình chân động kết hợp với chân không hoá. Nhờ máy bơm chân không, người ta tạo nên trong khoang chân không độ giảm áp của không khí trên 500mm, nghĩa là, khoảng 65% áp suất khí quyển. Để cân bằng sự giảm áp giữa khoang chân không và máy hút chân không người ta sử dụng bình góp.

Do sự chênh lệch áp suất bên trong khoang chân không và bên ngoài, hỗn hợp không khí và nước từ trong bê tông của cấu kiện bị hút vào trong khoang chân không vào bình góp. Nước và bùn lắng lại trong bình góp, còn không khí bị bơm chân không đẩy ra ngoài.

Đồng thời vì chênh lệch áp suất, không khí bên ngoài nén lên tấm chân không tạo nên lực ép phụ lên bê tông. Lực ép ấy càng lớn, nếu sự giảm áp trong khoang chân không càng lớn. Ở cuối thời kỳ chân không hoá người ta tiến hành tái chân động để lấp những lỗ rỗng được tạo nên trong vật liệu do nước và không khí thoát ra.

Độ sâu chân không hoá trong bê tông thực tế không vượt quá 10 - 12cm, bởi vì sau khi gia công các lớp ở trên, độ đặc của chúng tăng lên làm cản trở sự di chuyển của nước và không khí từ các lớp dưới lên. Như vậy, để lèn chặt tốt bê tông, phương pháp này nên dùng trong khi tạo hình các cấu kiện mỏng. Đối với các cấu kiện có bề dày lớn, hiệu quả chân không hoá bị hạn chế bởi "sự tòi" bề mặt của bê tông. Hiện tượng này đáng được quan tâm khi tạo hình các tấm vỏ mỏng cho các công trình thủy.

Thời gian chân không hoá phụ thuộc vào mức độ giảm áp đạt được trong khoang chân không, cấp phối bê tông, tính chất của

xi măng và các yếu tố khác. Có thể quy định khoảng 3,5 phút cho mỗi lớp bê tông dày 5cm.

Tạo hình bằng phương pháp chấn động kết hợp với chân không hoá làm cho cường độ bê tông ở tuổi 2 - 3 ngày tăng lên 40 - 60%, còn ở tuổi 28 ngày tăng 20 - 25%. Đặc biệt làm tăng khả năng chống thấm, chống băng giá, chống mài mòn và khả năng dính bám với cốt thép.

Tiến hành chân không hoá đối với hỗn hợp bê tông cứng khó khăn hơn, hiệu quả lên chật thấp hơn.

Chương 10

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO DÂY CHUYỀN TỔ HỢP

1. ĐẶC ĐIỂM CỦA DÂY CHUYỀN TỔ HỢP

Trong dây chuyền sản xuất này, khuôn và cấu kiện được di chuyển nhờ cần cầu hay bàn con lăn đến các vị trí công nghệ, mà các công đoạn của nó được trang bị các máy móc - thiết bị chuyên dụng.

Công nghệ dây chuyền tổ hợp được sử dụng rộng rãi vì: ưu điểm cơ bản của nó là tính toàn năng và khả năng nhanh chóng thay đổi việc sản xuất các cấu kiện loại này sang sản xuất cấu kiện loại khác mà không yêu cầu đầu tư lớn. Dây chuyền này có lối cao nếu sản xuất hàng loạt (thí dụ như panel sàn, mái v.v.). Phương pháp này sử dụng có hiệu quả khi sản xuất các cấu kiện bê tông có bề rộng dưới 3m, chiều dài dưới 12m và chiều cao dưới 1m. Trong một số trường hợp có thể chế tạo được các cấu kiện dài và nặng hơn (như cột đèn cao áp)

Trên tuyến công nghệ tạo hình tổ hợp người ta thực hiện tất cả các thao tác công nghệ tạo hình hay một số thao tác, bắt

đầu từ việc tháo và làm sạch khuôn cho đến khi chuyển sản phẩm vào kho và đưa khuôn quay trở lại để bắt đầu một chu trình sản xuất tiếp theo. Khi thiết kế dây chuyền này người thiết kế nên chú ý giảm đến mức tối đa số lần chuyển khuôn và cấu kiện, khoảng cách vận chuyển của chúng nhỏ nhất và đặc biệt tránh các dòng vận chuyển trong sản xuất gặp nhau và cắt nhau.

Chất lượng của phương pháp sản xuất này cũng như trong các phương pháp khác phụ thuộc rất nhiều vào mức độ hoàn thiện và kết cấu của các máy tạo hình bằng chấn động, độ kín khí và chất lượng của khuôn, không để cho không khí bị hút vào trong hỗn hợp bê tông khi rung và không để rò rỉ hồ xi măng, cũng như sử dụng các loại dầu lau khuôn tốt.

Các vị trí chính của tuyến công nghệ này: chuẩn bị, tạo hình, gia công nhiệt và tháo khuôn hoàn thiện sản phẩm.

Ở vị trí chuẩn bị, người ta tiến hành làm sạch khuôn và các trang bị của nó, lắp ghép khuôn và lau dầu, đặt các khung cốt thép, các lưới ở dưới và các chi tiết chèn vào khuôn, còn đối với các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, đặt kéo căng và neo các linh kiện cốt thép ứng suất trước, đặt các linh kiện cốt thép thường và các chi tiết chèn, tiếp theo là vận chuyển khuôn đến vị trí tạo hình.

Vị trí tạo hình dùng để đổ và lèn chặt lớp trang trí và hỗn hợp bê tông (có thể tiến hành một lần hoặc nhiều lần); trên mặt bê tông này người ta đặt lớp cốt thép thứ hai, là phẳng bề mặt cấu kiện và hoàn thiện, tháo các bộ phận của thành khuôn (tháo khuôn ngay) và vận chuyển khuôn hay các mâm khuôn cùng cấu

kiện vào bể để gia công nhiệt; chu trình làm việc của vị trí tạo hình mất khoảng 15 - 20 phút, khi sử dụng thiết bị tạo hình tự động hoá mất 12 - 15 phút, còn khi tạo hình các tấm panel nhiều lỗ rỗng hay các tấm panel có trang trí, cũng như các cấu kiện dài 12m mất không quá 20 phút.

Tại vị trí gia công nhiệt xảy ra quá trình cứng rắn của bê tông, lấy khuôn cùng các cấu kiện ra khỏi bể và đưa chúng đến vị trí tháo khuôn.

Ở công đoạn tháo khuôn và làm nguội cấu kiện, người ta tiến hành hoàn thiện trang trí bề mặt của bê tông đã cứng rắn (nếu cần thiết), kiểm tra cấu kiện, sửa chữa những khuyết tật nhỏ, nghiệm thu của KCS và vận chuyển vào kho sản phẩm, cũng như đưa khuôn quay lại vị trí tạo hình các cấu kiện cho chu trình tiếp theo. Ngoài ra, còn phải tính đến các diện tích phụ để dự trữ các khung cốt thép, chi tiết chờ, vật liệu cách nhiệt v.v... diện tích để các khuôn dự trữ và các trang bị cũng như sửa chữa chúng thường xuyên, cũng như bệ (stend) để thí nghiệm cả cấu kiện.

Thời gian hoàn thành tất cả các thao tác trên các vị trí khác nhau là không giống nhau. Một số thao tác của chu trình công nghệ có thể thực hiện đồng thời với thao tác khác (ví dụ, tháo khuôn, kiểm tra sản phẩm và chuẩn bị khuôn có thể tiến hành cùng một lúc với việc tạo hình).

Để đảm bảo tính liên tục của dây chuyền sản xuất, yêu cầu phải phân tách toàn bộ quá trình công nghệ ra thành các thao tác riêng biệt tương đương và đặc biệt là quá trình tạo hình để rút ngắn thời gian của chu trình này, nhờ đó mà tăng năng suất của tuyến.

2. THIẾT BỊ CỦA TUYẾN.

Thiết bị chính của tuyến dây chuyên tổ hợp là máy đổ bê tông, bàn rung và các máy tạo hình các tấm panel sàn rộng và các cấu kiện khác, cũng như máy để căng cốt thép bằng điện hay bằng cơ học. Khả năng công nghệ của phương pháp phụ thuộc vào trọng lượng và kích thước biên của các kết cấu sẽ được tạo hình và xác định bởi thông số kỹ thuật của thiết bị tạo hình và tải trọng nâng của cần cầu, còn công suất của tuyến thì phụ thuộc vào năng suất của các vị trí kéo căng cốt thép, tạo hình và gia công nhiệt ẩm.

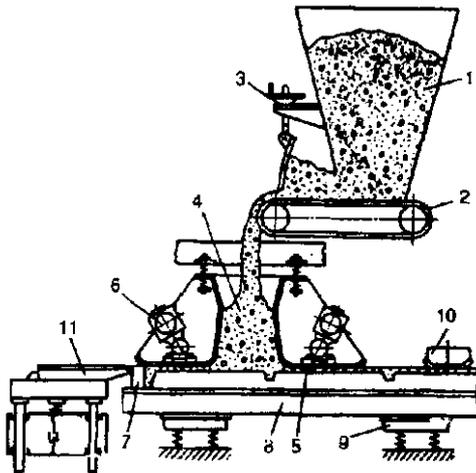
Đối với các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, phải thiết kế vị trí để căng cốt thép và truyền lực căng ấy lên trụ của các khuôn thép di động hay các mâm khuôn (khuôn lực).

Trong các vị trí tạo hình phải có các máy để đổ hỗn hợp bê tông, lèn chặt nó và tạo cho cấu kiện có hình dáng nhất định với các bề mặt nhẵn phẳng. Trên hình mô tả kết cấu của máy đổ bê tông, được sử dụng khi tạo hình các cấu kiện có bề rộng dưới 3m. Hỗn hợp bê tông từ bunke chứa xuống máy cấp liệu băng tải và chảy vào thiết bị rung, máy này làm cho hỗn hợp bê tông được phân đều trong khuôn và lèn chặt bề mặt của nó. Ngoài máy đổ bê tông ra, vỏ của các thiết bị rung được treo lên các lò xo tạo thành khoang góp, trong đó hỗn hợp bê tông được giữ ở mức ổn định.

Trên phần trượt của thiết bị rung được lắp các máy gây chấn động kiểu con lắc, tạo nên các dao động có hướng thẳng đứng: dưới tác dụng của chúng hỗn hợp bê tông trong khoang góp có được tính chảy lỏng và liên tục chảy xuống dưới mặt phẳng trượt của thiết bị rung. Thiết bị rung này đóng vai trò như bàn rung, bề

mặt vừa rung vừa tựa lên thành của khuôn để đảm bảo bề dày thiết kế của cấu kiện .

Khi bê tông đã được đổ đầy và lên chặt ở một phần của khuôn, thì bề mặt bê tông ở chỗ đó được bàn là chuyển động ngang khuôn bằng cơ cấu trục khuỷu là nhấn. Còn tấm thép ở cuối bàn tạo hình có tác dụng hứng lấy bê tông còn lại trong khoang góc của thiết bị rung, khi máy đổ bê tông ra khỏi giới hạn khuôn.



Hình 10-1. Sơ đồ máy đổ bê tông với trang thiết bị rung

1 - Bunke chứa bê tông; 2 - Máy cấp liệu bằng tải; 3 - Vít để nâng hạ tấm chắn hỗn hợp bê tông; 4 - Khoang góc của thiết bị rung; 5 - Phần trượt của thiết bị rung; 6 - Vibrator; 7 - Thành khuôn; 8 - Mâm khuôn; 9 - Bàn rung; 10 - Bàn là; 11 - Bàn đỡ thiết bị rung.

Phương tiện vận chuyển khuôn và cấu kiện trong xưởng là cần trục cấu hay dầm cấu có tải trọng lớn hơn tổng trọng lượng

của cấu kiện được tạo hình, khuôn và phụ kiện để cầu. Khi cần cầu làm việc căng, người ta dùng máy đặt khuôn để chuyển khuôn vào vị trí tạo hình, hệ thống con lăn có dẫn động hay không có dẫn động để chuyển khuôn từ vị trí này sang vị trí khác hay đưa khuôn từ vị trí tháo khuôn vào vị trí chuẩn bị, đôi khi người ta còn dùng máy nâng treo để đưa khuôn từ vị trí nọ sang vị trí kia hay vận chuyển khuôn và gông đến vị trí tạo hình. Sản phẩm từ xưởng tạo hình được vận chuyển vào kho sản phẩm bằng xe tự hành chạy trên đường ray.

Các tấm panel phẳng hay có gờ bề rộng dưới 3m và chiều dài dưới 6m và 12m thường được chế tạo bằng máy đổ bê tông cùng với thiết bị rung; còn ống, cột rỗng hay cột điện tròn nhờ các máy tạo hình với các lõi rung di động hay có thể rút các lõi này và tháo các bộ phận thành khuôn sau khi tạo hình.

Tuyến công nghệ tổ hợp thường được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy bê tông đúc sẵn để sản xuất các loại tấm panel nhiều lỗ rỗng. Loại panel này có thể tạo hình trên các máy kiểu CM - 563 M với tấm gia trọng rung. Người ta thường dùng bàn rung tiêu chuẩn tải trọng 8T đối với các cấu kiện 6x2m, tải trọng 15T dùng để sản xuất các tấm có kích thước 6x3m và tải trọng 24T cho các cấu kiện có kích thước 3x12m. Các cấu kiện có kích thước nhỏ nên tạo hình trong các khuôn kép, nhóm khuôn trên bàn rung lớn. Bàn rung được lắp ghép từ nhiều các khối rung định hình, liên kết với nhau bằng các trục các đăng và các hộp đồng bộ, sử dụng rất hiệu quả trong tuyến dây chuyền tổ hợp. Bloc như vậy là máy gây chấn động depalăng hai trục với tần số dao động 3000 vòng/phút, nó tạo nên các dao động đơn tần hài hoà thẳng đứng. Để lên chặt hỗn hợp bê tông cứng hơn, người ta thường dùng các bàn rung chấn động hai tần số 3000 và 6000 vòng/phút.

Dưới đây là các biện pháp để hoàn thiện công nghệ dây chuyền tổ hợp. Để tạo hình các panel sàn rỗng và các bloc thông gió, người ta dùng máy rung cải tiến kiểu 631 - 1C/1, máy này đảm bảo tạo nên dao động có hướng thẳng đứng với chế độ lên chặt hỗn hợp bê tông theo yêu cầu và khả năng thay đổi được biên độ dao động theo loại hỗn hợp bê tông.

Trong máy này, khuôn được neo kẹp chắc bằng các nam châm điện đảm bảo chuyển toàn bộ chấn động và cùng một biên độ dao động trong toàn khối hỗn hợp bê tông. Kết quả là giảm được lượng dùng xi măng và cải thiện được chất lượng của sản phẩm và giảm đáng kể mức độ ồn khi bàn rung làm việc. Người ta còn chế tạo được thiết bị chắc chắn để neo kẹp khuôn vào bàn rung, neo kiểu chân không (neo vacum), được tạo nên trên cơ sở bơm chân không.

Để cải tiến khuôn tăng độ cứng của nó, mâm khuôn được chế tạo từ thép tấm liền (không có mối hàn) với các thành liên kết khít và dùng các băng cao su có hình vát để chèn chặt. Các băng cao su này chịu nhiệt đến 80° và dùng bền chắc được trong thời gian 10 - 12 tháng. Các băng cao su tạo vát này đảm bảo cho các đường gờ của mép được tròn đều.

Dùng các thanh gạt ở trước cửa bunke cung cấp bê tông và trên máy cấp liệu đảm bảo cho bề dày của cấu kiện được đồng đều. Khuôn sau khi làm sạch, dùng không khí quét sạch bụi của các màng xi măng, đảm bảo chất lượng cao của bề mặt cấu kiện.

Khi tạo hình các cấu kiện từ các hỗn hợp bê tông cứng, sau khi mặt đáy của khuôn được lau dầu xong, người ta đổ lên đáy khuôn một lớp nước mỏng có phụ gia tăng dẻo. Khi bàn rung làm việc, hỗn hợp bê tông khô ở đáy của khuôn tiếp xúc với

màng nước này trở nên dẻo, vữa xi măng tách ra làm cho bề mặt dưới của cấu kiện nhấn phẳng không có các lỗ bọt khí, vì trong khi chấn động không khí dễ dàng bị đẩy lên qua các lớp ở trên.

3. TẠO HÌNH CÁC LOẠI PANEL NHIỀU LỖ RỔNG

Các loại panel sàn rỗng được dùng khá phổ biến trong khi xây dựng nhà lắp ghép và xây bằng gạch. Chúng chiếm một phần đáng kể trong tổng khối lượng các cấu kiện bê tông đúc sẵn, gần 13%. Các loại panel này thường được sản xuất trong các tuyến dây chuyên tổ hợp. Thể tích lỗ rỗng trong các panel này chiếm khoảng 50% thể tích của cấu kiện, làm cho bề dày của mặt trên, mặt dưới và các thành đứng của chúng khá mỏng.

Ở nước ta hiện nay, người ta thường dùng các loại panel hộp định hình: $0,2 \times 0,6 \times 2,7\text{m}$; $0,2 \times 0,6 \times 3\text{m}$; $0,2 \times 0,6 \times 3,3\text{m}$; $0,2 \times 0,6 \times 3,6\text{m}$; $0,2 \times 0,6 \times 3,9\text{m}$; $0,2 \times 0,45 \times 4,5\text{m}$; có lỗ rỗng gần giống hình ô van. Các loại panel này thường được chế tạo theo phương pháp bệ, đổ thủ công cho nên chất lượng không cao.

Trong tương lai để nâng cao chất lượng, độ vĩnh cửu của các công trình dân dụng và công nghiệp, có thể người ta phải dùng các tấm panel nhiều lỗ rỗng với các lỗ tròn hay ô van trên mặt cắt ngang. Các loại panel này có thể là cấu kiện bê tông cốt thép thường hay bê tông cốt thép ứng suất trước, ở các nước công nghiệp phát triển, các loại panel thường được tạo hình trên các thiết bị chấn động, đảm bảo cho chúng có chất lượng cao.

Để đảm bảo cho các cấu kiện có chất lượng cao, khả năng tháo khuôn nhanh và bê tông cứng rắn ngay trên mâm khuôn, người ta dùng hỗn hợp bê tông với độ cứng 30-60giây và cốt liệu hạt lớn nhất không quá 20mm.

Việc lèn chặt bê tông trong các tấm panel rỗng này thường được tiến hành nhờ các lõi rung, các bộ tạo rỗng dạng ống có tiết diện ngang hình tròn hay ô van (để cho khi rút chúng ra khỏi các cấu kiện vừa mới tạo hình xong, khi chế tạo người ta thường tạo cho chúng có độ côn nhỏ), cũng có thể lèn chặt bê tông bằng bàn rung, cũng như dùng các tấm gia trọng rung kiểu cánh tay đòn hay kiểu dùng không khí nén. Dùng các thiết bị phụ này làm tăng độ đặc của các lớp trên mặt của cấu kiện, do đó làm tăng chất lượng phần vòm của cấu kiện, và rút ngắn thời gian chấn động.

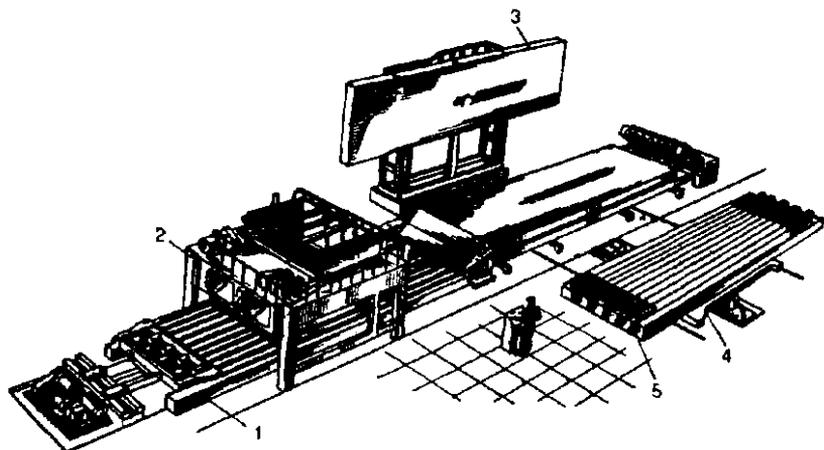
Sử dụng các lõi rung thay cho bàn rung cho phép khắc phục sự truyền của chấn động lên nền móng của công trình và cải thiện được điều kiện lao động. Để lèn chặt tốt, phần trên (phần vòm) của tấm panel rỗng không quá 20mm và tránh cho bê tông khỏi bị chuyển vị trong khi rút các bộ phận tạo rỗng ra, trong thời gian đó người ta thường để nguyên tấm gia trọng trên bề mặt của cấu kiện vừa mới tạo hình.

Trên hình 10-2, người ta mô tả máy tạo hình panel rỗng. Máy này có thể tạo hình được panel có chiều dài đến 6400mm, rộng đến 1800mm, cao 220mm và 160mm với đường kính tương ứng 159mm và 121mm. Trên máy này cũng có thể tạo hình được các loại tấm panel khác không có lỗ rỗng.

Các tấm panel được chế tạo như sau: Người ta dùng cần cẩu đặt khuôn sau khi đã làm sạch, lau dầu, đặt cốt thép và lắp ghép xong trên máy đặt khuôn. Xe chạy trên các đường ray đặt giữa các khối rung đến khi các bánh trước chạm phải cơ cấu hạn chế, khoá hãm của xe bật ra. Khung đỡ khuôn được hạ xuống và khung được đặt xuống các khối rung của bàn rung, sau đó máy đặt khuôn trở lại vị trí cũ để nhận khuôn khác.

Sau khi ấn nút điều khiển, máy phân phối bê tông chuyển dịch dọc theo khuôn, vừa di chuyển vừa đổ lớp bê tông đầu tiên. Sau đó không lâu các bộ ống tạo rỗng từ từ luồn vào trong khuôn, để luồn các ống tạo rỗng dễ dàng người ta cho bàn rung làm việc. Chuyển động của bộ phận tạo rỗng được dừng lại nhờ con ngắt cuối.

Sau khi đặt xong lưới thép ở trên và các chi tiết chờ, thành đầu thứ hai của khuôn được lắp xong, thì máy đổ bê tông đi ngược trở lại, nó đổ phần hỗn hợp bê tông còn lại với độ sụt $SN = 2 - 3\text{cm}$. Lại cho bàn rung làm việc lần thứ hai, đồng thời đặt tấm gia trọng xuống, các mô tơ rung của nó làm việc. Khi bê tông trong khuôn được lèn chặt xong thì người ta cho bàn rung ngừng làm việc và rút lõi tạo rỗng ra khỏi khuôn và nâng tấm gia trọng lên. Khuôn cùng cấu kiện đã tạo hình được cần cẩu lấy ra khỏi bàn tạo hình và đưa đến bể để gia công nhiệt ẩm.



Hình 10-2. Sơ đồ tạo hình các loại panel nhiều lỗ rỗng.

- 1- Lõi rung và thành khuôn; 2- Máy đổ bê tông; 3- Tấm gia tải;
4- Máy đặt khuôn; 5- Mâm khuôn

Để đảm bảo bề dày của lớp bê tông bảo vệ, người ta kê vào lớp cốt thép dưới hay buộc vào dưới đó các tấm vữa xi măng cát, còn lưới trên được buộc với lưới dưới bằng các sợi dây thép buộc ở một số điểm hay dùng các móc bằng thép cốt đai.

Khi tạo hình các panel có bề mặt trang trí nên để cho mặt ngoài của nó úp vào đáy khuôn.

Thiết bị được mô tả trên hình 10-2 cho phép thực hiện tự động lần lượt các thao tác công nghệ sau đây: máy đặt khuôn đã chuẩn bị, xong đặt khuôn lên bàn tạo hình, các bộ phận thành khuôn cùng lõi rung được lắp vào mâm khuôn, đổ và san phẳng hỗn hợp bê tông trong khuôn bằng máy đổ bê tông, lèn chặt nó bằng lõi rung và tấm gia trọng rung, tháo các linh kiện của thành khuôn, rút các lõi rung ra khỏi khuôn và nâng tấm gia trọng rung lên.

Chương 11

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP TRÊN DÂY CHUYỀN LIÊN TỤC

1. PHƯƠNG PHÁP DÂY CHUYỀN LIÊN TỤC VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG

Sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép theo dây chuyền liên tục là trình độ cao hơn của phương pháp sản xuất dây chuyền tổ hợp. Sự khác biệt của phương pháp này là ở chỗ, khuôn được di chuyển theo tuyến công nghệ không phải bằng cần cầu như trong các phương pháp khác, mà nhờ các thiết bị vận chuyển chuyên dụng. Trong phương pháp tổ chức sản xuất này, quá trình công nghệ được chia ra thành nhiều chu trình. Mỗi một chu trình đó được hoàn thành theo trình tự trên một trong các vị trí của tuyến, trong khi khuôn chuyển động với tốc độ nhất định.

Tuyến dây chuyền liên tục này là một băng tải thống nhất chuyển động với nhịp độ cưỡng bức, nghĩa là, mỗi một chu trình phải được hoàn thành với một thời gian như nhau. Thời gian này bằng thời gian cần thiết để hoàn thành các thao tác công nghệ của vị trí có các thao tác phức tạp và tốn nhiều lao động hơn cả. Trong trường hợp đó loại trừ khả năng chuyển dịch độc lập của khuôn và cấu kiện.

Công nghệ dây chuyền liên tục cho phép bố trí thiết bị một cách dày đặc hơn và sử dụng diện tích sản xuất tiết kiệm hơn. Với phương pháp này tất cả các quá trình được cơ giới hoá cao độ và đảm bảo tổ chức lao động tốt hơn bởi vì dây chuyền sản xuất làm việc theo nhịp độ quy định.

Phương pháp công nghệ này thường được dùng trong các tuyến chuyên môn hoá, đặc biệt có hiệu quả đối với các nhà máy có công suất lớn, còn đối với các nhà máy công suất nhỏ thì không có hiệu quả kinh tế mong muốn.

Số lượng vị trí công nghệ trên các dây chuyền phụ thuộc vào loại kết cấu được chế tạo, mức độ hoàn thiện của chúng, có thể đến 15 vị trí. Khi tính toán xác định số lượng vị trí và lựa chọn thiết bị phải chú ý làm thế nào đó để cho thời gian hoàn thành các thao tác công nghệ trên từng vị trí có thể bằng nhau.

Để cho dây chuyền làm việc theo nhịp độ cưỡng bức, yêu cầu phải có khoảng cách giữa các vị trí bằng nhau hay bằng bội số của nó, chiều dài của khuôn hay của các khuôn vagon phải bằng nhau, còn chiều dài của buồng gia công nhiệt hay công đoạn gia công nhiệt phải là bội số chiều dài của khuôn. Nhịp độ làm việc của các công đoạn nhất thiết phải hoà nhịp với chu trình gia công nhiệt ẩm. Toàn bộ tuyến công nghệ (kể cả buồng gia công nhiệt) ở chỗ nào cũng phải có khuôn phù hợp với số lượng tính toán. Cấu kiện được vận chuyển trên băng tải từ vị trí này đến vị trí kia.

Trên các vị trí, người ta hoàn thành theo thứ tự các thao tác công nghệ sau đây: chuẩn bị khuôn, đặt cốt thép, đổ và lèn chặt hỗn hợp bê tông, chuyển khuôn và cấu kiện vào buồng gia công nhiệt vận hành liên tục, vận chuyển khuôn ra khỏi buồng và lấy

cấu kiện ra khỏi khuôn. Vật liệu và bán thành phẩm cần thiết như: khung cốt thép, hỗn hợp bê tông, vữa trang trí và các tấm ốp v.v... được đưa đến từng vị trí cần thiết.

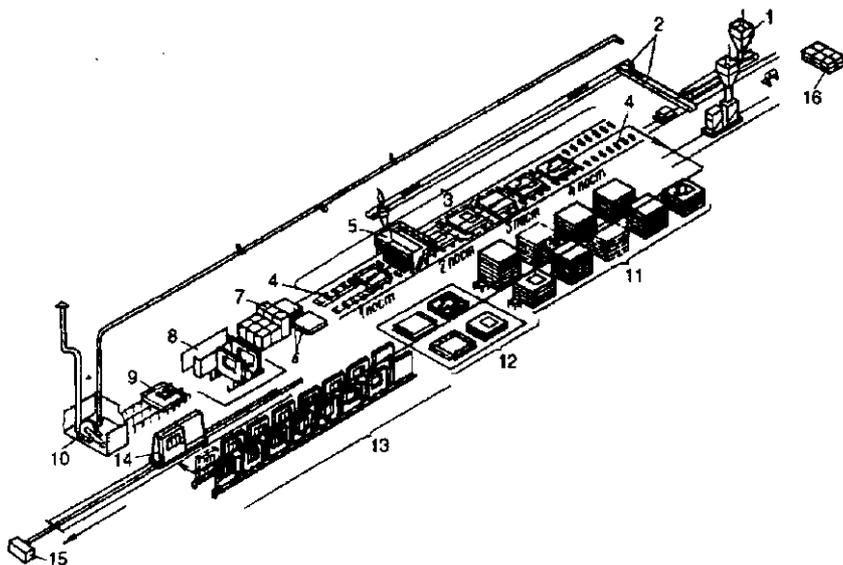
2. CÁC LOẠI TUYẾN DÂY CHUYỂN LIÊN TỤC VÀ THIẾT BỊ CỦA CHÚNG

Theo sự hoạt động, các băng tải có thể là liên tục (băng tải xích, tấm) hay di chuyển từng bước một (xe di động). Trong trường hợp sau, khuôn dừng lại trên các vị trí một thời gian cần thiết để hoàn thành các thao tác công nghệ.

Trên các tuyến vận hành liên tục, tất cả các thao tác công nghệ, bắt đầu từ việc chuẩn bị phần làm việc của băng và cho đến việc cuối cùng là đưa sản phẩm vào kho, cũng như gia công nhiệt ẩm đều được tiến hành trong khi cấu kiện chuyển động. Mỗi một thao tác công nghệ được thực hiện nhờ tổ hợp thiết bị đặt ở trên băng đang chuyển động.

Trên hình 11-1 mô tả sơ đồ nguyên tắc của tuyến dây chuyển liên tục dùng để chế tạo các tấm panel tường ngoài bằng bê tông cốt liệu nhẹ. Trong tuyến này, máy đổ bê tông, vữa cũng như máy gia trọng rung đều thiết kế theo kiểu treo. Sau khi tạo hình xong, một phần khuôn được tháo ra ngay; gia công nhiệt ẩm được tiến hành trong buồng hẹp bằng bức xạ hồng ngoại.

Các cấu kiện được gia công nhiệt trước trong thời gian 1 - 1,5 giờ, ở nhiệt độ 60°C , sau đó người ta lấy các khung hợp kim ra, nhờ chúng mà tạo nên được các ô cửa sổ, cửa ra vào, đồng thời người ta tiến hành hoàn thiện bề mặt cấu kiện đến mức hoàn chỉnh. Tiếp theo cấu kiện được gia công nhiệt ẩm trong buồng dưới nhiệt độ $90 - 95^{\circ}$ trong 5 giờ.



Hình 11-1. Sơ đồ nguyên tắc của tuyến dây chuyền liên tục dùng để chế tạo các tấm panel tường ngoài bằng bê tông cốt liệu nhẹ

- 1- Bunke phân phối bê tông; 2- Băng tải để cấp hỗn hợp bê tông;
- 3- Vị trí tạo hình panel; 4- Băng chuyền con lăn; 5- Máy đổ bê tông;
- 6- Tấm rung; 7- Kho khuôn cửa; 8- Vị trí làm ẩm panel;
- 9- Chỗ sửa chữa khuôn; 10- Thiết bị thông gió; 11- Vị trí gia công nhiệt bê tông;
- 12- Vị trí tháo khuôn, làm sạch và lau dầu khuôn;
- 13- Tuyến hoàn thiện panel; 14- Xe điện chở sản phẩm;
- 15- Tời kéo; 16- Kho xi măng trắng.

Trong một nhà máy, có thể lắp đặt một hoặc đến bốn dây chuyền như vậy, nhưng chỉ có hiệu quả khi các dây chuyền đó được chuyên môn hoá để sản xuất hàng loạt các cấu kiện với chủng loại hẹp.

Theo kết cấu, các băng chuyền có thể phân ra băng chuyền con lăn, băng tải xích, mặt băng đồng thời là khuôn, hay ray (đường ray được đặt trên nền xương), khuôn hay mâm khuôn đặt trên các bánh xe (khuôn vagông) di chuyển trên đường ray này.

Thông thường các buồng tuynel để gia công nhiệt thường đặt ở một phía của băng chuyền, buồng được thiết kế với chiều cao thấp đủ để cho khuôn cùng cấu kiện di chuyển, cũng có thể đặt dọc hai bên hoặc giữa chúng.

Trong hai trường hợp sau đảm bảo thu gọn hệ thống công trình phụ trợ giữa băng chuyền và buồng, làm cho việc tổ chức công việc của xưởng được dễ dàng, do giảm tải trọng của các phương tiện vận chuyển trung gian.

Các tuyến băng chuyền hẹp cần phải cung cấp nhiều khung cốt thép, thường đặt gắn xương cốt thép, còn các tuyến rộng, cần cung cấp nhiều hỗn hợp bê tông, thì đặt gắn xương trộn bê tông và buồng gia công nhiệt.

Khi các cấu kiện được tạo hình trên các khuôn vagông (với các thành khuôn tháo rời), khuôn và cấu kiện có thể di chuyển trên băng chuyền nhờ tời kéo. Các tời kéo này làm cho khuôn chuyển động tịnh tiến bước một băng khoảng cách giữa hai vị trí hoặc quay trở lại vị trí ban đầu. Khuôn vagông và cấu kiện cũng có thể chuyển dịch được nhờ cơ cấu đẩy thủy lực, các cơ cấu này đặt trên các khoảng cách bằng nhau theo chiều dài của băng chuyền. Khuôn vagông cùng với cấu kiện được tạo hình xong được đưa vào buồng gia công nhiệt ẩm bằng các xe vận chuyển trung gian, bằng các máy nâng hạ hay băng xích.

Phương pháp sản xuất theo công nghệ dây chuyền liên tục yêu cầu phải có thiết bị chuyên dụng, các thiết bị này chỉ thực hiện được các thao tác công nghệ nhất định. Cho nên để tiết kiệm thời gian, trên một tuyến băng chuyền chỉ chuyên sản xuất các cấu kiện cùng một loại kích thước, thậm chí một loại cấu kiện có cùng một công dụng. Điều đó sẽ cho phép cơ giới hoá và tự động hoá cao các quá trình công nghệ, tăng năng suất của tuyến, giảm chi phí lao động cho một đơn vị sản phẩm và cải thiện chất lượng của nó.

Chương 12

SẢN XUẤT CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO PHƯƠNG PHÁP BỆ

1. PHƯƠNG PHÁP BỆ VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG

Trong phương pháp công nghệ này, các cấu kiện được tạo hình và cứng rắn tại vị trí cố định trên bệ hay trong khuôn không di chuyển. Vật liệu cần thiết để sản xuất và máy tạo hình được đưa đến tận nơi đặt khuôn trên bệ. Phương pháp này yêu cầu nhiều diện tích sản xuất, khó cơ giới hoá và tự động hoá và lao động nặng nhọc.

Mặc dầu thế, nhưng phương pháp công nghệ này là phương pháp duy nhất có hiệu quả để chế tạo các kết cấu nặng kích thước lớn: như cột dài trên 12m, dàn và dầm khẩu độ lớn v.v.... Các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước thường được chế tạo trên bệ, các bệ này có các trụ neo cốt thép ở ngoài khuôn hay ở ngay trên khuôn, các trụ neo này chịu các lực căng của cốt thép (khuôn lực). Bệ dùng để chế tạo một hay hai cấu kiện gọi là bệ ngắn, còn bệ trên nó có thể tạo hình được 4-16 cấu kiện hay nhiều hơn nữa gọi là bệ dài. Bệ ngắn được sử dụng khá rộng rãi để đúc các cấu kiện bê tông cốt thép thường, bê tông cốt thép ứng suất trước. Cốt thép ứng suất trước trong bệ ngắn có thể là

bất kỳ loại cốt thép nào: thanh, sợi, bó, thùng và cáp thép v.v... Trên bê dài thường dùng để sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước với cốt thép sợi, bó, cáp .

Bê gồm có sân bê tông, sân này thường có dạng băng dài với các trụ neo vững chắc bằng thép để nhận lực căng của cốt thép, thiết bị để rải cốt thép dọc theo bê, giá đỡ cuộn thép và thiết bị để kéo căng cốt thép, máy đổ bê tông và thiết bị vận chuyển bê tông, thiết bị để gia công nhiệt.

Các cấu kiện thường được tạo hình trong các khuôn cố định hay bằng cốp pha trượt là bộ phận của máy tạo hình - tạo hình không cần khuôn. Trên bê, cốt thép có thể được kéo căng bằng phương pháp cơ học hay bằng năng lượng điện. Hỗn hợp bê tông được lèn chặt bằng đầm dùi, cốt rung, bằng đầm treo hay bằng các bộ phận lèn chặt chấn động của máy đổ bê tông.

Khi đúc các dầm bê tông cốt thép ứng suất trước có nhiều chủng loại khác nhau nên dùng các khuôn lực với thiết bị lèn chặt hỗn hợp bê tông kiểu pittông rung ở đáy khuôn. Các khuôn này được trang bị để kéo căng nhóm cốt thép : thép thanh, sợi cường độ cao và cáp. Đặc điểm của khuôn (hình 12-1) có kích thủy lực để tháo lắp thành khuôn và khả năng tháo thành khuôn lắp ghép trước khi buông lực căng cốt thép.

Để vận chuyển, dùng cần trục cầu khi sản xuất trong nhà xưởng, dùng cần trục tháp hay cần trục cổng khi bê ở bãi ngoài trời.

Ở nước ta, trong những năm gần đây đã sử dụng phương pháp bê để sản xuất các dầm bê tông cốt thép ứng suất trước với cốt thép căng sau. Người ta tiến hành đúc các dầm bê tông cốt thép thường trong các khuôn thường, trong khi đặt cốt thép người ta

dùng ống cao su hay ống tôn kẽm chun để tạo các kênh nằm đúng vị trí của thép chịu lực. Sau khi tạo hình xong, bê tông mới bắt đầu cứng rắn, người ta rút các lõi tạo kênh ra (nếu là lõi cao su, còn ống tôn kẽm chun thì để lại). Sau khi bê tông đạt được cường độ thiết kế người ta tiến hành căng cốt thép trên bê tông.

Khi sản xuất với khối lượng ít, thì phương pháp bê rất có hiệu quả. Chính vì thế mà hiện nay, ở ta, phương pháp bê được dùng như một phương pháp duy nhất. Các cấu kiện được tạo hình đủ loại từ các bloc, tấm đan, tấm panel sàn, panel tường (đúc chông) các loại dầm, cột và các kết cấu khác. Nhược điểm lớn trong sản xuất trên bê của ta hiện nay là chất lượng tạo hình kém vì khuôn phần lớn là khuôn gỗ và khuôn thép nhưng chưa được hoàn thiện, chất lượng của khuôn không cao.

Phương pháp bê đòi hỏi vốn đầu tư ít và thu hồi vốn nhanh.

2. BÊ DÀI

Bê dài là bê gồm băng tạo hình bằng bê tông trên nó đặt các khuôn đơn hay khuôn kép, ở hai đầu băng có các trụ vững chắc để chịu lực căng của cốt thép. Bê dài thường được dùng để sản xuất các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước với cốt thép là sợi thép cường độ cao, bó hay cáp thép.

Đối với bê dùng cốt thép bó. Cốt thép bó với chiều dài cần thiết được chế tạo trên các máy tạo bó, đặt song song với băng tạo hình. Công việc chuẩn bị các bó cốt thép có thể tiến hành cùng một lúc với các thao tác công nghệ trên băng tạo hình và nó không làm ảnh hưởng đến năng suất của việc chế tạo các kết cấu trên bê. Cốt thép sợi đã được chuẩn bị xong ở dạng bó với các neo đã lắp sẵn ở hai đầu được đưa đến băng tạo hình.

Còn với bệ cốt thép sợi phân tán hay thùng và cáp cốt thép được chuẩn bị ngay trên băng tạo hình. Sợi cốt thép đơn hay thùng cốt thép bảy sợi hay cáp thép từ các cuộn được rải trực tiếp từ các cuộn sau đó được kéo căng và neo chắc trên các trụ neo ở các tấm neo hay các dụng cụ neo chuyên dụng. Việc kéo căng cốt thép dọc theo bệ trên của khuôn là việc làm khó khăn và nặng nhọc, trong khi đó tất cả các thao tác công nghệ khác trên bệ đều bị dừng lại.

Sự phân bố các neo trên tấm thép, khoảng cách giữa các neo vượt quá khoảng cách thiết kế giữa các sợi hay các cáp trong các kết cấu cần phải chế tạo. Khi neo cốt thép sẽ làm cho chúng bị phân tán và bị căng không đồng đều. Vì thế đối với bất kỳ bệ dài nào, việc chuẩn bị các bó cốt thép trước ở ngoài bệ với chiều dài cần thiết và đã được lắp sẵn các neo ở đầu là rất cần thiết (xem hình 12-1), đảm bảo cho việc neo cốt thép vào đúng vị trí thiết kế trong kết cấu.

Bộ phận chính của bệ để chế tạo kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước là hai trụ bằng thép, đôi khi là bê tông cốt thép, để căng các loại cốt thép khác nhau. Sơ đồ của chúng được mô tả trên hình 12-1 .

Trụ ở dạng hai cột đứng với dầm nằm ngang, dọc theo chiều dài của nó người ta đặt các bộ phận neo, cho phép sử dụng tốt chiều rộng của băng, nhưng chỉ hiệu quả để chế tạo các kết cấu cao, trong số đó các kết cấu với cốt thép chịu lực ở cánh trên (phần trên). Trong một số các bệ định hình, các trụ được tổ hợp với các bộ phận để neo và buồng lực căng của cốt thép.

Lực căng của cốt thép được truyền qua các trụ xuống các móng vững chắc hay các thanh chống, còn tấm phẳng là nền bệ

được cách biệt với các thanh chống hay thường liên kết với chúng bằng các khớp động (hình 12-1). Trong trường hợp sau, nó cũng tham gia chịu lực căng của cốt thép. Các thanh chống chịu lực ngang cho phép giảm trọng lượng và độ chôn sâu của các móng và cho phép các trụ chịu được các lực căng lớn của cốt thép.

Để xác định số lượng hàng cấu kiện theo chiều ngang của bệ cần phải sử dụng các số liệu của các chứng minh kỹ thuật trong đó ghi rõ lực cho phép cực đại tác dụng lên trụ và thanh chống đơn, cũng như cánh tay đòn điểm đặt của các lực đó.

Sau khi biết được các số liệu ấy của các trụ và xác định được chiều cao của điểm đặt của hợp lực của mỗi dây cấu kiện, người ta có thể xác định được số lượng dây cấu kiện có thể tạo hình trên bệ ấy:

$$P_1 a_1 + P_2 a_2 + \dots + P_n a_n \geq M_i \quad (\text{kG.m})$$

Trong đó:

P_1, P_2, \dots, P_n : hợp lực từ cốt thép bị kéo căng của mỗi dây cấu kiện theo chiều ngang của bệ, kG;

a_1, a_2, \dots, a_n : cánh tay đòn điểm đặt của các hợp lực, m ;

M_i : mômen uốn ghi trong chứng minh của trụ, kG.m ;

Đồng thời với việc đó, người ta tiến hành kiểm tra các cột của trụ với tải trọng P:

$$\sigma = \frac{M_c k}{l, lP}$$

Ở đây:

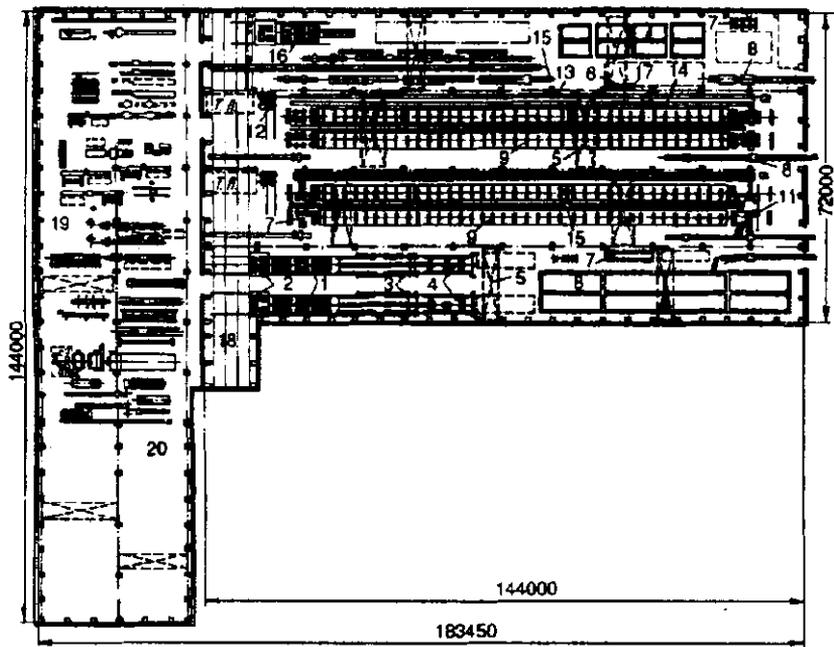
M_c : mômen cho phép cực đại tác dụng lên cột, kG.m ;

k: số lượng cột mà tải trọng đồng thời tác dụng lên chúng.

Nếu như trị số thu được σ lớn hơn, cánh tay đòn của điểm đặt tải trọng cực đại lên cột, thì khi đó phải phân chia lực căng của cốt thép cho số lượng trụ lớn hơn hay hạ điểm đặt của lực.

Diện tích tạo hình của bê thường đặt sâu (bê - kiểu bể gia công nhiệt) hay thường đặt ngay trên nền của xưởng hay pôligôn. Trong trường hợp thứ nhất, sau khi tạo hình xong người ta dẩy nắp bể lại và cho hơi nước vào để gia công nhiệt; còn trong trường hợp thứ hai thì phủ bạt, lồng chụp hay dùng khuôn kiểu áo hơi.

Kết hợp trụ thép với bê tạo hình bằng bê tông cốt thép ở dạng cối khuôn (hình 12-1) cho phép giảm lượng thép yêu cầu đi khoảng 45%.



Hình 12.1. Sơ đồ tạo hình theo phương pháp bê dài

Bệ (hình 12-1) với diện tích tạo hình ở dạng băng bê tông cốt thép chịu lực, trụ neo đặt ở hai đầu, bảo dưỡng tự nhiên, khi tạo hình các cấu kiện có chiều cao không lớn, cho phép công nhân thực hiện các thao tác công nghệ không phải cúi gập.

Trên bệ (hình 12-1) mô tả việc gia công nhiệt cấu kiện trong khuôn từ ba phía với việc nối liên tiếp các khoang hơi, đảm bảo cho việc đốt nóng bê tông nhanh chóng và phân bố nhiệt đồng đều trên bề mặt cấu kiện. Hệ thống cấp hơi và thoát nước ngưng tụ được bố trí dọc theo diện tích tạo hình. Trụ neo được thiết kế ở dạng khối bê tông cốt thép. Các bệ này chỉ có hiệu quả khi sản xuất hàng loạt các kết cấu cùng một kiểu.

Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của ta, khi sản xuất các kết cấu bê tông cốt thép với bê tông cường độ cao, lượng dùng xi măng lớn, để đẩy nhanh quá trình cứng rắn của bê tông, có thể sử dụng phương pháp termot để bảo dưỡng bê tông. Để làm việc này người ta dùng khuôn hai lớp: lớp trong bằng thép tiếp xúc với bê tông; lớp ngoài bằng gỗ, cốt ép hay tôn mỏng, giữa hai lớp là vật liệu cách nhiệt. Vì nhiệt độ bên ngoài cao, lượng nhiệt do xi măng thủy hoá lớn, khuôn cách nhiệt tốt, có thể giữ cho bê tông trong khuôn có nhiệt độ $50 - 70^{\circ}\text{C}$ do đó rút ngắn được thời gian bảo dưỡng để bê tông đạt được mác thiết kế xuống 10 - 14 ngày, với điều kiện không để bê tông bị mất nước.

Khi đặt khuôn chặt cứng trên mặt bệ thì 20 - 30% công suất của các máy rung lèn chặt bê tông sẽ tổn thất để rung nền móng của khuôn. Để khắc phục hiện tượng đó nên dùng các đệm cao su để cách li khuôn với nền bê tông của bệ với các bộ phận thành khuôn và các trang bị khác của khuôn. Trong trường hợp sau, sơ đồ làm việc của cả hệ thống gần giống như sơ đồ làm việc của bàn rung, do đó chất lượng lèn chặt của bê tông trong cấu kiện tốt hơn.

Ở nhiều nước, người ta thay đệm cao su bằng các túi cao su chứa không khí làm đệm để cách li khuôn với nền.

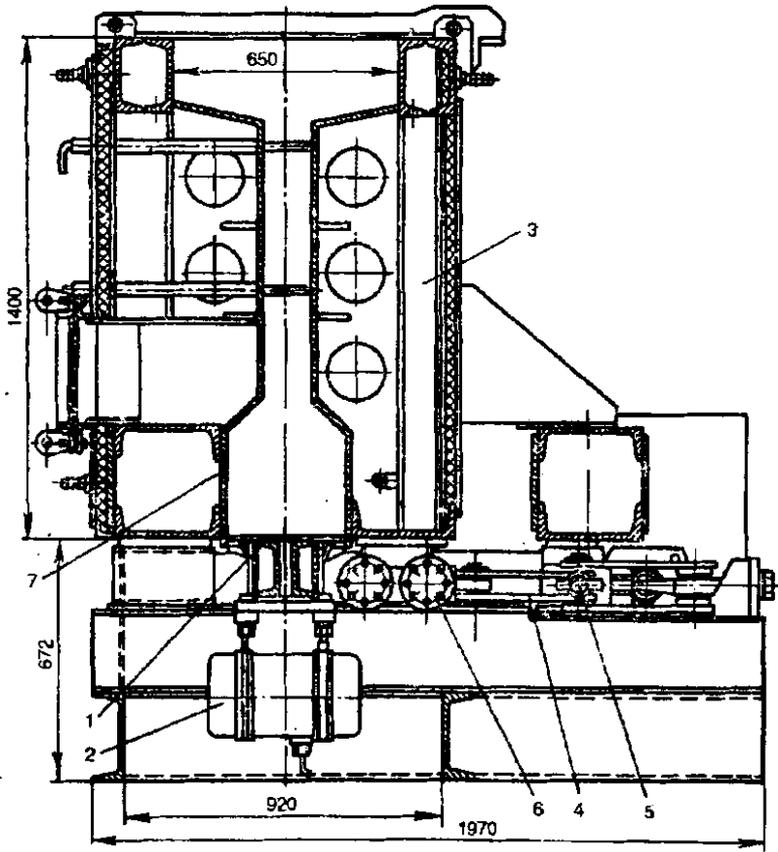
Chiều dài tối ưu của các bệ dài (có tính đến khả năng sử dụng tốt nhất thiết bị) là 75 - 100m, nhưng nó có thể đạt đến 220m, còn bề rộng từ 1,3m đến 1,6 - 1,8m (phổ biến hơn cả là 4,1m). Chiều rộng của băng để tạo hình dầm ở vị trí nằm ngang hay panel là 3,5 - 4,1m, và số lượng băng của bệ trong nhịp 18m là 2. Trong các bệ như thế thường tạo hình từ 4 - 8 cấu kiện sắp xếp nối tiếp nhau trong một tuyến công nghệ; thời gian quay vòng của một băng trong bệ không nên quá 2 ngày, nhưng trong thực tế chúng quay vòng còn chậm hơn.

Bệ dài được sử dụng có hiệu quả hơn cả là để chế tạo các dầm lớn như dầm mái 18m, dầm cầu chạy 12m. Công suất thiết kế của các bệ dạng như thế khoảng 10 - 12 nghìn m³ cấu kiện trong năm. Bệ làm việc ổn định, lâu dài và có hiệu quả chỉ trong các nhà máy chuyên môn hoá cao. Nhưng chuyên môn hoá phải đi kèm với tập trung hoá. Trong điều kiện nước ta hiện nay, vận chuyển các kết cấu lớn đi xa trong khi đường giao thông không tốt rất tốn kém. Xuất phát từ những thực tế trên, ở nước ta không nên dùng các bệ dài để sản xuất các kết cấu bê tông.

3. BỆ NGẮN VÀ KHUÔN LỰC ĐỨNG CỐ ĐỊNH

Bệ ngắn chiều dài dưới 45m chuyên dùng để chế tạo 1 - 2 cấu kiện. Sử dụng các bệ ngắn như thế cho phép tăng nhanh vòng quay của khuôn và thiết bị dùng trong bệ và tăng lượng sản phẩm trên một đơn vị diện tích tạo hình so với bệ dài, nhưng chi phí lao động lớn hơn, đặc biệt là chế tạo và căng cốt thép được chuyển từ các trụ neo trên thành dọc ở giữa các bệ - thành này là một dầm nằm giữa hai khuôn. Các bệ kiểu này có dạng bể dưỡng hộ có các thành dọc bằng bê tông cốt thép, các thành dọc này cùng với đáy tạo thành kết cấu hộp.

Khuôn lực cố định trên hình 12-2 có các trụ để neo cốt thép căng trước và tính toán đủ để chịu được lực căng của nó. Các khuôn này được đặt vào trong các bể dưỡng hộ, cũng có thể là khuôn đồng thời là các áo hơi được đặt ngay trên nền của bệ.



Hình 12.2.

Sơ đồ tạo hình theo phương pháp bệ ngấn với khuôn lực cố định

Bộ ngấn có khả năng linh hoạt cao hơn, vì dễ dàng thay đổi cấu kiện sản xuất, chỉ cần thay đổi khuôn. Khi sử dụng các khuôn lực này không cần phải xây dựng các trụ neo chắc chắn và đồ sộ để tiếp nhận lực căng của cốt thép. Trong rất nhiều trường hợp, người ta có thể đặt ngay khuôn lên nền của bộ hay ngoài pôligôn.

Khuôn lực có thể là khuôn đơn hay khuôn kép, nhưng tốt hơn cả là dùng khuôn đơn vì chu trình công nghệ sẽ được rút ngắn.

Trong các bộ ngấn có thể tạo hình nhiều cấu kiện theo chiều cao (đúc chồng), hay nhiều cấu kiện ở vị trí làm việc cạnh nhau (casét).

Các loại dàn nên tạo hình "nằm", sau đó lật nó trở lại vị trí làm việc, làm như vậy việc đặt cốt thép, đổ bê tông sẽ dễ dàng và cho phép là nhấn bề mặt trên của bê tông. Để chế tạo một dàn mất một ngày, tất cả các chu trình công nghệ trừ gia công nhiệt có thể tiến hành trong một ca.

Các loại dầm tốt hơn cả nên tạo hình chúng ở vị trí làm việc theo thiết kế. Khi tạo hình như thế, các mặt sườn, đáy của dầm đều tiếp xúc với các bề mặt của khuôn do đó sẽ phẳng, nhẵn và khi cẩu không phải lật dầm nữa.

Sơ đồ sản xuất có lợi hơn cả là sơ đồ với nó, khuôn không liên quan với nhau về mặt công nghệ: Khi căng cốt thép ở khuôn này không cản trở việc căng cốt thép ở khuôn kia; khi lấy cấu kiện ra khỏi khuôn này không phụ thuộc vào cấu kiện ở khuôn kia đã đạt được cường độ hay chưa, những sự trục trặc riêng biệt của nó không ảnh hưởng đến chu trình công nghệ trên cả tuyến. Bộ ngấn là phương pháp sản xuất có ưu điểm này.

Bệ ngăn và khuôn lợc đứng cố định rất có hiệu quả đối với các xí nghiệp nhỏ và Pôligôn khi sản xuất các cấu kiện đa dạng với khối lượng nhỏ.

Trên hình 12-2 mô tả việc bố trí khuôn và thiết bị trong xưởng sản xuất các dầm bê tông cốt thép ứng suất trước cho nhà công nghiệp với công nghệ bê linh hoạt.

Khuôn được đặt thành 3 - 4 dãy theo chiều ngang của nhịp nhà, tự do trên nền bê tông, không cần phải có các trụ neo với móng đồ sộ và vững chắc. Ở giữa nhịp là đường ray để cho máy đổ bê tông với cấp liệu con sơn di chuyển. Trong tuyến này ta có thể dùng các khuôn lợc toàn năng để đúc các loại dầm với cốt thép ứng suất trước là cốt thép thanh, sợi (bó) hay cáp cốt thép có thể căng bằng điện hay bằng cơ học. Có thể cùng một lúc sản xuất nhiều loại dầm (có thể tăng số lượng của một loại bằng cách tăng số khuôn của nó) với chu trình công nghệ một ngày.

Chương 13

SẢN XUẤT CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG KHUÔN CASÉT

1. ĐẶC ĐIỂM CỦA PHƯƠNG PHÁP TẠO HÌNH TRONG KHUÔN CASÉT

Ở các nước phát triển, các ngành sản xuất phát triển với tốc độ cao cuốn hút nhiều lao động vào hoạt động sản xuất. Sự phát triển đó dẫn đến sự hình thành các trung tâm thương mại và công nghiệp lớn, dẫn đến sự hình thành các đô thị lớn trong khoảng thời gian ngắn. Sự phát triển trên dẫn đến nhu cầu về nhà ở không ngừng tăng lên. Để giải quyết vấn đề này phải công nghiệp hoá ngành xây dựng. Trong khi giải quyết vấn đề công nghiệp hoá xây dựng, người ta đã sử dụng phương pháp xây dựng nhà tấm lớn. Để sản xuất các tấm lớn cho xây dựng nhà ở, người ta đã tạo ra nhiều phương pháp sản xuất, trong số đó có phương pháp sản xuất trong các khuôn casét.

Xây dựng nhà tấm lớn có hiệu quả đối với các nước, mà ở đó ngành công nghiệp cơ khí, năng lượng và giao thông vận tải ở trình độ cao, việc xây dựng nhà tấm lớn lắp ghép có hiệu quả nhất định. Nhưng ở các nước chậm phát triển, những tiền đề trên không có, cho nên để sản xuất tấm lớn, vận chuyển nó đến công trường và thi công rất tốn kém dẫn đến giá thành công trình rất cao. Ở ta hiện nay, một nhà lắp ghép bằng tấm lớn có thể đắt gấp

3 - 4 lần nhà xây bằng gạch cùng diện tích sử dụng, cùng một độ cao. Bên cạnh đó nhà tấm lớn bằng bê tông cốt thép (bê tông nặng) có rất nhiều nhược điểm trong sử dụng so với nhà xây bằng gạch.

Như vậy, việc sản xuất các tấm lớn để xây dựng nhà lắp ghép, ở nước ta trong điều kiện hiện nay là một vấn đề cần nghiên cứu một cách nghiêm túc trên cơ sở của những suy nghĩ khoa học.

Mặc dù thế, chúng ta cũng cần có hiểu biết về phương pháp sản xuất các tấm lớn trong các khuôn casét. Đặc điểm chính của phương pháp này là tạo hình các cấu kiện ở vị trí thẳng đứng trong hệ thống khuôn hộp đứng, cố định bằng kim loại. Bê tông của cấu kiện được gia công nhiệt ẩm ngay trong các khuôn hộp này.

Người ta chế tạo các loại panel tường, panel sàn, tấm cầu thang, chiếu nghỉ, các tấm ban công và nhiều cấu kiện bê tông cốt thép khác bằng phương pháp casét. Các cấu kiện này có kích thước tương đương với kích thước của các hộp ngăn của thiết bị casét.

Thực tế sử dụng các thiết bị casét trong các nhà máy bê tông cốt thép lớn cho thấy rằng so với việc tạo hình trong các khuôn ở vị trí nằm ngang của các tấm tường thì phương pháp casét có những ưu điểm sau:

Các cấu kiện sản xuất trong khuôn casét có độ chính xác của các kích thước cao và chất lượng bề mặt của chúng rất tốt, việc này rất khó thực hiện khi tạo hình chúng ở vị trí nằm ngang;

Do các cấu kiện tạo hình trong khuôn casét chỉ có không quá 6% bề mặt hở, nghĩa là, phần lớn khối lượng bê tông nằm trong khuôn kín cho nên có thể tiến hành gia công nhiệt với chế độ cứng hơn so với việc gia công nhiệt trong các khuôn nằm ngang nhờ đó bê tông phát triển cường độ nhanh ;

Tạo hình bằng phương pháp casét có điều kiện thực hiện tái chấn động bê tông, mà tái chấn động làm cho cường độ bê tông tăng lên 20 - 30% so với cường độ cùng mác;

Vì chế tạo, vận chuyển và bảo quản các tấm panel tường thường tiến hành ở vị trí thẳng đứng (vị trí làm việc của kết cấu trong công trình), không cần phải cho thêm cốt thép phụ để chịu các lực xuất hiện trong khi lật các cấu kiện và có thể cho phép vận chuyển các cấu kiện với cường độ tháo khuôn (50% của cường độ thiết kế). Trong trường hợp này bê tông có thể tiếp tục phát triển cường độ ở trong kho sản phẩm, đặc biệt có hiệu quả đối với khí hậu nóng ẩm như khí hậu ở nước ta, chỉ cần tưới nước đều đặn hàng ngày, đồng thời người ta có thể tổ chức việc hoàn thiện và tổ hợp kết cấu ở đây.

Phương pháp sản xuất các cấu kiện bê tông trong khuôn casét so với các phương pháp khác cho năng suất lao động cao hơn khi chế tạo và hoàn thiện, chi phí hơi và năng lượng ít.

Nhưng tạo hình bằng phương pháp casét không phải là không có nhược điểm, để khắc phục các nhược điểm này chỉ có bằng cách tiếp tục hoàn thiện công nghệ của nó. Ví dụ, hỗn hợp bê tông dùng khi tạo hình trong casét thường phải là hỗn hợp dẻo, dẫn đến lượng dùng xi măng lớn và làm cho bê tông có nhiều vết nứt do biến dạng co ngót. Ngoài ra, trong phương pháp sản xuất casét lượng dùng thép cho khuôn và thiết bị tạo hình rất lớn so với phương pháp tổ hợp (trọng lượng của một bộ casét đến 60 tấn và hơn nữa). Trong khi nền công nghiệp nội địa chưa sản xuất được, phải nhập ngoại thì hiệu quả kinh tế sẽ rất thấp. Liên quan với vấn đề đó việc rút ngắn thời gian gia công nhiệt cấu kiện trong các khuôn casét và làm tăng nhanh số vòng quay của nó bằng các biện pháp công nghệ thuần túy có ý nghĩa rất quan trọng.

2. KẾT CẤU CỦA THIẾT BỊ CASÉT

Để chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép khác nhau tiết diện vuông, cũng như tiết diện chữ T, chữ I, chữ U, có gờ và gấp khúc, người ta thường sử dụng các thiết bị casét có kết cấu khác nhau. Dạng chung của thiết bị casét để tạo hình các tấm panel sàn được thể hiện trên hình.



Hình 13.1. Dạng chung của các thiết bị casét.

Các vách ngăn phân chia của thiết bị này có vai trò quan trọng trong việc tạo hình các cấu kiện có hình dạng và kích thước nhất định. Các vách phân chia này của khuôn casét có thể mềm - làm bằng thép tấm liền dày 24mm hay cứng - dưới dạng hộp thép rỗng.

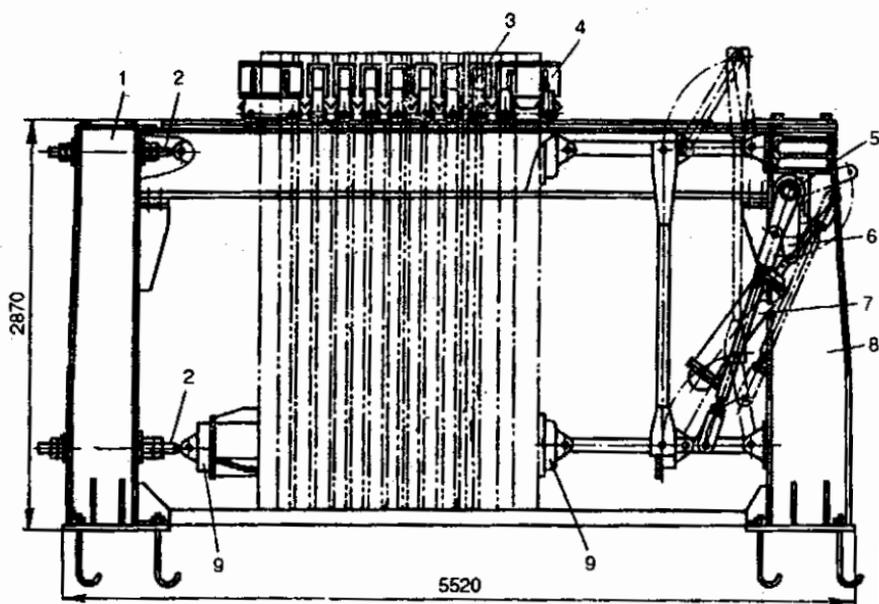
Người ta thiết kế các vách ngăn mềm thế nào đó để cho nó đảm bảo được kích thước chính xác của các cấu kiện và truyền chấn động từ các vibrator (máy rung) vào hỗn hợp bê tông trong khuôn.

Các vách ngăn cứng thường được dùng trong các trường hợp khi gia công nhiệt bê tông bằng không khí đốt nóng hay hơi

nước, cũng như để tạo hình các cấu kiện có hình nghiêng phức tạp. Các vách phân chia dạng này là các hộp rỗng; trong lòng của nó có hệ thống văng dọc và ngang tăng cứng do đó mà tốn nhiều thép.

Theo cách lắp ghép và tháo rời các hộp khuôn, thiết bị casét có thể không cơ giới hoá hay được trang bị các cơ cấu tháo khuôn có dẫn động bằng cơ khí hay thuỷ lực.

Dưới đây là kết cấu của các thiết bị casét kiểu như thế, chúng được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy và các liên hợp xây dựng nhà tấm lớn.



Hình 13.2. Thiết bị casét có cơ cấu tháo khuôn bằng kích thuỷ lực

- 1- Trụ sau; 2- Vít điều chỉnh ở phía trên và phía dưới;
 3- Gối tựa con lăn của vách phân chia; 4- Gối tựa con lăn của vách trước; 5- Trụ; 6- Cánh tay đòn; 7- Xi lanh thuỷ lực;
 8- Trụ trước; 9- Giám xác.

Thiết bị casét gồm các bộ phận chính: khung bệ, các vách phân chia, vách áo hơi, cơ cấu di chuyển các vách ngăn, cơ cấu để ép và điều chỉnh độ thẳng đứng của vách và các cánh tay đòn của cơ cấu đóng mở các vách ngăn (hình 13-2).

Khung bệ được hàn từ các dầm chữ U và chữ I. Nó chịu các lực đẩy xuất hiện khi tạo hình và lèn chặt bê tông bằng chấn động. Trong lòng của khung là bộ các vách mềm và cứng, các vách này tạo nên 8 - 10 hộp khuôn và tương ứng với chúng 5 - 6 khoang nhiệt.

Các vách phân chia của thiết bị casét được chế tạo từ thép tấm dày 24mm, ở dưới và hai bên sườn có các thành bằng thép góc, chân của các thép góc này tạo thành các thành của hộp khuôn và đáy của nó. Bề dày của hộp khuôn phải bằng bề dày của tấm cần được tạo hình.

Ngăn áo hơi (vách cứng) là một hộp kín trong nó gồm nhiều các khoang nhỏ thông nhau bởi các lỗ rỗng trên các văng tăng cứng. Các vách cứng này có hai dạng kết cấu: hai vách ngoài cùng được làm bằng thép tấm dày 24mm, ốp vật liệu cách nhiệt, ngoài là vỏ bảo vệ bằng tôn mỏng, còn các vách cứng nằm ở trong được tạo nên từ hai vách mềm gắn liền với nhau theo chu vi bằng các dầm gỗ và các đệm cao su, bằng cách đó tạo nên độ kín của hộp. Giữa hai vách nhiệt này chỉ nên tạo hình không quá hai cấu kiện.

Các vách phân chia, ở phần trên của hai sườn bên, có hàn các trục con sơn để lắp các con lăn. Nhờ các con lăn này mà các vách có thể di chuyển được trên đường ray, đặt trên hai dầm dọc ở phía trên của khung bệ. Trên chính các trục của con sơn ấy có các móc quay, ở hai bên của thiết bị casét có hệ thống xích, các

xích này chuyển động đồng bộ do một cơ cấu dẫn động. Khi chuyển động các xích này có các trục mắt xích dài nhô ra, bị các móc trên trục con sơn của vách móc vào và làm cho các vách ngăn chuyển dịch. Để cho khi chuyển dịch một vách không làm cho vách bên cạnh chuyển dịch, các vách ngăn của casét được liên kết với nhau bằng các móc quay.

Trong khi chuẩn bị khuôn để tạo hình và trong thời gian tháo khuôn, các vách ngăn chuyển dịch được nhờ hệ thống cánh tay đòn truyền lực và xilanh thủy lực. Ngoài ra để ép sát các vách ngăn lại với nhau, không để có các khe hở giữa các vách với nhau và điều chỉnh độ thẳng đứng giữa các bề mặt của các vách, người ta còn dùng 6 vít ép, các vít này làm việc được nhờ các bánh răng chóp của hộp tốc độ chung. Trong một phương án khác của kết cấu thiết bị casét người ta dùng các xilanh thủy lực để thay thế cho hệ thống cánh tay đòn truyền lực và một xilanh thủy lực như mô tả ở trên.

Để lèn chặt hỗn hợp bê tông trong các ngăn của thiết bị casét, người ta làm cho vách phân chia mềm bị dao động bằng cách lắp các mô tơ rung ở hai mặt sườn bên của chúng. Ở các vách mềm, vibrator kiểu C-414 công suất 0,8 kW, còn ở vách cứng, vibrator kiểu C-413 công suất 0,4 kW, thêm vào đó ở các vách cứng giữa người ta đặt mỗi bên hai cái.

Điều khiển công việc của thiết bị casét do công nhân kỹ thuật tiến hành từ trạm điều khiển.

Trong những năm gần đây, người ta đã thiết kế thiết bị casét mới, nó có một số khác biệt về nguyên tắc so với những thiết bị đã được dùng từ trước. Trong thiết bị này có thể tạo hình được các tấm có kích thước $6,2 \times 3,6\text{m}$. Các vách phân chia mềm

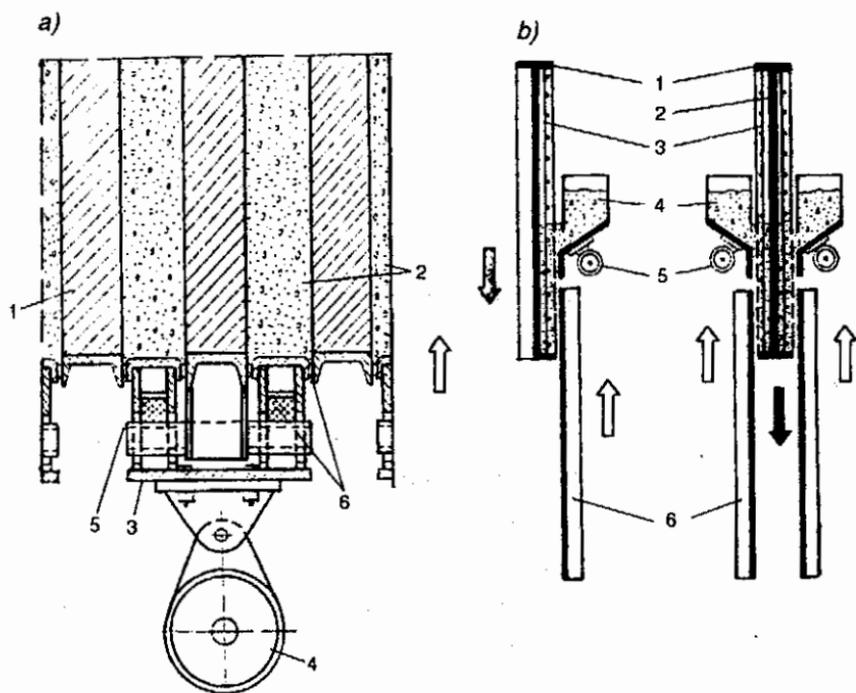
trước đây làm bằng thép tấm dày 24mm, nay thay thế bằng kết cấu dạng hộp từ thép tấm dày 10 mm. Tất cả các vách ngăn đều là các vách nhiệt, nhờ đó mà cấu kiện được đốt nóng từ hai phía, dẫn đến rút ngắn thời gian gia công nhiệt và tăng số vòng quay của thiết bị trong ngày.

Thiết bị được trang bị bộ phận rung đặc biệt với dao động có hướng, nó tạo nên chấn động của toàn bộ thiết bị làm tăng chất lượng lên chặt hỗn hợp bê tông.

Để cấp hơi cho các vách nhiệt và thoát nước ngưng tụ, người ta sử dụng liên kết không cần ống nối mềm. Nhờ dùng vòi phun cải thiện được chế độ gia công nhiệt. Có nhiều thay đổi rõ rệt được đưa vào kết cấu của dẫn động tháo và lắp khuôn và các chi tiết khác. Thiết bị được trang bị sàn công tác ở cả ba phía. Sàn công tác không liên kết với thiết bị casét nên loại trừ được chấn động truyền qua chúng, bằng cách đó cải thiện được điều kiện lao động của công nhân. Trạm điều khiển được đặt ngay trên một sàn đó.

Người ta có thể thiết kế thiết bị casét mới với công nghệ tạo hình các cấu kiện bê tông bằng phương pháp hộp trượt. Trên hình 13-3 mô tả một trong các phương pháp như thế. Thiết bị mà chúng ta đang xem xét gồm hai hộp và một bunke rung (hình 13-3a). Bề mặt của một hộp phẳng, còn của hộp thứ hai có thể bất kỳ hình dạng nào, phù hợp với hình dạng bề mặt của cấu kiện sẽ được tạo hình. Người ta đặt cốt thép và chi tiết chõ của cấu kiện vào hộp, định vị chúng theo đúng bản vẽ thiết kế của cấu kiện, cũng như lắp đặt các trang bị thành khuôn, hạn chế theo hình dạng của cấu kiện ở phía dưới, ở hai bên và ở trên.

Trong quá trình tạo hình, một hộp chuyển dịch tương đối với hộp kia tạo thành khoang trống. Hỗn hợp bê tông từ bunke rung chảy vào.



Hình 13.3. Sơ đồ làm việc của máy rung trong thiết bị casét

- a- Lèn chặt bê tông trong khuôn casét bằng đáy rung.
 1- Vách phân chia của casét; 2- Hỗn hợp bê tông; 3- Đáy rung; 4- Mô tơ rung quả lắc; 5- Giảm xóc; 6- Chèn cao su.
 b- Sơ đồ tạo hình panel trong hộp trượt. 1- Hộp; 2- Vách phân chia; 3- Cốt thép; 4- Bunke chứa bê tông; 5- Mô tơ rung; 6- Hộp trượt.

Khoang trống theo toàn bộ bề rộng, vibrator lắp trên bunke không những chỉ có tác dụng làm cho bê tông trong bunke chảy

lông mà còn lèn chặt nó ở trong hộp khuôn. Ở cuối thời gian tạo hình, thành trên của hộp che khuất cửa ra của hỗn hợp bê tông ở gần đáy bunke, bằng cách đó ngừng việc cung cấp bê tông vào khuôn. Cấu kiện bê tông vừa tạo hình xong nằm hoàn toàn trong hộp kín. Với phương pháp tạo hình như thế nhờ tác dụng của chấn động cường độ mạnh, có thể dùng hỗn hợp bê tông cứng hơn với lượng dùng xi măng ít hơn so với hỗn hợp bê tông dẻo.

Trên hình 13-3 mô tả phương pháp tạo hình với hộp khuôn kép, hộp này có hai bunke rung và một vách ngăn chung, có thể tạo hình hai cấu kiện cùng một lúc. Trong trường hợp này hộp trượt có thể làm nhẹ hơn và thiết kế các chi tiết để gá lắp các lõi tạo rỗng thay đổi được để tạo hình các loại cấu kiện có nhiều kiểu lỗ rỗng khác nhau.

Trong trường hợp tạo hình các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước, sản xuất đồng thời hai cấu kiện cho phép làm giảm nhẹ kết cấu của vách chung và các trang bị thành, bởi vì chúng sẽ tiếp nhận các lực nén đối xứng do cốt thép căng trước gây nên. Thiết bị này có thể cải tiến để chế tạo các tấm panel từ hỗn hợp bê tông nhẹ từ hai đến ba lớp.

Các phương pháp gia công nhiệt bê tông trong thiết bị này có thể dùng hơi nước nóng bơm vào các hộp phân chia, có thể dùng năng lượng điện.

3. QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT TRÊN THIẾT BỊ CASÉT

Khi chế tạo các cấu kiện trong các thiết bị casét người ta thường dùng các hỗn hợp bê tông chế tạo từ đá dăm hay sỏi với độ lớn cực đại là 20 mm, cốt liệu nhỏ là cát thô (có mô đun độ lớn từ 2,0 đến 2,6) với hàm lượng các hạt bụi, đất sét và bùn

không quá 2%. Khi thiết kế cấp phối bê tông, với mục đích cải thiện tính công tác, người ta tăng lượng dùng cốt liệu nhỏ đến 45 - 50% so với tổng số khối lượng cốt liệu.

Chất kết dính thường được dùng là xi măng pooc-lăng mác PC40, PC50 và PC60 với hàm lượng C3S là 50 - 60% và C2S là 5 - 10%; hàm lượng các phụ gia silicat hoạt tính trong xi măng không được vượt quá 10%, lượng nước tiêu chuẩn của các loại xi măng ấy không vượt quá 27%.

Công nghệ chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép trong các thiết bị casét gồm các thao tác chính sau đây: chuẩn bị khuôn để tạo hình, đặt các khung cốt thép và các chi tiết chờ, đổ và lèn chặt hỗn hợp bê tông, gia công nhiệt và tháo khuôn các cấu kiện.

Chuẩn bị khuôn: Việc chuẩn bị khuôn để tạo hình thường được tiến hành sau khi tháo khuôn và lấy các cấu kiện ra. Công việc này bắt đầu từ việc làm sạch các vách ngăn, trong khi đó thường tiến hành làm sạch khuôn cẩn thận bằng phương pháp cơ học sau 20 - 30 chu trình tạo hình của thiết bị casét. Làm sạch các vách ngăn của thiết bị casét bằng phương pháp cơ học là phương pháp khó khăn và tốn thời gian. Ở nhiều nơi, để làm sạch khuôn người ta dùng các máy chuyên dụng, cơ cấu làm việc của chúng là chổi thép quay tròn nhờ động cơ điện, nhưng chúng thường làm xước bề mặt kim loại của các vách.

Máy làm sạch chuyên dụng có hiệu quả hơn là máy cấu tạo từ hai đĩa thép quay tròn, trên mặt của nó lắp các long đen quay tự do. Hai đĩa này được treo trên khung, trên mỗi đĩa có ba bộ long đen. Các long đen này quay tự do trên các trục, đặt lệch tương đối với nhau 120°. Người ta cho đầu làm việc của máy vào trong

các ngăn ở giữa các vách, nhờ cơ cấu căng, ép sát các đĩa vào bề mặt kim loại của các vách. Khi đĩa quay tròn, các long đen trượt trên bề mặt các vách, tẩy sạch các hạt và màng vữa xi măng .

Người ta còn có thể làm sạch các màng xi măng bằng phương pháp hoá học, bằng cách rửa thành khuôn bằng dung dịch 10% acid clohydric kỹ thuật. Việc làm sạch khuôn bằng phương pháp hoá học nên tiến hành 1-2 lần trong một năm, nhưng phải tuân theo các yêu cầu cần thiết về kỹ thuật an toàn lao động.

Sau khi làm sạch xong người ta lau dầu bề mặt của vách khuôn bằng dầu lau nhũ tương nghịch thành một lớp mỏng đồng đều bằng vòi phun lắp trên cần cẩu. Sử dụng loại dầu lau này, cho phép hạn chế việc làm sạch bằng phương pháp cơ học. Có thể tiến hành sau 50 - 60 chu trình tạo hình của thiết bị casét.

Đặt các khung cốt thép và các chi tiết chờ. Sau khi làm sạch và lau dầu khuôn người ta tiến hành đặt cốt thép. Vị trí thiết kế của khung cốt thép trong khuôn được định vị bằng các linh kiện định vị lắp vào các thanh cốt thép. Các linh kiện này có thể là mẫu vữa xi măng cát được chế tạo sẵn có hình hộp diêm và có râu thép (sợi dây buộc cốt thép) để buộc nó vào thanh cốt thép, hay các đồng xu nhựa hoặc kim loại lắp vào thanh cốt thép ở những điểm cần thiết.

Tiếp theo sau đó lại tiến hành lần lượt các thao tác ở trên đối với ngăn thứ hai. Sau khi đã hoàn thành xong người ta đẩy sát vách ngăn lại tạo thành hộp. Cứ như thế tiến hành các thao tác nói trên cho đến khi toàn bộ thiết bị casét được lắp ghép xong. Tiếp theo là chỉnh các vách ngăn và ép sát chúng lại với nhau, làm xong thao tác này coi như thiết bị casét đã được chuẩn bị để

đổ bê tông. Thời gian chuẩn bị khuôn, đặt cốt thép và đổ bê tông kéo dài từ 1,5 - 2 giờ.

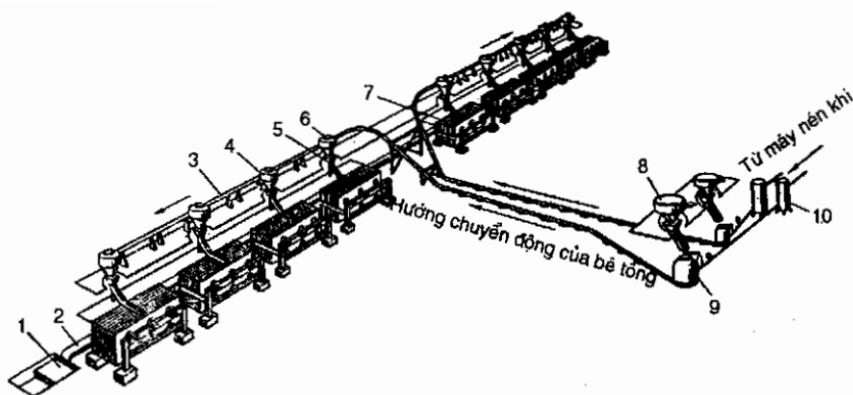
Chế tạo hỗn hợp bê tông. Để trộn hỗn hợp bê tông, người ta thường dùng máy trộn cưỡng bức. Khi trộn phải chú ý đến độ chính xác cân đong các vật liệu thành phần với độ chính xác cho phép, thời gian trộn, chất lượng trộn, đặc biệt chú ý đến độ đồng nhất, tính công tác của hỗn hợp.

Hỗn hợp bê tông sau khi trộn xong, được vận chuyển đến các thiết bị casét bằng không khí nén theo đường ống, bằng băng tải, bằng cần cầu trong các thùng chứa hay trong các bunke v.v...

Hỗn hợp bê tông vận chuyển bằng đường ống tiến hành như sau: Hỗn hợp bê tông từ trong máy trộn được đổ vào bunke phân phối, từ đó, qua cửa tháo nó đi vào bơm dùng không khí nén. Từ bình góp, không khí nén được đưa vào buồng bơm, đẩy hỗn hợp bê tông vào đường ống dẫn. Từ đường ống dẫn, hỗn hợp đi vào buồng khử tốc, các buồng này đặt ở trên casét. Ở trong buồng khử tốc, không khí nén giãn ra và tách khỏi bê tông, sau đó qua ống ra ngoài trời, còn hỗn hợp bê tông lắng xuống dưới tác dụng của trọng lực qua ống máng cao su vào các ngăn của thiết bị casét.

Sau khi cấp xong hỗn hợp bê tông cho một casét phải rửa đường ống và tách buồng khử tốc khỏi ống dẫn và hỗn hợp bê tông lại được đưa đến thiết bị casét tiếp theo, nếu cần.

Vận chuyển bằng khí nén trong các đường ống rất nhạy cảm với độ lưu động của hỗn hợp bê tông. Khi độ lưu động của hỗn hợp bê tông dưới 10 cm, thường tạo ra hiện tượng tạo nút trong đường ống và mắc kẹt trong buồng khử tốc (hình 13-4).



Hình 13-4. Sơ đồ cấp bê tông bằng bơm.

1- Nơi chứa bê tông thừa; 2- Máng; 3- Ống dẫn; 4- Bình khử tốc; 5- Máng quay; 6- Nắp của bình khử tốc; 7- Thiết bị casét; 8- Máy trộn bê tông; 9- Bơm; 10- Bình khí nén.

Khi tạo hình các cấu kiện bằng các hỗn hợp bê tông ít dẻo ($SN = 6 - 10\text{cm}$) có thể vận chuyển nó đến thiết bị casét bằng phương pháp kết hợp: Từ trạm trộn đến đầu tuyến bằng băng tải, sau đó dọc theo tuyến casét bằng máy đổ bê tông. Trong thời gian lắp ghép khuôn, hỗn hợp được chứa trong bunke của máy đổ, đảm bảo nhịp độ làm việc của máy trộn, làm cho nó không phải dừng lâu. Ngoài ra dùng máy đổ bê tông sẽ rút ngắn được thời gian tạo hình của khuôn casét, vì có thể cung cấp cho casét một lượng bê tông khá lớn ($10 - 16\text{m}^3$) trong một thời gian tương đối ngắn.

Khi thiết kế tuyến công nghệ casét với việc sử dụng băng tải để vận chuyển hỗn hợp bê tông, phải tính toán việc thu góp nước rửa băng tải sau khi ngừng tạo hình để tránh nước chảy ra nền xưởng.

Lèn chặt hỗn hợp bê tông trong khuôn casét:

Tùy theo kết cấu của thiết bị casét, hỗn hợp bê tông trong các ngăn của nó có thể được lèn chặt bằng nhiều cách. Có thể cho chấn động truyền vào trong bê tông qua khung cốt thép, qua bản thép lắp vào vibrator, bằng cách rung các vách ngăn hay bằng đáy rung và nếu bê dày cấu kiện lớn có thể lèn chặt bằng đầm dùi.

Trong một số kết cấu của thiết bị casét, các mô tơ rung được lắp cứng vào các vách ngăn, công suất của nó 0,8kW. Khi lắp phải tính toán thế nào đó để cho cam của nó quay trong mặt phẳng có độ cứng nhỏ nhất của các vách, còn trục quay của rôto song song với bề mặt của vách.

Có thể tăng một cách rõ rệt cường độ của chấn động lên hỗn hợp bê tông bằng cách lắp các mô tơ rung (vibrator) vào một vách ngăn qua một tấm con sơn với chiều dài 55 - 65 cm, đối xứng nhau ở bốn góc của vách. Lắp như thế trên mặt phẳng trùng với mặt phẳng của vách, chấn động bị triệt tiêu hay rất yếu, còn ở mặt vuông góc với vách thì cộng tác dụng, do đó tạo nên dao động của vách có hướng vuông góc với mặt phẳng của vách. Đồng thời nhờ lắp vibrator qua con sơn còn tạo nên dao động cộng hưởng. Phương pháp này có hiệu quả lèn chặt cao, nhờ đó có thể tạo hình được với các hỗn hợp bê tông cứng hơn (với SN = 5 - 8 cm), trước hết có thể giảm được lượng dùng xi măng.

Ngoài các phương pháp được trình bày ở trên, hỗn hợp bê tông trong khuôn casét còn có thể được lèn chặt bằng phương pháp lắp vibrator ở đáy của khuôn, được gọi là phương pháp "pít tông rung". Phương pháp pít tông rung (hình 13-3) là một cái dầm có các vibrator gắn vào nó, dầm này được luồn qua thành

đáy của hộp khuôn qua các giảm xóc bằng cao su. Với mục đích ngăn không cho vữa xi măng chảy ra khỏi khuôn, vòng quanh đáy của hộp (pittông rung) bọc đệm bằng cao su. Đệm cao su này còn có tác dụng giảm chấn động truyền sang các vách đứng của khuôn. Dao động có hướng thẳng đứng của đáy khuôn đảm bảo cho bê tông trong hộp được lèn chặt tốt theo toàn bộ chiều cao của cấu kiện với hỗn hợp bê tông ít dẻo.

Hỗn hợp bê tông đổ vào các hộp khuôn casét thành từng lớp với bề dày 20 -25cm. Sau mỗi lần đổ phải đầm kỹ. Các lớp phải được đổ phẳng đều, độ chênh lệch về chiều cao của bê tông trong hai hộp gần nhau không nên quá 0,5m (trong trường hợp ngược lại sẽ làm cho vách ngăn biến dạng, gây nên hiện tượng phình khuôn). Khi tổ chức cung cấp bê tông tốt, thiết bị lèn chặt bằng chấn động hoàn thiện, thời gian của thao tác này có thể rút ngắn đi 30 - 50phút.

Sau khi lèn chặt hỗn hợp bê tông, bề mặt để hở phía trên của cấu kiện đã được tạo hình được là nhẵn, sau đó được phủ kín bằng bao tải ướt hay bằng các màng pôlime để cho hơi nước trong bê tông không thoát ra mạnh trong thời gian gia công nhiệt ẩm.

Trong các kết cấu mới của khuôn casét đã làm nhẹ và tăng độ cứng của các vách ngăn, tạo độ kín khít của khuôn, sử dụng các phương pháp lèn chặt chấn động có hiệu quả, đồng thời cải tiến phương pháp gia công nhiệt, người ta còn chú ý đến việc sử dụng tái chấn động bê tông trong 60 - 90 giâycủa thời kỳ đầu gia công nhiệt sau khoảng thời gian 20 - 30 phút.

Thời gian tái chấn động phải tăng dần theo mức độ cứng dần của bê tông. Thí dụ như, tái chấn động trong 60giây, được tiến hành sau 30 - 40 phút kể từ khi bắt đầu gia công nhiệt, tiếp theo

90 giây qua 45 - 60 phút nữa và cuối cùng 120 giây qua 60 - 90 phút tính từ sau lần tái chấn động thứ hai. Việc thực hiện tái chấn động theo trình tự và thời gian nói trên đảm bảo cho cường độ bê tông sau khi gia công nhiệt tăng lên 30 - 40% so với trường hợp không có tái chấn động.

Kết quả kiểm tra trong sản xuất về hiệu quả của tái chấn động chứng minh rằng nó có tác dụng đẩy nhanh quá trình cứng rắn của bê tông trong khi gia công nhiệt, giảm lượng dùng xi măng và nâng cao chất lượng của sản phẩm.

Gia công nhiệt bê tông trong casét. Việc gia công nhiệt các cấu kiện bê tông trong các khuôn casét thường được tiến hành bằng cách đốt nóng tiếp xúc qua các vách nhiệt. Đặc điểm cơ bản của loại gia công nhiệt này là cách ly hoàn toàn cấu kiện được đốt nóng với môi trường xung quanh; trong trường hợp này loại trừ khả năng trao đổi ẩm giữa bê tông và chất tải nhiệt nằm trong khoang kín của vách nhiệt.

Vì cấu kiện gần như được nằm trong hộp kín của khuôn casét, cho phép dùng chế độ gia công nhiệt cứng, có nghĩa là, dùng hơi nước 100°C đưa vào các khoang của vách nhiệt đốt nóng bê tông trong cấu kiện lên nhiệt độ 85 - 95°C trong thời gian ngắn, mà không sợ làm mất nước của bê tông, gây ra biến dạng nhiệt dẫn đến làm giảm cường độ cuối cùng của bê tông trong cấu kiện.

Tổng thời gian gia công nhiệt mất khoảng từ 8 - 12 giờ và thường phụ thuộc vào mức độ hoàn thiện kết cấu của thiết bị casét, và cũng còn phụ thuộc vào cấp phối bê tông, loại xi măng, bề dày của cấu kiện được đốt nóng, sự bố trí các vách nhiệt và các yếu tố khác nữa.

Việc xác định chế độ gia công nhiệt hợp lý trong các thiết bị casét, cũng như trong các thiết bị gia công nhiệt khác, phải được tiến hành bằng thực nghiệm có tính đến tất cả các điều kiện cụ thể của sản xuất.

Trong quá trình khai thác các thiết bị casét trong hàng loạt các nhà máy cấu kiện bê tông thường thấy hiện tượng bê tông trong cấu kiện được đốt nóng không đồng đều, nguyên nhân là do việc tổ chức cấp hơi vào trong các vách nhiệt chưa khoa học. Thí dụ, khi cấp hơi vào vùng trên của các vách nhiệt thường dẫn đến sự chênh lệch nhiệt độ lớn theo chiều cao, đặc biệt trong thời kỳ đầu của quá trình gia công nhiệt, vì hơi nóng nhẹ thường ở phía trên, còn các hỗn hợp hơi và không khí có nhiệt độ thấp hơn nặng và tập trung ở dưới. Để khắc phục hiện tượng đó người ta đã tiến hành cấp hơi vào các vách nhiệt qua các ống có khoan các lỗ nhỏ đường kính 3 - 5mm, với đầu ống bịt kín, đặt ở phần dưới của khoang nhiệt.

Rất có hiệu quả trong việc cấp hơi cho các vách nhiệt là việc sử dụng hệ thống cấp nhiệt kiểu vòi phun, đảm bảo cho hỗn hợp hơi và không khí được trộn đồng đều trong các vách nhiệt, cũng như cho phép tự động hoá quá trình gia công nhiệt.

Sau khi ngừng cấp hơi, các cấu kiện trong casét nguội rất chậm, có thể lợi dụng hiện tượng này để đốt nóng bằng nhiệt, do nhiệt lượng mà thép của thiết bị casét và chính khối bê tông tích tụ được; cũng cần phải tính đến lượng nhiệt do xi măng thủy hoá toả ra để đốt nóng trên cấu kiện.

Với mục đích đẩy nhanh quá trình cứng rắn của bê tông, tăng số vòng quay của thiết bị casét đất tiền, ngoài những biện pháp ở trên, còn cần phải thực hiện các biện pháp sẽ nêu ra ở dưới đây.

Có thể tăng nhanh quá trình đốt nóng bê tông đến nhiệt độ 85 - 95°C và rút ngắn thời gian gia công nhiệt bằng cách giảm số lượng cấu kiện tạo hình giữa hai vách nhiệt xuống hai hoặc một.

Việc gia công nhiệt bê tông trong thiết bị casét không nhất thiết phải tiến hành đến khi nó đạt được cường độ 70% mác thiết kế của bê tông. Để tháo khuôn và vận chuyển ở vị trí thẳng đứng chỉ cần gia công nhiệt 4 - 5 giờ cho bê tông đạt được cường độ tháo khuôn, sau đó để cho bê tông tiếp tục cứng rắn đến cường độ xuất xưởng ở ngoài kho, nhưng phải tưới nước thường xuyên.

Ngoài phương pháp gia công nhiệt bằng các chất tải nhiệt trong các vách nhiệt, người ta có thể dùng phương pháp đốt nóng bằng điện. Trong trường hợp này các điện cực là các vách mềm, như vậy có thể thay các vách cứng bằng các vách mềm, do đó làm tăng được số lượng ngăn tạo hình và giảm được trọng lượng của thiết bị casét.

Kinh nghiệm sử dụng phương pháp gia công nhiệt bằng điện trong khuôn casét cho thấy nó có nhiều ưu điểm so với gia công nhiệt bê tông bằng hơi nước. Bê tông được đốt nóng đồng đều hơn, trong khi thời gian nâng nhiệt ngắn. Cường độ bê tông đạt được 70% cường độ thiết kế sau 6 - 7 giờ. Có thể đốt nóng nhanh bê tông lên 90 - 95° trong thời gian 2 - 3 giờ, sau đó dùng phương pháp termốt. Dùng phương pháp gia công nhiệt bằng điện tiết kiệm năng lượng hơn vì ít tổn thất nhiệt. Thay thế các vách cứng bằng các vách mềm tăng được cường độ của lèn chặt chấn động, cho phép dùng hỗn hợp bê tông ít dẻo hơn.

Bên cạnh những ưu điểm trên, phải thấy rằng việc tổ chức gia công nhiệt bằng điện gặp phải khó khăn là cách điện cho các

khung cốt thép và mắc các vách ngăn vào lưới điện và đặc biệt phức tạp trong việc thực hiện các biện pháp an toàn lao động.

Tháo khuôn. Khi tháo khuôn người ta tiến hành mở các vách ngăn từ ngoài vào trong, sau khi lấy cấu kiện thứ nhất ra, đẩy cho vách ngăn ngoài sát vách thứ hai, rồi lại mở vách thứ hai và lấy cấu kiện thứ hai ra, cứ làm như thế cho đến khi lấy hết cấu kiện ra khỏi khuôn casét. Để giảm nhẹ và rút ngắn quá trình tháo khuôn nên tiến hành rung các vách ngăn trong thời gian ngắn.

Để nâng cao mức độ hoàn thiện của các cấu kiện bê tông, sau khi tháo khuôn xong, cần tổ chức vị trí hay dây chuyền công nghệ hoàn thiện và tổ hợp cấu kiện.

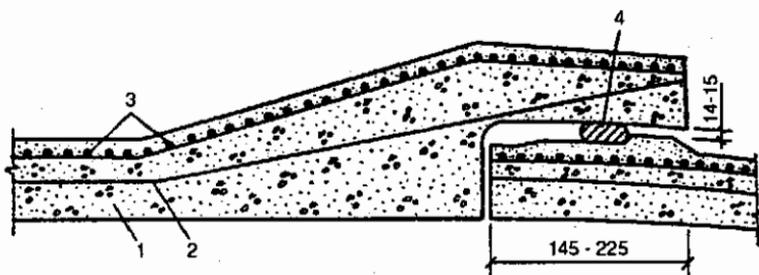
Chương 14

CHẾ TẠO ỐNG DẪN NƯỚC CAO ÁP

Hiện nay ống dẫn nước cao áp bằng bê tông cốt thép được phổ biến rộng rãi vì chúng có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với các loại ống dẫn nước làm bằng gang, thép hoặc xi măng - amiăng.

Cốt thép của ống dẫn nước cao áp gồm: cốt vòng và cốt dọc, chúng đều được tạo ứng suất trước. Căn cứ vào cách tạo nên ứng suất căng của cốt thép trong ống người ta phân biệt ba phương pháp chế tạo ống dẫn nước cao áp: theo công nghệ ba giai đoạn, theo phương pháp rung ép thủy lực và chế tạo ống tự ứng suất.

Người ta nối các ống dẫn nước cao áp để tạo thành đường ống theo sơ đồ sau:



Hình 14-1. Mối nối ống dẫn nước cao áp

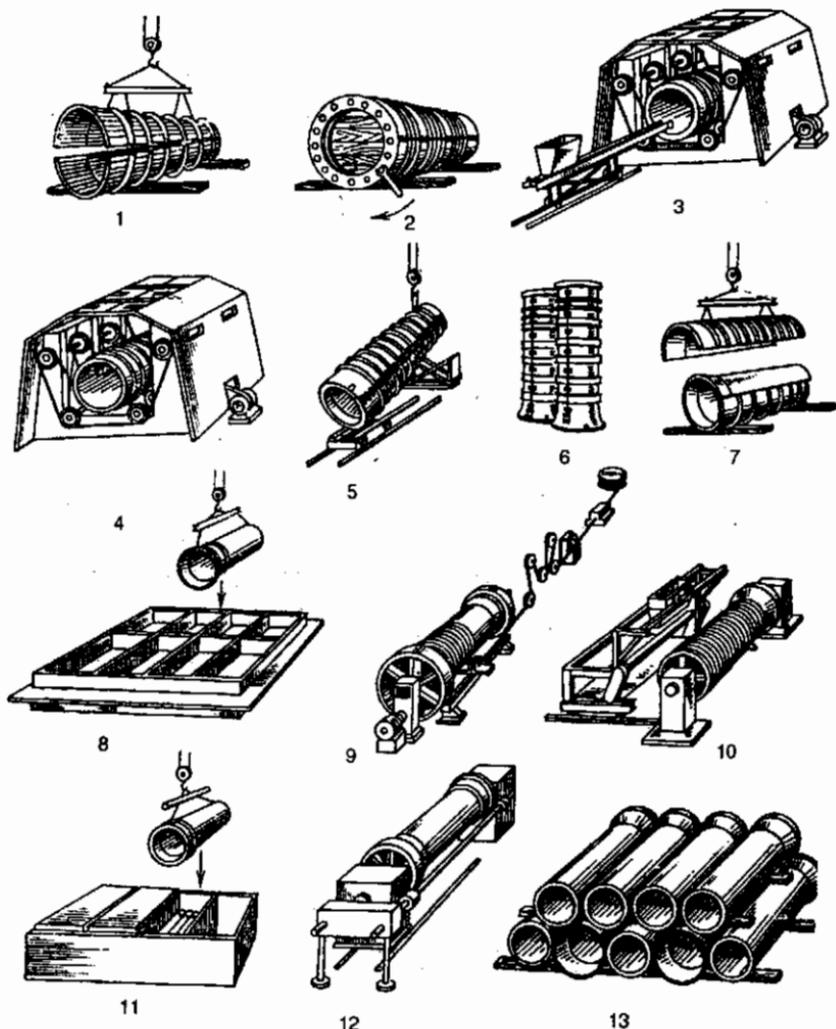
1. Thành ống;
2. Cốt thép dọc;
3. Cốt thép ;
4. Gioăng cao su.

Mối nối được làm kín khít nhờ một gioăng cao su. Ở một đầu ống có loa, còn ở đầu kia có dạng côn. Khi cần thiết có thể đặt các ống kế tiếp nhau sao cho trục dọc của cái sau sai lệch so với cái trước một góc từ $1 - 2^{\circ}$ để cốt thép tạo thành đoạn lượn cong cho hệ thống đường ống.

1. CHẾ TẠO ỐNG DẪN NƯỚC CAO ÁP THEO CÔNG NGHỆ BA GIAI ĐOẠN

Trong trường hợp này quá trình chế tạo ống được thực hiện qua ba giai đoạn. Ở giai đoạn một người ta chế tạo lõi bê tông cốt thép của ống bê tông bằng phương pháp quay li tâm, chấn động hoặc chấn động kết hợp với ép theo phương đứng. Các lõi này thường có cốt ứng suất trước từ thép sợi, hoặc cũng có thể được tạo cốt bằng một hình trụ thép mỏng. Ở giai đoạn hai sau khi gia công nhiệt và bảo dưỡng nước nóng lõi (như là một ống dẫn nước thường) được cuốn cốt vòng ứng suất trước. Còn ở giai đoạn ba người ta tạo lớp vữa bảo vệ cho cốt thép vòng.

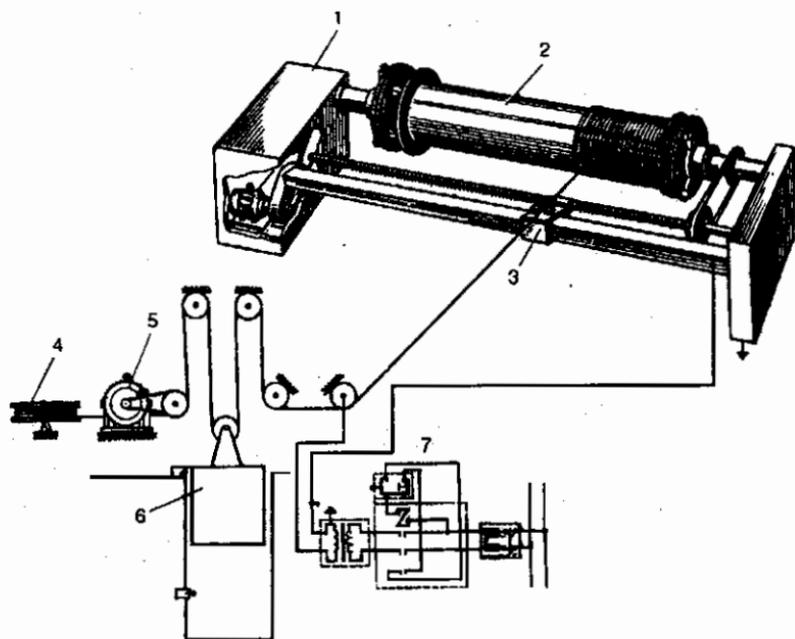
Quá trình chế tạo ống dẫn nước cao áp theo công nghệ ba giai đoạn (hình 14-2) bắt đầu từ khâu chuẩn bị khuôn. Khi tổ hợp khuôn người ta lắp các bộ phận tạo loa và tạo đuôi ống, các bộ phận này được liên kết với vành tựa để căng cốt thép dọc. Sau khi tổ hợp, căng và neo cốt thép, khuôn được cẩu lên máy quay ly tâm và mở máy. Hỗn hợp bê tông được đưa vào khuôn đang quay chậm nhờ cấp liệu băng tải tự hành. Sau khi dàn đều lớp thứ nhất, cấp liệu được lùi về vị trí ban đầu, người ta bắt đầu tăng tốc độ quay khuôn để lèn chặt hỗn hợp bê tông. Đổ và lèn chặt hỗn hợp bê tông lớp thứ hai và thứ ba cũng được tiến hành tương tự. Sau đó khuôn với lõi ống vừa tạo hình được cẩu đến thiết bị lật, và nó được lật ra tư thế thẳng đứng và bố trí vào khu vực gia công nhiệt.



Hình 14-2. Quá trình chế tạo ống dẫn nước cao áp bằng phương pháp quay ly tâm theo công nghệ ba giai đoạn

1. Tổ hợp khuôn; 2. Căng cốt thép dọc; 3. Đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn; 4. Quay ly tâm; 5. Lật khuôn và lõi vừa tạo hình; 6. Gia công nhiệt lõi ống; 7. Tháo khuôn; 8. Bảo dưỡng ống trong bể nước nóng; 9. Cắn cốt thép vòng có cường độ cao; 10. Tạo thêm lớp vữa bảo vệ; 11. Gia công nhiệt lớp bảo vệ; 12. Thử áp lực; 13. Bãi sản phẩm.

Sau khi bê tông đạt cường độ buông lực căng cốt thép, người ta cầu khuôn và lõi ống đến vị trí tháo khuôn. Ở đây trước hết người ta buông một cách đều đặn và từ từ cốt thép dọc ứng suất lên bề mặt bê tông, cốt cốt thép ở hai đầu khuôn và tiến hành tháo khuôn. Lõi ống được đưa vào bể nước ấm 40 - 50°C để cho bê tông tiếp tục được cứng rắn ở điều kiện thuận lợi từ 1 - 2 ngày đêm. Trước khi cho ra khỏi bể nước, người ta làm sạch lớp cặn bẩn hấp thụ trên các bề mặt lõi, rồi cầu nó ra khỏi bể, đưa sang máy cuốn cốt thép vòng ứng suất trước.



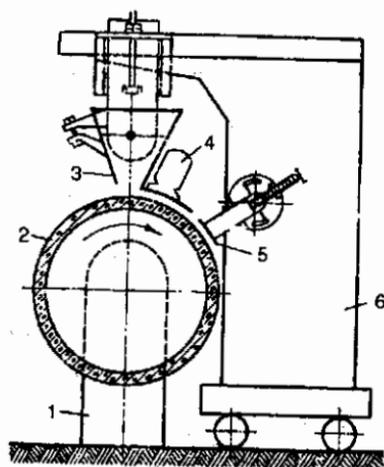
Hình 14-3. Sơ đồ cuốn cốt thép vòng quanh lõi ống

1. Máy dẫn động nhiều trục; 2. Lõi ống; 3. Con chạy với bánh xe định hướng; 4. Giá đỡ cuộn thép; 5. Cơ cấu cấp sợi có phanh; 6. Trọng lực; 7. Sơ đồ cấp điện.

Trên máy cuốn cốt thép vòng (hình 14-3) đầu mối của sợi thép được định vị vào phía đầu không có loa của ống ở vị trí cách đầu mút 10cm. Sau đó người ta đóng mạch điện để đốt nóng sợi thép trong vòng từ 30 - 50 giây, khi mà nhiệt độ của nó đạt từ 350 - 380°C, người ta bắt đầu cuốn sợi thép quanh lõi theo một khoảng cách đã định

Sau đó lõi ống đã được cuốn thép được cầu đến vị trí tạo lớp vữa bảo vệ theo phương pháp rung đập hoặc phun vữa.

Tạo lớp vữa bảo vệ bằng phương pháp rung đập được tiến hành theo sơ đồ hình 14-4. Hỗn hợp vữa xi măng - cát với cấp phối 1 : 2 - 1 : 2,5 theo khối lượng với tỷ lệ $N/X = 0,32 - 0,35$ được dự trữ vào bunke. Sau khi mở van chặn bunke và cho đầm lõi ống được cho thêm một lớp vữa đồng đều dày từ 20 - 25cm.



Hình 14-4. Sơ đồ thiết bị để tạo thêm lớp vữa bảo vệ bằng phương pháp rung đập

1. Máy chiếu trục để quay ống;
2. Ống; 3. Bunke chứa hỗn hợp vữa;
4. Thiết bị rung đập;
5. Thiết bị làm phẳng;
6. Khung đỡ

Ống với lớp vữa bảo vệ cốt thép vừa tạo được đưa sang vị trí tĩnh định. Ở đây để tránh các vết nứt co ngót cho lớp bảo vệ, người ta phủ lên nó một lớp màng mỏng dung dịch thủy tinh

lỏng 10%. Sau chừng một giờ, khi lớp thủy tinh lỏng đã se lại, người ta dùng bao tải ẩm phủ lên ống và thường xuyên làm ẩm trong vòng 4 giờ tiếp theo.

Ống sau tinh định được đưa vào bể hoặc các bộ đốt nóng chuyên dụng để gia công nhiệt cho lớp bảo vệ trong khoảng 3 giờ ở nhiệt độ từ 60°C - 70°C .

Trên tuyến công nghệ chế tạo ống dẫn nước cao áp theo phương pháp này có thể đồng thời chế tạo ống dẫn nước thường. Lúc này quá trình công nghệ được đơn giản hoá - người ta bỏ qua các khâu không cần thiết như: khâu tạo cốt thép ứng suất trước, tạo lớp vữa bảo vệ ...

2. CHẾ TẠO ỐNG DẪN NƯỚC CAO ÁP BẰNG PHƯƠNG PHÁP RUNG - ÉP THỦY LỰC

Các ống dẫn nước cao áp chịu áp lực làm việc $P = 10 - 15\text{atm}$ và áp lực thử từ $13 - 18\text{atm}$ được chế tạo bằng phương pháp rung - ép thủy lực. Trang thiết bị công nghệ cơ bản của tuyến công nghệ chế tạo ống dẫn nước cao áp bằng phương pháp rung - ép thủy lực thường được bố trí phù hợp cho việc chế tạo các ống có kích thước nằm trong một phạm vi nhất định: đường kính trong $\phi = 500 - 1600\text{mm}$, dài $L = 5000\text{mm}$ và bề dày thành ống $\delta = 55 - 85\text{mm}$. Phương pháp này ưu việt hơn hẳn phương pháp công nghệ ba giai đoạn là chế tạo được ống có áp lực làm việc cao hơn mà quá trình công nghệ lại đơn giản và chất lượng lớp bảo vệ cốt thép tốt hơn. Vì vậy nó đang được phổ biến rộng rãi.

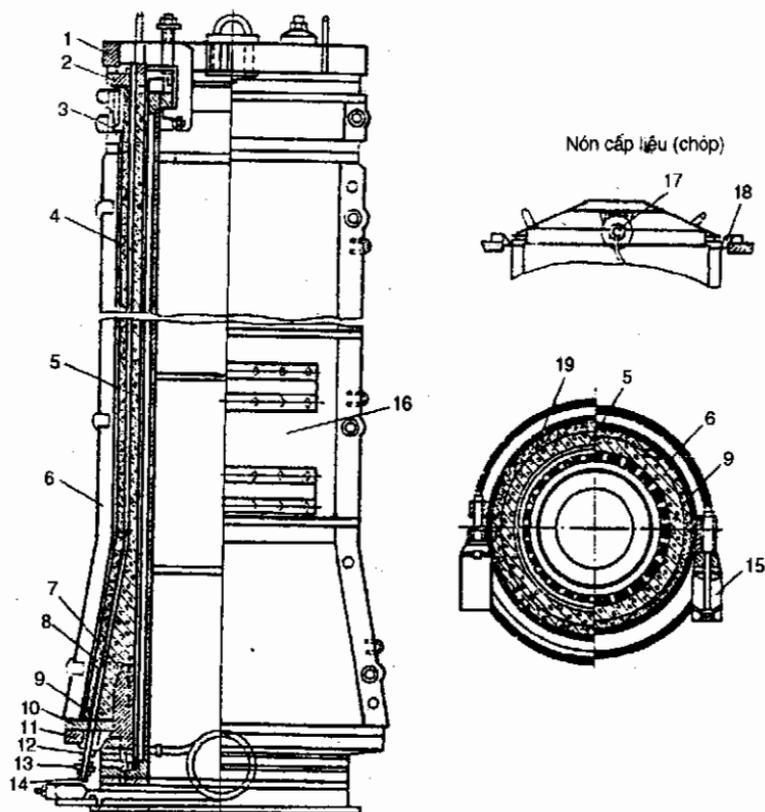
Để chế tạo ống dẫn nước cao áp theo phương pháp rung - ép thủy lực, người ta dùng bê tông mác $400 - 500\text{daN/cm}^2$ chế tạo từ xi măng poóc lăng rắn nhanh mác không thấp hơn mác bê tông. Các loại xi măng này ngoài các yêu cầu đã quy định như

đối với xi măng thường còn phải thoả mãn các điều kiện bổ sung sau: hàm lượng khoáng C_3A không quá 6%, lượng nước tiêu chuẩn của hồ xi măng không quá 26%. Chi phí xi măng cho $1m^3$ bê tông từ 550 đến 600 kg. Hỗn hợp bê tông có độ cứng từ 50 - 100 giây (xác định theo một kế tiêu chuẩn) được chế tạo từ cốt liệu chất lượng tốt. Cốt liệu lớn thường được dùng là đá dăm có $D_{max} = 10$ mm. Cốt thép ứng suất trước của ống cũng gồm có cốt dọc và cốt vòng, được chế tạo từ thép sợi cường độ cao có giới hạn chảy $\delta_{0,2} = 10.400 - 14.400$ daN/cm². Cốt dọc thường làm từ sợi đường kính $\phi = 5$ mm, cốt vòng $\phi = 3 - 8$ mm.

Khuôn để chế tạo ống theo phương pháp rung - ép thủy lực (hình 14-5) có kết cấu đặc biệt cho phép tiến hành ép từ trong theo hướng bán kính để căng trước cốt thép vòng ngay sau khi đổ và lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng chấn động.

Khuôn gồm có hai bộ phận chính là vỏ ngoài (khuôn ngoài) và lõi khuôn (khuôn trong). Khuôn ngoài gồm từ hai bán trụ (hoặc bốn mảnh 1/4 hình trụ) được liên kết với nhau bằng bu lông lò xo (hình 14-5c). Lõi khuôn bao gồm một hình trụ thép hai thành và các linh kiện cao su (áo cao su và các linh kiện tạo loa ống). Thành ngoài của trụ ghép có các lỗ nhỏ phân bố đều dẫn theo toàn bộ bề mặt của nó.

Chế tạo ống dẫn nước cao áp theo phương pháp rung - ép thủy lực được tiến hành theo sơ đồ công nghệ trên hình 14-6. Quá trình công nghệ được bắt đầu từ khâu chuẩn bị thép. Trên máy chuyên dụng người ta cuốn sợi thép cường độ cao với khoảng cách từ 12 - 20mm lên các dải định vị để tạo thành khung cốt vòng. Dải định vị có mặt cắt chữ U (hình 14-6a), được dập từ thép lá tiết diện 1×20 mm và được đột các lưỡi gà theo khoảng cách tương ứng với khoảng cách (bước) cốt thép vòng. Các thanh cốt dọc được cắt ra từ các sợi thép cường độ cao đã nắn thẳng và được tạo mũ neo để căng trên khuôn ngoài (hình 14-6b).



Hình 14-5. Khuôn để chế tạo ống dẫn nước cao áp bằng phương pháp rung - ép thủy lực

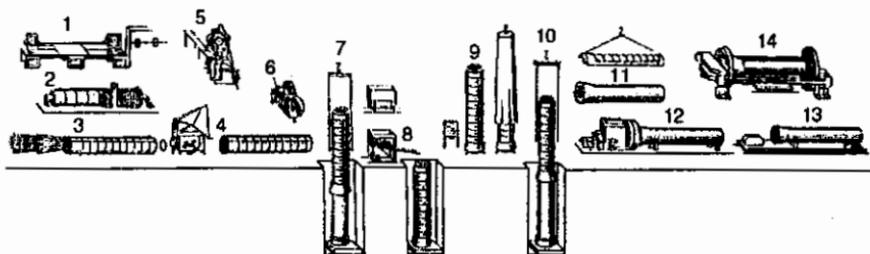
a- Cấu tạo khuôn

1. Vành chèn; 2. Vành neo phía trên
3. Vành định cỡ; 4. Thành của lõi khuôn;
5. Áo cao su; 6. Khuôn ngoài;
7. Linh kiện bạo bằng cao su
8. Cốt thép dọc; 9. Ống; 10. Vành neo dưới;
11. Ống chèn; 12. Ống định vị ;
13. Ống cặp; 14. Ống neo;
15. Bu lông lò xo; 16. Vị trí treo đệm rung;
17. Đám rung khí nén;
18. Vành định tâm; 19. Băng dính.

b- Sơ đồ cấp hỗn hợp bê tông vào khuôn và chi tiết nối khuôn

1. Nón cấp liệu; 2. Vành tỷ phía trên;
3. Khuôn ngoài; 4. Áo cao su;
5. Lõi khuôn; 6. Cốt thép dọc;
7. Cốt thép vòng; 8. Ống dẫn nước nóng;
9. Vành tỷ dưới;
10. Ống cặp; 11. Khuôn ngoài;
12. Khe nối; 13. Lò xo

Khâu chuẩn bị khuôn gồm có tổ hợp khuôn ngoài, chuẩn bị lõi khuôn và tổ hợp chúng với nhau. Khi tổ hợp khuôn ngoài, đầu tiên người ta làm sạch, lau dầu nhũ tương để chống dính bê tông cho các bề mặt làm việc của các nửa khuôn. Sau đó cầu nửa khuôn trên đặt lên nửa khuôn dưới, sau đó bắt các bu lông liên kết chúng. Phía trong các khe nối dọc giữa các linh kiện khuôn ngoài được ống dẫn nước cao áp một dải băng dính rộng 75mm từ vải bông, sau đó cũng chống dính cho nó.



Hình 14-6. Sơ đồ chế tạo ống dẫn nước cao áp bằng phương pháp rung - ép thủy lực.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Thiết bị để căng sợi thép cường độ cao; | 2. Máy chế tạo khung cốt vòng; |
| 3. Đặt khuôn cốt vòng vào khuôn; | 4. Căng cốt thép dọc ; |
| 5. Thiết bị để đập dải định vị cốt vòng; | 6. Tán mũ neo trên cốt dọc; |
| 7. Tổ hợp khuôn; | 8. Máy đổ bê tông vít xoắn ruột gà; |
| 9. Khu vực ép và gia công nhiệt; | 10. Lấy khuôn ngoài ra khỏi lõi |
| 11. Tháo khuôn ống; | 12. Máy mài loa ống; |
| 13. Xe chở ống ra bãi sản phẩm; | 14. Thiết bị thử áp lực ống. |

Sau khi lắp tiếp các phụ kiện (chi tiết tạo đuôi ống và vành neo phía trên), người ta đặt khung cốt thép vòng, đặt tiếp vành neo phía dưới và các thanh cốt thép dọc vào khuôn, bắt các đầu còn lại của các thanh này vào các rãnh của vành neo phía trên, rồi tiến hành căng cốt thép dọc bằng kích thủy lực và neo trên

khuôn ngoài bằng ống neo (hình 14-6b). Đồng thời với việc chuẩn bị khuôn ngoài, người ta tiến hành mặc áo cao su và lau đầu bề mặt làm việc của lõi khuôn. Khuôn ngoài đã chuẩn bị được lật ra vị trí thẳng đứng và dùng paraphin bịt kín các lỗ hở ở trong vành chặn của phần loa khuôn. Việc tổ hợp khuôn ngoài với lõi khuôn được thực hiện theo phương thẳng đứng ở một vị trí chuyên dụng (gọi là hố tổ hợp khuôn) bằng cách dùng cần trục nâng khuôn ngoài lên và lồng cẩn thận vào lõi khuôn. Cần phải chú ý đảm bảo sao cho cốt thép ở khuôn ngoài không làm rách hoặc xước bề mặt có cao su của khuôn trong. Để giữ vị trí tương đối giữa khuôn ngoài và lõi, người ta gắn một vành định vị ở phía trên cùng của khuôn. Khuôn sau khi tổ hợp được cấu đến khu vực tạo hình.

Ở vị trí tạo hình trước hết người ta lắp nón cấp liệu lên phần lõi khuôn (hình 14-5b) và treo các đầm rung khí nén lên khuôn ngoài. Số lượng đầm rung cần dùng từ 4 - 6 cái và được chọn phụ thuộc vào đường kính ống. Chúng được treo phân bố theo chiều cao khuôn để đảm bảo lèn chặt hỗn hợp bê tông trong sản phẩm tạo hình. Hỗn hợp bê tông được đổ vào khuôn bằng máy đổ bê tông vít xoắn ruột gà. Trong quá trình đổ hỗn hợp bê tông tùy theo mức độ đầy khuôn, người ta cho các đầm rung tương ứng làm việc, ví dụ: khi đổ cho phần đáy khuôn thì chỉ có các đầm rung phía dưới làm việc. Khi đã đổ đầy toàn bộ khuôn, người ta cho tất cả các đầm rung làm việc để lèn chặt hỗn hợp bê tông lần cuối, rồi tiến hành tháo nón cấp liệu. Hai đầm rung trên cũng vẫn được tiếp tục làm việc khoảng chừng từ 3 - 5 phút, để cho các bọt khí thoát ra khỏi phần trên của ống. Sau đó người ta tháo đầm rung và vành định vị, lắp vành chèn để che kín đầu mút trên cùng của ống thay cho vành định vị vừa lấy đi. Khuôn sản phẩm được cấu đến khu vực ép và gia công nhiệt.

Ở vị trí ép và gia công nhiệt sau khi cố định khuôn bằng các kẹp và ê - cu, người ta nối lõi khuôn với hệ thống cấp nước nóng 70 - 75°C với áp lực thấp để đưa nước vào, đồng thời đẩy không khí ra khỏi khoảng không giữa hai thành của nó. Khi không khí đã được đẩy ra hết, người ta nối lõi khuôn với hệ thống áp lực cao gồm bơm nước áp suất thường, bơm cao áp, máy nén khí và hệ thống chứa nước. Sau khoảng 25 - 30 phút áp lực nước của hệ thống đạt trị số tính toán (25 - 35atm) và được duy trì một cách tự động trong suốt thời gian gia công nhiệt.

Dưới áp lực cao như vậy áo cao su trên lõi khuôn được doãng ra và ép đồng đều lên hỗn hợp bê tông đã được lèn chặt bằng chấn động. Khi dịch chuyển ở trạng thái lèn chặt, hỗn hợp bê tông ép lên cốt thép và thành khuôn ngoài theo hướng bán kính làm mở rộng các khe nối dọc giữa các nửa khuôn ngoài đó, và như vậy tạo nên ứng suất kéo trong cốt thép vòng. Ứng suất tính toán trong cốt thép vòng σ_t (daN/cm²) được kiểm tra theo độ mở rộng khe nối dọc giữa các nửa khuôn ngoài a(cm)

$$a = \frac{\pi D \sigma_t}{2E} \cdot (\text{cm})$$

Trong đó:

D: đường kính của vòng cốt thép vòng cm;

E: mô đun đàn hồi của cốt thép daN/cm².

Sau khi đạt được ứng suất tính toán trong cốt thép vòng, người ta ngừng nâng áp lực, đánh dấu trị số lớn nhất của nó để duy trì trong quá trình gia công nhiệt. Khuôn sản phẩm sau khi ép được phủ một bộ áo vải bạt không thấm nước và được cấp hơi nước để gia công nhiệt.

Gia công nhiệt ở nhiệt độ 80 - 85°C được thực hiện trong khoảng 5 - 9 giờ phụ thuộc vào đường kính ống. Hơi nước qua hệ thống cấp hơi ở phần loa của khuôn được cấp vào khoang rỗng bên trong của lõi khuôn và vào khoảng không hẹp giữa áo vải bạt và khuôn ngoài. Như vậy, bê tông trong ống được đốt nóng từ hai phía. Sau khi gia công nhiệt, người ta cầu áo vải bạt ra khỏi khuôn, hạ áp lực của hệ thống và rút nước ra khỏi lõi khuôn. Sau đó khuôn sản phẩm được cầu đến hố tổ hợp.

Ở hố tổ hợp khuôn lúc này người ta tháo vành chèn ra khỏi khuôn, nối lõi khuôn vào thiết bị chân không hoá để hút hết nước thừa và không khí ra khỏi khoảng không giữa áo cao su và các bề mặt của lõi khuôn, đồng thời để tránh hiện tượng dính áo cao su với bề mặt trong của ống bê tông. Sau khi đạt độ chân không chừng 0,2 - 0,3atm, người ta cầu tách khuôn ngoài với ống ra khỏi lõi khuôn và đưa đến vị trí tháo khuôn.

Ở vị trí tháo khuôn, ống nằm trong khuôn ngoài được lật ra tư thế nằm ngang, rồi được đặt lên các giá đỡ. Người ta tiến hành giải phóng neo, cắt các đuôi cốt thép dọc để truyền lực căng lên bê tông, sau đó tiến hành tháo khuôn. Ống sau khi tháo khuôn có thể tiến hành ngâm trong bể nước nóng từ 30 - 40°C trong khoảng 3 - 5 ngày, rồi được đưa đến vị trí sửa phần loa, thử áp lực, đánh giá chất lượng và bảo quản ở bãi sản phẩm,

3. CHẾ TẠO ỐNG TỪ BÊ TÔNG CỐT THÉP TỰ ỨNG SUẤT.

Ứng suất trước trong bê tông cốt thép tự ứng suất được tạo nên do sự giãn nở nhiệt bê tông khi cứng rắn. Bê tông trong trường

hợp này có sự giãn nở là do nó được chế tạo từ xi măng đặc biệt, gọi là xi măng giãn nở (XMGN). Khi cứng rắn bê tông dùng XMGN có sự nở thể tích, bởi vậy cốt thép do dính kết với bê tông, nên cũng được kéo căng theo mọi phía, Kết quả là trong cốt thép tạo nên ứng suất kéo, còn trong bê tông - ứng suất nén.

XMGN có đặc điểm là thời gian ninh kết rất ngắn: bắt đầu sau 2 - 3phút, kết thúc sau 4 - 5phút kể từ khi nhào trộn với nước. Vì vậy, không thể sử dụng loại xi măng này trong hỗn hợp bê tông bình thường mà không dùng phụ gia đặc biệt nào để làm chậm thời gian ninh kết. Hiện nay người ta thường dùng phương pháp đơn giản, nhưng rất hiệu quả để làm chậm thời gian ninh kết của XMGN, đó là phương pháp làm ẩm sơ bộ. Người ta trộn XMGN với cát ẩm 4 - 8% và tĩnh định trong khoảng 10 - 15phút trước khi trộn với nước. Lượng ẩm đó trong cát chỉ đủ để thuỷ hoá sơ bộ một phần rất nhỏ (bề mặt ngoài cùng) của XMGN. Nhưng chính các sản phẩm thuỷ hoá sơ bộ này tạo thành một màng mỏng bao bọc bề mặt các hạt, ngăn cản sự thấm nước và thuỷ hoá phần còn lại (phía trong) của chúng, bởi vậy làm chậm sự ninh kết của XMGN đến sau 1giờ, mà không làm thay đổi tính chất của xi măng cứng rắn.

Các khâu khác của quá trình công nghệ chế tạo ống trong trường hợp này tương tự như khi chế tạo ống dẫn nước thường. Người ta có thể tiến hành chế tạo ống bê tông cốt thép tự ứng suất theo các phương pháp quay ly tâm, phun vữa, chấn động kết hợp với ép dọc (đối với ống bé - đường kính 100 - 400mm).

Khuôn sản phẩm sau khi tạo hình được tĩnh định 18 - 20giờ để đạt cường độ tháo khuôn và đảm bảo neo chắc cốt thép trong

bê tông. Sau khi tháo khuôn, người ta tiến hành đốt nóng ống trong bể nước có nhiệt độ $80 - 100^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 3 - giờ, sau đó ngâm trong bể nước lạnh ($15 - 25^{\circ}\text{C}$) từ 3 - 5 ngày. Sau thời hạn này quá trình giãn nở của bê tông và căng cốt thép trong ống coi như kết thúc, ống được đưa đến máy mài để sửa sang các đầu mút, thử áp lực, rồi xếp ra bãi sản phẩm.

Chương 15

TẠO HÌNH CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP TRÊN BÀN RUNG

Các loại bàn rung là một trong những thiết bị tạo hình các cấu kiện bê tông cốt thép toàn năng hơn cả. Trên bàn rung người ta có thể tiến hành tạo hình các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép: như các loại tấm panel tường, sàn và mái, các loại block móng, tường và mái đua, các loại kết cấu dài như cột, dầm và dầm mang sàn và tương tự với chiều dài đến 9 - 12m, trong một số trường hợp có thể dài đến 18m.

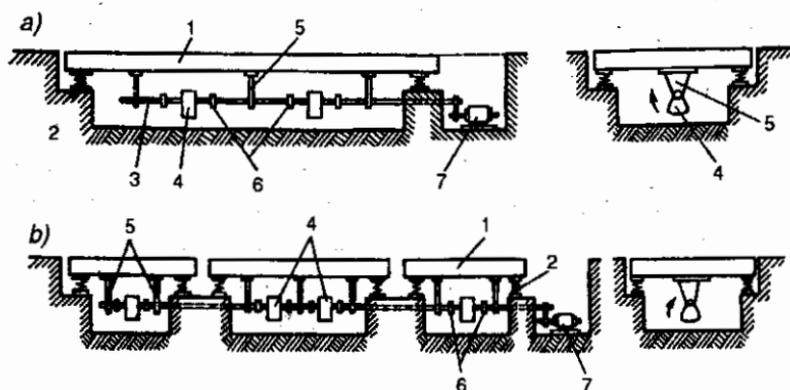
Công nghệ tạo hình các cấu kiện trên bàn rung cho phép nhanh chóng chuyển từ sản xuất loại sản phẩm này sang loại sản phẩm khác có kích thước tương tự, không yêu cầu phải thay đổi thiết bị, mà chỉ cần thay đổi khuôn. Sử dụng đồng bộ bàn rung với các thiết bị khác như máy đổ, san phẳng hỗn hợp bê tông trong khuôn và thiết bị lèn chặt phụ cho phép cơ giới hoá toàn bộ quá trình tạo hình và có thể tự động hoá từng phần.

1. CÁC THIẾT BỊ CỦA CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH TRÊN BÀN RUNG

Các thiết bị cơ bản của tuyến công nghệ này ngoài bàn rung ra còn có máy vận chuyển, máy đổ bê tông, máy dặt và vận chuyển khuôn.

Bàn rung: là bàn phẳng bằng thép, rung được nhờ các máy gây chấn động (Vibrator) liên kết cứng với khung của bàn và với nhau bằng trục các đăng. Dao động được truyền qua bàn rung, qua khuôn đặt trên nó vào hỗn hợp bê tông.

Bàn rung được lắp đặt trên móng bê tông vững chắc và trên khung thép. Nó được liên kết với khung thép nhờ các lò xo thép hay nhíp. Móng, khung thép và lò xo có tác dụng làm giảm dao động và không cho nó truyền xa hơn nữa xuống nền móng của công trình nhà xưởng. Vật gây nên dao động cho bàn rung là trọng vật không cân bằng - đêbalăng được lắp trên trục của khối rung (vibrôblóc) (hình 15-1). Các khối rung được liên kết với nhau bằng trục các đăng qua các khớp mềm. Trục này quay được nhờ động cơ điện chung.



Hình 15 - 1. Sơ đồ bàn rung

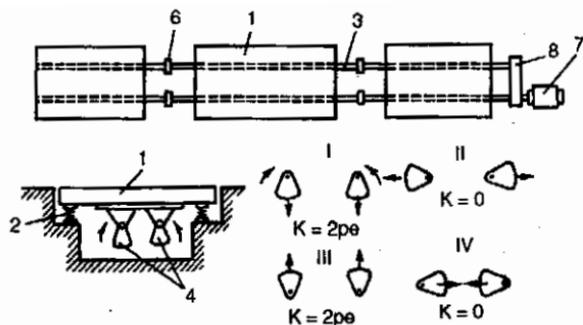
- a, b. Bàn rung với dao động tròn; 1- Bàn rung; 2- Gối tựa lò xo;
3- Trục các đăng; 4- Đêpalăng (cam); 5- Bộ phận treo vòng bi;
6- Khớp mềm; 7- Động cơ điện;

Phân rung của bàn phải có đủ độ cứng để cho các biên độ dao động được truyền đồng đều trên toàn mặt bàn và trong thể tích của cấu kiện được tạo hình. Bởi vì cùng với sự tăng kích thước của các kết cấu cần tạo hình dẫn đến sự tăng kích thước của bề mặt bàn rung và sẽ làm tăng quá lượng thép của thiết bị. Cho nên người ta đã từ bỏ việc sử dụng một thiết bị rung đồ sộ với khung rung dài mà chuyển sang hệ thống các khối rung riêng biệt, được liên kết với nhau bằng các khớp mềm, trục các đăng chung với dẫn động từ động cơ điện (hình 15-1).

Kết cấu kiểu này của các bàn rung hiện đại có hàng loạt các ưu điểm rõ rệt: giảm lượng dùng kim loại, tăng thời hạn sử dụng, giảm trị số của lực gây chấn động đối với cùng một biên độ, đạt được sự đồng đều của biên độ dao động trên toàn khuôn.

Bàn rung một trục truyền cho hỗn hợp bê tông đang được lèn chặt trong khuôn dao động tròn không có hướng. Kinh nghiệm cho thấy rằng, bê tông được lèn chặt tốt hơn trên các bàn rung với giao động có hướng thẳng đứng hay nằm ngang. Đặc biệt, các bàn rung với dao động có hướng thẳng đứng cho hiệu quả tốt trong khi tạo hình các cấu kiện có bề dày không lớn, bởi vì nó không làm cho hỗn hợp dòn dể.

Dao động có hướng thẳng đứng có được do sử dụng hệ thống khối rung hai trục. Trục của các khối rung quay cùng một tốc độ, cùng một pha trong hai hướng ngược nhau (hình 15-2). Hai trục này được liên kết với nhau bằng bộ phận đồng bộ bánh răng, đảm bảo cho khối rung làm việc đồng bộ và đồng pha.



Hình 15-2. Sơ đồ bàn rung dao động có hướng thẳng đứng

1- Bàn rung; 2- Gối tựa lò xo; 3- Trụ các dăng; 4- Đêpalăng (cam); 5- Bộ phận treo vòng bi; 6- Khớp mềm; 7- Động cơ điện; 8- Bộ đồng tốc; 9- Mô men động của cặp palăng.

Yêu cầu quan trọng đối với kết cấu của bàn rung là phải neo chắc khuôn vào khung rung. Khuôn neo vào bàn rung không chắc chắn sẽ làm giảm biên độ dao động của các phần tử hỗn hợp bê tông trong khuôn, và giảm tần số dao động mà bàn rung truyền cho khuôn, cũng như làm tăng đáng kể độ ồn khi thiết bị làm việc.

Người ta đã thiết kế và chế tạo được các thiết bị neo khuôn bằng không khí nén và nam châm điện rất có hiệu quả. Neo khí nén có bộ phận làm việc là hai móc trên mỗi khối rung. Chúng móc chặt vào gờ tăng cứng của đáy khuôn qua lớp đệm cao su, giữ cho khuôn không bị xô dịch trong thời gian bàn rung làm việc. Việc neo khuôn vào bàn rung được tiến hành theo lệnh từ trạm điều khiển đồng thời với việc cho bàn rung làm việc.

Các neo bằng nam châm cũng được đặt trên từng khối rung thế nào đó để cho tấm kim loại trên của nam châm điện tiếp xúc

với tấm dưới của khuôn. Đồng thời với việc mở máy cho bàn rung làm việc, cho dòng điện qua chỉnh lưu và cuộn dây của nam châm điện, nó sẽ hút khuôn về phía khối rung giữ cho nó đứng tại chỗ. Mức độ neo chắc chắn khuôn phụ thuộc vào công suất của các nam châm điện và số lượng của chúng. Lực hút của các nam châm điện lắp liền trong các khối rung tiêu chuẩn đạt được 3T.

Các loại bàn rung sản xuất hàng loạt. Trong những năm gần đây người ta sản xuất hàng loạt các bàn rung, được lắp ghép từ các linh kiện định hình tiêu chuẩn: các khối rung, trục các đăng, hộp đồng bộ và lò xo làm gối tựa. Khối rung (Vibròblóc) là cơ cấu để ba lăng hai trục với dao động có hướng thẳng đứng: tải trọng của nó là một tấn với trị số biên độ tối ưu 0,6mm.

Mô men động của cặp đêbalăng trong mỗi một Vibròblóc thay đổi phụ thuộc vào sự chuyển dịch của các đêbalăng (cam) tương đối với nhau, có thể thay đổi từ 45 - 80 daN.cm.

Mô men động K của vibrator kiểu đêbalăng tính bằng daN.cm bằng:

$$K = p.e$$

Trong đó:

p: trọng lượng của đêbalăng, daN;

E: độ lệch tâm, cm.

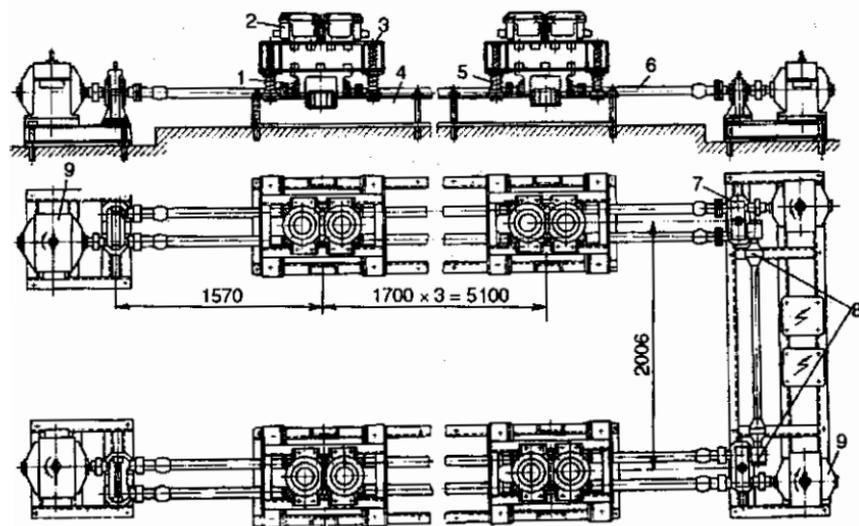
Biên độ giao động A liên quan với mô men động K và tổng trọng lượng P của các bộ phận dao động của vibròblóc, khuôn cùng với hỗn hợp bê tông, tấm gia trọng, có thể xác định gần đúng theo quan hệ sau:

$$A = \frac{K}{P} \quad (\text{cm})$$

Cũng có thể thay đổi trị số của biên độ dao động. Tần số dao động của các khối rung khoảng 3.000 vòng/phút.

Có thể có nhiều kiểu bàn rung với các sơ đồ lắp ghép khác nhau của các khối rung phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của các cấu kiện được tạo hình và tải trọng yêu cầu của bàn rung. Bàn rung có thể gồm: một, hai và ba hàng với khối rung trong mỗi một hàng khác nhau. Tải trọng của các bàn rung có thể biến động từ 2 - 24T.

Trên hình 15-3 mô tả bàn rung hai hàng 6691/CI tải trọng 15T với cơ cấu giữ khuôn bằng nam châm điện. Bàn rung gồm các khối rung (mỗi hàng 4 cái), 4 động cơ điện (mỗi trục các đăng một động cơ) và hệ thống hộp đồng bộ lớn và nhỏ.



Hình 15-3. Sơ đồ bàn rung hai hàng 6691/CI tải trọng 15T.

- 1- Khối rung hai trục; 2- Nam châm điện dùng để neo khuôn;
- 3- Khung không gian; 4- Khung tựa; 5- Gối tựa lò xo;
- 6- Trục các đăng; 7- Bộ đồng bộ nhỏ; 8- Bộ đồng bộ lớn.

Trong bảng 15-1 ghi những đặc tính kỹ thuật cơ bản của các bàn rung sản xuất hàng loạt.

Người ta đã sản xuất thử nghiệm bàn rung kiểu cộng hưởng với dao động có hướng nằm ngang. Trong các bàn rung này, công suất của động cơ điện giảm hơn so với bàn rung có hướng dao động thẳng đứng 4 - 5 lần, nếu dùng để tạo hình các cấu kiện dài.

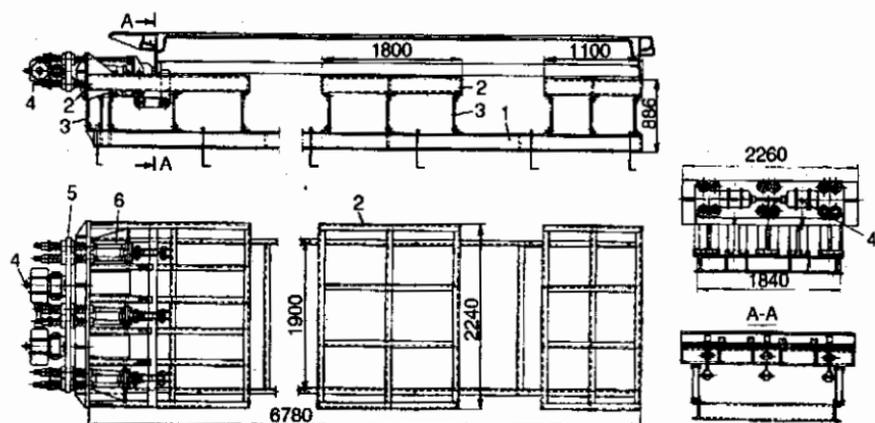
Bảng 15-1. Đặc tính kỹ thuật của các bàn rung

Các chỉ tiêu	Mác của bàn rung				
	CM-865	CM-866	CM-868	6691/CI	C- 817
Kiểu bàn rung Tải trọng, T	2	4	0,8	15	24
Biên độ dao động với tải trọng cực đại, mm	0,6	0,6	0,6	0,35	0,4
Tần số dao động trong một phút	3000	3000	3000	3000	3000
Đặc trưng của dao động Mô men động cực đại, daN.cm	2 × 40	4 × 50	8 × 60	8 × 80	16 × 80
Công suất động cơ điện, kW	10	20	40	80	112
Neo khuôn vào vibrôblốc Kích thước cực đại của cấu kiện được tạo hình, m	3 × 1	3 × 3	6,6 × 3	9 × 3	12 × 3
Kích thước biên của bàn rung	3,9 × 0,7	3,9 × 2,5	7,5 × 2,5	9,7 × 2,8	-----

Bàn rung kiểu dao động cộng hưởng (hình 15-4), cấu tạo từ một số các vibrôblock riêng biệt, đặt trên khung bê qua tấm nhíp (resor) thẳng đứng cao 50 cm, cho phép bàn dao động trong mặt phẳng nằm ngang.

Ở đầu, qua hệ thống lò xo người ta lắp tấm cộng hưởng với hai vibrator đồng bộ kiểu quả lắc. Người ta dùng ba xi lanh thủy lực và các cánh tay đòn để neo chắc khuôn vào bàn rung. Khuôn sau khi đổ đầy bê tông tạo thành hệ thống dao động thống nhất.

Các vibrator được lắp trên bàn rung như thế nào đó để cho bàn và khuôn dao động dọc theo trục của cấu kiện. Có hai hệ thống khối lượng: khối lượng của tấm cùng với nguồn dao động và hệ thống khối lượng dao động của bàn và khuôn cùng với hỗn hợp bê tông.



Hình 15-4. Sơ đồ bàn rung với dao động cộng hưởng

- 1- Khung tựa; 2- Khung của bàn rung; 3- Các tấm resor;
- 4- Máy rung quả lắc với dao động nằm ngang; 5- Trục đồng bộ;
- 6- Xi lanh thủy lực với thiết bị đòn bẩy.

Khối lượng của tấm vật tạo nên chấn động và tổng độ cứng của các lò xo được tính toán như thế nào đó để cho tần số dao động riêng của hệ thống gần với tần số của các dao động cưỡng bức do các vibrator tạo nên. Tần số này là 2800 vòng/phút, còn biên độ dao động nằm ngang của hỗn hợp bê tông khoảng 0,5mm.

Trong khi tạo hình, các cấu kiện mềm bên cạnh các dao động dọc, còn xuất hiện các dao động ngang (dao động có hướng nằm ngang và thẳng đứng), cũng có tác dụng lên chặt hỗn hợp bê tông.

Các máy phân phối và đổ bê tông tự hành. Việc đổ và rải đều hỗn hợp bê tông trong khuôn được tiến hành nhờ các máy phân phối bê tông, các máy này chỉ đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn mà không san đều. Còn các máy đổ bê tông vừa đổ vừa san phẳng hỗn hợp bê tông trong khuôn. Các loại máy đổ bê tông vừa đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn vừa lên chặt thêm các lớp ở trên của cấu kiện trong khi tạo hình trên bàn rung.

Máy phân phối và đổ bê tông gồm khung chịu lực, khung này di chuyển trên đường ray dọc theo vị trí tạo hình. Trên khung này người ta lắp bun ke 1-3m³ và máy cấp liệu đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn. Các máy đổ bê tông được phân chia ra: máy với cấp liệu kiểu máng rung và cấp liệu kiểu băng tải (hình 15-5) và (hình 15-6). Máy thứ nhất dùng đổ khuôn cho các cấu kiện có bề rộng dưới 1,5 - 2 m, máy loại thứ hai dùng khi tạo hình các cấu kiện có bề rộng lớn hơn.

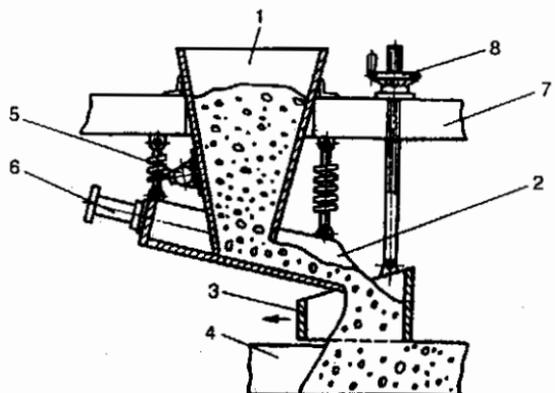
Tốc độ đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn của máy với cấp liệu kiểu máng rung phụ thuộc vào bề rộng của máng, góc nghiêng

của nó với mặt phẳng ngang và cường độ của chấn động, được điều chỉnh bằng cách thay đổi cường độ và điện áp nguồn của cơ cấu rung.

Máy đổ bê tông với băng tải cấp liệu có chiều rộng bằng cả chiều rộng của cấu kiện được tạo hình được dùng phổ biến hơn cả. Tốc độ đổ hỗn hợp và bề dày của nó trong khuôn được xác định bởi tốc độ di chuyển của máy và của băng cấp liệu, người ta lắp thanh gạt trung gian giữ cho áp lực của lớp bê tông trên mặt băng ổn định. Để điều chỉnh bề dày của lớp hỗn hợp ở trong khuôn, người ta dùng tám chấn di động được điều chỉnh bằng cơ cấu vít.

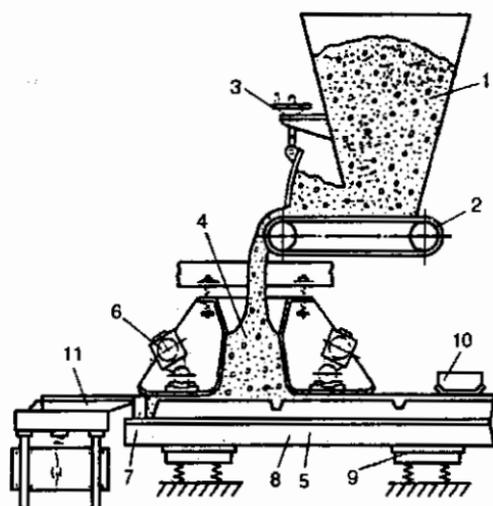
Tốc độ di chuyển của máy đổ bê tông dọc theo vị trí tạo hình khi làm việc thường là 2 - 9 m/phút, còn tốc độ chuyển động của băng cấp liệu là 6 - 9m/phút. Tốc độ giao thông cực đại của máy đổ bê tông (khi di chuyển từ bункe phân phối đến vị trí tạo hình và trở lại) biến động trong khoảng 10 - 15m/ phút.

Máy đặt khuôn tự hành. Máy là một xe tự hành được trang bị khung nâng hai càng kiểu răng lược. Người ta dùng cần cẩu cầu khuôn đã được lắp ghép và lau dầu chuyển đến chỗ máy đặt khuôn và đặt nó lên khung nâng, sau đó máy đặt di chuyển đến chỗ bàn rung để cho càng của khung nâng đi vào khoảng trống giữa các vibrobloc. Nhờ cơ cấu chuyên dụng, khung nâng tự hạ xuống, còn khuôn tự nằm xuống bàn rung. Khi công việc tạo hình khẩn trương, cần cẩu phải làm việc đến giới hạn thì việc sử dụng máy đặt khuôn cho phép giải phóng cần cẩu khỏi một phần công việc, tiết kiệm thời gian làm việc của bàn rung.



Hình 15-5. Máy cấp liệu kiểu máng rung

- 1- Bunke chứa bê tông; 2- Máng rung; 3- Bộ phận gạt bê tông; 4- Khuôn; 5- Mô tơ rung ở bunke; 6- Bộ phận rung trên máng; 7- Khung treo máy rung; 8- Cơ cấu điều chỉnh bộ phận rải bê tông.



Hình 15-6. Sơ đồ của máy cấp liệu băng tải

- 1- Bunke chứa hỗn hợp bê tông; 2- Cấp liệu băng tải; 3- Thanh gạt; 4- Van chắn; 5- Vít đều chỉnh; 6- Thành khuôn; 7- Khuôn.

2. TẠO HÌNH CÁC CẤU KIỆN

Dưới đây mô tả quá trình làm việc của thiết bị tạo hình cơ giới hoá 6691. Bộ thiết bị của máy tạo hình nâng gồm có bàn rung 6691/CI, đặc tính kỹ thuật của nó được ghi trong bảng 2, máy đổ bê tông tự hành có ba bunke (một ở trước, rộng hơn, có dung tích $2m^3$ để tạo hình kết cấu dạng tấm có bề dày đến 0,6m và hai cái hẹp hơn dung tích $3m^3$, được dùng khi tạo hình cấu kiện dài 6 - 9m). Máy này được trang bị thêm bộ phận rung. Công việc tạo hình các tấm lớn được tiến hành tự động, còn các kết cấu dài thì điều khiển từ xa.

Thiết bị tạo hình toàn bộ này còn được trang bị máy đặt khuôn, máy này tự động vận chuyển và đặt khuôn lên bàn rung.

Máy đổ bê tông có nhiệm vụ đổ, rải đều và một phần lèn chặt hỗn hợp bê tông trong khuôn, sau đó là nhấn bề mặt trên của cấu kiện. Việc san phẳng và lèn chặt được tiến hành nhờ thiết bị rung. Thời gian của chu trình tạo hình trên bộ thiết bị tạo hình này mất không quá 12 phút (khi tạo hình panel rộng).

Khi tạo hình các cấu kiện từ các hỗn hợp bê tông nhẹ và cứng nên sử dụng phương pháp lèn chặt kết hợp : chấn động toàn khối trên bàn rung và chấn động bề mặt nhờ các tấm gia trọng rung. Tấm gia trọng rung là một khung cứng có bề mặt làm việc bằng tấm kim loại phẳng, đặt vừa khít lên bề mặt hở của cấu kiện sẽ được tạo hình. Tấm gia trọng rung phải được tự do lún xuống bê tông theo mức độ lèn chặt của bê tông trong khuôn mà không bị các thành khuôn cản trở.

Các thao tác công nghệ đổ khuôn, hạ và nâng tấm gia trọng rung hoàn toàn được cơ giới hoá, được tiến hành từ trạm điều khiển hay tự động hoá theo chương trình.

Việc sử dụng tấm gia trọng rung đảm bảo lèn chặt tốt và đồng đều theo toàn bộ tiết diện của cấu kiện trên chiều cao dưới 40cm, nhờ đó mà lớp bê tông trên bề mặt cấu kiện không bị rơi vãi.

Tạo hình các tấm panel nhiều lớp. Các tấm panel tường ngoài nhiều lớp, như ta đã biết, gồm hai lớp bê tông hạt nhỏ mỏng chịu lực và một lớp vật liệu cách nhiệt nằm ở giữa. Panel có lưới cốt thép mảnh và để cho lớp cách nhiệt khỏi bị ẩm còn có các tấm đệm cách nước. Trên bề mặt tiết diện panel còn có lớp trang trí.

Quy trình tạo hình các tấm panel tường ngoài ba lớp gồm thao tác công nghệ sau đây:

Sau khi làm sạch khuôn, đặt các khung cửa sổ hay các hộp gỗ và đổ lớp vữa trang trí ở đáy khuôn hay đặt lớp ốp (tạo hình úp), người ta đặt lưới cốt thép và đổ lớp bê tông chịu lực dưới và lèn chặt bằng chấn động.

Tiếp theo sau đó người ta đặt lớp vật liệu cách nhiệt bằng bông khoáng, thủy tinh bọt, bê tông tổ ong v.v... và các lớp chống ẩm. Sau đó người ta đặt lưới cốt thép và đổ lớp bê tông chịu lực thứ hai.

Để rút ngắn quá trình tạo hình các tấm panel nhiều lớp, trên tuyến tạo hình người ta bố trí hai vị trí tạo hình, vị trí thứ nhất cho lớp dưới, còn vị trí thứ hai cho lớp trên.

3. CÁC BIỆN PHÁP NGĂN NGỪA TÁC ĐỘNG CÓ HẠI CỦA CHẤN ĐỘNG

Tác động thường xuyên của chấn động lên cơ thể con người thường gây nên bệnh nghề nghiệp gọi là bệnh chấn động, làm tổn hại đến hệ thống thần kinh trung ương và các tuyến nội tiết,

nguồn gây bệnh chấn động không những chỉ có các bàn rung mà tất cả các trang bị dùng để lên chặt bê tông dưới tác dụng của chấn động. Đặc biệt nguy hại là toàn cơ thể chịu tác động của chấn động. Tác hại của chấn động còn mạnh thêm nếu kèm theo nó tiếng ồn, xuất hiện khi các thiết bị rung làm việc, độ ồn này càng mạnh khi cường độ chấn động càng cao. Theo tiêu chuẩn kỹ thuật vệ sinh, các chỉ số cho phép giới hạn của các biên độ dao động ở những nơi làm việc khi chấn động tác dụng toàn bộ là 0,003 - 0,007mm, còn khi tác dụng cục bộ là 0,03 - 0,15mm.

Đối với các xí nghiệp và nhà máy sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép, người ta đã lập ra và thực hiện các biện pháp, kỹ thuật để ngăn không cho chấn động ở nơi làm việc của công nhân vượt quá giới hạn cho phép.

Hiện nay ở nhiều nơi người ta đã thực hiện việc điều khiển từ xa. Nếu như điều kiện đó không thể thực hiện được thì người ta phải thiết kế các vị trí tạo hình thế nào đó, để công nhân khi tiếp xúc với các thiết bị gây chấn động, phải được đứng trên các diện tích và các sàn công tác được cách ly chấn động tốt.

Để làm giảm ồn, người ta tiến hành cách ly các máy gây chấn động với các chi tiết còn lại của thiết bị và kết cấu công trình nhà xưởng, thường xuyên thay thế các chi tiết của thiết bị đã mòn, bị rơ, thay đổi đúng lúc các ổ bi, neo kẹp chắc chắn khuôn cùng với hỗn hợp bê tông vào bàn rung và tương tự.

Công nhân điều khiển các máy tạo hình chấn động và làm việc tại những nơi có tác dụng của chấn động phải được khám sức khoẻ định kỳ và được điều trị theo đúng yêu cầu quy định ngăn ngừa bệnh nghề nghiệp.

Chương 16

GIA CÔNG NHIỆT BÊ TÔNG

1. CÁC LOẠI GIA CÔNG NHIỆT BÊ TÔNG

Quá trình cứng rắn của bê tông rất dài vượt quá tất cả thời gian của các thao tác công nghệ chế tạo cấu kiện. Gia công nhiệt cho phép rút ngắn quá trình cứng rắn của bê tông đi rất nhiều, là điều kiện cần thiết của việc chế tạo các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép trong nhà máy, đưa gia công nhiệt vào quá trình công nghệ chế tạo các cấu kiện cho ta khả năng tăng nhanh vòng quay của khuôn, nâng cao hệ số sử dụng thiết bị, giảm diện tích sản xuất và rút ngắn thời gian của chu trình sản xuất.

Trong nhà máy người ta sử dụng các loại gia công nhiệt sau:

- Dưỡng hộ trong các bể dưới áp suất thường và nhiệt độ của môi trường từ $60 - 100^{\circ}\text{C}$ bằng hơi nước bão hoà hay hỗn hợp không khí và hơi nước.

- Gia công nhiệt trong các áptôcláp, trong môi trường của hơi nước bão hoà áp suất cao; thường là $9 - 10\text{atm}$ và với nhiệt độ tương ứng từ $174,5 - 191^{\circ}\text{C}$.

- Đốt nóng bê tông trong các khuôn kín bằng cách truyền nhiệt tiếp xúc từ các nguồn nhiệt khác nhau qua các bề mặt bao che của khuôn.

- Đốt nóng bằng điện bằng cách cho dòng điện chạy trực tiếp qua bê tông.

- Đốt nóng bê tông từ phía bề mặt để hở của cấu kiện trong khuôn nhờ các nguồn nhiệt khác nhau, chủ yếu là các dụng cụ đốt nóng bằng điện.

- Đốt nóng bê tông bằng các dòng điện cảm ứng trong điện từ trường.

Phương pháp đốt nóng trước hỗn hợp bê tông bằng hơi nước hay bằng dòng điện trước khi đổ nó vào khuôn, sau đó tĩnh định các cấu kiện vừa tạo hình xong trong thời gian một vài giờ trong điều kiện cách nhiệt cũng là một loại gia công nhiệt. Cũng có thể kết hợp đốt nóng trước hỗn hợp bê tông với gia công nhiệt ngắn bê tông trong cấu kiện.

Mặc dù thời gian cứng rắn của bê tông trong cấu kiện khi sử dụng các phương pháp gia công nhiệt nói trên được rút ngắn đi rất nhiều so với thời gian bê tông cứng rắn trong điều kiện thường, nhưng nó vẫn còn vượt quá thời gian của tất cả các thao tác công nghệ khác rất nhiều lần. Để rút ngắn hơn nữa quá trình sản xuất, trước hết phải rút ngắn thời gian gia công nhiệt, kết hợp với các phương tiện tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông, như: sử dụng xi măng cứng rắn nhanh mác cao, hoạt tính hoá xi măng, dùng hỗn hợp bê tông khô vừa và khô, cũng như dùng phụ gia tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông. Kết hợp các phương pháp đó với các phương pháp gia công nhiệt có thể rút ngắn quá trình cứng rắn của bê tông xuống còn từ 6 - 8 giờ.

Thông thường, gia công nhiệt được tiến hành cho đến khi bê tông đạt được 70% cường độ thiết kế. Với cường độ đó có thể tiến hành tháo khuôn các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép

ứng suất trước và truyền lực căng của cốt thép từ các trụ căng hay từ bộ lên bê tông đã cứng rắn, cũng như vận chuyển các cấu kiện từ nhà máy ra công trường xây dựng và tiến hành lắp ghép chúng với tính toán phù hợp để đến khi chất tải hoàn toàn thì cường độ của bê tông đạt được cường độ thiết kế.

Trong nhiều trường hợp gia công nhiệt chỉ tiến hành đến khi bê tông đạt được cường độ tháo khuôn, với cường độ đó có thể lấy các cấu kiện ra khỏi mâm khuôn, ra khỏi casét v.v... để giải phóng nhanh khuôn và thiết bị tạo hình, mà trên các thiết bị đó không những chỉ tạo hình, mà còn tiến hành quá trình cứng rắn của cấu kiện.

Hiệu quả gia công nhiệt được đánh giá theo hai chỉ số: theo cường độ của bê tông đạt được ở cuối thời kỳ gia công nhiệt, tính bằng phần trăm so với cường độ của nó tuổi 28 ngày cứng rắn trong điều kiện thường, là chỉ số tốc độ cứng rắn, theo cường độ so sánh ở tuổi 28 ngày của bê tông đã được gia công nhiệt và sau đó lại tiếp tục cứng rắn trong điều kiện thường và của chính bê tông không qua gia công nhiệt, là chỉ số tương đối của bê tông sau khi gia công nhiệt.

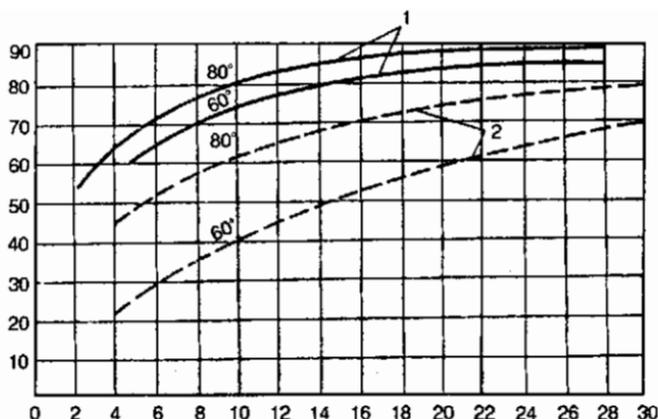
Như đã biết, gia công nhiệt làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông được chế tạo từ xi măng hoạt tính thấp hơn là bê tông được chế tạo từ xi măng có hoạt tính cao. Nhưng trong sản xuất ở các nhà máy để có được bê tông với cường độ tuyệt đối cao trong thời gian gia công nhiệt ngắn, thì nên sử dụng xi măng mác cao, kể cả xi măng cứng rắn nhanh. Đó chính là những suy nghĩ cần phải chú ý đến khi lựa chọn xi măng để sản xuất bê tông trong trường hợp có gia công nhiệt (trừ trường hợp gia công nhiệt trong áptôcláp). Xuất phát từ đó, xi măng dùng để sản xuất các cấu kiện bê tông trong nhà máy có gia công nhiệt xi măng

poóc - lăng mác cao với hàm lượng phụ gia khoáng hoạt tính dưới 10% và lượng nước tiêu chuẩn của hồ xi măng không quá 27%, cũng như xi măng poóc - lăng xi cứng rắn nhanh, chứa không quá 30% xi hoạt tính. Theo thành phần khoáng, xi măng được dùng nhiều nhất phải là xi măng có hàm lượng C_3S trong khoảng 50 - 60% và C_3A dưới 8 - 10%.

Ngoài sự phụ thuộc vào loại xi măng, hiệu quả gia công nhiệt còn được nâng cao theo mọi chỉ tiêu khi sử dụng bê tông với hàm lượng nước ban đầu thấp và trị số thấp của tỷ lệ nước xi măng. Sử dụng hỗn hợp bê tông khô rất có hiệu quả đối với việc rút ngắn thời gian gia công nhiệt.

Khi gia công nhiệt bê tông nước và đốt nóng bằng điện dùng dưới 1% phụ gia canxi clorua làm tăng hiệu quả của gia công nhiệt lên rất nhiều (hình 16 - 1). Dùng nhiều phụ gia đối với bê tông xi măng poóc - lăng mác cao và cứng rắn nhanh có thể gây nên ăn mòn cốt thép. Khi dùng phụ gia thì bê tông phải có độ đặc cao và có lớp bảo vệ tốt, và dày trên 15mm. Nên cho thêm nitorit natri ($NaNO_2$) với hàm lượng không quá 0,6% cho 1 % $CaCl_2$. Dùng phụ gia clorua rất có lợi đối với bê tông xi măng poóc - lăng xi và puzzolan, xi măng poóc - lăng mác thấp và gia công nhiệt ở điều kiện nhiệt độ $60^{\circ}C$ và thấp hơn.

Phụ gia $CaCl_2$ có ảnh hưởng lớn đối với bê tông chế tạo từ các hỗn hợp bê tông khô khi gia công nhiệt trong thời gian ngắn và đối với bê tông chế tạo từ các hỗn hợp bê tông dẻo khi gia công nhiệt trong thời gian dài. Khi tỷ diện tích bề mặt của xi măng trên $4000\text{ cm}^2/\text{g}$ thì ảnh hưởng của $CaCl_2$ giảm đi. Trị số tối ưu của phụ gia $CaCl_2$ trong bê tông xi măng poóc-lăng là 0,5 - 0,6%, còn trong bê tông xi măng poóc-lăng xi là 1%.



Hình 16-1. Biểu đồ tăng cường độ tương đối của bê tông xi măng poóc-lăng xỉ mác PC30 - PC40 khi đốt nóng bằng điện.

1- $t = 80^{\circ}\text{C}$ có 1% phụ gia NaCl hay 1% CaCl_2 ; 2- $t = 80^{\circ}\text{C}$ không có phụ gia; 3- $t = 60^{\circ}\text{C}$ có 1% phụ gia NaCl hay 1% CaCl_2 ; 4- $t = 60^{\circ}\text{C}$ không có phụ gia.

Sử dụng các biện pháp nói trên cho phép ta nâng số vòng quay của khuôn và thiết bị tạo hình khi gia công nhiệt nên đến 1,5 - 2 lần và đôi khi còn hơn nữa.

Bên cạnh hiệu quả tốt làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông, gia công nhiệt cũng có ảnh hưởng xấu đối với một vài tính chất của bê tông, đặc biệt là khi chế độ gia công nhiệt thay đổi đột ngột.

Về cơ bản những ảnh hưởng xấu ấy là sự phá vỡ cấu trúc của bê tông trong quá trình gia công nhiệt, đặc biệt là khi chế độ gia công nhiệt không thuận lợi. Một trong những nguyên nhân làm tổn hại đến cấu trúc của bê tông khi gia công nhiệt là sự giãn nở dư vì nhiệt, xuất hiện do hơi nước và không khí trong các lỗ rỗng của bê tông mới tạo hình giãn nở quá lớn và mất khả năng trở về

trạng thái ban đầu khi bê tông đã cứng rắn. Trị số của các biến dạng dư ấy có thể đạt tới 1- 2mm/m. Nguyên nhân của sự phá vỡ cấu trúc của bê tông còn do sự phát triển nhanh của nội áp lực khi nhiệt độ tăng trong lớp bê tông còn yếu do sự giãn nở nhiệt của hơi nước và không khí và của các thành phần rắn khác. Sự chênh lệch nhiệt độ trong bê tông theo tiết diện của cấu kiện trong thời kỳ nâng nhiệt và hạ nhiệt cũng là nguyên nhân làm cho cấu trúc của nó bị phá hoại. Sự biến dạng không đồng đều theo tiết diện của cấu kiện là nguyên nhân làm xuất hiện nội ứng suất, đôi khi nó đạt đến trị số đủ lớn để làm xuất hiện các vết nứt ở những chỗ xung yếu nhất của bê tông đang được gia công nhiệt. Cấu kiện càng lớn, càng dày và bê tông trước lúc xuất hiện ứng suất chưa đủ cường độ, thì các ứng suất này càng lớn và càng nguy hiểm. Sự giãn nở này của không khí và hơi nước đặc biệt có hại đối với bê tông vừa tạo hình xong và khi đốt nóng các cấu kiện không có khuôn hay có bề mặt hở lớn. Sự nâng nhanh áp lực còn làm tăng độ rỗng xốp các lớp bề mặt của cấu kiện mới được tạo hình. Tốc độ nâng và hạ nhiệt càng lớn, thì sự phá vỡ cấu trúc của bê tông càng lớn.

Do bê tông có tính dẫn nhiệt nên nó làm cho thành phần hơi nước trong bê tông có sự dịch chuyển. Ở đầu thời kỳ nâng nhiệt hơi nước từ các lớp ngoài nóng hơn đi sâu vào các lớp bên trong nguội hơn. Ở suốt thời kỳ làm nguội, do các lớp bề mặt nguội nhanh hơn. Tất cả điều đó đều dẫn đến sự phá vỡ cấu trúc của bê tông, nghĩa là làm tăng độ rỗng xốp của bê tông, tạo nên các lỗ rỗng mao quản thông nhau và làm giảm tính chống thấm, chống băng giá của bê tông v.v...

Nội ứng suất trong bê tông cũng còn xuất hiện do sự phân bố độ ẩm không đồng đều theo tiết diện của cấu kiện. Sự không

đồng đều đó tạo nên gradien độ ẩm với nhiều hướng khác nhau trong thời kỳ nung và hạ nhiệt. Người ta đã xác định được rằng, khả năng thoát hơi nước của bê tông tăng lên đặc biệt là khi đốt nóng bê tông từ bên trong.

Sau khi gia công nhiệt các cấu kiện, đặc biệt là khi chế độ gia công nhiệt và có biến động lớn, người ta thấy rằng cường độ của bê tông ở tuổi 28 ngày và lâu hơn thấp hơn so với cường độ của bê tông cùng loại khi cứng rắn ở điều kiện thường từ 15 - 20% và hơn nữa. Độ chống thấm của bê tông sau khi gia công nhiệt cũng giảm đi đáng kể so với bê tông cứng rắn ở điều kiện thường.

Những điều nói trên chỉ đúng đối với bê tông ximăng poóc - lăng và đặc biệt đối với bê tông ximăng poóc - lăng mác cao và cứng rắn nhanh. Khi dùng ximăng poóc - lăng xỉ, puzzolan cũng như ximăng với độ hoạt tính thấp thì cường độ của bê tông được gia công nhiệt bao giờ cũng cao hơn cường độ của bê tông dưỡng hộ trong điều kiện thường, điều đó được giải thích bởi sự hoạt tính hoá của quá trình cứng rắn ximăng. Nhưng nói chung bê tông được gia công nhiệt thì tính chất của nó được cải thiện hơn, sự cải thiện ấy bù đắp lại tất cả những khuyết tật có thể có do nó gây nên.

Kết quả cuối cùng của gia công nhiệt phụ thuộc vào sự lựa chọn vật liệu ban đầu, cấp phối của bê tông và vào chế độ gia công nhiệt đã chọn. Mặc dù nhiệm vụ chính của gia công nhiệt là đạt được cường độ cao của bê tông trong thời gian ngắn, nhưng phải chọn thời gian và chế độ gia công nhiệt một cách hợp lý để cho sự giảm các tính chất cơ lý của bê tông khi gia công nhiệt là nhỏ nhất.

2. CƯỜNG ĐỘ XUẤT XƯƠNG CỦA BÊ TÔNG

Do tốc độ xây dựng ngày càng lớn, cho nên các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép có thể phải nhanh chóng chịu đựng toàn bộ tải trọng tính toán. Ngoài ra, thực tế xây dựng cho thấy rằng các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép thường phải chịu các tải trọng lắp ráp lớn gần bằng tải trọng tính toán. Cho nên chỉ được phép xuất xương các cấu kiện cho người tiêu dùng khi bê tông đạt được cường độ như đã quy định trong quy phạm nhà nước hay trong các yêu cầu kỹ thuật đối với từng loại cấu kiện, còn khi các quy định ấy không có thì cường độ của bê tông phải đạt được cường độ quy định trong các bản vẽ thi công hay yêu cầu kỹ thuật đối với các cấu kiện ấy và đã được thoả thuận giữa người chế tạo, tiêu dùng và cơ quan thiết kế. Căn cứ vào công dụng của cấu kiện, thời gian trong năm, điều kiện và thời hạn lắp ghép và chất tải.

Cường độ xuất xương của bê tông quy định không được thấp hơn: đối với bê tông nặng mác khác nhau và bê tông nhẹ mác 100 (daN/cm^2) và hơn nữa là 70% đối với bê tông nhẹ mác dưới 100 (daN/cm^2) là 80% và bê tông gia công nhiệt trong áp tô cláp là 100% của cường độ thiết kế.

Các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép, mà khả năng chịu lực của chúng được xác định bởi cường độ của bê tông thì cường độ xuất xương của chúng phải bằng cường độ thiết kế. Theo nguyên tắc, trong các cấu kiện chịu nén, thí dụ như cọc, móng, cột (đặc biệt trong các cấu kiện chịu nén lệch tâm), cột các loại, vòm v.v... cũng như trong một số loại kết cấu chịu uốn với vùng nén nhỏ (như các loại tấm, dầm và panel sàn) phải được sử dụng toàn bộ cường độ của bê tông.

Các cấu kiện bê tông cốt thép, mà khả năng chịu lực của chúng được xác định bằng giới hạn chảy của cốt thép, có thể xuất xưởng với cường độ bằng 70% cường độ thiết kế. Những kết cấu ấy có vùng chịu nén lớn, tấm mái, lanh tô, dầm và panel sàn với tấm ở vùng chịu nén v.v...

Khi xuất xưởng với cường độ của bê tông thấp hơn cường độ thiết kế, người chế tạo phải đảm bảo rằng, nó sẽ đạt được cường độ thiết kế sau 28 ngày kể từ khi chế tạo. Cường độ của bê tông phải được xác định bằng cách thí nghiệm các mẫu, được cứng rắn trong những điều kiện giống như điều kiện cứng rắn của cấu kiện.

3. GIA CÔNG NHIỆT ẨM BÊ TÔNG DƯỚI ÁP SUẤT THƯỜNG

Gia công nhiệt ẩm bê tông dưới áp suất thường là phương pháp gia công nhiệt của cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép là phổ biến hơn cả. Trong phương pháp này các cấu kiện được để trong các bể có môi trường của hơi nước bão hòa hay hỗn hợp hơi nước - không khí cho đến khi bê tông đạt được cường độ nhất định. Trong các bể dưỡng hộ không những chỉ tạo nên điều kiện nhiệt độ thuận lợi cho sự tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông (trong khoảng 60 - 100⁰C) mà còn tạo nên độ ẩm tối ưu, để đảm bảo độ ẩm cần thiết trong bê tông để cho xi măng được thủy hóa tốt.

Hiệu quả của gia công nhiệt ẩm trong các bể dưới áp suất thường, cũng như các loại gia công nhiệt khác, được xác định bởi sự lựa chọn đúng đắn chế độ gia công hợp lý phù hợp với cấp phối đã chọn của bê tông, với tính chất của các vật liệu thành phần và đặc biệt là của xi măng, với kích thước và hình dạng cấu kiện, cường độ ban đầu của bê tông trước khi gia công nhiệt v.v...

Các thông số cơ bản của chế độ gia công nhiệt ẩm dưới áp suất thường là nhiệt độ cực đại của môi trường, dưới nhiệt độ ấy tiến hành quá trình đốt nóng bằng nhiệt và thời gian kéo dài nhiệt độ đó, thời gian và tốc độ nâng và hạ nhiệt, độ ẩm cứng rắn của bê tông, cũng như thời gian tĩnh định trước các cấu kiện vừa mới tạo hình xong cho đến khi bắt đầu gia công nhiệt.

Thời kỳ nâng nhiệt là thời kỳ quan trọng nhất của quá trình gia công nhiệt, bởi vì mọi sự phá vỡ cấu trúc có thể của bê tông xảy ra trong giai đoạn này. Trị số và tính chất của sự phá hoại cấu trúc đó phụ thuộc vào cường độ mà bê tông đạt được khi bắt đầu gia nhiệt, tốc độ nâng nhiệt của môi trường trong bể và hàng loạt các yếu tố khác, có khả năng hạn chế hay thúc đẩy sự phát triển của quá trình phá vỡ cấu trúc.

Tĩnh định các cấu kiện vừa mới tạo hình xong trước khi gia công nhiệt có mục đích đảm bảo cho bê tông có cường độ ban đầu tối thiểu cần thiết, để cho bê tông có thể chịu đựng được tác dụng của nhiệt độ mà cấu trúc của nó không bị phá hoại. Thời gian tĩnh định tối ưu phụ thuộc vào loại và mác của xi măng, tỷ lệ N/X, nhiệt độ của môi trường và các phụ gia tăng nhanh quá trình cứng rắn. Thời gian tĩnh định đó ở nhiệt độ thường đối với bê tông chế tạo từ hỗn hợp bê tông dẻo và ít dẻo trong khoảng 3 - giờ, từ các hỗn hợp bê tông khô không dưới 2 - 3 giờ, còn từ các hỗn hợp bê tông đặc biệt khô không dưới 1 - 2 giờ.

Khi tăng cường độ đến cường độ tới hạn của bê tông trước khi gia công nhiệt có thể tăng tốc độ đốt nóng của nó. Như vậy là tốn thời gian để tĩnh định bê tông nhưng lại rút ngắn thời gian đốt nóng nó. Đối với các cấu kiện lớn, mỏng (các tấm panel sàn nhiều lỗ rỗng, nhiều gờ, dầm mái v.v...) tốc độ tăng nhiệt cho phép không vượt quá 25°C trong 1 giờ. Đối với các cấu kiện chế

tạo từ hỗn hợp bê tông khô với N/X dưới 0,4 - 0,5 tốc độ nâng nhiệt có thể đạt đến 30 - 35°C trong 1 giờ

Khi gia công nhiệt các cấu kiện để hờ trên các mâm khuôn và không tñnh định trước thì phải sử dụng chế độ tăng nhiệt theo bậc: nâng nhiệt độ lên đến 35°C - 40°C trong 1,5 giờ, giữ cấu kiện ở nhiệt độ ấy trong thời gian 1 - 2 giờ, sau đó tăng nhiệt độ lên đến nhiệt độ cực đại trong 1 giờ và giữ ở nhiệt độ đó trong một thời gian dài. Có thể dùng chế độ nâng nhiệt tăng tiến trong giờ đầu tăng lên 10°C, trong thời gian giờ thứ 2 tăng lên 15 - 20°C, và tiếp theo tăng lên 20 - 30°C và tương tự cho đến nhiệt độ cực đại.

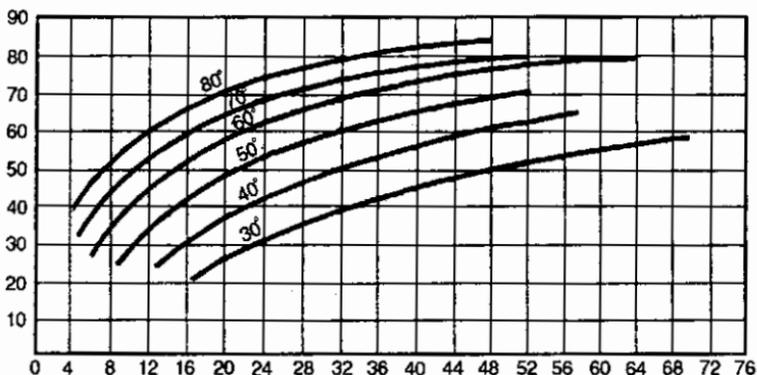
Nhiệt độ hằng nhiệt tối ưu đối với bê tông ximăng poóc - lãng thường là 80°C - 85°C, còn đối với bê tông ximăng poóc - lãng xỉ và puzzolan có thể là 90°C - 95°C. Bê tông ximăng ít aluminát và trung bình, sau khi gia công nhiệt ở nhiệt độ 80°C trước tuổi 28 ngày đã đạt được cường độ mác. Còn dưỡng hộ ở nhiệt độ gần 100°C, cường độ của nó thấp hơn cường độ mác 10 - 15%. Gia công nhiệt ở nhiệt độ thấp (gần 60°C) thì phải kéo dài thời gian gia công nhiệt, đặc biệt đối với bê tông ximăng poóc-lãng puzzolan và xỉ. Sự chênh lệch nhiệt độ tối ưu không được quá 63°C.

Hằng nhiệt phải được thực hiện với độ ẩm tương đối của môi trường từ 97 - 100% (để tạo nên sự cân bằng độ ẩm giữa bê tông và môi trường xung quanh).

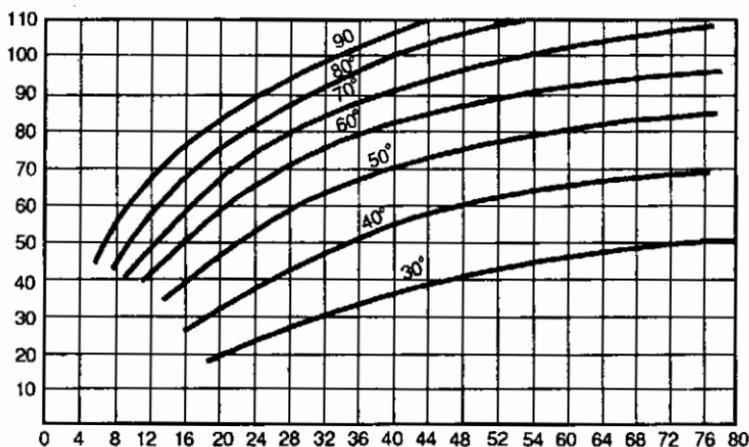
Thời gian đốt nóng và hằng nhiệt các cấu kiện từ các hỗn hợp bê tông ít dẻo (SN = 1 - 3cm) có thể xác định theo đồ thị trên hình 16 - 2, 16 - 3 và 16 - 4.

Tốc độ hạ nhiệt sau thời kỳ đốt nóng và hằng nhiệt không được vượt quá 35°C trong 1 giờ đối với các cấu kiện mỏng, 30°C trong 1 giờ đối với các cấu kiện khác. Chỉ có thể lấy cấu kiện ra khỏi bể khi sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt của bê tông và môi trường xung quanh không quá 40°C.

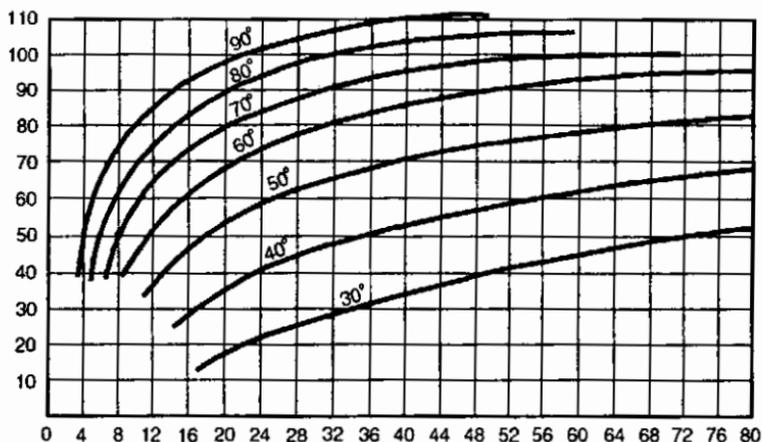
Bê tông xi măng poóc - lãng trong quá trình gia công nhiệt ẩm dưới áp suất thường, thường đạt không quá 70% cường độ, cường độ này ở tuổi 1 tháng đạt gần 85% và ở tuổi 3 tháng mới đạt 100% cường độ mác.



Hình 16-2. Đồ thị sự phụ thuộc giữa cường độ tương đối của bê tông xi măng poóc - lãng với nhiệt độ và thời gian đốt nóng.

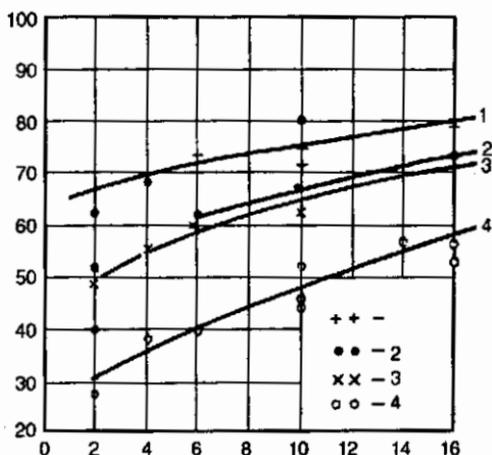


Hình 16-3. Đồ thị sự phụ thuộc giữa cường độ tương đối của bê tông xi măng poóc - lãng xi với nhiệt độ và thời gian đốt nóng.



Hình 16-4. Đồ thị sự phụ thuộc giữa cường độ tương đối của bê tông ximăng poóc - lãng puzzolan với nhiệt độ và thời gian đốt nóng.

Bê tông ximăng puzzolan phát triển cường độ nhanh trong 10 - 12 giờ đầu, sau 20 giờ đốt nóng sự phát triển cường độ của nó giảm đi rõ rệt, thường dừng lại và không vượt quá 100 - 110% cường độ mác. Bê tông ximăng poóc-lãng xỉ trong quá trình đốt nóng lâu dài có thể có cường độ 120-130% sau đó tiếp tục phát triển cường độ ở điều kiện thường đạt đến 150-170% cường độ mác.



Hình 16-5.
Biểu đồ cường độ tương đối của bê tông
1. Hỗn hợp bê tông cứng;
2. Hỗn hợp bê tông lưu động khi đốt nóng bằng hơi nước.

Bê tông mác cao chế tạo từ các hỗn hợp bê tông khô (với tỷ lệ $N/X = 0,4$) hiệu quả hơn là bê tông chế tạo từ các hỗn hợp ít dẻo (hình 16 - 5) khi đó phải tính tỷ lệ N/X một cách hợp lý để có được hỗn hợp bê tông với độ khô cực đại và lèn chặt tốt bằng các thiết bị tạo hình sẵn có.

Chế độ gia công nhiệt ẩm các cấu kiện chế tạo bằng hỗn hợp bê tông khô được xác định bằng con đường thực nghiệm và có tính đến các đặc tính của xi măng sử dụng, cường độ yêu cầu của bê tông, loại và công nghệ chế tạo các cấu kiện.

Đối với các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước phải dùng chế độ đốt nóng theo bậc, cho phép làm giảm tổn thất ứng suất trong cốt thép do chênh lệch nhiệt độ, tránh các vết nứt ngang trong bê tông khi làm nguội nó và làm giảm phần nào độ cứng của kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước.

Đốt nóng theo hai bậc, cũng như nâng nhiệt chậm khi đốt nóng theo một giai đoạn làm tăng khả năng chống nứt của kết cấu ứng suất trước khi chịu lực so với đốt nóng trong các chế độ nâng nhiệt khác. Khi truyền ứng suất của cốt thép lên bê tông nóng (ngay sau khi dưỡng hộ) cường độ của nó thấp hơn cường độ của chính bê tông đó khi nguội từ 5 - 10%.

Bê tông với yêu cầu chống thấm cao phải được gia công nhiệt ẩm với chế độ "dịu" và được tính định trước, tốc độ nâng nhiệt 10 - 15°C trong 1 giờ và nhiệt độ hằng nhiệt không quá 80°C và hạ nhiệt chậm. Khi gia công nhiệt bê tông với độ vữa cường độ cao thì tốc độ hạ nhiệt không được quá 15°C trong 1 giờ.

Khi gia công nhiệt các ống dẫn nước (đặc biệt là ống cao áp) và các đài nước chế độ gia công nhiệt bê tông có ảnh hưởng rất

lớn đối với độ chống thấm của chúng. Chế độ ấy phải "địu" với tốc độ nâng nhiệt trong thời gian đầu (5 - 10°C trong 1 giờ) hay nâng nhiệt theo bậc (với thời gian nâng nhiệt từ 2 - 3 giờ nhiệt độ 35 - 45°C và sau đó nâng bình thường đến 75 - 80°C). Các ống bê tông vừa tạo hình xong không được tháo khuôn ngay và gia công nhiệt ngay với thành hồ, bởi vì trong chúng sẽ xuất hiện hơi nước tạo thành các lỗ rỗng có hướng và tăng độ thấm nước của bê tông.

Một trong những biện pháp làm tăng số vòng quay của khuôn có thể được dùng là phương pháp dưỡng hồ theo hai giai đoạn. Các cấu kiện không ứng suất có thể cho bê tông cứng rắn nhanh và tháo khuôn sau khi bê tông đã đạt được cường độ nhất định. Thí dụ như: khi sản xuất theo phương pháp dây chuyền tổ hợp, cường độ tháo khuôn là 100 daN/cm², cường độ xuất xưởng là 140 daN/cm². Đối với các cấu kiện sản xuất theo phương pháp casét cường độ tháo khuôn từ 60 - 70 daN/cm². Sau khi tháo khuôn, người ta lại tiếp tục dưỡng hồ bê tông ngoài khuôn đến khi đạt cường độ quy định, do đó làm tăng số vòng quay của khuôn. Gia công nhiệt theo hai giai đoạn đặc biệt có lợi khi sản xuất các cấu kiện theo phương pháp casét, bởi vì nó cho phép tăng số chu kỳ tạo hình của thiết bị casét.

Nhưng lợi ích thực sự của việc giảm tải thiết bị (giảm khối lượng kim loại và giá thành của thiết bị) phải được hạch toán kinh tế kỹ thuật để chứng tỏ sự tăng số vòng quay của chúng sẽ bù lại chi phí xây thêm bể dưỡng hồ, tổn thất nhiệt khi tháo khuôn, vận chuyển trong xưởng và trong bể dưỡng hồ thêm, cũng như tăng số thao tác của cần cẩu khi vận chuyển các cấu kiện.

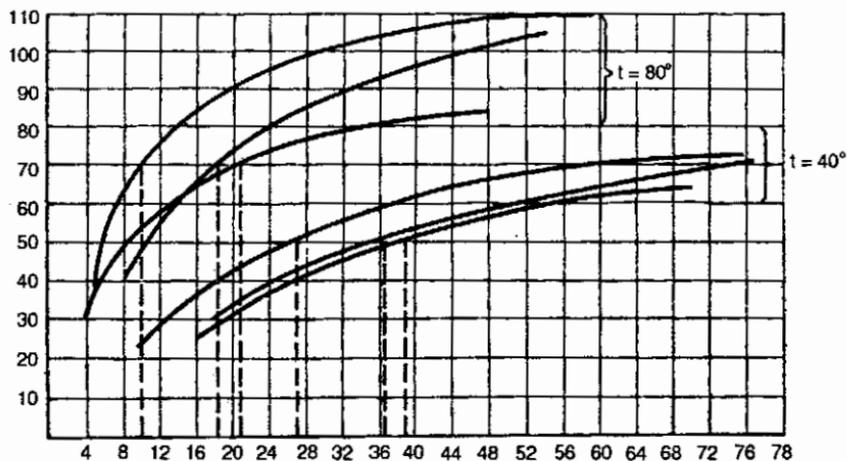
Biện pháp khác để rút ngắn thời gian gia công nhiệt, cũng như lượng ximăng là tái chấn động (trong thời gian từ 4 - 5 phút với khoảng cách 1gì) trong quá trình tĩnh định các cấu kiện bê tông vừa mới tạo hình, cũng như trong quá trình gia công nhiệt trong các khuôn nhiệt.

4. ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI, THÀNH PHẦN KHOÁNG CỦA XIMĂNG VÀ CÁC YẾU TỐ KHÁC ĐỐI VỚI HIỆU QUẢ GIA CÔNG NHIỆT

Hiệu quả gia công nhiệt của bê tông phụ thuộc vào loại ximăng dùng để chế tạo nó. Ximăng cho hiệu quả gia công nhiệt cao là ximăng đảm bảo cho bê tông có được cường độ lớn nhất trong thời gian nhất định với lượng dùng ximăng tối thiểu.

Gia công nhiệt làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông chế tạo từ ximăng hỗn hợp và ít hoạt tính, các loại bê tông này khi gia công nhiệt có cường độ tương đối (tính theo % của R_{28}) lớn hơn cường độ của bê tông ximăng poóc - lăng (hình 16 - 6). Nhưng khi sản xuất các cấu kiện trong nhà máy để có được cường độ của bê tông lớn nhất trong những thời hạn ngắn hơn thì nên dùng ximăng poóc - lăng.

Hiệu quả sử dụng ximăng đối với bê tông gia công nhiệt được đánh giá theo cường độ tuyệt đối của bê tông sau khi gia công nhiệt và thời gian gia công nhiệt đó, cũng như theo cường độ tương đối. Xi măng gia công nhiệt có hiệu quả hơn cả là ximăng cứng rắn nhanh không có phụ gia hay có chứa dưới 10% phụ gia khoáng hoạt tính và với lượng nước tiêu chuẩn của hồ ximăng không quá 27%, cũng như ximăng poóc - lăng xi cứng rắn nhanh mác cao với hàm lượng xỉ hoạt tính không quá 30%.



Hình 16-6. Biểu đồ phát triển cường độ tương đối của bê tông chế tạo từ các loại xi măng khác nhau khi dưỡng hộ ở 40°C và 80°C với tốc độ nâng nhiệt $20^\circ\text{C}/\text{giờ}$.

1 và 1' - Xi măng poóc - lăng puzzolan; 2 và 2' - Xi măng poóc - lăng xỉ; 3 và 3' - xi măng poóc - lăng.

Hiệu quả gia công nhiệt của bê tông không những chỉ phụ thuộc vào loại và mác của xi măng, mà còn phụ thuộc vào thành phần khoáng của nó. Trên cơ sở của nhiều công trình nghiên cứu trong nước và nước ngoài có thể cho rằng, khi gia công nhiệt bê tông trong thời gian ngắn, xi măng cho hiệu quả cao hơn cả là xi măng có hàm lượng C_3S nhiều hơn C_2S ba lần vì bê tông chỉ có khả năng cứng rắn về sau. C_3A khi đốt nóng bê tông nó có ảnh hưởng tốt làm tăng mức độ thủy hoá của C_3S và thúc đẩy nó, còn C_4AF trong tuổi ban đầu hầu như không có ảnh hưởng.

Xi măng nên dùng để sản xuất bê tông gia công nhiệt là xi măng có chứa 50 - 65% C_3S và dưới 8% C_3A . Những loại xi măng này khi chọn được chế độ gia công nhiệt đúng và sau đó

bê tông tiếp tục cứng rắn có thể có được cường độ không thấp hơn cường độ 28 ngày cứng rắn ở điều kiện thường.

Bê tông sản xuất bằng xi măng có nhiều aluminat ngay sau khi gia công nhiệt có cường độ không cao, ở tuổi 20 ngày cường độ của nó thấp hơn cường độ của bê tông cứng rắn ở điều kiện thường 20%.

Khi tăng độ mịn của xi măng, thì thời gian gia công nhiệt sẽ rút ngắn đi.

Ngoài thành phần khoáng của clanhke xi măng, cường độ của đá xi măng còn phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể của các hydrôsilicat canxi và tính chất của các mầm tinh thể xuất hiện khi xi măng thủy hoá.

Khi trong clanhke xi măng có hàm lượng C_3A cao (đến 10 - 15%) khi nghiền xi măng nên cho tăng phụ gia thạch cao (đến 5 - 7% tính ra SO_3).

Để rút ngắn thời gian hằng nhiệt đi 1,5 - 2 lần có thể sử dụng loại xi măng poóc - lăng mới, đó là xi măng nở, trong thành phần của nó ngoài xi măng poóc - lăng có 4 - 7% xỉ có nhiều ôxyt nhôm, 7 - 10% thạch cao hai nước và phụ gia cứng rắn trong nước. Ngoài ra, sử dụng loại xi măng này trong các kết cấu dày và có hình thù phức tạp loại trừ được các vết nứt do co ngót sau khi dưỡng hộ.

Khi gia công nhiệt bê tông với thời gian từ 10 - 12 giờ và có tính đến cường độ của bê tông ở tuổi 28 ngày dùng dưới 10% phụ gia silic oxyt hoạt tính rất có lợi.

Bê tông xi măng poóc - lăng xỉ mác 200 và 300 (với hàm lượng xỉ trên 30%) chỉ dùng cho những cấu kiện không có các

yêu cầu đặc biệt về độ bền khí quyển. Khi đó để có cường độ xuất xưởng bằng chính mức của xi măng poóc - lăng ấy, phải tăng thời gian hằng nhiệt lên 30% hay tăng lượng xi măng lên 10%.

Xi măng puzzolan khi gia công nhiệt chỉ dùng cho các cấu kiện có công dụng đặc biệt với yêu cầu cao về độ bền nước và muối. Khi đó phải tính đến khả năng chống thấm kém và biến dạng co ngót cao (do lượng nước yêu cầu của xi măng lớn) của các loại bê tông ấy.

Khi gia công nhiệt ẩm các cấu kiện lớn bằng bê tông xi măng poóc - lăng puzzolan, trong chúng thường xuất hiện các vết nứt co ngót mà trong các mẫu thí nghiệm nhỏ không thể thấy được.

Bê tông xi măng dẻo và kỹ nước chỉ được gia công nhiệt trong các chế độ đặc biệt với thời gian tĩnh định kéo dài hay tốc độ nâng nhiệt chậm.

Tăng nhiệt độ hằng nhiệt lên đến 100°C không ảnh hưởng đến thành phần của sản phẩm hydrat của C_3S mà làm tăng tốc độ phát triển cường độ của bê tông, đặc biệt với bê tông xi măng poóc - lăng xỉ và puzzolan. Nhưng ở nhiệt độ đó đối với bê tông xi măng poóc - lăng sau 5 - 6 giờ cường độ bắt đầu giảm, đốt nóng bê tông xi măng poóc - lăng ở nhiệt độ cao như thế ảnh hưởng xấu đến quá trình cứng rắn về sau của bê tông, cho nên chỉ đốt nóng nó ở nhiệt độ không cao quá $80 - 85^{\circ}\text{C}$. Nhưng đốt nóng bê tông xi măng poóc - lăng xỉ ở nhiệt độ gần 100°C , thì lại rất có lợi, cường độ của nó không giảm. Bê tông xi măng puzzolan ở nhiệt độ nói trên trước khi giảm cường độ đã có được cường độ từ 80 - 100% của cường độ R_{28} .

Khi giảm tỷ lệ N/X (đặc biệt với $N/X = 0,4$ và nhỏ hơn) và tăng mác của bê tông, thì tốc độ phát triển cường độ của nó khi gia công nhiệt, cũng như cường độ tỷ đối của nó tăng lên.

Chỉ nên gia công nhiệt bê tông với phụ gia hoạt tính bề mặt sau khi đã tĩnh định và có cường độ ban đầu không dưới 2 - 3 daN/cm².

Phương pháp và chế độ gia công nhiệt bê tông có ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của nó. Cường độ mẫu hình lập phương và hình hộp khi kéo, cũng như môđun biến dạng của bê tông gia công nhiệt thấp hơn của bê tông cứng rắn ở điều kiện thường.

Cường độ của bê tông sau khi gia công nhiệt được xác định bởi chế độ gia công nhiệt, độ hoạt tính của xi măng và cấp phối của bê tông. Tỷ lệ N/X có ảnh hưởng rất lớn đối với tốc độ phát triển cường độ của bê tông và cường độ tương đối khi gia công nhiệt. Sự phụ thuộc của cường độ bê tông xi măng poóc - lăng khi gia công nhiệt trong chế độ tối ưu, phụ thuộc vào tỷ lệ N/X được ghi trong bảng dưới. Khi cần thiết có được cường độ bê tông sau khi dưỡng hộ nhiệt bằng 100% cường độ R_{28} thì phải thiết kế cấp phối của nó với mác cao hơn, nghĩa là phải tăng lượng xi măng.

Bảng 16 -1: Sự phụ thuộc của cường độ bê tông gia công nhiệt vào tỷ lệ N/X

Tỷ lệ N/X	Cường độ bê tông tính bằng % theo mác	
	Qua 4 giờ sau khi gia công nhiệt	Qua 28 ngày sau khi gia công nhiệt
0,6 và hơn nữa	60 - 65	85 - 95
0,4 - 0,5	65 - 70	95 - 105
0,4 và nhỏ hơn	70 - 85	100 - 110

5. GIA CÔNG NHIỆT ẨM TRONG ÁPTÔCLAP

Khác với gia công nhiệt ẩm dưới áp suất thường, sự cứng rắn của bê tông trong áptôclap xảy ra trong môi trường hơi nước bão hoà dưới áp suất từ 9 - 13atm và ở nhiệt độ tương ứng từ 174,5 - 191°C. Ở chế độ nhiệt ẩm này nước vẫn ở trạng thái giọt - lỏng và phản ứng giữa chất kết dính rắn và nước xảy ra rất mạnh. Điều kiện thuận lợi ấy không những chỉ làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông, mà còn tạo nên tiền đề cho sự hình thành các pha mới và các hợp chất của các chất ximăng hoá. Quá trình hình thành cấu trúc của đá ximăng và bê tông xảy ra dưới áp suất dư cũng có ảnh hưởng đối với tiến trình của nó. Thực chất của các quá trình hoá lý của sự cứng rắn của bê tông trong áptôclap là trên cơ sở chất kết dính ximăng cũng như trên cơ sở chất kết dính vôi - cát đã được xem xét ở phần lý thuyết bê tông.

Hiệu quả gia công nhiệt trong áptôclap cao hơn dưới áp suất thường, đặc biệt nếu tính đến khả năng sử dụng các chất kết dính hoạt tính thấp. Khi đó tỷ trọng hao phí hơi nước không vượt quá trường hợp áp suất thường là bao, hao tổn trung bình khoảng 300 - 350 kg/m³ bê tông. Thêm vào đó phải nhấn mạnh rằng, khi gia công trong áptôclap ảnh hưởng xấu của một số quá trình vật lý còn mạnh hơn khi gia công nhiệt dưới áp suất thường.

Hiện tượng phá vỡ cấu trúc có thể trong bê tông không những chỉ làm giảm cường độ và độ vĩnh cửu của bê tông mà còn có thể làm cho các cấu kiện thành phế phẩm do các vết nứt xuất hiện trong thân của bê tông.

Chế độ gia công nhiệt trong áptôclap được xác định bởi các thông số nhiệt lý của môi trường trong áptôclap (áp suất, nhiệt độ và độ ẩm của hơi nước), cũng như bởi thời gian của ba thời kỳ

cơ bản của quá trình gia công nhiệt: nâng nhiệt độ và áp suất trong áptôclap đến trị số cực đại đã định, giữ cấu kiện ở nhiệt độ và áp suất không đổi (đốt nóng bằng nhiệt) và giảm áp suất cho đến khi lấy cấu kiện ra khỏi áptôclap.

Ngày nay, việc gia công nhiệt các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép trong áptôclap thường được tiến hành dưới áp suất của hơi nước từ 9- 11atm và đôi khi dưới dưới 13atm. Người ta khẳng định rằng, áp suất của hơi nước phải ở trong khoảng 11 đến 17atm. Không nên dùng áp suất dưới 9atm bởi vì phải kéo dài gia công nhiệt. Khi tăng áp suất của hơi nước từ 9 đến 17atm tăng được khối lượng của hiđrô silicát mới tạo thành và nâng cao chất lượng của bê tông silicát, cũng như rút ngắn thời gian gia công nhiệt đi rất nhiều, khoảng 2 - 2,5 lần. Nhưng những ưu điểm do tăng áp suất của hơi nước lên quá 13 - 15atm không lớn lắm và không phải lúc nào cũng bù lại được các phí tổn tăng lên (tăng lượng kim loại làm áptôclap và tăng lượng nước gia công 1 m³ bê tông). Tăng áp suất lên quá 17atm, hiệu quả giảm đi và trong rất nhiều trường hợp khi áp suất tăng quá 20atm thấy hiện tượng giảm cường độ của bê tông so với khi gia công nhiệt dưới áp suất 15 - 17atm.

Hơi nước trong áptôclap phải là hơi nước bão hoà, ở điều kiện ấy đảm bảo được sự phù hợp giữa áp suất và nhiệt độ của nó trong cả quá trình gia công nhiệt. Dùng hơi nước quá nóng áp suất thấp, nhưng đốt nóng đến 175 - 200⁰C làm cho nước trong bê tông bay hơi mạnh ngay trong thời kỳ đầu của quá trình gia công nhiệt, thêm vào đó nhiệt độ của hơi nước quá nóng càng cao bốc hơi đó càng mạnh.

Đã khẳng định được rằng bê tông có cường độ về cơ bản trong 4 - 6 giờ đầu của thời kỳ hằng nhiệt, đặc biệt khi dùng

các thành phần nghiền mịn, khi kéo dài thời kỳ hằng nhiệt thì tốc độ phát triển cường độ giảm đi rõ rệt, sau đó phát triển của cường độ bị ngừng trệ. Thậm chí có thể xảy ra hiện tượng giảm cường độ đã đạt được do kết quả của quá trình tái kết tinh của các chất mới tạo thành và sự tăng kích thước cả cường độ mạng tinh thể của chúng, khi tiếp tục đốt nóng và hằng nhiệt thì cường độ có thể tăng lên và đạt đến cực đại thứ hai. Nhưng không nên tiến hành đốt nóng và hằng nhiệt cho đến khi xuất hiện sự giảm cường độ đã đạt được của bê tông. Rõ ràng, có lợi hơn cả là dùng áp suất hơi nước cao hơn, như thế gia công nhiệt trong áptôclap sẽ cho phép rút ngắn thời gian đốt nóng và hằng nhiệt.

Khi chọn thời gian đốt nóng và hằng nhiệt trong áptôclap cần phải chú ý đến loại chất kết dính dùng để chế tạo bê tông (đối với bê tông silicát thời gian đốt nóng và hằng nhiệt phải dài hơn đối với bê tông ximăng) và cấu trúc của nó (cấu trúc đặc hay tổ ong). Đối với bê tông tổ ong thời kỳ đốt nóng và hằng nhiệt phải dài hơn so với bê tông đặc cũng chế tạo từ loại chất kết dính đó, bởi vì bê tông tổ ong dẫn nhiệt kém, Trong thời gian nâng nhiệt các lớp bên trong của bê tông tổ ong được đốt nóng chậm hơn so với bê tông đặc, cần phải lưu ý thêm rằng bề dày của các cấu kiện bê tông tổ ong thường dày hơn các cấu kiện bê tông đặc, Khi chọn thời gian đốt nóng và hằng nhiệt cho bê tông tổ ong còn cần chú ý đến loại chất tạo bọt, đối với bê tông bọt thời gian ấy phải dài hơn so với bê tông silicát từ 2 - 3 giờ.

Hai thời kỳ nâng nhiệt và hạ áp suất trong áptôclap là các thời kỳ quan trọng hơn cả, bởi vì ở các thời kỳ này cấu trúc của bê tông dễ bị phá hoại nhất. Để tránh sự chênh lệch nhiệt độ lớn theo tiết diện của cấu kiện, theo nguyên tắc: cần phải nâng và hạ

áp suất trong áptôclap chậm và từ từ hay phải tĩnh định các cấu kiện mới tạo hình đủ thời gian. Bê tông sau khi tĩnh định phải có cường độ ban đầu đủ lớn để chống lại các quá trình phá vỡ cấu trúc của nó, đặc biệt đối với các cấu kiện có bề dày lớn làm bằng bê tông hay bê tông tổ ong và bê tông đốt nóng chậm với hàm lượng nước ban đầu lớn. Trong các trường hợp ấy, thời gian tĩnh định của các cấu kiện bê tông nặng nên kéo dài thêm từ 2 - 4 giờ, còn đối với bê tông tổ ong khoảng từ 3 - 4 giờ.

Đối với các cấu kiện bê tông nặng chế tạo từ các hỗn hợp bê tông cứng cho phép tĩnh định và nâng áp suất trong các thời gian ngắn hơn.

Người ta đã chứng minh được rằng, có thể giảm các quá trình phá vỡ cấu trúc khi nâng áp suất bằng cách tạo nên trong áptôclap ở thời kỳ nâng nhiệt độ một áp suất dư nhỏ khoảng $0,5 \text{ daN/cm}^2$. Áp suất ấy sẽ nén bê tông có cường độ thấp trong các cấu kiện vừa mới tạo hình và bằng chính cách đó hạn chế được sự biến dạng giãn nở vì nhiệt của bê tông, cũng như biến dạng do tác động của nội áp lực trong các lỗ rỗng chứa đầy hơi nước và không khí. Áp suất dư nói trên cho phép nâng nhiệt độ nhanh mà không cần phải tĩnh định trước (trong khoảng 1 - 2 giờ), khi đó giãn nở nhiệt dư và các hiện tượng phá vỡ cấu trúc khác được khống chế đến mức thấp nhất.

Có thể tạo nên áp suất dư trong thời kỳ đầu của quá trình nâng nhiệt bằng nhiều phương pháp khác nhau: bằng cách cấp hơi nước vào trong áptôclap đóng kín các khoá xả không khí và nước ngưng tụ trước khi bắt đầu cho hơi nước vào trong áptôclap, do đó trong áptôclap được tạo nên hỗn hợp hơi nước và không khí với áp suất dư bằng áp suất tổng cộng của không khí và hơi nước.

Khi hạ áp suất nhanh có thể làm xuất hiện các ứng suất nhiệt lớn. Khi đó hơi nước từ các lớp bên trong bốc ra nhanh làm cho cấu trúc của bê tông bị phá vỡ. Cho nên đối với các cấu kiện lớn tiết diện liền, hạ nhiệt chậm có ý nghĩa rất quan trọng. Sau khi hạ áp suất xuống đến áp suất thường phải để các cấu kiện trong áptôclap một vài giờ để làm nguội. Nhiệt độ của bê tông trong cấu kiện khi lấy ra khỏi áptôclap so với nhiệt độ bên ngoài không quá 10 - 50°C.

Đối với các cấu kiện bằng bê tông tổ ong để làm giảm độ ẩm sau khi đã hạ áp suất xuống đến áp suất thường, nên tiến hành chân không hoá khoảng không của áptôclap trong 1 - 2 giờ cho đến khi độ giảm áp là 500 - 600mm cột nước thủy ngân. Sau đó các cấu kiện được làm nguội trong áptôclap mở ra trong thời gian nửa giờ. Các vết nứt trong các cấu kiện khi gia công nhiệt trong áptôclap có thể xuất hiện do sự hạ áp suất đột ngột, khi đó độ đàn hồi của hơi nước trong trong các lỗ rỗng của cấu kiện trở nên lớn hơn độ đàn hồi của hơi nước trong khoảng không của áptôclap, dẫn đến sự tạo thành mạng lưới các vết nứt.

6. GIA CÔNG NHIỆT BÊ TÔNG BẰNG ĐIỆN

Trong công nghệ chế tạo các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép, ngoài gia công nhiệt bê tông bằng hơi nước, người ta còn dùng năng lượng điện để gia công nhiệt. Gia công nhiệt bằng điện dựa trên cơ sở biến đổi năng lượng điện thành nhiệt năng. Sự biến đổi này có thể thực hiện trực tiếp trong bê tông của cấu kiện (đốt nóng bê tông bằng điện), hay đốt nóng chúng từ bên ngoài bằng thiết bị đốt nóng bằng điện.

a. Đốt nóng bằng điện

Khi gia công nhiệt bằng cách đốt nóng bằng điện, cấu kiện tạo hình xong được mắc vào mạch điện xoay chiều và dòng điện này chạy trực tiếp qua khối bê tông, do điện trở của môi trường (bê tông là vật dẫn điện loại hai) năng lượng của dòng điện được biến đổi thành nhiệt năng và bê tông được đốt nóng theo một chế độ nhất định.

Ưu điểm của việc đốt nóng bê tông bằng điện so với gia công nhiệt bằng hơi nước là: đốt nóng bê tông lên đến nhiệt độ $95 - 100^{\circ}\text{C}$ nhanh hơn bởi vì các cấu kiện được đốt nóng từ bên trong, cải thiện điều kiện kỹ thuật vệ sinh của công nhân trong khi làm việc. Khi đốt nóng bằng điện không cần phải xây các bể dưỡng hộ, không cần hệ thống đường ống cung cấp hơi nước, không cần hệ thống quạt để đẩy hơi nước thải ra khỏi nơi làm việc. Ngoài ra, quá trình gia công nhiệt dễ dàng được tự động hoá. Tổng chi phí năng lượng điện không lớn, nó biến động trung bình từ $30 - 90\text{kWh/m}^3$ bê tông. Tất cả những cái đó làm cho phương pháp đốt nóng bê tông bằng điện có hiệu quả hơn. Nhưng khi đốt nóng bằng điện, trong các khuôn hở với bề mặt bay hơi và truyền nhiệt lớn sẽ tạo điều kiện cho quá trình nhiệt vật lý của gia công nhiệt bê tông xấu đi, làm hạn chế khả năng sử dụng nhiệt cho đốt nóng bê tông bằng điện. Khi đó, điều kiện bảo hộ lao động phức tạp hơn, nghĩa là phải dùng những biện pháp đặc biệt để đề phòng tai nạn điện giật cho công nhân khi đang làm việc.

Tác dụng nhiệt lên bê tông và hiệu quả làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của nó khi đốt nóng bằng điện và gia công nhiệt bằng hơi nước cũng như nhau. Chỉ khác ở tính chất của sự trao

đổi ẩm và nhiệt của bê tông với môi trường xung quanh ở hướng của dòng nhiệt và sự dịch chuyển của hơi nước trong lòng khối cấu kiện bê tông. Khi đốt nóng bằng điện không những chỉ có sự thay đổi về mặt lý hoá của quá trình, mà còn thay đổi cả về điều kiện vật lý.

Các nguyên nhân phá hoại cấu trúc của bê tông cứng rắn khi gia công nhiệt đã xem xét ở trên (như giãn nở dư về nhiệt, tăng áp lực của hơi nước trong các lỗ rỗng của bê tông) cũng vẫn xảy ra trong gia công nhiệt đốt nóng bằng điện. Điểm đặc biệt của quá trình nhiệt vật lý khi đốt nóng bê tông bằng điện là: nhiệt lượng xuất hiện và phát triển ở trong lòng khối bê tông và nhiệt độ của nó thường cao hơn nhiệt độ của môi trường xung quanh, hiện tượng đó sẽ làm cho bê tông bị khô nhanh hơn và tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh lớn hơn, nếu như bề mặt đốt nóng của bê tông là hở.

Do đó khi đốt nóng các cấu kiện bằng điện phải có những biện pháp để ngăn chặn sự sấy khô bê tông đang cứng rắn, cũng như để giảm tổn thất nhiệt. Những biện pháp đó là che đậy các bề mặt hở của cấu kiện được đốt nóng bằng các vật liệu ngăn cản sự bốc hơi nước bằng nilông, vải bạt và các tấm chắn đặc, cách nhiệt cho khuôn khi tạo hình ở ngoài không khí trong mùa đông. Việc sử dụng đốt nóng bằng điện khi tạo hình các cấu kiện trong các khuôn hở bị hạn chế bởi các môđun bề mặt⁽¹⁾ của cấu kiện, môđun này không được vượt quá $15 - 20m^{-1}$, còn chế độ đốt nóng bằng điện phải là chế độ "điều", cấu kiện vừa tạo hình xong phải được tinh định

¹ Môđun bề mặt - tỷ số giữa tổng bề mặt của cấu kiện và thể tích của nó.

trước khi đốt nóng. Khi tạo hình các cấu kiện và gia công nhiệt chúng trong các khuôn kín, tất cả những hạn chế trên được giảm đi và có thể sử dụng chế độ đốt nóng bằng điện căng hơn và nhiệt độ của bê tông có thể tăng gián đoạn. Khuôn kín hạn chế sự giãn nở vì nhiệt tự do của bê tông, cũng như cản trở sự bay hơi nước của nó. Nhờ đó mà rút ngắn được thời gian gia công nhiệt so với dùng hơi nước.

Điều kiện quan trọng để đạt được hiệu quả của việc đốt nóng bê tông bằng điện là đảm bảo sự phân bố đồng đều của cường độ điện trường và của trường nhiệt trong khối bê tông theo toàn bộ tiết diện của cấu kiện. Trong trường hợp đó không có gradien nhiệt độ thường xảy ra khi đốt nóng cấu kiện từ bên ngoài và không xuất hiện ứng suất lớn trong bê tông do sự chênh lệch nhiệt độ gây nên, thậm chí cả khi đốt nóng bê tông đột ngột. Để tạo nên sự đồng đều của trường điện và nhiệt trong cấu kiện phải phân bố đúng các điện cực cung cấp dòng điện cho cấu kiện, có tính đến hình thù của nó và mật độ cốt thép của từng chỗ riêng biệt trong tiết diện của cấu kiện. Cần phải nhấn mạnh rằng, cấu kiện với mật độ cốt thép cục bộ lớn không nên gia công nhiệt bằng điện. Hiệu quả cao của đốt nóng bê tông bằng điện thường đạt được khi tiến hành theo nhịp độ tăng tiến. Bê tông chế tạo bằng xi măng cứng rắn nhanh và xi măng mác cao có cường độ cao trong thời gian gia công nhiệt ngắn.

Nhiệt lượng toả ra trong bê tông của cấu kiện mới tạo hình khi đốt nóng bằng điện được xác định theo công thức:

$$Q = 0,864I^2Rt = 0,864UIt = 0,864Pt \text{ kcal}$$

Trong đó : I, R, Cường độ - cường độ dòng điện tính bằng A, điện trở tính bằng ôm (Ω), điện áp của dòng điện tính bằng vôn (V), p - công suất tính bằng j, t - thời gian tính bằng giờ (h).

Như vậy nhiệt lượng tương đương của 1kWh điện năng bằng 864kcal.

Nhiệt lượng toả ra trong bê tông do sự biến đổi điện năng độ tổn để đốt nóng cấu kiện đến nhiệt độ đã định và để bù vào những tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh trong suốt quá trình nâng cũng như hằng nhiệt. Sự tổn nhiệt năng ấy trong cả thời kỳ gia công nhiệt không đồng đều. Như khi nhịp độ sản xuất các cấu kiện và để ổn định nhiệt độ hằng nhiệt và bù lại những tổn thất nhiệt trong một đơn vị thời gian thực tế có thể coi như không thay đổi và phụ thuộc vào thể tích bê tông của các cấu kiện được đốt nóng. Nếu biết được tỷ trọng chi phí nhiệt lượng, có thể dùng phương trình đã dẫn ở trên để xác định lượng năng lượng điện cần cần thiết để đốt nóng 1m^3 bê tông trong một đơn vị thời gian và từ đó xác định được công suất điện để đốt nóng loại cấu kiện ấy với tốc độ nâng nhiệt và thời gian hằng nhiệt và tổn thất nhiệt đã biết, Cường độ đốt nóng cấu kiện càng cao, môduyn bề mặt của chúng và tổn thất nhiệt từ 1m^2 bề mặt cấu kiện càng lớn, thì công suất điện yêu cầu càng lớn.

Có thể mắc cấu kiện bê tông vào mạch điện nhờ các điện cực tẩm đặt ở trong cấu kiện hay trên bề mặt của nó, các điện cực dẫn điện mắc vào mạng điện công nghiệp theo một pha nhất định để cho trong cấu kiện bê tông giữa các điện cực đặt lân cận nhau xuất hiện với điện áp xác định.

Cường độ dòng điện dẫn vào cấu kiện bê tông, và sự phân bố tương ứng các điện cực trong các cấu kiện phải tạo nên mật độ dòng điện đã tính toán và trường điện và nhiệt đồng đều trong toàn bộ tiết diện của cấu kiện. Sự phân bố cốt thép trong cấu kiện và kết cấu có nhiều cốt thép ảnh hưởng đến sự phân bố đồng đều của trường điện, điều đó phải được tính đến khi phân

bố và đặt các điện cực. Loại điện cực được dùng phổ biến hơn cả để đốt nóng các cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép thành mỏng là điện cực tấm, điện cực thanh thường được dùng để đốt nóng các kết cấu dày và lớn hơn. Các điện cực tấm được đặt trên các bề mặt ngoài của cấu kiện ở hai phía đối diện nhau và tiếp xúc khít với cấu kiện. Các tấm kim loại liền của điện cực có thể đồng thời làm thành bên của cốt pha hay đáy của khuôn. Các điện cực thanh thường đặt trong bê tông của cấu kiện được xác định bằng tính toán, khoảng cách này trước hết phụ thuộc vào mật độ tính toán của dòng điện khoảng từ 20 - 30cm.

Thông số của dòng điện dẫn vào cấu kiện (cường độ dòng điện áp) thường thay đổi trong quá trình đốt nóng và phụ thuộc vào biểu đồ nhiệt độ của quá trình gia công nhiệt bê tông, đồng thời phụ thuộc vào sự thay đổi liên tục điện trở của bê tông cứng rắn theo mức độ đốt nóng. Như đã biết, điện trở riêng của bê tông (cũng như các vật liệu dẫn điện loại hai khác) phụ thuộc vào lượng và thành phần pha lỏng trong nó: điện trở giảm khi hàm lượng muối hoà tan tăng và khi nhiệt độ của bê tông tăng và tăng khi lượng nước trong hệ thống giảm đi.

Bởi vì lượng pha lỏng trong bê tông không ngừng giảm đi theo quá trình cứng rắn của nó, do đó điện trở của bê tông tăng nên. Để giữ được nhiệt độ ổn định trong bê tông và cường độ dòng điện cần thiết kể cho nó dẫn vào cấu kiện, cần phải tăng điện áp tương ứng với sự tăng điện trở ôm (Ω) của bê tông đang cứng rắn. Để thay đổi điện áp dẫn vào các điện cực, người ta sử dụng các máy biến thế. Thông thường người ta dùng các biến thế nhiều bậc (từ 4 - 8 bậc), cho phép thay đổi điện áp từ 65 - 90V trong thời kỳ đầu, đến 150 - 220V trong cuối thời kỳ gia công nhiệt.

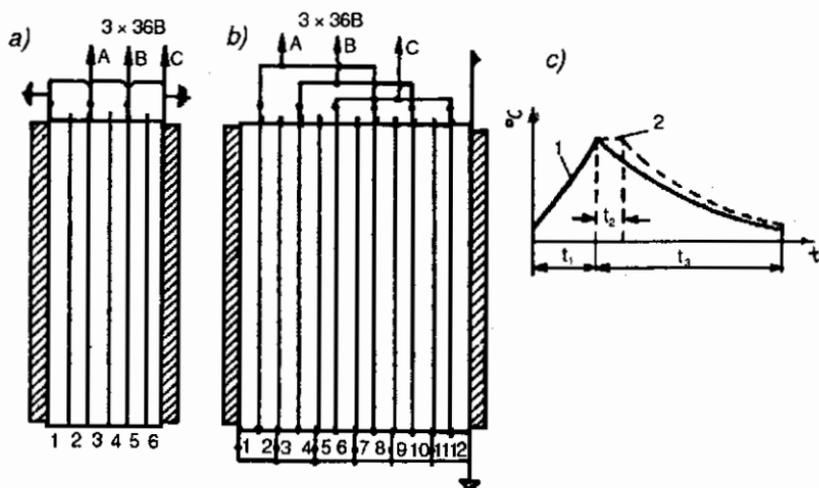
Gần về cuối thời kỳ gia công nhiệt, khi mà bê tông đạt được cường độ gần 50 - 60% cường độ thiết kế, điện trở của bê tông tăng dần lên đến mức nếu tiếp tục đốt nóng và giữ cho nhiệt độ của bê tông ở mức cũ thì sẽ không có lợi về mặt kinh tế, bởi vì tốn nhiều năng lượng điện. Cho nên theo nguyên tắc việc đốt nóng bằng điện sẽ dừng lại khi bê tông đạt được một cường độ nhất định còn sau đó sự tiếp tục tăng cường độ của bê tông 65 - 70% cường độ thiết kế có thể xảy ra trong quá trình nguội của nó.

Gia công nhiệt các panel bằng điện trong các khuôn casét. Đặc biệt có hiệu quả khi sử dụng điện năng để gia công nhiệt các cấu kiện mỏng trong các khuôn casét cũng như các cấu kiện chế tạo bằng bê tông nhẹ dày 25 - 35cm với chế độ đốt nóng bê tông tăng tiến và đốt nóng hàng nhật trong thời gian rất ngắn.

Khi đốt nóng bằng điện các panel trong khuôn casét, người ta dùng các vách ngăn phân chia của casét để làm điện cực. Trên (hình 16 - 7) mô tả sơ đồ nguyên tắc dẫn dòng điện ba pha vào các vách phân chia, chúng được nối vào các pha theo quy luật cách một, các vách ở giữa chúng được nối với pha trung tính - đất. Dòng điện từ mạng đi vào casét qua máy biến thế với các mức điện áp từ 30 - 100V, cho phép điều chỉnh điện áp của dòng điện.

Gia công nhiệt các panel trong khuôn casét bằng điện, không cần phải có các vách nhiệt như khi gia công nhiệt bằng hơi nước, cho phép tăng số lượng ngăn tạo hình trong casét lên gấp rưỡi mà không cần phải tăng kích thước của casét. Nhờ diện tích tiếp xúc lớn giữa các vách điện cực và bê tông của các panel, và do bề dày của các panel không lớn cho nên có khả năng đốt

nóng nhanh bê tông, cho phép rút ngắn thời gian của chu trình gia công nhiệt. Thời gian gia công nhiệt các panel bằng điện trong khuôn casét kéo dài từ 4 - 6 giờ, trong đó thời gian đốt nóng bê tông lên đến 90 - 95°C mất từ 1 - 3 giờ phụ thuộc vào công suất của trạm biến thế. Cần phải nhấn mạnh rằng, sau khi nâng nhiệt bê tông lên đến mức đã định, có thể ngừng việc cung cấp điện cho cấu kiện. Thể tích lớn của bê tông được đốt nóng đồng thời trong casét và sự phát triển nhiệt độ do quá trình toả nhiệt của xi măng làm cho bê tông nguội rất chậm, tốc độ nguội không quá 1 - 3°C trong 1 giờ, xem hình 16 - 7b .



Hình 16-7. Đốt nóng bê tông bằng điện khi chế tạo các panel trong khuôn casét

a- Sơ đồ mắc dòng điện trong casét 6 ngăn với các tấm điện cực cách nhau hai panel; b- Cũng thế trong casét 12 ngăn; c- Chế độ đốt nóng bê tông bằng điện trong casét; 1 - Không có thời kỳ hằng nhiệt; 2 - Với thời kỳ hằng nhiệt ngắn.

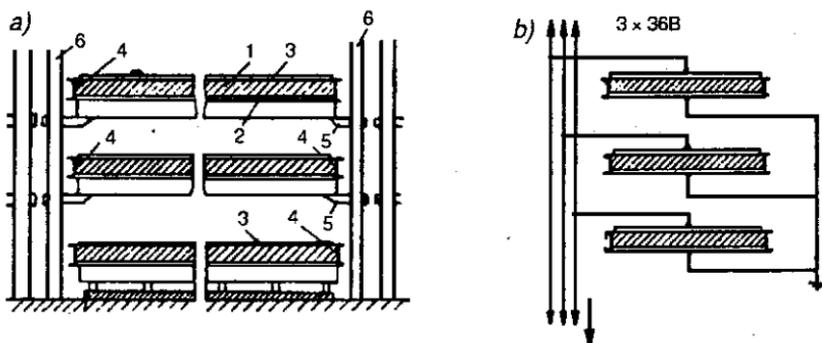
Vấn đề quan trọng khi đốt nóng bê tông bằng điện trong các khuôn casét là cách điện các vách ngăn với các thành khuôn, các chi tiết chờ của panel, cũng như cách điện cho khung kim loại của thiết bị casét, cách điện cho các dầm tựa mà các vách phân chia tựa vào. Để cách điện cho các khuôn casét người ta thường dùng các vòng đệm và ống đệm chế tạo bằng vật liệu cách điện.

Một vấn đề không kém phần quan trọng nữa là cách điện cho khung cốt thép của panel với các vách phân chia đóng vai trò điện cực. Để cách điện trong các khung cốt thép, người ta sử dụng các vật định vị cốt thép làm bằng vật liệu cách điện. Dùng các vật định vị này, ta có thể đặt cốt thép đúng vị trí thiết kế và loại trừ được khả năng tiếp xúc của nó với các vách phân chia của casét.

Gia công nhiệt các panel tường bằng điện. Khi gia công nhiệt các panel tường bằng điện người ta dùng đáy khuôn và tấm kim loại phủ lên bề mặt hở của bê tông để làm điện cực (hình 16 - 8). Các tấm kim loại được nối với các pha, còn đáy khuôn nối với đất qua trung kính. Thành khuôn, các lõi để tạo nên các ô cửa sổ và các lỗ rỗng khác trong panel, cũng như khung cốt thép phải được cách điện với đáy khuôn và tấm kim loại phủ trên mặt cấu kiện. Để cách điện cho thành khuôn và các chi tiết chờ người ta phủ lên bề mặt của chúng hướng về phía bê tông và ở những chỗ tiếp xúc với đáy khuôn bằng vật liệu cách điện (vải, thủy tinh, bakêlít v.v...).

Khi đốt nóng bê tông kerămrit bằng điện có thể dẫn trực tiếp dòng điện của mạng với điện áp 220V và thậm chí 380V vào cấu kiện mà không cần phải đưa qua máy biến thế để giảm điện áp. Nhưng với yêu cầu an toàn nên phải đưa qua máy biến thế để giảm điện áp. Yêu cầu phải có những biện pháp đặc biệt để ngăn

ngừa tai nạn điện giật cho công nhân trong khi làm việc. Trong các nhà máy, quá trình gia công nhiệt bằng điện được tiến hành trong các buồng ngăn cách đặc biệt, sau khi tạo hình xong, các cấu kiện được đặt vào trong buồng thành từng chồng cao ba tầng.



Hình 16 - 8. Bộ để đốt nóng các panel tường ngoài bằng điện

- a) Mặt cắt ngang; b) Sơ đồ dẫn điện vào các panel; 1 - Panel bê tông cốt thép; 2 - Khuôn; 3 - Tấm điện cực trên; 4 - Thành khuôn cách điện; 5 - Công-xon quay để làm các điểm tựa cho khuôn; 6 - Các trụ.

b. Gia công nhiệt bê tông bằng thiết bị đốt nóng bằng điện và thiết bị bức xạ hồng ngoại

Trong quá trình gia công nhiệt nhờ các thiết bị đốt nóng, tác dụng nhiệt lên bê tông được thực hiện từ ngoài vào (đốt nóng xung quanh).

Người ta phân biệt gia công nhiệt bê tông từ phía các bề mặt hở của cấu kiện bằng bức xạ hồng ngoại, phát ra từ các dụng cụ đốt nóng bằng điện dưới nhiệt độ cao của nguồn nhiệt khoảng 600 - 1000°C và gia công nhiệt bằng các thiết bị đốt nóng ở nhiệt độ thấp hơn do các dây lò xo điện trở phát ra.

Bức xạ hồng ngoại được đặc trưng bởi các dao động điện từ với sóng dài từ 0,8 - 10 μ k. Khác với quang phổ thấy được của bức xạ, bức xạ hồng ngoại được các lớp bề mặt của bê tông hấp thụ tốt hơn và được tích lại hoàn toàn dưới dạng nhiệt năng, dùng làm tăng nhanh quá trình cứng rắn của bê tông.

Máy phát bức xạ hồng ngoại có thể là bất kỳ vật thể nào trước hết là kim loại hay bằng sứ ở dạng thanh, tấm, ống được đốt nóng đến nhiệt độ nhất định bằng dòng điện chạy qua dây lò xo điện trở hay bằng ngọn lửa hơi. Trong công nghệ bê tông đúc sẵn người ta chỉ sử dụng thiết bị đốt nóng bằng điện để tạo nên nguồn bức xạ hồng ngoại.

Máy phát dạng ống gồm ống kim loại có chiều dài bằng cả chiều dài của cấu kiện, bên trong đặt lò xo điện trở. Khoảng trống của ống được chèn đầy bằng vật liệu chịu lửa không dẫn điện. Nhiệt lượng do bếp điện toả ra ở dạng năng lượng bức xạ. Máy phát bức xạ hồng ngoại dạng thanh là thanh kim loại cách điện trên bề mặt và trên bề mặt đó quấn lò xo mảnh bằng hợp kim nicrom.

Bằng cách điều chỉnh công suất của máy phát bức xạ hồng ngoại và khoảng cách đến bề mặt của cấu kiện, có thể thay đổi cường độ đốt nóng của bê tông, nhiệt độ hàng nhiệt cũng như tốc độ làm nguội ở cuối thời kỳ gia công nhiệt.

Phương pháp này so với phương pháp đốt nóng bằng điện đã xem trên là đơn giản hơn. Nhưng gia công nhiệt bằng năng lượng bức xạ là phương pháp đốt nóng cấu kiện từ bên ngoài vào và chỉ đốt nóng lớp bê tông không dày lắm khoảng 15 - 20cm, khi gia công nhiệt bằng năng lượng bức xạ cần phải đặc biệt chú ý tránh cho bê tông khỏi bị khô vì nước bay hơi. Người ta đã xác định được rằng, khi phủ nên bề mặt cấu kiện bằng màng pôliamít (màng hấp phụ mất 5 - 10% tia bức xạ) giảm sự

bay hơi nước của bê tông rất nhiều, điều đó giải thích được rằng dưới màng hấp phụ môi trường không khí có độ ẩm cao.

Nên sử dụng các máy phát bức xạ công suất cao, trong các trường hợp có thể nên dùng thiết bị phản xạ để tập trung chùm tia bức xạ. Các số liệu của thực tế sản xuất cho thấy rằng, năng lượng điện khi gia công bằng bức xạ hồng ngoại độ tổn nhiều hơn khi đốt nóng bê tông bằng điện. Trung bình mất khoảng 100 - 150kWh/m³ bê tông.

Trong rất nhiều trường hợp để gia công nhiệt bê tông trong các cấu kiện, người ta thường dùng thiết bị đốt nóng bằng điện dạng ống. Các nguồn nhiệt này thường đặt trong áo của khuôn nhiệt và trong phương pháp này sử dụng truyền nhiệt tiếp xúc cho cấu kiện qua các bề mặt bao che của khuôn cũng như để đốt nóng môi trường gia công nhiệt cấu kiện trong các khuôn hở. Thí dụ, trong các bể tuynel kiểu khe hở.

Kết cấu của thiết bị đốt nóng bằng điện dạng ống giống như kết cấu của thiết bị đốt nóng bằng điện dạng ống với lò xo điện trở để tạo nên bức xạ hồng ngoại.

Khoảng cách giữa các thiết bị đốt nóng bằng điện khi đặt chúng trong áo nhiệt được xác định bằng tính toán căn cứ vào công suất của chúng, loại và kích thước của cấu kiện, nhiệt độ của môi trường xung quanh, thời gian gia công nhiệt để cho bê tông đạt được cường độ yêu cầu. Gia công nhiệt bằng các thiết bị đốt nóng bằng điện khi có công suất đảm bảo và giá tiền năng lượng điện không cao không những chỉ thuận lợi về mặt công nghệ (thiết bị đơn giản dễ dàng trong việc tự động hoá) mà giá thành gia công nhiệt bê tông còn rẻ hơn so với gia công nhiệt bằng hơi nước.

Chương 17

HOÀN THIỆN SẢN PHẨM

Nâng cao mức độ hoàn thiện của cấu kiện và kết cấu xây dựng tại nhà máy và tổ hợp chúng, để giảm đến mức tối thiểu khối lượng công tác thi công và hoàn thiện ở công trường xây dựng, là một khuynh hướng cơ bản để phát triển công nghiệp bê tông cốt thép lắp ghép hiện nay. Đưa tất cả khối lượng công tác thi công và hoàn thiện, nếu có thể, từ công trường về điều kiện làm việc của nhà máy, cho phép ta giảm bớt chi phí lao động, rút ngắn thời gian thi công và giảm giá thành xây dựng. Công việc nâng cao mức độ hoàn thiện của các cấu kiện và kết cấu xây dựng tại nhà máy bao gồm: việc tổ hợp các linh kiện và chi tiết kết cấu của nhà (công trình) có lắp sẵn vật liệu điện kỹ thuật, cấu kiện bằng gỗ thiết bị kỹ thuật vệ sinh và hoàn thiện các bề mặt chính diện của kết cấu bằng vữa và các lớp trang trí.

Theo tính chất và phương pháp hoàn thiện bề mặt của các cấu kiện được hoàn thành trong nhà máy người ta chia chúng ra: các cấu kiện với bề mặt bằng bê tông thường, các cấu kiện được gia công trang trí đặc biệt.

1. HOÀN THIỆN CÁC BỀ MẶT CHÍNH DIỆN BẰNG BÊ TÔNG THƯỜNG

Theo nguyên tắc, phẩm chất các bề mặt tiếp xúc với các thành khuôn khi tạo hình, mức độ chính xác của các rìa mép và kích

thước hình học nói chung của cấu kiện phải được đảm bảo ngay trong quá trình tạo hình mà không phải hoàn thiện thêm ở nhà máy cũng như ở công trường xây dựng, cho nên khi tạo hình các cấu kiện ở vị trí nằm, người ta thường để cho mặt chính diện tiếp xúc với đáy khuôn, mặt không phải là mặt chính diện ở phía trên và để hở. Nhưng trong quá trình tạo hình lớp bê tông bề mặt của nó phải được san bằng và làm nhẵn và để cho nó có được độ nhẵn trang trí cần thiết. Làm nhẵn bê tông trên bề mặt hở của cấu kiện được tiến hành bằng các bộ phận san bằng các máy hoàn thiện tự hành chuyên dụng. Tạo hình các cấu kiện ở vị trí thẳng đứng được hai bề mặt chính diện có cùng phẩm chất như nhau, đó là ưu điểm của phương pháp tạo hình này.

Các bề mặt chính diện của tường trong các vách ngăn làm bằng panel hay khối lớn, cũng như các bề mặt chính diện của panel tường ngoài, panel sàn và mái hướng vào trong phòng phải được chuẩn bị sẵn để quét sơn hay ốp lát, do đó các cấu kiện phải có bề mặt chính xác, độ nhẵn và thoả mãn những yêu cầu phân loại theo độ nhẵn. Nhưng trong thực tế sản xuất, bề mặt chính diện của các panel lớn, các tấm tường và sàn tiếp xúc với đáy khuôn, mặc dù nhẵn và phẳng nhưng vẫn có khối lượng lớn các lỗ rỗng và các vết bong tróc nhỏ đường kính trên 2 - 5mm. Nếu không hoàn thiện thêm thì không thể sơn quét ngay được mà chỉ có thể gắn các lớp ốp. Sở dĩ có các lỗ rỗng trên các bề mặt của cấu kiện như vậy là vì trong khi lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng chấn động, không khí tách khỏi hỗn hợp bê tông và tập trung lại thành các bọt khí trên bề mặt giữa bê tông và thành khuôn. Do đó để lấp đầy các lỗ rỗng và các vết bong tróc trên bề mặt của cấu kiện, sau khi gia công nhiệt và tháo khuôn, người ta tiến hành công tác hoàn thiện bề mặt của chúng.

Như vậy, công tác hoàn thiện bề mặt của các cấu kiện bê tông trong các nhà máy cấu kiện bê tông cốt thép bằng bê tông thường phải được bắt đầu trong quá trình tạo hình và kết thúc sau khi gia công nhiệt và tháo khuôn.

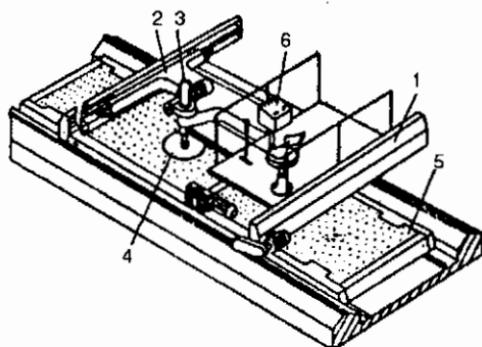
Trong quá trình tạo hình thường có hai giai đoạn gia công bề mặt: gia công công trước bằng cách dùng các thiết bị làm bằng gang với các kết cấu khác nhau treo trên máy đổ bê tông, bằng các đầm trượt tần số lớn hay các trục quay nhanh v.v ... giai đoạn thứ hai là xoa bóng nhẵn bằng các máy xoa chuyên dụng các máy xoa được dùng rộng rãi là các máy có hai dầm chuyển động tịnh tiến hay đĩa quay.

Máy xoa có hai thanh xoa là một tháp tự hành với hai bộ phận làm việc có dạng một cặp hai dầm xoa chấn động tần số cao chuyển động tịnh tiến tương đối với nhau theo phương vuông góc với hướng di chuyển của tháp. Dầm xoa (tiết diện dạng hộp bốn mặt rộng 1500mm) dao động tịnh tiến tương đối với tần số 500 lần trong 1 phút và trị số chuyển dịch dưới 30mm và tạo nên gia trọng nhỏ trên bề mặt bê tông với áp lực 50 - 60daN/cm².

Trong quá trình, tháp của máy di chuyển với tốc độ chậm khoảng 2 - 4 m/phút dọc theo khuôn. Như vậy, dầm xoa thực hiện chuyển dịch phức tạp trên bề mặt của cấu kiện đồng thời kết hợp với chấn động tần số cao.

Bộ phận làm việc của máy xoa kiểu đĩa (hình 17 - 1) là đĩa thép quay tròn dày 15 - 16mm, đường kính 400 - 1300mm, quay với tốc độ 9 - 10m/giây để khỏi làm xước bề mặt của cấu kiện người ta tiện tròn mép của đĩa. Tốc độ chuyển động tịnh tiến của tháp máy dọc theo khuôn khi đĩa làm việc biến động từ 3 - 10m/phút, ngoài ra còn có máy xoa cố định với một và hai đĩa quay. Trong trường hợp này, khuôn chuyển động với tốc độ cũng

như tốc độ máy tự hành. Năng suất của máy xoa kiểu đĩa quay cao hơn của các máy với dầm xoa. Trước khi cho máy xoa làm việc người ta rải lên bề mặt của cấu kiện một lớp mỏng hỗn hợp ximăng cát khô để có được bề mặt đặc và nhẵn của cấu kiện.



Hình 17-1. Máy tự hành để hoàn thiện bề mặt trên của cấu kiện

- 1- Khung tự hành; 2- Xe con; 3- Trục đĩa mài; 4- Đĩa mài;
5- Khuôn với cấu kiện; 6- Trạm điều khiển.

Tốt hơn là trước khi xoa nên tinh định cấu kiện mới tạo hình và chỉ bắt đầu xoa khi bê tông bắt đầu cứng rắn. Hoàn thiện cuối cùng chuẩn bị bề mặt của cấu kiện để quét sơn, thường tiến hành sau khi gia công nhiệt và tháo khuôn. Công tác này chủ yếu là lấp đầy các lỗ rỗng hơi và các vết bong tróc nhỏ trên bề mặt của cấu kiện bằng cách trát một lớp vữa mỏng với bề dày không quá 0,1mm, sau đó xoa bằng máy. Khi xoa phải tiến hành sao cho vữa chỉ lấp đầy các lỗ rỗng và các vết bong tróc, còn ở các phần khác của bề mặt phải được tẩy sạch. Trước khi phủ lớp vữa trát, bề mặt sẽ được gia công phải được làm ướt đều bằng nước. Để rút ngắn chu trình của công tác hoàn thiện sau khi trát vữa và xoa cần phải sấy các cấu kiện bằng phương pháp nhân tạo. Động tác cuối cùng của công tác hoàn thiện là mài khô, nghĩa là làm sạch các vết của các đĩa xoa trên bề mặt sản phẩm.

Để làm vữa trát người ta dùng vữa vôi xi măng cát thường cho thêm khoảng 2% keo kazêin, còn cát là cát nghiền hay cát thiên nhiên nhỏ. Vữa trát cũng có thể chế tạo trên cơ sở keo xi măng gồm xi măng nghiền mịn, cát nghiền và nước. Tỷ lệ tính theo trọng lượng xi măng nghiền mịn: cát nghiền: nước là 1: 0,5: 0,3.

Công tác hoàn thiện có thể tiến hành trên vị trí cố định của tuyến tạo hình hoặc trên các băng tải hoàn thiện chuyên môn hoá gồm bốn vị trí thao tác với các thiết bị tương ứng, sản phẩm được gia công sẽ chuyển dịch qua các vị trí ấy.

Vị trí chính được trang bị máy mài, máy này gồm bộ phận làm việc là bộ phận mài và cơ cấu để chuyển dịch nó tự do theo các chi tiết định hướng trên phương ngang và thẳng đứng theo toàn bộ diện tích của panel. Bộ phận mài có thể gồm một hay hai đĩa mài quay với tốc độ lớn. Bề mặt làm việc của đĩa được phủ bằng phốt, vữa trát được cung cấp từ máy bơm vữa dưới áp lực lớn qua vòi phun đặc biệt lắp trên bộ phận mài (trong các thiết bị đơn giản vữa được trát bằng súng phun). Dọc theo vị trí mài trên nền nhà người ta làm máng để hứng vữa thừa để dùng tiếp. Máy để mài khô có trang bị hệ thống quạt để hút bụi từ đĩa mài bay ra. Việc điều khiển máy mài được tiến hành từ xa ở trạm cố định. Năng suất của thiết bị từ 100 - 150m²/giờ.

2. ỐP VÀ GIA CÔNG TRANG TRÍ CÁC MẶT CHÍNH DIỆN CỦA CẤU KIỆN

Các mặt chính diện của panel tường ngoài các bloc lớn, bề mặt chính diện của ban công, ô văng, mái đua và chân tường, cũng như sàn cầu thang, bậc thang, nền trong các phòng ngoài, buồng vệ sinh phải được ốp hay gia công trang trí tại nhà máy chế tạo. Một vài loại gia công trang trí và ốp, ngoài tác dụng

làm tăng vẻ đẹp còn có tác dụng làm tăng độ chịu mài mòn, độ bền, cải thiện điều kiện kỹ thuật vệ sinh và các điều kiện sử dụng khác.

Tất cả các loại gia công trang trí công nghiệp có thể chia ra thành bốn nhóm chính sau đây:

- Nhóm 1: Ốp các bề mặt chính diện bằng các tấm ceramic hay bằng các tấm kính màu.

- Nhóm 2: Trang trí bằng lớp bê tông màu (vữa màu) lớp gốm trang trí đặc, lớp đá vụn, mảnh kính màu vụn, mảnh vỡ của các tấm ceramic để tạo nên các loại tranh chấp hình.

- Nhóm 3: Gia công trang trí tạo hình nổi giống như vật liệu đá thiên nhiên, làm lộ vân của bê tông và cốt liệu, mài bóng lớp granitô v.v... gia công trang trí có thể tiến hành ngay trên lớp vữa trang trí của cấu kiện bê tông hay trực tiếp trên bề mặt bê tông chính của cấu kiện không cần phải có lớp trang trí đặc biệt nào.

- Nhóm 4: Sơn quét các bề mặt chính diện của cấu kiện bằng các loại sơn bền.

Tùy theo công tác hoàn thiện được tiến hành ở giai đoạn nào của quá trình tạo hình cấu kiện người ta phân ra: hoàn thiện trong quá trình tạo hình, thí dụ như ốp các tấm ceramic, rải lớp vữa hay bê tông trang trí tạo hình nổi và hoàn thiện sau khi bê tông đã cứng rắn và cấu kiện đã được tháo khuôn, thí dụ như gia công trang trí bề mặt bằng các phương pháp khác nhau chuẩn bị bề mặt cấu kiện để quét sơn.

Các cấu kiện được hoàn thiện trong quá trình tạo hình phụ thuộc vào loại và phương pháp hoàn thiện có thể được "tạo hình sấp" hay "tạo hình ngửa". Khi tạo hình sấp ta được bề mặt diện với bề mặt phẳng thẳng và nhẵn hơn, phẩm chất của nó phụ

thuộc vào phẩm chất và trạng thái của mâm khuôn. Trong phương pháp này sự dính kết của lớp trang trí với khối bê tông nền chắc chắn hơn. Nhưng yêu cầu phải dùng dầu lau khuôn tốt không để lại các vết dầu trên bề mặt của cấu kiện.

Bên cạnh đó, khi tạo hình sắp yêu cầu phải gia công cẩn thận bề mặt hở của cấu kiện sẽ tạo hình, bề mặt này thường là bề mặt hướng vào trong của phòng. Bề mặt này thường được trát bằng lớp vữa trang trí mỏng, yêu cầu có độ nhẵn không kém các bề mặt chính diện.

a) Ốp bề mặt diện các tấm ceramic mẫu hay kính mẫu. Công tác trang trí này thường chỉ tiến hành khi tạo hình sắp. Trong phương pháp này người ta rải các tấm ceramic hay kính mẫu lên đáy khuôn đã chuẩn bị sẵn để cho mặt trái của chúng hướng lên trên. Các tấm được sắp xếp theo hình vẽ và mẫu sắc tạo nên một hoa văn nhất định và giữa chúng có khe hở nhỏ để lấp đầy bằng vữa ximăng, đảm bảo sự dính kết cần thiết của lớp ốp với bê tông của cấu kiện. Trên lớp tấm ốp ấy, người ta rải lớp vữa mỏng bằng bê tông hạt nhỏ rồi đặt lưới thép lên sau đó đổ lớp bê tông chính của cấu kiện.

Để ốp bề mặt của các tường ngoài thường dùng nhiều hơn cả là các tấm thảm ceramic. Đó là các tấm ceramic mẫu nhỏ, không tráng men, kích thước từ 20×20 đến 40×40 mm, dày 2 - 4mm, được gắn bằng keo hoà tan trong nước trên các băng giấy hay trên các tấm giấy bìa hình chữ nhật. Các tấm này được sản xuất theo các hoa văn và mẫu sắc nhất định trong các nhà máy sứ theo các catalô đặc biệt. Các tấm panel sau khi gia công nhiệt và tháo khuôn được đưa đến vị trí làm sạch bề mặt để rửa sạch giấy của tấm, giấy và keo dán trên bề mặt của lớp ốp được tẩy sạch bằng hơi và nước nóng.

Để ốp các panel tường bằng các tấm kính thường dùng là các tấm kính mẫu đục mài nhẵn, các tấm bằng kính ép sơn bằng các tấm kim loại khác nhau, cũng như các thảm tương tự như các thảm ceramic.

b) Trang trí bằng lớp bê tông hay vữa mẫu khi có đá dăm thích hợp về màu sắc và cỡ hạt về mặt kỹ thuật và kinh tế dùng bê tông mẫu có lợi hơn là dùng vữa mẫu (tiết kiệm xi măng).

Bề dày của lớp bê tông trang trí kể cả phần bị mòn đi khi gia công cơ học thường lấy từ 15 - 20mm. Khi chế tạo các kết cấu thành mỏng với bề dày quy đổi dưới 50 mm nên chế tạo cả cấu kiện bằng bê tông mẫu, cường độ của nó phải tương ứng với cường độ yêu cầu của bê tông thường.

Khi chế tạo bê tông và vữa mẫu quan trọng là phải đảm bảo sự phân bố đồng đều bột mẫu trong khối bê tông, để đạt được mục đích đó nên trộn trước bột mẫu với xi măng trong máy cấp phối mẫu. Sau đó đem trộn đều xi măng mẫu đã được chế tạo bằng cách đó với cốt liệu đã được lựa chọn theo mẫu sắc và thành phần hạt, sau khi đã trộn đều hỗn hợp khô mới cho nước vào.

Lớp bê tông trang trí có thể tạo nên khi tạo hình sắp bằng cách đổ lớp trang trí lên trên bề mặt của đáy khuôn, liền sau đó đổ bê tông thường của cấu kiện, còn khi tạo hình ngửa lớp bê tông trang trí được rải sau khi đã đổ và lèn chặt bê tông của cấu kiện. Trong cả hai trường hợp phải đảm bảo được sự dính kết bền chắc của lớp bê tông trang trí với bê tông nền.

c) Trang trí bằng lớp đá dăm, mảnh kính vụn và các tấm ceramic vỡ, lớp trang trí bằng các vật liệu này có thể rải trực tiếp lên bê tông của các panel tường ngoài một lớp hay nhiều lớp và các bloc lớn.

Công nghệ trang trí bằng đá dăm không phức tạp, không tốn nhiều công và đảm bảo được lớp trang trí bền và đẹp của công trình, đặc biệt khi sử dụng cốt liệu đá dăm, kính hay ceramic vụn được lựa chọn kỹ theo mẫu sắc, hình dáng và cỡ hạt.

Khi trang trí bằng lớp đá dăm, cấu kiện có thể tạo hình sấp cũng như tạo hình ngửa.

Trong trường hợp panel tạo hình ngửa, người ta rải đều lớp đá dăm có cỡ hạt từ 2,5 đến 15 - 20mm nên bề mặt của bê tông vừa được san bằng và lèn chặt sau đó cán bằng trục cán và chấn động trong thời gian ngắn hay rung cán để nhấn chìm đá dăm vào lớp bê tông vừa đổ khuôn xong hay lớp vữa đệm một nửa hay hai phần ba chiều cao của các hạt. Đá dăm có thể rải bằng các bункe tự hành theo toàn bộ bề rộng của cấu kiện, áp lực nén lên chúng khoảng 50daN/m dài của trục cán. Phụ thuộc vào cấp phối và độ dẻo của hỗn hợp bê tông dùng để tạo hình cấu kiện lớp vữa đệm có thể chính là bê tông của cấu kiện hoặc là lớp vữa mẫu đặc biệt.

Khi tạo hình các panel để cho mặt chính diện hướng xuống dưới, việc trang trí lớp đá dăm được tiến hành theo phương pháp "di chuyển cốt liệu". Trong trường hợp này người ta rải trước nền đáy khuôn một lớp cát dày từ 5 - 6mm, sau đó làm ẩm lớp cát đó. Sau đó rải lên lớp cát ấy một lớp đá dăm dày đặc (liên tục) đã được lựa chọn theo mẫu sắc và độ lớn, đôi khi theo một hình hoa văn nhất định tiếp theo mới đổ bê tông của cấu kiện và lèn chặt bằng chấn động. Sau khi gia công nhiệt và tháo khuôn cấu kiện, người ta tẩy sạch cát bằng chổi thép hay bằng tia nước.

Việc trang trí bề mặt chính diện của panel bằng kính vụn cũng được tiến hành bằng phương pháp tương tự.

3. GIA CÔNG TRANG TRÍ VÀ SƠN QUÉT CÁC BỀ MẶT CHÍNH DIỆN CỦA CẤU KIỆN

Người ta phân biệt các loại gia công trang trí các bề mặt của cấu kiện sau đây:

1) Tạo hình nổi trên bề mặt của cấu kiện trong quá trình tạo hình chúng.

2) Làm lộ cốt liệu bằng cách gia công cơ học hay hoá học bề mặt của cấu kiện đã cứng rắn.

3) Gia công cơ học bề mặt của lớp vữa trang trí hay bề mặt của bê tông thường của cấu kiện để tạo cho chúng có hình dáng của vật liệu đá thiên nhiên, gia công bề mặt bằng bê tông thường là loại hoàn thiện bề mặt đơn giản và kinh tế hơn cả.

Gia công trang trí bằng cách tạo hình nổi trên bề mặt của cấu kiện trong quá trình tạo hình không tốn công. Khi tạo hình sập, hình nổi được tạo nên bằng cách dùng các đệm hình nổi đặt trên đáy khuôn. Các đệm hình nổi này phải bám chắc vào kim loại của khuôn và phải có cùng số vòng quay với khuôn. Vật liệu dùng làm đệm phải đảm bảo cho bề mặt làm việc của nó đặc, bền và hoàn toàn không hút nước, bền vững trong quá trình gia công nhiệt bê tông và không dính kết với bê tông, nhưng phải dính kết tốt với kim loại của khuôn. Để chế tạo các đệm nổi nên dùng các loại nhựa dẻo chịu nhiệt bền như nhựa êpôxít hay các nhựa trên cơ sở của nó.

Làm lộ vẻ đẹp của cốt liệu tức là tẩy sạch màng ximăng đã cứng rắn bao bọc quanh bề mặt của cấu kiện và để lộ cốt liệu đá, trong trường hợp này nếu chọn được cấp phối của cốt liệu thích hợp về hình dạng, cỡ hạt, màu sắc và mật độ của nó trên bề mặt bê tông có thể tạo nên vẻ đẹp gần giống với vẻ đẹp của đá thiên

nhiên. Đặc biệt nên dùng đá dăm vụn chế tạo từ đá hoa, kính vụn để làm cốt cho lớp trang trí thì càng tăng vẻ đẹp.

Để làm lộ cốt liệu người ta dùng ba phương pháp sau đây:

- Phun các tia nước dưới áp lực vào bề mặt của lớp bê tông mới cứng rắn xong.

- Bằng phương pháp hoá học: trong phương pháp này người ta gia công bề mặt của bê tông đã cứng rắn bằng dung dịch acid clohydric 5% sau đó rửa sạch bằng cách phun nước.

- Gia công bề mặt của bê tông bằng phương pháp cơ học, thí dụ bằng máy phun cát.

- Gia công cơ học bề mặt của lớp bê tông trang trí nhằm mục đích tạo cho bề mặt của cấu kiện có hình dáng bên ngoài giống như đá xẻ, đá đục, đá mài và lớp đá cuội.

Gia công cơ học bề mặt của bê tông bằng tác động va đập hay mài mòn chỉ tiến hành khi cường độ của lớp bê tông bề mặt trên 150 daN/cm^2 , để cho cấu trúc của nó không bị phá hoại và cốt liệu không bị nhuộm màu của vữa xi măng.

Để tạo nên các rãnh xẻ nhỏ, gờ nổi và bề mặt gồ ghề của bê tông, người ta dùng lưới phay li tâm hình bánh răng vận hành theo kiểu va đập. Khi trục trên nó có lắp các bánh răng quay và dịch chuyển chậm dọc theo bề mặt gia công, các bánh răng quay với vận tốc lớn (gần 4500 vòng/phút) và đập nhẹ vào bề mặt của bê tông, các va đập này không làm phá vỡ cấu trúc của bê tông mà chỉ tạo nên các rãnh nhỏ với độ sâu nhất định ở những hướng khác nhau.

Một loại gia công bề mặt của bê tông bằng phương pháp cơ học khác tương đối phổ biến là gia công bằng chổi thép lắp trên các đĩa quay.

Để tạo cho bề mặt của cấu kiện có vẻ đẹp của vân đá tự nhiên mài nhẵn hay kiểu tranh ghép, người ta dùng phương pháp mài bóng. Phương pháp này thường dùng để gia công các mặt bậc cầu thang hay các tấm ốp mặt bậc cầu thang, các tấm ốp tường, lát nền và tấm chắn cửa sổ.

Bộ phận làm việc chính của máy mài là đĩa mài quay với tốc độ 5 - 10 m/giây các đĩa mài này được chế tạo từ các vật liệu nhám. Cỡ hạt và độ cứng của bột nhám dùng để chế tạo đĩa mài được xác định căn cứ vào độ bóng hay gồ ghề của bề mặt trang trí cần được gia công.

Để tạo nên bề mặt đặc chắc và nhẵn bóng, người ta phải mài nhiều cấp và mỗi lần thay đổi cấp gia công phải thay đổi độ cứng của bột nhám. Giữa các lần mài người ta trát hồ ximăng lên bề mặt của cấu kiện để lấp đầy các lỗ rỗng và các vết bong. Người ta thường mài bóng bề mặt của các cấu kiện trên các máy mài làm việc liên tục, khi đó phải thường xuyên làm ướt bề mặt của cấu kiện bằng nước.

Sơn quét bề mặt của các cấu kiện trong nhà máy. Công tác sơn quét các bề mặt chính diện của panel tường và các chi tiết kiến trúc cũng thuộc loại gia công trang trí trong nhà máy. Muốn cho chất lượng của sơn quét tốt thì các bề mặt chính diện của cấu kiện phải được chuẩn bị trước để tạo nên độ nhẵn nhất định. Bề mặt chính diện của tường ngoài thường được quét bằng sơn péclovinhin, ximăng - péclovinhin, sơn nhũ tương nước (stirôn - butadien, péclovinhin - acêtat), cũng như các loại sơn silicat.

Sơn bền lâu hơn cả (10 - 15 năm) là sơn clovinhin (huyền phù của các bột trong dung dịch nhựa péclovinhin) và sơn ximăng - péclovinhin. Thêm ximăng vào cho phép giảm đi một nửa lượng nhựa péclovinhin và tăng sự bám dính của lớp sơn phủ với nền. Sơn thường được quét từ một đến hai lớp trên lớp sơn đệm.

Loại sơn tương đối dễ kiểm và bền vững lâu đó là sơn silicát (5 - 10năm). Sơn là huyền phù của các bột màu bền vững kiểm và chất độn trong dung dịch nước của thủy tinh lỏng.

Để sơn quét các bề mặt không nhẵn và gồ ghề có thể dùng sơn ximăng, sơn này thường quét thành từng lớp dày hơn so với silicát và các loại sơn khác. Thành phần của sơn ximăng gồm có ximăng poóc - lạng trắng, khi cần có màu tối thì dùng ximăng poóc - lạng thường, bột màu bền vững kiểm (theo nguyên tắc phải là bột màu khoáng) và dưới 15% vôi tính theo trọng lượng ximăng. Thêm vôi để tăng màu trắng của ximăng, làm cho sơn khỏi bị phân tầng và tăng khả năng chịu nước của sơn. Để làm tăng độ bền nước của sơn nên cho thêm phụ gia kỵ nước, thí dụ như stêarat kali. Bột màu và ximăng nên trộn trước với nhau trong các máy nghiền bi.

Khi quét sơn nên dùng các máy xi sơn bằng điện.

4. TỔ HỢP CÁC CẤU KIỆN TRONG NHÀ MÁY

Tổ hợp là giai đoạn cuối cùng của quá trình sản xuất các cấu kiện lắp ghép và bộ phận của công trình và nhà. Ở giai đoạn này kết cấu chính đã được chế tạo xong được liên kết với các linh kiện chức năng liên quan khác với nó và tiến hành quá trình trang bị cho linh kiện kết cấu chính và những chi tiết kiến trúc đã chế tạo sẵn, các thiết bị kỹ thuật vệ sinh cần thiết cho việc sử dụng bình thường của kết cấu đó hay bộ phận của nhà và công trình. Công tác tổ hợp được tiến hành với mục đích để có được kết cấu lắp ghép dạng hoàn chỉnh hơn và làm cho nó có mức độ hoàn thiện cao trong phạm vi có lợi nhất về mặt kinh tế kỹ thuật. Thí dụ như, tổ hợp nhằm mục đích: tạo nên kết cấu tổ hợp của mái nhà có lớp cách nhiệt, kết cấu có kết hợp với lớp lát, lắp các

cửa sổ và cửa ra vào, trang bị cho các buồng vệ sinh của các nhà ở tất cả những dụng cụ và thiết bị kỹ thuật vệ sinh cần thiết, bao gồm cả việc lắp đường ống cấp thoát nước và đường ống của hệ thống cấp nhiệt, trang bị cho các panel tường trong hệ thống dẫn điện ngầm, thiết bị sưởi ấm và thông gió v.v...

Còn có thể hiểu tổ hợp là lắp ghép lớn các linh kiện đã được chế tạo riêng rẽ của kết cấu và lắp ghép thành một linh kiện thi công ở tại nhà máy với mục đích giảm bớt khối lượng đơn vị thi công khi lắp ghép nhà hay công trình.

Chúng ta sẽ xem xét một trường hợp tiêu biểu của công tác tổ hợp kết cấu ở nhà máy kết hợp với quá trình hoàn thiện của các panel tường ngoài.

Tổ hợp các panel tường ngoài được tiến hành trên các vị trí chuyên môn hoá của tuyến băng tải để hoàn thiện, trên tuyến này công tác tổ hợp được hoàn thành trong cùng một quá trình sản xuất với hoàn thiện. Để có thể gia công đồng thời hai mặt chính diện trong và ngoài của các panel tường, các panel được đặt trên các băng tải ở vị trí thẳng đứng. Người ta phân biệt hai loại băng tải: băng tải với các panel treo đứng trên các xe goòng, các panel này di chuyển theo đường ray đặt trên khung trên của một kết cấu thép và băng tải xe goòng với các panel đặt trên các xe goòng di động. Các xe này di chuyển trên đường ray đặt trên nền xưởng nhờ cơ cấu đẩy. Để đảm bảo sự ổn định của các panel, ở phía trên panel được đỡ bằng các con lăn ở hai phía.

Tuyến hoàn thiện và tổ hợp các panel tường ngoài gia công nhiệt ẩm bày vị trí với bước 4 m một, tốc độ di chuyển của các panel từ vị trí này đến các vị trí khác là 0,15 m/s. Nhịp độ của băng tải chuyển động gián đoạn được xác định bởi thời gian của

một thao tác lâu nhất trên một vị trí nào đó của băng tải. Kết cấu của tuyến băng tải này tương tự như kết cấu của tuyến hoàn thiện panel tường trong và sàn đã xem xét ở trên nhưng có một số sự khác nhau.

Các vị trí của tuyến hoàn thiện và tổ hợp được phân chia như sau:

- Vị trí N⁰1 - đặt panel lên xe goòng của băng tải, phát hiện và trám các lỗ rỗng và các vết bong tróc trên bề mặt của panel.

- Vị trí N⁰2 - xoa ướt bề mặt và cung cấp vữa cho thiết bị xoa.

- Vị trí N⁰3 - đặt và neo chắc các khung cửa sổ và các cửa ra vào, lắp các cánh cửa kính, cửa chớp và cánh cửa của cửa ra vào.

- Vị trí N⁰4 - hoàn thiện và chèn lấp các khe hở giữa khung gỗ và ô cửa sổ hay cửa ra vào đặt tấm chắn cửa sổ và xoa trám bằng tay những chỗ hoàn thiện.

- Vị trí N⁰5 - sấy khô panel trong buồng sấy có trang bị hệ thống quạt hút và quạt đẩy.

- Vị trí N⁰6 - mài khô và nếu cần thì quét lớp đệm để chuẩn bị quét sơn.

- Vị trí N⁰7 - kiểm tra và lấy panel ra khỏi băng tải.

Chương 18

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM BÊ TÔNG CỐT THÉP

1. CÁC LOẠI VÀ SƠ ĐỒ TỔ CHỨC KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Một trong những điều kiện quan trọng để đảm bảo chất lượng cao của các kết cấu bê tông cốt thép là tổ chức đúng đắn hệ thống kiểm tra trong sản xuất.

Cơ sở của việc tổ chức hệ thống ấy không những chỉ là kiểm tra chất lượng của sản phẩm đã chế tạo xong và phân loại các cấu kiện theo yêu cầu của quy phạm Nhà nước mà còn kiểm tra thường xuyên sự tuân thủ các chế độ công nghệ ở mỗi một thao tác của quá trình công nghệ, còn gọi là kiểm tra theo thao tác hay kiểm tra thường xuyên.

Toàn bộ công tác kiểm tra phẩm chất kỹ thuật của sản phẩm trong quá trình sản xuất có thể chia ra làm hai loại:

1) Kiểm tra thường xuyên chất lượng của các cấu kiện trong quá trình chế tạo, trong đó kể cả kiểm tra chất lượng của vật liệu ban đầu và bán thành phẩm.

2) Kiểm tra nghiệm thu phẩm chất của sản phẩm đã chế tạo xong, để lập chứng minh kỹ thuật cho sản phẩm.

Ngoài ra còn có một công tác kiểm tra thường xuyên trong quá trình sản xuất đó là kiểm tra phòng ngừa. Mục đích của việc kiểm tra này là xem xét trạng thái và sự làm việc của thiết bị công nghệ, kích thước khuôn, độ chính xác của các thiết bị cân đong trong phân xưởng trộn, các đặc tính động học của các bàn rung (biên độ và tần số dao động) và các cơ cấu tạo hình chấn động khác, kiểm tra sự vận hành của các kích thuỷ lực để căng cốt thép, thiết bị tự động điều khiển chế độ gia công nhiệt, cũng như kiểm tra độ chính xác của dụng cụ đo, dưỡng, manômét của các máy ép thuỷ lực và các máy kéo để thí nghiệm các mẫu bê tông và cốt thép v.v...

Khi tiến hành kiểm tra kỹ thuật trong sản xuất cần phải đặc biệt chú ý đến việc tổ chức kiểm tra và điều chỉnh tự động các quá trình công nghệ riêng rẽ theo chương trình đã định, cũng như việc sử dụng các phương pháp điện vật lý hiện đại để thí nghiệm và kiểm tra chất lượng sản phẩm của các cấu kiện bê tông cốt thép. Việc này cho phép ta nâng cao độ chính xác, rút ngắn thời gian và giảm nhẹ lao động của công tác kiểm tra kỹ thuật đi rất nhiều.

Công tác kiểm tra chất lượng trong sản xuất do các bộ phận sau đây chịu trách nhiệm:

a) Bộ phận kiểm tra chất lượng của nhà máy, bộ phận này chịu trách nhiệm kiểm tra thường xuyên sự tuân thủ các chế độ và quy tắc công nghệ đã được quy định của quá trình sản xuất và chất lượng của sản phẩm đã chế tạo xong.

b) Phòng thí nghiệm của nhà máy, nhiệm vụ của nó là kiểm tra phẩm chất của vật liệu ban đầu và bán thành phẩm cũng như chất lượng của bê tông trong cấu kiện.

2. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ

Trong bất kỳ một quá trình sản xuất nào mà ở đó có nhiều yếu tố công nghệ và tổ chức tác dụng chông chéo và phức tạp thì không thể tránh khỏi được những sai lệch của các thông số công nghệ đã quy định trước, các chỉ tiêu vận hành của thiết bị và kết quả là sự sai lệch các tính chất đã định của bán thành phẩm và sản phẩm, trong trường hợp của chúng ta là bê tông và các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép. Mức độ thay đổi của các thông số của quá trình công nghệ, của các chỉ số phẩm chất phụ thuộc vào trình độ kỹ thuật và văn hoá sản xuất, sự tuân thủ các quy tắc sản xuất và công nghệ trong nhà máy.

Nguyên nhân của sự thay đổi tương tự như vậy có thể là các yếu tố tác động thường xuyên và các yếu tố mang tính xác suất.

Những nguyên nhân xác suất ảnh hưởng tới cường độ của bê tông có thể là những biến động trong các tính chất cơ lý của thành phần hỗn hợp bê tông, sự thay đổi độ ẩm và độ sạch của cốt liệu, nhiệt độ của vật liệu thành phần và của hỗn hợp bê tông nói chung, sự không đồng nhất của hỗn hợp bê tông, mức độ lèn chặt không đều của bê tông trong cấu kiện, chế độ gia công nhiệt không ổn định.

Khi tổ chức kiểm tra có thể kịp thời phát hiện và khắc phục được các nguyên nhân của sự biến động các thông số công nghệ hay chỉ tiêu kiểm tra của các tính chất tạo nên các yếu tố xác suất. Nguyên nhân của sự thay đổi do các yếu tố xác suất rất khó khắc phục và tính toán định lượng được. Do tác động của các yếu tố xác suất, mỗi một chỉ tiêu kiểm tra riêng biệt không mang tính chất định lượng có cơ sở của chỉ tiêu tính chất và chỉ có thể xem như một trị số xác suất.

Chỉ sau khi gia công thống kê một tổ hợp các kết quả thí nghiệm riêng rẽ được liên hợp lại theo một đặc điểm kiểm tra nào đó, mới có thể thu được khái niệm thực về trị số của chỉ tiêu cường độ đó đối với một tổng thể trong trường hợp cụ thể đối với một lô bê tông, hay các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép sản xuất trong một thời kỳ nhất định của nhà máy, trên một tuyến công nghệ v.v...

Chỉ khi sử dụng các phương pháp thống kê để gia công và phân tích các số liệu ban đầu tức là kết quả của các thí nghiệm thường xuyên mới có thể tìm ra nguyên nhân của sự biến động các kết quả ấy, xác định được quy luật của chúng và làm cho quá trình sản xuất, mặc dù trong nó có nhiều yếu tố xác xuất, trở thành điều khiển và kiểm tra được. Trong trường hợp này phải nhấn mạnh rằng, việc sử dụng các phương pháp thống kê toán học và lý thuyết xác xuất cho phép rút ra những kết luận cần thiết theo một số lượng thí nghiệm kiểm tra không lớn lắm.

Khi gia công và phân tích các số liệu ban đầu bằng các phương pháp thống kê thường xác định các thông số sau đây:

1) Trị số trung bình cộng của các số liệu ban đầu (R) theo toàn bộ tổng thể thống kê hay trị số trung bình của các kết quả thí nghiệm riêng rẽ theo một chỉ tiêu nào đó, thí dụ theo chỉ tiêu cường độ chịu nén của bê tông của cả một lô kiểm tra hay trong cả một thời kỳ kiểm tra sự làm việc của tuyến công nghệ.

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}; \text{ daN/cm}^2$$

2) Đường cong phân bố (phân tán) các trị số xác xuất riêng rẽ của thông số kiểm tra, quy luật của sự phân bố đó. Đường cong phân bố các sai số có thể đối xứng (phân bố bình thường theo

quy luật Gauss) và có thể không đối xứng trong các trường hợp khi quá trình sản xuất không được kiểm tra tốt hay hoàn toàn không được kiểm tra.

3) Trị số của sai số trung bình nhân của kết quả riêng biệt so với trị số trung bình cộng, trong thống kê trị số này được gọi là standard S (tiêu chuẩn).

4) Hệ số biến động hay mức độ biến động C_v là tỷ số của trị số trung bình nhân trên trị số trung bình cộng của thông số kiểm tra.

$$C_v = \frac{S}{R}$$

5) Phạm vi biến động biểu thị mức độ phân tán của các số liệu ban đầu.

$$M = R_{\max} - R_{\min}$$

3. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ TẠO CẤU KIỆN

Công tác kiểm tra thường xuyên trong quá trình chế tạo các kết cấu bê tông cốt thép gồm có:

a) Kiểm tra phẩm chất khi chế tạo hỗn hợp bê tông, chính là: kiểm tra phẩm chất của vật liệu để chế tạo bê tông, kiểm tra độ ẩm của cốt liệu để bớt lượng nước khi cân nước cho mẻ trộn, kiểm tra độ chính xác của cân đong vật liệu thành phần, cũng như kiểm tra độ lưu động, độ cứng, độ phân tầng của hỗn hợp bê tông.

b) Kiểm tra mác của cốt thép dùng để làm cốt thép, đường kính của các thanh cốt thép, cường độ của các mối hàn, kích thước của các linh kiện và khung cốt thép đã chế tạo xong, sự

phù hợp về kích thước của chúng và khoảng cách giữa các thanh riêng biệt, kiểm tra sự đúng đắn của việc chế tạo và đặt các chi tiết chờ trên khung cốt thép, kiểm tra lớp chống gỉ v.v...

c) Kiểm tra phẩm chất của dầu lau khuôn, vị trí của các khung cốt thép và các linh kiện cốt thép riêng biệt trong khuôn, trị số lực căng của cốt thép ứng suất trước, cũng như kiểm tra chất lượng đổ khuôn và lèn chặt bê tông trong khuôn, chất lượng hoàn thiện bề mặt hở của cấu kiện.

d) Kiểm tra chế độ gia công nhiệt (nhiệt độ và thời gian), cường độ của bê tông sau khi gia công nhiệt, chất lượng các bề mặt diện của cấu kiện sau khi tháo khuôn, cũng như chất lượng gia công và hoàn thiện bề mặt của các cấu kiện.

Công tác kiểm tra thường xuyên thường được tiến hành trên cơ sở của các biểu đồ công nghệ đã lập sẵn cho từng loại sản phẩm.

Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu ban đầu để chế tạo bê tông cốt thép và các vật liệu khác dùng để chế tạo các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép được tiêu chuẩn hoá trong các quy phạm nhà nước hay điều kiện kỹ thuật, còn các chỉ tiêu thực tế về tính chất của vật liệu được ghi trong các chứng minh kỹ thuật kèm theo khi vật liệu được đưa về nhà máy. Nhưng phẩm chất của chúng vẫn phải được kiểm tra lại. Việc thí nghiệm phải tiến hành theo các phương pháp tiêu chuẩn hiện hành của quy phạm nhà nước, nhưng cũng có thể tiến hành theo các phương pháp thí nghiệm nhanh đã sử dụng nhiều trong thực tế. Kích thước của các lưới hàn và chi tiết chờ phải phù hợp với bản vẽ thi công của các kết cấu, cũng như thoả mãn các yêu cầu của quy phạm nhà nước "Cốt thép và các chi tiết chờ dùng cho kết cấu bê tông cốt thép, yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thí nghiệm". Cốt thép

phải có chứng minh kỹ thuật của nhà máy chế tạo trong đó ghi rõ mác và số của quy phạm nhà nước.

4. KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ CỦA BÊ TÔNG

Việc xác định cường độ chịu nén và trong một số trường hợp riêng cường độ chịu kéo khi uốn hay kéo đúng tâm chiếm một vị trí hết sức quan trọng toàn bộ các công tác kiểm tra chất lượng của cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép. Phải xác định cường độ xuất xưởng hay cường độ mác để lập chứng minh kỹ thuật và xuất cho các công trường. Ngoài ra người ta còn xác định các trị số trung bình của cường độ để kiểm tra quá trình cứng rắn của bê tông khi gia công nhiệt các cấu kiện hay kiểm tra cường độ cần thiết để truyền lực căng của cốt thép từ các trụ căng của khuôn lên bê tông và để tháo khuôn cấu kiện, cường độ này còn được gọi là cường độ công nghệ của bê tông.

Phương pháp cơ bản để xác định cường độ của bê tông là phương pháp thí nghiệm cơ học, trong phương pháp này tải trọng thí nghiệm đặt lên các mẫu bê tông tăng hơn tải trọng phá hoại, nghĩa là xác định cường độ giới hạn chịu nén (kéo). Trong rất nhiều trường hợp, để kiểm tra cường độ chịu nén của bê tông, người ta thường dùng các phương pháp không phá hoại như phương pháp âm học và phương pháp đo độ cứng.

a) Xác định cường độ bê tông bằng phương pháp phá hoại

Cường độ chịu nén của bê tông thường được xác định bằng cách nén các mẫu hình lập phương và mẫu hình trụ với các kích thước quy định, được tạo hình từ các hỗn hợp bê tông thi công và cứng rắn trong điều kiện tiêu chuẩn hay trong điều kiện gần giống điều kiện sản xuất sau một thời gian đã định.

Việc chế tạo các mẫu để kiểm tra cường độ thực tế của bê tông thường được tiến hành bằng chính các phương tiện và thao tác được dùng để chế tạo các cấu kiện. Để kiểm tra cấp phối đã được lựa chọn của hỗn hợp bê tông theo cường độ và sự phù hợp với mác đã định của nó, các mẫu kiểm tra thường được chế tạo theo quy phạm nhà nước.

Trong các nhà máy kết cấu bê tông cốt thép để chế tạo các mẫu kiểm tra, trong mỗi một ca trên mỗi một tuyến công nghệ người ta lấy ít nhất hai lượng thử của hỗn hợp bê tông trong cùng một cấp phối. Thể tích của lượng thử này phải tính toán đủ để chế tạo một sêri mẫu kiểm tra để xác định cường độ xuất xưởng của bê tông trong các cấu kiện. Ngoài ra mỗi ngày một lần từ lượng thử đã lấy của hỗn hợp bê tông của mỗi một cấp phối người ta chế tạo một sêri mẫu kiểm tra khác để kiểm tra sự phù hợp cường độ thực tế của bê tông với mác thiết kế của nó ở tuổi 28 ngày cứng rắn trong điều kiện tiêu chuẩn (ngoài các thời hạn thí nghiệm đặc biệt đã ký kết trong hợp đồng). Trong nhà máy người ta còn lấy các lượng thử phụ để chế tạo các mẫu kiểm tra với mục đích xác định cường độ công nghệ của bê tông trong các thời hạn trung gian.

b) Xác định cường độ của bê tông bằng phương pháp không phá hoại

Các phương pháp không phá hoại cho phép kiểm tra cường độ của bê tông trực tiếp trong cấu kiện ở mọi điều kiện khác nhau của nó (đối với từng cấu kiện một), cũng như trong các mẫu kiểm tra của bê tông. Các phương pháp này còn cho phép kiểm tra mẫu theo mức độ của bê tông nhiều lần trong cùng một cấu

kiện hay một mẫu theo mức độ phát triển cường độ cùng với tuổi của nó hay trong quá trình gia công nhiệt.

Một trong những phương pháp thí nghiệm không phá hoại được phổ biến hơn cả là phương pháp kiểm tra cường độ của bê tông bằng xung lực siêu âm. Phương pháp này dựa trên sự thay đổi tốc độ lan truyền dao động của các sóng âm dọc được gây nên trong các linh kiện bê tông được kiểm tra nhờ các xung lực cơ học đàn hồi tác động trong thời gian ngắn, các xung lực này được đặt vào linh kiện bê tông với tần số siêu âm.

Bằng cách đo tốc độ lan truyền của xung lực siêu âm qua cấu kiện bê tông hay bê tông cốt thép hay mẫu kiểm tra có thể xác định được đặc tính động học của bê tông ở dạng môđun đàn hồi động theo các công thức đã biết. Bởi vì trị số của môđun đàn hồi liên hệ tuyến tính với trị số của môđun đàn hồi tĩnh của nó (thí dụ, đối với bê tông thường nó cao hơn môđun đàn hồi tĩnh khoảng 20 - 25%), mà cường độ chịu nén của bê tông lại là đặc tính gián tiếp của môđun đàn hồi tĩnh, cho nên có thể dùng phương pháp xung lực siêu âm để xác định cường độ chịu nén của bê tông với mức độ chính xác nhất định.

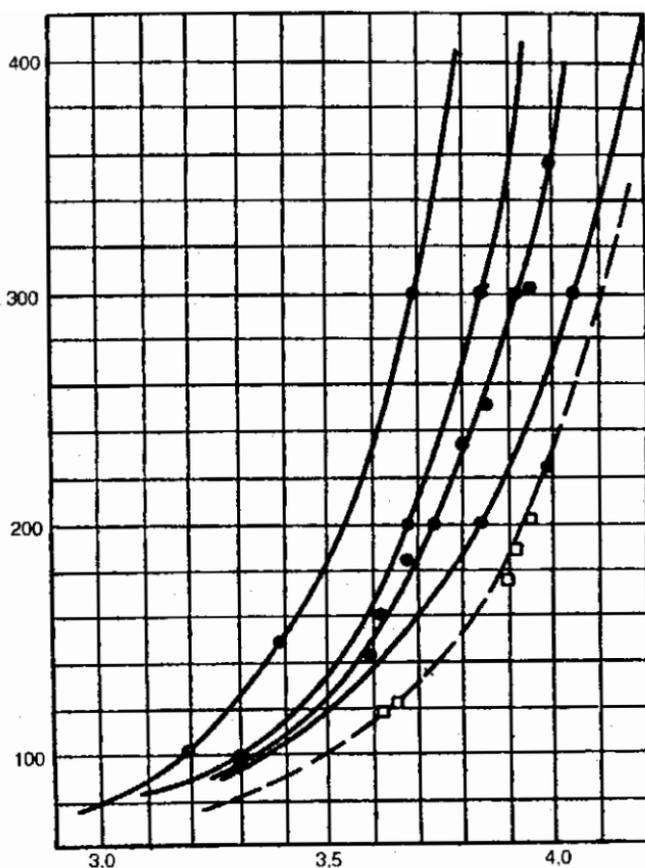
Nhưng nhiều công trình nghiên cứu tiếp theo đã chứng minh được rằng, không có sự liên hệ toán học chặt chẽ như thế giữa tốc độ lan truyền của xung lực siêu âm trong bê tông và cường độ chịu nén của nó. Những yếu tố ảnh hưởng rõ rệt với tốc độ lan truyền của sóng siêu âm, nghĩa là ảnh hưởng đối với trị số của môđun đàn hồi động, thì lại không ảnh hưởng mấy đối với cường độ chịu nén của bê tông. Thí dụ như loại cốt liệu lớn dùng trong bê tông, tính năng đàn hồi và cường độ của nó cũng như

hàm lượng tương đối của nó trong bê tông. Cho nên để xác định cường độ của bê tông theo phương pháp này có thể sử dụng sự phụ thuộc tuyến tính của xung lực siêu âm trong bê tông và cường độ của nó, bỏ qua việc tính toán trung gian các trị số của môđun đàn hồi động sau đó là tĩnh.

Để tăng mức độ chính xác của việc xác định cường độ bê tông theo phương pháp này, nên dùng đường cong chuẩn "cục bộ" tốc độ siêu âm - cường độ bê tông dùng cho mọi nhóm bê tông riêng biệt, được chế tạo bằng vật liệu gần như đồng nhất và có cấp phối gần giống nhau (với dung sai dưới 20%).

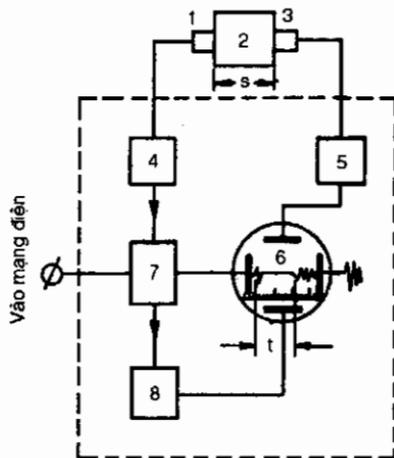
Từ đồ thị ví dụ đường cong chuẩn ấy mô tả trên hình 18 - 1 ta thấy rằng, khi cường độ bê tông tăng (độ đặc và tính chất đàn hồi của nó tăng) tốc độ của siêu âm cũng tăng lũy tiến. Tốc độ lan truyền của siêu âm trong bê tông nặng biến động trong giới hạn từ 2 đến 4,7 - 4,8km/s và phụ thuộc vào cường độ của bê tông. Nhận thấy rằng đối với bê tông cường độ cao (trên 400 - 500 daN/cm²) sự tăng tốc độ của siêu âm so với sự tăng của cường độ giảm đi rất nhiều, nghĩa là giảm độ nhạy bén của phương pháp này đối với bê tông mác trên 400.

Có thể dùng phương pháp xung lực siêu âm để kiểm tra sự phát triển cường độ của bê tông trong quá trình gia công nhiệt, để ngừng gia công nhiệt khi bê tông đã đạt được cường độ yêu cầu. Nhưng trong quá trình gia công nhiệt và đặc biệt là gia công nhiệt ẩm các cấu kiện bê tông cốt thép, nhiệt độ và độ ẩm của nó thay đổi. Trong các trường hợp này phải dùng các công thức điều chỉnh để tính toán cường độ bê tông căn cứ vào sự thay đổi độ ẩm và nhiệt độ của nó.



Hình 18 - 1. Đường cong chuẩn để xác định cường độ chịu nén của bê tông theo tốc độ lan truyền của sóng siêu âm phụ thuộc vào độ lớn và cường độ của cốt liệu.

Do tốc độ lan truyền của sóng siêu âm trong bê tông (truyền âm của bê tông) bằng máy đo âm điện tử, sơ đồ khối của nó được mô tả trên (hình 18 - 2).



Hình 18 - 2. Sơ đồ khối của máy siêu âm để xác định tốc độ truyền của sóng siêu âm trong bê tông.

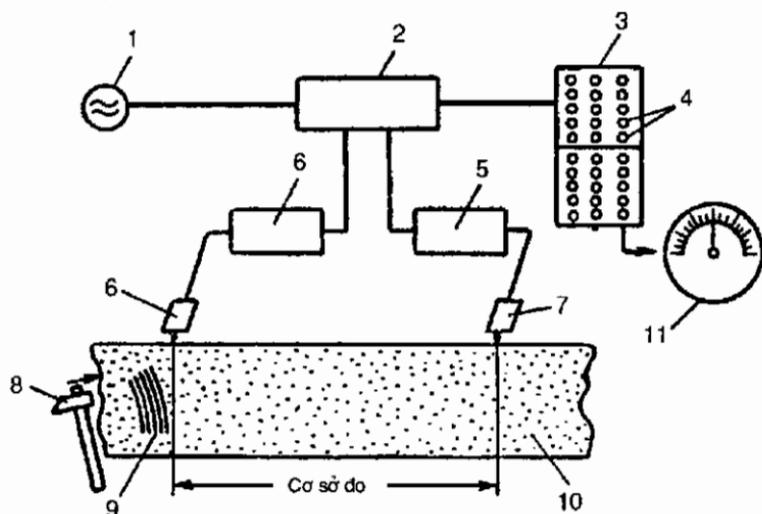
1- Bộ bức xạ thăm dò; 2- Bê tông cần kiểm tra; 3- Bộ thu sóng siêu âm; 4- Máy phát xung lực; 5- Bộ khuếch đại; 6- Indicator (ống phóng điện tử); 7- Bộ phận điện tử; bộ phận đo thời gian; t - Thời gian di chuyển của xung lực siêu âm qua linh kiện bê tông nằm giữa bộ phận phát và thu, tính bằng (giây); S - Kích thước dài của linh kiện bê tông.

Mức độ chính xác của việc xác định cường độ của bê tông phụ thuộc vào độ chính xác của việc xác định thời gian đi qua của tín hiệu trong linh kiện bê tông, cũng như vào độ chính xác của việc đo cơ sở truyền âm, đặc biệt khi linh kiện truyền âm có kích thước và tiết diện không lớn. Cho nên đo âm điện tử đo được tốc độ lan truyền của xung lực siêu âm với độ chính xác không lớn hơn 60,05%.

Dùng phương pháp xung lực siêu âm và máy đo âm điện tử có thể phát hiện được các khuyết tật và sự không đồng nhất về cấu

trúc trong bê tông, sự có mặt của các vết nứt và các lỗ rỗng khác, bởi vì ở chỗ có những khuyết tật thì tốc độ lan truyền của sóng siêu âm giảm đột ngột. Những chỗ có khuyết tật của cấu trúc tương tự như vậy có thể nhận thấy rõ ràng khi cho siêu âm truyền qua bê tông ở những chỗ nghi ngờ có khuyết tật của cấu kiện.

Ngoài phương pháp kiểm tra cường độ bê tông bằng phương pháp xung lực siêu âm, người ta còn dùng phương pháp va đập. Phương pháp này về thực chất cũng là phương pháp xung lực, nhưng các sóng siêu âm được gây nên trong bê tông bằng cách gõ (va đập) vào các mẫu cần khảo sát, xem (hình 18 - 3).



Hình 18 - 3. Sơ đồ của dụng cụ điện tử thí nghiệm bê tông theo phương pháp va đập.

1. Máy phát ; 2. Sơ đồ phát; 3. Đồng hồ đo giây;
4. Đèn tín hiệu; 5. Máy khuếch đại; 6. Bộ thu sóng âm phát đi;
7. Bộ thu sóng âm đến; 8. Thiết bị va đập;
9. Sóng va đập; 10. Bê tông; 11. Indicator.

Phương pháp xung lực siêu âm và phương pháp va đập khác nhau ở những điểm sau đây: trong trường hợp xác định cường độ của linh kiện bê tông bằng phương pháp va đập người ta dùng các tần số siêu âm thấp, trong khi đó ở phương pháp siêu âm, tần số làm việc nằm ngoài phạm vi của dải nghe thấy được. Sử dụng sóng siêu âm ở dải tần số thấp làm giảm độ chính xác của việc tính thời gian lan truyền của sóng âm, cho nên về cơ bản phương pháp va đập thường được dùng để đo tốc độ âm trong các linh kiện bê tông cốt thép lớn (các cơ sở đo lớn). Sơ đồ dụng cụ điện tử để xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp va đập được mô tả trên (hình 18 - 3).

5. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CỦA SẢN PHẨM ĐÃ CHẾ TẠO XONG

Trước khi xuất các cấu kiện và kết cấu bê tông và bê tông cốt thép ra khỏi nhà máy, người ta thường kiểm tra:

- 1) Hình dáng và kích thước của cấu kiện.
- 2) Chất lượng bề mặt và mức độ hoàn thiện.
- 3) Chất lượng cốt thép, chi tiết chèn, móc cầu lắp.

4) Chất lượng bê tông trong cấu kiện theo cường độ chịu nén (cường độ xuất xưởng hay mác), trong những trường hợp riêng biệt còn kiểm tra cường độ chịu kéo, cường độ chịu uốn hay kéo đúng tâm, dung trọng và độ ẩm (đối với bê tông nhẹ và bê tông tổ ong), cũng như độ chống thấm và các tính năng đặc biệt khác căn cứ vào công dụng của cấu kiện và kết cấu.

Việc kiểm tra chất lượng sản phẩm do nhân viên kỹ thuật thuộc bộ phận kiểm tra kỹ thuật tiến hành trong quá trình nghiệm thu các cấu kiện. Các cấu kiện được nghiệm thu thường chia ra thành từng lô, số lượng cấu kiện trong mỗi một lô được quy định trong các quy phạm nhà nước tương ứng. Lô gồm các cấu kiện trong cùng một cỡ loại được chế tạo trong một thời gian không quá 10 ngày trước khi nghiệm thu theo cùng một công nghệ và bằng cùng một loại vật liệu. Số lượng cấu kiện trong một lô không được vượt quá: khi thể tích của một cấu kiện dưới $0,1 \text{ m}^3$ - 1000 cái; từ $0,2$ đến $0,3 \text{ m}^3$ - 700 cái; từ $0,3$ đến 1 m^3 - 300 cái; từ 1 đến 2 m^3 - 150 cái và trên 2 m^3 - 100 cái.

a) Kiểm tra bằng cách xem xét bên ngoài và đo

Nhà máy chế tạo phải cung cấp các cấu kiện có hình dáng hình học đúng với độ chính xác của kích thước trong các giới hạn cho phép quy định, với bề mặt đã được hoàn thiện, chuẩn bị sẵn sàng để sơn quét hay ốp (đối với các panel tường và vách ngăn). Độ chính xác về kích thước và hình dạng hình học của cấu kiện (phẩm chất bề mặt của góc vuông, độ thẳng của các mép, cạnh v.v...) được kiểm tra bằng các dụng cụ đo, với độ chính xác đến 1 mm . Nếu như chỉ một trong số các cấu kiện đã chọn trước để kiểm tra không thỏa mãn những yêu cầu về hình dạng và kích thước nói trên thì phải tăng số lượng cấu kiện cần kiểm tra lên gấp đôi hay cả lô. Trị số các dung sai cho phép so với kích thước thiết kế của cấu kiện được ghi trong bảng 18 - 1.

Bảng 18-1. Dung sai cho phép so với kích thước thiết kế của cấu kiện

Loại cấu kiện	Dung sai cho phép không quá, mm		
	Theo chiều dài	Theo chiều rộng	Theo bề dày
1	2	3	4
- Các panel và tấm sàn với chiều dài dưới 6m	±8	±5	±5
- Tương tự với chiều dài trên 6m	±10	±5	±5
- Các tấm panel mái với chiều dài dưới 6m	+8, -4	±5	±5
- Tương tự với chiều dài trên 6m	+10, -5	±5	±5
- Khối móng	±15	±15	±10
- Kích thước bên trong của các cốt của khối móng	±15	±15	±20
- Cột với chiều dài dưới 9m	±7	±5	±5
- Tương tự với chiều dài trên 9m	±10	±5	±5
- Cột từ nền móng đến mặt trên của nó	-5	-	-
- Dầm cầu chạy	±10	±5	±5
- Dầm và dàn mái nhịp dưới 18m	±10	±5	±5
- Tương tự với chiều dài trên 18m	±20	±5	±5
- Dầm mang sàn và xà gồ với chiều dài dưới 6m	+8, -4	±5	±5
- Tương tự với chiều dài trên 6m	+10, -5	±5	±5
- Cầu thang	±5	±5	±5
- Sàn nghỉ	+8, -5	±5	+5, -3
- Các cấu kiện khác	±10	±10	±5

b) Kiểm tra chất lượng của cốt thép

Để kiểm tra chất lượng của cốt thép xem có phù hợp với sự bố trí của cốt thép trong các bản vẽ thi công hay không, người ta tiến hành kiểm tra vị trí của cốt thép ngay trên các cấu kiện đã được chọn để kiểm tra hình dáng và kích thước. Số lượng cấu kiện dùng cho công tác kiểm tra này, nếu như không có quy định trong các quy phạm nhà nước hay điều kiện kỹ thuật đối với loại cấu kiện ấy, thì phải lấy không dưới 1% khi khối lượng cấu kiện một lô là 500 cái hay nhiều hơn nữa và trên 5 cái khi khối lượng cấu kiện trong một lô dưới 500 cái. Để kiểm tra vị trí đặt cốt thép trong các cấu kiện có thể dùng ngay các cấu kiện đã bị phá hoại khi thí nghiệm khả năng chịu tải trọng và độ cứng của chúng.

Người ta kiểm tra việc đặt đúng cốt thép bằng cách đục lớp bê tông bảo vệ ở hai đầu và ở giữa nhịp của cấu kiện để lộ cốt thép ra và kiểm tra theo bản vẽ thi công. Trong các dầm và tấm phẳng, người ta đục dọc theo bề rộng của mặt cắt, còn trong các tấm thì theo toàn bộ bề rộng của gờ.

Để kiểm tra vị trí của cốt thép trong cấu kiện có thể sử dụng các dụng cụ nam châm hay vật lý khác cho phép xác định được vị trí của cốt thép trong cấu kiện mà không phải phá hoại chúng, cũng như xem xét vị trí của đầu thanh cốt thép ở hai đầu của các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước.

Dùng các dụng cụ nam châm hay điện từ người ta có thể đồng thời xác định được bề dày của lớp bê tông bảo vệ, cũng như hướng phân bố và đường kính của thanh cốt thép cần kiểm tra.

Nguyên tắc vận hành của dụng cụ này dựa trên sự thay đổi từ trở của cảm biến khi khoảng cách giữa nó và thanh cốt thép thay đổi.

Để xác định bề dày của lớp bê tông bảo vệ người ta đặt cảm biến của dụng cụ lên trên bề mặt phẳng của cấu kiện và xê dịch theo nó và theo dõi chỉ số của kim trên thang số của dụng cụ.

Nhờ dụng cụ này có thể phát hiện được cốt thép ở độ sâu từ 5 - 70mm, cũng như đo được đường kính của các thanh cốt thép trong giới hạn từ 6 - 16mm.

Có thể dùng phương pháp phóng xạ tia gamma để xác định vị trí cốt thép. Dùng dụng cụ đặc biệt chiếu chùm tia gamma vào cấu kiện trên màn ảnh sẽ xuất hiện hình ảnh rõ ràng của cốt thép.

Bề dày của lớp bê tông bảo vệ của cốt thép chịu lực được ghi rõ trong các bản vẽ của từng loại kết cấu và phải thoả mãn những yêu cầu ghi trong các điều kiện kỹ thuật.

Khi kiểm tra chất lượng của các chi tiết chờ đặt trong bê tông của các cấu kiện dùng để lắp ghép hay liên kết các linh kiện lắp ghép bằng cách hàn, phải kiểm tra xem trong các bản vẽ thi công, có kích thước nào phù hợp với kích thước thiết kế hay không.

Các chi tiết chờ phải có các neo, đường kính và loại hình của chúng, cũng như cách phân bố chúng trong bê tông phải phù hợp với dung sai thiết kế không được quá các dung sai cho phép đã ghi trong điều kiện kỹ thuật đối với cốt thép chịu lực của kết cấu.

c) Đánh giá cường độ và độ đồng đều của bê tông trong các cấu kiện

Trong chỉ dẫn về đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông đã tiêu chuẩn hoá hai chỉ tiêu cường độ của bê tông: cường

độ trung bình thực tế đối với các khối lượng kiểm tra và cường độ cho phép tối thiểu của bê tông trong các xêri mẫu kiểm tra riêng biệt trong cùng một khối lượng ấy.

Khối lượng kiểm tra là khối lượng bê tông cùng một mác được chế tạo trong một thời gian làm việc nhất định của nhà máy (hay tuyến công nghệ của nó), thí dụ trong một ca, một ngày, một tháng.

Cường độ tối thiểu cho phép là trị số xác suất nhỏ nhất của cường độ bê tông với mác đã định, có thể đảm bảo phẩm chất của toàn bộ khối lượng kiểm tra. Thông thường sự đảm bảo đó lấy bằng 0,977 nghĩa là cho phép cường độ nhỏ nhất của bê tông, mà xác suất xuất hiện của nó trong một tổ hợp kết quả nào đó sẽ không quá 23 trường hợp trong 1000 mẫu.

Việc đánh giá cường độ trung bình của bê tông trong một khối lượng kiểm tra thường được tiến hành trên cơ sở của những kết quả thí nghiệm một vài xêri mẫu kiểm tra nhưng không dưới hai xêri, được chế tạo từ hỗn hợp bê tông của cùng một cấp phối và cứng rắn trong những điều kiện như nhau và thí nghiệm trong cùng một thời hạn (trong cùng một xêri có hai - ba mẫu giống nhau).

Bởi vì khi thí nghiệm xê ri mẫu trong lô được kiểm tra, kết quả thu được có thể cao hơn hay thấp hơn trị số trung bình, cho nên việc đánh giá cường độ của bê tông thường được tiến hành bằng các phương pháp thống kê. Để xác định sự tương ứng của cường độ trung bình thực tế của bê tông theo cả lô và trị số nhỏ nhất của cường độ theo các xêri riêng biệt của các mẫu kiểm tra, với cường độ thực tế và nhỏ nhất cho phép đối với mác bê tông

đã định, trước hết cần phải xác định chỉ số biến động C_v của các kết quả thí nghiệm riêng rẽ đối với cả tổ hợp kết quả thí nghiệm lô đó.

Bảng 18 - 2. Cường độ trung bình của bê tông trong một lô và cường độ cho phép tối thiểu của các mẫu kiểm tra của từng xêri riêng tính theo cường độ tiêu chuẩn

Chỉ số biến động C_v	Số xêri trong lô			
	1	2	3	4
0,04	<u>0,81</u>	<u>0,81</u>	<u>0,81</u>	<u>0,81</u>
	0,78	0,78	0,77	0,77
0,06	<u>0,86</u>	<u>0,86</u>	<u>0,86</u>	<u>0,86</u>
	0,81	0,81	0,80	0,79
0,08	<u>0,92</u>	<u>0,91</u>	<u>0,91</u>	<u>0,90</u>
	0,84	0,83	0,82	0,82
0,10	<u>0,99</u>	<u>0,97</u>	<u>0,96</u>	<u>0,95</u>
	0,87	0,86	0,85	0,84
0,12	<u>1,06</u>	<u>1,04</u>	<u>1,03</u>	<u>1,02</u>
	0,90	0,89	0,88	0,87
0,14	<u>1,15</u>	<u>1,12</u>	<u>1,10</u>	<u>1,09</u>
	0,94	0,92	0,91	0,90
0,16	<u>1,25</u>	<u>1,21</u>	<u>1,14</u>	<u>1,17</u>
	0,98	0,96	0,94	0,93

Ghi chú: Số ghi trên gạch là của cường độ trung bình, còn ở dưới gạch là cường độ cho phép tối thiểu.

Nếu như cường độ thực tế của các xêri thí nghiệm trong các mẫu kiểm tra trong cùng một lô bê tông đã định không thấp hơn cường độ trung bình yêu cầu xác định được theo bảng 18 - 2 (có

tính đến trị số C_c) còn cường độ thực tế trung bình của mỗi một lô mẫu thấp hơn cường độ cho phép, thì cường độ của bê tông được coi là thoả mãn yêu cầu.

Các so sánh này đã được làm cho trường hợp khi lô bê tông được đánh giá toàn bộ theo hai xêri mẫu kiểm tra. Khi số lượng xêri mẫu trong lô kiểm tra của bê tông tăng, thì sự phân tán trong cường độ yêu cầu, thực tế và tiêu chuẩn của bê tông có thể giảm đi một ít, nhưng vẫn còn lớn.

Như vậy, bằng cách sử dụng các chỉ tiêu đã được tiêu chuẩn hoá để đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông, các xí nghiệp sản xuất cấu kiện và kết cấu bê tông cốt thép có các chỉ tiêu về độ đồng nhất của bê tông cao và thường xuyên kiểm tra cường độ của bê tông, có thể giảm yêu cầu về cường độ trung bình của bê tông bằng cách giảm lượng xi măng hay rút ngắn thời gian gia công nhiệt.

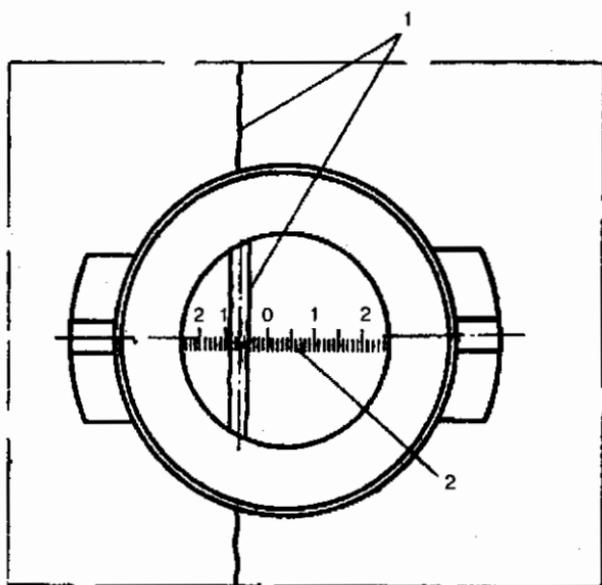
Theo bảng 18 - 2 có thể đánh giá cường độ trung bình và cho phép tối thiểu của bê tông xem có phù hợp với cường độ mác và cường độ xuất xưởng hay không, cũng như cường độ cần thiết để truyền lực căng của cốt thép từ các trụ neo lên bê tông.

Để xác định hệ số biến động khi đánh giá các chỉ tiêu cường độ của một lô bê tông, thí dụ ở tuổi 28 ngày phải sử dụng các chỉ số C_c đã được xác định đối với nhà máy đó hay đối với tháng đó chỉ tiêu thống kê của độ đồng nhất có thể đã được tính toán. Khi thí nghiệm nhanh, thời kỳ để tính trị số ấy có thể ngắn hơn.

d) Kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu

Khi tất cả các chỉ tiêu phẩm chất của cấu kiện đã được kiểm tra ở trên không hoàn toàn thoả mãn yêu cầu, thì người ta đem

thí nghiệm trực tiếp cấu kiện với tải trọng giống như tải trọng sử dụng để đánh giá khả năng chịu lực của nó theo cường độ về độ cứng và khả năng chống nứt. Trình tự và số lượng cấu kiện được lựa chọn để thí nghiệm, trị số của tải trọng kiểm tra và sơ đồ thí nghiệm, cũng như phương pháp gia công kết quả thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp do quy phạm nhà nước quy định "Phương pháp thí nghiệm và đánh giá cường độ, độ cứng và khả năng chống nứt của các kết cấu bê tông cốt thép" hay theo phương pháp được quy định riêng trong các điều kiện kỹ thuật và tiêu chuẩn đối với từng loại cấu kiện riêng biệt.



Hình 18-4. Đo trị số độ mở rộng của các vết nứt bằng kính lúp phóng đại
1. Vết nứt; 2. Vạch chia trên kính của kính lúp.

Cường độ của cấu kiện được kiểm tra theo trị số của tải trọng phá hoại, độ cứng - theo trị số độ võng dưới tác dụng của tải

trọng kiểm tra cho phép theo tính toán, độ chống nứt theo trị số tải trọng ở thời điểm xuất hiện vết nứt. Khi thí nghiệm các tấm, panel và tấm sàn nên dùng tải trọng phân bố đều trên toàn bộ diện tích, còn đối với các dầm, xà gỗ và dầm mang sàn - dùng tải trọng tập trung đặt ở hai điểm trên với khoảng cách hai gối tựa $1/4$ chiều dài của nhịp tính toán của cấu kiện. Trong thời gian thí nghiệm cấu kiện ghi lại thời điểm xuất hiện các vết nứt đầu tiên.

Trị số độ mở của các vết nứt được đo bằng kính lúp (hình 18 - 4) với bảng chia độ trên kính đặt sát trên bề mặt của cấu kiện với độ tăng 10 lần khi độ chia và độ chính xác tính toán là 0,1 mm.

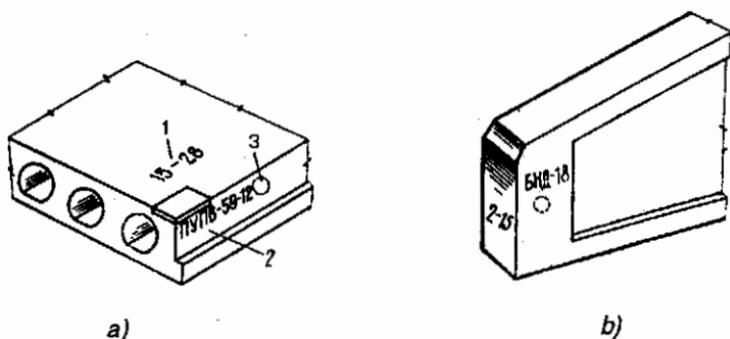
Để tính toán thường dùng kính hiển vi đặc biệt gồm ống trụ và vật kính.

Sau khi thí nghiệm xong chụp ảnh những đoạn bị phá hoại của cấu kiện và những đoạn với các vết nứt tiêu biểu hơn cả, lập biên bản và ghi lại kết quả thí nghiệm. Trong biên bản ghi rõ các kết luận về đánh giá cường độ, độ cứng và độ chống nứt của các cấu kiện và của cả lô kiểm tra.

6. ĐỀ MÁC VÀ LẬP CHỨNG MINH KỸ THUẬT CỦA SẢN PHẨM

Mỗi một cấu kiện khi đã thoả mãn yêu cầu của quy phạm tương ứng hay điều kiện kỹ thuật được đề mác bằng sơn không rửa được. Trong mác ghi rõ số chứng minh kỹ thuật của cấu kiện, ký hiệu của cấu kiện, tem của nhà máy chế tạo, số của nhân viên kỹ thuật thuộc bộ phận kiểm tra kỹ thuật, đôi khi cả ngày chế tạo (hình 18 - 5).

Số chứng minh gồm hai chữ số phân cách nhau bằng gạch nối. Chữ số đầu tương ứng với số lô theo chứng minh. Còn chữ số thứ hai - số của cấu kiện trong lô. Thí dụ: số chứng minh 2 - 15 có nghĩa là cấu kiện thứ 15 của lô số 2. Trên cơ sở số chứng minh có thể theo số kiểm tra sản xuất xác định được ngày sản xuất cấu kiện, cường độ của bê tông theo kết quả thí nghiệm các mẫu kiểm tra v.v...



Hình 18-5. Mác của các cấu kiện bê tông

a- Panel; b- Dầm mái;

1- Số chứng minh; 2- Ký hiệu loại cấu kiện; 3- Tem của nhà máy.

Số chứng minh ghi trên cấu kiện trong quá trình chế tạo nó trên một góc của bề mặt để hở. Chữ và số của ký hiệu phải viết sao cho có thể biết được vị trí làm việc của cấu kiện và để cho chúng khỏi bị che lấp sau khi lắp ghép. Ký hiệu của cấu kiện là tên gọi viết tắt của nó được quy định theo quy phạm hay catalô. Thí dụ khi ký hiệu $D_c - 6$ có nghĩa là dầm cầu chạy dài 6 m.

Tem của nhà máy là dấu kiểm tra quy ước (con dấu của bộ phận kỹ thuật), khẳng định sự thoả mãn của cấu kiện đối với mọi yêu cầu quy phạm hay điều kiện kỹ thuật. Chỉ đóng dấu lên cấu kiện khi có số chứng minh bên cạnh ký hiệu của nó. Nếu như đã có tem của nhà máy, điều đó có nghĩa là cấu kiện đã được bộ phận kiểm tra kỹ thuật nghiệm thu và có thể xuất kho cho người tiêu dùng.

Chứng minh kỹ thuật được làm cho mỗi một lô, trong đó ghi rõ tên và địa chỉ nhà máy chế tạo, số lô, tên của cấu kiện theo quy phạm nhà nước, hay điều kiện kiểm tra và kí hiệu quy ước của chúng, số lượng cấu kiện trong một lô, số của quy phạm nhà nước hay điều kiện kiểm tra, ngày chế tạo và nghiệm thu của lô của bộ phận kiểm tra kỹ thuật, cũng như cường độ xuất xưởng của bê tông tính bằng % của cường độ mác ở thời điểm nghiệm thu.

Chứng minh được làm thành hai bản, một giao cho người tiêu dùng, còn một giữ lại nhà máy chế tạo.

7. BẢO QUẢN SẢN PHẨM

Trong các nhà máy bê tông cốt thép lắp ghép, người ta tổ chức kho sản phẩm để bảo quản các cấu kiện đã chế tạo xong trước khi xuất chúng cho người tiêu dùng.

Kho thường được dùng để giữ cho cấu kiện có được cường độ xuất xưởng cần thiết. Ngoài ra ở kho có thể tiến hành lắp ghép các kết cấu từ các linh kiện riêng biệt, cũng như sửa chữa những khuyết tật nhỏ mới được phát hiện trong khi vận chuyển và xếp kho.

Kho sản phẩm là bãi trống hình chữ nhật được quy hoạch cẩn thận, nền móng được lèn chặt, sau đó được phủ một lớp áo bằng bê tông. Bề mặt của nó làm nghiêng từ 1° - 2° về phía công trình thu nước mưa gần nhất và phải đảm bảo sự làm việc liên tục của kho trong bất kỳ thời tiết nào.

Kho phải được trang bị cần cẩu để xếp chồng các cấu kiện và tiến hành công tác bốc dỡ. Các loại cần cẩu thường được sử dụng trong các kho sản phẩm là: cần trục, cầu trục, hay cần cẩu tháp tự hành quay được cả bốn phía. Người ta căn cứ vào loại và trọng lượng của cấu kiện sẽ sản xuất, cũng như công suất của nhà máy để xác định tải trọng và số lượng cần cẩu của kho.

Trong kho phải có đường để vận chuyển cấu kiện đi, đường trong kho phải là đường có lối thoát hay đường vòng có lối rẽ vào và ra riêng biệt. Chiều rộng của mặt đường phải được tính toán để sử dụng các xe vận chuyển với rơmoóc hay các ô tô chuyên dụng để chở panel.

Khi ở trong kho các cấu kiện được xếp thành từng chồng thì giữa chúng phải có đường đi dành cho phương tiện vận chuyển và người qua lại. Khe hở giữa các chồng phải đảm bảo không làm hư hỏng các cấu kiện khi bốc xếp ở các chồng bên cạnh.

Trong kho phải có những đường ngang, khoảng cách giữa chúng với nhau không được quá 100m.

Đường qua lại theo các chồng theo hướng dọc kho thường cách nhau hai chồng cấu kiện một, còn theo hướng ngang không

quá 25m. Bề rộng của đường qua lại không được dưới 70m, còn khoảng cách giữa các chồng với nhau không dưới 20m.

Diện tích của kho được xác định khi thiết kế, xuất phát từ năng suất của nhà máy, thời gian và phương pháp bảo quản cấu kiện trong kho, khe hở đã chọn giữa các chồng với nhau, cũng như phương pháp bốc xếp và loại cầu được sử dụng.

Trong kho, các cấu kiện phải được bảo quản trong các chồng hay trong các casét được phân loại theo mác và xếp đặt sao cho tem của nó có thể dễ dàng đọc được từ phía đường qua lại hay đường vận chuyển, còn các móc cầu lắp phải được hướng lên phía trên.

Khi xếp các cấu kiện vào trong các chồng phải đặt trên các gối tựa và ở vị trí như điều kiện làm việc của chúng trong các công trình, trừ các loại cột, cột điện, cọc móng v.v... không làm cho bê tông trong cấu kiện bị quá tải và làm hư hỏng cấu kiện. Chiều cao của các chồng cấu kiện và phương pháp tạo nên các gối tựa phải tính toán theo các chỉ dẫn của các quy phạm và điều kiện kỹ thuật đối với từng loại cấu kiện. Cần phải đặc biệt chú ý khi xếp các cấu kiện có cốt thép ở mọi phía. Trên các cấu kiện này phải được đánh dấu tam giác đỉnh của nó chỉ phía trên của cấu kiện ở vị trí làm việc.

Khi xếp các cấu kiện thành từng chồng, tám dưới cũng phải được đặt trên hai gối tựa làm bằng gỗ dầm tiết diện 100×100 hay 150×150 mm. Chiều dài của các gối tựa này phải được tính

toán sao cho hai đầu của nó nhô ra khỏi cấu kiện một đoạn ít nhất là 100mm. Các cấu kiện ở các tầng trên đặt trên các gối tựa làm bằng gỗ dầm tiết diện $40 \times 100\text{mm}$. Khi trên các cấu kiện có các móc cấu lắp hay các phần nhô ra, thì bề dày của các gối tựa phải lớn hơn chiều cao của chúng. Tất cả các gối tựa ở hai đầu của chồng cấu kiện phải được đặt trên một mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với trục dọc của cấu kiện.

Dưới đây là các ví dụ xếp các cấu kiện và kết cấu phổ biến hơn cả.

Các panel tường ngoài và tường ngăn với kích thước của một căn phòng phải được bảo quản ở vị trí thẳng đứng hay nghiêng trong các casét làm bằng gỗ và đặt trên các dầm gối tựa bằng gỗ. Để bảo quản các panel ở vị trí thẳng đứng người ta dùng các casét hàn bằng thép ống gồm một hay hai hàng cột, trên các ống ngang của chúng người ta lắp các giá quay di động. Các cột của casét được dựng trên các khoảng cách tương ứng với chiều dài của panel, còn các giá quay treo trên các khoảng cách lớn hơn bề dày của panel một ít. Các panel trong các casét phải đặt với khe hở đủ để đặt các giá quay ở giữa chúng.

Khi bảo quản các panel ở vị trí nằm nghiêng, người ta dùng các khung kim loại hay bằng gỗ hình chữ A. Góc nghiêng của panel với mặt bằng không quá $75 - 80^\circ$.

Các panel tường ngoài có bề mặt diện trang trí, khi xếp trong các casét hay tựa trên các khung phải để quay mặt diện ra ngoài.

Các bloc tường lớn với chiều cao trên 1,25m phải được đặt thành một dãy thẳng đứng ở vị trí làm việc (các móc cầu lắp để lên trên) trên các gối tựa. Khi đặt hai bloc tường ngoài trong một dãy phải để cho các mặt phải của chúng quay ra ngoài. Các bloc tường ngang ở dưới có thể xếp chồng nhiều tầng trên các gối tựa bằng gỗ ván tiết diện $40 \times 100\text{mm}$. Đầu của các gối tựa thụt vào trong không quá 5cm. Chiều cao của một chồng không quá 2,5m.

Các bloc móng và tường ngoài của các tầng hầm phải xếp chồng thành từng chồng với chiều cao không quá 2,25m. Dầm mang xà nên xếp thành từng chồng ở vị trí làm việc của chúng với chiều cao không quá ba tầng. Các dầm ở tầng trên phải được neo với nhau bằng dây thép luôn qua các móc cầu lắp.

ТÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Сизов В.Н. Бессер Я.Р. Васильев А.П. *Основы Проектирования зоволов железобетонных конструкций.* Гостройиздат, 1966.
2. Сизов В.Н. *Технология бетонных и железобетонных изделий.* Издательство "Высшая школа", 1976.
3. Гершберг. О.А. *Технология бетонных и железобетонных изделий.* Издательство литературы по строительству Москва, 1975.
4. Михайлов В.В. *Предварительно напряжённые Конструкций.* Гостройиздат, 1975.
5. Михайлов В.В и Фолюмеев А.А. *Предварительно напряженные железобетонные конструкций с проволочной и прядевой арматурой. Технология изготовления.* Стройиздат, 1982.
6. Десов А.Е. и Ким К.Н. *Автоматическое регумирование жёсткости и подвижности бетонной смеси.* Стройиздат, 1984.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1	
Tiếp nhận, bảo quản và vận chuyển xi măng	
1. Vận chuyển và bốc dỡ xi măng vào nhà máy	5
2. Thiết bị vận chuyển xi măng trong phạm vi kho và nhà máy	8
3. Các kho xi măng cơ giới	13
4. Nghiền thêm xi măng	17
Chương 2	
Tiếp nhận, bảo quản và vận chuyển cốt liệu	
1. Vận chuyển và bốc dỡ cốt liệu	20
2. Các kiểu kho cốt liệu	24
3. Phân loại cốt liệu	31
Chương 3	
Chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng	
1. Cân đong vật liệu	32
2. Nhà trộn hỗn hợp bê tông	34
3. Vận chuyển hỗn hợp bê tông	45
4. Các trạm trộn bê tông	46
Chương 4	
Chế tạo hỗn hợp bê tông silicat và bê tông tổ ong	
1. Chế tạo hỗn hợp bê tông silicat	51
2. Chế tạo hỗn hợp bê tông nhẹ cốt liệu rỗng	55
3. Chế tạo hỗn hợp bê tông bọt	56
4. Chế tạo hỗn hợp bê tông khí	58

Chương 5
Cốt của các kết cấu bê tông cốt thép

- | | |
|----------------------------------|----|
| 1. Phân loại và mức của cốt thép | 62 |
| 2. Đặc tính cơ học của cốt thép | 67 |
| 3. Tính hàn của cốt thép | 71 |

Chương 6
Chế tạo các linh kiện cốt thép thường

- | | |
|---|----|
| 1. Các loại linh kiện cốt thép và các nguyên tắc thi công | 73 |
| 2. Chuẩn bị cốt thép | 76 |
| 3. Hàn lưới và khung phẳng | 79 |
| 4. Chế tạo chi tiết chờ | 85 |

Chương 7
Chế tạo cốt thép ứng suất trước

- | | |
|--|-----|
| 1. Một số khái niệm và các phương pháp căng cốt thép | 89 |
| 2. Các phương pháp neo cốt thép | 94 |
| 3. Căng cốt thép bằng phương pháp cơ học | 118 |
| 4. Căng cốt thép bằng điện | 120 |
| 5. Đặc điểm của việc căng cốt thép trên bệ | 124 |
| 6. Kiểm tra trị số lực căng của cốt thép | 128 |

Chương 8
Khuôn và lau dầu khuôn

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| 1. Phân loại và kết cấu của khuôn | 133 |
| 2. Chuẩn bị khuôn và lau dầu | 141 |

Chương 9
Các phương pháp tạo hình cấu kiện bê tông cốt thép

- | | |
|--|-----|
| 1. Phân loại và phương pháp tạo hình | 150 |
| 2. Lèn chặt hỗn hợp bằng chấn động | 152 |
| 3. Lèn chặt hỗn hợp bê tông bằng phương pháp quay li tâm | 160 |
| 4. Ép | 164 |

5. Đầm	165
6. Các phương pháp kết hợp	166

Chương 10
Công nghệ sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép
theo dây chuyền tổ hợp

1. Đặc điểm của dây chuyền tổ hợp	175
2. Thiết bị của tuyến	178
3. Tạo hình các loại panel nhiều lỗ rỗng	182

Chương 11
Công nghệ sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép trên
dây chuyền liên tục

1. Phương pháp dây chuyền liên tục và phạm vi sử dụng	186
2. Các loại dây chuyền liên tục và thiết bị của chúng	188

Chương 12
Sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép
theo phương pháp bệ

1. Phương pháp bệ và phạm vi sử dụng	192
2. Bệ dài	194
3. Bệ ngắn và khuôn lực đứng cố định	199

Chương 13
Sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép
trong khuôn casét

1. Đặc điểm của phương pháp tạo hình trong khuôn casét	203
2. Kết cấu của thiết bị casét	206
3. Quá trình công nghệ sản xuất trên thiết bị casét	212

Chương 14
Chế tạo ống dẫn nước cao áp

1. Chế tạo ống dẫn nước cao áp theo công nghệ ba giai đoạn	223
2. Chế tạo ống dẫn nước cao áp bằng phương pháp rung - ép thủy lực	228
3. Chế tạo ống từ bê tông cốt thép tự ứng suất	234

Chương 15
Tạo hình các cấu kiện bê tông cốt thép
trên bàn rung

- | | |
|--|-----|
| 1. Các thiết bị của công nghệ tạo hình trên bàn rung | 237 |
| 2. Tạo hình các cấu kiện | 248 |
| 3. Các biện pháp ngăn ngừa tác động có hại của chấn động | 249 |

Chương 16
Gia công nhiệt bê tông

- | | |
|---|-----|
| 1. Các loại gia công nhiệt bê tông | 251 |
| 2. Cường độ xuất xưởng của bê tông | 258 |
| 3. Gia công nhiệt ẩm bê tông dưới áp suất thường | 259 |
| 4. Ảnh hưởng của loại, thành phần khoáng của xi măng và các yếu tố khác đối với hiệu quả gia công nhiệt | 266 |
| 5. Gia công nhiệt ẩm trong aptoclap | 271 |
| 6. Gia công nhiệt bê tông bằng điện | 275 |

Chương 17
Hoàn thiện sản phẩm

- | | |
|--|-----|
| 1. Hoàn thiện các bề mặt chính diện bằng bê tông thường | 287 |
| 2. Ốp và gia công trang trí các mặt chính diện của cấu kiện | 291 |
| 3. Gia công trang trí và sơn quét các bề mặt chính diện của cấu kiện | 296 |
| 4. Tổ hợp các cấu kiện trong nhà máy | 299 |

Chương 18
Kiểm tra chất lượng sản phẩm bê tông cốt thép

- | | |
|---|-----|
| 1. Các loại và sơ đồ tổ chức kiểm tra chất lượng sản phẩm | 302 |
| 2. Kiểm tra chất lượng sản phẩm bằng phương pháp thống kê | 304 |
| 3. Kiểm tra chất lượng trong quá trình chế tạo cấu kiện | 306 |
| 4. Kiểm tra cường độ của bê tông | 308 |
| 5. Kiểm tra chất lượng của sản phẩm đã chế tạo xong | 315 |
| 6. Đề mác và lập chứng minh kĩ thuật của sản phẩm | 324 |
| 7. Bảo quản sản phẩm | |

Tài liệu tham khảo 331

CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG XI MĂNG

Tập hai

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập : **TRẦN CƯỜNG**

Chế bản : **HỒNG THANH**

Sửa bản in : **HOÀNG MINH TUẤN**

Bìa : **HỮU TÙNG**

In 1000 cuốn khổ 15 × 21cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng.
Giấy phép xuất bản số 1292/XB-QLXB-15 ngày 01-11-2000.
In xong nộp lưu chiểu tháng 2-2001.

