

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 9334: 2012**

Xuất bản lần 1

**BÊ TÔNG NẶNG – PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH  
CƯỜNG ĐỘ NÉN BẰNG SÚNG BẤT NÂY**

*Heavy weight concrete – Method for determination of compressive strength  
by rebound hammer*

**MỤC LỤC**

1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tiêu chuẩn viện dẫn .....	5
3 Các yêu cầu chung.....	5
4 Các yêu cầu súng bật này và quy định khi thí nghiệm .....	7
5 Kiểm tra, đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông ở hiện trường.....	9
6 Báo cáo thí nghiệm.....	10
Phụ lục A Xác định phương trình quan hệ $R - n$ và ví dụ xây dựng biểu đồ quan hệ $R - n$ .....	12
Phụ lục B Xác định độ lệch bình phương trung bình S và hệ số biến động cường độ bê tông V.....	15
Phụ lục C Hệ số ảnh hưởng của độ ẩm và tuổi.....	18
Phụ lục D Tính năng và phạm vi sử dụng của một số loại súng bật này thông dụng.....	19

## **Lời nói đầu**

**TCVN 9334:2012** chuyển đổi từ TCXDVN 162:2004 thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm b khoản 2 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9334:2012** do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

# Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bắn nẩy

*Heavy weight concrete – Method for determination of compressive strength by rebound hammer*

## 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này dùng để xác định độ đồng nhất và cường độ nén của bê tông nặng trong kết cấu bằng súng bắn nẩy.

CHÚ THÍCH:Lựa chọn phương pháp thi nghiệm tham khảo theo tiêu chuẩn TCXDVN 239:2006

1.2 Không áp dụng tiêu chuẩn này trong các trường hợp sau:

- Đồi với bê tông có cường độ nén dưới 10 MPa và trên 50 MPa;
- Đồi với bê tông dùng các loại cốt liệu lớn có kích thước trên 40 mm ( $D_{max} > 40\text{mm}$ );
- Đồi với bê tông bị nứt, rỗ hoặc có các khuyết tật;
- Đồi với bê tông bị phân tầng hoặc là hỗn hợp của nhiều loại bê tông khác nhau;
- Đồi với bê tông bị hoà chất ăn mòn và bê tông bị hoả hoạn;
- Không được dùng tiêu chuẩn này thay thế yêu cầu đúc mẫu và thử mẫu nén.

## 2 Tiêu chuẩn viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đồi với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đồi với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 3105:1993, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*.

TCVN 3118:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*.

TCVN 6025:1995, *Bê tông - Phân mác theo cường độ nén*.

## 3 Các yêu cầu chung

3.1 Cường độ nén của bê tông được xác định trên cơ sở xây dựng trước mỗi quan hệ thực nghiệm giữa cường độ nén của các mẫu bê tông trên máy nén ( $R$ ) và trị số bắn nẩy trung bình ( $n$ ) trên súng bắn nẩy nhận được từ kết quả thí nghiệm trên cùng một mẫu thử.

3.2 Để xây dựng quan hệ  $R - n$ , sử dụng các mẫu lập phương  $150\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 150\text{ mm}$  theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 3105:1993

- Khi thí nghiệm xác định trị số bắn nẩy theo phương ngang, mẫu bê tông được cặt trên máy nén với áp lực  $0,5\text{ MPa}$ .

- Khi thí nghiệm xác định trị số bêt nẩy theo chiều từ trên xuống, mẫu bê tông được đặt trên nền phẳng của vật cứng có khối lượng không nhỏ hơn 500 kg.
- Khi kiểm tra cường độ bê tông cho một loại mác, quan hệ  $R - n$  được xây dựng theo kết quả thí nghiệm của ít nhất 20 tổ mẫu (mỗi tổ gồm 3 viên mẫu). Các mẫu phải có cùng thành phần cấp phối, cùng tuổi và điều kiện đóng rắn như bê tông dùng để chế tạo sản phẩm, kết cấu cần kiểm tra. Các tổ mẫu được lấy từ các mẻ trộn bê tông khác nhau trong thời gian 14 ngày.
- Để quan hệ  $R - n$  có khoảng dao động cường độ rộng hơn, có thể chế tạo 40 % mẫu thử có tỷ lệ nước xi măng (N/X) chênh lệch trong giới hạn  $\pm 0,4$  so với tỷ lệ nước xi măng (N/X) của sản phẩm kết cấu cần kiểm tra.

**3.3** Biểu đồ quan hệ  $R - n$ , có thể xây dựng từ các số liệu thí nghiệm của ít nhất 20 mẫu khoan cắt ra từ các phần của kết cấu. Mẫu khoan có đường kính không nhỏ hơn 10 cm.

- Cần thí nghiệm bằng súng bêt nẩy trước khi khoan mẫu. Vùng thí nghiệm bằng súng bêt nẩy cách chỗ khoan mẫu không quá 100 mm.
- Việc khoan mẫu được thực hiện ở những vùng không làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu.

**3.4** Phương trình quan hệ  $R - n$  được xác định theo Phụ lục A.

Trong các nhà máy bê tông đúc sẵn, biểu đồ quan hệ  $R - n$  được xây dựng không ít hơn 2 lần trong 1 năm. Khi có sự thay đổi vật liệu sử dụng để chế tạo bê tông hoặc công nghệ sản xuất cầu kiện thì cũng phải xây dựng biểu đồ mới.

**3.5** Đánh giá sai số của quan hệ  $R - n$

- a) Sai số của quan hệ  $R - n$  được đánh giá bởi đại lượng độ lệch bình phương trung bình  $S_T$ , theo công thức:

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{ci}^n - R_{ci}^{lb})^2}{N-1}} \quad (1)$$

trong đó:

$R_{ci}^n$  là cường độ trung bình của bê tông trong tổ mẫu thứ i, được xác định bằng thí nghiệm trên máy nén;

$R_{ci}^{lb}$  là cường độ trung bình của bê tông trong tổ mẫu thứ i, được xác định bằng thiết bị bêt nẩy;

N là số tổ mẫu được thí nghiệm, để xây dựng biểu đồ quan hệ  $R - n$ .

- b) Quan hệ  $R - n$  phải có hệ số hiệu dụng  $F$  không nhỏ hơn 2 và độ lệch bình phương trung bình  $S_T$  không vượt quá 12 % cường độ trung bình  $\bar{R}_c^n$  của tất cả các tổ mẫu được thí nghiệm trên máy nén khi xây dựng biểu đồ quan hệ:

$$\bar{R}_c^n = \frac{\sum_{i=1}^N R_{ci}^n}{N} \quad (2)$$

$$F = \frac{S_0^2}{S_T^2} \geq 2; \quad S_T \leq 0,12 \overline{R_c^n} \quad (3)$$

$$S_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{ci}^n - \overline{R_c^n})^2}{N-1} \quad (4)$$

trong đó:

$S_0$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ nén bê tông xác định bằng phương pháp nén của N mẫu.

Nếu  $F < 2$  hoặc  $\frac{S_T}{R_c^n} \times 100 > 12\%$  thì không sử dụng biểu đồ quan hệ đó để kiểm tra và đánh giá

cường độ và độ đồng nhất của bê tông.

3.6 Cường độ của bê tông ở mỗi vùng thí nghiệm ( $400 \text{ cm}^2$ ) của cầu kiện, kết cầu được xác định theo giá trị bát nảy trung bình và biểu đồ quan hệ  $R - n$  đã được xây dựng trước.

3.7 Có thể tiến hành kiểm tra đánh giá cường độ bê tông, khi sử dụng biểu đồ quan hệ  $R - n$  được xây dựng trước từ các mẫu bê tông có thành phần, tuổi và điều kiện đồng cứng khác với bê tông của cầu kiện cần kiểm tra, nhưng phải có kết quả thí nghiệm của ít nhất 9 mẫu khoan được cắt ra từ công trình.

Khi không có điều kiện xây dựng được biểu đồ quan hệ  $R - n$ , có thể sử dụng các biểu đồ có sẵn trên súng bát nảy để đánh giá định tính cường độ bê tông.

3.8 Người được giao nhiệm vụ kiểm tra bằng súng bát nảy cần đảm bảo các điều kiện sau :

- Được đào tạo tốt nghiệp cả lý thuyết và thực hành về kiểm tra bằng súng bát nảy;
- Được cơ quan có thẩm quyền cấp bằng hoặc chứng chỉ trình độ chuyên môn trong lĩnh vực thí nghiệm không phá huỷ.

#### 4 Các yêu cầu súng bát nảy và quy định khi thí nghiệm

4.1 Để tiến hành thí nghiệm, sử dụng các súng bát nảy Schmidt hoặc các loại thiết bị có cấu tạo và tính năng tương tự.

4.2 Các súng bát nảy được dùng để thí nghiệm xác định cường độ bê tông phải được kiểm định 6 tháng một lần.

Sau mỗi lần hiệu chỉnh hoặc thay chi tiết của súng bát nảy phải kiểm định lại.

4.3 Việc kiểm định súng bát nảy được tiến hành trên đe thép chuẩn hình trụ có khối lượng không nhỏ hơn 10 kg.

Độ cứng của đe thép không nhỏ hơn HB 500. Chỉ số bát nảy trên đe chuẩn có giá trị bằng  $(80 \pm 2)$  vạch chia trên thang chỉ thị của súng bát nảy.

4.4 Khi kiểm định súng bát nảy trên đe chuẩn, độ chênh lệch của từng kết quả thí nghiệm riêng biệt so với giá trị trung bình của 10 phép thử, không được vượt quá  $\pm 5\%$ . Nếu quá  $\pm 5\%$  thì cần phải hiệu chỉnh lại súng bát nảy.

Giá trị trung bình  $n'$  của 10 lần bắn trên đe thép chuẩn khi kiểm tra súng để thí nghiệm trên kết cấu không chênh lệch quá  $\pm 2,5\%$ , so với giá trị trung bình  $n$  của 10 lần bắn trên đe thép chuẩn khi xây dựng đường chuẩn. Nếu chênh lệch trong khoảng từ  $2,6\%$  đến  $5\%$  thì kết quả thí nghiệm phải hiệu chỉnh bằng hệ số  $K_n$ ,

$$K_n = \frac{n}{n'} \quad (5)$$

trong đó:

$n$  là giá trị bật nẩy trên đe thép chuẩn (khi kiểm tra súng, để thí nghiệm mẫu xây dựng đường chuẩn);

$n'$  là giá trị bật nẩy trên đe thép chuẩn (khi kiểm tra súng, để thí nghiệm trên kết cấu).

4.5 Sau mỗi lần thí nghiệm, súng bật nẩy cần được lau sạch bụi bẩn, cất giữ trong hộp, để ở nơi khô ráo.

Việc bảo dưỡng và kiểm định do cơ quan chuyên môn có thẩm quyền thực hiện.

4.6 Thí nghiệm xác định cường độ trên các kết cấu có chiều dày theo phương thí nghiệm không nhỏ hơn 100 mm.

4.7 Khi tiến hành thí nghiệm, các điểm thí nghiệm cách mép kết cấu ít nhất 50 mm. Đối với mẫu thí nghiệm, các điểm thí nghiệm cách mép mẫu ít nhất 30 mm. Khoảng cách giữa các điểm thí nghiệm trên kết cấu hoặc trên mẫu không nhỏ hơn 30 mm.

4.8 Độ ẩm của vùng bê tông thí nghiệm trên kết cấu không chênh lệch quá 30 % so với độ ẩm của mẫu bê tông khi xây dựng biểu đồ quan hệ  $R - n$ . Nếu vượt quá giới hạn này, có thể sử dụng hệ số ảnh hưởng của độ ẩm khi đánh giá cường độ bê tông (Phụ lục C).

4.9 Tuổi bê tông của kết cấu được kiểm tra từ 14 ngày đến 56 ngày. Nếu vượt quá giới hạn này, có thể sử dụng hệ số ảnh hưởng của tuổi khi đánh giá cường độ bê tông (Phụ lục C).

4.10 Bề mặt bê tông của vùng thí nghiệm phải được đánh nhẵn và sạch bụi, diện tích mỗi vùng thí nghiệm trên kết cấu không nhỏ hơn  $400 \text{ cm}^2$ .

Nếu bề mặt của kết cấu có lớp trát hoặc trang trí thì phải bóc bỏ những lớp đó đi cho lộ bề mặt bê tông.

4.11 Khi thí nghiệm, trục của súng phải luôn đảm bảo vuông góc với bề mặt của bê tông.

Phương thí nghiệm trên kết cấu và trên mẫu để xây dựng quan hệ  $R - n$  phải như nhau.

4.12 Đối với mỗi vùng thí nghiệm trên kết cấu (hoặc trên mẫu) phải tiến hành thí nghiệm không ít hơn 16 điểm, có thể loại bỏ 3 giá trị dị thường lớn nhất và 3 giá trị dị thường nhỏ nhất còn lại 10 giá trị lấy trung bình. Giá trị bật nẩy xác định chính xác đến 1 vạch chia trên thang chỉ thị của súng bật nẩy.

4.13 Giá trị bật nẩy trung bình  $n$  của mỗi vùng trên kết cấu được tính theo công thức:

$$n = n_b \times K_n \quad (6)$$

trong đó:

$n_b$  là giá trị bật nẩy trung bình của vùng;

$K_n$  là hệ số được xác định theo công thức (5) khi tính các giá trị bật nẩy trung bình của từng vùng thí nghiệm.

## 5 Kiểm tra, đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông ở hiện trường

5.1 Công tác kiểm tra, đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông bằng các loại súng bắn nảy cần tiến hành theo 5 bước:

- Xem xét bề mặt của sản phẩm hoặc kết cấu, phát hiện các khuyết tật (vết nứt, rỗ, ...) nhận xét sơ bộ chất lượng bê tông;
- Thu thập các thông số kỹ thuật của sản phẩm hoặc kết cấu, mác thiết kế, thành phần bê tông, ngày chế tạo, công nghệ thi công, chế độ bảo dưỡng bê tông và sơ đồ chịu lực của kết cấu công trình;
- Lập phương án thí nghiệm;
- Chuẩn bị, tiến hành thí nghiệm và lập bảng ghi kết quả thí nghiệm;
- Xác định cường độ và độ đồng nhất bằng các số liệu của thí nghiệm.

5.2 Có thể kiểm tra toàn bộ sản phẩm hoặc kiểm tra chọn lọc theo lô.

- Nếu lô chỉ có 3 cầu kiện thì kiểm tra toàn bộ.
- Nếu lô có trên 3 cầu kiện thì có thể kiểm tra chọn lọc hoặc toàn bộ sản phẩm. Khi kiểm tra chọn lọc phải kiểm tra ít nhất 10 % số lượng sản phẩm trong lô nhưng không ít hơn 3 sản phẩm.

5.3 Căn cứ sơ đồ chịu lực của cầu kiện để chọn các vùng thí nghiệm nhưng nhất thiết phải thí nghiệm ở những vị trí xung yếu của cầu kiện.

- Khi kiểm tra lô cầu kiện (kiểm tra chọn lọc hoặc toàn bộ) thì mỗi cầu kiện được thí nghiệm ít nhất ở 6 vùng.
- Khi kiểm tra từng cầu kiện riêng biệt, cần thí nghiệm ít nhất 12 vùng và phải thoả mãn điều kiện sau:
  - Đối với cầu kiện mỏng và khối (tấm, panen, biロック, móng, ...) cần thí nghiệm không ít hơn 1 vùng trên  $1\text{ m}^2$  bề mặt của cầu kiện được kiểm tra;
  - Đối với cầu kiện, kết cấu thanh (dầm, cột, ...) cần thí nghiệm không ít hơn 1 vùng trên 1 m dài của cầu kiện được kiểm tra.

5.4 Kiểm tra và đánh giá độ đồng nhất của bê tông trong cầu kiện và kết cấu:

Độ đồng nhất của bê tông được đặc trưng bằng độ lệch bình phương trung bình  $S$  và hệ số biến động cường độ bê tông  $V$ .

Việc kiểm tra, đánh giá độ đồng nhất của bê tông đối với cầu kiện, kết cấu riêng lẻ hoặc lô cầu kiện kết cấu được tiến hành theo Phụ lục B.

Độ đồng nhất của cường độ bê tông trong cầu kiện, kết cấu riêng lẻ hoặc lô cầu kiện, kết cấu ở thời điểm kiểm tra bị coi là không đạt yêu cầu, nếu hệ số biến động của cường độ bê tông  $V$  vượt quá 20%.

Việc sử dụng những cầu kiện, kết cấu này phải được phép của cơ quan thiết kế.

5.5 Đánh giá cường độ bê tông của các cầu kiện kết cấu:

Việc đánh giá cường độ bê tông được thực hiện bằng cách so sánh cường độ trung bình của cầu kiện, kết cấu ( $R_k$ ) hoặc của lô cầu kiện, kết cấu ( $R_l$ ), nhận được khi thí nghiệm so với cường độ trung bình yêu cầu của bê tông ( $R_y$ ). Cường độ trung bình yêu cầu của bê tông được xác định theo hệ số biến động của cường độ bê tông  $V$  và số vùng kiểm tra  $P$  trên cầu kiện, kết cấu riêng lẻ, hay số vùng kiểm tra  $N$  với lô cầu kiện, kết cấu.

Giá trị của cường độ trung bình yêu cầu được lấy như sau:

- Khi kiểm tra cầu kiện, kết cầu riêng lẻ lấy theo Bảng 2. Nếu kiểm tra lô cầu kiện, kết cầu (tổàn bộ hay chọn lọc) lấy theo Bảng 3.
- Cường độ bê tông của cầu kiện, kết cầu hoặc lô cầu kiện, kết cầu là đạt yêu cầu, nếu thỏa mãn điều kiện sau:

- + Khi kiểm tra cầu kiện, kết cầu riêng lẻ:

$$R_k \geq R_{yc}$$

- + Khi kiểm tra toàn bộ cầu kiện, kết cầu trong lô:

$$R_l \geq R_{yc}$$

- + Khi kiểm tra chọn lọc các cầu kiện, kết cầu trong lô:

$$R_k \geq R_{xc}$$

## 6 Báo cáo thí nghiệm

Báo cáo kết quả thí nghiệm xác định cường độ bê tông của cầu kiện, kết cầu gồm các nội dung sau:

- Đối tượng thí nghiệm;
- Ngày thí nghiệm;
- Tên kết cầu, cầu kiện;
- Cường độ thiết kế;
- Phương pháp thí nghiệm, thiết bị thí nghiệm, các thông số kỹ thuật;
- Tiêu chuẩn áp dụng;
- Sơ đồ vị trí thí nghiệm;
- Bảng ghi kết quả thí nghiệm (Bảng 1).

**Bảng 1 - Kết quả thí nghiệm**

TT	Ký hiệu cầu kiện	Ngày chế tạo	$n_i$	$\bar{n}$	R MPa	Hệ số biến động	Ghi chú
1							
2							

**Bảng 2 - Cường độ yêu cầu trung bình của bê tông, tính theo phần trăm cường độ thiết kế  $R^{TK}$ , dùng cho việc kiểm tra cấu kiện kết cấu riêng lẻ.**

Hệ số biến động $V(\%)$	$\frac{R_{yc}}{R^{TK}} \times 100\%$ khi số vùng kiểm tra trên cấu kiện, kết cấu bằng							
	12	14	16	18	20	30	40	$\geq 50$
≤ 11	101	100	100	99	99	98	97	97
12	104	104	103	102	102	101	100	100
13	108	107	107	106	105	104	103	103
14	112	111	110	100	109	108	107	106
15	117	116	115	114	113	111	110	109
16	122	120	119	118	118	115	114	113
17	127	125	124	123	120	120	118	117
18	133	131	129	128	127	124	122	121
19	139	137	135	134	133	129	127	126
20	146	143	141	140	139	135	132	131

**Bảng 3 - Cường độ yêu cầu trung bình của bê tông tính theo phần trăm cường độ thiết kế  $R^{TK}$  dùng cho việc kiểm tra lô cấu kiện, kết cấu (tổng bộ hoặc chọn lọc)**

Hệ số biến động $V(\%)$	$\frac{R_{yc}}{R^{TK}} \times 100\%$ khi số vùng kiểm tra trên kết cấu P hay lô cấu kiện, kết cấu N bằng					
	4	6	10	15	20	$\geq 30$
≤ 11	98	98	96	96	96	93
12	101	101	99	98	98	96
13	104	104	102	101	101	99
14	107	107	105	104	104	102
15	111	111	108	108	107	105
16	115	115	112	111	111	108
17	118	117	116	115	113	113
18	123	121	119	113	114	117
19	127	125	124	122	122	121
20	132	130	128	127	126	125

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Xác định phương trình quan hệ  $R - n$  và ví dụ xây dựng biểu đồ quan hệ  $R - n$** **A.1 Xác định phương trình quan hệ  $R - n$** Phương trình đặc trưng cho quan hệ  $R - n$  có dạng hàm tuyến tính hoặc hàm mũ như sau:

- a) Khi khoảng dao động cường độ bê tông tới 20 MPa thì phương trình đặc trưng có dạng tuyến tính:

$$R = a_0 + a_1 \cdot n \quad (\text{A.1})$$

- b) Khi khoảng dao động cường độ bê tông lớn hơn 20 MPa thì phương trình đặc trưng có dạng hàm mũ:

$$R = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot n} \quad (\text{A.2})$$

trong đó:

các hệ số  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $b_0$ ,  $b_1$  được tính theo công thức:

$$a_0 = \bar{R} - a_1 \bar{n} \quad (\text{A.3})$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})(R_i - \bar{R})}{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2} \quad (\text{A.4})$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})(\ln R_i - \bar{\ln R})}{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2} \quad (\text{A.5})$$

$$b_0 = e^{\bar{\ln R} - b_1 \bar{n}} \quad (\text{A.6})$$

Giá trị cường độ trung bình của bê tông  $\bar{R}$  và giá trị bật nảy trung bình  $\bar{n}$  để xác định các hệ số trên được tính theo công thức:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \quad (\text{A.7})$$

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{N} \quad (\text{A.8})$$

$$\bar{\ln R} = \frac{\sum_{i=1}^N \ln R_i}{N} \quad (\text{A.9})$$

trong đó:

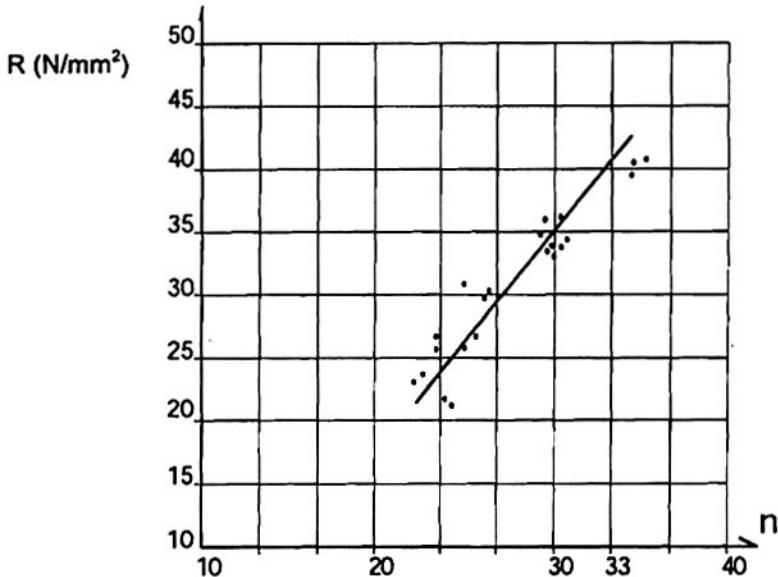
$R_i$  và  $n_i$  là các giá trị tương ứng của cường độ và giá trị bật nảy đối với các tố mẫu riêng biệt (hoặc đối với từng mẫu);

$n$  là số tõ mẫu (hoặc số các mẫu riêng biệt) được sử dụng để xây dựng biểu đồ quan hệ.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng phương trình (1), (2) hay biểu đồ của quan hệ  $R - n$ , nếu sai số và hệ số hiệu dụng của nó không vượt quá giới hạn cho phép (theo 2.5).

#### A.2 Ví dụ xây dựng biểu đồ quan hệ $R-n$ .

Để xây dựng mối quan hệ giữa giá trị bột nẩy ( $n$ ) trên thang chỉ thị của súng bột nẩy và cường độ nén của các mẫu bê tông trên máy nén ( $R$ ), đã tiến hành thí nghiệm 22 tõ mẫu. Các kết quả thí nghiệm trung bình theo mỗi tõ mẫu được ghi trong Bảng A1.



Hình A.1- Biểu đồ quan hệ  $R-n$

Bảng A.1- Kết quả thí nghiệm 22 tõ mẫu bằng súng bột nẩy và trên máy nén

Ký hiệu tõ mẫu	$n$ vạch	$R$ MPa	Ký hiệu tõ mẫu	$n$ vạch	$R$ MPa
1	22,3	23,4	12	31,1	34,9
2	21,5	22,7	13	30,2	34,2
3	25,5	26,7	14	30,1	36,9
4	25,1	26,5	15	29,4	33,6
5	24,0	26,0	16	29,5	34,0
6	23,8	25,7	17	29,3	35,1
7	26,4	31,0	18	29,4	36,1
8	25,2	30,7	19	34,0	39,2
9	25,1	32,5	20	34,7	39,9
10	25,8	29,6	21	34,6	40,8
11	29,4	34,4	22	34,6	40,2

Khoảng dao động cường độ bê tông:  $40,8 - 22,7 = 18,1 \text{ MPa}$  nhỏ hơn  $20 \text{ MPa}$ , như vậy phương trình quan hệ sẽ có dạng tuyến tính:

$$R = a_0 + a_1 n$$

Tính toán các hệ số của phương trình theo Công thức (1), (3) và (4) ta có:

$$\bar{R} = 32,7 \text{ MPa}$$

$$\bar{n} = 28,2$$

$$a_1 = 13,09$$

$$a_0 = -42,15$$

Quan hệ  $R - n$  có phương trình:

$$R = 13,09n - 42,15$$

**Phụ lục B**  
(Tham khảo)

**Xác định độ lệch bình phương trung bình S và hệ số biến động cường độ bê tông V**

**B.1** Khi tiến hành kiểm tra trên cầu kiện, kết cầu riêng lẻ thì độ lệch bình phương trung bình  $S_{CK}$  và hệ số biến động  $V_{CK}$  của cường độ bê tông được xác định theo công thức:

$$V_{CK} = K_{CK} \times \frac{S_{CK}}{R_{CK}} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

trong đó:

$K_{CK}$  là hệ số được lấy bằng 0,9;

$R_{CK}$  là cường độ trung bình của bê tông của cầu kiện, kết cầu riêng lẻ;

$S_{CK}$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông;

$$S_{CK} = \sqrt{(S_{CK}^{bn})^2 + (S_T)^2} \quad (\text{B.2})$$

$$S_{CK}^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^P (R_i - R_{CK})^2}{P-1}} \quad (\text{B.3})$$

$S_{CK}^{bn}$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nảy cho cầu kiện, kết cầu riêng lẻ;

$R_i$  là cường độ bê tông trung bình của vùng i trên cầu kiện, kết cầu riêng lẻ;

$P$  là số vùng kiểm tra trên cầu kiện, kết cầu riêng lẻ;

$S_T$  là độ lệch bình phương trung bình của biểu đồ quan hệ  $R - n$  xác định theo Công thức (1).

**B.2** Khi kiểm tra toàn bộ hay chọn lọc lô cầu kiện, kết cầu thì độ lệch bình phương trung bình  $S_I$  và hệ số biến động  $V_I$  của cường độ bê tông được xác định theo công thức sau:

$$V_I = K_I \times \frac{S_I}{R_I} \times 100\% \quad (\text{B.4})$$

$$S_I = \sqrt{(S_I^{bn})^2 + (S_T)^2} \quad (\text{B.5})$$

$$R_I = \frac{\sum_{m=1}^M R_{Im}}{M} \quad (\text{B.6})$$

$$R_{Im} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \quad (\text{B.7})$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^P R_j}{P} \quad (B.8)$$

$$S_i^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (S_m^{bn})^2}{M}} \quad (B.9)$$

trong đó:

$S_i^{bn}$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nẩy cho tất cả các lô;

$S_m^{bn}$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nẩy cho lô thứ m;

$R_i$  là cường độ trung bình của bê tông trong một cầu kiện;

$R_j$  là cường độ trung bình của bê tông ở một vùng cầu kiện;

$R_{im}$  là cường độ trung bình của bê tông ở một lô cầu kiện;

$R_i$  là cường độ trung bình của bê tông của tất cả các lô;

$P$  là số vùng kiểm tra trên 1 cầu kiện;

$n$  là số cầu kiện kiểm tra trong 1 lô;

$M$  là số lô được kiểm tra;

$N$  là số vùng kiểm tra trong một lô ( $N=p \times n$ ).

Độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nẩy trong 1 lô cầu kiện, kết cầu ( $S_i^{bn}$ ) được xác định theo công thức sau:

a) Khi kiểm tra chọn lọc  $n$  cầu kiện, kết cầu trong lô:

$$S_i^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^n (R_i - R_j)^2}{N-1}} \quad (B.10)$$

b) Khi kiểm tra toàn bộ cầu kiện, kết cầu trong 1 lô:

$$S_i^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i)^2}{n}} \quad (B.11)$$

trong đó:

$S_i$  là độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nẩy trong 1 cầu kiện, kết cầu tính theo công thức:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^P (R_i - R_j)^2}{P-1}} \quad (B.12)$$

$K_t$  là hệ số hiệu chỉnh, được xác định cho từng quy trình công nghệ của từng loại cầu kiện, kết cầu. Việc xác định hệ số  $K_t$  được tiến hành trong giai đoạn chuẩn bị như sau:

- Thời gian chuẩn bị kéo dài từ 1 tháng đến 3 tháng;
- Trong thời gian chuẩn bị cần kiểm tra ít nhất 10 cầu kiện, kết cầu và 30 mẫu lặp phương lấy từ các lô;
- Mỗi cầu kiện, kết cầu cần kiểm tra ít nhất 6 vùng với các yêu cầu sau:
  - + Đối với cầu kiện, kết cầu mỏng hoặc khói, ít nhất 1 vùng trên  $1\text{ m}^2$  của cầu kiện, kết cầu;
  - + Đối với cầu kiện, kết cầu dạng thanh, ít nhất 1 vùng trên  $1\text{ m}$  dài của cầu kiện, kết cầu.
- Hệ số hiệu chỉnh  $K_t$  được xác định cho mỗi quy trình công nghệ theo kết quả thu được về cường độ và độ đồng nhất bằng cả 2 phương pháp: phá huỷ và không phá huỷ trên mẫu lặp phương và trên cầu kiện, kết cầu.

$$K_t = \frac{V_n}{V_t} \quad (\text{B.13})$$

trong đó:

$V_n$  là hệ số biến động của cường độ bê tông trong các tổ mẫu kiểm tra, xác định bằng phương pháp nén mẫu.

$$V_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_i^n - R_t^n)^2}{N-1}} \times 100\% \quad (\text{B.14})$$

trong đó:

$N$  là số tổ mẫu lấy từ các lô;

$R_i^n$  là cường độ nén của bê tông của tổ mẫu  $i$ ;

$R_t^n$  là cường độ nén trung bình của bê tông của  $N$  tổ mẫu lấy từ các lô;

$V_t$  là hệ số biến động của cường độ bê tông trong tất cả các lô cầu kiện, kết cầu xác định theo Công thức (B.4), trong đó:  $K_t = 1$ . Giá trị nhỏ nhất của hệ số  $K_t = 0,75$ .

**Phụ lục C**  
**(Tham khảo)**

**Hệ số ảnh hưởng của độ ẩm và tuổi**

**C.1 Hệ số ảnh hưởng của độ ẩm ( $C_a$ )**

Chế độ bảo dưỡng	Trị số bột này n				
	15	20	25	30	35
Bảo hoà nước	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00
Tiêu chuẩn			1,00		

Ảnh hưởng của độ ẩm tới cường độ bê tông xác định theo công thức :

$$R^{bn} = C_a \times R_c$$

**C.2 Hệ số ảnh hưởng của tuổi ( $C_t$ )**

Tuổi ngày đêm	Hàm lượng xi măng	
	Từ 250 đến 350 kg/m <sup>3</sup>	Từ 450 đến 550 kg/m <sup>3</sup>
từ 14 đến 56	1,00	1,00
100	0,98	0,97
200	0,96	0,95
300	0,95	0,95

Ảnh hưởng của tuổi tới cường độ bê tông xác định theo công thức :

$$R^{bn} = C_t \times R_c$$

CHÚ THÍCH: Nếu có cơ sở nghiên cứu xác đáng, cơ quan sử dụng thiết bị bột này có thể đưa ra các giá trị khác của hệ số ảnh hưởng của tuổi và độ ẩm nhưng phải được cấp có thẩm quyền xét duyệt.

**Phụ lục D**  
**(Tham khảo)**

**Tính năng và phạm vi sử dụng của một số loại súng bắn nẩy thông dụng**

Tên thiết bị	Năng lượng va đập $E$ N.m	Tính năng sử dụng
1. SCHMIDT - N	2,205	Kiểm tra bê tông của các công trình dân dụng
2. SCHMIDT - L	0,735	Kiểm tra bê tông của các cầu kiện mỏng
3. SCHMIDT - M	29,43	Kiểm tra bê tông của những kết cấu khối lớn mặt đường bê tông và đường băng sân bay
4. SCHMIDT - NR	2,205	Kiểm tra bê tông của các công trình dân dụng
5. SCHMIDT - NA	2,205	Kiểm tra bê tông của kết cấu dưới nước
6. SCHMIDT - LR	0,735	Kiểm tra bê tông của các cầu kiện mỏng
7. DIGISCHMIDT	2,205	Như loại N, có thêm màn hình hiển thị kết quả

**Thư mục tài liệu tham khảo**

TCXDVN 239:2006 *Bê tông nặng - Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.*

---