

ĐỀ XUẤT HỆ SỐ HIỆU CHỈNH KHI SỬ DỤNG BÚA BẬT NẢY KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG TẠI DỰ ÁN GIẾNG ĐỨNG MẠO KHÊ

Đỗ Xuân Huỳnh^{1,*}

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: huynh.xd42@gmail.com

TÓM TẮT

Trong xây dựng công trình mỏ hầm lò cần sử dụng bê tông để chống giữ, để kiểm tra được cường độ mẫu bê tông, ngày nay búa bật nảy đã được ứng dụng ngày càng nhiều. Tuy nhiên, tại một số công trình sử dụng búa bật nảy để kiểm tra và đánh giá cường độ bê tông thì cho kết quả chưa tương đồng với kết quả thí nghiệm bằng máy nén. Do vậy, cần nghiên cứu đề xuất hệ số hiệu chỉnh để cường độ bê tông của phương pháp này tương đồng với phương pháp nén mẫu. Hệ số 'kc' được xây dựng trên cơ sở thí nghiệm một số lượng hữu hạn các mẫu bê tông M200 được thiết kế, sử dụng cho các đường lò thuộc dự án giếng đứng Công ty than Mạo Khê. Thông qua các trình tự nghiên cứu tác giả đã xây dựng, phân tích hệ số hiệu chỉnh 'kc' đảm bảo tính khoa học và phù hợp thực tiễn, đồng thời đề xuất ứng dụng vào việc kiểm tra, đánh giá cường độ cho các mẫu bê tông M200 tại dự án giếng đứng Công ty than Mạo Khê và kiến nghị được nghiên cứu mở rộng chuyên sâu để ứng dụng rộng rãi hơn.

Từ khóa: Búa bật nảy, cường độ bê tông, đường lò, hệ số hiệu chỉnh, giếng đứng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xây dựng các công trình mỏ hầm lò, đặc biệt là các đường lò giếng đứng, bê tông đóng vai trò quan trọng trong việc gia cố, chống giữ và đảm bảo an toàn. Việc kiểm soát và đánh giá nhanh cường độ bê tông tại hiện trường là yêu cầu cấp thiết nhằm phát hiện sớm các khuyết tật, giảm thiểu rủi ro. Hiện nay, phương pháp dùng búa bật nảy (Rebound Hammer) đang được áp dụng phổ biến do tính đơn giản, nhanh chóng, không phá hủy, tuy nhiên vẫn tồn tại sai lệch nhất định so với phương pháp thí nghiệm mẫu truyền thống là sử dụng máy nén mẫu. Bài báo này tập trung nghiên cứu, so sánh và phân tích sự sai khác giữa hai phương pháp trên cơ sở thực tiễn cho một số đường lò đỡ vỏ chống bê tông tại chỗ thuộc dự án giếng đứng của Công ty than Mạo Khê từ đó đưa ra hệ số điều chỉnh để kết quả thí nghiệm được sát thực hơn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Búa bật nảy và lợi ích khi sử dụng trong thí nghiệm cường độ bê tông

Búa bật nảy còn được gọi là búa Thụy Sĩ, búa Schmidt hay búa thử bê tông. Đây là công cụ đa năng để đánh giá chất lượng của bê tông đã đóng rắn [1].

Búa bật nảy làm việc theo nguyên lý hấp thụ đàn hồi, cụ thể là đo độ cứng của bê tông dựa trên độ nảy của một khối lò xo được phóng ra để va chạm vào bề mặt bê tông. Khi búa được ấn vào bề mặt, lò xo sẽ được nén lại và sau đó tự động nhả ra, làm cho pít-tông và khối búa va đập vào bê tông. Độ đàn hồi của bê tông sẽ hấp thụ một phần năng lượng, do đó khối búa sẽ bật lại một khoảng cách nhất định trên một thang đo, cho phép ước tính cường độ nén của bê tông.



Hình 1. Hình ảnh kiểm tra bê tông bằng búa bật nảy

Sử dụng búa bật nảy đem lại nhiều ưu điểm đó là: Mẫu thí nghiệm không bị phá hủy, nếu sử dụng tại hiện trường thì thí nghiệm không gây ảnh hưởng đến kết cấu; sử dụng đơn giản; cho kết quả nhanh chóng và tương đối chính xác.

Búa bật nảy được sử dụng trong phạm vi khá rộng rãi từ các kết cấu bê tông của công trình

đường xá, cầu cống, nhà cửa cho đến các công trình hầm lò.

2.1. Xác định hệ số hiệu chỉnh (kc) cường độ bê tông khi sử dụng búa bật nảy.

Trong quá trình thi công các công trình tại dự án giếng đứng của Công ty than Mạo Khê, do một số đặc thù về điều kiện kỹ thuật thi công, điều kiện môi trường ẩm ướt của mỏ Hầm lò, bê tông được trộn tại chỗ bằng trạm trộn mini và vật liệu chế tạo mẫu bê tông như đá dăm có kích thước nhỏ (1-2cm) để thuận lợi cho công tác bơm bê tông, dẫn đến kết quả đánh giá cường độ của mẫu bê tông thông qua phương pháp thí nghiệm bằng búa bật nảy và phương pháp thí nghiệm nén mẫu thường cho kết quả không đồng nhất. Điều này cũng gây nên một số bất đồng cho việc kết luận về cường độ mẫu bê tông khi sử dụng búa bật nảy. Do vậy cần thiết đề xuất hệ số hiệu chỉnh (kc) để quy đổi về giá trị cường độ chuẩn cho mẫu bê tông.

Hệ số hiệu chỉnh được định nghĩa theo công thức dưới đây:

$$kc = \frac{R_o}{R_n} \quad (1)$$

Trong đó: R_o - Cường độ mẫu bê tông khi thí nghiệm bằng búa bật nảy [2]; R_n - Cường độ mẫu bê tông khi nén phá hủy mẫu.

Thông qua hệ số 'kc' có thể quy đổi cường độ của mẫu bê tông được thí nghiệm tại hiện trường về cường độ cường độ tương đương của mẫu bê tông khi thí nghiệm nén phá hủy mẫu. Từ đó có thể đưa ra được kết luận mẫu bê tông đạt hay không đạt cường độ thiết kế theo công thức:

$$R_{tk} \leq kc.R_o \quad (2)$$

Trong đó: R_{tk} - Cường độ thiết kế của mẫu bê tông. kc – Hệ số hiệu chỉnh cường độ. R_o -Cường độ mẫu bê tông khi thí nghiệm bằng búa bật nảy;

Quy trình xác định hệ số 'kc' như sau:

Bước 1- Thiết kế Mác bê tông theo thành phần cấp phối [3]

Bước 2- Đúc mẫu bê tông theo kích thước tiêu chuẩn, mẫu lập phương (150x150x150)mm [4]

Bước 3- Bảo dưỡng bê tông theo điều kiện tiêu chuẩn [4]

Bước 4- Thí nghiệm cường độ của mẫu bê tông theo 2 phương pháp (trước tiên sử dụng búa bật nảy [2], sau đó nén mẫu [5]) ở ngày tuổi thứ 3, tính hệ số 'kc' theo công thức số (1)

Bước 5- Thí nghiệm cường độ của mẫu bê tông theo 2 phương pháp (trước tiên sử dụng búa bật nảy [2], sau đó nén mẫu [5]) ở ngày tuổi thứ 7, tính hệ số 'kc' theo công thức số (1)

Bước 6- Thí nghiệm cường độ của mẫu bê tông theo 2 phương pháp (trước tiên sử dụng búa bật nảy [2], sau đó nén mẫu [5]) ở ngày tuổi thứ 14, tính hệ số 'kc' theo công thức số (1)

Bước 7- Thí nghiệm cường độ của mẫu bê tông theo 2 phương pháp (trước tiên sử dụng búa bật nảy [2], sau đó nén mẫu [5]) ở ngày tuổi thứ 28, tính hệ số 'kc' theo công thức số (1)

Bước 8: Lập bảng thống kê để tính giá trị trung bình của 'kc' theo các ngày tuổi khác nhau của mẫu bê tông.



Hình 2. Đúc mẫu bê tông tại hiện trường



Hình 3. Thử cường độ mẫu bê tông bằng búa bật nảy**Hình 4. Nén mẫu bê tông bằng máy nén mẫu**

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả

Thành phần cấp phối bê tông M200 dành cho một số đường lò thuộc dự án Giếng đứng của Công ty than Mạo Khê như lò vận tải sân ga mức -230, hầm chờ tàu mức -230 và một số đường lò khác như sau:

Bảng 1: Thành phần cấp phối vật liệu chế tạo bê tông M200 áp dụng trong thực tế

TT	Thành phần vật liệu (1m ³) bê tông	Khối lượng (kg)
1	Xi măng Hoàng thạch PCB40	280
2	Đá dăm 1-2	1075
3	Cát bê tông	856
4	Nước	172

Sau quá trình đúc mẫu và dưỡng hộ mẫu trong điều kiện tiêu chuẩn ở các ngày tuổi 3 ngày, 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày, sau đó thí nghiệm bằng cường độ bằng cả hai phương pháp đó là sử dụng búa bật nảy sử dụng máy nén mẫu cho ra kết quả như sau:

Bảng 2: Kết quả tính 'kc' của mẫu bê tông M200 ngày tuổi 03.

TT	Tên mẫu	Rn (KG/cm ²)	Ro (KG/cm ²)	kc
1	T3-1	84,7	74,4	0,878

2	T3-2	85,6	74,5	0,870
3	T3-3	83,2	75,1	0,903
4	T3-4	84,2	75,3	0,894
5	T3-5	84,1	76,1	0,905
6	T3-6	83,8	74,3	0,887
7	T3-7	83,3	74,5	0,894
8	T3-8	84,5	75,8	0,897
9	T3-9	84,1	75,2	0,894
Trung bình		84,5	74,7	0,884

Bảng 3: Kết quả tính 'kc' của mẫu bê tông M200 ngày tuổi 07.

TT	Tên mẫu	Rn (KG/cm ²)	Ro (KG/cm ²)	kc
1	T7-1	154,6	143,8	0,930
2	T7-2	155,4	142,2	0,915
3	T7-3	153,2	143,0	0,933
4	T7-4	154,4	142,1	0,920
5	T7-5	154,5	142,4	0,922
6	T7-6	153,7	142,7	0,928
7	T7-7	153,9	143,3	0,931
8	T7-8	154,2	143,2	0,929
9	T7-9	155,1	141,8	0,914
Trung bình		154,4	143,0	0,926

Bảng 4: Kết quả tính 'kc' của mẫu bê tông M200 ngày tuổi 14.

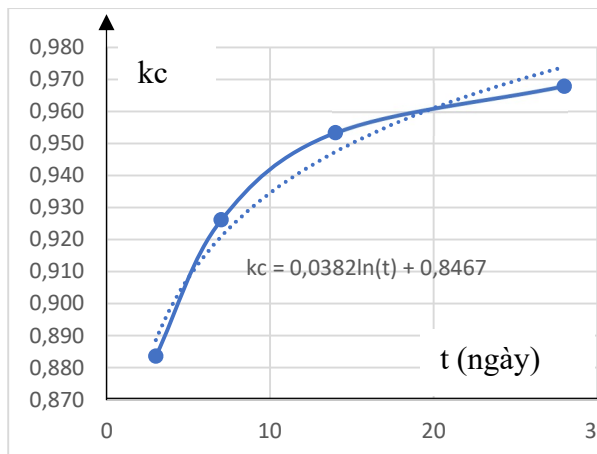
TT	Tên mẫu	Rn (KG/cm ²)	Ro (KG/cm ²)	kc
1	T14-1	191,6	183,1	0,956
2	T14-2	192,5	184,2	0,957
3	T14-3	195,4	185,2	0,948
4	T14-4	194,3	184,0	0,947
5	T14-5	191,4	182,4	0,953
6	T14-6	194,0	183,8	0,947

7	T14-7	195,2	185,3	0,949
8	T14-8	194,2	183,2	0,943
9	T14-9	192,8	181,8	0,943
Trung bình		193,2	184,2	0,953

Bảng 5: Kết quả tính 'kc' của mẫu bê tông M200 ngày tuổi 28.

T	Tên mẫu	Rn (KG/cm ²)	Ro (KG/cm ²)	kc
1	T28-1	216,5	209,2	0,966
2	T28-2	218,2	210,4	0,964
3	T28-3	215,8	210,0	0,973
4	T28-4	216,4	211,1	0,976
5	T28-5	217,2	212,3	0,977
6	T28-6	216,8	210,7	0,972
7	T28-7	214,8	207,5	0,966
8	T28-8	218,2	211,2	0,968
9	T28-9	217,4	210,8	0,970
Trung bình		216,8	209,9	0,968

Tổng hợp sự biến thiên của hệ số hiệu chỉnh 'kc' của bê tông ở mỗi ngày tuổi khác nhau thể hiện dưới dạng biểu đồ như sau:



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số kc và ngày tuổi của mẫu bê tông (t)

Từ biểu đồ có thể xác định được mối quan hệ giữa kc và ngày tuổi bê tông thông qua biểu thức gần đúng như sau:

$$kc = 0,0382\ln(t) + 0,8467 \quad (3)$$

3.2 Thảo luận

Thông qua đồ thị (Hình 5) và công thức (3) có thể thấy hệ số kc đồng biến với ngày tuổi của (t) của mẫu bê tông, điều này cũng đồng nghĩa với việc kc đồng biến với cường độ của bê tông và giá trị trong giới hạn $0 < kc < 1$. Điều này hoàn toàn phù hợp với điều kiện thực tế, do búa bật này làm việc trên nguyên lý hấp thụ đàn hồi, cường độ mẫu chỉ được xác định từ các điểm cụ thể trên mặt mẫu, không đánh giá được toàn thể bề mặt của mẫu, do vậy mà mẫu có độ cứng bề mặt càng lớn thì độ chính xác càng cao, nghĩa là hệ số 'kc' càng tiến gần tới 1.

Việc ứng dụng hệ số 'kc' có thể xác định được cường độ mẫu bê tông ở ngày tuổi bất kỳ bằng súng bật này mà không cần đến máy nén mẫu và tại các ngày tuổi của mẫu theo tiêu chuẩn cố định là 3, 7, 14 và 28 ngày, rất thuận tiện cho công tác kiểm tra giám sát tại hiện trường.

Kết quả nghiên cứu này đã xây dựng hệ số 'kc' trên cơ sở thí nghiệm một số lượng hữu hạn mẫu bê tông M200, để đổ bê tông cho các đường lò thuộc dự án giếng đứng của Công ty than Mạo Khê. Để mở rộng áp dụng cho nhiều dự án khác cần tiếp tục nghiên cứu với các mẫu bê tông khác như Bê tông mác 150, 250, 300.... thậm chí là các mẫu bê tông phun sử dụng trong nhiều đường lò khác nhau.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Thông qua nghiên cứu hoàn toàn có thể áp dụng hệ số hiệu chỉnh cường độ bê tông "kc" vào thực tế để xác định cường độ các mẫu bê tông trong phạm vi dự án giếng đứng tại Công ty than Mạo Khê. Việc áp dụng kết quả nghiên cứu này vào thực tế sẽ đem lại nhiều thuận lợi cho công tác kiểm tra giám sát chất lượng như cho kết quả nhanh chóng, thuận tiện và kiểm tra được ở bất kỳ ngày tuổi nào của bê tông mà không cần sử dụng đến máy nén mẫu, không cần phá hủy mẫu nén. Điều này giúp giảm đáng kể chi phí thí nghiệm, thuận lợi cho công tác kiểm tra giám sát tại hiện trường.

4.2. Kiến nghị

Hệ số hiệu chỉnh cường độ bê tông 'kc' trong nghiên cứu này chỉ nên áp dụng tại các đường lò

chống giữ bằng bê tông M200 tại dự án giếng dựng Công ty than Mạo Khê. Để mở rộng ứng dụng cần nghiên cứu sâu hơn với các loại bê tông có Mác khác nhau và ở nhiều dự án khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Global Gilson. (n.d.). *Concrete rebound hammer test*. <https://www.globalgilson.com/>
2. Tiêu chuẩn Quốc gia. TCVN 9334-2012. *Bê tông nặng- phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy*. Bộ khoa học công nghệ.
3. Tiêu chuẩn Quốc gia. TCVN 5574: 2012. *Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép- Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ khoa học công nghệ.
4. Tiêu chuẩn Quốc gia. TCVN 3105-2022. *Hỗn hợp bê tông, lấy mẫu- chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*. Bộ xây dựng.
5. Tiêu chuẩn Quốc gia. TCVN 10303:2014. *Bê tông- kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén*. Bộ Xây dựng.
6. Quý. N.N (2020). *Lý thuyết bê tông*. Nhà Xuất bản Xây Dựng
7. Lự. P.V (2018). *Giáo trình Vật liệu Xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng
8. Đức, N.C., Phát. N.M (2006). *Giáo trình thí nghiệm Vật liệu Xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng.

Thông tin của tác giả:

TS. Đỗ Xuân Huỳnh

Giảng viên khoa Mỏ & Công Trình, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84)906.006.017 - Email: huynh.xd42@gmail.com

PROPOSAL OF A CORRECTION FACTOR FOR REBOUND HAMMER TESTING OF CONCRETE STRENGTH IN THE MAO KHE SHAFT PROJECT

Information about authors:

Do Xuan Huynh, Ph.D, Department of Mining and Construction, Quang Ninh University of Industry, email: huynh.xd42@gmail.com

ABSTRACT:

In underground mining construction, concrete is widely used for structural support. The rebound hammer method has recently been applied more frequently to assess in-situ concrete strength; however, its results often differ from those obtained by standard compression testing. This study aims to establish a correction factor to align rebound hammer results with compressive strength values. Experimental investigations were carried out on a limited number of M200 concrete specimens designed for roadways in the vertical shaft project of Mao Khe Coal Company. Based on systematic analysis, a correction factor “kc” was developed, ensuring both scientific reliability and practical relevance. The proposed factor is recommended for application in evaluating the compressive strength of M200 concrete used in the Mao Khe vertical shaft project, with suggestions for further research to enable broader application.

Keywords: *Rebound hammer, concrete strength, mine roadway, correction factor, vertical shaft*

REFERENCES

- 1 Global Gilson. (n.d.). *Concrete rebound hammer test*. Retrieved from <https://www.globalgilson.com/blog/concrete-rebound-hammer-test/>

- 2 National Standard. *TCVN 9334:2012. Heavyweight concrete – Method for determining compressive strength using rebound hammer*. Ministry of Science and Technology.
- 3 National Standard. *TCVN 5574:2012. Concrete and reinforced concrete structures – Design standard*. Ministry of Science and Technology.
- 4 National Standard. *TCVN 3105:2022. Concrete mixtures – Sampling, making, and curing test specimens*. Ministry of Construction.
- 5 National Standard. *TCVN 10303:2014. Concrete – Testing and evaluation of compressive strength*. Ministry of Construction.
- 6 Quý, N. N. (2020). *Concrete theory*. Construction Publishing House.
- 7 Lự, P. V. (2018). *Textbook of building materials*. Construction Publishing House.
- 8 Đức, N. C., & Phát, N. M. (2006). *Textbook of building materials experiments*. Construction Publishing House.

Ngày nhận bài: 08/09/2025;

Ngày nhận bài sửa: 27/09/2025;

Ngày chấp nhận đăng: 08/10/2025.