

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP CỦA NHÀ, CÔNG TRÌNH SAU CHÁY THEO TIÊU CHUẨN NGA SP 329.1325800.2017

Trần Lê Dũng¹, Đào Thị Phương Thảo²

^{1,2}*Viện Khoa học công nghệ xây dựng*

Email: ¹t.ledung.96@gmail.com, 0977.415.425, ²Daothao916@gmail.com, 0975.570.481

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses2-7>

TÓM TẮT: Nghiên cứu này tập trung vào việc tìm hiểu về quy trình đánh giá tình trạng kỹ thuật của các kết cấu bê tông cốt thép sau sự cố cháy, dựa trên các quy định của tiêu chuẩn Nga SP 329.1325800.2017. Tiêu chuẩn này cung cấp các phương pháp, từ khảo sát hiện trường, xác định thông số đám cháy cho đến việc phân loại mức độ hư hỏng và tình trạng kỹ thuật của kết cấu. Cụ thể, bài báo đi vào phân tích các giai đoạn khảo sát, các tiêu chí đánh giá định tính (màu sắc, biến dạng, nứt), định lượng (giảm tiết diện, suy giảm cường độ), và hệ thống phân loại tình trạng kỹ thuật thành bốn cấp độ. Qua đó, có thể tham khảo nghiên cứu để áp dụng tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 vào thực tiễn đánh giá công trình sau cháy tại Việt Nam, làm cơ sở cho việc hoàn thiện các tiêu chuẩn trong nước.

TỪ KHÓA: Đánh giá kết cấu sau cháy, tình trạng kỹ thuật, SP 329.1325800.2017.

ABSTRACTS: This study focuses on understanding the process of assessing the technical condition of reinforced concrete structures after a fire incident, based on the regulations of the Russian standard SP 329.1325800.2017. This standard provides methods for determining the fire parameters, conducting on-site surveys, and classifying the extent of damage and the technical condition of the structure. Specifically, the paper analyzes the survey stages (preliminary, visual, or instrumental), qualitative assessment criteria (color, deformation, cracking), quantitative criteria (reduction in cross-section, decrease in strength), and the four-level classification system for the technical condition. The research can serve as a reference for applying the SP 329.1325800.2017 standard to the practical assessment of post-fire buildings in Vietnam, providing a basis for improving domestic standards.

KEYWORDS: Post-fire structural assessment, technical condition, SP 329.1325800.2017.

1. GIỚI THIỆU

Hỏa hoạn có thể gây ra những hư hỏng nghiêm trọng đến kết cấu công trình, từ những vết nứt nhỏ đến những sự sụp đổ hoàn toàn, làm suy giảm tính toàn vẹn của kết cấu do nhiệt độ cao làm biến dạng, nứt gãy hoặc làm suy yếu các vật liệu như thép và bê tông. Việc đánh giá giúp xác định rõ mức độ hư hại, khả năng chịu lực còn lại, và đưa ra quyết định giữ lại, sửa chữa hay thay thế các bộ phận bị ảnh hưởng, từ đó lập kế hoạch sửa chữa và phục hồi một cách an toàn và hiệu quả, tiết kiệm chi phí và tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên.

Hiện nay tại Việt Nam, việc khảo sát và đánh giá công trình hoặc các bộ phận của công trình sau khi xảy ra cháy chủ yếu dựa vào một số tài liệu tiêu chuẩn kỹ thuật hiện có và sự đánh giá của các chuyên gia. Mặc dù có tiêu chuẩn TCVN 9381:2012

[8] về hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà nhưng phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này để đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà, phụ vụ sửa chữa, cải tạo hoặc tháo dỡ chứ không phục vụ đánh giá cụ thể cho kết cấu bị ảnh hưởng của cháy. Điều này dẫn đến chưa có các quy định cụ thể và chi tiết về đánh giá kết cấu chịu ảnh hưởng của cháy, gây khó khăn cho đơn vị thiết kế cải tạo hoặc gia cường công trình một cách hợp lý.

Trong bối cảnh đó, tiêu chuẩn Nga SP 329.1325800.2017 [1] "Nhà và công trình, nguyên tắc khảo sát công trình sau cháy" nổi bật như một tài liệu tham khảo có giá trị. Tiêu chuẩn này cung cấp các hướng dẫn cụ thể và chi tiết các nhiệm vụ phải thực hiện khi đánh giá một công trình hoặc bộ phận công trình sau hỏa hoạn, bao gồm trình tự và thành phần các công việc kỹ thuật để kiểm tra kết cấu xây

dựng sau cháy, các yêu cầu về phương pháp, tiêu chí đánh giá tình trạng kỹ thuật, thực hiện tính toán xác minh và lựa chọn phương pháp gia cố kết cấu bị hư hại. Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích quy trình đánh giá tình trạng kỹ thuật của các kết cấu bê tông cốt thép sau cháy dựa trên tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1], chỉ ra các giai đoạn khảo sát, tiêu chí đánh giá định tính và định lượng, và hệ thống phân loại tình trạng kỹ thuật. Qua đó, có thể tham khảo nghiên cứu để áp dụng tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] vào thực tiễn đánh giá công trình sau cháy tại Việt Nam, làm cơ sở cho việc hoàn thiện các tiêu chuẩn trong nước.

2. PHÂN TÍCH QUY TRÌNH KHẢO SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ THEO SP 329.1325800.2017

2.1. Phạm vi và các giai đoạn khảo sát theo SP 329.1325800.2017

Tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] áp dụng cho các tòa nhà và công trình bị hư hại do hỏa hoạn, bao gồm các công việc kỹ thuật để khảo sát kết cấu xây dựng sau cháy. Tiêu chuẩn này có tính đến tính đặc thù của tác động nhiệt độ cao trong thời gian ngắn lên vật liệu và kết cấu xây dựng.

Khảo sát (инженерное обследование) được thực hiện bởi các tổ chức chuyên môn. Nếu đám cháy có tính chất cục bộ (локальный пожар), việc khảo sát được thực hiện một giai đoạn. Nếu đám cháy có tính chất toàn bộ (объемный пожар), việc khảo sát nên được tiến hành qua ba giai đoạn:

1. Công tác chuẩn bị (Подготовительные работы): Bao gồm thu thập tài liệu kỹ thuật, thông tin về đám cháy, và kiểm tra tổng thể sơ bộ (với chuyên gia đến công trình).

2. Khảo sát trực quan (Визуальное обследование).

3. Khảo sát bằng thiết bị chuyên dụng (Детальное инструментальное обследование).

Sau khi hoàn thành khảo sát, cần xử lý kết quả, thử nghiệm tại phòng thí nghiệm (nếu cần), tính toán kiểm tra, và phân tích kết quả để đưa ra giải pháp thiết kế phục hồi hoặc dỡ bỏ.

2.1.1 Công tác chuẩn bị và Xác định thông số đám cháy (Giai đoạn 1)

Trong giai đoạn này, cần thu thập thông tin về đám cháy, bao gồm thời điểm xảy ra, thời gian kéo dài, nguyên nhân, bản chất lan truyền, vị trí đám cháy (очаг пожара), tải trọng cháy (cái gì và cháy ở đâu), nhiệt độ tối đa trong phòng, và phương tiện chữa cháy.

Nhiệt độ tối đa (максимальная температура) trong gian phòng xảy ra cháy có thể được ước tính bằng các phương pháp:

- Dấu hiệu gián tiếp (косвенным признакам): Dựa trên sự thay đổi trạng thái của các vật phẩm/vật liệu còn lại sau cháy.

- Thay đổi màu sắc bê tông: Từ màu xám tự nhiên (dưới 300°C) chuyển sang hồng/đỏ (300°C–600°C), sau đó là xám đậm/vàng đậm (600°C–900°C), và cuối cùng là vàng (900°C–1100°C).

- Trạng thái của muội than/bỏ hóng: Sự hiện diện của muội than/bỏ hóng cho thấy nhiệt độ khoảng 400°C–450°C. Nếu muội than và bỏ hóng cháy hết trên bề mặt bê tông, nhiệt độ đạt 600°C–650°C.

- Nóng chảy kim loại: Ví dụ, chì nóng chảy ở 300°C–350°C, kẽm ở 400°C, nhôm ở 650°C, và đồng ở 1100°C.

- Màu sắc trên bề mặt thép (цвета побежалости): Ví dụ, màu vàng nhạt (220°C–230°C) đến màu xanh lam (280°C–300°C).

- Tính toán lý thuyết: Dựa trên hệ số thông thông thoáng (K1) và tải trọng cháy (пожарная нагрузка).

Kiểm tra tổng thể ban đầu được thực hiện để làm quen với tình trạng chung của kết cấu và phân vùng mức độ tác động của đám cháy. Các vùng này được chia thành bốn cấp độ: nghiêm trọng (аварийной степени), mạnh (сильной степени), trung bình (средней степени), và yếu (слабой степени).

2.1.2. Khảo sát trực quan (Giai đoạn 2)

Khảo sát trực quan nhằm phát hiện các khuyết tật, hư hại, ghi lại dấu hiệu gián tiếp và xác định các thông số hình học thực tế của tiết diện bị hư hại.

Đối với kết cấu BTCT, các thông số định tính cần ghi nhận bao gồm:

- Thay đổi màu sắc bê tông.
- Vết nứt: Cần phân biệt giữa vết nứt co ngót nhiệt hỗn loạn (температурно-усадочных хаотичных трещин) trên bề mặt và vết nứt dọc/xiên đơn lẻ do chịu lực (силовые одиночные вертикальные или косые трещины).

- Vỡ (mẻ) bê tông: Kích thước, độ sâu, đặc biệt là phá hủy kiểu nổ (взрывообразных разрушений бетона). Độ sâu bong tróc bê tông có thể giúp ước tính thời gian cháy, ví dụ, cứ 10–15 phút cháy, bê tông có độ ẩm >2,5% có thể bị bong ra một lớp sâu 20–25 mm.

- Cốt thép bị hở và phồng ra (оголение и выпучивание арматуры): Ghi nhận mức độ hở theo chu vi và chiều dài thanh.

- Khuyết tật ẩn: Kiểm tra các lớp bê tông bị bong tróc hoặc yếu (деструктивный слой бетона) bằng cách gõ búa thủ công (âm thanh đục/rung cho bê tông yếu/bong tróc; âm thanh trong trẻo cho bê tông đặc chắc).

Cần lập bảng kê khuyết tật và sơ đồ khuyết tật (дефектосхемы) trên bản vẽ mặt bằng và mặt cắt.

2.1.3. Khảo sát bằng thiết bị (Giai đoạn 3)

Mục đích là xác định các giá trị định lượng thực tế của các thông số kỹ thuật.

Đánh giá cường độ bê tông:

- Sử dụng các phương pháp không phá hủy (bật nảy, biến dạng dẻo, xung kích, siêu âm theo GOST 17624 [4], GOST 22690 [5]). Phương pháp siêu âm có thể được sử dụng để xác định độ sâu phát triển của vết nứt và tốc độ lan truyền sóng siêu âm có thể được dùng để ước tính nhiệt độ nung nóng bê tông.

- Sử dụng phương pháp phá hủy (lấy mẫu lõi theo GOST 28570 [6]). Cần lấy mẫu lõi ở các vị trí hư hại và các kết cấu tương tự không bị cháy để so sánh.

- Độ sâu lớp bê tông bị phá hủy (деструктивный слой бетона) được xác định bằng cách quan sát sự thay đổi màu sắc của lõi bê tông hoặc bằng cách loại bỏ phần bê tông yếu (lớp gia nhiệt trên 500°C).

Đánh giá cốt thép:

- Cường độ thực tế của cốt thép được xác định bằng cách cắt mẫu thử nghiệm trong phòng thí nghiệm (theo GOST 12004 [7]) nếu thanh thép bị hở (hơn 50% chu vi) trên đoạn dài hơn 300 mm hoặc bị phồng/văng ra khỏi mặt phẳng.

- Cường độ cũng có thể được xác định lý thuyết bằng cách ước tính nhiệt độ nung nóng của cốt thép qua đồ thị phân bố nhiệt độ theo tiết diện (Phụ lục).

2.1.4. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực

Tính toán khả năng chịu lực còn lại (остаточной несущей способности) của kết cấu BTCT sau cháy phải được thực hiện theo tiêu chuẩn Nga SP 63.13330 [2] (tương đương SNiP 52-01-2003).

- Lớp bê tông bị phá hủy (đã chịu tác động của nhiệt độ trên 500°C) không được tính đến trong khả năng chịu lực. Cốt thép làm việc bị hở (mất liên kết với bê tông trên đoạn dài hơn 50% chiều dài thanh) cũng không được tính đến.

- Sử dụng tiết diện còn lại (приведенного сечения) và cường độ chịu nén thực tế trung bình của bê tông tại tiết diện còn lại.

- Hệ số điều kiện làm việc (коэффициент условий работы): Do tác động của nhiệt độ cao, các đặc trưng cường độ chuẩn của vật liệu được giảm bằng cách đưa vào các hệ số điều kiện làm việc bổ sung cho cường độ. Các hệ số này phụ thuộc vào loại bê tông (nặng, nhẹ), loại cốt thép (A240, A500, A800, v.v.), nhiệt độ gia nhiệt và ảnh hưởng của nước chữa cháy.

2.2. Đánh giá tình trạng kỹ thuật và phân loại

Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu BTCT sau cháy được thực hiện dựa trên kết quả tổng hợp của khảo sát trực quan, bằng thiết bị và tính toán kiểm tra.

2.2.1. Phân loại tình trạng kỹ thuật

Tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] sử dụng bốn cấp độ phân loại kỹ thuật, dựa trên quy định của GOST 31937-2011 [3]:

- Tình trạng kỹ thuật tiêu chuẩn (нормативное техническое состояние): Các lực tác dụng không vượt quá giới hạn cho phép. Không có khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực hoặc độ bền. Có thể khai thác sử dụng an toàn.

- Tình trạng kỹ thuật khả dụng (работоспособное техническое состояние): Khả năng chịu lực đáp ứng tiêu chuẩn, nhưng có khuyết tật có thể làm giảm độ bền. Cần biện pháp bảo vệ để đảm bảo độ bền của kết cấu.

- Tình trạng kỹ thuật khả dụng hạn chế (ограниченно работоспособное техническое состояние): Kết cấu bị quá tải hoặc có khuyết tật/hư hại làm giảm khả năng chịu lực hơn 10%. Có thể đảm bảo an toàn trong thời gian gia cường/phục hồi bằng các biện pháp bổ sung (dỡ tải, gối chống).

- Tình trạng kỹ thuật khẩn cấp (аварийное техническое состояние): Phát hiện khuyết tật/hư hại nguy hiểm, vượt quá giới hạn tiêu chuẩn, hoặc kết cấu đã bị sập. Không thể đảm bảo an toàn trong thời gian gia cường. Kết cấu phải được tháo dỡ và thay thế.

2.2.2. Tiêu chí đặc trưng cho kết cấu BTCT

Bảng 4 trong tiêu chuẩn cung cấp các đặc điểm định tính và định lượng cho BTCT ứng với từng loại tình trạng kỹ thuật.

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)

4. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

Việc áp dụng dựa trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn Nga SP 329.1325800.2017 [1] là một giải pháp phù hợp và khả thi, đặc biệt trong bối cảnh Việt Nam đang thiếu một quy định chuyên biệt cho lĩnh vực này.

Tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] có nền tảng kỹ thuật, tính thực tiễn và hệ thống hóa cao, đã được kiểm chứng qua nhiều năm áp dụng và hoàn toàn phù hợp với hệ thống tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam hiện hành khi ban hành áp dụng.

- Có thể tương thích với các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành như:

- Tính toán kiểm tra kết cấu Bê tông cốt thép (BTCT) được thực hiện theo TCVN 5574 [9].

- Tính toán kiểm tra kết cấu Thép được thực hiện theo TCVN 5575 [10].

- Tính toán kiểm tra kết cấu Khối xây được thực hiện theo TCVN 5573 [11].

- Tính toán kiểm tra kết cấu Gỗ được thực hiện theo các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng.

- Có thể tương thích với các tiêu chuẩn kiểm tra và thử nghiệm hiện hành như:

- Sử dụng các phương pháp kiểm tra cường độ nén bê tông không phá hủy (bật nảy, siêu âm, xung kích) theo TCVN 9335 [12], TCVN 9357 [13], TCVN 13536 [14].

- Thử nghiệm cường độ bê tông phá hủy bằng cách lấy lõi theo TCVN 12252 [15].

- Thử nghiệm cường độ cốt thép theo TCVN 197-1 [16].

- Việc ứng dụng công tác kiểm định công trình sau cháy có thể:

- Tránh việc tháo dỡ và xây dựng lại không cần thiết, giúp tiết kiệm chi phí. Hầu hết các cấu trúc có thể được phục hồi, giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên.

- Đảm bảo công trình đáp ứng tiêu chuẩn an toàn và quy định pháp lý.

- Mặc dù tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] là cơ sở tham khảo tốt, việc áp dụng tại Việt Nam vẫn đối mặt với một số thách thức chính:

- Nguồn lực và công nghệ:

Nghiên cứu về vật liệu và công nghệ chịu lửa ở Việt Nam còn hạn chế về chi phí và nguồn cung cấp.

Để thực hiện Khảo sát bằng thiết bị, cần áp dụng các phương tiện đo lường đã được kiểm định

và thiết bị thử nghiệm đã được hiệu chuẩn. Việc sở hữu và duy trì các trang thiết bị hiện đại để kiểm định còn là một thách thức tại Việt Nam.

- Hạn chế về kinh nghiệm và đào tạo chuyên môn:

Lĩnh vực đánh giá sau hỏa hoạn đòi hỏi kỹ thuật cao và đội ngũ chuyên gia có trình độ, nhưng số lượng kỹ sư và chuyên gia có kinh nghiệm ở Việt Nam chưa nhiều.

Công tác đào tạo về an toàn cháy nổ và thiết kế công trình chịu lửa chưa thực sự được chú trọng, làm giảm khả năng ứng dụng các giải pháp kỹ thuật tiên tiến.

- Yêu cầu mở rộng nghiên cứu về vật liệu địa phương:

Cần mở rộng nghiên cứu thêm về ứng xử của các vật liệu và kết cấu chính (BTCT, kết cấu thép) khi chịu tác động của lửa trong điều kiện sử dụng tại Việt Nam. Mặc dù tiêu chuẩn có cung cấp các hệ số điều kiện làm việc cho bê tông nặng, nhẹ và cốt thép), các hệ số này được xác định dựa trên điều kiện của Nga, và cần được điều chỉnh hoặc kiểm chứng lại dựa trên vật liệu xây dựng và điều kiện khí hậu thực tế của Việt Nam để đảm bảo độ tin cậy.

5. KẾT LUẬN

Tiêu chuẩn SP 329.1325800.2017 [1] là cơ sở tham khảo lý tưởng vì nó cung cấp hướng dẫn cụ thể và chi tiết các nhiệm vụ phải thực hiện khi đánh giá một công trình hoặc bộ phận công trình sau cháy.

Việc áp dụng tiêu chuẩn này sẽ giúp các chuyên gia Việt Nam có một khuôn khổ khoa học và hệ thống để đánh giá chính xác mức độ hư hại, khả năng chịu lực còn lại, và đưa ra quyết định phục hồi an toàn, hiệu quả. Đây là cơ sở quan trọng để xây dựng và hoàn thiện các tiêu chuẩn quốc gia về đánh giá công trình sau cháy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] СП 329.1325800.2017, Об утверждении свода правил «Здания и сооружения. Правила обследования после пожара» (SP 329.1325800.2017 Quy tắc kiểm tra các tòa nhà và công trình sau hỏa hoạn)
- [2] СП 63.13330, Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (SP 63.13330 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Các quy định cơ bản)

- [3] GOST 31937-2011, Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.(Nhà và công trình. Quy tắc khảo sát và giám sát tình trạng kỹ thuật)
- [4] GOST 17624 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. (Bê tông. Phương pháp siêu âm xác định cường độ)
- [5] GOST 22690 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. (Bê tông. Xác định cường độ bằng các phương pháp cơ học không phá hủy)
- [6] GOST 28570 Бетоны. Определение прочности методом отрыва со скалыванием. (Bê tông. Xác định cường độ bằng phương pháp kéo nhỏ mẫu lõi)
- [7] GOST 12004 Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение. (Thép cốt. Phương pháp thử kéo)
- [8] TCVN 9381:2012 Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà.
- [9] TCVN 5574 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [10] TCVN 5575 Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [11] TCVN 5573 Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [12] TCVN 9335 Bê tông nặng - Phương pháp không phá hủy - Xác định cường độ nén bằng súng bật nảy.
- [13] TCVN 9357 Bê tông - Phương pháp không phá hủy - Đánh giá cường độ nén bằng vận tốc xung siêu âm.
- [14] TCVN 13536 Bê tông - Phương pháp không phá hủy - Xác định cường độ chịu nén bằng phương pháp kéo bật.
- [15] TCVN 12252 Bê tông - Lấy mẫu, chế tạo và thử mẫu lõi khoan.
- [16] TCVN 197-1 Vật liệu kim loại - Thử kéo - Phần 1: Phương pháp thử ở nhiệt độ phòng.