

ĐẢM BẢO AN TOÀN CHÁY NỔ TRONG THIẾT KẾ XÂY DỰNG & VẬN HÀNH NHÀ CAO TẦNG

TS. Đặng Sỹ Lân*

Tóm tắt: Nhà cao tầng do tính đặc thù nên luôn tiềm ẩn mức độ nguy cơ cháy nổ cao hơn so với các công trình có chiều cao thông thường. Bài báo trình bày những thông tin ngắn gọn về các vụ cháy tại những tòa nhà cao tầng của các thành phố trên thế giới và Việt Nam, qua đó cho thấy mức độ nguy hiểm của đám cháy có thể dẫn đến thương vong đối với tính mạng của người dân, lực lượng lính cứu nạn, cứu hộ và thiệt hại lớn về tài sản. Đây chính là lý do cần đặc biệt quan tâm đến vấn đề đảm bảo an toàn phòng cháy chữa cháy của các tòa nhà cao tầng là yếu tố bắt buộc và quan trọng trong quá trình thiết kế, xây dựng và vận hành các công trình này.

Từ khóa: Kết cấu, vụ cháy, nhà cao tầng, nguy cơ cháy, sơ tán, cứu người.

Abstract: High-rise buildings, due to their specificity, always have a higher risk of fire and explosion than buildings of normal height. The article presents

brief information about fires in high-rise buildings of cities around the world and Vietnam, thereby showing the danger level of the fire that can lead to casualties for people's lives, rescue forces, and great damage to property. This is the reason why it is necessary to pay special attention to the issue of ensuring fire safety of high-rise buildings, which is a mandatory and important factor in the

design, construction and operation of these works.

Key words: Structure, fire, high-rise building, fire hazard, evacuation, life saving.

Nhận ngày 10/5/2022, chỉnh sửa ngày 20/5/2022, chấp nhận đăng ngày 30/5/2022.

1. Đặt vấn đề

Hòa nhập theo xu thế chung của các nước trên thế giới, hiện nay Việt



* ĐH Phòng cháy chữa cháy

Nam ngày càng phát triển mạnh mẽ quá trình đô thị hóa, các dự án nhà cao tầng đã và đang trở thành xu hướng phát triển của đô thị hiện đại và là biện pháp hữu hiệu nhất để tăng quỹ nhà tại các thành phố lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và một số thành phố khác trên cả nước.

Thực tế các công trình nhà cao tầng thường có diện tích không gian sử dụng lớn, công năng sử dụng phức tạp, mật độ tập trung đông người, ngoài ra chúng còn chứa khối lượng vật tư, thiết bị hàng hóa, chất dễ cháy. Một trong những khâu quan trọng nhất của quá trình thiết kế xây dựng là vận hành nhà cao tầng, do vậy cần đặc biệt quan tâm đến những vấn đề đảm bảo an toàn cho người dân và các tòa nhà cao tầng khi xảy ra cháy nổ.

2. Một số vụ cháy nhà cao tầng điển hình trên thế giới và ở Việt Nam

Để làm rõ hơn vấn đề an toàn cháy nổ trong thiết kế, xây dựng và vận hành nhà cao tầng, trên đây là một số vụ cháy điển hình xảy ra trong nhà cao tầng (nguyên nhân xảy ra, sự cố trong quá trình ứng cứu khẩn cấp cũng như hậu quả của vụ cháy đó) ở trên thế giới và Việt Nam.

Cháy tòa nhà 22 tầng của khách sạn Dai - Yun - Kak ở Seoul vào ngày 25 tháng 12 năm 1971 đã trở thành vụ cháy lớn nhất trong các khách sạn cao cấp. Nó bắt đầu ở phòng ăn của quán cà phê tầng hai của tòa nhà. Trên vật liệu tổng hợp (rèm nylon trên cửa sổ, thảm trải sàn) ngọn lửa bắt đầu lan rộng với tốc độ cao qua cầu thang và buồng thang máy lên các tầng trên, biến tòa nhà thành ngọn đuốc cháy. Trong quá trình cháy, kết cấu cầu thang và trần nhà ở một số tầng bị sập. Vào thời điểm cháy có 300 người đang ở trong khách sạn, 164 người đã chết; 58 người bị bỏng và hít khí độc. Các đội cứu hỏa, các đơn vị cảnh sát và quân đội (tổng cộng hơn 1.100 người) đã tham gia dập tắt ngọn lửa này.



Hình 1. Cháy khách sạn Dai-Yun-Kak ở Seoul (Hàn Quốc)

Lửa bùng lên tại tầng 17 của tòa nhà ngân hàng Deutsche Bank tại thành phố New York, Mỹ vào ngày 18/8/2007 do một số công nhân hút thuốc lá. 10 tầng của tòa nhà chìm trong lửa. Vào thời điểm hỏa hoạn xảy ra, tòa nhà 41 tầng được tu sửa để giảm số tầng xuống còn 26. Hai lính cứu hỏa thiệt mạng khi dập lửa và 115 đồng nghiệp của họ bị thương.



Hình 2. Khói bao trùm ngân hàng Deutsche Bank ở New York, Mỹ

Ngọn lửa xuất hiện tại tháp chung cư Grenfell 24 tầng ở quận White City, London vào sáng sớm 14/06/2017 đã thiêu rụi hoàn toàn tháp, chỉ còn lại phần khung trơ trọi với khói đen nghi ngút và những mảnh vỡ ngổn ngang. Lực lượng cứu hỏa đã nhận cuộc gọi đầu tiên lúc 1 giờ 16 phút và đã triển khai khoảng 200 lính cứu hỏa và 40 phương tiện chữa cháy tới ứng phó, có 12 người thiệt mạng và hơn 30 người được cấp cứu. Đây là một vụ cháy nghiêm trọng nhất của nước Anh trong vòng thập niên 20 của thế kỷ XXI.



Hình 3. Cháy tại chung cư Grenfell 24 tầng ở London (Vương Quốc Anh)

Cháy xảy ra tại bãi giữ xe tầng hầm chung cư Carina lúc 1 giờ 15 phút ngày 23/3/2018, chỉ khoảng 2 phút sau đó, lửa bùng lên cao ngang ống thông gió trên trần tầng hầm. Tới lúc 1 giờ 23 phút hệ thống chiếu sáng khu vực tầng hầm bị tắt, lửa bùng lên dữ dội, cháy lan ra xe máy và ô tô đang để trong tầng hầm. Khói, khí nóng và độc đã luồn theo lối buồng thang thoát hiểm dẫn lên các tầng nổi phía trên chung cư, đồng thời hệ thống báo cháy đã không kịp thời báo cháy và chữa cháy tự động, dẫn đến hậu quả đặc biệt nghiêm trọng. Sau sự cố, cơ quan chức năng xác định nguyên nhân cháy là do hệ thống dây dẫn điện của xe máy để tại khu vực khoang để xe máy số 6 xảy ra sự cố chập điện. Vụ cháy đã khiến 13 người tử vong, trên 60 người bị thương và gây thiệt hại nhiều tài sản với 492 xe máy, 81 ô tô, 5 xe đạp.



Hình 4. Chung cư Carina Plaza bốc cháy trong đêm

Những vụ cháy ở trên cho thấy hỏa hoạn là một mối nguy hiểm đặc biệt đối với các tòa nhà cao tầng.

Tính chất đặc biệt của nguy cơ cháy nhà cao tầng được xác định bởi:

Lưu trú tập trung đông người dân trong tòa nhà;

Chiều cao của tòa nhà vượt quá khả năng sử dụng xe thang để cứu người hiện có trong các đơn vị đóng quân của cơ quan PCCC;

Khả năng bị phá hủy một phần cấu trúc hoặc toàn bộ trong trường hợp hỏa hoạn của các cấu kiện riêng lẻ của tòa nhà hoặc toàn bộ tòa nhà;

Sự lan truyền mạnh mẽ trong tòa nhà cao tầng gồm: Lửa, khói, các chất độc hại trong suốt chiều cao của nó thông qua các phòng, hành lang và thông tin liên lạc kỹ thuật, cũng như qua các khoảng trống trong cấu trúc tòa nhà.

Việc không có hoặc không có đủ các phương tiện cứu người trong trường hợp cháy.

Hậu quả thảm khốc của các vụ cháy buộc các nhà thiết kế, xây dựng và đại diện của Cơ quan Giám sát Phòng cháy chữa cháy của Nhà nước phải quan tâm đến việc xây dựng các biện pháp đặc biệt để đảm bảo an toàn phòng cháy chữa cháy của các tòa nhà cao tầng và bảo vệ chúng khỏi hỏa hoạn.

3. Đặc điểm nguy hiểm cháy, nổ nhà cao tầng

Nguyên nhân chính gây ra những hậu quả thảm khốc của các vụ cháy trong các tòa nhà cao tầng là việc ngăn chặn các tuyến đường sơ tán bằng các sản phẩm cháy và bị lửa chặn ở các lối thoát hiểm, cũng nên nhớ rằng thang máy không phải là phương tiện sơ tán người trong trường hợp cháy. Trong đám cháy các tòa nhà cao tầng được đặc trưng bởi sự phát triển nhanh chóng của ngọn lửa theo phương thẳng đứng, các sản phẩm cháy bao phủ lối thoát hiểm, trục thang máy, cầu thang bộ nên rất khó khăn trong các hoạt động sơ tán người và tự chữa cháy. Tốc độ phân bố khói và khí độc theo chiều dọc có thể lên tới hàng chục mét/phút. Chỉ trong vài phút, tòa nhà hoàn toàn bị nhiễm khói và việc



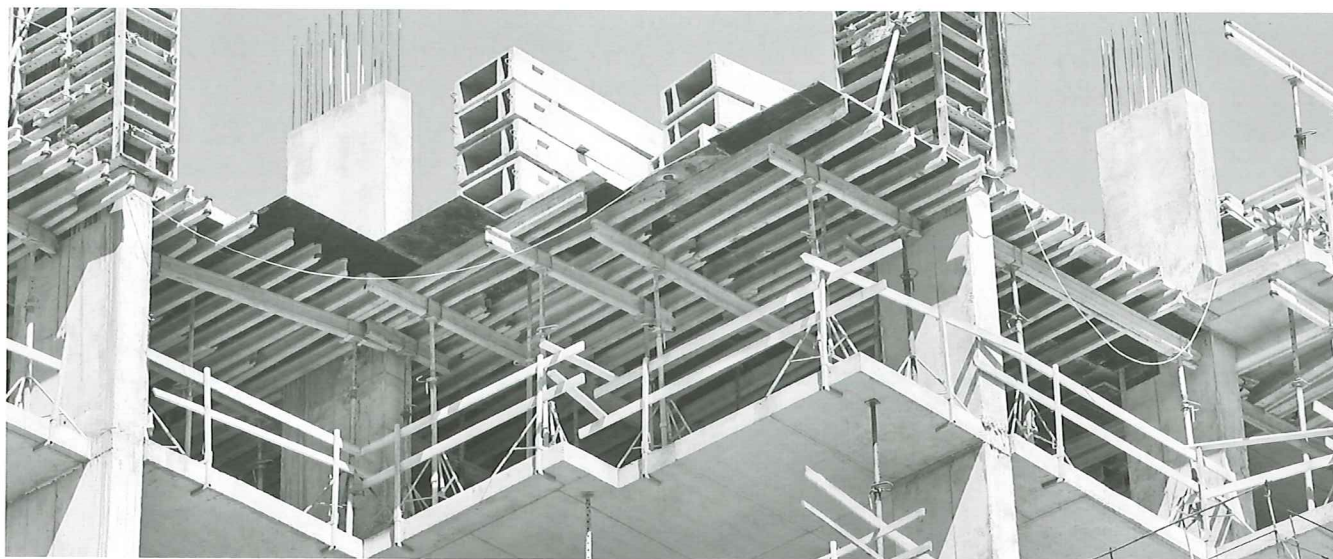
Phải quan tâm đến việc xây dựng các biện pháp đặc biệt để đảm bảo an toàn phòng cháy chữa cháy của các tòa nhà cao tầng

trình sát đám cháy, tìm kiếm người trong hiện trường mà không có trang thiết bị bảo vệ hệ hô hấp là không thể. Thực tế, lối thoát hiểm chính trong các tòa nhà cao tầng là cầu thang bộ nên được thiết kế không khói để đảm bảo an toàn khi sử dụng cầu thang bộ. Để làm được điều này, các bậc thang và đặc biệt là lối thoát ra bên ngoài được thiết kế có tính đến khả năng không để lọt lửa và khói đến đó, cũng như loại bỏ nhanh chóng khi nó xâm nhập vào không gian di chuyển trong quá trình sơ tán từ tầng này sang tầng khác. Hiện tại, không có hệ thống đáng tin cậy nào đảm bảo việc sơ tán một lượng lớn người dân nhanh chóng và an toàn trong trường hợp khẩn cấp, không thể sơ tán qua cửa sổ, nên chúng phải cung cấp khả năng tiếp cận nhanh các đường sơ tán bên trong tòa nhà, điều này được quyết định khi áp dụng cấu trúc quy hoạch và kiến trúc [8].

Một điểm đáng chú ý khác là ứng xử của kết cấu bê tông cốt thép trong trường hợp cháy và đảm bảo khả năng chống cháy cho chúng. Với khả năng tiếp xúc lửa trong thời gian khi cháy bê tông, các kết cấu chính của tòa nhà xảy ra các quá trình lý hóa làm thay đổi tính chất cơ học của nó. Trong giai đoạn đầu của đám cháy, ở nhiệt độ lên đến 200°C cường độ chịu nén của bê tông thực tế không thay đổi, có sự khử nước bổ sung của các

khoáng clinker và tăng cường độ của cốt liệu, giúp tăng cường cấu trúc của bê tông. Nếu độ ẩm của bê tông cao hơn 3,5% thì khi tiếp xúc với lửa ở nhiệt độ 250°C, có thể bị gãy giòn bê tông. Với sự gia tăng nhiệt độ của bê tông lên đến 350°C do quá trình làm khô của nó, hình thành các vết nứt do co ngót nhiệt được quan sát thấy. Ở nhiệt độ trên 350°C, các vết nứt nhỏ hình thành mạng kết tinh của đá xi măng trong kết cấu bê tông. Sau khi nung bê tông đến nhiệt độ trên 450°C ở trạng thái làm nguội, canxi oxit (vôi) tự do của đá xi măng bị dập tắt bởi độ ẩm không khí; trong trường hợp này, có sự gia tăng đáng kể về khối lượng khoáng chất với sự phá vỡ cấu trúc của bê tông. Sự co ngót do nhiệt của đá xi măng với sự giãn nở đồng thời của các cốt liệu phá vỡ các liên kết giữa chúng và phá vỡ đá xi măng thành các phần riêng biệt. Làm nguội bê tông bằng nước trong quá trình chữa cháy gây ra thêm hư hỏng cấu trúc ở các lớp bên ngoài của bê tông. Ở nhiệt độ trên 750°C, nước liên kết hóa học bị loại bỏ khỏi đá xi măng và cấu trúc bê tông tiếp tục bị phá vỡ do sự chênh lệch về nhiệt độ biến dạng của chất kết dính và cốt liệu.

Khi làm nóng cốt thép lên đến nhiệt độ 350°C. Độ võng của một phần tử bê tông cốt thép phát triển chủ yếu do chênh lệch về sự giãn nở nhiệt của cốt



Việc thiết kế, xây dựng và vận hành nhà cao tầng là một tổ hợp các công việc kiến trúc và kỹ thuật phức tạp

thép và bê tông ở bề mặt được nung nóng nhiều hơn. Khi tiếp xúc với lửa ở nhiệt độ cao hơn sẽ gây ra vồng của cốt thép. Sau khi kết thúc đám cháy, cường độ và tính chất dẻo đàn hồi của bê tông không được phục hồi, trong cốt thép có khôi phục cường độ một phần và khôi phục hoàn toàn tính đàn hồi. Với sự phát triển của đám cháy, lớp bảo vệ của bê tông sẽ bảo vệ cốt thép khỏi sự gia nhiệt nhanh chóng đến nhiệt độ tới hạn. Do đó, việc tăng giới hạn chịu lửa của kết cấu bê tông cốt thép đến các giá trị tiêu chuẩn của một công trình cụ thể được thực hiện bằng cách tăng chiều dày của lớp bảo vệ bê tông có thể đạt được các giới hạn chịu lửa cần thiết theo một cách khác, bằng cách sử dụng các lớp phủ chống cháy hiệu quả.

4. Một số biện pháp và giải pháp đảm bảo an toàn PCCC cho nhà cao tầng

Trong quá trình thực hiện việc thiết kế, cần phải tuân thủ đúng các yêu cầu quy định kỹ thuật về các vấn đề xây dựng và thẩm duyệt về phòng cháy chữa cháy theo quy chuẩn, tiêu chuẩn về PCCC (QCVN 06:2021/BXD, TCVN 2066:1995, TCVN 6160:1996, TCXDVN 323: 2004 TCVN 3890:2009....) [1], [2], [3], [4], [5].

Để đảm bảo an toàn cháy, nổ trong các công trình nhà ở cao tầng, các biện

pháp phòng cháy chữa cháy cho công trình đó phải được xây dựng rất chi tiết:

Các khu nhà đều được trang bị cầu thang bộ không khói, thiết bị hút khói, cấp nước chữa cháy với vòi chữa cháy, hệ thống báo cháy tự động, v.v.

Để loại bỏ khói từ các buồng thang bộ, đây là cách chính để sơ tán người dân ra khỏi tòa nhà, có những loại quạt đặc biệt được bật từ xa bằng các nút được lắp đặt ở hành lang của các căn hộ hoặc tự động từ đầu báo cháy.

Các tòa nhà cao tầng được trang bị hệ thống cấp nước chữa cháy bên trong.

Các đầu báo cháy được lắp ở hành lang của các căn hộ. Tín hiệu về hoạt động của chúng được truyền đến phòng điều khiển.

Ngăn khói lan truyền khắp các tầng và căn hộ được ngăn chặn bằng cách bịt các gioăng cao su ở các vòm cửa và nắp đệm (lò xo trên cửa hành lang và cửa thang bộ) [6].

Trường hợp không thể rời khỏi căn hộ do nhiệt độ cao hoặc khói nhiều, việc sử dụng các lối thoát hiểm bằng kim loại được lắp đặt trên các ban công được cung cấp bắt đầu từ tầng 6. Một lối thoát hiểm khác trong các tòa nhà cao tầng có thể là thang máy chữa cháy, phải đảm bảo không có khói trong trường hợp hỏa hoạn. Điều này được đảm bảo bằng hệ thống thông

gió tạo áp lực cho trục thang máy và ngăn khói, lửa lan qua trục thang máy lên các tầng [7].

Trong thực tế thiết kế phòng cháy chữa cháy, người ta thường xuyên phải đối mặt với các đối tượng mà mục đích chức năng của chúng không chỉ giới hạn ở một chức năng nào, mà kết hợp nhiều chức năng. Điều này là do nhiều yếu tố, chẳng hạn như mong muốn của chủ sở hữu mở rộng cơ hội thu hút khách hàng tiềm năng, tiết kiệm không gian trong điều kiện phát triển đô thị chật chội và đảm bảo sự thuận tiện cho khách hàng, những người không cần rời khỏi tòa nhà, có thể nhận được các dịch vụ tối đa. Xuất phát từ thực tiễn hiện nay, nhà cao tầng đa chức năng được hình thành các nhóm mặt bằng với các mục đích chức năng khác nhau: Khu dân cư, hành chính, văn phòng, văn hóa và giải trí, y tế, bãi đậu xe v.v...

Để đảm bảo an toàn cháy nổ trong các công trình đó, cần phân chia thành các ngăn cháy, giới hạn theo chiều dọc và có thể theo chiều ngang bằng các hàng rào ngăn cháy: Tường ngăn cháy và trần hoặc lớp phủ chống cháy, có giới hạn chịu lửa của kết cấu bảo đảm không cho cháy lan vượt ra ngoài ranh giới của khoang cháy trong toàn bộ thời gian của đám cháy.

Việc ngăn ngừa cháy lan giữa các tòa nhà thường đạt được thông qua việc sử dụng các hành lang chống cháy. Do đó, việc phân chia các tòa nhà thành các khoang cháy có mục tiêu chính là không để đám cháy bùng phát bên trong tòa nhà. Việc phân chia tòa nhà thành các ngăn cháy theo chiều dọc được thực hiện bằng tường ngăn cháy, loại trừ khả năng cháy lan ra bên ngoài ngăn. Hành lang thang máy nên được ngăn cách với các phòng và hành lang liên kế bằng vách ngăn chống cháy. Để ngăn cháy lan trong các tòa nhà cao tầng, cần đưa ra các biện pháp hạn chế diện tích các khoang cháy, cường độ cháy, cụ thể là phân chia tòa nhà theo chiều ngang và chiều dọc bằng các bức tường ngăn cháy, hạn chế diện tích và chiều cao của các ngăn cháy [7].

Thực tiễn phát triển các thông số kỹ thuật đặc biệt và thiết kế các tòa nhà cao tầng cho thấy rằng để đảm bảo mức độ an toàn cần thiết cho tính mạng người và không thiệt hại về vật chất, cần phải phát triển các thông số kỹ thuật đặc biệt cho thiết kế hệ thống phòng cháy chữa cháy ở các tòa nhà này, cho phép tính đến các đặc điểm kiến trúc, công nghệ và các đặc điểm cụ thể khác cho từng đối tượng. Việc thiết kế, xây dựng và vận hành nhà cao tầng là một tổ hợp các công việc kiến trúc và kỹ thuật phức tạp. Để giải quyết chúng, cần phải xem xét

toàn diện các vấn đề khác nhau ảnh hưởng đến sự an toàn của việc lưu trú, điều này phần lớn phụ thuộc vào giải pháp không gian của tòa nhà, kết cấu chịu lực, hệ thống kỹ thuật và thiết bị khác. Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất trong việc đảm bảo an toàn cho con người là lựa chọn kết cấu chịu lực bền vững đảm bảo sự ổn định của công trình. Những vấn đề này phụ thuộc vào sự lựa chọn chính xác của sơ đồ thiết kế, có tính đến tất cả các tải trọng có thể tác động lên các phần tử cấu kiện và các biên độ an toàn được chấp nhận. Do đó, đối với sự phát triển của các điều kiện kỹ thuật, đặc biệt đối với loại hình nhà cao tầng, những nhóm tính toán sau được thực hiện để đảm bảo các điều kiện an toàn phòng cháy chữa cháy: Tính toán các nguy cơ cháy, nổ trong những tòa nhà; Tính toán các điều kiện sơ tán và cứu người; Tính toán khả năng chịu lửa của kết cấu chịu lực và điều kiện an toàn cháy của các thiết bị kỹ thuật; Tính toán độ ổn định của tòa nhà khi bắt đầu và sau khi loại trừ đám cháy.

5. Kết luận

Đảm bảo an toàn cháy, nổ trong các tòa nhà cao tầng là thách thức chung của các nhà thiết kế, xây dựng, cơ quan phòng cháy chữa cháy, người vận hành. Để duy trì một môi trường an toàn cho người sử dụng tòa nhà và những người ứng cứu đầu tiên, nhiệm vụ được quan tâm hàng đầu cần phải

đưa ra các giải pháp kỹ thuật an toàn về phòng cháy chữa cháy ngay từ các khâu thứ nhất của quá trình thiết kế, thẩm duyệt. Xây dựng và điều hành quản lý tòa nhà cần phải tuân thủ đúng các yêu cầu quy định kỹ thuật về kết cấu xây dựng, tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn phòng cháy chữa cháy, đảm bảo không bị tác động bởi các yếu tố nguy hiểm cháy nổ, cũng như cần hoàn thiện hơn nữa quy chuẩn, tiêu chuẩn, quy tắc đảm bảo an toàn cháy nổ đối với các công trình này. Làm được điều đó mới có thể giảm thiểu rủi ro thấp nhất thiệt hại về người và tài sản trong các tòa nhà cao tầng và mang lại cuộc sống yên bình, hạnh phúc cho nhân dân.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Quy chuẩn 06:2021/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình.
- [2]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6160:1996. Phòng cháy chữa cháy nhà cao tầng. Yêu cầu thiết kế.
- [3]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2622:1995. Phòng cháy chữa cháy cho nhà và công trình - Yêu cầu thiết kế.
- [4]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3890:2009. Phương tiện phòng cháy và chữa cháy cho nhà và công trình trang bị, bố trí, kiểm tra, bảo dưỡng.
- [5]. TCXDVN 323: 2004. Nhà cao tầng. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam. Tiêu chuẩn thiết kế.
- [6]. Вало́ва, В.Ю. Способы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий/ В.Ю. Вало́ва, Н.В.Меркулова.
- [7]. М.Д. Безбородько. Учебник «Пожарная техника». Академия ГПС МЧС России. –М.: 2004
- [8]. М.Д. Безбородько, С.Г. Цариченко, В.В. Робенко, Н.И. Ульянов, М.В. Алешков, А.В. Рожков, А.В. Плосконосов, С.А. Шкунов, В.М. Климовцов, С.П. Храпцов. Учебник «Пожарная и аварийно-спасательная техника» для высших образовательных учреждений МЧС России – М.: 2012.



Các tòa nhà cao tầng cần phát triển thông số kỹ thuật đặc biệt cho thiết kế hệ thống phòng cháy chữa cháy