

Cách xác định tải trọng gió lên công trình tháp trụ theo tiêu chuẩn Mỹ trong điều kiện Việt Nam

Method to determine wind load on the tower according to US standard under Vietnam conditions

Vũ Quốc Anh, Tạ Văn Thọ

Tóm tắt

Tài liệu này giới thiệu chi tiết cách xác định tải trọng gió lên công trình tháp trụ theo tiêu chuẩn TIA – 222 – G. Cùng với đó, bài báo cũng đưa ra cách xác định và quy đổi các thông số đầu vào, các lưu ý khi tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn này sao cho phù hợp với các điều kiện thực tế cũng như các quy định, các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện có tại Việt Nam.

Từ khóa: TIA – 222 – G, tải trọng gió, công trình tháp trụ

Abstract

This paper introduces in detail the method to determine the wind load on the tower according to TIA – 222 – G. In addition, the paper also provides a method to calculate and convert input parameters, considerations when calculating the wind load according to this standard in accordance with the actual conditions as well as regulations, and existing technical standards in Vietnam.

Key words: TIA – 222 – G, wind load, tower construction

1. Tổng quan

Hiện nay, đi kèm với sự phát triển của truyền hình và viễn thông là nhu cầu xây dựng ngày càng nhiều các trạm thu phát sóng nói riêng và các kết cấu tháp trụ nói chung. Kết cấu tháp trụ là dạng kết cấu có chiều cao lớn và độ mảnh cao. Vì vậy, ảnh hưởng của tải trọng gió lên kết cấu dạng này là rất lớn. Đặc biệt, Việt Nam là một nước mà hàng năm chịu ảnh hưởng trực tiếp của rất nhiều cơn bão nhiệt đới với cấp gió có thể lên đến cấp 12 hoặc hơn. Đã có các công trình tháp trụ gặp sự cố hư hỏng thậm chí là sập đổ do ảnh hưởng của tải trọng gió, điển hình là sự cố sập tháp truyền hình Nam Định vào ngày 28/10/2012 do ảnh hưởng của gió bão. Từ đó ta có thể thấy việc xác định chính xác tải trọng gió trong tính toán thiết kế kết cấu tháp trụ là điều cực kỳ quan trọng. Hiện nay Việt Nam vẫn chưa có tiêu chuẩn thiết kế riêng cho kết cấu tháp trụ. Việc thiết kế kết cấu dạng này vẫn thường dựa vào tiêu chuẩn nước ngoài, trong đó tiêu chuẩn TIA – 222 – G Tiêu chuẩn kết cấu đối với tháp đỡ ăng ten và ăng ten là một tiêu chuẩn rất đáng tin cậy. Tuy nhiên, cách xác định tải trọng gió trong tiêu chuẩn TIA – 222 – G dựa vào các điều kiện tự nhiên và các tiêu chuẩn kỹ thuật có liên quan của Mỹ. Khi áp dụng tiêu chuẩn này trong điều kiện Việt Nam, để đảm bảo tính đúng đắn trong tính toán thiết kế, tải trọng gió được xác định phải vừa đảm bảo phù hợp với các điều kiện tự nhiên thực tế cũng như phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành tại Việt Nam. Khi đáp ứng được điều này, việc tính toán thiết kế mới có thể đảm bảo tính chính xác và hợp lý. Nội dung bài báo đưa ra chi tiết hướng dẫn cách xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Mỹ TIA – 222 – G lên kết cấu tháp trụ trong điều kiện Việt Nam.

2. Cách xác định tải trọng gió lên công trình tháp trụ theo tiêu chuẩn Mỹ trong điều kiện Việt Nam

2.1. Áp lực gió tại độ cao z – q_z

Áp lực gió q_z tại độ cao z được tính toán như sau [1]:

$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \quad (1)$$

Trong đó:

V : Là vận tốc gió tiêu chuẩn

I : Là hệ số tầm quan trọng

K_d : Là hệ số hướng gió

K_z : Là hệ số thay đổi áp lực theo độ cao

K_{zt} : Là hệ số điều kiện địa hình

2.2. Vận tốc gió tiêu chuẩn V

Theo TCVN 2737: 1995, $W_0 = 0.0613V^2$, vận tốc gió tiêu chuẩn được lấy với chu kỳ lặp 20 năm. Trong khi đó, tiêu chuẩn Mỹ lấy với chu kỳ lặp 50 năm. Từ đó, ta có công thức tính vận tốc gió tiêu chuẩn như sau:

$$V = \sqrt{\frac{1.2W_0}{0.0613}} \quad (2)$$

Trong đó: 1.2: Là hệ số chuyển đổi giữa chu kỳ lặp 20 năm sang 50 năm (Bảng 4.2 – QCVN 02 – 2009/ BXD [4]).

W_0 : Là giá trị áp lực gió lấy theo bảng 4 của TCVN 2737: 1995, đơn vị daN/mm²

2.3. Hệ số tầm quan trọng – I

Hệ số tầm quan trọng I phụ thuộc vào cấp công trình. TIA – 222 – G phân công trình thành 3 cấp I, II, III ứng với hệ số tầm quan trọng I như sau [1]:

PGS.TS. Vũ Quốc Anh

Bộ môn Kết cấu thép – gỗ, Khoa Xây dựng
Email: quocanhvu@gmail.com

ThS. Tạ Văn Thọ

Viện Khoa học công nghệ Xây Dựng – IBST
Email: tatho0601@gmail.com

Ngày nhận bài: 12/8/2019

Ngày sửa bài: 02/10/2019

Ngày duyệt đăng: 05/5/2020

Bảng 1. Bảng phân cấp công trình và hệ số tầm quan trọng theo TIA – 222 – G2

Cấp công trình	Các đặc điểm phân cấp công trình	Hệ số I
I	Công trình có chiều cao, mục đích sử dụng hoặc vị trí ít gây nguy hiểm cho con người hoặc thiệt hại tài sản trong trường hợp sự cố/ hoặc không yêu cầu cao về thời hạn	0.87
II	Công trình có chiều cao, mục đích sử dụng hoặc vị trí có khả năng gây nguy hiểm đáng kể cho con người hoặc thiệt hại tài sản trong trường hợp sự cố/ hoặc dịch vụ được cung cấp bởi các đơn vị khác	1.00
III	Công trình có chiều cao, mục đích sử dụng hoặc vị trí có khả năng gây nguy hiểm lớn cho con người hoặc thiệt hại tài sản trong trường hợp sự cố/ hoặc có mục đích sử dụng đặc biệt	1.15

Tại Việt Nam, theo thông tư số 03/2016/TT- BXD của Bộ xây dựng, các công trình dạng tháp trụ được phân theo quy mô kết cấu như Bảng 2 [3]

Bảng 2. Bảng phân cấp công trình theo thông tư số 03/2016/TT- BXD

Tiêu chí phân cấp	Cấp công trình				
	Đặc biệt	I	II	III	IV
Chiều cao (m)	≥300	150 ÷ <300	75 ÷ <150	>45 ÷ <75	≤45

Thông qua đối chiếu các tiêu chí về tầm quan trọng cũng như quy mô về chiều cao công trình, chúng ta có thể quy đổi tương đương về cấp công trình như sau:

Bảng 3. Bảng quy đổi tương đương cấp công trình và hệ số tầm quan trọng

Cấp công trình theo TIA – 222 – G	Cấp công trình theo thông tư 03/2016/TT- BXD	Hệ số tầm quan trọng - I
III	Đặc biệt	1.15
	Cấp I	1.15
II	Cấp II	1.00
	Cấp III	1.00
Cấp I	Cấp IV	0.87

2.4. Hệ số hướng gió - K_d

Hệ số hướng gió K_d được xác định dựa trên hình dạng kết cấu và dạng kết cấu:

Bảng 4. Bảng hệ số hướng gió K_d [1]

Loại công trình	Hệ số hướng gió - K_d
Có cấu trúc mạng tinh thể, mặt cắt ngang tam giác, hình vuông hoặc hình chữ nhật bao gồm các thiết bị	0.85
Có cấu trúc hình ống hoặc cấu trúc mạng tinh thể với mặt cắt ngang dạng khác, thiết kế khả năng chịu lực của thiết bị	0.95

2.5. Phân loại dạng địa hình và dạng địa mạo

2.5.1. Phân loại dạng địa hình

Tiêu chuẩn TIA – 222 – G chia địa hình thành 3 dạng B, C và D như sau [1]:

- Địa hình B: Khu vực ngoại thành đô thị và các khu vực có nhiều cây cối hoặc địa hình khác với khoảng cách chặt chẽ giữa các chướng ngại vật có kích thước như ngôi nhà một gia đình hoặc lớn hơn. Dạng địa hình này bao quanh công trình theo mọi hướng với khoảng cách ít nhất 2600ft (800m) hoặc 20 lần chiều cao kết cấu.

- Địa hình C: Dạng địa hình với các chướng ngại vật rải rác có chiều cao ít hơn 30ft (9.1m). Loại này bao gồm các vị trí ngoại ô, đồng cỏ và bờ biển trong vùng có nguy cơ bão. Địa hình dạng B được đặt cách xa hơn 2 mile (3.22km) nhưng nhỏ hơn 20 lần chiều cao kết cấu từ một địa hình dạng D cũng đc coi là địa hình dạng C.

- Địa hình D: Bờ biển không có hoặc có rất ít vật cản trong khoảng cách ít nhất 1mile (1.61km). Bờ biển thuộc địa hình dạng D bao gồm khu vực các tuyến đường thủy nội địa. Dạng địa hình D mở rộng từ bờ biển vào nội địa ít nhất 660ft (200m) hoặc 20 lần chiều cao kết cấu. Đầm lầy ven biển, đồng muối và địa hình tương tự khác cũng được coi là địa hình dạng B.

TCVN 2737: 1995 chia địa hình thành 3 dạng A, B, C như sau [2]:

- Địa hình A: địa hình trống trải, không có hoặc có rất ít vật cản cao không quá 1.5m (bờ biển thoáng, mặt sông, hồ lớn, đồng muối, cánh đồng không có cây cao...).

- Địa hình B: địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m (vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa, vùng trồng cây thưa...).

- Địa hình C: địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau cao từ 10m trở lên (trong thành phố, vùng rừng rậm..).

Đối chiếu phân loại địa hình giữa TCVN 2737: 1995 và TIA – 222 – G, ta có bảng quy đổi dạng địa hình như sau:

Bảng 5. Bảng quy đổi dạng địa hình giữa TCVN và Tiêu chuẩn Mỹ

Dạng địa hình theo TCVN 2737: 1995	A	B	C
Dạng địa hình theo TIA – 222 – G	D	C	B

2.5.2. Phân loại dạng địa mạo

Theo TIA – 222 – G, dạng địa mạo được chia làm 5 loại như sau [1]:

- Loại 1: Không làm thay đổi đột ngột địa hình tổng thể, ví dụ địa hình phẳng hoặc hơi gồ gề, không cần xét đến sự tăng tốc của gió.

- Loại 2: Kết cấu nằm tại hoặc gần đỉnh dốc. Cần xét đến sự tăng tốc của gió theo mọi hướng. Kết cấu nằm ở cao độ trong khoảng nửa dưới chiều cao sườn dốc hoặc nằm cách đỉnh (đồi, núi) hơn 8 lần chiều cao của sườn dốc được xem là thuộc Loại 1.

- Loại 3: Kết cấu nằm ở cao độ trong khoảng nửa trên của đồi. Cần xem xét hiệu ứng tăng tốc của gió cho tất cả các hướng. Kết cấu nằm ở cao độ trong khoảng nửa dưới chiều cao đồi được xem là thuộc Loại 1.

- Loại 4: Kết cấu nằm trong khoảng nửa trên của đỉnh núi. Cần xem xét hiệu ứng tăng tốc của gió cho tất cả các hướng. Kết cấu nằm ở cao độ trong khoảng nửa dưới chiều cao đỉnh

núi được xem là thuộc Loại 1.

- Loại 5: Hiệu ứng tăng tốc của gió dựa vào khảo sát hiện trường để xác định.

2.6. Hệ số thay đổi áp lực theo độ cao – K_z

Hệ số thay đổi áp lực theo độ cao K_z được xác định như sau [1]:

$$K_z = 2.01(z/z_g)^{2/\alpha}, K_{z-\min} \leq K_z \leq 2.01 \quad (3)$$

Trong đó:

z: Là chiều cao từ mặt đất đến đến vị trí đang xét của công trình

$z_g, \alpha, K_{z-\min}$: Là hệ số phụ thuộc vào dạng địa hình, tra bảng 7

2.7. Hệ số điều kiện địa hình – K_{zt}

Hiệu ứng tăng tốc của gió được xét đến trong tính toán tải trọng gió thiết kế thông qua hệ số K_{zt} . $K_{zt} = 1$ với địa mạo loại 1. Với địa mạo loại 5 cần căn cứ vào các nghiên cứu và khảo sát thực tế hiện trường để xác định K_{zt} . Đối với dạng địa mạo loại 2, loại 3 và loại 4, K_{zt} được tính theo công thức như sau [1]:

$$K_{zt} = \left[1 + \frac{K_e K_t}{K_h} \right]^2 \quad (4)$$

Trong đó: K_h : Là hệ số giảm theo độ cao, xác định theo

công thức: $K_h = e^{\left(\frac{f \cdot z}{H}\right)}$

e: Là cơ số của logarit tự nhiên = 2,718

K_e : Là hệ số địa hình, tra bảng 6

K_t : Là hệ số địa mạo, tra bảng 7

f: Là hệ số suy giảm theo độ cao, tra bảng 7

z: Là chiều cao phía trên mặt đất tại vị trí nền của kết cấu

H: Là chiều cao đỉnh (đồi, sườn dốc, đỉnh núi) so với địa hình xung quanh

Bảng 6. Các hệ số phụ thuộc vào dạng địa hình

Dạng địa hình theo TIA – 222 – G	Dạng địa hình theo TCVN 2737: 1995	z_g	α	$K_{z-\min}$	K_e
B	C	1200ft (366m)	7.0	0.70	0.90
C	B	900ft (274m)	9.5	0.85	1.00
D	A	700ft (213m)	11.5	1.03	1.01

Bảng 7. Các hệ số phụ thuộc vào dạng địa mạo K_t, f

Dạng địa mạo	K_t	f
Loại 2	0.43	1.25
Loại 3	0.53	2.00
Loại 4	0.72	1.50

2.8. Hệ số phản ứng giật – G_h

- Đối với kết cấu không gian rỗng tự đứng: Hệ số phản

ứng giật lấy bằng 1,0 cho kết cấu có chiều cao lớn hơn hoặc bằng 600ft (183m). Đối với kết cấu có chiều cao nhỏ hơn hoặc bằng 450ft (137m), hệ số phản ứng giật lấy bằng 0,85. Đối với kết cấu có chiều cao từ 137m đến 183m thì hệ số phản ứng giật xác định theo các công thức sau [1]:

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left(\frac{h}{45.7} - 3.0 \right); 0.85 \leq G_h \leq 1.0 \quad (5)$$

Trong đó: h là chiều cao kết cấu (m).

- Đối với kết cấu cột dây co, hệ số phản ứng giật $G_h = 0,85$.

- Đối với kết cấu có thanh chống, kết cấu cột đỡ, hệ số phản ứng giật $G_h = 1,10$.

- Đối với kết cấu được đỡ bởi kết cấu khác: hệ số phản ứng giật $G_h = 1,35$.

2.9. Tải trọng gió tính toán – F_w

Tải trọng gió tính toán bao gồm lực gió tác dụng lên kết cấu với lực gió tính toán tác dụng lên dây co và vật gắn thêm. Tải trọng gió tính toán được tính như sau [1]:

$$F_w = F_{ST} + F_A + F_G \quad (6)$$

Trong đó:

F_{ST} : Là lực gió tính toán lên kết cấu chính

F_A : Là lực gió tính toán lên kết cấu gắn thêm

F_G : Là lực gió tính toán lên dây co

Khi tính F_{ST} và F_A , chiều dài phân đoạn mà áp lực gió được xem là phân bố đều không được vượt quá 18m với kết cấu không gian rỗng và 6m với kết cấu cột đỡ [1].

2.9.1. Lực gió tính toán lên kết cấu chính – F_{ST}

Lực gió tính toán tác dụng lên mỗi phân đoạn kết cấu được xác định như sau [1]:

$$F_{ST} = q_z G_h (EPA)_S \quad (7)$$

Trong đó:

q_z : Là áp lực gió

G_h : Là hệ số phản ứng giật

$(EPA)_S$: Là diện tích hình chiếu hữu hiệu của kết cấu (2.6.9.1 – TIA – 222 – G)

2.9.2. Lực gió tính toán lên vật gắn thêm - F_A

Lực gió tính toán tác dụng lên vật gắn thêm được xác định như sau:

$$F_A = q_z G_h (EPA)_A \quad (8)$$

Trong đó: q_z, G_h : Đã được nêu ở trên.

$(EPA)_A$: Là diện tích hình chiếu hữu hiệu của kết cấu (2.6.9.2 – TIA – 222 – G)

2.9.3. Lực gió tính toán lên dây co

Lực gió tính toán lên dây co F_G xác định như sau [1]:

$$F_G = C_d d L_G q_z \sin^2 \theta_g \quad (9)$$

Trong đó:

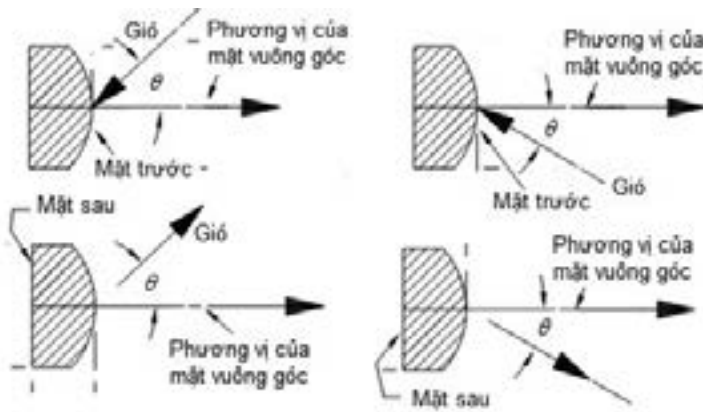
F_G : Là lực gió tác dụng vuông góc với dây co thuộc mặt phẳng tạo bởi dây co và hướng gió (hình 2)

$C_d = 1,2$ Là hệ số lực kéo của dây co

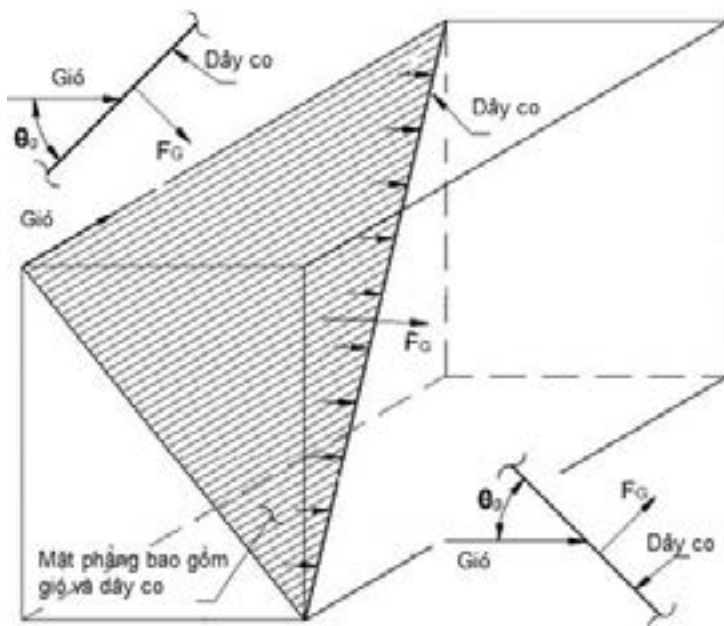
d: Là đường kính dây co

L_G : Là chiều dài dây co

q_z : Là áp lực gió tại vị trí giữa của dây



Hình 1. Lực gió lên vật gắn thêm



Hình 2. Lực gió lên dây co

θ_g : Là góc giữa hướng gió và dây co theo phương nằm ngang

2.10. Ảnh hưởng của sự che chắn

Sự che chắn có thể được xét đến đối với các phần tử giao nhau hoặc song song với nhau. Sự che chắn toàn phần có thể được xét đến khi khoảng cách thông thủy giữa các phần tử theo phương xem xét để xác định diện tích hình chiếu hữu

hiệu (EPA) nhỏ hơn hoặc bằng hai lần kích thước hình chiếu nhỏ nhất của phần tử lên phương đang xét. Không xét đến sự che chắn khi tỷ số khoảng cách thông thủy lớn hơn 4.0. Có thể sử dụng nội suy tuyến tính cho các tỷ số nằm giữa 2.0 và 4.0.

3. Một số lưu ý khi xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Mỹ trong điều kiện Việt Nam

Trong quá trình tính toán xác định tải trọng gió theo TIA – 222 – G trong điều kiện Việt Nam cần lưu ý một số vấn đề như sau:

- Hệ đơn vị sử dụng trong tiêu chuẩn Mỹ và TCVN không giống nhau, vì vậy khi tính toán cần lưu ý quy đổi đơn vị cho chính xác.

- Khi tính vận tốc gió tiêu chuẩn, tiêu chuẩn Mỹ quy định về chu kỳ lặp là 50 năm, trong khi đó TCVN quy định về chu kỳ lặp là 20 năm. Vì thế cần đảm bảo nhân với hệ số quy đổi khi tính toán.

- Cách phân loại dạng địa hình và địa mạo của tiêu chuẩn Mỹ không giống với TCVN, vì vậy cần xác định và quy đổi chính xác dạng địa hình và địa mạo (xem 2.5).

- Cấp công trình trong TIA – 222 – G cũng khác với quy định phân cấp của Việt Nam. Vì thế, cần xác định và quy đổi chính xác cấp công trình (xem 2.3 - bảng 1, 2, 3).

- Kết cấu tháp trụ thường có chiều cao lớn, độ mảnh cao. Ảnh hưởng của tải trọng gió lên kết cấu dạng này rất lớn, cần hết sức cân nhắc khi áp dụng các hệ số giảm.

4. Kết luận

Trong bối cảnh Việt Nam vẫn chưa có tiêu chuẩn riêng dành cho việc thiết kế công trình tháp trụ thì việc sử dụng tiêu chuẩn nước ngoài, đặc biệt là tiêu chuẩn TIA – 222 – G là một lựa chọn cho các kỹ sư kết cấu. Khi sử dụng TIA – 222 – G để thiết kế công trình dạng này tại Việt Nam, việc xác định tải trọng gió lên công trình tháp trụ cần hết sức lưu ý đến các điều kiện tự nhiên như địa hình, địa mạo, đặc điểm khí hậu cũng như các quy định nhà nước và các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện có của Việt Nam. Việc này cần phải đảm bảo vừa áp dụng chính xác và hợp lý tiêu chuẩn Mỹ vừa đảm bảo phù hợp với điều kiện Việt Nam. Nội dung của bài báo đã trình bày chi tiết phương pháp xác định và tính toán đảm bảo đầy đủ cả 2 yếu tố nêu trên.

Bài báo là tài liệu tham khảo hữu ích cho các kỹ sư trong quá trình tính toán thiết kế các công trình tháp trụ tại Việt Nam theo tiêu chuẩn TIA – 222 – G./.

Tài liệu tham khảo

1. ANSI, TIA – 222 – G. Structural Standard for Antenna Supporting Structures and Antennas, 2006.
2. Bộ Xây Dựng, TCVN 2737: 1995. Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế, 1995.
3. Bộ Xây Dựng, Thông tư 03/2016/TT-BXD. Quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng, Hà Nội, 2016.
4. Bộ Xây Dựng, QCVN 02: 2009/BXD. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng, Hà Nội, 2009.