

## Phương pháp hệ số gió giật G và tải trọng gió tác dụng lên nhà cao tầng



TS Nguyễn Đại Minh (IBST)  
Hội thảo Hội Kết cấu xây dựng, Hà Nội 9-2011

1

### 1. MỞ ĐẦU

Các đặc trưng của gió cần biết khi thiết kế nhà cao tầng:

- Đầu vào về vận tốc/áp lực gió (mean) ở cao trình chuẩn 10m, profile gió (sự thay đổi vận tốc (mean) hay áp lực gió (mean) theo chiều cao), hệ số vượt tải, chu kỳ lặp
- Giật và nhiễu động của gió
- Hiện tượng gió xoắn và rung lắc vuông góc với luồng gió thổi (vortex-shedding phenomenon)
- Bản chất động học tương tác giữa gió và kết cấu
- Tác động của gió lên kết cấu bao che (vách kích)
- Tính toán gió theo TIÊU CHUẨN như thế nào?
- Thí nghiệm trong ống thổi khí động
- Tiện nghi đối với người sử dụng
- Đo gió ở hiện trường, ngay chính trên các nhà cao tầng
- So sánh giữa Tiêu chuẩn và thí nghiệm trong ống thổi

2

Báo cáo này chỉ tập trung vào các vấn đề sau:

- Đầu vào về vận tốc gió, hệ số vượt tải, chu kỳ lặp xác định như thế nào trong thiết kế nhà cao tầng
- Phương pháp hệ số gió giật GLF của Davenport (1967)
- Phương pháp GLF sử dụng trong các tiêu chuẩn Mỹ và châu Âu
- Tiêu chuẩn Nga SNiP 2.01.07-85\* (2011)
- Kiến nghị cho TCVN

3

## 2. ĐẦU VÀO VẬN TỐC GIÓ

**Tiêu chuẩn các nước trên thế giới đều xác định đầu vào khi tính tải trọng gió là:**

- Vận tốc cơ sở (tiếng Anh là basic wind speed), hay áp lực gió trung bình trong khoảng thời gian 3s, 10 phút (600s) hay 1h (3600s), tại độ cao 10 m, địa hình tương đương dạng B của TCVN 2737:1995, chu kỳ lặp 5, 10, 20, 30, 50, 100 năm (thông thường là **50 năm**).
- TCVN 2737:1990: vận tốc gió 2 phút, chu kỳ lặp 20 năm, địa hình dạng B
- TCVN 2737:1995: vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp 20 năm, địa hình dạng B

4

- SNIIP 2.01.07-85 (cũ): vận tốc gió 2 phút, chu kỳ lặp 5 năm, địa hình dạng A (của Nga)
- SNIIP 2.01.07-85\*: vận tốc gió 10 phút (chuyển từ 2 phút sang 10 phút, người Nga không lập lại bản đồ gió mà sử dụng hệ số chuyển đổi 0.91), chu kỳ lặp 5 năm, địa hình dạng A (của Nga)
- SNIIP 2.01.07-85\* (2011): vận tốc gió 10 phút, chu kỳ lặp 50 năm (thực chất là 5 năm => 50 năm), địa hình dạng A (của Nga)
- Tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-05: vận tốc gió 3s, chu kỳ lặp 50 năm, địa hình dạng C (theo Mỹ)
- Tiêu chuẩn EN 1991-1-4:2005: vận tốc gió 10 phút, chu kỳ lặp 50 năm, địa hình dạng II
- BS 6399: Part 2:1997, vận tốc gió 1h, kỳ lặp 50 năm, địa hình nông thôn mở đặc trưng của Anh

5

**1) So sánh về dạng địa hình giữa TCVN 2737:1995 và SNIIP 2.01.07-85\* (hoặc STO)**

Dạng địa hình theo TCVN 2737:1995	A Thoáng $H < 1.5m$	B $1.5m < H < 10m$	C $10m < H^{(a)}$	
Dạng địa hình theo SNIIP 2.01.07-85*	A Thoáng, $H < 10m$		B $10m < H < 25m$	C $25m < H$
Dạng địa hình theo ASCE 7-05 <sup>(b)</sup>	D thoáng, mở, bờ biển	C nông thôn thoáng $H < 9.1m$	B thành thị	

Ghi chú:

**Địa hình B – chuẩn**

- Áp lực và vận tốc gió của Nga là lấy ở độ cao 10 m, địa hình dạng A của Nga. Vì vậy, khi chuyển đổi nếu thiên về an toàn phải lấy áp lực gió của VN \* 1.18 để sang địa hình dạng A, sau đó mới chuyển sang hệ SNIIP.

- dạng địa hình của Việt Nam, Mỹ và Eurocode gần như nhau

6

2) Chuyển đổi vận tốc gió (ASCE 7-05)

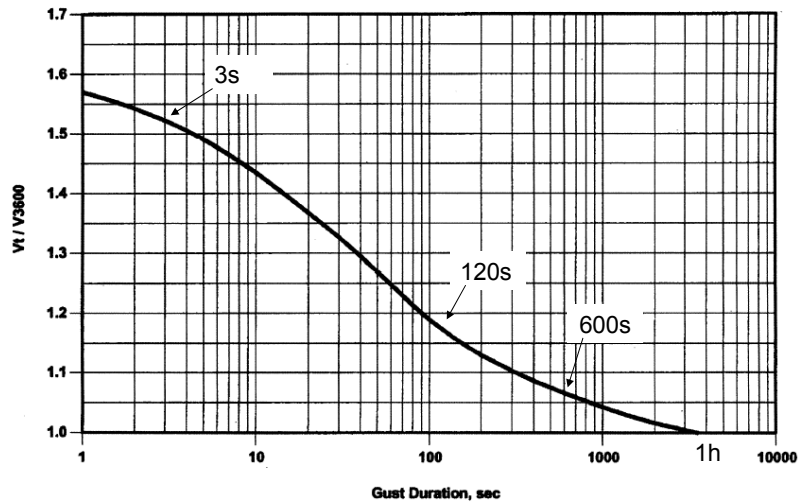


FIGURE C6-4 MAXIMUM SPEED AVERAGED OVER  $t_s$  TO HOURLY MEANS SPEED

7

• Ví dụ:

$$\begin{aligned}
 v_{2\text{phút}} &= 0.77 \cdot v_{3s} & W_{2\text{phút}} &= 0.59 \cdot W_0 \\
 v_{10\text{phút}} &= 0.70 \cdot v_{3s} & W_{10\text{phút}} &= 0.49 \cdot W_0 \\
 v_{1h} &= 0.66 \cdot v_{3s} & W_{1h} &= 0.44 \cdot W_0
 \end{aligned}$$

quan hệ giữa

$$v_{10\text{phút}} = 0.91 \cdot v_{2\text{phút}} \quad W_{10\text{phút}} = 0.83 \cdot W_{2\text{phút}}$$

$W_0$  – áp lực gió chuẩn 3s của Việt Nam theo TCVN 2737:1995

8

- Hệ số chuyển đổi chu kỳ lặp QCVN 02-2009/BXD:

<b>Hệ số chuyển đổi gió 3s từ chu kỳ 20 năm sang các chu kỳ khác</b>							
Chu kỳ lặp ( năm)	5	10	20	30	40	50	100
Hệ số chuyển đổi áp lực gió	0.74	0.87	1	1.1	1.16	1.2	1.37
Hệ số chuyển đổi vận tốc gió	0.86	0.93	1.00	1.05	1.08	1.10	1.17

Chú ý: tính theo TCVN 2737:1995, nhà 10-20 tầng, tuổi thọ 50 năm, hệ số độ tin cậy  $\gamma = 1.2$ , nhà > 20 tầng: hệ số độ tin cậy  $\gamma = 1.37 = 1.2 \cdot 1.15$  (1.15 là hệ số tầm quan trọng)

Chuyển đổi sang ASCE 7-05: gió 3s, Hà Nội,  $W_0 = 95 \text{ daN/m}^2$   
 $V_0 = 39.37 \text{ m/s}$  (20 năm)  $\Rightarrow V_0 = 43.12 \text{ m/s}$  (50 năm)

9

QCVN 02-2009/BXD cũng quy định chuyển đổi cho vận tốc gió 10 phút (Bảng 4.4). **Tuy nhiên, thông số chuyển đổi này lại dựa trên áp lực gió 3s nên cần cân nhắc khi sử dụng.**

**Bảng 4.4** Hệ số chuyển đổi vận tốc gió từ chu kỳ lặp 50 năm sang các chu kỳ lặp khác

Chu kỳ lặp ( năm)	5	10	20	30	40	50	100
Hệ số chuyển	0,78	0,85	0,91	0,95	0,98	1,00	1,06

Có thể tham khảo công thức (1) của EN hay BS cho gió 10 phút hay 1h,  $K = 0.2$ ,  $n=0.5$

$$C_{\text{prob}} = \left( \frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n \quad (1)$$

<b>Hệ số chuyển đổi gió 10 phút từ chu kỳ 50 năm sang các chu kỳ khác</b>							
Year	5	20	50	100	500	1754	10,000
p - annual risk	0.2	0.05	0.02	0.01	0.002	0.0006	0.0001
Cv - velocity	0.85	0.95	1.00	1.04	1.12	1.18	1.26
Cp - pressure	0.73	0.90	1.00	1.08	1.26	1.40	1.60

10

Tại sao lại bàn về chuyển đổi 3s hay 10 phút?

Ví dụ theo Việt Nam áp lực gió 3s, từ 5 năm lên 50 năm là 1.62

Theo SNIp thì áp lực gió 10 phút, từ 5 năm lên 50 năm là 1.4, tính theo EN là 1.37 (lấy tròn là 1.4).

Theo ASCE 7-05, áp lực gió 3s, từ 50 năm lên 500 năm là 1.6. Tuy nhiên theo EN áp lực gió 10 phút, từ 50 năm lên 500 năm là 1.26

(Theo BS: Hệ số vượt tải 1.4 tương ứng với chu kỳ lặp 1754 năm. Tính cho nhà máy điện hạt nhân LF=1.6 tương ứng với chu kỳ lặp 10,000 năm)

Công thức (1) gọi là hàm Fisher-Tippett dạng 1.

11

### Hệ số vượt tải / độ tin cậy:

- Theo ASCE 7-05

Serviceability:	10-year recurrence
Nominal Strength:	50-year to 100-year recurrence
Ultimate strength:	500-year to 1000-year recurrence

Phương pháp ứng suất cho phép: LF =1 tùy theo tầm quan trọng (tuổi thọ của công trình), trạng thái cực hạn: LF = 1.6 đối với công trình có tuổi thọ 50 năm, LF = 1.6\*1.15 = 1.84 đối với công trình 100 năm.

Mỹ lấy xác suất xảy ra gió mạnh 1 lần là 10% trong 50 năm => chu kỳ lặp 500 năm

- TCVN 2737:1995: trạng thái giới hạn 1: LF =1.2 (50 năm), LF = 1.37 (100 năm), khác với Mỹ là xác suất xảy ra gió mạnh là 1 lần trong 50 năm (tuổi thọ công trình), trạng thái giới hạn 2: không rõ là 20 năm hay 5 năm như của Nga

12

**Nhận xét:** khi tính nhà cao hơn 20 tầng, tuổi thọ phải lấy là 100 năm, hệ số tầm quan trọng đối với gió là  $\gamma_1 = 1.15$  (hay hệ số độ tin cậy là  $1.37 = \gamma_1 * 1.2 > 1.2$ ), tương tự như hệ số tầm quan trọng đối với động đất là 1.25.

13

### **Nếu sử dụng số liệu của TCVN 2737:1990 thì như thế nào?**

- TCVN 2737:1990: gió 2 phút, 20 năm, ví dụ ở Hà Nội: vùng II, có ảnh hưởng của bão, áp lực gió 2 phút là  $80 \text{ daN/m}^2$ , tương đương với áp lực gió 3s là  $W_0 = 80/0.59 = 135 \text{ daN/m}^2 \gg 95 \text{ daN/m}^2$

So sánh với bão cấp 12 (thang Beaufort):

gió 2 phút (thế giới là 10 phút) thì cấp 12 là từ 119-133 km/h (33-37 m/s), tương đương với gió 3s: 43-48 m/s hoặc áp lực gió  $W_0 = 113 - 141 \text{ daN/m}^2$

Như vậy số liệu  $135 \text{ daN/m}^2$  có thể thích hợp nếu xét đến bão.

**Cần phải có nghiên cứu và phân tích cẩn thận hơn về vấn đề này!!**

Tại sao  $95 \text{ daN/m}^2 > 80 \text{ daN/m}^2$  vẫn chấp nhận? Vì công thức trong TCVN 2737:1995 và TCVN 2737:1990 cơ bản là như nhau không phân biệt 3s hay 2 phút (120s). **Và tính như vậy an toàn.**

14

- Chính vì vậy phải tìm hiểu phương pháp hệ số giạt G (Gust Loading Factor = G) của Davenport, biến bài toán động lực học tương tác giữa gió và kết cấu, bài toán thống kê => bài toán tĩnh học tương đương thông qua hệ số giạt G!
- Hầu hết tiêu chuẩn gió của các nước trên thế giới đều căn cứ vào phương pháp hệ số G để xác định tải trọng gió động theo phương dọc theo luồng gió và hiệu ứng của nó lên các kết cấu cao tầng: Mỹ, Anh, Canada, Australia, Europe, Nhật Bản v.v.
- Phương pháp hệ số G do Davenport giới thiệu lần đầu năm 1967.

15

### **3. Phương pháp hệ số gió giạt G của Davenport (1967)**

Khi nghiên cứu xây dựng TC gió ở Việt Nam và tính toán gió tác dụng lên nhà cao tầng cần tìm hiểu phương pháp này và xem các nước áp dụng như thế nào?

16



Journal of the  
**STRUCTURAL DIVISION**  
 Proceedings of the American Society of Civil Engineers

GUST LOADING FACTORS<sup>a</sup>

By Alan G. Davenport,<sup>1</sup> A. M. ASCE

INTRODUCTION

The dynamic action of wind on structures such as tall buildings, towers and bridges is a matter of growing concern to structural engineers. Few rules are available to provide a simple indication of the severity of this action, although it has been discussed in several papers.<sup>2</sup>

GS Davenport – người Canada, ông đã mất cách đây 2-3 năm, con trai ông đã làm việc ở Hà Nội, phòng thí nghiệm wind-tunnel của GS Davenport đã thực hiện nhiều thí nghiệm trong ống thổi khí động đối với nhà cao tầng

17

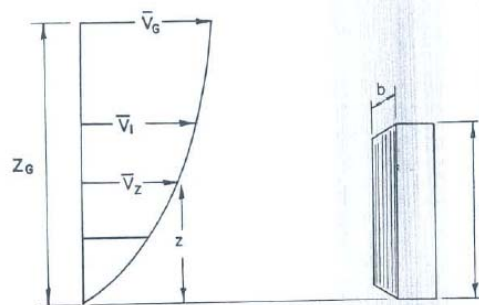


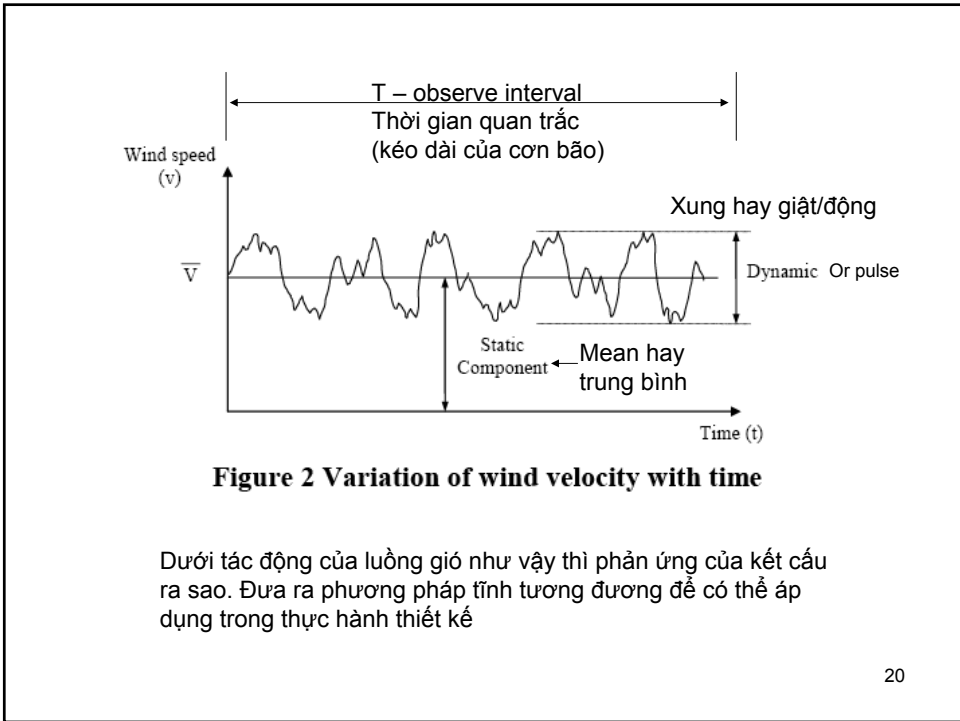
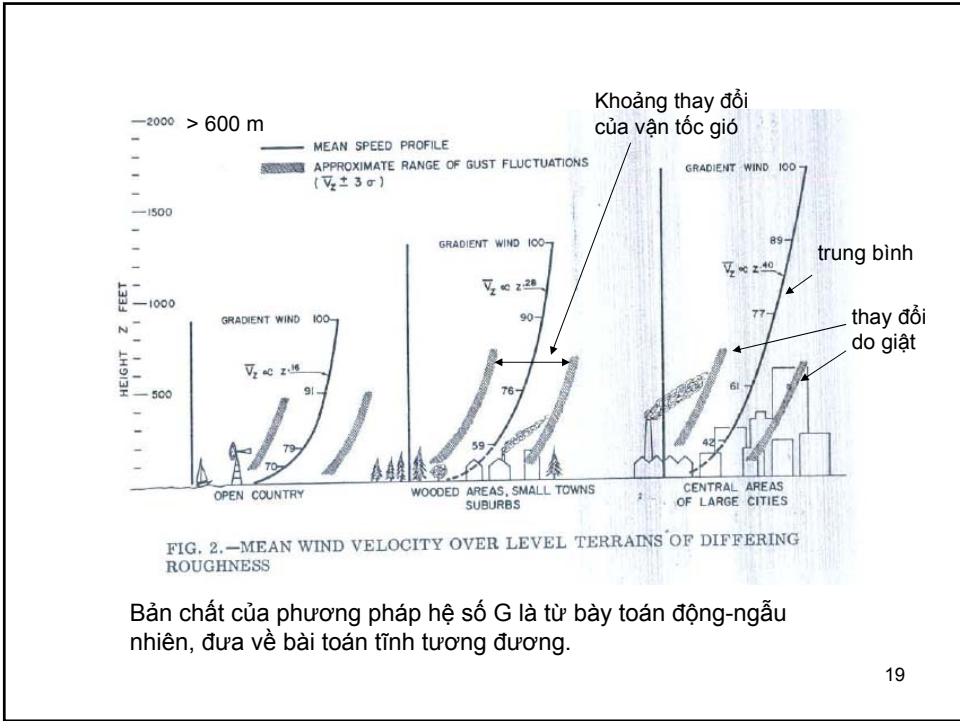
FIG. 1.—DEFINITION OF SYMBOLS

*Mean Wind Load.*—It is assumed that the mean wind pressures are of the form

$$\bar{p}(Z) = 1/2 \rho \bar{V}_1^2 C_p(Z) \dots \dots \dots (1)$$

in which  $\bar{p}(Z)$  = mean pressure at point  $Z$  above ground,  $\bar{V}_1$  = mean wind velocity at the level of the top of the structure,  $\rho$  = air density (0.0024 slugs per cuft decreasing at an average rate of approximately 0.0001 slugs per cuft for

18



- Theo GS Davenport (Fig 1) thì áp lực gió trung bình (tĩnh) tại cao trình Z được tính theo vận tốc gió trung bình tại đỉnh nhà – không phải vận tốc gió tại cao trình Z

$$\bar{p}(Z) = \frac{1}{2} \rho \bar{V}_1^2 C_p(z) = 0.0613 \bar{V}_1^2 C_p(z)$$

(Đến bây giờ TC Anh và Canada vẫn tính như vậy, tiêu chuẩn Nga SNIIP (2011) và Eurocode 1 cũng tương tự )

Nhưng hệ khí động  $C_p(z)$  lấy ở cao trình z

### Gust Loading Factor G

*Gust Pressure Factor.*—This is intended to take account of the superimposed dynamic effect of gusts. The gust factor is used in conjunction with the mean load so that the total wind loading is

$$p(Z)_{\max} = G \bar{p}(Z) \dots \dots \dots (3)$$

The factor  $G$  is the gust factor, i.e.,

$$G = 1 + g r \sqrt{B + R} \dots \dots \dots (4)$$

in which  $g$  = peak factor,  $r$  = roughness factor,  $B$  = excitation by background turbulence, and  $R$  = excitation by turbulence resonant with structure.

The quantity

$$R = \frac{s F}{\beta} \dots \dots \dots (5)$$

in which  $F$  = gust energy ratio,  $s$  = size reduction factor, and  $\beta$  = damping factor.

Để suy ra công thức trên có thể xem Davenport (1967) và Simiu and Scanlan (1976)

## Hệ số giật G

áp lực gió giật động bao gồm cả thành phần mean lên kết cấu:

$$\hat{P} = G \times \bar{P}(z) \quad (3)$$

G = constant không thay đổi theo chiều cao (displacement response), tính đến phản ứng tổng thể của kết cấu

$$G = 1 + g r \sqrt{B + R} \quad (4)$$

trong đó:

g – hệ số đỉnh (xung hoặc giật)

r – hệ số kể đến độ nhám

B – kích động gốc do luồng xoáy (excitation by Background turbulence)

R – kích động do cộng hưởng của luồng xoáy với kết cấu

$$R = s F / \beta \quad (5)$$

23

Các hệ số trong (4) xác định như sau:

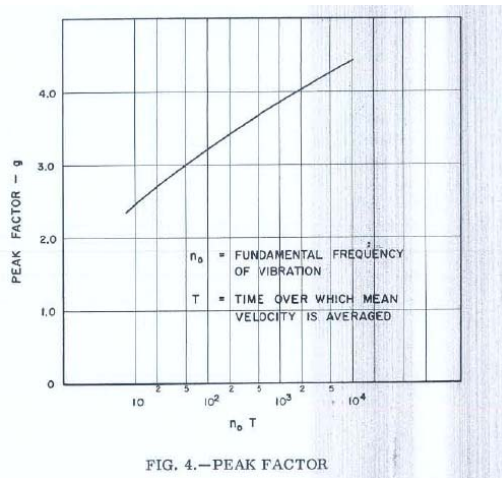


FIG. 4.—PEAK FACTOR

1.  $g$  – hệ số đỉnh (Fig 4), là hàm số của tích số giữa tần số dao động riêng cơ bản của kết cấu  $n_0$ , và thời gian trung bình lấy trung bình của tải trọng gió  $T$ , Davenport kiến nghị  $T = 5$  phút đến 1 h. Nghĩa là đầu vào  $v$  – lấy trung bình trong khoảng từ 300 đến 3600 s. Càng dài thì kết quả càng tốt. 24

## 2. Hệ số độ nhám $r$

2. The roughness factor,  $r$ , (Fig. 5) depends on the terrain roughness and the height of the structure above the ground.

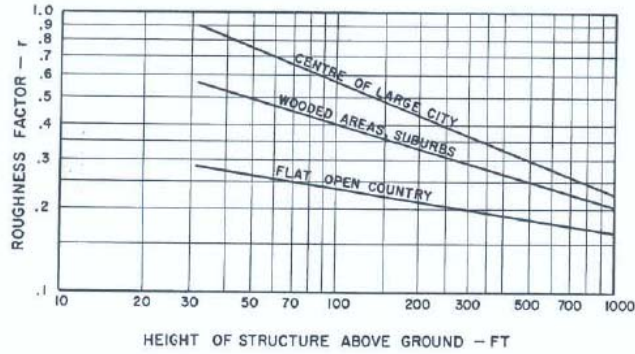


FIG. 5.—ROUGHNESS FACTOR

25

## 3. Kích động gốc – chỉ nguyên do gió, kết cấu xem như cứng

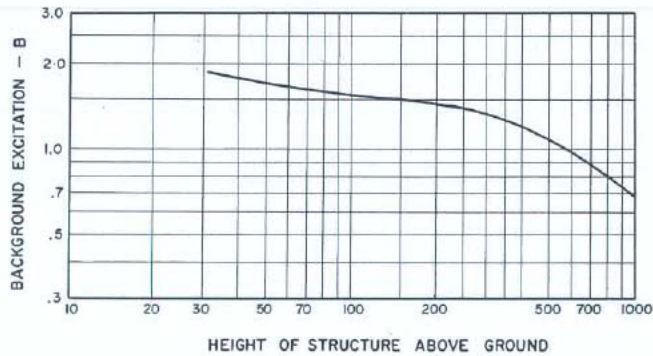


FIG. 6.—EXCITATION CAUSED BY BACKGROUND TURBULENCE

3. The background gust energy,  $B$ , (Fig. 6) depends on the height of the structure,  $Z_1 = h$ .

26

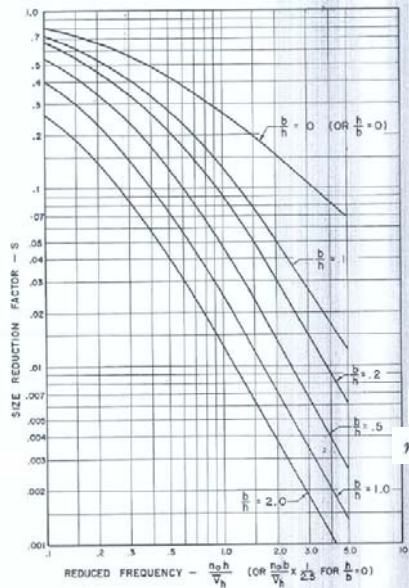


FIG. 7.—SIZE REDUCTION FACTOR

4. s: hệ số giảm do kích thước

Giống như hệ số tương quan của ta  $v \ll 1$ , tiến tới 1 khi  $b$  và  $h \Rightarrow 0$ , do áp lực gió phân bố không đều trên toàn diện tích.

Hệ số này không đổi, nếu công trình có nhiều khối đón gió có bề rộng khác nhau, như theo BS thì lấy theo đường chéo của các khối này cho từng khu vực đón gió.

4. The size reduction factor,  $s$ , (Fig. 7) depends on the reduced frequency  $n_o h/V_1$  and the breadth to height ratio  $b/h$ .

5.  $F$ - hệ số năng lượng giạt, là hàm của số sóng tại cộng hưởng, hàm của  $(n_o/V)$

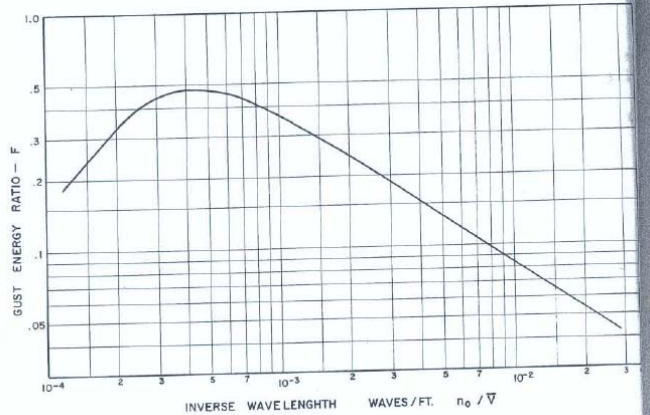


FIG. 8.—GUST ENERGY RATIO

5. The gust energy ratio,  $F$ , (Fig. 8) is a function of the wave number at resonance,  $n_o/V$ .

6. The critical damping ratio,  $\beta$ , comprises contributions to the damping from both mechanical and aerodynamic origins.

6.  $\beta$  - hệ số giảm chấn, cả cơ học và khí động học



Vì gió là đại lượng ngẫu nhiên nên theo phương pháp thống kê thì phản ứng của gió như sau:

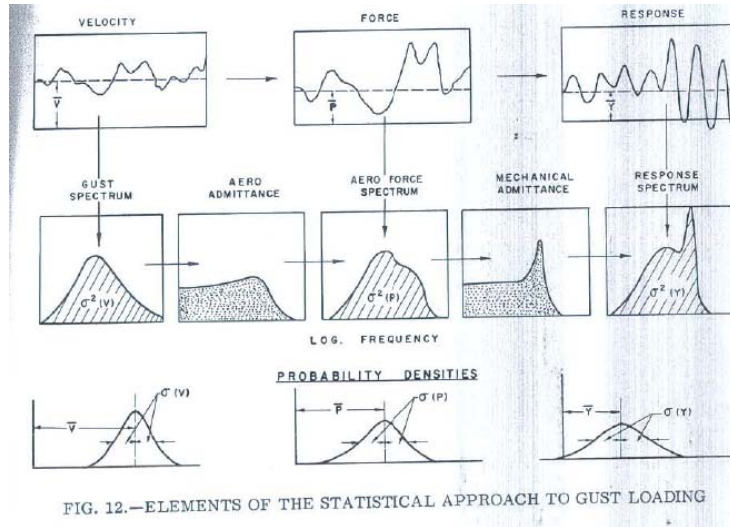


FIG. 12.—ELEMENTS OF THE STATISTICAL APPROACH TO GUST LOADING

29

- Sau gần 50 năm, phương pháp hệ số G của Davenport đã được phát triển và thay đổi so với trước. Song về tư tưởng và bản chất vẫn giống như vậy.
- Phương pháp hệ số G còn được gọi là phương pháp lực tĩnh tương đương của tải trọng gió ESWL (Equivalent Static Wind Load) dùng trong các tiêu chuẩn thiết kế.

30

#### 4. Phương pháp hệ số G sử dụng trong các tiêu chuẩn Mỹ, châu Âu

##### Phương pháp hệ số G (Zhou, Kijewski and Kareem 2002):

Áp lực gió max (đỉnh) xác định như sau:

$$\hat{P}^T(z) = G^\tau \cdot \bar{P}^\tau(z) \quad (1)$$

trong đó:

$\hat{P}^T(z)$  - peak ESWL tại độ cao z trong suốt thời gian quan trắc T của một cơn gió tác dụng, thường là 1h (3600 s) hay 10 phút (600s),  
 $\tau$  - thời gian trung bình sử dụng để xác định vận tốc gió mean,  
 $\bar{P}^\tau$  - giá trị trung bình của áp lực gió với thời gian lấy trung bình  $\tau$

31

$$\bar{P}^\tau(z) = q(z) \cdot C_d \cdot B \quad (2)$$

trong đó:  $C_d$  - hệ số lực kéo (hệ số khí động);

B - bề rộng của nhà,

$q(z) = 0.5 \times \rho \times \bar{V}(z)^2$  - áp lực gió

$$G^\tau = G_Y^T / G_q^\tau(T) \quad (3)$$

trong đó:  $G_Y^T = GLF$  đối với chuyển vị,

$G_q^\tau(T) = GF$  đối với áp lực gió

$$G_Y^T = \hat{Y}^T(z) / \bar{Y}^T(z) \quad (4)$$

$\hat{Y}^T$  và  $\bar{Y}^T$  = peak and mean wind-induced displacement response

$$G_q^\tau(T) = \bar{q}^\tau / \bar{q}^T \quad (5)$$

Khi  $\tau = T$ , phương trình (1) trở về mô hình GLF của Davenport (1967)

32



**Table 1. Averaging Time in Codes and Standards Zhou et al. (2002)**

	ASCE 7	AS1170.2	NBC	RLB-AIJ	Eurocode
Basic wind velocity or basic wind pressure	3 s	3 s <sup>a</sup>	1 h	10 min	10 min <sup>b</sup>
Gust-loading factor	3 s	1 h	1 h	10 min	3 s
Wind-induced response	1 h	1 h	1 h	10 min	10 min

Tiêu chuẩn Nga:  $\tau = T = 600$  s, trước kia G thay đổi dọc theo chiều cao nhà  $G = G(z)$ , bây giờ (năm 2001)  $G = \text{constant}$  như Mỹ và châu Âu

Tiêu chuẩn Việt Nam:  $t = T = 3$  s (?) vì nếu  $T = 3$  s thì đối với nhà cao tầng thì phản ứng động học quá ngắn ?

33

Theo Stathopoulos from Canada (2007)

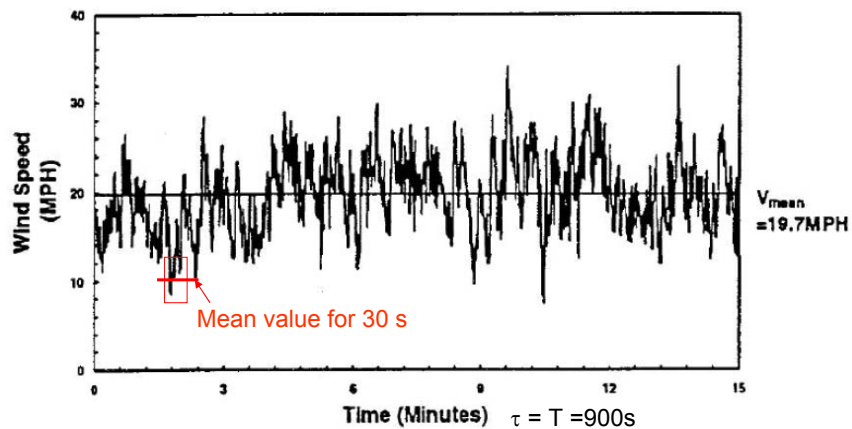


Figure 2. Typical wind speed variation with time

Nếu gió giật 3 s thì vận tốc sẽ lớn hơn nhiều và chính là giá trị peak – lúc ấy chỉ có công hưởng do dao động của công trình. Vì thế, phần sau sẽ trình bày về gió lên kết cấu cao tầng

34

## 5. Gió tác dụng lên kết cấu cao tầng (Boggs and Dragovich 2007)

a) Phương trình dao động của n bậc tự do:

$$[m]\{\ddot{x}\} + [c]\{\dot{x}\} + [k]\{x\} = \{P(t)\} \quad (1)$$

Bằng phép phân tích modal trở thành n phương trình độc lập 1 bậc tự do:

$$m^* \ddot{\xi} + c^* \dot{\xi} + k^* \xi = P^*(t) \quad (2)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} m^* &= \{\phi\}^T [m] \{\phi\} = \sum m_i \phi_i^2 \\ c^* &= \{\phi\}^T [c] \{\phi\} \\ k^* &= \{\phi\}^T [k] \{\phi\} = (2\pi f_0)^2 m^* \end{aligned} \quad (3)$$

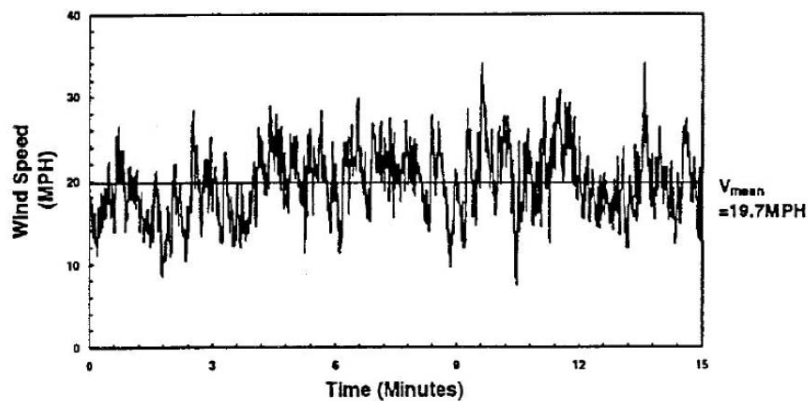
$$P^* = \{\phi\}^T \{P\} = \sum P_i \phi_i$$

$$\{x\} = \xi \{\phi\}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k^*}{m^*}}$$

$P(t)$  – hàm của tải trọng gió theo thời gian,  $t = (0, T)$ ,  $T$  – thời gian quan trắc, của Mỹ là 1h, của Nga là 10 phút. Phản ứng max của kết cấu trong thời gian  $T$  sẽ sử dụng để tính toán.

35



$$[m]\{\ddot{x}\} + [c]\{\dot{x}\} + [k]\{x\} = \{P(t)\} \quad P(t) = \bar{q} + \rho \cdot \bar{V} \cdot V'(t)$$

Như của Nga:  $P(t) = \bar{q}$  (trung bình) + xung (động)  $t = (0, T)$

Áp lực trung bình trong thời gian  $T = 10$  phút, phản ứng của kết cấu cũng trong khoảng thời gian  $T = 10$  phút.

Rõ ràng  $T = 1$  h thì mặc dù vận tốc gió trung bình thấp nhưng phản ứng của kết cấu vẫn bất lợi hơn

36

Theo Boggs and Dragovich (2007) và những tác giả khác thì tần số trội của gió giật rất thấp so với tần số dao động riêng bé nhất của kết cấu (xem Fig 5). Do đó, trước tiên gió giật sẽ kích động dạng dao động thấp nhất (dạng dao động đầu tiên).

Ngoài ra, bước sóng trội của gió giật là lớn so với kích thước các tòa nhà, nên sự phân bố áp lực khí động học có thể không tuân theo các dạng dao động bậc cao và nếu theo thì phần lớn bị triệt tiêu bởi sự trái dấu của sự phân bố lực theo dạng dao động bậc cao.

Vì những lý do này, thông thường chỉ cần xem xét dạng dao động thấp nhất (tất nhiên theo 3 phương (x, y và xoắn z)) với phản ứng động lực học của gió – không xét nhiều dạng dao động như của tiêu chuẩn ta và Nga cũ (sau này nước Nga cũng theo hướng này).

Điều này trái ngược với động đất, là năng lượng kích động trội nằm trong khoảng tần số của các nhà thấp tầng (chu kỳ thấp) hoặc các dạng dao động bậc cao hơn (tần số cao, dạng cao thì chu kỳ dao động riêng tương ứng thấp). Vì thế, khác với gió, trong động đất nhiều dạng dao động bậc cao có thể cần quan tâm hơn.

37

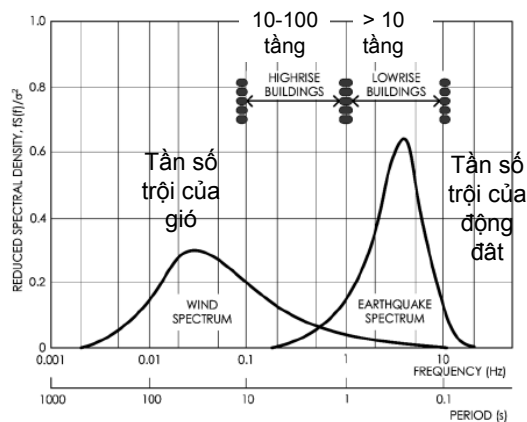


Figure 5 — Frequency range of structures excited by wind and earthquakes.

Theo nghiên cứu của Mỹ thì nhà cao từ 100 tầng trở xuống hầu như không có cộng hưởng bậc cao với gió !

38

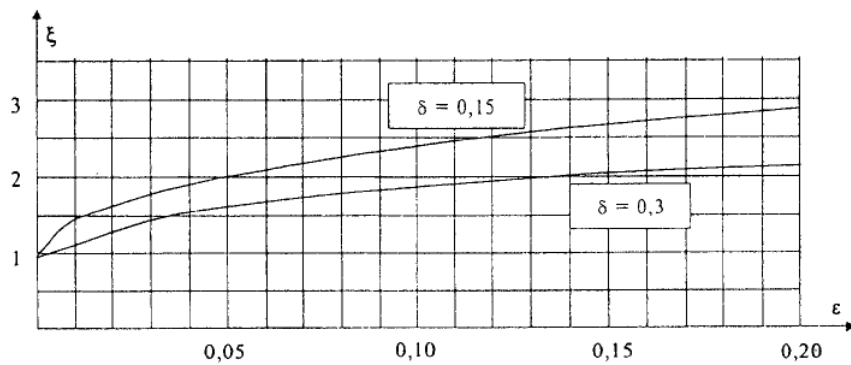


Рисунок 11.1 – Коэффициенты динамичности

$$\epsilon_1 = \frac{\sqrt{w_0 k(z_{эк}) \gamma_f}}{940 f_1} \cdot T_1 \text{ lớn thì } \xi_1 \text{ lớn, } T_2 = 0.15 T_1 \text{ suy ra } \xi_2 \ll \xi_1$$

39

Dạng 1 tải  
tác dụng  
cùng chiều

Ngoài hệ số động lực thấp, ở các  
dạng bậc cao, tải tác dụng trái  
chiều dẫn đến triệt tiêu nhau

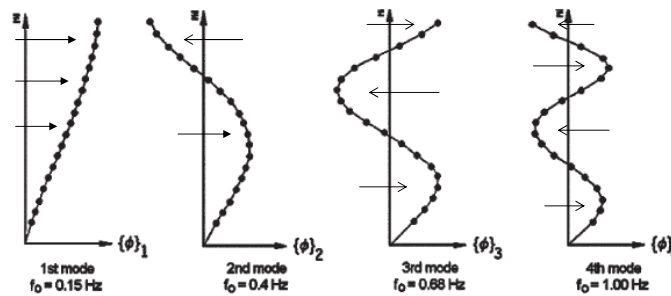
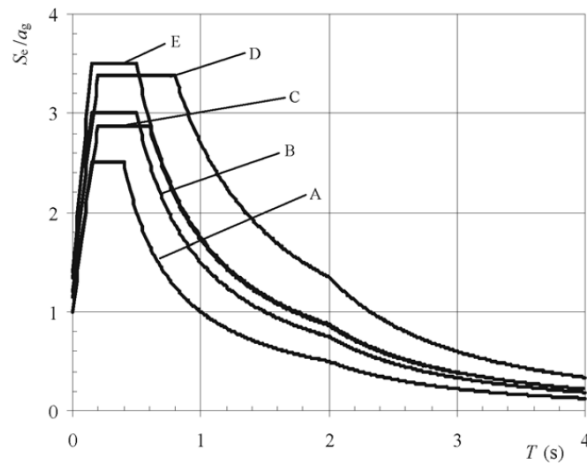


Figure 4 – Typical shapes and frequencies of the first few modes for a 20-story building structure.

Tại sao khi tính gió chỉ xét 1 dạng dao động !

Đối với kết cấu quá mềm – thí nghiệm trong ống thổi  
khí động (hầm gió)

40



Phổ động đất theo EN-dạng 1

Dạng 1: đất loại A,  $T_1 = 3s$ , phổ phản ứng = 0.25, dạng 2,  $T_2 = 0.32s$ , phổ phản ứng = 2.4,  $T_3 = 0.114s$ , phổ phản ứng = 2.35. Vì thế khi tính động đất phải xét nhiều dạng dao động bậc cao !

41

### b) Kích động của hệ 1 bậc tự do

Phương trình dao động của hệ 1 bậc tự do chịu tải trọng điều hòa:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = P_0 \sin 2\pi ft$$

Giá trị tức thời tại thời điểm  $t$  của  $x$  được xác định như sau:

$$x(t) = \frac{P(t)/k}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{f}{f_0}\right]^2}}$$

$m$  – khối lượng,  $c$  – cản vận tốc,  $k$  – độ cứng

42

Và độ lớn của nội lực  $\mathbf{P}$  (phản ứng từ kích động  $P$ ) được viết dưới dạng sau:

$$\mathbf{P} = |H(f)|P$$

trong đó

$$|H(f)|^2 = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{f}{f_0}\right]^2}$$

được gọi là hàm lọc / **hàm nạp cơ học** (***mechanical admittance***), là hàm không thứ nguyên

43

$x$  – chuyển vị do lực tác dụng tĩnh lên hệ SDOF và  $\mathbf{x}$  – chuyển vị lực tác dụng động, quan hệ như sau:

$$\mathbf{x} = |H(f)|x$$

Kích động gió không là hàm sin điều hòa, nhưng phổ kích động (của gió) gồm tổng ngẫu nhiên của một lớp các rộng các tần số  $S_p(f)$ . Trung bình quân phương của mật độ phổ phản ứng  $S_p(f)$  được xác định qua **hàm nạp cơ học** từ phổ kích động (của gió) như sau:

$$S_p(f) = |H(f)|^2 S_P(f) \quad (4)$$

Phương trình (4) cho hệ 1 bậc tự do (SDOF). Tuy nhiên, nếu áp dụng cho hệ nhiều bậc tự do (MDOF) sử dụng phương pháp phân tích modal trở về phương trình (2) là hệ 1 bậc tự do với lực  $P$  bằng  $P^*$ ,  $m$  bằng  $m^*$  v.v. (3). Đây chính là sự khác nhau giữa nhà cao tầng có nhiều bậc tự do và nhà 1 tầng 1 bậc tự do !

44

Trong lĩnh vực gió-kết cấu, thường xem tải trọng do phản ứng của kích động gió là tổ hợp /chồng chất của 2 thành phần: *gốc (background)* và *cộng hưởng (resonance)*. Thành phần gốc chính là phản ứng giả tĩnh của phần thay đổi (xung) của tải trọng gió do gió giật có tần số thấp hơn nhiều so với tần số riêng thấp nhất của kết cấu. Thường thành phần gốc lấy bằng tải trọng khí động của riêng tải trọng gió (không tính đến phản ứng của kết cấu).

Thành phần cộng hưởng là thành phần thêm vào do phản ứng động lực học đối với loại xung có chu kỳ gần với chu kỳ dao động riêng của kết cấu. Như vậy phương sai của phản ứng do thành phần xung của tải trọng gió do cộng hưởng xác định như sau:

$$\sigma_P^2 = \int_0^\infty |H(f)|^2 S_P(f) df \quad (5)$$

Phản ứng lớn nhất được xác định bằng tổ hợp của giá trị trung bình của căn bậc hai của tổng các bình phương của phản ứng gốc và cộng hưởng (nhân với hệ số đỉnh).

45

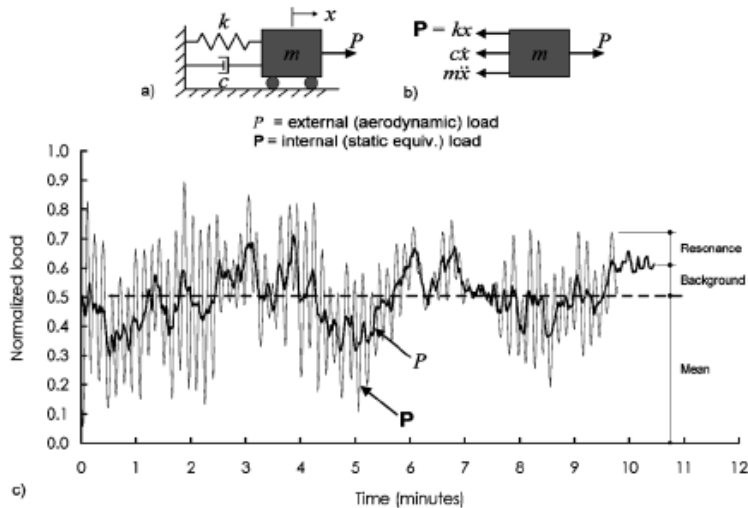


Fig 6: Phản ứng của hệ SDOF: (a) hệ SDOF, (b) hệ SDOF với các lực cân bằng, (c) kích động và phản ứng (**trung bình, gốc – background và cộng hưởng - resonance**)

46

Square Root of Sum of Square Roots

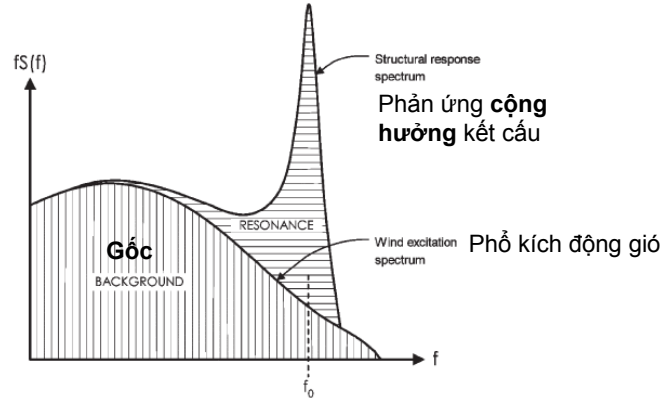


Figure 8 — Background and resonance contributions to response spectrum.  
Thành phần **gốc** và **cộng hưởng** tham gia vào phổ phản ứng

47

Tránh tích phân phương trình (5), phần **cộng hưởng** có thể lấy xấp xỉ bằng hiệu ứng tiếng ồn trắng (the well-known white noise approximation (xem Simiu and Scanlan)):

$$\sigma_{P,R} \approx \sqrt{\frac{\pi}{4\zeta} f_0 S_P(f_0)}$$

Tổng phản ứng max của hệ = phản ứng mean (thành phần tĩnh) +/- phản ứng max của phần xung lấy bằng SRSS của phần gốc (background) và phần cộng hưởng (resonance), như sau:

$$\hat{P} = \bar{P} \pm \sqrt{(g_0 \sigma_P)^2 + (g_1 \sigma_{P,R})^2}$$

$$g_0 = 3.5 \quad g_1 = \sqrt{2 \ln f_1 T} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln f_1 T}}$$

$f_1$  – tần số dao động riêng kết cấu,  $T = 3600$  s (thời gian kéo dài của kích động). Phổ  $S_P(f)$  có thể xác định chính xác bằng ống thổi khí động. Các công thức trên được sử dụng trong ASCE 7-05.

48



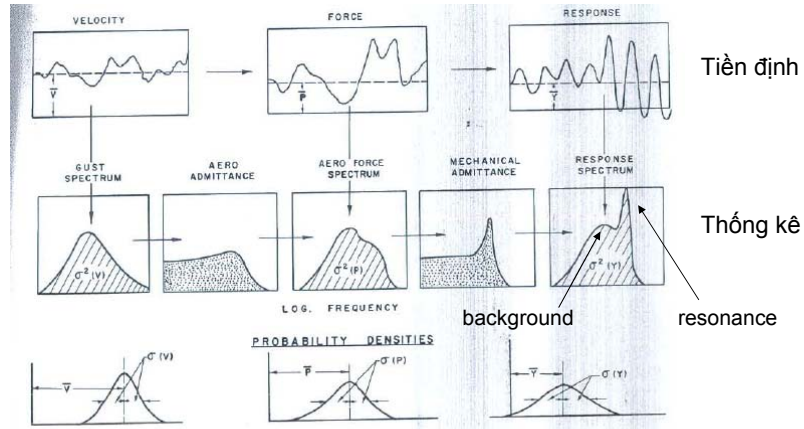


FIG. 12.—ELEMENTS OF THE STATISTICAL APPROACH TO GUST LOADING

$$G_Y = 1 + g_Y \sigma_Y(z) / \bar{Y}(z) = 1 + 2g_Y I_H \sqrt{B + R} \quad \text{Davenport}$$

$$G_Y = 1 + 2I_H \sqrt{g_u^2 \cdot B + g_R^2 \cdot R}, \quad \text{ASCE 7-2005}$$

49

## 6. Tính gió theo ASCE 7-2005

Đầu vào: gió 3s, độ cao 10m, địa hình dạng C (tương đương B của Việt Nam), chu kỳ lặp 50 năm.

Phương pháp tính:

Phương pháp 1 – quy trình đơn giản (simplified procedure)

Phương pháp 2 – quy trình phân tích (giải tích) (analytical procedure)

Phương pháp 3 - ống thổi khí động (wind tunnel procedure)

Kết cấu:

- bao che,
- kết cấu chịu lực chính

Ở đây chủ yếu trình bày phương pháp 2, hay sử dụng cho nhà cao tầng

50

Áp lực gió lên kết cấu chính:

Kết cấu cứng ( $T_1 < 1s$ ):

$$p = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \text{ (lb/ft}^2\text{) (N/m}^2\text{)}$$

Kết cấu mềm ( $T_1 > 1s$ ):

$$p = qG_f C_p - q_i(GC_{pi}) \text{ (lb/ft}^2\text{) (N/m}^2\text{)}$$

Trong đó:

$q = q_z$  – áp lực gió tại cao trình  $z$  đối với mặt đẩy,  $q = q_h$  – đối với mặt hút

$q_i$  = áp lực gió bên trong (gió âm)

$(GC_{pi})$  – là giá trị tá bằng đối với tích của cả hệ số  $G$  và hệ số khí động  $C$

$G = 0.85$  (hệ số giật đối với kết cấu cứng)

$G_f$  = tính toán phụ thuộc vào chu kỳ  $T_1$  hay tần số riêng  $n_1$  của kết cấu

51

Chủ yếu: phải xác định  $q$ ,  $G$  và  $G_f$

$$q_z = 0.613K_zK_{zt}K_dV^2I \text{ (N/m}^2\text{); } V \text{ in m/s]$$

TRONG ETABS và SAP200: phải **tự tính  $G$**  hay  **$G_f$**  và input vào chương trình

Địa hình dạng B: thành thị hay ngoại ô

Địa hình dạng C: nông thôn (mở) và phẳng

Địa hình dạng D: rất phẳng, thoáng, mặt hồ, biển ở vùng có bão v.v.

$$I = 0.87 (0.77), 1.0, 1.15 \quad LF = 1.6$$

$K_d$  – directional factor = 0.85

52

- **Hệ kết cấu cứng** ( $T_1 < 1s$ ): **G = 0.85**

Hoặc tính theo các công thức sau:

$$G = 0.925 \left( \frac{(1 + 1.7g_Q I_z Q)}{1 + 1.7g_v I_z} \right) \quad I_z = c \left( \frac{10}{z} \right)^{1/6}$$

trong đó: **phần gốc Q** tính bằng:

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \left( \frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}} \quad g_Q = g_v = 3.4$$

- **Hệ kết cấu mềm** ( $T_1 > 1.0s$ ):

$$G_f = 0.925 \left( \frac{1 + 1.7I_z \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1.7g_v I_z} \right)$$

trong đó:  $g_R = \sqrt{2 \ln(3,600n_1)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(3,600n_1)}}$

$$T = 3600 \text{ s}, n_1 = 1/T_1$$

53

phần cộng hưởng – resonance R:

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_B (0.53 + 0.47 R_L)}$$

$$R_n = \frac{7.47 N_1}{(1 + 10.3 N_1)^{5/3}} \quad N_1 = \frac{n_1 L_z}{\bar{V}_z} \quad R_L = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta})$$

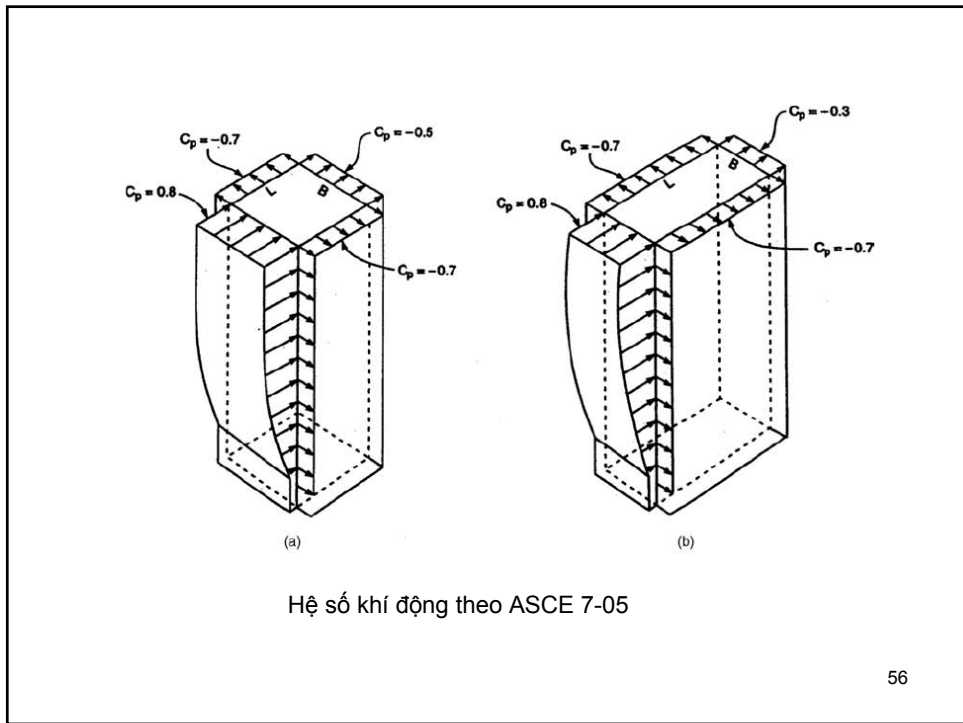
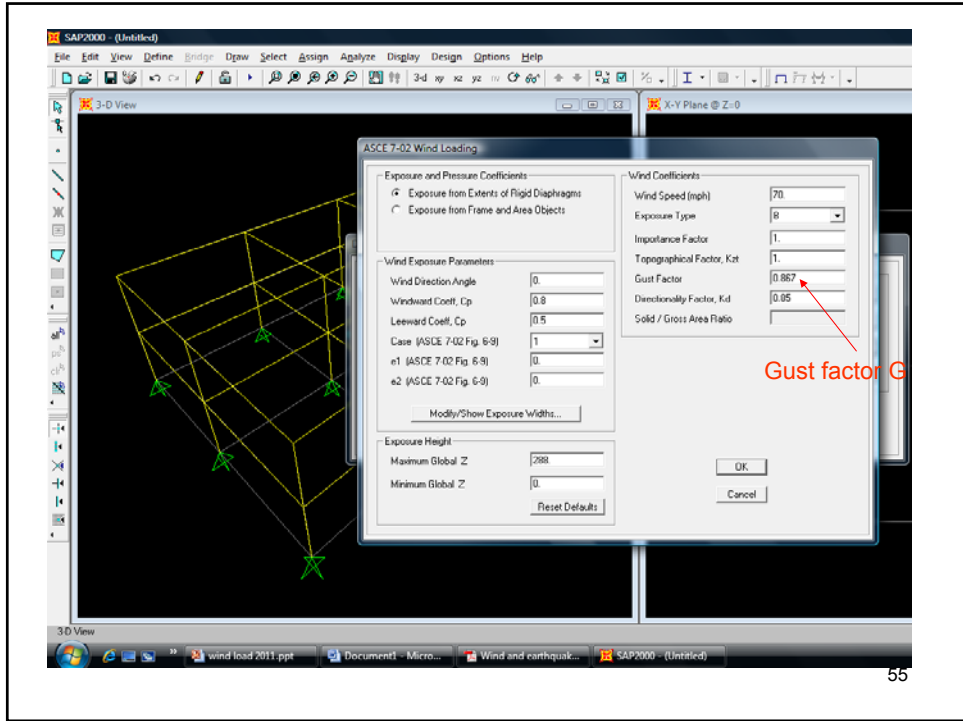
$\beta$  = damping ratio, percent of critical 1% - kết cấu thép, 2% - kết cấu BTCT

$\bar{V}_z$  = mean hourly wind speed (ft/s) at height  $\bar{z} = 0.6h$

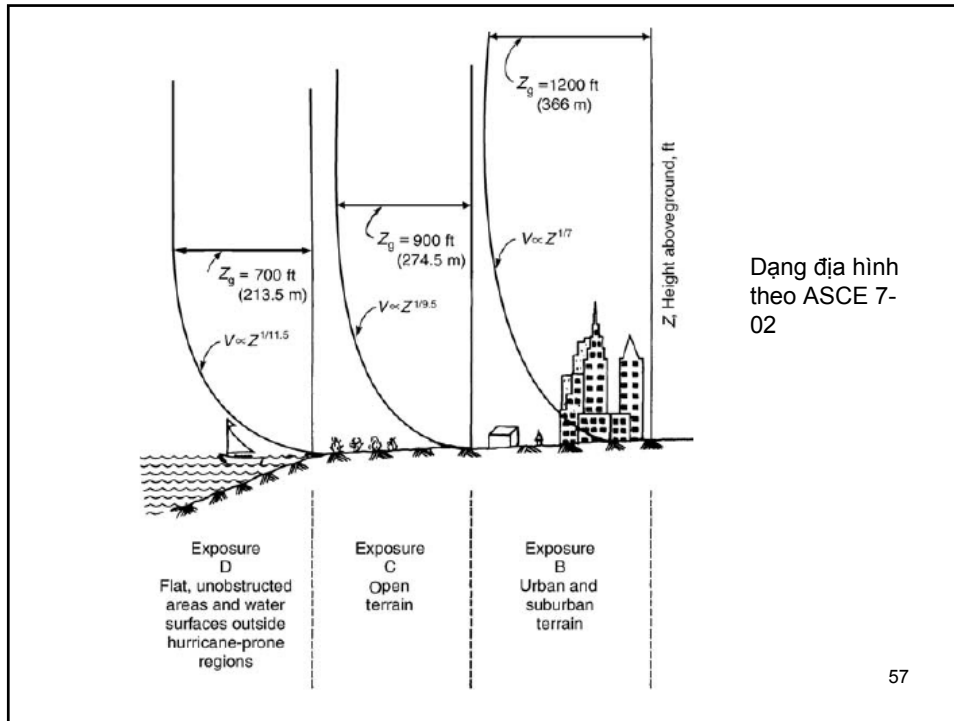
$$\bar{V}_z = \bar{b} \left( \frac{\bar{z}}{10} \right)^{\bar{\alpha}} V \quad V - \text{vận tốc cơ sở 3s}$$

**G = 0.85 - 1.05 (đối với kết cấu bê tông cốt thép với hệ số cản nhớt = 2%)**

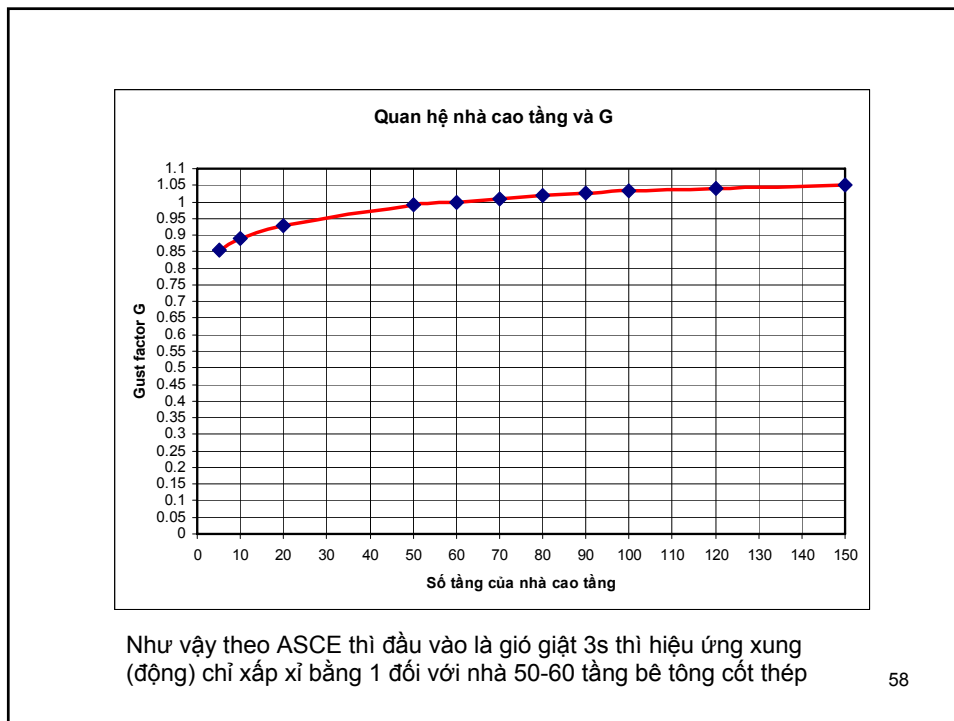
54



Hệ số khí động theo ASCE 7-05



57



58

Nhà kết cấu thép: damping = 1%

**TABLE C6-9 GUST EFFECT FACTOR - EXAMPLE**

Calculated Values	
$Z_{min}$	30 ft (9.14 m)
$\bar{\epsilon}$	1/3
$c$	0.30
$\bar{b}$	0.45
$\bar{\alpha}$	0.25
$\bar{b}$	0.84
$\hat{\alpha}$	1/7
$l$	320 ft (97.54 m)
$C_{fx}$	1.3
$\xi$	1
Height (h)	600 ft (182.88 m)
Base (B)	100 ft (30.48 m)
Depth (L)	100 ft (30.48 m)

ASCE 7-05 example

**TABLE C6-10 GUST EFFECT FACTOR - EXAMPLE**

Calculated Values	
$V$	132 ft/s (40.23 m/s)
$\bar{z}$	360 ft (109.73 m)
$I_z$	0.201
$L_z$	709.71 ft (216.75 m)
$Q^2$	0.616
$\bar{V}_z$	107.95 ft/s (32.95 m/s)
$\hat{V}_z$	155.99 ft/s (47.59 m/s)
$N_1$	1.31
$R_n$	0.113
$\eta$	0.852
$R_B$	0.610
$\eta$	5.113
$R_h$	0.176
$\eta$	2.853
$R_L$	0.289
$R^2$	0.813
$G_f$	1.062
$K$	0.501
$m_1$	745,400 slugs
$g_R$	3.787

59

## 7. Tiêu chuẩn Nga SNiP 2.01.07-85\*

### НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Актуализированная редакция

**СНиП 2.01.07-85\***

Издание официальное

Москва 2011

60

# (1) TC Nga trước năm 2000



Journal of Wind Engineering  
and Industrial Aerodynamics 88 (2000) 171–181



www.elsevier.com/locate/jweia

## The wind load codification in Russia and some estimates of a gust load accuracy provided by different codes

Nikolai A. Popov\*

*The State Institute for Buildings and Structures (TsNIISK), Paustovsky str., 3-203, 117463 Moscow, Russia*

61

Table 1  
General parameters of wind loads

Code	Average time	Return period (yr)	Height varying law
SNiP	10 min	50	Power
ENV 1991-2-4	10 min	50	Logarithmic
ASCE 7-95	3 s	50	Power
AS 1170.2	3 s	(20–1000)	Logarithmic

Nguồn Popov (2000)

Tuy nhiên Nga chỉ lấy SSRS cho phần cộng hưởng của các dạng dao động

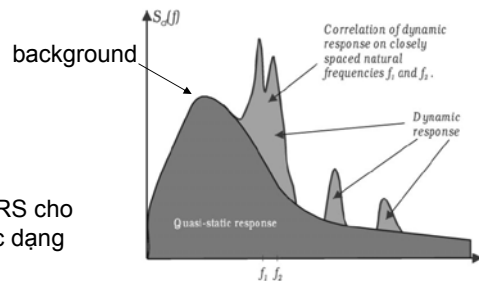


Fig. 2. Response spectrum of structures under gust loads.

62

In SNiP a total wind pressure  $W$  is determined as a sum of average  $W_m$  and pulse (dynamic)  $W_p$  components:

$$W = W_m + W_p. \quad (1a)$$

Here

$$W_m = w_0,5 k(z)c\gamma_v, \quad (1b)$$

$$W_p = W_m \zeta(z)v\xi, \quad (1c)$$

where  $w_0,5$  is the normative wind pressure corresponding to a 5 yr return period,  $T_5$ , and a 10 min average time,  $z$ (m) is the height,  $k(z)$  is the exposure factor (the roughness coefficient),  $c$  is the aerodynamic coefficient,  $\gamma_v$  is the reliability coefficient that is used for a going from period  $T_5$  to any return period  $T$ ,  $\zeta(z)$  is the gust factor depending on the turbulence intensity and peak factor,  $v$  is the spatial correlation factor and  $\xi$  is the dynamic coefficient.

Hệ số  $\zeta$  trong tiếng Anh là gust – giật/xung

Nguồn Popov (2000)

63

## (2) TC Nga năm 2011, đã chỉnh lại hầu như chỉ xét đến 1 dạng dao động cơ bản

11.1.2 Нормативное значение ветровой нагрузки  $w$  следует определять как сумму средней  $w_m$  и пульсационной  $w_p$  составляющих

$$w = w_m + w_p. \quad (11.1)$$

При определении внутреннего давления  $w_i$  пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

11.1.3 Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  в зависимости от эквивалентной высоты  $z_e$  над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 k(z_e)c, \quad (11.2)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления (см. 11.1.4);

$k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$  (см. 11.1.5 и 11.1.6);

$c$  – аэродинамический коэффициент (см. 11.1.7).

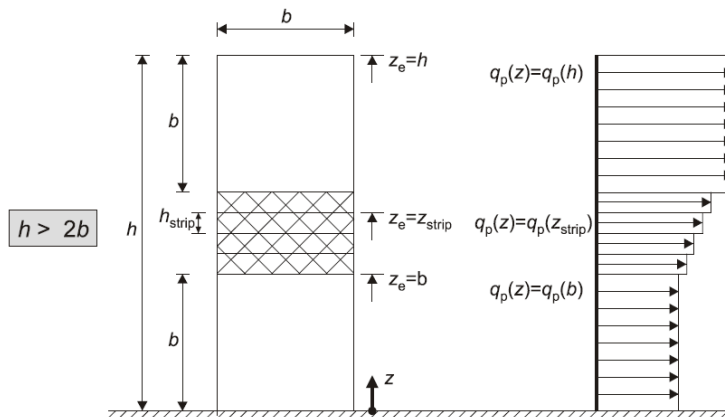
$$k(z_e) = k_{10}(z_e/10)^{2\alpha}.$$

64



Таблица 11.3

Параметр	Тип местности		
	A	B	C
$\alpha$	0,15	0,20	0,25
$k_{10}$	1,0	0,65	0,4
$\zeta_{10}$	0,76	1,06	1,78



Phân bố gió theo chiều cao của Nga (2011) lấy giống như Eurocode

11.1.4 Нормативное значение ветрового давления  $w_0$  принимается в зависимости от ветрового района по таблице 11.1. Нормативное значение ветрового давления допускается определять в установленном порядке на основе данных метеостанций Росгидромета (см. 4.4). В этом случае  $w_0$ , Па, следует определять по формуле

$$w_0 = 0,43 v_{50}^2, \tag{11.3}$$

где  $v_{50}^2$  – давление ветра, соответствующее скорости ветра, м/с, на уровне 10 м над поверхностью земли для местности типа А (11.1.6), определяемой с 10-минутным интервалом осреднения и превышаемой в среднем один раз в 50 лет.

Таблица 11.1

Ветровые районы (принимаются по карте 3 приложения Ж)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$w_0$ , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Số liệu này vẫn là số liệu của chu kỳ 5 năm quan trắc ! Hệ số 0,43 trong (11.3) là hệ số đã chuyển đổi từ 50 năm xuống 5 năm

11.1.8 Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки  $w_p$  на эквивалентной высоте  $z_e$  следует определять следующим образом:

а) для сооружений (и их конструктивных элементов), у которых первая частота собственных колебаний  $f_1$ , Гц, больше предельного значения собственной частоты  $f_l$  (см. 11.1.10), – по формуле

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v, \quad (11.5)$$

где  $w_m$  – определяется в соответствии с 11.1.3;

$\zeta(z_e)$  – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 или формуле (11.6) для эквивалентной высоты  $z_e$  (см. 11.1.5);

$v$  – коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11);

Không có thành phần resonance (động của kết cấu), chỉ có xung hay background của gió thổi. Của ta thì đầu vào đã có giật rồi (gió 3 s).

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10}(z_e/10)^{-\alpha}.$$

67

б) для всех сооружений (и их конструктивных элементов), у которых  $f_1 < f_l < f_2$ , – по формуле

$$w_p = w_m \xi \zeta(z_e) v, \quad (11.7)$$

где  $f_2$  – вторая собственная частота;

$\xi$  – коэффициент динамичности, определяемый по рисунку 11.1 в зависимости от параметра логарифмического декремента колебаний  $\delta$  (см. 11.1.1) и параметра  $\varepsilon_1$ , который определяется по формуле (11.8) для первой собственной частоты  $f_1$ ;

$$\varepsilon_1 = \frac{\sqrt{w_0 k(z_{sk}) \gamma_f}}{940 f_1}. \quad (11.8)$$

Kể đến resonance (động của gió) bằng hệ số  $\xi$  (hệ số này không phụ thuộc vào giá trị  $z$  giống như  $G$  của Mỹ) + background qua hệ số  $\zeta(z_e)$  (như vậy hệ số này cũng không phụ thuộc vào  $z$  giống như Mỹ) và hệ số  $v$  (hệ số tương quan hay size reduction effect).

68

Для конструктивных элементов  $z_{эж}$  – высота  $z$ , на которой они расположены; для зданий и сооружений  $z_{эж} = 0,7h$ , где  $h$  – высота сооружений;

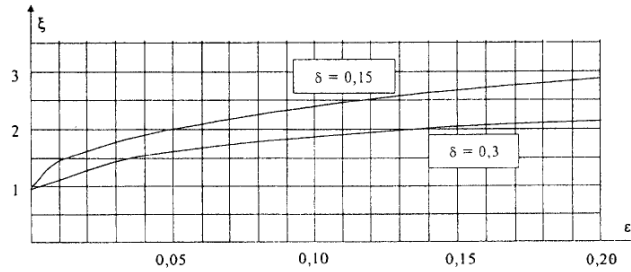


Рисунок 11.1 – Коэффициенты динамичности

69

Таблица 11.6

ρ, м	Коэффициент $\nu$ при $\chi$ , м, равном						
	5	10	20	40	80	160	350
0,1	0,95	0,92	0,88	0,83	0,76	0,67	0,56
5	0,89	0,87	0,84	0,80	0,73	0,65	0,54
10	0,85	0,84	0,81	0,77	0,71	0,64	0,53
20	0,80	0,78	0,76	0,73	0,68	0,61	0,51
40	0,72	0,72	0,70	0,67	0,63	0,57	0,48
80	0,63	0,63	0,61	0,59	0,56	0,51	0,44
160	0,53	0,53	0,52	0,50	0,47	0,44	0,38

Несомненно, допустимо: до нагрузки ветра на большие площади  
должно быть уменьшено для частей здания и движения

70

Giới hạn tần số vẫn như cũ

Таблица 11.5

Ветровые районы (принимаются по карте 3 приложения Ж)	$f_l, \Gamma_{ц}$	
	$\delta = 0,3$	$\delta = 0,15$
Ia	0,85	2,6
I	0,95	2,9
II	1,1	3,4
III	1,2	3,8
IV	1,4	4,3
V	1,6	5,0
VI	1,7	5,6
VII	1,9	5,9

Hầu như không có trường hợp  $f_2 < f_L < f_3$ , nên không phải tính phức tạp. Ví dụ:  $T_1=1s, f_1=1, f_2=6.25, f_3=17.54$  như vậy luôn xảy ra  $f_1=1 < f_L < f_2=6.25$

71

Hầu như không có trường hợp  $f_2 < f_L < f_3$ , nên không phải tính phức tạp đối với nhà BTCT.

Ví dụ: nhà 20 tầng:  $T_1=2s, f_1=0.5, f_2=3.125, f_3=8.77$  như vậy luôn xảy ra  $f_1=0.5 < f_{Lmax} = 1.9 < f_2=3.125$

Ví dụ: nhà 30 tầng:  $T_1=3s, f_1=0.33, f_2=2.08, f_3=5.85$  như vậy luôn xảy ra  $f_1=0.5 < f_{Lmax} = 1.9 < f_2=2.08$

Ví dụ: nhà 40 tầng:  $T_1=4s, f_1=0.25, f_2=1.56, f_3=4.38$  như vậy luôn xảy ra  $f_1=0.25 < f_L = 1.4 < f_2=1.56$  từ vùng IV trở xuống không phải tính

72

- Hệ số độ tin cậy hay LF: của Nga LF=1 nếu lấy đúng áp lực gió 10 phút, chu kỳ 50 năm.
- Vì vẫn giữ số liệu 10 phút, 5 năm từ 40 năm nay nên nên LF = 1.4.
- Nga tính xác suất xảy 1 lần trong 50 năm.
- Tuy nhiên, nên chú ý là TC Nga có thêm hạng hay mức độ quan trọng của công trình (TCVN đã bỏ qua điểm này)
- Mỹ là 10% trong 50 năm, LF = 1.6 tương đương với xảy ra 1 lần trong 500 năm.

73

## 8. Kiến nghị cho Việt Nam

- Thêm hệ số tầm quan trọng cho gió giống như động đất và chỉ một hệ số độ tin cậy hay vượt tải với nhà có tuổi thọ 50 năm, LF=?
- Xác định rõ đầu vào là 3s, 10 phút hay 1h (nếu 3s theo ASCE, nếu 10 phút theo NGA hay EN). Chú ý: nước ta là nước có bão
- Áp dụng phương pháp hệ số giật G với thời gian kéo dài của 1 cơn gió (10 phút – NGA, EN, 1h – Mỹ, Úc, Canada) – tương tác động học gió-kết cấu
- Các hệ số khí động C?
- Gió ngang (cross wind), gió xoắn, mất ổn định khí động  $h/d > 10$  (ít xảy ra do tỷ lệ chiều cao và chiều rộng nhà đã không chế trong Tiêu chuẩn thiết kế): thí nghiệm trong ống thổi khí động
- Gió tác dụng lên vách kính, kết cấu bao che
- Tiện nghi (gia tốc)
- Thí nghiệm ống thổi khí động
- Vấn đề giảm chấn đối với nhà cao tầng

74

Các thông tin về gió có lẽ tương đối rõ trong tính  
toán thiết kế nhà cao tầng!

Cảm ơn Quý vị !  
Thank you very much for attention !