

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7921-2-2 : 2009

IEC 60721-2-2 : 1988

Xuất bản lần 1

**PHÂN LOẠI ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG –
PHẦN 2-2: ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG XUẤT HIỆN TRONG
TỰ NHIÊN – GIÁNG THỦY VÀ GIÓ**

Classification of environmental conditions –

Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature – Precipitation and wind

HÀ NỘI – 2009

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Mục đích	7
3 Quy định chung	7
3.1 Giáng thủy	8
3.2 Gió	8
4 Đặc trưng	9
4.1 Mưa	9
4.2 Mưa đá	10
4.3 Tuyết	11
4.4 Gió	11
5 Phân loại	12
5.1 Mưa bình thường	12
5.2 Mưa tạt	12
5.3 Hình thành băng	12
5.4 Mưa đá	14
5.5 Trọng tải của tuyết	14
5.6 Tuyết rơi tạt	14
5.7 Lực của gió	14

Lời nói đầu

TCVN 7921-2-2 : 2009 thay thế phần tương ứng của TCVN 4306 : 1986;

TCVN 7921-2-2 : 2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60721-2-2 : 1988;

TCVN 7921-2-2 : 2009 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E3
Thiết bị điện tử dân dụng biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất
lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

TCVN 7921-2-2 : 2009 là một phần của bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7921.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7921 (IEC 60721), Phân loại điều kiện môi trường, gồm các phần sau:

- 1) TCVN 7921-1: 2008 (IEC 60721-1: 2002), Phần 1: Tham số môi trường và độ khắc nghiệt
- 2) TCVN 7921-2-1: 2008 (IEC 60721-2-1: 2002), Phần 2-1: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Nhiệt độ và độ ẩm
- 3) **TCVN 7921-2-2: 2009 (IEC 60721-2-2: 1988), Phần 2-2: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Giáng thủy và gió**
- 4) TCVN 7921-2-3: 2009 (IEC 60721-2-3: 1987), Phần 2-1: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Áp suất không khí
- 5) TCVN 7921-2-4: 2009 (IEC 60721-2-4: 2002), Phần 2-1: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Bức xạ mặt trời và nhiệt độ
- 6) TCVN 7921-2-5: 2009 (IEC 60721-2-5: 1991), Phần 2-1: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Bụi, cát và sương muối
- 7) TCVN 7921-3-0: 2008 (IEC 60721-3-0: 2002), Phần 3-0: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Giới thiệu
- 8) TCVN 7921-3-1: 2008 (IEC 60721-3-1: 1997), Phần 3-1: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Bảo quản
- 9) TCVN 7921-3-2: 2008 (IEC 60721-3-2: 1997), Phần 3-2: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Vận chuyển

Phân loại điều kiện môi trường –

Phần 2-2: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Giáng thủy và gió

Classification of environmental conditions –

Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature – Precipitation and wind

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các đặc tính cơ bản, các đại lượng đặc trưng và phân loại các điều kiện môi trường phụ thuộc vào giáng thủy và gió liên quan đến các sản phẩm kỹ thuật điện.

Tiêu chuẩn này được sử dụng như một tài liệu cơ sở khi chọn mức khắc nghiệt thích hợp của các tham số liên quan đến giáng thủy và gió đối với các ứng dụng của sản phẩm.

Khi chọn mức khắc nghiệt của các tham số liên quan đến giáng thủy và gió đối với các ứng dụng của sản phẩm, cần áp dụng các giá trị cho trong TCVN 7921-1 (IEC 60721-1).

2 Mục đích

Tiêu chuẩn này nhằm xác định các đặc trưng của giáng thủy và gió là một phần trong mức khắc nghiệt mà sản phẩm có nhiều khả năng phải chịu trong quá trình vận chuyển, bảo quản và sử dụng.

3 Qui định chung

Khí quyển của trái đất chuyển động không ngừng. Khí quyển được gia nhiệt, làm mát và làm ẩm cục bộ. Sự chênh lệch về mật độ gây ra các vùng áp suất cao và vùng áp suất thấp. Gió không thổi trực tiếp từ vùng có áp suất cao đến vùng có áp suất thấp nhưng bị lệch hướng bởi lực Coriolis do chuyển động quay của trái đất.

Chuyển động liên tục theo phương ngang còn có thể gây ra chuyển động hướng lên trên chậm ở một vùng rộng lớn hoặc bề mặt nóng lên có thể sinh ra các luồng hút lên cục bộ hơn về nhiệt. Không khí không thể duy trì hàm lượng nước ở dạng hơi nếu áp suất và nhiệt độ giảm xuống giá trị thích hợp, và có

TCVN 7921-2-2 : 2009

thể hình thành giáng thủy. Ví dụ, khối lượng không khí ở nhiệt độ 20 °C có khả năng chứa lượng nước là 17,3 g/m³ ở thể hơi. Nếu nhiệt độ giảm xuống 0 °C thì lượng nước chỉ còn 4,8 g/m³.

3.1 Giáng thủy

Loại giáng thủy cụ thể, mưa, mưa đá hoặc tuyết, là kết quả của quá trình phức tạp trong các đám mây. Nhiệt độ của mây thay đổi theo chiều thẳng đứng. Độ cao mà ở đó xuất hiện nhiệt độ bằng 0 °C được lấy làm mức đóng băng. Độ cao trên mức đóng băng, nhiệt độ thấp hơn 0 °C còn thấp hơn mức đóng băng nhiệt độ cao hơn 0 °C.

Trong đám mây ở độ cao cao hơn mức đóng băng, các giọt nước siêu lạnh thường tồn tại trong phạm vi nhiệt độ từ 0 °C đến -13 °C, nhưng trong một số trường hợp ngoại lệ, nhiệt độ có thể đạt đến -50 °C.

Sự hình thành các giọt nhỏ hoặc tinh thể băng phụ thuộc vào nhiều điều kiện, ví dụ luồng không khí chuyển động thẳng đứng, phân bố nhiệt độ và quá trình diễn biến của các giọt nhỏ hoặc tinh thể băng trong mây.

Trên đường rơi xuống, nếu các giọt nhỏ hoặc tinh thể băng đi qua các lớp mà ở đó nhiệt độ chuyển sang giá trị dương và duy trì giá trị dương đó thì các giọt nhỏ hoặc tinh thể băng sẽ trở thành giọt và rơi xuống đất ở dạng mưa. Tùy theo điều kiện, mưa có thể tiếp tục tăng lên trên đường rơi xuống. Vận tốc rơi tăng lên theo đường kính của giọt (xem Hình 1). Một giọt có kích thước từ 5 mm đến 6 mm và có vận tốc tương ứng là 9 m/s, các giọt lớn này sẽ vỡ ra thành các giọt nhỏ hơn và các giọt này có thể to lên trên đường rơi xuống. Kết quả là phân bố kích cỡ của giọt có giới hạn trên là 5 mm đến 6 mm.

Các giọt mưa này có thể đi qua các lớp có nhiệt độ đảo ngược trong không khí ở đó nhiệt độ lại giảm xuống dưới không. Điều này làm cho các giọt đóng băng thành cục mưa đá và rơi xuống đất ở dạng này. Một cách khác, các giọt này có thể vẫn duy trì ở dạng giọt nhỏ siêu lạnh cho đến khi chúng chạm vào bề mặt và đóng băng bởi vì các giọt này đóng băng ngay lập tức khi chạm vào bề mặt đó. Quá trình có thể xảy ra khác nữa là các dòng không khí đi lên có thể nâng các giọt này lên đến các vùng cao hơn có nhiệt độ dưới không, do đó gây ra đóng băng. Các cục nước đá này có thể lớn lên nữa do sự hình thành sương muối trên bề mặt của chúng. Quá trình đóng băng và tan băng liên tiếp có thể xảy ra và các cục nước đá có thể có một kích cỡ đáng kể. Kích cỡ lớn nhất ghi lại được là 140 mm (làng Convey, Kansas, 3/9/1970). Tuy nhiên, đường kính cục nước đá có độ lớn này rất hiếm gặp.

Nếu nhiệt độ vẫn duy trì dưới không trong suốt quá trình rơi xuống, các tinh thể băng vẫn giữ ở trạng thái rắn và rơi xuống đất ở dạng tuyết. Tùy thuộc vào các điều kiện, các tinh thể này có thể hình thành một số lượng lớn các hình dạng khác nhau nhưng đều đặn, và tạo thành các bông tuyết. Chúng có thể có đường kính 1 cm nhưng rất nhẹ.

3.2 Gió

Hệ thống gió toàn cầu của khí quyển là hàm của các giá trị nhiệt độ cao trong vùng xích đạo và nhiệt độ thấp trong các vùng cực, kết hợp với ảnh hưởng quay của trái đất. Gió gần mặt đất liên quan đến các

sản phẩm trong quá trình vận chuyển, bảo quản và sử dụng, trong khi đó đối với một số ứng dụng nhất định cao hơn mặt đất thì phải xem xét đến các điều kiện gió ở các độ cao này. Gió trong các phần thấp hơn của khí quyển phụ thuộc vào sự gia nhiệt do bức xạ mặt trời và vào hình dạng của bề mặt mặt đất kể cả các công trình xây dựng và các chướng ngại vật có thể có.

Ảnh hưởng của các điều kiện cục bộ này là sự xuất hiện của các xoáy nhiệt và xoáy cơ do ma sát và sự chuyển động của gió. Vào ban ngày, luồng không khí gần bề mặt của trái đất là sự kết hợp của cả hai xoáy này, còn vào ban đêm chủ yếu chỉ tồn tại các xoáy cơ.

Ảnh hưởng của các xoáy này lên gió bề mặt làm xuất hiện gió mạnh. Tần suất của gió mạnh là ngẫu nhiên, nhưng nhìn chung tương ứng với khoảng thời gian cỡ vài giây.

Tốc độ gió có thể rất cao trong các trận bão khí quyển, ví dụ gió xoáy hoặc lốc xoáy. Tốc độ gió mạnh ở mức mặt đất lớn hơn 80 m/s đã được ghi lại trong vùng gió xoáy của vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, và tốc độ 125 m/s có thể xuất hiện trong các lốc xoáy mặc dù khả năng xuất hiện các tốc độ này là rất nhỏ.

4 Đặc trưng

4.1 Mưa

Mưa được đặc trưng bởi các tham số vật lý sau:

- cường độ mưa đo được, tính bằng mm/h (là chiều cao cột nước trên một bề mặt nằm ngang mà không bị thất thoát),
- phân bố cỡ giọt,
- phân bố vận tốc rơi,
- nhiệt độ giọt mưa.

Các tham số khác như độ không tinh khiết do ô nhiễm không khí, muối biển, v.v... sẽ không được xem xét ở đây, mặc dù chúng có thể có các ảnh hưởng quan trọng lên sản phẩm.

Khảo sát các tham số đặc trưng của các kiểu mưa khác nhau được cho trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1 – Đặc trưng của mưa (lấy trung bình trong thời gian dài) ¹

Kiểu mưa	Giới hạn trên của cường độ mưa mm/h	Đường kính giọt điển hình mm	Vận tốc rơi m/s
Mưa rất nhỏ	Vệt ²	0,01 – 0,1	<0,25
Mưa nhẹ	1,0	0,1 – 0,5	0,25 – 1
Mưa vừa	4,0	0,5 – 1,0	1 – 2
Mưa to	15	1,0 – 2,0	2 – 4
Mưa rất to	40	2,0 – 5,0	4 – 7
Mưa giông	>100	>3,0	>6

¹ Cường độ mưa cho trong IEC 60721-3 có các giá trị cường độ đỉnh trong thời gian ngắn.

² “Vệt” là thuật ngữ đo lường đối với cường độ mưa nhỏ hơn 1 mm/h.

Nhiệt độ giọt mưa thường giống với nhiệt độ bầu ướt của máy đo độ ẩm, nhưng có thể có sai lệch, ví dụ mưa được tạo ra từ các hạt tinh thể băng hoặc khi bắt đầu mưa.

4.2 Mưa đá

Mưa đá được đặc trưng bởi các tham số vật lý của hạt mưa đá như sau:

- đường kính,
- mật độ,
- vận tốc rơi,
- năng lượng va đập.

Ở đây chỉ xét các hạt mưa đá có đường kính lớn do ảnh hưởng có hại của chúng nhưng các hạt mưa đá có đường kính nhỏ lại có tần suất phổ biến hơn. Mật độ của hạt mưa đá xấp xỉ 900 kg/m³. Vận tốc rơi được xác định bằng công thức :

$$v = 5,16\sqrt{d}$$

trong đó

v là vận tốc rơi, tính bằng mét trên giây;

d là đường kính hạt mưa đá, tính bằng milimét.

Từ đó, năng lượng va đập được tính từ khối lượng (đường kính, mật độ) và vận tốc rơi. Bảng 2 đưa ra các đặc trưng của hạt mưa đá có đường kính từ 20 mm trở lên.

Bảng 2 - Đặc trưng của mưa đá

Đường kính mm	Khối lượng g	Vận tốc rơi m/s	Năng lượng va đập J
20	4	23	1
50	59	36	39
60	102	40	81
70	162	43	151
80	241	46	257
90	344	49	411
100	471	52	627

CHÚ THÍCH: Các giá trị này đều đã được làm tròn.

4.3 Tuyết

Tuyết được sinh ra dưới dạng các bông tuyết có đường kính vài milimet và mật độ thấp. Tuy nhiên, nếu bị thổi trong luồng gió mạnh thì các tinh thể tuyết bị vỡ ra thành các hạt nhỏ có đường kính chỉ còn 20 μm và trung bình là 80 μm . Mật độ tuyết khi rơi trên mặt đất khác nhau rất nhiều. Tuyết vừa rơi xuống có mật độ trong phạm vi từ 70 kg/m^3 đến 150 kg/m^3 trong khi đó mật độ tuyết đã rơi từ lâu là 200 kg/m^3 đến 400 kg/m^3 .

4.4 Gió

Tốc độ gió bị ảnh hưởng đáng kể bởi các đặc điểm của phong cảnh địa phương và độ cao so với mặt đất. Mặt đất càng gồ ghề thì tốc độ gió gần mặt đất càng giảm; do đó có thể có sự khác nhau đáng kể giữa tốc độ gió gần mặt đất và tốc độ gió ở các độ cao trên mặt đất. Bảng 3 dưới đây là minh họa của ảnh hưởng này.

Bảng 3 – Ảnh hưởng của độ cao và bề mặt đến tốc độ gió

Độ cao so với mặt đất m	Tốc độ gió tương đối trên các bề mặt khác nhau tính bằng phần trăm của tốc độ gió ở độ cao 500 m, %		
	Trung tâm thành phố, các tòa nhà cao tầng	Các quận ngoại thành, khu vực rừng	Vùng đất bằng phẳng, biển
500	100	100	100
300	82	92	100
100	53	68	86
30	32	48	71
10	21	36	60
3	13	25	49

5 Phân loại

Mưa, mưa đá, tuyết và gió có các ảnh hưởng khác nhau đến sản phẩm, có ảnh hưởng riêng của từng loại, có ảnh hưởng kết hợp lẫn nhau hoặc ảnh hưởng do kết hợp với các tham số môi trường khác.

Một số ví dụ về các tham số đơn lẻ và tham số kết hợp được cho dưới đây.

5.1 Mưa bình thường

Mưa có cường độ rất khác nhau và biến đổi đáng kể theo vĩ độ, khí hậu và mùa. Nhìn chung, cường độ được xem xét là cao nhất xuất hiện trong những cơn bão nhiệt đới và vòi rồng.

Cường độ mưa được ghi lại trên thế giới vào khoảng 30 mm trong 1 min. Các trận mưa này thường ngắn, ví dụ mưa trong cơn bão nhiệt đới hiếm khi kéo dài quá 30 min.

Mưa bình thường gồm các giọt có kích cỡ và vận tốc khác nhau. Các đặc trưng của các giọt này phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ và hàm lượng ẩm trong khí quyển. Các tính chất này của khí quyển sẽ tạo ra sự bay hơi từng phần hoặc hoàn toàn các giọt nước rơi xuống. Nhìn chung, nhiệt độ mặt đất càng cao và độ ẩm trung bình càng cao thì kích cỡ hạt trung bình càng lớn. Do đó, mưa ở vùng nhiệt đới thường gồm các giọt lớn hơn các giọt mưa, ví dụ, ở vùng Bắc Âu (xem Hình 2).

5.2 Mưa tạt

Mưa tạt là sự kết hợp của mưa và gió. Gió bổ sung thành phần vận tốc theo phương nằm ngang vào vận tốc rơi, và có thể tạo thêm áp suất dưới mức trong tổng thể. Bản thân mưa cũng có thể tạo ra áp suất dưới mức như vậy vì bị làm lạnh do nhiệt độ mưa thấp. Trong vùng nhiệt đới, cường độ mưa 130 mm/h kết hợp với tốc độ gió 30 m/s là giá trị lớn nhất lấy trung bình trong một giờ. Các giá trị đỉnh trong một phút của cường độ mưa có thể cao hơn đáng kể so với giá trị lớn nhất trong 1 h đề cập ở trên, đạt đến 20 mm ở vùng nhiệt đới và đến 10 mm đối với các vùng còn lại trên trái đất.

5.3 Hình thành băng

Việc hình thành băng xuất hiện khi có sự kết hợp của mưa rơi trên mặt phẳng lạnh dưới 0 °C (ví dụ do bức xạ đối với bầu trời đêm), hoặc do các hạt mưa siêu lạnh đóng băng ngay khi va đập. Chiều dày của lớp băng đến 75 mm có thể xuất hiện trên tháp anten và những kết cấu cao tương tự.

5.3.1 Hơi sương

Hơi sương được hình thành khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt lạnh dưới 0 °C và bay lên. Hơi sương thường được hình thành khi có gió nhẹ. Nó là các tinh thể hình kim và tính bám dính vào các bề mặt kém.

5.3.2 Sương muối

Sương muối được hình thành do sự va chạm nhiều lần rồi đóng băng của các giọt nước siêu lạnh được mang theo gió đập vào đối tượng. Nó có hình dạng đặc trưng là "đuôi tôm" bởi vì các điểm mà sương muối chạm vào vật là nhỏ và lớn lên theo chiều gió. Sương muối có màu trắng và có kết cấu dạng hạt. Ở vùng có nhiều núi, sương muối có thể xuất hiện trên một đối tượng ở tốc độ 30 mm/h hoặc 30 cm trong một đêm. Sương muối cũng có thể xuất hiện cùng với tuyết tạo ra một vỏ bọc tuyết lớn lên đối tượng. Có thể có các lớp lớn nhất bằng 150 mm gần mặt đất và tầng tuyến tính đến 500 mm ở độ cao 100 m so với mặt đất. Mật độ các lớp này xấp xỉ 200 kg/m³.

5.3.3 Băng trong

Băng trong được hình thành khi các giọt nước siêu lạnh đóng băng trên một bề mặt. Băng cứng và trong suốt hoặc mờ đục. Băng trong có thể hình thành kết cấu dạng lớp của các lớp trong suốt hoặc mờ đục với các bọt không khí nhỏ bên trong kết cấu đó. Băng trong không có kết cấu đặc biệt. Nó rắn chắc, khối lượng riêng lớn và lực bám dính lớn. Băng trong được hình thành khi nhiệt độ thấp và vận tốc gió cao.

5.3.4 Lớp băng

Lớp băng được hình thành khi các hạt siêu lạnh rơi trên một bề mặt và hình thành màng nước trước khi đóng băng. Khối lượng riêng và độ bám dính của lớp băng cao và không có bọt không khí bên trong.

5.3.5 Quá trình hình thành băng

Kiểu hình thành băng phụ thuộc vào:

- nhiệt độ không khí,
- vận tốc gió,
- đường kính giọt nước siêu lạnh,
- hàm lượng nước ở thể lỏng.

Hình 3 và Hình 4 thể hiện mối quan hệ giữa các kiểu hình thành băng, và đường kính giọt nước, vận tốc gió và nhiệt độ không khí.

Dạng băng trên bề mặt hình trụ phụ thuộc vào:

- bán kính hình trụ,
- vận tốc gió,
- kích cỡ giọt nước.

TCVN 7921-2-2 : 2009

Có thể tìm được bán kính giới hạn ứng với mỗi vận tốc gió và kích cỡ giọt nước mà lớn hơn giá trị đó thì không có hoặc có rất ít băng được hình thành (xem Hình 5).

5.4 Mưa đá

Ở hầu hết các phần trên trái đất, các cục mưa đá có đường kính đến 20 mm đều có thể xảy ra, nhưng đường kính lớn hơn 50 mm có xác suất xuất hiện thấp.

5.5 Trọng tải của tuyết

Trọng tải lớn nhất của tuyết thường thấy ở những phần phía nam của vùng có mùa đông lạnh giá (đối với bán cầu bắc, và ngược lại đối với bán cầu nam), và đặc biệt ở các phần của vùng này bị chi phối bởi khí hậu biển. Ở các vùng này, trọng tải của tuyết vào khoảng 2 kPa tương ứng với độ sâu 2 m đối với tuyết mới và 0,7 m đối với tuyết cũ. Ở các vùng có nhiều núi, trọng tải này có thể lớn hơn đến mười lần.

5.6 Tuyết rơi tạt

Tuyết rơi tạt là sự kết hợp của tuyết và gió. Trong các điều kiện này, tuyết có thể chứa các hạt rất nhỏ có thể lùa qua các khe nhỏ và khớp nối trong sản phẩm. Khối lượng lùa theo chiều ngang giảm nhanh theo khoảng cách so với mặt đất. Các giá trị lớn nhất dự kiến là các giá trị cho trong Bảng 4 dưới đây.

Bảng 4 – Khối lượng lùa lớn nhất theo chiều ngang của tuyết

Độ cao so với mặt đất m	Khối lượng lùa theo chiều ngang g/(m ² s)
10	310
1	560
0,5	800
0,1	3 000

5.7 Lực của gió

Gió gây ra trên các kết cấu một lực là hàm của tốc độ gió trung bình và kích cỡ và hình dạng của vật thể. Đối với một tấm phẳng đặt vuông góc với hướng gió, lực được cho bởi công thức:

$$F = 0,65v^2A$$

trong đó

F là lực tính bằng niuton

v là vận tốc trung bình của gió tính bằng mét trên giây

A là diện tích tấm phẳng tính bằng mét vuông.

Các cơn gió mạnh có thể gây ra những xung lực ngắn mà trong một số trường hợp có thể theo chu kỳ và tạo ra biên độ rung lớn nếu cộng hưởng với tần số đáp ứng tự nhiên của kết cấu. Tần số của các cơn gió mạnh này thường dưới 1 Hz.

Một hiện tượng đặc biệt là sự thoát ra của hai luồng xoáy xuống từ một hình trụ nằm vuông góc với hướng gió. Sự thoát ra này tác động trở lại như một lực theo chu kỳ lên hình trụ vuông góc với hướng gió. Tần số của lực này được cho bởi công thức

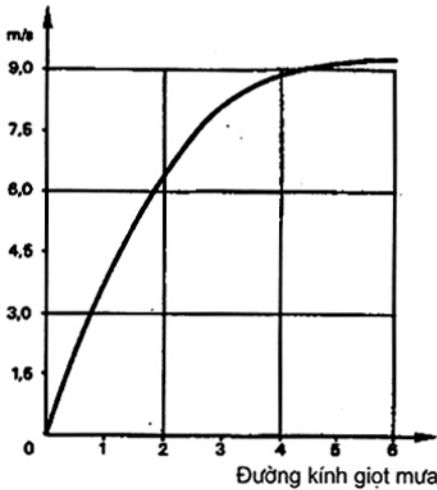
$$f = 0,195 \frac{v}{d}$$

f là tần số tính bằng héc

v là vận tốc trung bình của gió tính bằng mét trên giây

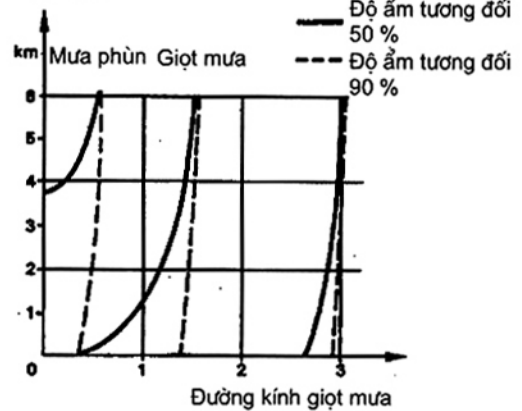
d là đường kính của trụ tính bằng mét

Vận tốc giới hạn



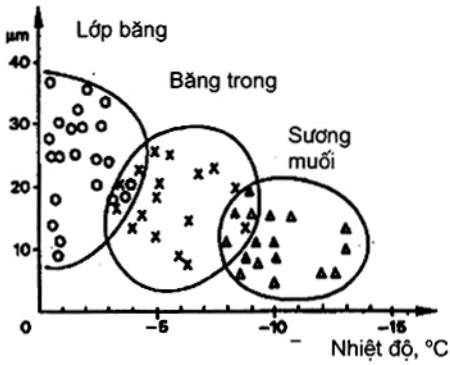
Hình 1 – Vận tốc giới hạn của các giọt nước mưa trong không khí không có gió ở điều kiện khí quyển: 101,3 kPa, +20 °C

Độ cao so với mực nước biển



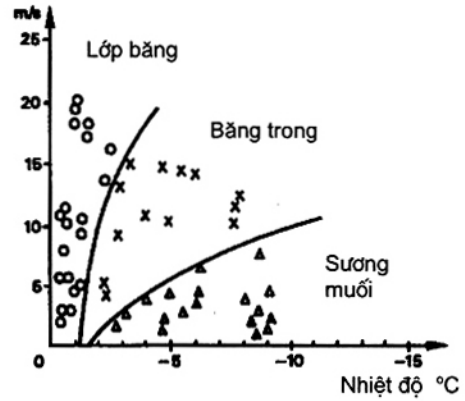
Hình 2 – Sự biến đổi kích cỡ giọt nước theo độ cao so với mực nước biển do bay hơi ở các giá trị độ ẩm tương đối khác nhau (R.H.)

Đường kính giọt nhỏ



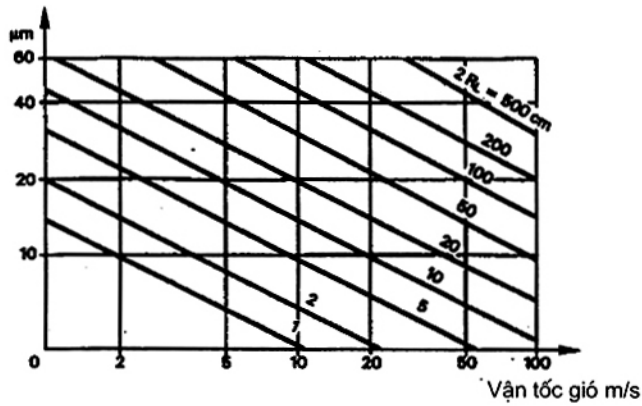
Hình 3 – Ba kiểu hình thành băng là hàm của nhiệt độ và đường kính giọt nhỏ

Vận tốc gió



Hình 4 – Ba kiểu hình thành băng là hàm của nhiệt độ và vận tốc gió

Đường kính giọt nhỏ



Hình 5 – Bán kính giới hạn (R_L) của hình trụ mà lớn hơn giá trị đó không hình thành hoặc rất hiếm khi hình thành băng