

MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA SƯƠNG MÙ BỨC XẠ Ở LÁNG VÀ VẤN ĐỀ MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN SƯƠNG MÙ BỨC XẠ

PGS. TRẦN TÂN TIẾN, KS. PHAN VĂN TÂN,
KS. HOÀNG XUÂN CỎ

Trường Đại học tổng hợp Hà Nội

1. Đặt vấn đề

Sương mù là hiện tượng thời tiết gắn liền với quá trình ngưng kết hơi nước trong lớp khí quyển gần mặt đất. Sương mù có ảnh hưởng lớn đến các hoạt động kinh tế đặc biệt là đối với giao thông đường không và đường thủy. Vì vậy nghiên cứu các phương pháp dự báo sương mù có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn. Để nâng cao chất lượng dự báo hiện tượng này cần thiết phải mô hình hóa quá trình hình thành và phát triển sương mù. Để có một tập số liệu giúp cho việc xây dựng và thử nghiệm mô hình đã tiến hành khảo sát gradien các yếu tố khí tượng từ mặt đất đến 4 mét, đo nhiệt độ đất đến độ sâu 1 mét, đo nhiệt độ và độ ẩm không khí từ mặt đất đến 100m, đo bức xạ hiệu dụng tại trạm Láng Hà Nội trong những ngày có sương mù với khoảng thời gian các quan trắc cách nhau 30 phút kể từ khi sương mù hình thành đến khi tan. Dưới đây là một số nhận xét về kết quả tính toán với các tập số liệu khảo sát.

2. Profin các yếu tố khí tượng

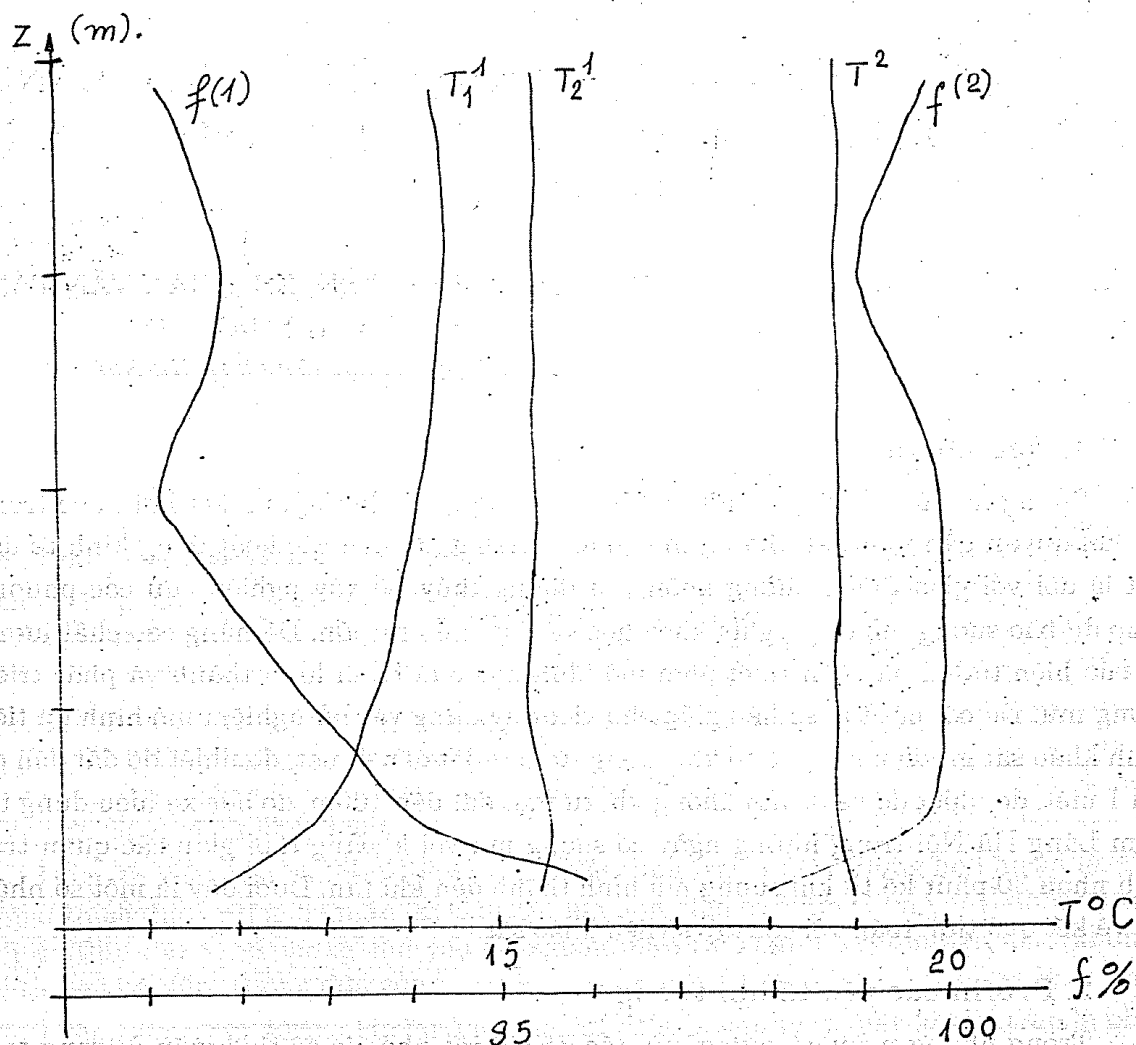
Trong những ngày có sương mù, tốc độ gió rất nhỏ, đa số thời gian ở trạng thái lặng gió. Ngay ở trên độ cao 4,0m, lúc có gió cũng chỉ với tốc độ $< 0,5$ m/s.

Sự phân tầng nhiệt của khí quyển trong sương mù hầu hết ở dạng cân bằng hoặc ổn định. Điều đó thể hiện ở chỗ là nhiệt độ hoặc ít biến đổi theo chiều cao hoặc có nghịch nhiệt. Tuy vậy, trong 2 ngày khảo sát, dáng điệu profin nhiệt độ có khác nhau.

Ngày 1 - XII, nghịch nhiệt thể hiện rõ ở giai đoạn đầu, hiệu nhiệt độ giữa mực 2m và 0,5m lên tới $+1,6^{\circ}\text{C}$ (lúc 5h30) hoặc $+1,8^{\circ}\text{C}$ (lúc 6h00). Chỉ tới lúc sương mù tan, trạng thái phân tầng mới chuyển sang dạng đẳng nhiệt hoặc nhiệt độ ít thay đổi theo chiều cao (Hình 1).

Ngày 8 - XII, nhiệt độ giữa các lớp không khác nhau nhiều, hiệu nhiệt độ giữa độ cao 2m và 0,5 chỉ nằm trong khoảng $0 - 0,3^{\circ}\text{C}$; trong cả hai trường hợp tồn tại lớp nghịch nhiệt ở 20-50m với cường độ không lớn.

Tương tự như nhiệt độ, độ ẩm riêng trong ngày 1 - XII cũng tăng theo chiều cao trong giai đoạn đầu. Hiệu độ ẩm riêng giữa mực 2m và 0,5m đạt tới 0,625 g/kg (lúc 5h30) hoặc 1,0 g/kg (lúc 6h). Giai đoạn sau, profin độ ẩm chuyển dần sang dạng đẳng ẩm rồi giảm ẩm theo chiều cao. Ngày 1 - XII độ ẩm dao động từ 90 đến 95%. Như vậy, sương mù hình thành không phải bao giờ độ ẩm cũng là 100%. Riêng ngày 8 - XII, sự thay đổi ẩm theo chiều cao không rõ và luôn đạt 100% (Hình 1).



Hình 1. Profin của nhiệt độ trung bình giai đoạn đầu và giai đoạn sau ngày 1 - XII - 1992: T_1^1 ; T_2^1 ; của nhiệt độ trung bình ngày 8 - XII - 92: T^2 ; của độ ẩm tương đối trung bình ngày 1 - XII - 92: f^1 ; ngày 8 - XII - 92: f^2 .

3. Về sự thay đổi các yếu tố theo thời gian

Kết quả khảo sát cho thấy có sự khác nhau về sự thay đổi nhiệt độ giữa ngày 1 - XII và 8 - XII.

Ngày 1 - XII, lúc đầu nhiệt ở lớp dưới 1m giảm, đạt cực tiểu vào khoảng 5h30, sau đó tăng dần. Ở những lớp cao hơn, lúc đầu nhiệt độ ít biến đổi, sau tăng dần.

Ngày 8 - XII, sự thay đổi nhiệt độ không thể hiện rõ trong thời gian từ 5h tới tận 9h, sau đó mới tăng dần.

Cũng tương tự như vậy, độ ẩm riêng ở lớp dưới 1m trong ngày 1 - XII giảm dần, đạt cực tiểu lúc 6h, sau đó tăng dần. Ở lớp biên trên, độ ẩm riêng có xu hướng tăng dần.

Ngày 8 - XII, độ ẩm riêng ít biến đổi ở hầu hết các mực trong suốt thời gian có sương mù.

Để minh họa thêm, ta xét thêm biến đổi của cân bằng bức xạ mặt đất. Kết quả quan trắc cũng cho thấy có sự khác biệt giữa ngày 1 - XII và 8 - XII. Trong ngày 8 - XII, thời gian đầu

cân bằng bức xạ có giá trị âm, ít biến đổi, giá trị trong khoảng 5h đến 6h30 là -0,03 cal/cm² phút. Sau đó cân bằng bức xạ tăng dần. Ngày 8 - XII, lúc đầu cân bằng bức xạ bằng 0 (từ 5h đến 7h), trong đó cân bằng bức xạ sóng dài cũng bằng 0 từ lúc 5h đến 6h. Sau đó, cân bằng bức xạ tăng lên nhưng tăng rất chậm.

4. Một số nhận xét

- a) Tốc độ gió trong 2 ngày có sương mù đều rất nhỏ, không đáng kể.
- b) Sương mù hình thành trong 2 ngày 1 - XII và 8 - XII với những điều kiện khác nhau, cụ thể là:

- Cân bằng bức xạ trong ngày 1 - XII có giá trị âm trong thời gian đầu, chứng tỏ mặt đệm mất nhiệt, trong khi đó, ngày 8 - XII cân bằng bức xạ bằng 0 trong giai đoạn đầu.

- Nhiệt độ lớp khí quyển sát đất có giá trị nhỏ trong ngày 1 - XII, ở lớp dưới trong khoảng 11-14°C, ở lớp bên trên 14-16°C. Trong khi đó, nhiệt độ trong thời gian có sương mù ngày 8 - XII khá cao, dao động trong khoảng 18-21°C.

- Độ ẩm tương đối trong ngày 1 - XII khá thấp, rất ít khi vượt quá 95%, trong khi đó ở ngày 8 - XII đều hơn 95% và nhiều kỳ quan trắc đạt 100%.

- Độ ẩm riêng trong ngày 1 - XII cũng rất thấp chỉ trong khoảng 12-15 g/kg còn trong ngày 8 - XII nó đạt giá trị cao hơn nhiều: từ 21 đến trên 23 g/kg.

Sự phân tầng nhiệt độ cũng có sự khác biệt, ở ngày 1 - XII có nghịch nhiệt rõ, ít nhất là ở giai đoạn đầu còn trong ngày 8 - XII, sự thay đổi nhiệt độ theo chiều cao không thể hiện rõ.

Để mô hình hoá quá trình hình thành và phát triển của sương mù bức xạ người ta thường sử dụng phương trình nhập nhiệt, phương trình cho hơi nước, phương trình cho hạt nước và phương trình dẫn nhiệt trong đất [7].

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial R}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial \theta}{\partial z} + \frac{L}{C_p} C \quad (1)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial q}{\partial z} - C \quad (2)$$

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial \delta}{\partial z} + \frac{\partial Q}{\partial z} + C \quad (3)$$

$$\frac{\partial T_d}{\partial t} = K_d \frac{\partial^2 T_d}{\partial z^2} \quad (4)$$

Ở đây T là nhiệt độ, R là thông lượng bức xạ, θ là nhiệt độ thế vị, q là độ ẩm riêng, δ là độ chứa nước, Q là thông lượng lắng trọng lực của các hạt nước, C là tốc độ ngưng kết, K là hệ số trao đổi rối, K_d là hệ số dẫn nhiệt độ của đất, các ký hiệu khác theo quy ước chung.

Để khử ẩn C trong hệ (1) - (4) trong công trình [2, 4] đã đưa vào các hàm số:

$$\Pi = \theta' + \frac{L}{C_p} q \quad \text{và} \quad S = q + \delta \quad \text{để biến đổi phương trình (1) - (3) về dạng:}$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial \Pi}{\partial z} - \frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial R}{\partial z} \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial S}{\partial z} + \frac{\partial Q}{\partial z} \quad (6)$$

Để nghiên cứu quá trình hình thành và phát triển sương mù bức xạ, phải tìm nghiệm của hệ các phương trình (1) - (4) hoặc hệ các phương trình (4) - (6). Để tích phân các hệ phương trình trên, một loạt các vấn đề cần được nghiên cứu và giải quyết như cách xác định hệ số rối K , thông lượng lắng trọng lực Q , thông lượng bức xạ R , tốc độ ngưng kết hơi nước C và điều kiện biên. Mỗi vấn đề kể trên đều là các bài toán phức tạp trong khí tượng. Dưới đây chỉ trình bày một số phương hướng chính giải quyết các vấn đề trên.

a) Xác định hệ số trao đổi rối

Trong các mô hình sương mù bức xạ, hệ số trao đổi rối thường được cho dưới dạng hàm số phụ thuộc vào độ cao hoặc độ ổn định của khí quyển. Trong công trình [3] hệ số trao đổi rối được dùng chỉ là hàm của độ cao dưới dạng đường gãy khúc:

$$K = \begin{cases} K_0 + K_1 z & z_0 \leq z \leq h \\ K_0 + K_1 h & H \geq z \geq h \end{cases} \quad (7)$$

Ở đây h và H là độ cao của lớp sát đất và lớp biên khí quyển. Trong công trình [7] để mô hình hoá sương mù bức xạ, hệ số rối cũng chỉ là hàm số của độ cao. Các hàm số này tăng theo độ cao đạt cực đại trong khoảng từ 50 đến 100m rồi giảm dần. Giá trị cực đại của K thay đổi từ $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ đến $1 \text{ m}^2/\text{s}$ trong các thử nghiệm.

Để chính xác hơn, người ta biểu diễn hệ số rối bằng hàm số phụ thuộc vào độ cao và thời gian [4]

$$K(z, t) = K_\infty(t) [1 + \epsilon - e^{-m(t)z}] \quad (8)$$

Ở đây $K_\infty(t)$ là hệ số rối ở trên lớp sát đất, m, ϵ là các tham số.

Thực tế K phụ thuộc vào độ ổn định của khí quyển. Trong các mô hình [6,7] hệ số rối được sử dụng ở dạng:

$$K = K_0 / \Phi(z/L) \quad (9)$$

Ở đây K_0 là giá trị K ở điều kiện đoạn nhiệt còn Φ là hàm phụ thuộc vào số Richason

$$\Phi = 0,855 (1 + 34 R_i)^{0,4} \quad 0 \leq R_i \leq 0,3$$

$$\Phi = 0,855 (1 - 22 R_i)^{-0,4} \quad -3,5 < R_i < 0$$

Hiện nay, trong các mô hình sương mù bức xạ hệ số rối được tính từ hệ các phương trình mô tả cấu tạo lớp sát đất [5] hoặc mô hình lớp biên khí quyển [1]:

$$\frac{d}{dz} K \frac{du}{dz} + f(v - v_g) = 0 \quad (10)$$

$$\frac{d}{dz} K \frac{du}{dz} - f(u - u_g) = 0 \quad (11)$$

$$K \left[\left(\frac{du}{dz} \right)^2 + \left(\frac{dv}{dz} \right)^2 \right] - \lambda K \frac{d\theta}{dz} + \frac{d}{dz} K \frac{db}{dz} - \epsilon = 0 \quad (12)$$

$$K = 1/\sqrt{b} \quad (13)$$

$$\varepsilon = \sqrt{b^3}/l \quad (14)$$

$$l = -x \frac{\sqrt{b}}{1} / \frac{d}{dz} \left(\frac{\sqrt{b}}{1} \right) \quad (15)$$

Các ký hiệu ở đây là theo quy ước chung. Trong công trình [2] hệ số K được xác định theo mô hình lớp biên khí quyển ở điều kiện không dừng. Đây là một hướng nghiên cứu cho ta hệ số K chính xác hơn cả.

b) Thông lượng lắng trọng lực của các hạt nước

Ký hiệu các đặc trưng của hạt nước có thêm chỉ số K thì thông lượng các hạt nước trong sương mù theo phương không dừng xác định được bởi công thức:

$$Q = - \frac{4}{3} \pi \rho_{kn} \int_0^\infty r_k^3 f(r_k) v(r_k) dr_k \quad (16)$$

Ở đây r_k là bán kính hạt nước, $f(r_k)$ là hàm phân bố và $v(r_k)$ vận tốc rơi của hạt nước.

Mặt khác, có thể tính được độ chứa nước của sương mù:

$$\delta = \frac{n}{\rho} \int_0^\infty \frac{4}{3} \pi \rho_k r_k^3 f(r_k) dr \quad (17)$$

Từ (16) và (17) rút ra:

$$Q = - \rho \delta \bar{v} \quad (18)$$

Ở đây $\bar{v}$ là tốc độ rơi trung bình có trọng lượng của các hạt nước. Với các giả thiết khác nhau của $v(r_k)$ và $f(r_k)$ người ta tìm được các biểu thức khác nhau cho Q. Trong công trình [2] $v(r_k)$ tính theo công thức Stokes

$$v(r) = \frac{2g\rho_k}{\eta} r^2 \quad (19)$$

Còn $f(r_k)$ tính theo công thức Khrgian

$$f(r,z,t) = \frac{4r^2}{r_m^3} \exp\left(-\frac{2r}{r_m}\right) \quad (20)$$

Ở đây η là hệ số nhớt phân tử, r_m - bán kính phương thức. Trong [7] v được dùng ở dạng đơn giản

$$v = 6,25 \delta \quad (21)$$

Trong công trình [1] vai trò của lắng trọng lực lại bỏ qua.

c) Thông lượng bức xạ trong sương mù

Trong hầu hết các công trình về mô hình hoá sương mù bức xạ thì hấp thụ bức xạ sóng dài được chú ý, còn hấp thụ bức xạ sóng ngắn được bỏ qua.

Thông lượng bức xạ sóng dài từ dưới lên $F_\lambda^\uparrow$ và từ trên xuống $F_\lambda^\downarrow$ được xác định bằng cách tích phân các phương trình vận chuyển bức xạ trong khí quyển. Người ta chia phổ bức xạ sóng dài thành các nhóm và trong mỗi nhóm đó hệ số hấp thụ α_n là hằng số. Khi đó phương trình có dạng

$$\frac{d F_n^{\uparrow}}{dz} = \alpha_n \rho (P_n U - F_n^{\uparrow}) \quad (22)$$

$$\frac{d F_n^{\downarrow}}{dz} = \alpha_n \rho (F_n^{\downarrow} - P_n U) \quad (23)$$

Ở đây U là bức xạ của khí quyển, P_n là phần phát xạ của nhóm bước sóng n . Thông lượng bức xạ sóng dài khi đó được xác định bằng biểu thức:

$$R = \sum_n (F_n^{\uparrow} - F_n^{\downarrow}) \quad (24)$$

Trong các công trình [1, 2] các hệ số hấp thụ được xác định thông qua hàm phân bố $f(r,z,t)$ và tiết diện hấp thụ hiệu dụng của từng hạt nước.

d) Tốc độ ngưng kết hơi nước

Trong trường hợp sử dụng hệ các phương trình (1-4) tốc độ ngưng kết được biểu diễn qua hàm phân bố hạt $f(r,z,t)$ và tốc độ lớn lên của hạt nước r

$$C = 4 \Pi \rho_n \int_0^{\infty} dr \cdot r^2 f(r,z,t) \quad (25)$$

Ở đây, $f(r,z,t)$ phải thỏa mãn phương trình mô tả động học hình thành phổ sương mù dưới tác động của sự lớn lên do ngưng kết, xáo trộn rối và rơi của các hạt theo định luật Stocs.

e: Điều kiện biên

Hệ phương trình trên tích phân với điều kiện biên sau:

Tại $z = z_0$ (độ cao mực gỗ ghề)

$$u \rightarrow 0 \quad v \rightarrow 0 \quad \frac{\partial b}{\partial z} \rightarrow 0$$

$$l = x z_0$$

Tại mặt đất, độ chứa nước của sương mù bằng không, độ ẩm riêng không đổi theo thời gian, nhiệt độ đất bằng nhiệt độ không khí và thỏa mãn điều kiện cân bằng nhiệt.

Khi $z \rightarrow \infty$ tốc độ gió tiến đến gió địa chuyển, năng lượng rối tiến đến không, độ ẩm riêng không đổi theo thời gian và độ chứa nước của sương mù bằng không.

Với tập hợp số liệu đã khảo sát, chúng tôi sẽ tích phân trị số hệ các phương trình (5), (6), (11) - (15) với những tham số phù hợp với điều kiện và tính chất của sương mù bức xạ ở Việt Nam. Công trình này được hình thành với sự hỗ trợ của chương trình nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực khoa học tự nhiên./.