

BÀI TOÁN TÍNH TRƯỜNG NỒNG ĐỘ TỪ N NGUỒN THẢI VÀ MỘT VÀI KHÍA CẠNH CỦA VẤN ĐỀ CHUẨN THẢI NGUỒN

KS. PHAN HOÀI TRUNG,

KS. AN QUỐC KHÁNH

Trung tâm Môi trường

I - ĐẶT VẤN ĐỀ

Bài toán tính trường nồng độ các chất bẩn thải qua nguồn đơn trong trường hợp địa hình đơn giản, không có những điều kiện thời tiết đặc biệt như: sương mù, nghịch nhiệt... đã được giải quyết từ lâu về mặt lý thuyết và đã đi vào nghiệp vụ kiểm soát môi trường không khí [1, 4, 6]. Theo mô hình khuếch tán rối Berland [1] với các tạp chất nhẹ và ít bị biến đổi về mặt hóa học thì nồng độ của chất bẩn tại điểm có tọa độ (x, y) là:

$$q(x,y) = \frac{Q}{2(1+n)K_1 \sqrt{\pi} K_0 x^{3/2}} \exp \left\{ - \frac{U_1 H^{1+n}}{(1+n)^2 K_1 x} - \frac{y^2}{4K_0 x} \right\} \quad (1)$$

Hoặc theo mô hình thống kê vật lý bán kính nghiệm Gauss [5, 6]:

$$q(x,y) = \frac{Q}{\pi \delta_y \delta_z H} \exp \left\{ - \frac{1}{2} \left(\frac{y^2}{S_y^2} + \frac{H^2}{S_z^2} \right) \right\} \quad (2)$$

Ở đây:

Q - công suất nguồn (g/s),

n - hệ số phụ thuộc vào tầng kết nhiệt khí quyển,

K_0, K_1 - các hệ số trao đổi rối ngang và thẳng đứng ở độ cao $z = 1m$,

U_1, u - các tốc độ gió ở độ cao 1m và ở độ cao vệt khói

δ_y, δ_z - các độ lệch chuẩn của phân bố nồng độ, chúng là hàm của x và của loại tầng kết ổn định khí quyển

$\delta_y = 0, \delta_z = 0$ khi $x = 0$, theo [5]

Trong cả 2 mô hình các phương trình được xây dựng trên hệ tọa độ xây có gốc trùng với nguồn thải, trục Ox hướng theo chiều gió. Rõ ràng là nếu các tham số thải và các điều kiện khí tượng vào thời điểm đã cho là đã biết thì nồng độ $q(x,y)$ là hàm liên tục trên toàn mặt phẳng tọa độ trừ điểm gốc $(0, 0)$.

Tác giả [1, 2], có thử nghiệm vào điều kiện Việt Nam bằng cách đơn giản một vài tham số. Tuy nhiên, vấn đề trở nên phức tạp hơn rất nhiều trong trường hợp có nguồn thải với các thông số thải khác nhau. Nhiều tác giả [5, 6] cũng đã đề cập đến vấn đề này, song rất tiếc đây chỉ là những nét chung, hiểu điếm chưa rõ và việc tính toán còn công kênh. Do yêu cầu cấp bách của công tác kiểm soát và quản lý môi trường ở các thành phố và các khu công nghiệp và do điều kiện khó khăn của ta về các phương tiện đo và tính toán, chúng tôi đã bước đầu nghiên cứu vấn đề này. Hy vọng rằng, qua bài báo này bạn đọc có thể hình dung được những nét cơ bản các thuật toán của bài toán và để dàng áp dụng chúng vào các điều kiện cụ thể của địa phương mình (tính toán thủ công hoặc trên máy tính điện tử).

II - NỘI DUNG

Vùng ảnh hưởng của nguồn do gió gây ra được hiểu là vùng nằm trong góc mở $\pm \alpha$ xuôi theo chiều gió với trục đi qua nguồn.

Góc α phụ thuộc vào tốc độ gió ở độ cao trục vệt khói (bảng 1).

Bảng 1 - Giá trị của α phụ thuộc tốc độ gió (m/s)

u(m/s)	0	1 - 2	3 - 4	> 4
α độ	Toàn vùng	90°	60°	45°

Nếu chọn hệ tọa độ có trục Ox hướng từ tây sang đông và trục Oy hướng từ nam lên bắc, thì ta có mối quan hệ giữa hướng gió khí tượng và góc tạo bởi phương gió \vec{n} như sau (bảng 2).

Bảng 2 - Hướng gió khí tượng trên hệ tọa độ xOy.

Hướng gió	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE
Góc	0	22°30'	45°	67°30'	90°	112°30'	135°	157°30'

Hướng gió	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNN
Góc	180°	202°30'	225°	247°30'	270°	292°30'	315°	337°30'

Với hệ tọa độ được chọn bất kỳ, cũng có thể thiết lập được dưới dạng bảng mối quan hệ giữa hướng gió khí tượng và véc tơ chỉ phương hướng gió \vec{n}

Trên cơ sở những kết quả sơ bộ ở trên, chúng ta quay trở về bài toán tính trường nồng độ gây ra bởi n nguồn. Xét hệ tọa độ xOy tùy ý. Giả sử gió thổi lập với trục Ox 1 góc α . Tọa độ của các nguồn thải O_1, O_2, \dots, O_n lần

lượt là $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)$. Khi đó điểm M bất kỳ trong hệ tọa độ xOy có tọa độ là (x, y) sẽ có các tọa độ tương ứng trong các hệ $X_1 O_1 Y_1, X_2 O_2 Y_2, \dots, X_n O_n Y_n$ là $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$. Khi ấy, nồng độ tại điểm M gây ra bởi nguồn thứ nhất là:

$$q_M^1 = \widetilde{f}_1(x, y, a_1, b_1)$$

và do nguồn thứ i là:

$$q_M^i = \widetilde{f}_i(x, y, a_i, b_i)$$

Nồng độ lỏng cộng tại điểm M [với $(x, y) \neq (a_i, b_i)$] sẽ là:

$$q_M = \sum_{i=1}^n q_M^i$$

Cần lưu ý một điều cực kỳ quan trọng là phải tối ưu hóa các nguồn (chuẩn hóa nguồn thải) sao cho nồng độ tạp chất tại một điểm cho trước luôn luôn nhỏ thua nồng độ giới hạn cho phép: $q_M \leq C_{ghcp}$

Từ (1), (2), ta thấy nồng độ tại 1 điểm M cho trước có tọa độ là (x, y) gây ra bởi nguồn thứ i có thể viết:

$$q_M^i = \alpha_i Q_i \quad (3)$$

với (theo (1)):

$$\alpha_i = \frac{1}{2(1+n) K_1 \sqrt{\pi K_0 X_i^{3/2}}} \cdot \exp \left\{ -\frac{u_1 H^{1+n}}{(1+n)^2 K_1 X_i} - \frac{Y_i^2}{4K_0 X_i} \right\} \quad (4)$$

Hoặc theo (2):

$$\alpha_i = \frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{Y_i^2}{\sigma_y^2} + \frac{H^2}{\sigma_z^2} \right) \right\} \quad (5)$$

trong đó:

$$\left. \begin{aligned} X_i &= x \cos \alpha + y \sin \alpha - a_i \cos \alpha - b_i \sin \alpha \\ Y_i &= -x \sin \alpha + y \cos \alpha + a_i \sin \alpha - b_i \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\text{với: } q_M = \sum_{i=1}^n \alpha_i Q_i \leq C_{ghcp} \quad (7)$$

Trong trường hợp có m điểm trong vùng cần xét, ta có:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{11} Q_1 + \dots + \alpha_{1n} Q_n \leq C_{ghep1} \\ \vdots \\ \alpha_{m1} Q_1 + \dots + \alpha_{mn} Q_n \leq C_{ghepm} \end{array} \right. \quad (8)$$

III - ÁP DỤNG CỤ THỂ

Chúng tôi tính nồng độ cụ thể tại một điểm bất kỳ trên mặt đất trong khu vực cần quan tâm, cụ thể tại khu công nghiệp Việt Trì. Trước hết, có thể xác định được dễ dàng những vùng cực đại của nồng độ bằng cách chia vùng đã cho thành nhiều ô (vuông hoặc chữ nhật) rồi tính nồng độ ở các điểm nút ta được phân bố không gian của trường nồng độ. Số liệu ban đầu như sau: trong khu công nghiệp có 4 nguồn thải chính, chúng tôi lấy hệ trục tọa độ xoy với tọa độ của 4 nguồn thải:

$$M_1 = (a_1, b_1) = (3000m, 4500m); M_2 = (a_2, b_2) = (2000m, 7000m)$$

$$M_3 = (a_3, b_3) = (1500m, 3000m); M_4 = (a_4, b_4) = (6500m, 1000m)$$

Độ cao hiệu dụng của các vệt khói lần lượt là $H_1 = 40m$, $H_2 = 30m$, $H_3 = 25m$, $H_4 = 30m$; gió đông bắc vận tốc $5m/s$; trời đầy mây, công suất các nguồn thải:

$$Q_1 = 200 (g_{SO_2/s}); Q_2 = 226 (g_{SO_2/s})$$

$$Q_3 = 150 (g_{SO_2/s}); Q_4 = 250 (g_{SO_2/s})$$

Nồng độ tại điểm M có tọa độ (1500, 2000) như sau:

Góc β của véc tơ chỉ phương gió là 225° , vận tốc gió là $5m/s$ nên góc ảnh hưởng $< 45^\circ$.

Ta có: góc $(\overrightarrow{M_1M}, \vec{n})$ là $8^\circ < 45^\circ$.

góc $(\overrightarrow{M_2M}, \vec{n})$ là $38^\circ < 45^\circ$

góc $(\overrightarrow{M_3M}, \vec{n})$ là $36^\circ < 45^\circ$

góc $(\overrightarrow{M_4M}, \vec{n})$ là $62^\circ > 45^\circ$ (loại bỏ ảnh hưởng của nguồn M_4 tới điểm M)

Nồng độ tại điểm M tính được

$$q_M = \sum_{i=1}^3 q_M^i = \sum_{i=1}^3 \bar{f}_i (1500, 2000, a_i, b_i) = 5,67 \cdot 10^{-4} \text{ g/m}^3$$

IV - NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Chúng tôi đã đề cập đến những nét cơ bản nhất của bài toán mô hình hóa nguồn thải. Qua tính toán nhận thấy rằng có thể áp dụng bài toán này trong trường hợp một thành phố hoặc khu công nghiệp khi cần tính nồng độ tại một số điểm đáng quan tâm.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Cung. Tính toán bán kính nghiệm vùng bảo vệ - vệ sinh. Nội san KTTV số 4-5 (256 - 257), 1982.

2. Nguyễn Đình Lượng. Mô hình hóa khí tượng về nhiễm bẩn khí quyển từ nguồn ở các thành phố và khu công nghiệp. Nội san KTTV số 4-5 (256 - 257), 1982.

3. Phan Hoài Trung. Các mô hình chất lượng không khí; cách xây dựng và khả năng áp dụng chúng vào nước ta. Tập san KTTV số 6/1987

4. Berlyand M.E. Những vấn đề hiện đại về rời và nhiễm bẩn khí quyển. NXB KTTV, Lenigrát, 1975 (tiếng Nga).

5. Hanna S.R. Reviews of atmospheric diffusion models for regulatory applications. WMO Tech Note. 177, 1-37, 1982.

6. Turner D.B. Workbook of atmospheric dispersion estimates. US Public Health Service, 1970.

7. WMO Symposium on boundary layer physics applied to specific problems of air pollution. WMO No 510, 1978.