

VỀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TỐC ĐỘ THĂNG ĐỨNG DO MA SÁT

LÊ ĐÌNH QUANG

CHUYỀN động thăng đứng trong khí quyển là một nhân tố quan trọng trong việc hình thành thời tiết. Nó là nguyên nhân gây ra sự tiến triển của các trường nhiệt, ẩm, gió và do đó có ảnh hưởng đến sự hình thành các hiện tượng thời tiết nguy hiểm. Chuyển động thăng đứng đóng vai trò to lớn trong việc hình thành mây và mưa, mà chúng lại có tác dụng đến các dòng nhiệt bức xạ với mặt đệm và sự hình thành chế độ nhiệt của nó.

Chuyển động thăng đứng nảy sinh dưới tác dụng của lực ma sát rối trong lớp biên có ảnh hưởng đến việc hình thành trường tốc độ thăng đứng trong khí quyển tự do.

Việc nghiên cứu những phương pháp cụ thể tính chuyển động thăng đứng do ma sát rất cần thiết đối với việc tính toán trong các mô hình dự báo số trị tương tác động lực của ma sát rối trong lớp biên, đến các quá trình khí quyển quy mô lớn trong khí quyển tự do, đến việc nâng cao mức độ chính xác dự báo trường khí tượng đặc biệt là mây và mưa, cũng như đối với một số bài toán thực hành khác.

Lực ma sát rối là một trong những nguyên nhân gây ra chuyển động thăng đứng. Chuyển động thăng đứng có trật tự gây ra bởi lực nhớt rối trong lớp biên và tính không dừng trong trường áp suất (gió) được gọi là chuyển động thăng đứng do ma sát và không dừng.

Tính toán chuyển động thăng đứng đã được dẫn ra trong một số công trình [1, 2, 3]. Bài báo này đề cập đến một cách tính tốc độ thăng đứng trên cơ sở phương pháp tham số hóa lớp biên.

Trong hệ tọa độ với các biến độc lập x, y, p, t (p là mặt đẳng áp) đạo hàm địa phương của áp suất $p \left(\frac{dp}{dt} \right)$ là tốc độ thăng đứng w_* giống như tốc độ thăng đứng w trong hệ tọa độ x, y, z, t . W_* và W liên hệ bởi hệ thức:

$$W_* = \rho \left(\frac{\partial H}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} + v \frac{\partial H}{\partial y} - gW \right) \approx -\rho g W \quad (1)$$

Ở đây u, v, w - thành phần tốc độ của chuyển động không khí trong hệ tọa độ x, y, z, t ; ρ - mật độ không khí; g - gia tốc trọng lực; H - độ cao mặt đẳng áp.

Hiện tại trong thực hành dự báo sy-nốp, tính chuyển động thăng đứng do ma sát ở giới hạn trên của lớp biên theo công thức của Điu-bi-uc [4]

$$W = \frac{1}{\rho} \sqrt{\frac{k}{2|f|^3}} \cdot \Delta p_0 \quad (2)$$

đây \bar{k} giá trị trung bình của hệ số nhớt rồi đối với toàn bộ lớp biên, f - tham số oriolit; Δp_0 - laplatxiên áp suất ở mực biên

Đặt (2) vào (1) chúng ta nhận được:

$$W_* = -g \sqrt{\frac{\bar{k}}{2|f|^3}} \Delta p_0 \quad (3)$$

Khi đó \bar{k} thường cho là đại lượng không đổi và không phụ thuộc vào đặc trưng của trường nhiệt áp. Song thực tế rõ ràng rằng \bar{k} cần phải xác định theo các tham số bên ngoài của lớp biên hành tinh.

Như đã biết tốc độ thẳng đứng của không khí có thể xác định từ phương trình liên tục:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

Tích phân (4) từ 0 đến h (h - độ cao của lớp biên) chúng ta nhận được tốc độ thẳng đứng ở giới hạn trên của lớp biên:

$$W_h = - \int_0^h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dz \quad (5)$$

Xem $h = h(x, y)$ và kí hiệu $S_1 = \int_0^h \frac{\partial u}{\partial x} dz$; $S_2 = \int_0^h \frac{\partial v}{\partial y} dz$

ta có:

$$S_1 = \frac{\partial}{\partial x} \int_0^h u dz - u \Big|_{z=h} \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$S_2 = \frac{\partial}{\partial y} \int_0^h v dz - v \Big|_{z=h} \frac{\partial h}{\partial y} \quad (6)$$

hoặc viết dưới dạng sau:

$$S_1 = \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{v_* L}{\kappa} \int_0^h u_n dz_n \right] - \kappa^2 C_g \cos \xi \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{C_g h_n \kappa}{2\omega_z} \right) \quad (7)$$

$$S_2 = \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{v_* L}{\kappa} \int_0^h v_n dz_n \right] - \kappa^2 C_g \sin \xi \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{C_g h_n \kappa}{2\omega_z} \right)$$

Trong đó:

$$u = \frac{v_*}{\kappa} u_n; v = \frac{v_*}{\kappa} v_n; h_n = \frac{h}{L}; L = \frac{\kappa v_*}{2\omega_z}$$

Ở đây κ - hằng số Karoman; $2\omega_z$ - tham số Coriolit; χ - hệ số ma sát địa chuyển; v_* - tốc độ động lực; L - quy mô độ dài Mönhin - Obakhóp; c_g - tốc độ gió địa chuyển; ξ - góc giữa hướng gió địa chuyển và trục ox .

Nếu các trục x và y tương ứng hướng theo vĩ tuyến và kinh tuyến, thì

$$\begin{aligned} u_n &= \frac{\cos \xi}{\chi} + \frac{d\tilde{\sigma}_n}{dz_n} \\ v_n &= \frac{\sin \xi}{\chi} - \frac{d\tilde{\eta}_n}{dz_n} \end{aligned} \quad (8)$$

Ở đây $\tilde{\eta}_n$ và $\tilde{\sigma}_n$ là hình chiếu của lực căng ma sát tiếp tuyến sát đất $\vec{\tau}_o$. Ở dạng không thứ nguyên $|\vec{\tau}_{on}| = \sqrt{\tilde{\eta}_n^2 + \tilde{\sigma}_n^2}$. Trong đó $\vec{\tau}_o = \{\tilde{\eta}, \tilde{\sigma}\}$; $\psi = \alpha + \xi$ (α - góc giữa gió thực và gió địa chuyển).

Đặt (8) vào (7) chúng ta nhận được:

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\kappa^2 C_g^2 \chi^2}{2\omega_z} \left(\frac{\cos \xi}{\chi} h_n - \sin \psi \right) \right] - \kappa^2 C_g \cos \xi \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{C_g h_n \chi}{2\omega_z} \right) \\ S_2 &= \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\kappa^2 C_g^2 \chi^2}{2\omega_z} \left(\frac{\sin \xi}{\chi} h_n + \cos \psi \right) \right] - \kappa^2 C_g \sin \xi \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{C_g h_n \chi}{2\omega_z} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

và

$$\begin{aligned} W_h &= -\kappa^2 \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{C_g^2 \chi^2}{2\omega_z} \left(\frac{\cos \xi}{\chi} h_n - \sin \psi \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{C_g^2 \chi^2}{2\omega_z} \times \left(\frac{\sin \xi}{\chi} h_n + \cos \psi \right) \right] \right\} + \\ &+ \kappa^2 C_g \left[\cos \xi \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{C_g h_n \chi}{2\omega_z} \right) + \sin \xi \cdot \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{C_g h_n \chi}{2\omega_z} \right) \right] \end{aligned} \quad (10)$$

Nếu không tính đến sự biến đổi theo phương ngang của các đại lượng h_n , ξ , ψ , χ và $2\omega_z$ thì giá trị của tốc độ thẳng đứng đối với Hà nội theo số liệu thông tin khí tượng lúc 7 giờ ngày 20 tháng 9 năm 1975 là $W = 2,4$ cm/gy. Theo phương pháp Điuhiuc, như dẫn ra ở trên, thì cũng với số liệu này giá trị của tốc độ thẳng đứng $W = 3,0$ cm/gy. Những kết quả nhận được là phù hợp và điều đó cho phép sử dụng công thức (10) vào thực hành tính toán số trị tốc độ thẳng đứng do ma sát.

Địa chỉ:

Viện Khí tượng thủy văn

Nhận ngày 16/1/1980

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. КОВАЛЕВА Е.Д., ОРЛЕНКО Л.Р., ЧЕСНАЯ И.И. К расчёту фрикционных вертикальных токов на верхней границе пограничного слоя. Труды ГГО, вып. 205, 1967.

2. ОРЛЕНКО Л.Р. Определение вертикальных токов в пограничном слое по внешним параметрам. Труды ВНМС, л. Гидрометеоздат, 1963.

3. ТАРНОПОЛЬСКИЙ А. Г., ШНАЙДМАН В.А. Метод определения вертикальных движений воздуха с учётом приземного трения. Труды ГМЦ, СССР, вып. 149, 1975.

4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Час. 1. Л. Гидрометеоздат, 1964.

SUMMARY

METHOD OF CALCULATING THE VERTICAL VELOCITY FORCED BY THE FRICTION

Using the method of parametrization of boundary layer we elaborate method of calculating the vertical velocity forced by the friction.